



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 199 04 380 B4 2010.04.22**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 04 380.9**  
 (22) Anmeldetag: **03.02.1999**  
 (43) Offenlegungstag: **14.10.1999**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **22.04.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61B 17/04 (2006.01)**  
**B65B 19/34 (2006.01)**  
**B21G 1/02 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**09/020,085      06.02.1998      US**

(73) Patentinhaber:  
**Ethicon, Inc., Somerville, N.J., US**

(74) Vertreter:  
**BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen**

(72) Erfinder:  
**Blanch, John F., Tinton Falls, N.J., US; Daniele, Robert A., Flemington, N.J., US; Smith, William F., Ringoes, N.J., US; Shaw, Teresa M., Lawrenceville, N.J., US; Branco, Richard P., Collegeville, Pa., US; Cafone, Matthew, Edgewater Park, N.J., US; Demarest, David D., Parsippany, N.J., US; Esteves, Anthony, Somerville, N.J., US; Hodulik, Michael G., Dunellen, N.J., US; Reinemuth, George H., Glen Mills, Pa., US**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

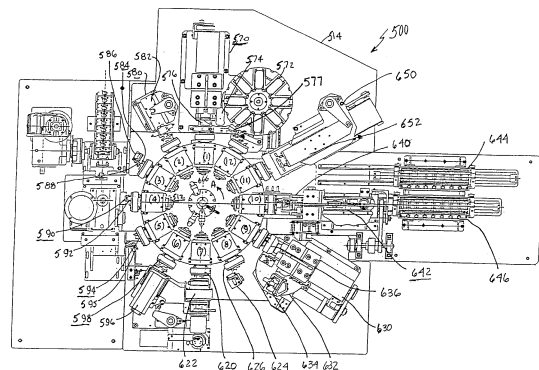
<b>US</b>	<b>55 68 593</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>55 11 670</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>55 00 991</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>54 87 216</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>54 87 212</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>54 85 668</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>54 77 609</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>54 73 854</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>54 73 810</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>54 69 689</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>54 52 636</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>54 38 746</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>52 30 424</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>7 60 229</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>6 63 187</b>	<b>A2</b>

(54) Bezeichnung: **Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine**

(57) Hauptanspruch: Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine zum Befestigen von Nahtmaterial (42) an einer chirurgischen Nadel (39) mit einer darin ausgebildeten Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung (43) sowie zum automatischen Verpacken der Nadel (39) und des Nahtmaterials (42), wobei diese Maschine umfasst:

- a) eine automatische Nadel-Sortier- und -Beschickungsstation (50) zum Vereinzeln und genauen Positionieren der chirurgischen Nadeln (39) für das nachfolgende Stauchen;
- b) eine Nahtmaterial-Schneidestation (300) zum automatischen Schneiden eines Nahtmaterials (42) auf eine bestimmte Länge sowie zum automatischen Einsetzen des Nahtmaterials (42) in die Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung (43), welche in der chirurgischen Nadel (39) ausgebildet ist;
- c) eine Stauchstation (200) an einer vorgegebenen Position zum Stauchen der chirurgischen Nadel (39), um die Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung (43) um das freie Ende des Nahtmaterials (42) herum zu schließen, wodurch das Nahtmaterial (42) befestigt und eine Nadel-Nahtmaterial-Anordnung (39, 42) gebildet wird und
- d) eine Nadel-Verpackungsstation (500) mit einer Verpa-

ckungs-Beschickungsanordnung (570) und einer Nadel-Überführungsanordnung (590) zum automatischen Verpacken einer...



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Maschinen zum automatischen Stauchen von Nadeln, wie beispielsweise zum Verbinden chirurgischer Nadeln mit Nahtmaterial, und insbesondere betrifft sie eine Vorrichtung, die unsortierte Nadeln automatisch vereinzelt und sie automatisch durch Stauchen mit dem Nahtmaterial verbindet, die Nadel-Nahtmaterial-Verbindung prüft und dann eine einzelne Nadel-Nahtmaterial-Anordnung automatisch verpackt.

**[0002]** Diese Anmeldung beschreibt im Detail Verbesserungen an der Maschine, die in dem US-Patent Nr. US 5.473.810 mit dem Titel "Nadel-Nahtmaterial-Montage- und Verpackungs-System" beschrieben ist.

**[0003]** Die in dem oben erwähnten US-Patent beschriebenen automatischen Nadel-Nahtmaterial-Einfädel-Maschinen sind hochgradig automatisierte Maschinen, die für die Herstellung und Verpackung großer Stückzahlen von Nadeln und Nahtmaterial vorgesehen sind und in denen etwa 60 Nadeln mit Nahtmaterial pro Minute herzustellen und zu verpacken sind.

**[0004]** Vor der Schaffung einer solchen Maschine wurde das Einsetzen der Nadeln mit daran angebrachtem Nahtmaterial in Nahtmaterialpackungen oder geformte Kunststoff-Ablageschalen im wesentlichen manuell durchgeführt. In diesem Falle wurden die Nadeln manuell in der Ablageschale plaziert, so daß sie in einer geeigneten Nadel-Greifanordnung durch Einklemmen gehalten werden, und danach wurde das angebrachte Nahtmaterial innerhalb der Umrandung der Ablageschale aufgewickelt oder positioniert. Anschließend wurde ein geeigneter Deckel über die gefüllte Ablageschale gezogen, darauf befestigt und die fertige armierte Nahtmaterialpackung zu einer geeigneten Anordnung zur möglichen Sterilisation oder weiteren Umhüllung gefördert.

**[0005]** Sowohl diese automatisierten Maschinen als auch die vorige Generation von Maschinen sind im wesentlichen ausgebildet, um hocheffizient und in extrem schneller Weise kontinuierlich aufeinanderfolgende Ablageschalen des oben beschriebenen Typs mit einer Vielzahl chirurgischer Nadeln mit daran befestigtem Nahtmaterial zu füllen und anschließend zu veranlassen, daß das Nahtmaterial in die Umrandung der Ablageschale, beispielsweise in einen Umfangskanal, der sich rund um die Ablageschale erstreckt, gewickelt wird. Die Verpackungsmaschine war derart konstruiert, daß danach das automatische Positionieren und Verschließen der Ablageschalen mit den Nadeln und dem Nahtmaterial durchgeführt wurde, um komplette Nahtmaterialpackungen des oben beschriebenen Typs herzustellen, die dann zum Transport zu einem geeigneten Ort zur weiteren Behandlung ausgebildet sind, wie beispielsweise Sterilisation und/oder Anbringen einer weiteren Hülle, wie bei diesem Verfahren erforderlich ist.

**[0006]** Im einzelnen war die automatische Verpackungsmaschine so konstruiert, daß Packungen hergestellt wurden, deren jede eine Vielzahl von Nadeln mit daran befestigtem Nahtmaterial umhüllt. Die Verpackungsmaschine zur Durchführung des oben Gesagten ist beispielsweise in den nachfolgend genannten US-Patenten beschrieben, die üblicherweise an die Anmelderin dieser Patentanmeldung abgetreten wurden: US 5.487.212; US 5.473.584; US 5.469.689; US 5.473.810; US 5.511.670; US 5.452.636; US 5.438.746; US 5.500.991; US 5.477.609; US 5.485.668 und US 5.487.216.

**[0007]** Die flache schalenförmige Nahtmaterialpackung, welche von den Maschinen hergestellt wird, die in den oben erwähnten Patenten beschrieben sind, ergibt eine Aufbewahrung vieler chirurgischer Nadeln mit daran befestigtem Nahtmaterial, während zugleich die Notwendigkeit beachtet werden muß, die einzelnen Nadeln mit dem daran befestigten Nahtmaterial sanft und ungehindert aus der Nahtmaterialpackung entnehmen zu können. Eine solche Nahtmaterialpackung ist beispielsweise im US-Patent Nr. 5.230.424 der Anmelderin beschrieben, das üblicherweise an die Anmelderin abgetreten wurde und bei welchem die Nahtmaterialpackung als RSO-Packung (Organisationsform mit verminderten Abmessungen) bezeichnet wird.

**[0008]** Bei der speziellen Konstruktion des flachen schalenförmigen Kunststoff-Behälters mit einem Umfangskanal, wie er im oben erwähnten Patent beschrieben ist, wird die Nahtmaterialpackung grundsätzlich von einer spritzgepreßten rechteckigen Kunststoff-Ablageschale mit abgerundeten Ecken und flachem Boden gebildet, welche einen flachen Mittelbereich mit einer erhabenen Nadel-Klemmanordnung aufweist, die dort angeordnet ist, um eine Vielzahl von Nadeln in einer vorgegebenen Abstandsanordnung zu erfassen und zu „parken“. Das Nahtmaterial ist an einem Ende der jeweiligen Nadel befestigt, um sogenanntes „armiertes Nahtmaterial“ zu bilden. Das Nahtmaterial erstreckt sich von jeder Nadel in einen Kanal, der rund um den Außenumfang der Nahtmaterial-Ablageschale führt, und es wird in dem Kanal derart geführt, daß es im wesentlichen innerhalb der Außenumrandung der Nahtmaterial-Ablageschale aufgewickelt ist. Die Vielzahl der Nahtmaterialstränge,

die in dem Nahtmaterial-Ablagekanal positioniert sind, werden durch die Anwesenheit einer Vielzahl stetig verteilter, elastischer Finger, die integriert an die Nahtmaterial-Ablageschale angeformt sind, sich über den Hauptteil der Länge des Kanals sowie über die Umrandungen des Kanals nach außen erstrecken, gegen ein unbeabsichtigtes Herausfallen geschützt. Zusammen bilden sie eine sogenannte „Reißverschluß-Anordnung“, bei welcher der elastische Charakter der Finger deren zeitweises Anheben ermöglicht, so daß das Nahtmaterial durch eine geeignete Nahtmaterial-Wickelvorrichtung in den Nahtmaterialkanal der Ablageschale eingebracht werden kann.

**[0009]** Obwohl die Maschine entsprechend den vorgenannten US-Patenten zum Verpacken armierten Nahtmaterials tatsächlich zum schnellen, vollautomatischen Verpacken armierten Nahtmaterials eingesetzt werden kann, indem schalenförmige Ablageschalen zugeführt werden, danach eine Vielzahl armierter Nahtmaterialien in die Ablageschalen eingesetzt wird, Deckel angebracht und die fertigen Nahtmaterialpackungen in einer schrittweisen Folge von Station zu Station aus der Maschine entnommen werden, war diese Maschine doch in erster Linie konstruiert worden, um Nahtmaterialpackungen herzustellen, deren jede eine Vielzahl armierter Nahtmaterialstränge enthält.

**[0010]** Der vorliegenden Erfindung liegt eine Aufgabe zugrunde, eine automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine mit einer vereinfachten Verpackungsentnahme aus einer Verpackungsstation bereitzustellen.

**[0011]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach dem unabhängigen Patentanspruch 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0012]** Die vorliegende Erfindung ist eine Baugruppe mit verbesserter automatischer Nadelvereinzelung, verbessertem Stauch-Drehtisch und ebensolcher Verpackungs-Baugruppe zum Stauchen und Verpacken einzelner Nadeln mit Nahtmaterial, das durch die Vorrichtung zugeführt und auf Länge geschnitten wird, in Verbindung mit Verbesserungen der Arbeitsweise der Vorrichtung.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung ist auf Verbesserungen einer automatischen Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine gerichtet, die besonders geeignet ist, die automatische Vereinzelung von chirurgischen Nadeln zu unterstützen, um die nachfolgende automatische Handhabung der Nadeln, das automatische Stauchen, die automatische Zugprüfung der Nadel-Nahtmaterial-Kombination (armiertes Nahtmaterial) sowie die automatische Verpackung des armierten Nahtmaterials zu ermöglichen.

**[0014]** Durch die vorliegende Erfindung wird eine Maschine geschaffen, welche armierte chirurgische Nadeln in effizienter Weise vereinzelt, staucht, prüft und verpackt.

**[0015]** Durch die vorliegende Erfindung wird weiterhin eine Maschine geschaffen, welche flexibel in der Funktion ist und eine schnelle Umstellung zwischen Produktionschargen ermöglicht, wobei die Anzahl der, beim Übergang von einer Nadel- oder Nahtmaterialgröße zur anderen, auszutauschenden Teile minimiert wird.

**[0016]** Durch die vorliegende Erfindung wird auch eine neuartige automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine geschaffen, welche einen funktionellen Aufbau aufweist, um die Bearbeitungsköpfe auf einem Drehtisch, an dessen Außenumfang Bearbeitungsköpfe im Abstand voneinander befestigt sind, aufeinanderfolgend mit einzelnen Packungs-Ablageschalen zu beschicken und auf diese Weise zu ermöglichen, daß den Ablageschalen aufeinanderfolgend armiertes Nahtmaterial sowie Deckel oder Etiketten zugeführt werden und jene die Maschine in schneller Folge durchlaufen.

**[0017]** Dementsprechend wurde eine automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine geschaffen. Die Maschine weist eine Nadelvereinzelungs-Vorrichtung zum automatischen Vereinzeln von Nadeln für eine automatische Stauchmaschine auf, wobei die Vorrichtung Schwingförderer und Förderrinnen aufweist, welche eine zugeführte Schüttung chirurgischer Nadeln für den Transport zu einer Präzisions-Positionierungsvorrichtung vereinzeln. Die Präzisions-Positionierungsvorrichtung positioniert die Nadeln dann in einer vorgegebenen Position zur vollautomatischen Übergabe an eine automatische Stauchvorrichtung. Die Präzisions-Positionierungsvorrichtung positioniert die Nadel während der vollautomatischen Übergabe an einen Präzisions-Mehrsachsgreifer, welcher die Nadel ergreift und während des Einsetzens des Nahtmaterials hält. Bei den Präzisions-Positionierungsstufen der vorliegenden Erfindung ist eine hohe Präzision unerlässlich, sonst kann beim nachfolgenden Stauchvorgang das Nahtmaterial nicht automatisch in den Nadelschaft eingesetzt werden.

**[0018]** Weiterhin ist eine Vielzahl auf dem Stauch-Drehtisch befestigter Mehrachsgreifer dafür vorgesehen, aufeinanderfolgend eine einzelne aus der Vielzahl der präzise positionierten Nadeln an einer ersten vorgegebenen Position aufzunehmen und jede der einzelnen aufeinanderfolgenden Nadeln in einer vorgegebenen Ausrichtung von der ersten vorgegebenen Position durch aufeinanderfolgende Positionen weiterzuschalten, um aufeinanderfolgende Bearbeitungen an den folgenden vorgegebenen Positionen vorzunehmen, wobei jeder der Mehrachsgreifer einen Nockenstift aufweist, welcher mit einem Nocken-Drehtisch zusammenwirkt, um als Reaktion auf die Drehung des Nocken-Drehtisches eine radiale Hin- und Herbewegung des Mehrachsgreifers relativ zum Stauch-Drehtisch zu bewirken. Die Maschine weist einen Stauch-Drehtisch und einen Nocken-Drehtisch auf, die um eine gemeinsame erste Drehachse drehbar sind, wobei der Stauch-Drehtisch von einer ersten Drehwelle gehalten und um eine erste Drehachse gedreht wird. Diese erste Drehwelle wird durch den ersten Antrieb mit Unterbrechungen angetrieben, um einen schrittweisen Vorschub des Stauch-Drehtisches zu erzeugen.

**[0019]** Es ist auch eine automatische Stauchvorrichtung mit einem verbesserten Stauch-Drehtisch vorgesehen, wobei der Stauch-Drehtisch eine zusätzliche Bewegung für die Mehrachsgreifer ausführt, um zu ermöglichen, daß die Mehrachsgreifer die Nadeln in einer Stauchvorrichtung plaziert und die dort gehaltenen Nadeln entnimmt. Die Stauchvorrichtung weist eine in einem festen Stauchwerkzeug ausgebildete Stauchwerkzeugöffnung auf, wobei die Mehrachsgreifer, welche durch den Stauch-Drehtisch zu jeder der vorgegebenen Positionen gedreht werden, durch den Nocken-Drehtisch an jeder aus der Vielzahl der vorgegebenen Positionen in eine Arbeitsposition und aus dieser heraus hin und her bewegt werden und eine zusätzliche Bewegung ausführen, um in der Lage zu sein, die Nadeln in der Stauchvorrichtung mit einer im festen Stauchwerkzeug ausgebildeten Stauchwerkzeugöffnung zu plazieren und die dort gehaltenen Nadeln wieder zu entfernen, um das Nahtmaterial durch Stauchen mit den Nadeln zu verbinden.

**[0020]** Die Stauchvorrichtung ist mit einem automatischen Zugprüfungs-System ausgestattet, das eine Minimal-Zugprüfung der Nadel-Nahtmaterial-Anordnung in kostengünstiger Weise und ohne manuellen Eingriff durchführen kann. Das automatische Zugprüfungs-System wird in Kombination mit der automatischen Stauchvorrichtung betätigt, in welcher die Nadel-Nahtmaterial-Anordnung automatisch zu einer automatischen Zugprüfungs-Station weitergeschaltet wird, nachdem das Nahtmaterial geschnitten und durch Stauchen mit der chirurgischen Nadel verbunden wurde, wobei die Zugprüfungs-Vorrichtung eine erste Greifeinrichtung zum Gebrauch bei einer nicht zerstörenden Prüfung und eine zweite Greifeinrichtung zum Gebrauch bei einer zerstörenden Prüfung der Nadel-Nahtmaterial-Anordnung enthält.

**[0021]** Das automatische Zugprüfungs-System kann eine zerstörende Zugprüfung der Nadel-Nahtmaterial-Anordnung durchführen und deren Maximal-Zugprüfungswerte für die statistische Analyse derselben sowie für die statistische Prozeßsteuerung speichern und diese wiederum kann zur automatischen Einstellung der stromaufwärts gelegenen Stauchwerkzeuge genutzt werden, um armierte Nadeln entsprechend den statistischen Prozeßsteuerungswerten herzustellen.

**[0022]** Schließlich ist eine automatische Verpackungsstation zum automatischen Verpacken der einzelnen Nadeln mit dem daran befestigten Nahtmaterial vorgesehen. Die automatische Verpackungsstation weist Arbeitsanordnungen für die aufeinanderfolgende Beschickung aufeinanderfolgender Bearbeitungsköpfe auf einem Drehtisch, an dessen Außenumfang eine Vielzahl von Bearbeitungsköpfen im Abstand voneinander befestigt ist, mit Packungs-Ablageschalen auf, um es zu ermöglichen, daß den Ablageschalen anschließend armiertes Nahtmaterial zugeführt wird, und dann in schneller Folge Ablageschalen-Deckel oder -Etiketten von der Maschine zur weiteren Verarbeitung zugeführt werden.

**[0023]** Dem vorliegenden Erfindungskonzept folgend, wurde die oben erwähnte automatische Maschine weiterhin derart in neuartiger und einzigartiger Weise derart verbessert, daß sie zur Herstellung von Nahtmaterialpackungen geeignet ist, deren jede ein einziges armiertes Nahtmaterial enthält. Solche Packungen sind mehr gefragt als Packungen, die eine Vielzahl von Nahtmaterial-Nadeln enthalten. Daher ist nach der vorliegenden Erfindung zur Erzielung hoher Produktivitäten, die im wesentlichen denjenigen entsprechen, die bei der Herstellung von Nahtmaterialpackungen angewandt werden, die jeweils eine Vielzahl von armierten Nahtmaterialien enthalten, eine voll automatisierte Verpackungsmaschine mit einer wesentlich erhöhten Arbeitgeschwindigkeit und Produktionskapazität vorgesehen, um auf diese Weise die Verpackungsmaschine im Vergleich mit den zuvor beschriebenen Verpackungsmaschinen ökonomisch zu rechtfertigen, wobei die Bau- und Betriebszuverlässigkeit sowie der einfache Aufbau und die einfache Instandhaltung beibehalten werden sollen.

**[0024]** Um eine im wesentlichen automatische Verpackung einzeln verpackter bzw. einzelner chirurgischer Nadeln mit daran befestigtem Nahtmaterial zu erreichen, ist bei der beschriebenen erfindungsgemäßen auto-

matischen Verpackungsmaschine ein Revolver oder Drehtisch mit einer Vielzahl von Bearbeitungsköpfen, deren jeder eine Ablageschalen-Auflagefläche hat, vorgesehen, die im gleichmäßigen Abstand am Außenrand des Drehtisches angeordnet sind. Der Drehtisch wird gedreht, um die Bearbeitungsköpfe, welche Packungs-Ablageschalen halten, zum Vorschub zu einer Vielzahl aufeinanderfolgender Bearbeitungsstationen weiterzuschalten, welche derart eingerichtet sind, daß sie die Zufuhr jeweils einer einzelnen chirurgischen Nadel mit daran befestigtem Nahtmaterial zu einer Ablageschale, die auf der Auflagefläche eines Bearbeitungskopfes positioniert ist, das Aufwickeln des Nahtmaterials in die Umrandung einer jeden Nadel-Nahtmaterial-Ablageschale, die Ausbildung eines Rasteingriffes zwischen einem Ablageschalen-Deckel und der Ablageschale sowie danach die Förderung der fertigen Nahtmaterialpackungen zu einer Station durchführen, wo sie aus der Maschine entnommen und in Stapelbehälter oder dergleichen überführt werden.

**[0025]** Funktionsmäßig synchron zur Schrittschaltdrehung des Drehtisches ist eine Karusselleinrichtung angeordnet, welche Stapel von Ablageschalen enthält und derart ausgebildet ist, daß sie leere Ablageschalen vom Boden des jeweiligen Stapels trennt und auf eine drehbare Plattform überführt und die eine Roboter-Schwenkarm-Anordnung aufweist, um die Ablageschalen aufeinanderfolgend von der drehbaren Plattform zu entnehmen und dieselben auf aufeinanderfolgenden Bearbeitungsköpfen zu befestigen, so daß sie in einer vertikalen Ebene orientiert sind und von dem Revolver aus in radialer Richtung nach außen zeigen. Danach wird jede Ablageschale aufeinanderfolgend durch den Drehtisch zu einer Bearbeitungsstation weitergeschaltet, welche einem Teil des Bearbeitungskopfes, der eine Ablageschale trägt, eine Bewegung überträgt, wodurch die Ablageschale im wesentlichen vertikal orientiert bleibt, aber winkelmäßig relativ zur horizontalen Drehebene des Revolvers gedreht wird. Diese Bewegung ermöglicht es einer Überföhrungseinrichtung mit einem Nadel-Nahtmaterial-Stauchmechanismus, die Nadelgreifer zu veranlassen, eine chirurgische Nadel mit ihrem daran befestigten Nahtmaterial in einer dazu ausgerichteten Ablageschale in den Halteeingriff mit einer Nadel-Halteanordnung zu bringen, die in der Ablageschale ausgebildet ist, um die Nadel darin einzusetzen und zu halten, wobei das Nahtmaterial sich von der Nadel aus erstreckt und aus der Ablageschale nach außen verläuft und nach unten herabhängt. Die Ablageschale mit der Nadel und dem Nahtmaterial wird dann auf ihrem jeweiligen Bearbeitungskopf in Abhängigkeit vom schrittweisen Vorschub des Drehrevolvers zur nächsten Bearbeitungsstation vorgeschoben, wo an einer ersten Nahtmaterial-Wickelstation die Anordnung funktionsmäßig mit der Ablageschale und dem dieselbe tragenden Bearbeitungskopf zusammenwirkt und der Ablageschale eine Anfangs-Drehbewegung um eine Achse senkrecht zur Ebene der Ablageschale überträgt, während das herabhängende Nahtmaterial unter Spannung gehalten wird. An einer zweiten nachfolgenden Wickelstation wird auf die Ablageschale über mehrere vorgegebene Umdrehungen eine schnelle Wickelbewegung übertragen, so daß das herabhängende Nahtmaterial vollständig in dem Außenumfangskanal aufgewickelt wird, der sich um den Außenumfang der Ablageschale erstreckt.

**[0026]** Danach wird der Bearbeitungskopf, welcher die Ablageschale mit der eingesetzten Nadel mit daran befestigtem und in den Außenumfangskanal der Ablageschale gewickelten Nahtmaterial hält, als Reaktion auf die Schrittschaltdrehung des Drehrevolvers zu einer weiteren Bearbeitungsstation vorgeschoben. An dieser Bearbeitungsstation veranlaßt ein Betätigungsmechanismus, daß der unterste Deckel von einem Stapel von Deckeln getrennt und auf eine drehbare Plattform überführt wird. Der Deckel wird dann von einem robotergesteuerten Schwenkarm mittels Vakuumwirkung ergriffen, senkrecht über die Ablageschale geschwenkt und dann auf der Ablageschale angebracht und zugleich Druck auf denselben ausgeübt, um die damit zusammenwirkende Einrastanordnung zu veranlassen den Deckel festanliegend auf der Ablageschale mit der Nadel-Nahtmaterial-Anordnung zu befestigen. Nach Beendigung des Deckelanbringungs-Vorganges wird die fertige Nahtmaterialpackung zu einer weiteren Bearbeitungsstation weitergeschaltet, an welcher geeignete Vakuumgreifer an einem Schwenkarm-Mechanismus die Nahtmaterialpackung erfassen und dieselbe vom Bearbeitungskopf, an welchem sie auflag, lösen und in Aufnahmeeinheiten zur weiteren Bearbeitung, wie Sterilisation und erforderlichenfalls Außenumhüllung und dergleichen, überführen und dort stapeln.

**[0027]** Die vorgenannte Folge von Bearbeitungsschritten wird für jeden folgenden Bearbeitungskopf auf dem Drehrevolver oder Drehtisch ständig wiederholt, die aufeinanderfolgend leere Ablageschalen vom Karussell empfangen, während die vorhergehenden Bearbeitungsköpfe, die jeweils eine Ablageschale halten, durch den oben beschriebenen Verpackungszyklus bewegt werden. Daher werden die aufeinander folgenden Ablageschalen an einer folgenden oder späteren Bearbeitungsstation immer in eine Bereitschaftsposition gebracht und in entsprechender Weise bearbeitet, wie es zuvor bei der Schrittschaltdrehung des Drehrevolvers oder Drehtisches in Vorwärtsrichtung beschrieben wurde. Dies sichert einen ständig wiederholten Verpackungszyklus für aufeinanderfolgende Nahtmaterialpackungen bei hocheffizienter Hochgeschwindigkeitsarbeitsweise, ohne daß irgendwelche manuellen Eingriffe in die Funktion der Verpackungsmaschine notwendig sind.

**[0028]** Zwischen den verschiedenen Bearbeitungsstationen, wie sie hier beschrieben werden, können andere

Bearbeitungsstationen mit Sensoren angeordnet werden, die derart eingerichtet sind, daß sie die Anwesenheit leerer Ablageschalen an der Anfangs-Bearbeitungsstation erkennen können, um zu prüfen, ob eine Nadel in die Ablageschalen eingesetzt wurde sowie zur Überprüfung der Ablageschalen im Anschluß an das Wickeln des Nahtmaterials in die Kanäle der Ablageschalen, zur Prüfung der Anbringung von Deckeln auf den Ablageschalen sowie zur Erleichterung des möglichen Auswurfes unvollständiger Ablageschalen oder zur Entfernung defekter Packungen aus der Maschine.

[0029] Diese und andere Merkmale und Vorteile der Instrumente und Verfahren nach der vorliegenden Erfindung werden unter Bezugnahme auf die folgende Beschreibung, die angefügten Ansprüche sowie die beige-fügten Zeichnungen noch klarer werden, wobei letztere darstellen:

[0030] [Fig. 1](#) ist eine schematische Draufsicht auf die automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine, welche eine automatische Nadel-Sortier- und Vereinzelungsstation zum Beschicken eines Mehrachs-greifers, der auf einem Stauch-Drehtisch befestigt ist, mit einzelnen Nadeln, eine automatische Stauch-Station, eine automatische Zugprüfungs-Station und eine automatische Verpackungsstation aufweist.

[0031] [Fig. 2](#) ist eine schematische Darstellung einer Nadel, welche typisch für die zu vereinzeln, zu stau-chenden und zu verpackenden Nadeln ist.

[0032] Die [Fig. 3\(a\)](#) bis [Fig. 3\(c\)](#) ergeben zusammen ein Flußdiagramm zur Darstellung des Verfahrens für das automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungssystem.

[0033] [Fig. 4](#) ist eine Vorderansicht von einer Nadel-Vereinzelungsstation, Teilen der Roboter-Handhabungs-einrichtung, dem Stauchwerkzeug sowie der Verpackungsstation.

[0034] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm, das den Verfahrensfluß für die Nadelsortier- und -Präzisions-Positionie-rungsvorrichtung darstellt.

[0035] [Fig. 6](#) zeigt eine fertige Nahtmaterialpackung mit darauf aufgebrachtem Deckel.

[0036] [Fig. 7\(a\)](#) ist eine Draufsicht auf die Nadel-Sortiervorrichtung, wobei die erste Schwingförderer-Beschi-ckung, welche die Nadeln vereinzelt, der Linear-Gleitausgabe-Mechanismus, der erste und zweite durchsichti-ge Schrittschaltförderer, die Roboter-Baugruppen und der Präzisionsförderer gezeigt sind.

[0037] [Fig. 7\(b\)](#) ist eine Seitenansicht der Nadel-Sortiervorrichtung von [Fig. 3\(a\)](#) und zeigt die Roboter-Bau-gruppe über der ersten Fördereinrichtung und das Sichtverfolgungssystem mit zwei Videokameras zur Erzeu-gung von Abbildungen der Nadeln sowie die Steuersystem-Einrichtung zur Verarbeitung der Abbildungsdaten.

[0038] [Fig. 8\(a\)](#) ist eine detaillierte Seitenansicht des Linear-Gleitmechanismus, der zum Vereinzeln der Na-deln sowie zum Ablegen einzelner Nadeln auf den durchsichtigen Förderern verwendet wird.

[0039] [Fig. 8\(b\)](#) ist eine detaillierte Schnittansicht der Linear-Gleitvorrichtung von [Fig. 8\(b\)](#) entlang der Schnittlinie B-B', und sie zeigt das Gleiten auf einem der durchsichtigen Förderer.

[0040] [Fig. 8\(c\)](#) ist eine detaillierte Ansicht des in [Fig. 8\(a\)](#) dargestellten Linear-Gleitmechanismus.

[0041] [Fig. 8\(d\)](#) ist eine detaillierte Draufsicht auf einen der Schwingförderer und die Nadelbahn für die Be-schickung des Linear-Gleitmechanismus.

[0042] [Fig. 9](#) ist eine Draufsicht auf den Präzisionsförderer und zeigt den Förderer, den Nadel-Pflugmecha-nismus, den Nadel-Vorpositionierungsmechanismus, den verschiebbaren Anschlag und den Mehrachs-greifer, wobei der Förderer dargestellt ist, wie er auf ihm positionierte Nadeln fördert.

[0043] [Fig. 10](#) ist eine schematische Darstellung des Steuer- und Datenflusses für jeden der Steuerungsab-läufe der Nadel-Sortiervorrichtung.

[0044] [Fig. 11\(a\)](#) ist eine detaillierte Ansicht der Präzisions-Förderwanne mit Klemmbacken zum Erfassen und Halten einer orientierten Nadel für das nachfolgende Stauchen.

[0045] [Fig. 11\(b\)](#) ist eine detaillierte Schnittansicht der Präzisions-Förderwanne entlang der Linie 11b-11b der

in [Fig. 11\(a\)](#) dargestellten Wanne.

[0046] [Fig. 11\(c\)](#) ist eine detaillierte Ansicht der Präzisions-Förderwanne mit ausgefahrenem beweglichen Klemmbacken zur Platzierung der für das automatische Stauchen ausgerichteten Nadel.

[0047] [Fig. 12](#) ist eine Seitenansicht des Roboter-Lade-Elektromagneten, welcher die Klemmbacken der Präzisions-Förderwanne betätigt.

[0048] [Fig. 13\(a\)](#) ist eine Seitenansicht des Nadelwenders (Pflug), welcher eine einheitliche Orientierung der Nadel auf der Förderwanne vor dem automatischen Stauchen sichert.

[0049] [Fig. 13\(b\)](#) ist eine Vorderansicht des Pfluges entlang der Linie 13b-13b von [Fig. 13\(a\)](#).

[0050] Die [Fig. 13\(c\)](#) bis [Fig. 13\(e\)](#) sind Vorderansichten, welche die Pflug-Orientierung einer Nadel in eine Richtung auf einer Wanne des Präzisions-Förderers zeigen.

[0051] [Fig. 14\(a\)](#) ist eine Seitenansicht der Nadel-Vorpositionierungs-Baugruppe, welche die Nadel innerhalb der Klemmbacken der Förderwanne weiter orientiert.

[0052] [Fig. 14\(b\)](#) ist eine Draufsicht auf die Nadel-Vorpositionierungs-Baugruppe zur weiteren Orientierung der Nadel innerhalb der Klemmbacken der Förderwanne.

[0053] [Fig. 15\(a\)](#) ist eine Draufsicht auf die bewegliche Anschlagbaugruppe zur endgültigen Positionierung der Nadel in der Förderwanne.

[0054] [Fig. 15\(b\)](#) ist eine Vorderansicht der in [Fig. 15\(a\)](#) dargestellten beweglichen Anschlagbaugruppe.

[0055] [Fig. 16](#) ist eine Seitenansicht der bei der beweglichen Anschlagbaugruppe zum Zurückziehen des Anschlages nach der Überführung der präzise positionierten Nadel verwendeten Nockenscheibe.

[0056] [Fig. 17\(a\)](#) ist eine Draufsicht auf den in der beweglichen Anschlagbaugruppe verwendeten Anschlag.

[0057] [Fig. 17\(b\)](#) ist eine Seitenansicht des in [Fig. 17\(a\)](#) dargestellten Anschlages.

[0058] [Fig. 18\(a\)](#) ist eine Vorderansicht des Mehrachsgreifers.

[0059] [Fig. 18\(b\)](#) ist ein Teilschnitt des Mehrachsgreifers von [Fig. 18\(a\)](#).

[0060] [Fig. 18\(c\)](#) ist eine Draufsicht auf den Mehrachsgreifer und die Gleitbaugruppe, wobei die verschiedenen Funktionsbauteile derselben in gestrichelten Linien dargestellt sind.

[0061] [Fig. 18\(d\)](#) ist eine teilweise geschnittene Seitenansicht des Mehrachsgreifers und der Gleitbaugruppe, die in [Fig. 18\(c\)](#) dargestellt sind.

[0062] [Fig. 19](#) zeigt eine Vorderansicht des Servoturmes mit der durchgehenden Nahtmaterialbahn und der Anordnung der Hauptbaugruppen desselben.

[0063] [Fig. 20](#) ist eine vergrößerte Vorderansicht der Nahtmaterial-Anspitzbaugruppe, in welcher eine kurze Strecke des Nahtmaterials erhitzt wird, um das Nahtmaterial nach dem anschließenden Abkühlen zu versteifen, und sie zeigt auch die einstellbare Bewegung derselben entlang einer vertikalen Skala, die in der Nähe der Anspitzbaugruppe vorgesehen ist.

[0064] [Fig. 21](#) ist eine vergrößerte Draufsicht der in den [Fig. 19](#) und [Fig. 20](#) dargestellten Anspitzbaugruppe und zeigt ferner Details der Strömung erhitzter Luft durch die Anspitzbaugruppe und deren Steuerung, um eine kurze Strecke des Nahtmaterials selektiv zu erhitzen und anzuspitzen.

[0065] [Fig. 22](#) ist eine schematische Darstellung der verschiedenen Positionen des Servoturmes einschließlich, von unten her, der großen Leerlaufrolle, der unteren Servogreifer-Position, der Schneidmesser-Position, der Ausgangsposition des Servogreifers und der End-Einsetzposition des Servogreifers.

- [0066] [Fig. 23](#) zeigt eine Draufsicht auf eine Schneidebaugruppe, dargestellt in einer zurückgezogenen Position.
- [0067] [Fig. 24](#) ist eine Draufsicht auf die Schneidebaugruppe von [Fig. 23](#), dargestellt in der ausgefahrenen Schneideposition.
- [0068] [Fig. 25](#) ist eine Vorderansicht der Schneidebaugruppe der [Fig. 23](#) und [Fig. 24](#), und sie zeigt weitere Details des Antriebsmechanismus für die Schneidebaugruppe.
- [0069] [Fig. 26](#) ist eine vergrößerte Ansicht der Messerklinge in ihrer Befestigungsposition, relativ zu einer Kante des konkaven V-Einsatzes, und sie zeigt auch weitere Details des konkaven V-Einsatzes.
- [0070] [Fig. 27\(a\)](#) ist eine Ansicht eines Teiles der Vorrichtung, welche den Antrieb für den Nocken-Drehtisch und den Stauch-Drehtisch zeigt.
- [0071] [Fig. 27\(b\)](#) ist eine Seitenansicht des Antriebes für den in der Ansicht von [Fig. 27\(a\)](#) dargestellten Stauch-Drehtisch.
- [0072] [Fig. 28](#) ist eine detaillierte, teilweise geschnittene Darstellung des Antriebes für den Stauch-Drehtisch entlang der Linie A-A in [Fig. 27\(a\)](#), welche einen Mehrachsgreifer zeigt, der zur Hin- und Herbewegung nach außen bereit ist, um eine orientierte chirurgische Nadel von einem Präzisionsförderer aufzunehmen.
- [0073] [Fig. 29\(a\)](#) ist eine Draufsicht auf die Stauch-Drehtisch-Baugruppe mit einer Stauch-Drehtischplatte mit vier darauf befestigten Mehrachsgreifer-Stationen.
- [0074] [Fig. 29\(b\)](#) ist eine Schnittansicht der Vier-Stationen-Stauch-Drehtisch-Baugruppe mit zwei Mehrachsgreifern in einer zurückgezogenen Position.
- [0075] [Fig. 29\(c\)](#) ist eine Schnittansicht der Vier-Stationen-Stauch-Drehtisch-Baugruppe mit zwei Mehrachsgreifern in einer ausgefahrenen Position.
- [0076] [Fig. 30\(a\)](#) ist eine detaillierte Draufsicht auf die Nocken-Drehtisch-Baugruppe mit einem Nocken-Taststift in einer zurückgezogenen Position in einer Nockenspur.
- [0077] [Fig. 30\(b\)](#) ist eine Draufsicht auf die Nocken-Drehtisch-Platte mit einem Nocken-Taststift in einer ausgefahrenen Position in der Nockenspur.
- [0078] [Fig. 31\(a\)](#) ist eine detaillierte Ansicht des Greifers beim Einsetzen der Nahtmaterialspitze in die Umfassung des Nahtmaterial-Aufnahmeendes der chirurgischen Nadel.
- [0079] Die [Fig. 31\(b\)](#) bis [31\(f\)](#) zeigen den Mehrachsgreifer sowie die Stauch- und Nahtmaterial-Ausrichtungswerkzeuge in verschiedenen Phasen der Folge von Einsetzen des Nahtmaterials und Stauchen der Nadel.
- [0080] [Fig. 32\(a\)](#) ist eine detaillierte Draufsicht auf die Stauchwerkzeuge der Stauch-Baugruppe, welche die in der dazwischen liegenden Stauchwerkzeugöffnung ausgebildeten Vertiefungen zeigt.
- [0081] [Fig. 32\(b\)](#) ist eine vergrößerte Ansicht der Stauchwerkzeugöffnung, welche in [Fig. 32\(a\)](#) von einem Kreis umgeben ist.
- [0082] [Fig. 33\(a\)](#) ist eine Draufsicht auf die Stauch-Baugruppe mit den schrittweise weitergeschalteten Mehrachsgreifern.
- [0083] [Fig. 33\(b\)](#) ist eine detaillierte Ansicht des Stauch-Stoppmechanismus für die Stauch-Baugruppe.
- [0084] [Fig. 34](#) ist eine schematische Seitenansicht der Zugprüfungs-Vorrichtung und zeigt eine Kraftmeßzellen-Baugruppe, die Greiferbaugruppe und eine Zugprüfungs-Baugruppe sowie deren Beziehung zum Mehrachsgreifer.
- [0085] [Fig. 35\(a\)](#) ist eine Vorderansicht der Zugprüfungs-Baugruppe und zeigt die Greiferbaugruppe sowie die Gleitblock-Baugruppe.



- [0086] **Fig. 35(b)** ist eine Seitenansicht der Zugprüfungs-Baugruppe der **Fig. 35(a)** und zeigt die Greifer-Baugruppe sowie die Gleitblock-Baugruppe.
- [0087] **Fig. 36(a)** ist eine Draufsicht auf die Kraftmeßzellen-Baugruppe, welche den V-Platten-Nadelarm zeigt.
- [0088] **Fig. 36(b)** ist eine Ansicht der Kraftmeßzellen-Baugruppe, welche den V-Platten-Nadelarm zeigt.
- [0089] **Fig. 37** ist eine Ansicht der Zugprüfungs-Baugruppe von hinten, welche die Federspannungs-Baugruppe zeigt, die für die nichtzerstörenden Zugprüfungen benutzt wird.
- [0090] **Fig. 38** ist eine vergrößerte perspektivische Ansicht einer Nahtmaterial-Greifer-Baugruppe mit Greiferramen, die in ihrer offenen (gestrichelte Linien) und in ihrer geschlossenen (Nahtmaterial-Greif-)Position dargestellt sind.
- [0091] **Fig. 39** ist eine teilweise geschnittene Draufsicht der bei der vorliegenden Erfindung benutzten Nadel-Abstreifer-Baugruppe.
- [0092] **Fig. 40** zeigt im allgemeinen Überblick eine Draufsicht auf die automatische Verpackungsstation zum automatischen Verpacken einzelner chirurgischer Nadeln mit daran befestigtem Nahtmaterial entsprechend der vorliegenden Erfindung.
- [0093] **Fig. 41** zeigt eine Seitenansicht des Maschinenrahmens für die in **Fig. 40** gezeigte Verpackungsstation.
- [0094] **Fig. 42** zeigt eine Draufsicht auf den Maschinenrahmen von **Fig. 41**.
- [0095] Die **Fig. 43**, **Fig. 44** und **Fig. 45** zeigen jeweils eine teilweise geschnittene Seitenansicht, Draufsicht und Vorderansicht eines Bearbeitungskopfes, wie er in der Maschine von **Fig. 40** verwendet wird.
- [0096] **Fig. 46** ist eine Ansicht des Drehtisches, auf welchem die Bearbeitungsköpfe befestigt sind, von unten und zeigt die Vakuumanchlüsse zur Verbindung der Bearbeitungsköpfe mit einer Vakuüm-Erzeugungseinrichtung.
- [0097] **Fig. 47** zeigt eine Vakuümkammer zur Versorgung der Bearbeitungsköpfe mit einem gesteuerten Vakuüm.
- [0098] Die **Fig. 48(a)** bis **48(f)** zeigen die Positionierungswerte für chirurgische Nadeln verschiedener Größe durch die Mehrachsgreifer und den Stauch-Tisch.
- [0099] **Fig. 49** zeigt eine Packungs-Ablageschale zur Verpackung einer einzelnen chirurgischen Nadel mit daran befestigtem Nahtmaterial.
- [0100] **Fig. 50** zeigt eine Draufsicht auf das Karussell und die Roboter-Schwenkarm-Anordnung der Ablageschalen-Lade- und Beschickungs-Bearbeitungsstation der Verpackungsstation.
- [0101] **Fig. 51** zeigt eine Ansicht von der Linie 51-51 der **Fig. 50** aus.
- [0102] **Fig. 52** zeigt einen vergrößerten Schnitt entlang der Linie 52-52 von **Fig. 50**.
- [0103] Die **Fig. 53** und **Fig. 54** zeigen jeweils in Draufsicht und teilweise geschnittener Seitenansicht das Drehplattenelement zum Trennen der Ablageschalen vom Karussell der **Fig. 52**.
- [0104] **Fig. 55** ist eine Draufsicht auf die Nahtmaterial-Wickelstationen der Verpackungsstation.
- [0105] **Fig. 56** zeigt eine allgemein schematische Seitenansicht der Wickelstationen von **Fig. 55**.
- [0106] **Fig. 56(a)** ist eine teilweise geschnittene Ansicht der Nahtmaterial-Wickelanordnung mit dem Planetenradsystem.

- [0107] Die **Fig. 56(b)** und **56(c)** sind eine Vorderansicht und eine Draufsicht der Planetenrad-Unterbaugruppe.
- [0108] Die **Fig. 57** und **Fig. 58** zeigen jeweils eine Vorder- und Seitenansicht eines Bearbeitungskopfes, der eine Packungs-Ablageschale hält, sowie eine Nahtmaterial-Vakuum-Erfassungs- und Klemmeinheit.
- [0109] **Fig. 59** ist eine Draufsicht auf die Wickelstationen.
- [0110] **Fig. 60** ist eine Seitenansicht der Vakuum-Spannanordnungen für das Nahtmaterial.
- [0111] Die **Fig. 61**, **Fig. 62** und **Fig. 63** sind eine Vorder-, eine Seiten- und eine Hinteransicht des Wickelkopfes zum Wickeln des Nahtmaterials in die Ablageschalen.
- [0112] **Fig. 64** ist eine Schnittansicht des Wickelkopfes im Funktionseingriff mit der Packungs-Ablageschale, um das Nahtmaterial in die Ablageschale zu wickeln.
- [0113] **Fig. 65** ist eine schematische Draufsicht auf die Nahtmaterialpackungs-Entladeanordnung.
- [0114] **Fig. 66** ist eine Seitenansicht der Nahtmaterial-Packungs-Entladeanordnung von **Fig. 65**.
- [0115] **Fig. 67** zeigt eine Seitenansicht des Roboter-Schwenkarm-Teiles der Anordnung von **Fig. 66**.
- [0116] **Fig. 68** zeigt eine Draufsicht auf den Roboter-Schwenkarm-Teil von **Fig. 67**, dargestellt mit dem Schwenkarm in der horizontal aufwärts geschwenkten Position.
- [0117] **Fig. 69** zeigt eine Stirnseitenansicht der Anordnung von **Fig. 66**.
- [0118] **Fig. 70** zeigt allgemein schematisch eine Seitenansicht des Vorratsgehäuseteiles der Anordnung von **Fig. 66**.
- [0119] **Fig. 71** zeigt allgemein schematisch einen Ausschnitt des Vorratsgehäuseteiles der **Fig. 70** mit einem Detail der Hubvorrichtung für die dort aufgenommenen Ablageschalen mit Nahtmaterial-Verpackungen.
- [0120] Die vorliegende Erfindung hat das Ziel von Verbesserungen bei einer automatischen Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine, welche besonders geeignet ist, die automatische Vereinzelung chirurgischer Nadeln zu unterstützen, um die nachfolgende automatische Handhabung der Nadeln, das automatische Stauchen, die automatische Zugprüfung der Nadel-Nahtmaterial-Kombination sowie die automatische Verpackung der zuggeprüften Nadel-Nahtmaterial-Kombination zu ermöglichen.
- [0121] Die vorliegende Erfindung beschreibt Verbesserungen bei der automatischen Vereinzelung, beim Stauchen, bei den Verpackungs-Baugruppen, welche die Nadeln vereinzeln, dieselben durch Stauchen mit dem Nahtmaterial verbinden sowie Verbesserungen in der Arbeitsweise der Vorrichtung. Die vorliegende Erfindung ermöglicht das Stauchen von Nadeln in symmetrischen Werkzeugen, sogar, wenn eines der Werkzeuge in seiner Position fixiert ist.
- [0122] Die in dem US-Patent Nr. US 5.473.810 beschriebene automatische Nadel- und Nahtmaterial-Einfädelmaschine ist eine hoch automatisierte Maschine, die für eine hohe Nadel- und Nahtmaterial-Produktions- und Verpackungsleistung vorgesehen ist und von der 20.000 bis 40.000 Nadeln mit Nahtmaterial in einem einzigen Durchlauf produziert werden.
- [0123] Die automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine vereint automatische Nadelvereinzelung, automatisches Stauchen, Nahtmaterial-Schneiden, Zugprüfung und automatisches Verpacken einzelner armierter Nahtmaterialien mit einer Geschwindigkeit von etwa einer Packung pro Sekunde. Anders als bei den vorgenannten Maschinen, welche acht Nadeln in etwa acht Sekunden in eine Packung einsetzen, wurde die vorliegende Maschine zur Erzielung höherer Verpackungsgeschwindigkeiten verbessert. Um somit hohe Produktionsgeschwindigkeiten vorzusehen, die im wesentlichen mit denjenigen kompatibel sind, welche bei der Herstellung von Nahtmaterial-Packungen kompatibel sind, die jeweils eine Vielzahl armierter Nahtmaterialien enthalten, wurde durch die vorliegende Erfindung eine vollständig automatisierte Maschine mit beträchtlich erhöhter Arbeitsgeschwindigkeit und Produktionskapazität entwickelt, um die Maschine im Vergleich zu den zuvor erwähnten automatischen Maschinen konkurrenzfähig zu machen, wobei auch die Zuverlässigkeit von Auf-

bau und Funktion sowie schnelle Umbaumöglichkeit der Anordnung sowie leichte Instandhaltung erhalten bleiben.

**[0124]** Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, weist eine Nadel **39** einen gebogenen Schneidenbereich **40** und einen Schaftabschnitt **41** mit daran befestigtem Nahtmaterial **42** auf, das, wie mit der Bezugszahl **44** bezeichnet, durch Stauchen am Nahtmaterial-Aufnahmeende (oder Fußende) **43** der Nadel **39** befestigt ist. Das Nahtmaterial **42** kann eine beliebige vorgegebene Länge haben, ist aber gewöhnlich in Längen vorgesehen, die ein Vielfaches von 228,6 mm (9 Zoll), das heißt, besonders verbreitete Größen des Nahtmaterials sind 457,2 mm, 685,8 mm und 914,4 mm (18, 27 und 36 Zoll).

**[0125]** Allgemein finden bei dem Nadel-Einfädel- und -Stauchsysteem Arbeitsgänge an einer Vielzahl verschiedener Stationen gleichzeitig statt, um es zu ermöglichen, daß etwa sechzig armierte Nadeln pro Minute hergestellt und ausgegeben werden. Wie beispielsweise in [Fig. 1](#) dargestellt ist, sortiert und vereinzelt eine automatische Sortier- und Vereinzlungsstation **50** die einzelnen Nadeln und übergibt sie auf durchsichtige Schrittschaltförderer **102** und **104**, wo die vereinzelt Nadeln durch ein Bilderfassungssystem abgebildet, durch einen Computer ausgewählt und von den durchsichtigen Schrittschaltförderern **102** und **104** durch mindestens einen Roboter-Greifer **108** auf einen Präzisions-Schrittschaltförderer **106** überführt werden. Der Präzisions-Schrittschaltförderer **106** fördert präzise orientierte Nadeln zu einer Präzisions-Positionierungsstation **100**, wo sie aufeinanderfolgend mittels einer Vielzahl von Greifern auf dem Stauch-Drehtisch **150** befestigt werden. Der Stauch-Drehtisch **150** dreht sich dann entgegen dem Uhrzeigersinn, wie es in [Fig. 1](#) durch einen Pfeil dargestellt ist, um eine jede Nadel schrittweise zur automatischen Stauch-Station **200** weiterzuschalten, wo das Nahtmaterial geschnitten, in die Nadel **39** eingesetzt und dort automatisch durch Stauchen befestigt wird. Eine Nahtmaterial-Zieh- und -Schneidestation **300** zieht das Nahtmaterial, spitzt es an, schneidet es und setzt es in die zu stauchende Nadel ein. Die Nadel wird gestaucht, und der Stauch-Drehtisch **150** dreht sich dann, um das armierte Nahtmaterial zur automatischen Zugprüfungs-Station **400** weiterzuschalten, wo jede armierte Nadel auf Zug geprüft wird, um sicherzustellen, daß die Anforderungen der Mediziner bezüglich der Minimal-Zugprüfung und der bezüglich der zerstörenden Zugprüfung erfüllt werden. Schließlich schaltet der Stauch-Drehtisch die zuggeprüfte armierte Nadel zur automatischen Verpackungsstation **500** weiter, wo die chirurgische Nadel **39** mit dem Nahtmaterial verpackt wird.

**[0126]** Die [Fig. 3\(a\)](#) und [Fig. 3\(b\)](#) sind Blockdiagramme, welche den automatischen Nadel-Einfädel- und -Stauch-Prozeß darstellen. Beispielsweise werden an der Nadel-Vereinzlungsstation **50** die Nadeln bei Schritt **10** zuerst in Schwingförderer oder Fülltrichter geladen, automatisch vereinzelt und dann bei Schritt **11** automatisch einzeln auf einen der durchsichtigen Schrittschalt-Förderer **102** oder **104** gegeben. Bei Schritt **12** werden die Nadeln abgebildet und dann bei Schritt **13** bezüglich ihrer Orientierung und Position durch ein Bilderfassungs-Spurverfolgungssystem bewertet, bei Schritt **14** von einem Roboter aufgegriffen, bei Schritt **15** zur Positionierung durch die Roboter-Vorrichtung **108** auf einen Präzisions-Förderer **106** überführt und schließlich bei Schritt **16** zu einer Ladestation **100** gefördert, wo die Nadeln präzise positioniert und für die als Schritt **25** bezeichnete anschließende Überführung zur Stauch-Station **200** zu einem Mehrachsgreifer auf einem Stauch-Drehtisch **150** überführt werden. Eine detaillierte Erläuterung der zur Durchführung eines jeden Schrittes benutzten Vorrichtungen erfolgt nachfolgend mit weiteren Einzelheiten.

**[0127]** Zur gleichen Zeit, wie der oben im Zusammenhang mit den Schritten **10** bis **25** beschriebene Nadel-Sortierprozeß, läuft an der Nahtmaterial-Station **300** ein automatischer Nahtmaterial-Schneideprozeß ab, wie es in den [Fig. 3\(a\)](#) und [Fig. 3\(b\)](#) im Zusammenhang mit den Schritten **18** bis **28** dargestellt ist. Das Nahtmaterial wird auf verschiedenen Spulen oder in verschiedenen Anordnungen, die bis zu 4.572 m (5.000 Yards) Material tragen können, zugeführt. Dies ist als Schritt **18** in [Fig. 3\(a\)](#) angegeben, wo das Nahtmaterial in ein Ablaufgestell geladen wird. Wie bei Schritt **19** angegeben, wird das Nahtmaterial mit einer konstanten Zugkraft heruntergeladen. Eine Ziehturm-Vorrichtung weist Greifer aus, die abwechselnd Längen des Nahtmaterials von der Spule abziehen, um das Schneiden desselben in Längen zu ermöglichen, die bei Schritt **20** vorgegeben werden.

**[0128]** Während das Material abgezogen wird, kann eine besondere Behandlung oder Bearbeitung erforderlich sein. Wie weiter unten detailliert beschrieben werden wird, kann es erwünscht sein, das Nahtmaterial in einem Bereich, der zur Nahtmaterialspitze wird, unter Spannung zu erhitzen, um das Material zu versteifen und dadurch die Positionierung desselben in der Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung der chirurgischen Nadel zu erleichtern. Daher kann bei Schritt **20** an einen Teil des Nahtmaterials Hitze angelegt werden. Bei der bevorzugten Ausführungsform wird der Erhitzungsschritt stromaufwärts von der Zieh- und Schneidvorrichtung durchgeführt, um es dem Nahtmaterial zu ermöglichen, vor dem Schneiden teilweise abzukühlen und auszuhärten. Bei Schritt **21** des Blockdiagrammes von [Fig. 3\(a\)](#) wird das Nahtmaterial von Servogreifern ergriffen und ge-

klemmt, und bei Schritt **22** wird der Nahtmaterialstrang auf eine vorgegebene Länge gezogen sowie zum Einsetzen in die Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung der Nadel für das Stauchen positioniert. Wenn das Nahtmaterial für das Einsetzen positioniert ist, klemmt eine zweite Nahtmaterial-Klemmvorrichtung das Nahtmaterial an einer Position, welche bei einem Schritt **23** die unbestimmte Länge desselben halten wird, und das Nahtmaterial wird bei Schritt **24** geschnitten, um das Nahtmaterial bestimmter Länge von demjenigen unbestimmter Länge zu trennen.

**[0129]** Nachdem die chirurgische Nadel bei Schritt **25**, wie oben beschrieben, zur Stauch-Station **200** weitergeschaltet wurde, positioniert der Mehrachsgreifer die Nadel in einer präzise ausgerichteten Position an der Stauchwerkzeugöffnung, die an den Enden der beiden Stauchwerkzeuge einer Stauch-Baugruppe ausgebildet sind, wie es in [Fig. 3\(b\)](#) als Schritt **26** angegeben ist. Gleichzeitig wird der Nahtmaterialstrang an der Nahtmaterialachse entlanggezogen, um seine Spitze für das Einsetzen zur Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung der Nadel auszurichten. Als nächstes setzt die Greiferbaugruppe des Ziehturmes bei Schritt **27** die Spitze des Nahtmaterialstranges in eine untere Trichterführung zum genauen Positionieren innerhalb der Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung der Nadel ein, welche zur Nahtmaterial-Ziehachse ausgerichtet ist. Bei Schritt **28** wird der Stauchzylinder aktiviert, um das Nahtmaterial automatisch durch Stauchen mit der Nadel zu verbinden. Der Mehrachsgreifer wird betätigt, um die Nadel zu greifen und dann, wie bei Schritt **29** dargestellt, auf den Stauch-Drehtisch zurückgezogen und bei Schritt **30** zu einer Zugprüfungs-Station **400** weitergeschaltet, so daß bei Schritt **31** die Minimal-Zugprüfung oder bei Schritt **34** die zerstörende Zugprüfung durchgeführt werden kann.

**[0130]** In Abhängigkeit von den Ergebnissen der Minimal-Zugprüfung wird die Nadel-Nahtmaterial-Anordnung entweder vom Stauch-Drehtisch zur Verpackungsstation **500** weitergeschaltet, wo die armierte Nadel verpackt wird, sofern die Anforderungen der Zugprüfung erfüllt wurden (wie als Schritt **32** in [Fig. 3\(b\)](#) dargestellt), oder sie wird an der Zugprüfungs-Station ausgegeben, wenn die Nadel die Minimal-Zugprüfung nicht erfüllt hat (als Schritt **35** in [Fig. 3\(b\)](#) dargestellt). Die zerstörende Zugprüfung macht die Nadel immer für die weitere Bearbeitung unbrauchbar, so daß sie an der Zugprüfungs-Station **400** immer ausgeworfen wird, wie bei Schritt **35** in [Fig. 3\(b\)](#) angegeben.

**[0131]** Die Nadel-Nahtmaterial-Anordnungen, welche die Minimal-Zugprüfung durchlaufen haben, werden bei Schritt **33** in [Fig. 3\(b\)](#) zur Verpackungsstation **500** gefördert, wo die einzelnen armierten Nahtmaterialien für die nachfolgende Sterilisation verpackt werden.

**[0132]** Die [Fig. 3\(c\)](#) ist ein Blockdiagramm, welches die automatische Verpackung der armierten Nadel-Nahtmaterial-Anordnung darstellt. Bei Schritt **1** wird eine leere Ablageschale auf eine erste Unterstation der Verpackungsstation geladen. Die leere Packung wird einen Schritt weiter zu einer zweiten Unterstation geschoben, wo die leere Ablageschale bei Schritt **2** für das nachfolgende Einsetzen der Nadel ausgerichtet wird. Bei Schritt **2a** wird an einer dritten Unterstation der fakultative Schritt der Feststellung einer leeren Ablageschale durchgeführt.

**[0133]** Die ausgerichtete leere Ablageschale wird dann bei Schritt **3** einen Schritt weiter zu einer vierten Unterstation geschoben, wo eine armierte Nadel-Nahtmaterial-Anordnung in die leere Ablageschale eingesetzt wird. Bei Schritt **3a** wird an einer fünften Unterstation der fakultative Schritt der Feststellung der Anwesenheit einer Nadel in der Ablageschale durchgeführt. Bei Schritt **4** wird die Ablageschale einen Schritt weiter zu einer sechsten Unterstation geschoben, wo das Nahtmaterial für das nachfolgende, bei Schritt **5** an einer siebenten Unterstation erfolgende Wickeln ausgerichtet und gespannt wird. Fakultativ stellt bei Schritt **5a** an einer achten Unterstation ein Sensor fest, ob das Nahtmaterial vollständig in der Ablageschale aufgewickelt ist oder nicht.

**[0134]** Bei Schritt **6** wird die gewickelte Nadel-Nahtmaterial-Anordnung einen Schritt weiter zu einer neunten Unterstation geschoben, wo ein Deckel oder ein Etikett auf der Ablageschale, welche eine vollständige Nahtmaterialpackung bildet, angebracht wird. Die fertige Nahtmaterialpackung wird dann bei Schritt **7** einen Schritt weiter zu einer zehnten Unterstation weitergeschoben und dort entladen. Die Nahtmaterialpackung wird dann bei Schritt **7a** in einem Aufnahmebehälter gelagert, und diese Aufnahmebehälter werden anschließend bei Schritt **7b** manuell zur weiteren Bearbeitung, wie beispielsweise zur Sterilisation gebracht. Als letztes werden fehlerhafte Packungen nicht bei Schritt **7** entladen, sondern einen Schritt weiter zu einer elften Unterstation geschoben, wo sie bei Schritt **8** entfernt werden. Fehlerhafte Packungen werden wegen einer oder mehrerer Fehlerbedingungen, wie beispielsweise fehlender Deckel, fehlende Nadel oder nicht vollständig aufgewickelttes Nahtmaterial, nicht bei Schritt **7** entladen.

**[0135]** Eine detaillierte Erläuterung der Vorrichtungen, die zur Ausführung eines jeden Schrittes bei den Nahtmaterial-Schneide- und -Verpackungsprozessen eingesetzt werden, erfolgt hier später mit weiteren Einzelhei-

ten.

### Übersicht über die Vorrichtung

**[0136]** [Fig. 4](#) ist eine Draufsicht auf die automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine. Die [Fig. 4](#) wird für den nachfolgenden beschreibenden Überblick über die Vorrichtung benutzt.

**[0137]** Diese Vorrichtung weist eine automatische Nadel-Vereinzelungs- und Überführungsstation **50** zum automatischen Sortieren der Nadeln sowie zur Vorbereitung derselben für das automatische Stauchen und Verpacken auf. Die Nadel-Sortiervorrichtung **50** umfaßt mindestens einen, vorzugsweise zwei Sammelbehälter **52** zur Aufnahme einer Vielzahl von Nadeln, wobei die Sammelbehälter **52** mit einer Einrichtung zur Vereinzelung der Nadeln, die einzeln ausgegeben werden, versehen sind. Dann werden die einzelnen Nadeln auf mindestens einem durchsichtigen Schrittschalt-Förderer **102** abgelegt, um eine bewegte Linie vereinzelter Nadeln für das nachfolgende Abbilden, Bewegen und Handhaben derselben bilden. Ein erster Satz entfernt angeordneter Videokameras erzeugt Abbildungen der einzelnen Nadeln auf dem durchsichtigen Förderer **102**, und die Abbildungen werden nachfolgend digitalisiert, um die Verarbeitung durch einen Steuersystemcomputer zu ermöglichen. Die digitalisierten Signale werden verarbeitet, um sowohl Positions- als auch Orientierungsdaten für einzelne ausgewählte Nadeln auf dem Förderer **102** zu erhalten. Da die gekrümmten Nadeln **39** an einem ihrer Enden eine scharfe Spitze **40** aufweisen und an ihrem anderen oder Fußende **43** das Nahtmaterial aufnehmen, ist es notwendig, nicht nur die Position der Nadeln, sondern auch deren Orientierung zu bestimmen.

**[0138]** Zur Überführung der einzelnen ausgewählten und abgebildeten Nadeln von dem durchsichtigen Schrittschalt-Förderer **102** auf einen Präzisions-Förderer **106**, um die Nadeln zu einer automatischen Stauchmaschine **200** zu fördern, ist eine Roboter-Baugruppe vorgesehen.

**[0139]** Der Steuersystemcomputer erzeugt auf der Grundlage der Positions- und Orientierungsdaten ausgewählter, nicht orientierter Nadeln zusätzlich Befehle für den Einsatz der Roboter-Baugruppe. Die Roboter-Baugruppe empfängt die Befehle vom Steuersystem, so daß der Roboter-Greifer **108** jede ausgewählte Nadel greifen und in einer Klemm-Wanne **56**, die sich auf dem Präzisions-Förderer **106** befindet, positionieren kann.

**[0140]** Es sind eine oder mehrere Orientierungseinrichtungen vorgesehen, um sicherzustellen, daß alle Nadeln innerhalb eines Bereiches mit Promille-Toleranz gleichmäßig in ihrer vorgeschriebenen Position auf dem Präzisions-Förderer **106** orientiert sind, so daß die Überführung zum nachfolgenden Stauchen effektiv erfolgen kann.

**[0141]** Das Nadelsortiersystem kann auch mit einer zweiten Videokamera-Anordnung und einer zweiten Roboter-Baugruppe versehen sein, welche auf einem zweiten durchsichtigen Schrittschalt-Förderer **104** in der oben beschriebenen Weise funktionieren. In das System ist eine Redundanz hineinkonstruiert, um sicherzustellen, daß der automatischen Stauch-Station ein gleichmäßiger ununterbrochener Fluß von etwa 60 Nadeln pro Minute zugeführt wird.

**[0142]** Der Stauch-Drehtisch **150** weist einen Antriebsmotor sowie eine erste und eine zweite Schrittschaltübertragung auf, welche angewandt werden, um den Stauch-Drehtisch in einer Weise anzutreiben, die später im Detail erläutert werden wird.

**[0143]** Die von der Roboter-Vorrichtung **108** überführten Nadeln werden derart überführt, daß jeweils das Fußende **43** der Nadel von den Klemmbacken auf den Förderwannen **56** des Präzisions-Förderers **106** erfaßt werden. Während das Fußende am Aufgreifpunkt positioniert ist und von der Roboter-Vorrichtung **108** ergriffen wird, kann die Nadel in jeder Krümmungsrichtung orientiert sein. Insbesondere für kleine Nadeln kann für die Roboter-Vorrichtung eine Säule zur Anwendung bei der Korrektur der Krümmungsorientierung vorgesehen werden. Für größere Nadeln wird ein Nadel-Pflug angewandt, so daß die Krümmungsrichtung einer jeden Nadel gleich ist. Die Vorrichtung weist an dieser Station auch einen Vorpositionierer auf, welcher derart ausgebildet ist, daß er das Fußende der Nadel näherungsweise positioniert, sowie eine bewegliche Anschlagbaugruppe, die das Fußende der Nadel präzise auf 25 µm (0,001 Zoll) genau einstellt.

**[0144]** Nachdem die Nadel an der Präzisions-Positionierungsstation **100** aufgenommen wurde, wird sie von einem der Mehrachsgreifer ergriffen, die auf dem Stauch-Drehtisch **150** angeordnet sind, um schrittweise zu einer Vielzahl von Positionen weitergeschaltet zu werden, darunter eine Stauch-Station **200**, wobei ein Nahtmaterial bestimmter Länge von der Spule mit dem Nahtmaterial an der Station **300** abgeschnitten wird und an der Stauch-Station **200** in die Nadel eingesetzt und mit dieser permanent verbunden wird. Nach dem Stauchen



wird die Nadel zur Zugprüfungs-Station **400** vorgeschoben, um die Nadel-Nahtmaterial-Verbindung zu prüfen, und schließlich wird sie schrittweise zu einer automatischen Verpackungsstation **500** weitergeschaltet, wo die Nadeln für die weitere Bearbeitung einzeln verpackt werden.

[0145] Nun sollen die Präzisions-Fördervorrichtung sowie die Nahtmaterial-Zieh- und Schneidestation **300** besprochen werden. wie in [Fig. 19](#) dargestellt, ist eine Nahtmaterialspule **302** an einer geeigneten Position angebracht, und das Nahtmaterial unbestimmter Länge wird der Nahtmaterial-Ziehstation über eine Vorpositionierungs-Vorrichtung, eine Spannrolle mit computergesteuerter konstanter Spannung, welche selektiv von der Computersteuerungs-Einrichtung heruntergeladen werden kann, um dem gerade verarbeiteten Nahtmaterial angepaßt zu werden sowie über einen Knotendetektor zugeführt, welcher verwendet werden kann, um dem Steuerungscomputer ein Knotenanwesenheitssignal zuzuleiten und diese Nahtmateriallänge nach dem Stauchen der Nadel zurückzuweisen. Vom Knotendetektor wird der Nahtmaterialstrang durch eine Anspitzstation geleitet, welche den Nahtmaterialstrang auf eine vorgegebene Temperatur erhitzt, um das Anspitzen und Schneiden des Nahtmaterials für das Einsetzen in die chirurgische Nadel zu unterstützen. Von der Erhitzungs- und Anspitzstation wird das Nahtmaterial zum Boden der Maschine zu einer Umlenkrolle geleitet, wo es von einer ersten und zweiten Nahtmaterial-Klemmvorrichtung ergriffen und nach einem Übergabeverfahren vorgeschoben wird. Wie in [Fig. 38](#) dargestellt, weist die Klemmvorrichtung **232** einen Transportschlitten **333** auf, der sich an einem Rahmenelement **338**, angetrieben von einem am Punkt **368** am Schlitten befestigten Zahnriemen, auf und ab bewegt. Ein pneumatisches Betätigungselement **318** weist eine erste und eine zweite Klemmvorrichtung **212a** bzw. **212b** mit einer ersten und einer zweiten Greiffläche **366a** bzw. **366b** auf, welche das Nahtmaterial zwischen sich einklemmen.

[0146] In einem ersten Arbeitszyklus zieht die Klemmvorrichtung **232** das Nahtmaterial unbestimmter Länge bis zu einem Nahtmaterial-Einsetzpunkt in der unmittelbaren Nähe der Stauchplatten der Stauch-Station und verhartet dort, während eine zweite Nahtmaterial-Klemmvorrichtung das Nahtmaterial unbestimmter Länge unter der Nahtmaterial-Schneidevorrichtung **334** einklemmt (dargestellt in [Fig. 19](#)). Nachdem die zweite Nahtmaterial-Klemmvorrichtung das Nahtmaterial erfaßt hat, wird die Schneidevorrichtung **334** betätigt, um das Nahtmaterial und das spitze Ende des Nahtmaterials **42** zu schneiden, wie es in [Fig. 19](#) sowie in die Nadel eingesetzt in [Fig. 22](#) dargestellt ist. Das spitze Ende **42a** des Nahtmaterials wird unter einem Trichter positioniert, der in den Nahtmaterial-Ausrichtungsplatten **211** und **213**, die sich unmittelbar unter den Stauchplatten **201** und **202** hin und her bewegen, angebracht ist. Nachdem das spitze Ende **42a** des Nahtmaterials in das Schäftende **43** der Nadel **39** eingesetzt worden ist, wird das Stauchsystem betätigt, um die Stauchplatte **202** gegen die Stauchplatte **201** zu bewegen und die Nahtmaterial-Spitze **42** durch Stauchen in der chirurgischen Nadel **39** zu befestigen.

[0147] Die armierten Nadeln werden dann durch die Mehrachsgreifer der Stauch-Drehtisch-Vorrichtung **150** zur Zugprüfungs-Station **400** und danach zur Verpackungsstation **500** weitergeschaltet. Die automatische Verpackungsstation **500** umfaßt einen Revolver oder Drehtisch mit einer Vielzahl von Bearbeitungsköpfen, deren jeder eine Nahtmaterial-Ablageschalen-Auflagefläche besitzt, wobei die Bearbeitungsköpfe rund um den Drehtisch verteilt sind. Der Revolver wird gedreht, um die Bearbeitungsköpfe nacheinander zu den Bearbeitungsstationen weiterzuschalten, welche jeweils derart ausgebildet sind, daß sie die Zufuhr einer jeden der Ablageschalen (in [Fig. 6](#) dargestellt und mit der Bezugszahl **45** versehen) durchführen, welche auf den Auflageflächen der Bearbeitungsköpfe mit einer einzelnen chirurgischen Nadel und daran befestigtem Nahtmaterial positioniert sind, das Nahtmaterial in die Umrandung einer jeden Ablageschale zur Aufnahmen von Nadel und Nahtmaterial wickeln, einen Rasteingriff zwischen einer Ablageschalen-Hülle (Bezugszahl **46** in [Fig. 6](#)) und der Ablageschale ausbilden und danach jede vollständige Nahtmaterialpackung (Bezugszahl **47** in [Fig. 6](#)) zu einer Station zur Entnahme aus der Maschine sowie zur Überführung in Stapel-Aufnahmebehälter oder dergleichen zur Endverpackung und Sterilisation fördern.

[0148] Zwischen den Bearbeitungsstationen können weitere Bearbeitungsstationen angeordnet sein, die Sensoren enthalten, welche die Bestätigung der Anwesenheit leerer Ablageschalen an der ersten Bearbeitungsstation ermöglichen, welche prüfen, ob eine Nadel in die Ablageschalen eingesetzt wurde sowie zur Inspektion der Ablageschalen nach dem Wickeln des Nahtmaterials in die Ablageschalen-Kanäle geeignet sind. Weiterhin können sie eine Prüfung auf herabhängendes Nahtmaterial sowie der Anbringung der Hüllen auf den Ablageschalen durchführen und das eventuelle Auswerfen unvollständiger Ablageschalen oder die Ausgabe fehlerhafter Packungen aus der Maschine ermöglichen.

[0149] Eine detaillierte Erläuterung der Vorrichtung zur Durchführung eines jeden Schrittes wird nachfolgend vorgenommen. Es erfolgt hierin nachfolgend auch eine weitere Erläuterung des Computersteuerungs-Systems mit weiteren Einzelheiten.

[0150] Jede Station und jeder Aspekt der automatischen Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine werden nun im Detail beschrieben.

#### Automatische Nadel-Vereinzelung und -Überführung

[0151] Die automatische Nadel-Vereinzelungs- und -Überführungsstation **50** ist eine Nadel-Beschickungseinrichtung, welche derart konstruiert ist, daß sie chirurgische Nadeln unterschiedlicher Größe für die automatische Stauch-Station **200**, wo das Nahtmaterial an den einzelnen Nadeln befestigt wird, automatisch vereinzelt, fördert und ausrichtet.

[0152] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm, welches allgemein den Prozeß **600** darstellt, der angewandt wird, um chirurgische Nadeln verschiedener Abmessungen vor dem automatischen Verbinden der derselben mit dem Nahtmaterial durch Stauchen sowie vor deren Verpackung zu vereinzelnd und zu fördern.

[0153] [Fig. 6](#) zeigt eine Nadel, die für das Stauchen zu vereinzelnd und zu positionieren ist, im verpackten Zustand. Jede Packung **47** umfaßt eine Ablageschale **45** und eine Ablageschalen-Hülle **46** und enthält eine chirurgische Nadel **39** mit einem Nahtmaterial-Aufnahmeende bzw. einer Öffnung **43**, wo das Nahtmaterial **42** durch Stauchen befestigt wird.

[0154] Während die automatische Nadel-Vereinzelungs- und -Überführungsstation **50** der Vereinzelung der Nadeln dient, die von einem Schüttungs-Arbeitsgang her kommen, stellt sie auch ein Verfahren und eine Einrichtung bereit, um die Nadel während der Aufnahme durch einen Präzisions-Mehrachsgreifer, der die Nadel ergreift und sie während des Einsetzens an der Präzisions-Positionierungsstation **100** hält, automatisch präzise zu positionieren. Dies geschieht deshalb, weil bei den späteren Stufen der Station eine hohe Präzision unerlässlich ist, sonst kann das Nahtmaterial während des nachfolgenden Stauch-Vorganges nicht automatisch in den Nadelschaft eingesetzt werden.

[0155] In [Fig. 5](#) ist der automatische Nadelsortier-Prozeß **600** allgemein dargestellt. Zuerst werden die Nadeln bei Schritt **602** in einen Schwingförderer gegeben, bei Schritt **604** zu einer Einzelausgabe vereinzelt und bei Schritt **606** einzeln auf einen durchsichtigen Schrittschalt-Förderer ausgegeben. Der durchsichtige Schrittschalt-Förderer ermöglicht bei Schritt **608** die Abbildung der Nadeln **39**, wobei die Abbildungen in Digitaldaten umgewandelt und bei Schritt **610** durch ein Bilderfassungs-Spurverfolgungs-System, welches Teil eines Computersteuerungs-Systems ist, bezüglich Orientierung und Position bewertet. Nach der Bestimmung von Position und Orientierung werden die Nadeln bei Schritt **612** aufgegriffen und bei Schritt **614** durch die Roboter-Vorrichtung auf einen Präzisions-Förderer überführt. Beim letzten Schritt werden die Nadeln bei Schritt **616** positioniert und dann präzise positioniert, während sie zu einer Mehrachs-Schrittschalt-Einrichtung zur Förderung zur nachfolgenden Stauch-Bearbeitungsstation überführt werden.

[0156] Die bevorzugte Ausführungsform der Nadel-Sortier- und -Überführungsstation **50** ist in Draufsicht in der [Fig. 7\(a\)](#) sowie in Seitenansicht in [Fig. 7\(b\)](#) dargestellt. Wie dort dargestellt, werden die Nadeln **39** als Schüttung zu jedem der beiden Schwingförderer oder Fülltrichter **52a** und **52b** angeliefert, wo sie durch die Schwingförderer zu einer Einzelausgabe von Nadeln vereinzelt und mit Unterbrechungen den Linear-Gleitausgabe-Baugruppen **53a** und **53b** zugeführt werden und schließlich einzeln auf einem der beiden durchsichtigen Förderer **102** und **104** abgelegt werden. Die beiden durchsichtigen Förderer **102** und **104** befördern die vereinzelten und abgelegten Nadeln **39** in Richtung des Pfeiles A in [Fig. 7\(a\)](#), wobei deren Position und Orientierung durch ein entfernt angeordnetes Bilderfassungs-Spurverfolgungs-System bewertet wird, was im Detail im Zusammenhang mit [Fig. 7\(b\)](#) besprochen werden wird.

[0157] Das Spurverfolgungs-System bewertet die Position und die Orientierung einer jeden verfügbaren Nadel, während diese auf den durchsichtigen Förderern **102** und **104** über beleuchtete (Hintergrundbeleuchtung) Plattformen **54a** und **54b** vorwärts bewegt werden, und es bewertet auch die Position und die Orientierung einer jeden verfügbaren Nadel, nachdem diese auf den durchsichtigen Förderern **102** und **104** über beleuchtete (Hintergrundbeleuchtung) Plattformen **54a** und **54b** vorwärts bewegt wurden.

[0158] Die von dem Bilderfassungs-Spurverfolgungs-System erhaltenen Orientierungs- und Positions-Informationen werden verarbeitet und in Koordinaten umgewandelt, die für die beiden Roboter-Baugruppen **55a** und **55b** verwendbar sind, um den jeweiligen Roboter-Greifer **108** anzuweisen, die identifizierten Nadeln von einem der durchsichtigen Förderer aufzunehmen und in einzelne Klemmwannen **56** zu überführen, die auf einem Präzisions-Förderer **106** angeordnet sind, der, wie in [Fig. 7\(a\)](#) dargestellt, in der gleichen Richtung schrittweise weiterschaltet wird, wie die durchsichtigen Förderer.

**[0159]** Der Steuersystemcomputer gibt einem Roboter-Greifer, beispielsweise dem Greifer **108a** der Roboter-Baugruppe **55a** den Befehl, in einem Rastzyklus, d. h., wenn der jeweilige Förderer pausiert, eine spurverfolgte Nadel von einem der beiden Förderer **102** oder **104** aufzunehmen. Wenn die vereinzelt Nadel **39** derart orientiert sind, daß wegen ihres begrenzten Bewegungsbereiches keiner der Roboter-Greifer **108a** und **108b** in der Lage ist, sie aufzugreifen bzw. auf dem Präzisions-Förderer **106** zu plazieren, dann wird ein Rückführungsvorgang durchgeführt, welcher sicherstellt, daß es keine Ableitung von Nadeln **39** gibt, die der Präzisions-Förderer **106** der automatischen Hochgeschwindigkeits-Stauch-Bearbeitungsstation **200** zuleiten soll, welche bis zu 80 Stauchvorgänge pro Minute ausführen kann.

**[0160]** Bei der bevorzugten Ausführungsform ist der Takt der beiden Förderer **102** und **104** identisch, wobei jedoch die Rastperioden außerhalb der Phase liegen. Wegen des Phasentaktes identifiziert das Bilderfassungs-Spurverfolgungs-System die Nadeln auf einem Schrittschalt-Förderer, beispielsweise **102**, während der Roboter die Nadeln vom anderen Schrittschalt-Förderer **104** aufnimmt und jede Nadel in einer einzelnen Klemmwanne **56** auf dem Präzisions-Förderer **106** plaziert. In entsprechender Weise identifiziert das Bilderfassungs-Spurverfolgungs-System Nadeln auf dem anderen Schrittschalt-Förderer **104**, während der Roboter Nadeln vom Schrittschalt-Förderer **102** aufgreift.

**[0161]** Der erste Schritt des automatischen Nadel-Vereinzelungs- und -Überführungsprozesses **600** umfaßt das Eingeben einer vorgegebenen Menge von Nadeln **39** von einer Beschickungsvorrichtung, wie beispielsweise einem Schwingförderer oder Fülltrichter **52a** und **52b**, welche die ersten Bestandteile der Nadel-Vereinzelungsstation **50** sind.

**[0162]** Dieser erste Schritt bei der Vereinzelung der Nadeln für die automatische Stauch- und Wickel-Station **200** führt zur Vereinzelung der einzelnen Nadeln aus den als Schüttung zugeführten Nadeln für die Einführung in das Bilderfassungs-Inspektions-System.

**[0163]** Die Verbesserung der automatischen Nadel-Vereinzelungs- und Überführungs-Station gegenüber früheren Maschinengenerationen umfaßt eine verbesserte Schwingförderer-Baugruppe, welche die Nadeln zu einer Einzelausgabe vereinzelt sowie einen Linear-Ausgabe-Gleitmechanismus, welcher für die taktmäßige und positionierte Plazierung der einzelnen Nadeln auf dem durchsichtigen Schrittschalt-Förderer sorgt.

**[0164]** Wie in [Fig. 7\(a\)](#) dargestellt, existiert ein Paar Schwingförderer **52a** und **52b**. Bei der bevorzugten Ausführungsform sind die beiden Fülltrichter **52a** und **52b** mit einer Vereinzelungsrinne versehen, um die Nadeln zu einer Einzelausgabe zu vereinzeln, wie es mit mehr Einzelheiten in [Fig. 8\(d\)](#) dargestellt ist. Ein Paar Linear-Gleitausgabe-Mechanismen **53a** und **53b** ist ebenfalls vorgesehen, um die einzelnen Nadeln von den Schwingförderern **52a** und **52b** zu den durchsichtigen Förderern **102** und **104** zu transportieren und dabei auszurichten, damit sie vom Inspektionssystem abgebildet werden können.

**[0165]** Die Funktion des verbesserten Beschickungsmechanismus, der einen Schwingförderer und einen Linear-Gleitausgabe-Mechanismus aufweist, besteht darin, einzelne Nadeln im Abstand voneinander auf dem durchsichtigen Förderer **102** oder **104** abzulegen, damit sie von dem Bilderfassungs-System für die nachfolgende Handhabung durch die Roboter-Baugruppen **55a** und **55b** abgebildet werden können.

**[0166]** Die beiden getrennten Nadel-Beschickungsmechanismen sind in [Fig. 7\(a\)](#) dargestellt, wie sie zwei getrennte durchsichtige Schrittschalt-Förderer beschicken. In den [Fig. 8\(a\)](#) bis [Fig. 8\(c\)](#) sind die Linear-Gleitmechanismen **53a** und **53b** mit mehr Einzelheiten dargestellt, und auch der Schwingförderer ist in [Fig. 8\(d\)](#) detailliert dargestellt. Teile, die bei den beiden getrennten Zufuhrmechanismen im wesentlichen identisch sind, sind mit den gleichen Bezugszahlen, jeweils mit angehängtem (a) oder (b) bezeichnet, je nachdem welchem Zufuhrmechanismus sie zugeordnet sind. Wenn ein Teil ohne eine solche Anhängung bezeichnet ist, versteht es sich, daß in der Beschreibung beide Nadel-Zufuhrmechanismen gemeint sind.

**[0167]** Wie in [Fig. 8\(d\)](#) dargestellt, nimmt eine Schwingförderer-Baugruppe in einem zentralen Bodenbereich **57** eine Vielzahl von Nadeln als Schüttung auf. Der Schwingförderer ist eine von der Fa. FMC Corp. hergestellte Beschickungsvorrichtung mit abgewandelten schwingenden Teilen, welche 60 bis 100 Teile pro Minute liefert. Der Fülltrichter ist aus rostfreiem Chirurgie-Stahl mit Polyurethan-Auskleidung einschließlich aller Gleitflächen der Rinnen-Baugruppe hergestellt, um Beschädigungen der Nadelspitzen zu vermeiden. Die Rinnen-Baugruppe **58** ist eine stetige Spiralrinne, welche am Punkt **58a** am Boden des Fülltrichters beginnt und am Linear-Ausgabepunkt **58b** endet. Die Spur weist über ihre ganze Länge eine vertikale Rippe **58c** auf, welche die Nadel während des Schwingungstransportes hält, wie es durch die Nadel **39** an der Position C dargestellt ist. Die Nadeln werden vom Boden **57** an der Position A durch Impulsschwingungen bis zum Ausgäbe-



punkt **58b** transportiert, wobei die Schwingeinheit **59** durch eine Steuereinrichtung gesteuert wird. Die von der Einheit **59** gelieferten Schwingungen sind sowohl vertikal als auch horizontal und derart getaktet, daß sich maximale Geschwindigkeit für die Nadeln **39** ergibt. Das Rinnelement **58** beginnt am Boden der Einheit **57** und windet sich aufwärts zur Oberseite des Schwingförderers, wobei der vertikale Teil **58c** für ein Paar vertikaler Sperren **61** und **62** unterbrochen ist, welche sich überlappende oder miteinander verwirrt Nadeln in den Schwingtrichter **52** zurückführen. Eine zweite Spur und eine zweite Sperre **62** werden benutzt, um einander überlappende Nadeln, die durch die erste Sperre **61** durchgekommen waren, mit minimaler Beschädigung der Spitzen der Nadeln auf den Boden des Fülltrichters **57** zurückzuführen. Jeder der vertikalen Sperren **61** und **62** weist einstellbare Anschlagschrauben **61a** und **61b** sowie **62a** und **62b** auf, welche zur präzisen Einstellung der Sperren **61** und **62** für unterschiedliche Nadelgrößen vorgesehen sind. Rändelschrauben **61c** und **61d** sowie **62c** und **62d** dienen der Grobeinstellung der Tore, während die Anschlagschrauben **61a** und **61b** sowie **62a** und **62b** zu deren Feineinstellung dienen.

[0168] Wie schon früher festgestellt wurde, sind die gesamte Laufbahn **58** und der Einfülltrichter **52** mit Polyurethan beschichtet, um jegliche Schädigung der Nadelspitzen zu minimieren. Die Polyurethan-Beschichtung auf dem Fülltrichter aus rostfreiem Stahl und eine Silikon-Beschichtung auf den Nadeln neigen während des Betriebes der Vorrichtung zu einer statischen Aufladung, welche die Bewegung der Nadeln entlang der Förderrinne **58** ernsthaft behindern kann. Dieser statischen Aufladung kann auf zweierlei Weise begegnet werden. Zum ersten, indem ein Strom ionisierter Luft über die Förderrinne geleitet wird und zum zweiten, indem die Polyurethan-Förderrinne **58** mit einem handelsüblichen Teflon-Schmierungs-Spray beschichtet wird. Es wurde gefunden, daß die Anwendung des Teflon-Schmierungs-Sprays für etwa 500.000 Nadeln wirksam bleibt.

[0169] Die pulsierende Schwingung der Schwingungseinheit **59** ergibt einen Einzelausgabe-Strom orientierter Nadeln auf der Förderrinne **58**, wie es an den Positionen A und C durch Nadeln **39** angedeutet ist. Wenn sie das Ende der Förderrinne **58b** erreichen, werden sie zuerst durch einen optischen Sensor **63** festgestellt, welcher durch die Reflexion der Nadel auf der Förderrinne **58** aktiviert wird. Wenn die Nadel bei **58b** von der Förderrinne gefallen ist, dann wird durch einen zweiten optischen Detektor **64** ein zweites Detektorsignal erzeugt. Die elektrischen Signale der optischen Detektoren **63** und **64** werden der Steuereinrichtung **60** zugeführt, wo sie zur Steuerung des Schwingungserzeugers **59** benutzt werden, was später mit mehr Einzelheiten beschrieben werden wird.

[0170] Die beiden Schwingförderer **52a** und **52b** bewirken eine serielle Einzelausgabe von Nadeln, von denen immer nur eine an die Nadel-Beschickungsstationen **53a** und **53b** abgegeben wird, welche unter Bezugnahme auf die [Fig. 8\(a\)](#) bis [Fig. 8\(c\)](#) ausführlicher dargestellt und beschrieben werden.

[0171] Wie in [Fig. 8\(c\)](#) dargestellt, weisen die Nadel-Beschickungsstationen eine erste Linear-Gleitvorrichtung **53a** und eine zweite Linear-Gleitvorrichtung **53b** auf, welche durch die letztgenannten, zwischen zwei in [Fig. 8\(c\)](#) dargestellten Positionen hin- und herbewegt werden. In einer ersten Position wird, wie durch die Linear-Ausgabe-Gleitvorrichtung **53b** dargestellt, eine erste Nadeltasche **65** unter dem Fallpunkt **58b** der Förderrinne **58**, die von den Schwingförderern **52a** und **52b** weg führt, positioniert. Nachdem die Sensoreinrichtung **64** eine vom Ende der Förderrinne **58** herabfallende Nadel festgestellt hat, wird die Linear-Gleitvorrichtung in ihre zweite Position bewegt, welche durch die Gleitvorrichtung **53a** in [Fig. 8\(c\)](#) illustriert wird. In dieser Position wird nun die zweite Nadelschale **66a** unter dem Ende der Förderrinne **58b** positioniert, die an der Schwingförderer-Baugruppe **52a** ausgebildet ist. Die Impuls-Schwingungs-Einheit **59** wird dann angeschaltet, bis durch den optischen Sensor **64** festgestellt wird, daß eine zweite Nadel in die Nadeltasche **66a** fällt.

[0172] Die Nadeltaschen **65** und **66** sind in einem Paar Schwenkblöcke **67** und **68** ausgebildet, welche auf den Gleitmechanismen **53a** und **53b** schwenkbar angebracht sind. Wie in [Fig. 8\(c\)](#) dargestellt, schwenkt das Blockelement **67a** um Stifte **69**, **70**, während das Blockelement **68** um Stifte **71** und **72** schwenkt.

[0173] Die Schwenkbewegung ist in [Fig. 8\(b\)](#) dargestellt, wo die Blockelemente **67** und **68** um die Schwenkpunkte **69** und **71** in die mit **67e** und **68e** bezeichnete Position schwenken. Wenn die Blockelemente **67** und **68** schwenken, werden die Nadeltaschen geöffnet, wie es in [Fig. 8\(e\)](#) dargestellt ist, um die Nadel **39** auf dem durchsichtigen Schrittschalt-Förderer **102** abzulegen. Ein Luft-Gleitmechanismus **73** und Führungsschienen **74** und **75**, welche die Hin- und Herbewegung der Gleitmechanismen **53a** und **53b** ermöglichen, sind im Schnitt ebenfalls in [Fig. 8\(b\)](#) dargestellt.

[0174] Bezugnehmend auf [Fig. 8\(c\)](#) werden die Blockelemente **67** und **68** mittels eines zweiten Paares von Luft-Gleitvorrichtungen **76a** und **76b** geschwenkt, wobei letztere an einer vertikalen Platte **77** befestigt sind, welche mittels eines Haltekörpers **78** über den durchsichtigen Förderern **102** und **104** aufgehängt ist. Jeder

der Blöcke **67** und **68** ist auch mit Rollen **79** und **80** versehen, welche in eine rechteckige Förderrinne **81** eingreifen, wenn der Linear-Gleitmechanismus in seine vordere Position bewegt wird, wie durch die Gleitvorrichtung **53a** in [Fig. 8\(c\)](#) dargestellt ist. Wenn die Rollen **79b** und **80b** in der rechteckigen Förderrinne **81b** aufgenommen werden, wird die Luft-Gleitvorrichtung **76b** betätigt, um die rechteckige Förderrinne **81b** vertikal anzuheben. Da die Blockelemente **67** und **68** um die Stifte **69** und **71** an der Innenseite der Blöcke schwenkbar montiert sind, verursacht eine auf die Rollen **79** und **80** an der Außenseite der Blöcke übertragene Hubbewegung eine Schwenkbewegung um die Stifte **69** und **71**, wenn die Rollen **79** und **80** in der rechteckigen Förderrinne **81** zusammenkommen. Nachdem die Nadeln auf dem durchsichtigen Förderer **102** abgelegt worden sind, wird die Luft-Gleitvorrichtung **76** abgesenkt, wodurch die Blockelemente **67** und **68** zur in der [Fig. 8\(c\)](#) dargestellten Position zurückkehren.

**[0175]** Im Arbeitsablauf schaltet die Einrichtung **60** den Schwingmotor **59** ein, so daß der Fülltrichter pulsierend in Schwingungen versetzt wird, wobei die Amplitude der Impulse durch einen Stellwiderstand gesteuert wird. Die Einstellung der einstellbaren Amplitude hängt von, den Abmessungen und der Menge der Nadeln ab, welche entlang der Förderrinne **58** transportiert werden. Die Nadeln werden dann zu einer Einzelausgabe entlang der ganzen Länge der Führungsrinne **58** vom Boden des Schwingtrichters **57** bis zum Abgabepunkt **58** vereinzelt. Wenn der optische Sensor **63** die Anwesenheit einer Nadel am Ende der Förderrinne feststellt, wird der Schwingungsmotor **59** gestoppt, bis die hin- und hergehende Gleitvorrichtung **58** zu ihrer hintersten Position zurückgekehrt ist, wie es durch die Gleitvorrichtung **53b** in [Fig. 8\(c\)](#) dargestellt ist. Nachdem sich die Linear-Gleitvorrichtung **53b** in ihrer Position befindet, schaltet die Steuereinrichtung **60** den Motor **59** ein, und die Nadel wird durch Schwingungen von der Förderrinne **58** in die Nadeltasche **65b** bewegt. Wenn die Nadel von der Förderrinne in die Tasche fällt, wird ihre Anwesenheit von dem optischen Sensor **64** festgestellt. Die Steuerschaltung **60** hält den Motor in Schwingungen, bis eine andere Nadel von dem Sensor **63** in der Spur **58** festgestellt wird. Nach der Aufnahme einer Nadel wird die Linear-Gleitvorrichtung **53b** in die Vorwärts-Position vorgeschoben, wie es durch die Gleitvorrichtung **53** in [Fig. 8\(c\)](#) dargestellt ist. Falls durch den optischen Detektor **63** eine zweite Nadel festgestellt wird, bevor das Gleitelement **53b** seine vordere Position erreicht hat, wird der Antriebsmotor **59** gestoppt, bis sich das Gleitelement **53b** in einer Position befindet, um eine zweite Nadel aufzunehmen. Es gibt daher zwei Steuerungssituationen zur Ablage einer Nadel in einer zweiten Tasche **66b**. Wenn eine Nadel am Sensor **63** festgestellt wurde, dann wird der Schwingungsmotor **59** erneut eingeschaltet, um die Nadel durch Schwingungen vom Ende der Spur **58** in die Nadeltasche **66b** zu bewegen. Wenn vom optischen Sensor **63** keine Nadel festgestellt wurde, dann hält die Steuereinrichtung den Schwingungserzeuger **59** im Anschluß auf das erste Herabfallen im Betriebszustand, und der Schwingungserzeuger läuft weiter, bis der Sensor **64** eine herabfallende Nadel feststellt. Nach jedem Herabfallen hält die Steuereinrichtung **60** den Schwingungsmotor **59** am Laufen, bis vom optischen Sensor **63** eine Nadel festgestellt wird. Nachdem beide Nadeltaschen **65b** und **66b** eine einzelne Nadel erhalten haben, wird die Luft-Gleitvorrichtung **76** betätigt, um die Nadelschalen zu öffnen und die darin befindlichen Nadeln vereinzelt und im Abstand voneinander auf dem durchsichtigen Förderer **102** abzulegen, so daß sie durch das optische System abgebildet und durch das Roboter-Spurverfolgungssystem weiter gehandhabt werden können.

**[0176]** Es versteht sich, daß beim vereinzelt Ablagen der Nadeln **39** mit Abstand voneinander auf dem durchsichtigen Förderer **102** und **104** dieselben weiterhin zufällig positioniert und dieselben nicht orientiert sind. Bei der bevorzugten Ausführungsform ist jeder durchsichtige Förderer **102** und **104** ein Endlosband-Förderer, der mit einer Geschwindigkeit von 101,6 mm pro Sekunde (4 Zoll pro Sekunde) angetrieben wird und parallel zu einem Präzisions-Förderer **106** verläuft, wie es in [Fig. 7\(a\)](#) dargestellt ist.

**[0177]** Wie oben beschrieben und in [Fig. 7\(a\)](#) dargestellt, umfaßt die Roboter-Baugruppe zwei Roboter **55a** und **55b**, die stromabwärts von der jeweiligen Nadel-Vereinzelungs-Baugruppe **53a** und **53b** und in der Nähe der beiden Präzisions-Förderer und der beiden durchsichtigen Förderer gelegen sind. Bei der hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsform ist jede Roboter-Baugruppe **55a** und **55b** ein Roboter 604-S, der in der Lage ist, die Überführung der Nadeln mit einer Geschwindigkeit von etwa 40 Überführungen pro Minute durchzuführen und durch jeweils eine entsprechende Steuerung CC gesteuert wird. Jeder Roboter ist ein Vier-Achsen-SCARA (Selektiv nachgiebiger Baugruppen-Roboter-Arm) mit vier Gelenken: Gelenk 1 ist das Schultergelenk mit einem Drehbewegungsbereich von  $\pm 100^\circ$ , Gelenk 2 ist das Ellbogengelenk mit einem Drehbewegungsbereich von  $\pm 140^\circ$ , Gelenk 3 ermöglicht eine Auf- und Ab-Translationsbewegung einer Roboter-Pinole von bis zu 150 mm und Gelenk 4 ist das Handgelenk mit einem Drehbewegungsbereich der Pinole von  $\pm 360^\circ$ . An der Pinole der jeweiligen Roboter-Baugruppe **55a** und **55b** sind Roboter-Greifer **108a** und **108b** angebracht und derart eingerichtet, daß ein von einem Pneumatikzylinder (nicht dargestellt) gelieferter Druck eine Greifwirkung auslöst.

**[0178]** Nunmehr beziehend auf [Fig. 7\(b\)](#) ist ein Präzisions-Förderer **106** dargestellt, welcher von einer

Antriebsmotor-Baugruppe **110** mit einer Geschwindigkeit angetrieben wird, welche ausreicht, eine orientierte chirurgische Nadel pro Sekunde weiterzuschalten und zur automatischen Stauch-Maschine **200** zu überführen. Eine entsprechende Antriebsmotor-Baugruppe **112** ist vorgesehen, um die Schrittschalt-Förderer **102** und **105** anzutreiben. Wie hier weiter unten im Detail erläutert werden wird, ist jede Antriebsmotor-Baugruppe **110** und **112** mit dem Steuersystem **114** verbunden und wird von diesem gesteuert, um die Schrittschaltbewegung zu unterbrechen und das Aufgreifen der Nadel von dem Schrittschalt-Förderer sowie deren Überführung zum Präzisions-Förderer zu ermöglichen.

[0179] [Fig. 9](#) illustriert den Präzisions-Förderer **106** sowie die Vielzahl der Klemmwannen **56**, die auf jenen zur Erfassung der jeweiligen einzelnen chirurgischen Nadel **39** angeordnet sind, im Detail. Hier ist anzumerken, daß der Präzisions-Förderer **106** ebenfalls periodisch in einer gewünschten Zyklus-Geschwindigkeit Pausen einlegt, um die Überführung der Nadeln **39** von den Robotern **55a** und **55b** nach dort zu ermöglichen. Der Präzisions-Förderer nimmt Nadeln **39** in einer Grob-Positionierung von den Roboter-Baugruppen **55a** und **55b** in den Wannen **56** auf, wie es nachfolgend mit mehr Einzelheiten im Zusammenhang der [Fig. 11\(a\)](#) bis [Fig. 11\(c\)](#) und [Fig. 12](#) beschrieben werden wird. Wenn die Nadeln in den Wannen **56** aufgenommen werden, sind sie nach Spitze und Schaftende orientiert, aber sie sind nicht bezüglich der Krümmungsrichtung der Nadeln orientiert. Wie weiter im Zusammenhang mit der [Fig. 13](#) beschrieben wird, ist ein Nadel-Pflugmechanismus **156** vorgesehen, um die Nadeln nach ihrer Krümmung auszurichten. Es ist auch ein Nadel-Vorpositionierer **164** vorgesehen, um eine Vorpositionierung des Schaftendes einer jede zu Nadel zu erreichen, was nachfolgend in bezug auf die [Fig. 14\(a\)](#) und [Fig. 14\(b\)](#) beschrieben werden wird. Durch den beweglichen Anschlag-Mechanismus **120** werden die Nadeln endgültig präzise positioniert, wie es mit mehr Einzelheiten in den [Fig. 15\(a\)](#) und [Fig. 15\(b\)](#) dargestellt ist. Die einzelnen Nadeln werden dann durch einen Mehrachsgreifer **184** entnommen und zum Verbinden mit dem Nahtmaterial mittels Stauchen gehalten, was im einzelnen in der [Fig. 18](#) beschrieben ist.

[0180] Bei der bevorzugten Ausführungsform enthält das Steuersystem **114** eine programmierbare Logiksteuerung (PLC) die in digitaler Verbindung mit den Roboter-Steuerungen und mit den Systemkomponenten des Bilderfassungs-Spurverfolgungs-Systems steht, um das Beschickungssystem zu steuern.

[0181] Wie in [Fig. 7\(b\)](#) dargestellt, umfaßt das Bilderfassungs-Spurverfolgungssystem eine Kamera-Baugruppe **124** mit zwei Videokameras **126** und **128**, von denen je eine über der jeweiligen ausgeleuchteten Plattform **130a** und **130b** für ihren jeweiligen Schrittschaltförderer **102** oder **104** angeordnet ist. Wie weiter unten im Detail erläutert werden wird, werden die von jeder Kamera **126** und **128** erhaltenen Video-Abbildungen der Nadeln in Bildpunkte zerlegt oder in geeigneter Weise digitalisiert und über ein geeignetes Übertragungsmedium, wie die in [Fig. 7\(b\)](#) dargestellten Kommunikationsleitungen **132a** und **132b** zum entfernt angeordneten Steuersystemcomputer **114** geleitet, wo Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozesse die Video-Abbildungen verarbeiten und jedem Roboter **55a** und **55b** über eine Kommunikationsleitung **134** Daten zuführen. Vorzugsweise sind die Förderer **102** und **104** durchsichtig und in den entsprechenden Abschnitten **130a** und **130b** hintergrundbeleuchtet, so daß die darüber angeordnete Kamera eine scharfe Videoabbildung zur weiteren Verarbeitung erhält.

[0182] Es versteht sich, daß aus Gründen der Beschreibung in [Fig. 7\(b\)](#) nur zwei Videokameras **126** und **128**, welche zwei ausgeleuchteten Plattformen **130a** und **130b** entsprechen, dargestellt sind. Die automatische Nadel-Vereinzelungs- und -Überführungsstation weist jedoch einen zweiten Satz Videokameras (nicht dargestellt) auf, welche den ausgeleuchteten Plattformen **54a** und **54b** für den Förderer **104** entsprechen, so daß, wie oben erwähnt, binäre Abbildungen der Nadeln auf dem Förderer **104** erhalten werden können, während die Roboter Nadeln von dem Förderer **102** ergreifen und plazieren. Die in dieses System hinein konstruierte Redundanz stellt sicher, daß es keinen zeitweiligen Mangel an Nadeln gibt, welche der Stauch-Station **200** zugeleitet werden und ein maximaler Durchsatz orientierter Nadeln zur Eingabe in die Stauch-Station erreicht wird.

[0183] Für den Fall, daß die Roboter-Technik weiter verbessert wird und daß mittels Roboter-Baugruppen größere Bewegungs-Freiheitsgrade mit höherer Geschwindigkeit realisiert werden können, ist kein zweiter Kamerasatz und keine zweite Roboter-Baugruppe mehr erforderlich. Weiterhin kann eine Roboter-Baugruppe mit ausreichender Geschwindigkeit und Präzision die willkürlich abgelegten Nadeln von einem bewegten Förderer aufgreifen und in orientierter Stellung direkt in der Stauch-Station plazieren.

[0184] Bei der bevorzugten Ausführungsform ist jede Kamera **126** und **128** etwa einen Meter über dem hintergrundbeleuchteten Schrittschalt-Förderer **102** und **104** angeordnet, und es wird ein elektrisch gesteuertes Teleobjektiv mit einem Brennweitenbereich von 10 mm bis 140 mm verwendet, das mittels geeigneter Adapter ausgewechselt werden kann. Es werden geeignete Objektivsteuerungen angewandt, um Belichtung, Blende,

Brennpunkt und Bildfeld eines jeden Objektivs einzustellen, wobei diese über eine RS-232-Verbindung an die Steuerung angeschlossen sind.

**[0185]** Ein weiteres Bauteil des Steuersystems für die Nadel-Sortier- und -Beschickungs-Vorrichtung weist einen Überwachungs-Steuerungs- und Datenzugriffs-Knoten (nachfolgend als SCADA-Knoten bezeichnet) auf, welcher benutzt wird, um das Beschickungssystem zu überwachen und zu führen. Diese Knotenschnittstelle verbindet jede der Steuerungen über diskrete RS-232-Verbindungen, welche Verbindungen sind, die zum Herunterladen von Dateninformationen, wie beispielsweise Nadel-Parameter, Fehlermeldungen und Zustandsmeldungen während der Betriebszeit, an die Steuerungen dienen. Der SCADA-Knoten kann einen Personalcomputer oder eine andere geeignete Einrichtung umfassen, welche mit der handelsüblichen Software laufen. Während eines Nadel-Änderungs-Vorganges wird eine serielle Kommunikation genutzt, um das Beschickungssystem über die Art und Größe der zu bearbeitenden Nadeln zu informieren. Nachdem ein Bediener die Nadelparameter eingegeben und die Nadeländerung ausgelöst hat, überträgt die Software die Informationen zur (zu den) Roboter-Steuerung(en).

**[0186]** Das Roboter- und Bilderfassungs-Steuersystem **114** der automatischen Nadel-Vereinzelungs- und -Überführungsstation **50** umfaßt zwei einzelne Computerprogramme, von denen jedes einem bestimmten, durch das Nadel-Sortier- und -Beschickungssystem **600** und gesteuert von der PLC **718** durchzuführenden Rechenprozeß zugeordnet ist. Wie in [Fig. 10](#) dargestellt, führt die Softwarearchitektur zur Steuerung der Nadel-Sortier- und -Überführungsstation acht Haupt-Rechenprozesse durch: einen Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß **702**, einen Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704**, einen Förderer-Schrittschalt-Steuerungs-Rechenprozeß **706**, einen SCADA-Knoten-Schnittstellen-Rechenprozeß **708**, einen Steuerpult-Rechenprozeß **710**, einen Rechenprozeß-Manager **712**, einen Förderer-Initialisierungs-Rechenprozeß **714** und einen Objektiv-Steuerungs-Rechenprozeß **716**. Von diesen acht oben erwähnten Rechenprozessen sind die ersten sechs, wie nachfolgend erläutert werden wird, im stabilen Betriebszustand aktiv. Die [Fig. 10](#) zeigt zusätzlich noch den Datenfluß zwischen den verschiedenen Rechenprozessen sowie die Signale zur Auslösung der Rechenprozesse. Es versteht sich, daß die bei der bevorzugten Ausführungsform verwendete Softwaresprache die V/V+-Sprache von Adept ist, welche in einer Multitask-Umgebung sowohl die Bilderfassungs-Steuerung als auch die Roboter-Steuerung unterstützt. Jeder dieser Rechenprozesse wird nachfolgend unter Bezugnahme auf [Fig. 10](#) allgemein beschrieben.

**[0187]** Für den Fachmann ist es selbstverständlich, daß für die ordnungsgemäße Funktion aller Roboter-Baugruppen, Steuerungen sowie des Kamera-Bilderfassungs-Spurverfolgungs-Systems eine sorgfältige Kalibrierung und Konfiguration erforderlich ist. Beispielsweise erfordert jede Roboter-Baugruppe, daß die Gelenk-Positionen eingestellt und die Gelenkbewegungsgrenzen konfiguriert werden, um sicherzustellen, daß mechanische Schäden der Roboter vermieden werden. Weiterhin ist eine Roboter-zu-Roboter-Kalibrierung erforderlich, so daß das Bilderfassungssystem die Positions-Koordinaten der Nadel genau berechnen kann, so daß der Roboter sich zur Aufgreif-Position bewegen kann. Dieser Vorgang ergibt eine Translationsmatrix zwischen dem Kamera-Bildfeld und der jeweiligen Roboter-Grundposition.

**[0188]** Die PLC **718** ist für die Anfangseinschaltung der Roboter-Steuerungen sowie der Roboter verantwortlich. Ein Roboter-Kalibrierungsvorgang kann nach dem Einschalten der Stromversorgung ausgelöst werden, um die Robotergelenke zu den bekannten Grundstellungen zu führen und die Digital-Codierer zu synchronisieren (nicht dargestellt).

**[0189]** Der Vorgang des Startens der PLC **718**, der Roboter-Steuerungen sowie der Förderer **102**, **104** und **106** ist zeitkritisch. Aus Sicht der Roboter-Steuerung: Wenn ein Signal ROBOTER-FREIGABE **720** infolge der PLC **718** ansteigt, beginnt ein normaler Zyklus durch Ausführung des Roboter-Steuerungs-Rechenprozesses **702**, des Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozesses **704**, des Förderer-Schrittschalt-Steuerungs-Rechenprozesses **706** und des Förderer-Initialisierungs-Rechenprozesses **714**, welcher die Bewegung des Förderers **102** auslöst, bis zu etwa 2 Sekunden wartet und dann die Bewegung des zweiten Förderers **104** auslöst, was nachfolgend noch im Detail beschrieben werden wird. Die PLC läßt zugleich auch das ROBOTER-FREIGABE-Signal des anderen Roboters ansteigen. Bei diesem Szenario integriert die PLC **718** auch den Start der Schüttungs-Beschickungs-Vorrichtung, der Schrittschalt-Förderer und der Stauchmaschine, indem das ROBOTER-FREIGABE-Signal **720** angehoben wird. Wie weiter unten mit mehr Einzelheiten erläutert werden wird, hält die Roboter-Steuerung ihren Standardablauf an, wenn das ROBOTER-FREIGABE-Signal auf den niedrigen Pegel übergeht. Die Steuerung reagiert dann auf Anforderungen vom SCADA-Knoten.



**[0190]** Jeder Steuerung für jede Roboter-Baugruppe **55a** und **55b** ist ein einziger Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß zugeordnet, obwohl in [Fig. 10](#) nur einziger als Element **702** bezeichnet ist. Die Steuersystem-Software für den Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß **702** managt die jeweilige Roboter-Baugruppe **55a** oder **55b** als ein Betriebsmittel, liest den Zuerst-Ein-Zuerst-Aus-(FIFO-)Pufferspeicher **722** bezüglich identifizierter Nadel-Positionen, welche vom Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704** erzeugt und eingegeben werden, nimmt Verbindung mit der programmierbaren Logik-Steuerung PLC **718** des Steuersystems **114** für die Nadel-Plazierung auf und löst die Schrittschaltbewegung der Förderbänder **102** und **104** aus.

**[0191]** Im stabilen Betriebszustand arbeitet der Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß **702** für jede Roboter-Baugruppe **55a** (**55b**) wie folgt:

Zuerst fragt die jeweilige Roboter-Steuerung ständig ihren Eingabe-FIFO **722** über die Datenleitung **724** ab, um Positionskordinaten-Daten für identifizierte Nadel-Positionen auf dem jeweiligen durchsichtigen Förderer **102** oder **104** zu erhalten. Die Daten für die Nadel-Positionen werden dem FIFO-Puffer von dem Bilderfassung-Steuerungs-Rechenprozeß **704** über entsprechende Datenleitungen **726** bereitgestellt, wie es weiter unten mit mehr Details erläutert werden wird. Wenn eine akzeptable (erkennbare) Nadelposition in den FIFO-Pufferspeicher **722** gelangt, entnimmt die Roboter-Steuerung die Nadelposition aus dem Pufferspeicher und führt den Roboter-Greiferarm **108a** (**108b**) zu dieser Position auf dem Förderband. Als nächstes signalisiert der Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß **702** dem Roboter-Greiferarm **108a** (**108b**) sich für jede erkannte Nadel um deren Schaftabschnitt **41** zu schließen und sie vom Förderer zu entfernen und an eine Position in der Nähe des Präzisions-Förderers **106** zu bringen. Der Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß erzeugt dann, wie angegeben, ein Signal **728** NADEL IM GREIFER an die PLC und wartet auf die Antwort von der PLC **718**. Wenn die PLC, wie in [Fig. 12](#) dargestellt, ein vom Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß erzeugtes Signal **728** NADEL IM GREIFER empfängt, wird die PLC **718** ein Signal **730** SICHER ZUM PLATZ zum Empfang durch jeden der Roboter **55a** und **55b** erzeugen. Der Zweck des Signals **730** SICHER ZUM PLATZ ist es, die jeweilige Roboter-Baugruppe **55a** und **55b** zu informieren, daß eine Nadel in einer Präzisions-Förderwanne **56** des Förderers **106** plaziert werden kann. Als eine Reaktion auf den Empfang des Signals **730** SICHER ZUM PLATZ, wird der Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß **702** ein Signal **732** PRÄZISIONS-FÖRDERER NICHT WEITERSCHALTEN für den Empfang durch die PLC **718** erzeugen, unmittelbar bevor diese die Nadel auf dem Präzisions-Förderer **106** plaziert. Während dieses Signal auf hohem Pegel, beispielsweise im Zustand logisch "1" bleibt, beginnen die Roboter **55a** oder **55b**, die Nadel in einer Wanne **56** des Präzisions-Förderers **106** zu plazieren. Dies führt dazu, daß die Klemmbacken **136** und **137** der Präzisions-Förderer-Klemmwanne **56** zurückgezogen werden, um die Plazierung der Nadel dazwischen zu ermöglichen, wie es unten erläutert werden wird. Wenn die Bewegung des Roboters zur Ruhe gekommen und eine Nadel plaziert ist, erzeugt der Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß **702** ein Signal **734** NADEL PLAZIEREN BEENDET für den Empfang durch die PLC **718**, und die PLC **718** wird ein geeignetes Steuersignal **736** erzeugen, um die Klemmbacken der Präzisions-Förderer-Klemmwanne **56** freizugeben, damit sie sich an der Nadel anlegen. Bei der bevorzugten Ausführungsform beträgt die Rastdauer des Signals **734** NADEL PLAZIEREN BEENDET etwa 48 ms bis 64 ms. Nach der Aktivierung dieses Signals hält die Roboter-Baugruppe **55a** oder **55b** die Nadel für die gleiche Zeit (48 ms bis 64 ms) an Ort und Stelle. Unmittelbar danach öffnet der Roboter seine Greifer und bewegt sich von der Klemmwanne **56** weg in seine Annäherungsposition. Schließlich wird das Signal **732** PRÄZISIONS-FÖRDERER NICHT WEITERSCHALTEN aufgehoben, was anzeigt, daß der Präzisions-Förderer **106** nun frei zum Weiterschalten ist, was er auf Befehl der PLC **178** auch tut.

**[0192]** Als Sicherheitsunterbrechung für die Auslösung der Förderer-Schrittschaltbewegung signalisiert der Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß **702** dem Förderer-Schrittschalt-Steuerungs-Rechenprozeß **706** mit einem entsprechenden inneren Signal **738** oder **739** LETZES AUFGREIFEN, daß die Roboter-Baugruppe **55a** oder **55b** die letzte Nadel von dem gerade laufenden Förderer aufgegriffen hat, wie es in [Fig. 10](#) angegeben ist. Wenn die maximale Anzahl Nadeln, die für das momentane Bildfeld (nachfolgend als "FOV" bezeichnet) der Kamera erwartet wird, nicht von dem momentanen Beschickungs-Förderband **102** (oder **104**) aufgegriffen wird, fordert der Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß **702** den Förderer-Steuerungs-Rechenprozeß **706** über die Signale **741** oder **742** FÖRDERER 1 FRÜH WEITERSCHALTEN oder FÖRDERER 2 FRÜH WEITERSCHALTEN auf, das Förderband "früh" weiterzuschalten, wie es in [Fig. 12](#) dargestellt ist. Da alle Signale, welche die Bewegung der Förderer beeinflussen, über den Förderer-Steuerungs-Rechenprozeß **706** geleitet werden, wird dieser Rechenprozeß ein entsprechendes Signal **741'** FÖRDERER 1 FRÜH WEITERSCHALTEN oder ein Signal **742'** FÖRDERER 2 FRÜH WEITERSCHALTEN für den Empfang durch den anderen Roboter erzeugen. Wenn während des normalen Betriebes ein Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß entweder das Signal FÖRDERER 1 FRÜH WEITERSCHALTER oder FÖRDERER 2 FRÜH WEITERSCHALTEN empfängt, löscht er die Inhalte seines FIFO-Pufferspeichers **722** und fährt so fort, als hätte er die letzte Nadel vom För-

derer aufgegriffen.

**[0193]** Die Steuerungs-Software muß auch die Schwankungsbreite der digitalen Ausgabe von 16 ms bis 32 ms in Betracht ziehen, die auf dem Zeitscheiben-Verfahren von V/V+ beruht. Dies beeinflusst in Verbindung mit dem Einstellen und dem Zurücksetzen des Signals **732 PRÄZISIONS-FÖRDERER NICHT WEITERSCHALTER** die Berechnung der minimal für die Platzierung erforderlichen Zeit.

**[0194]** Der Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß **702** führt eine Fehlerbehebung für zwei Arten von Fehlern durch. Diese Fehler werden als Schrittschaltfehler sowie grobe Fehler klassifiziert. Wie bei allen anderen Rechenprozessen, veranlassen grobe Fehler den Rechenprozeß-Manager **712** zu einer entsprechenden Fehlerbehebung und stoppen den Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß unmittelbar. Ein Schrittschaltfehler tritt auf, wenn ein Roboter auf eine zu plazierende Nadel wartet, die in seinem Teil des FIFO zu plazieren ist, und beide Förderbänder haben nicht innerhalb der richtigen Zeit weitergeschaltet. Der Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß **702** behebt diese Art von Fehler, indem vom anderen Roboter über die Signale **741** oder **742 FÖRDERER 1 FRÜH WEITERSCHALTEN** bzw. **FÖRDERER 2 FRÜH WEITERSCHALTEN** gefordert wird, früh weiterzuschalten. Dies zwingt die beiden Bilderfassungs-/Roboter-Steuerungs-Systeme, die Inhalte ihrer momentanen FIFOs zu löschen und die Förderbänder weiterzuschalten.

#### Förderer-Schrittschalt-Steuerungs-Rechenprozeß

**[0195]** Der Förderer-Schrittschalt-Steuerungs-Rechenprozeß **706** löst das schrittweise Weiterschalten des jeweiligen durchsichtigen Schrittschalt-Förderers **102** und **104** aus, und der Rechenprozeß wird durch den Förderer-Initialisierungs-Rechenprozeß **714** ausgelöst. Alle Signale, welche die Bewegung der Förderer beeinflussen, werden durch den Förderer-Steuerungs-Rechenprozeß **706** geleitet.

**[0196]** Wie in [Fig. 10](#) dargestellt, besteht der erste Schritt des Förderer-Schrittschalt-Steuerungs-Rechenprozesses **706** darin, zu prüfen, ob das Signal **738** oder **739 LETZTES AUFGREIFEN** vorliegt, das vom Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß **702** intern erzeugt wird und anzeigt, daß das letzte Nadel-Aufgreifen vom jeweiligen durchsichtigen Beschickungs-Förderer **102** oder **104** durch einen der Roboter **55a** und **55b** beendet wurde. Als Alternative erwartet der Förderer-Schrittschalt-Steuerungs-Rechenprozeß **706** die Signale **744** oder **745 FÖRDERER 1 FRÜH WEITERSCHALTEN** oder **FÖRDERER 2 FRÜH WEITERSCHALTEN**, welche vom Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704** intern erzeugt werden, wenn im momentanen Kamera-Bildfeld keine Nadeln beobachtet werden. Als ein Ergebnis des Empfanges der Signale **738** und **739 LETZTES AUFGREIFEN** vom Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß erzeugt der Förderer-Steuerungs-Rechenprozeß entsprechende Signale **746 FÖRDERER 1 WEITERSCHALTEN** oder **748 FÖRDERER 2 WEITERSCHALTEN** zum Empfang durch die PLC **718**. Es versteht sich, daß jede Roboter-Steuerung von der PLC **718** fordern muß, einen durchsichtigen Schrittschalt-Förderer **102 (104)** weiterzuschalten, nachdem die letzte Nadel von dem jeweiligen Förderer aufgegriffen wurde. Daher muß der jeweils andere Roboter sein entsprechendes Signal **FÖRDERER 1 WEITERSCHALTEN** (oder **FÖRDERER 2 WEITERSCHALTEN**) für den Empfang durch die PLC erzeugen, bevor sie den jeweiligen durchsichtigen Förderer **102 (104)** anweisen kann, weiterzuschalten. Als ein Ergebnis des Empfanges des Signals **741' FÖRDERER 1 FRÜH WEITERSCHALTEN** oder des Signals **742' FÖRDERER 2 FRÜH WEITERSCHALTEN** vom Förderer-Steuerungs-Rechenprozeß **706**, welches anzeigt, daß die maximale Anzahl Nadeln nicht aufgegriffen wurde oder daß es im Bereich des jeweiligen Kamera-Bildfeldes keine oder nur unzureichend Nadeln gibt, wird der andere Roboter das entsprechende Signal **746' FÖRDERER 1 FRÜH WEITERGESCHALTET** oder das Signal **746' FÖRDERER 2 FRÜH WEITERGESCHALTET** zum Empfang durch den Förderer-Steuerungs-Rechenprozeß **706** erzeugen, wie es in [Fig. 12](#) dargestellt ist. Diese Signale veranlassen den entsprechenden Förderer **102 (104)** zum Abbruch der Bearbeitung und lösen das Weiterschalten des Bandes aus.

**[0197]** Nach dem Empfang der beiden Signale **746** oder **748 FÖRDERER 1 WEITERSCHALTEN** oder **FÖRDERER 2 WEITERSCHALTEN** von jeder der Roboter-Baugruppen weist die PLC **718** den durchsichtigen Schrittschalt-Förderer **102** an, weiterzuschalten und erzeugt ein entsprechendes Signal **750 FÖRDERER 1 ZUR RUHE GEKOMMEN** oder ein Signal **751 FÖRDERER 2 ZUR RUHE GEKOMMEN** zum Empfang durch den Förderer-Steuerungs-Rechenprozeß **706**. Man beachte, daß das Signal **750 FÖRDERER 1 ZUR RUHE GEKOMMEN** und das Signal **751 FÖRDERER 2 ZUR RUHE GEKOMMEN** etwa 2 Sekunden nachdem die PLC den Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß **702** aufgefordert hat, den Förderer **102 (104)** Weiterschalten, angehoben werden. Der Förderer-Steuerungs-Rechenprozeß **706** informiert dann den Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704**, nach dem Empfang der internen Steuersignale **750'** und **751'**, welche jeweils dem Signal **750 FÖRDERER 1 ZUR RUHE GEKOMMEN** und dem Signal **751 FÖRDERER 2 ZUR RUHE GEKOMMEN** entsprechen, mit der Abbildung der Nadeln zu beginnen. Wenn der Schrittschalt-Förderer **102 (104)** wei-

tergeschaltet hat und die entsprechenden Signale **750** bzw. **751** FÖRDERER ZUR RUHE GEKOMMEN empfangen worden sind, dann kann der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704** mit der Beobachtung der Nadeln in den entsprechenden Kamera-Bildfeldern beginnen. Im einzelnen werden, wie weiter unten erläutert werden wird, die Kameras **126** und **128** über den Förderern **102** und **104** eine Aufnahme des jeweiligen Bildfeldes in den jeweiligen ausgeleuchteten Abschnitten **103a** und **103b** des durchsichtigen Förderer machen, und der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704** wird die Bildverarbeitung steuern, um festzustellen, ob im Kamera-Bildfeld eine erkennbare Nadel vorhanden ist.

**[0198]** An dieser Stelle muß eine Unterscheidung zwischen der bloßen Anwesenheit oder Feststellung einer Nadel im Bildfeld und der Anwesenheit einer "beobachtbaren" Nadel getroffen werden. Eine Nadel kann vorhanden sein, aber aus einer Vielzahl von Gründen kann der Bilderfassungs-Rechenprozeß **704** ihre Positionskordinaten nicht erfassen, bis die Kamera-Bilderfassungs-Parameter durch den Ablauf eines Selbstabbildungs-Algorithmus, welcher automatisch die Blende und die Bilderfassungssystem-Ausleuchtungsparameter jeder Kamera einstellt, geändert werden, so daß die Kameras anschließend verstärkte Abbildungen erzeugen, welche verarbeitet werden können. Während des stabilen Betriebszustandes, wenn der Bilderfassungs-Rechenprozeß in seinem jeweiligen Bildfeld immer eine Nadel "beobachtet", wird der Selbstabbildungs-Algorithmus nicht wiederholt.

**[0199]** Einzelheiten des Selbstabbildungs-Algorithmus werden nachfolgend im Detail erläutert.

#### Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß

**[0200]** Der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704** steuert und verarbeitet die Abbildungen, die von den beiden Kamera-Baugruppen **126** und **128** aufgenommen werden. Da der Takt der beiden durchsichtigen Förderer phasenverschoben ist, arbeitet zu einem bestimmten Zeitpunkt immer nur eine Kamera.

**[0201]** Im einzelnen ist der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704**, wie in [Fig. 7\(b\)](#) dargestellt, mit beiden Kameras **126** und **128** verknüpft, um die Nadelpositionen beobachtbarer Nadeln im Bildfeld des jeweiligen Kamera-Objektives, welches eine Fläche auf der jeweiligen ausgeleuchteten Plattform **130a** und **130b** umfaßt, zu identifizieren. Der Bilderfassungs-Rechenprozeß **704** verarbeitet dann die Positions- und Orientierungsdaten der identifizierten Nadelpositionen und schreibt diese Positionen über Datenleitungen **726** in den Roboter-Rechenprozeß-FIFO **722**. Wie oben bemerkt, ist der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß zusätzlich für die Auslösung der frühen Förderer-Weiterschaltung verantwortlich, wenn keine Nadeln in einem Kamera-Bildfeld abgebildet wurden.

**[0202]** Wie oben kurz beschrieben, läuft der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß jedes Mal, wenn einer der Förderer **102** oder **104** das Weiterschalten beendet. Die Nadelbeobachtung beginnt nach Empfang entweder eines Signals **750'** FÖRDERER 1 ZUR RUHE GEKOMMEN oder eines Signals **751'** FÖRDERER 2 ZUR RUHE GEKOMMEN, welche von der PLC **718** erzeugt und jedesmal dann durch den Förderer-Steuerungs-Rechenprozeß **706** geleitet werden, wenn der jeweilige durchsichtige Schrittschalt-Förderer **102** oder **104** gesteuert von den Steuerungen das schrittweise Weiterschalten beendet hat. Jedes Signal **750** und **751** FÖRDERER ZUR RUHE GEKOMMEN nimmt etwa zwei Sekunden, nachdem die PLC beim Roboter das Weiterschalten des durchsichtigen Schrittschalt-Förderers angefordert hat, seinen hohen Pegel (logisch "1") ein. Jedes der Signale **750** bzw. **751** FÖRDERER 1 oder 2 ZUR RUHE GEKOMMEN bleibt auf seinem hohen Pegel, bis die PLC **718** das nächste Signal **746** bzw. **748** FÖRDERER 1 oder 2 WEITERSCHALTEN von den Robotern empfängt.

**[0203]** Der Bilderfassungs-Rechenprozeß **704** aktiviert diejenige Kamera, welche mit dem Signal FÖRDERER ZUR RUHE GEKOMMEN verknüpft ist. Wenn sie aktiviert ist, nimmt eine der Kameras **126** und **128** ein Bild der hintergrundbeleuchteten Flächen **130a** und **130b** des Förderbandes **102** (**104**) auf. Jede erhaltene Abbildung wird für die nachfolgende digitale Verarbeitung vorzugsweise in binäre Bilddaten umgewandelt. Der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704** benutzt "Bilderfassungs-Werkzeuge" um akzeptable Nadeln festzustellen und leitet die Koordinaten akzeptabler Nadel-Aufgreifpunkte für den Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß in den FIFO-Pufferspeicher **722**. Eine "akzeptable" Nadel im hintergrundbeleuchteten Bereich ist eine Nadel, deren Abmessungen im Toleranzbereich der Nadelparameter liegen, welcher zuvor während des Nadel-Änderungsvorganges akzeptiert worden waren. Der Nadel-Änderungsvorgang ist ein Prozeß, bei welchem die Software des Beschickungssystems über Typ und Größe der Nadeln in der momentan zu verarbeitenden Charge informiert wird, und dieser Prozeß muß durchgeführt werden, bevor die Nadelcharge gewechselt wird, wie es nachfolgend noch zu erläutern sein wird. Vorgeschriebene Nadeltoleranzen sind solche für den Nadelradius, die Schaftbreite und die Winkelcharakteristik der Nadel in bezug auf die Roboter sowie die aus den Na-

delparametern berechnete Fläche.

### Selbstabbildungs-Algorithmus

**[0204]** Wie oben bemerkt, wird der Selbstabbildungs-Algorithmus aufgerufen, um die Kamera-Bilderfassungsparameter zu ändern, wenn eine festgestellte Nadel nicht beobachtbar ist. Daher erfolgt nach der Verarbeitung der binären Abbildungsdaten eine Feststellung, ob die Nadelabbildung den vorgeschriebenen Radius hat, ob die Nadelabbildung die vorgeschriebene Schaftbreite hat, ob die Nadelabbildung die vorgeschriebene Winkelcharakteristik hat und ob die Fläche der Nadelabbildung in der vorgeschriebenen Toleranz liegt. Wenn eines dieser Kriterien außerhalb der Vorschrift liegt, dann wird der Selbstabbildungs-Algorithmus durchgeführt, welcher eine Serie von Bildern der gleichen Nadelabbildung im jeweiligen Kamera-Bildfeld aufnimmt, um dadurch die Nadelabbildung zu verstärken und die Nadelbeobachtung durch Verbesserung der Bilderfassungsparameter von Bild zu Bild zu verbessern. Daher wird nach jeder Serie aufgenommener Bilder der Selbstabbildungs-Algorithmus automatisch die Kamerablende und die Bilderfassungs-Beleuchtungsparameter einstellen, um es zu ermöglichen, daß das Bilderfassungssystem die Nadeln im Kamera-Bildfeld ordnungsgemäß abbildet. Wenn beispielsweise die Ausleuchtung des Bildfeldes eingestellt wird, können auch bestimmte Kamera-Bilderfassungsparameter, wie Verstärkung, Vorspannung und Binär-Schwellwert verändert werden. Der Selbstabbildungs-Algorithmus wird durchgeführt, bis in jedem Kamera-Bildfeld eine Nadel beobachtet wird, und er wird dann nicht wiederholt, bis eine Nadeländerung durchgeführt wird.

**[0205]** Es kann passieren, daß eine Nadel sogar dann noch immer nicht ordnungsgemäß abgebildet wird, wenn die Kameras vom Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704** eingestellt werden. Dies hat seinen Grund darin, daß jedes Kamera-Bildfeld eine Hintergrundbeleuchtungs-Lichtquelle verwendet und Nadeln, welche sich überlappen, einander berühren oder durch die Bildfeld-Grenzen beschnitten werden, nicht als beobachtbar angesehen werden. Daher wird vom Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß festgestellt, ob sich die Nadeln überlappen oder einander berühren und welche der Nadeln sich zu nahe an der Bildfeldkante befinden.

**[0206]** Nachdem alle in Frage kommenden Nadeln beobachtet wurden, berechnet der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß die Nadel-Aufgreif-Koordinaten akzeptabler Nadeln und plaziert diese im Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß-FIFO-Pufferspeicher **722**, um es dem Roboter zu ermöglichen, die akzeptable Nadel aufzugreifen und auf dem Präzisions-Förderer abzulegen. Bei der bevorzugten Ausführungsform beträgt die Maximalanzahl von Nadeln, die während eines jeden Rastzyklus auf jedem durchsichtigen Schrittschalt-Förderer beobachtet werden kann, drei Nadeln. Wenn weniger als dieses Maximum oder wenn keine Nadeln beobachtet werden, dann kann einem Roboter signalisiert werden, den entsprechenden Förderer früher weiterzuschalten, was das Bilderfassungssystem veranlaßt, seine Datenverarbeitung, wie oben beschrieben, abzubrechen.

**[0207]** Der Bilderfassungs-Rechenprozeß **704** ist für die Begrenzung der Anzahl von Nadelpositionen, die in den FIFO-Pufferspeicher eingeschrieben werden, auf drei verantwortlich, da der Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß jede Nadel für jede Nadelposition, die in den FIFO **722** gelangt, aufgreifen und plazieren wird. Bei der bevorzugten Ausführungsform ist die Funktionszeit des Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozesses auf fünf Sekunden pro Zyklus des Schrittschalt-Förderers begrenzt.

**[0208]** Der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704** führt eine Fehlerbehebung für drei Typen von Fehlern durch. Diese Fehler werden klassifiziert in Abbildungsfehler, Verarbeitungsfehler und grobe Fehler. Die groben Fehler veranlassen den Rechenprozeß-Manager zu einer Fehlerbehebung, indem der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704** unverzüglich gestoppt wird. Wenn ein Abbildungsfehler auftritt, veranlaßt der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß **704** den Abbruch aller laufenden Bildfelder und fordert ein frühes Weiterschalten des Förderbandes durch Erzeugung der Signale **744** oder **745** FÖRDERER 1 FRÜH WEITERSCHALTEN oder FÖRDERER 2 FRÜH WEITERSCHALTEN, wie oben besprochen, an. Der Empfang dieser Signale veranlaßt, daß keine zu plazierende Nadeln in Teilen des FIFO aufgenommen werden und veranlaßt den Übergang beider Bilderfassungs- und Roboter-Systeme auf das momentane Bildfeld von Nadeln. Wenn ein Verarbeitungsfehler auftritt, unterbricht der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß alle Verarbeitungsvorgänge bezüglich der momentanen Nadel und beginnt die Verarbeitung der Daten einer neuen Nadel im gleichen Bildfeld, wenn eine andere Nadel verfügbar ist. Als ein Ergebnis gibt der Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß keine Nadel in Teile des FIFO ein.



## Förderer-Initialisierungs-Rechenprozeß

**[0209]** Der Förderer-Initialisierungs-Rechenprozeß **714** bewirkt die Auslösung des Förderer-Schritt-schalt-Steuerungs-Rechenprozesses **706**, und es wird gestartet, sofern das Signal **720** ROBOTER FREIGEBEN von der PLC **718** angehoben wird. Wenn dieser Rechenprozeß gestartet ist, fordert er ein Signal **753** BESCHICKUNGSFÖRDERER 1 (**102**) WEITERSCHALTEN an und wartet dann etwa zwei Sekunden und fordert dann ein Signal **754** BESCHICKUNGSFÖRDERER 2 (**104**) WEITERSCHALTEN an, wie es in **Fig. 11** dargestellt ist. Der Rechenprozeß **714** wird dann beendet und nicht wieder gestartet, bis das Signal **720** ROBOTER FREIGEBEN abgesenkt und wieder angehoben wird.

## Rechenprozeß-Manager

**[0210]** Der Rechenprozeß-Manager **712** initialisiert die Software- und Hardware-I/O-Signale, die globalen Variablen sowie die Bilderfassungs- und Roboter-System-Rechenprozesse. Wenn die Bilderfassungs- und Roboter-System-Rechenprozesse laufen, dann überwacht der Rechenprozeß-Manager die Unversehrtheit und den Zustand eines jeden gerade ablaufenden Rechenprozesses sowie der durch diese Rechenprozesse gesteuerten Betriebsmittel. Die Zustands-Abrufsignale **756a** bis **756f** sind in **Fig. 12** angegeben. Die Betriebsmittel sind der Roboter, die Kommunikationsanschlüsse sowie die I/O-Signalleitungen. Der Rechenprozeß-Manager berichtet über das Signal **758** SYSTEMVERSAGEN und den SCADA-Knoten sowie über den SCADA-Knoten-Schnittstellen-Rechenprozeß **708** jegliche Fehler an die PLC. Das Signal **758** SYSTEMVERSAGEN wird erzeugt, wann immer ein Roboter (festgestellt vom Rechenprozeß-Manager) einen groben Fehler beobachtet hat, der die Fortsetzung seiner Funktion verhindert. Dieses Signal ist im aktiven Zustand auf niedrigem Pegel und es bleibt bis zum Zurückstellen des Roboters auf niedrigem Pegel. Daher muß die PLC das Signal **720** ROBOTER-FREIGABE sofort nach Empfang dieses Signals absenken.

**[0211]** Bei groben Fehlern, die bei der Bilderfassungs-/Roboter-Steuerungs-Software auftreten, wird der Rechenprozeß-Manager benutzt, um diese Fehler durch ständiges Abfragen des Zustandes und der Integrität alle Rechenprozesse im stabilen Betriebszustand sowie der Betriebsmittel während der Programmausführung festzustellen und zu beheben. Wenn festgestellt wird, daß sich ein grober Fehler ereignet hat, wird das Signal **758** SYSTEMVERSAGEN für die PLC **718** und die Rechenprozesse mit Ausnahme des SCADA-Knoten-Schnittstellen Rechenprozesses, des Steuerpult-Rechenprozesses und des Rechenprozeß-Managers gestoppt. Ein Code, welcher den Grund für den letzten nicht behebbaren Fehler anzeigt, wird über den SCADA-Knoten-Schnittstellen-Rechenprozeß für den SCADA-Knoten verfügbar. In einigen Fällen wird eine Fehlermeldung auf dem Monitorfenster der Roboter-Steuerung angezeigt.

**[0212]** Nach dem Ansteigen des Signals SYSTEMVERSAGEN versucht der Rechenprozeß-Manager jegliche am Roboter festgestellte Probleme zu beheben und zeigt dies dem Bediener über das Monitorfenster an. In den meisten Fällen hat der Bediener nur das Signal **720** ROBOTER FREIGEBEN anzuheben, um die Bilderfassungs-/Roboter-Steuerungs-Software zurückzusetzen.

## Steuerpult-Rechenprozeß

**[0213]** Der Steuerpult-Rechenprozeß **710** weist ein mausgesteuertes Steuerpult auf, welches dem Bediener den Zugriff zu verschiedenen "Fehlerbeseitigungs-Hilfsprogrammen", den Zugriff zu diagnostischen Hilfsprogrammen, die Steuerung der Robotergeschwindigkeit sowie die Auswahl neuer Positionen, in welche der Roboter zum Aufgreifen und Plazieren von Nadeln bewegt wird, ermöglicht. Auch ermöglichtes es der Steuerpult-Rechenprozeß dem Bediener, die Ausführung des Bilderfassungs-/Roboter-System-Rechenprozesses zu stoppen.

## SCADA-Knoten-Schnittstellen-Rechenprozeß

**[0214]** Der SCADA-Knoten-Schnittstellen-Rechenprozeß **708** ruft die SCADA-Knoten-RS-232-Schnittstelle für Meldungen vom SCADA-Knoten auf. Dieser Rechenprozeß ist den SCADA-Knoten-Anforderungen für Kamera-Einstellungs-Abläufe, wie sie bei Erzeugnis-Änderungen erforderlich sind, untergeordnet. Diese Anforderungen sind nur gültig, wenn das Signal **720** ROBOTER-FREIGABE deaktiviert ist.

## Objektiv-Steuerungs-Rechenprozeß

**[0215]** Der Objektiv-Steuerungs-Rechenprozeß **716** wird nur ausgelöst, wenn der SCADA-Knoten fordert, ein neues Erzeugnis in das Bilderfassungssystem einzuführen und wird nur als Off-Line-Prozeß ausgeführt. Der

Objektiv-Steuerungs-Rechenprozeß **716** akzeptiert die neuen Nadel-Parameter und stellt die Bildfeldgröße für die beiden Kameras ein, um sie an das neue Erzeugnis anzupassen. Sowohl die Zoom-Funktion, der Fokus und die Blende des Objektivs als auch innere Parameter des Bilderfassungssystems, wie beispielsweise die für die Abbildung benutzte Verstärkung, der Binär-Schwellwert und die Offset-Spannung werden durch die Einführung des neuen Erzeugnisses beeinflusst. Wenn die Kameras einmal eingestellt sind, wird der Rechenprozeß abgeschaltet, bis ein neues Erzeugnis in das Bilderfassungs-/Roboter-System eingeführt wird.

#### Erzeugnis-Änderung

**[0216]** Vor der Freigabe der Roboter zu Beginn des Nadel-Einfädel-Prozesses wird ein Nadel-Änderungs-Ablauf aufgerufen, um den Bilderfassungs- und den Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß der Steuersystem-Software über Typ und Größe der zu bearbeitenden Nadeln zu informieren. Dieser Nadel-Änderungs-Ablauf muß beendet sein, bevor die Nadelcharge gewechselt wird. Wenn die Änderung nicht beendet ist, bevor die erste Nadelcharge nach der Stromeinschaltung durchläuft, wird auf dem (SCADA-Knoten-)Bildschirm eine Fehlermeldung angezeigt, wenn die Roboter freigegeben werden und nicht laufen wollen. Wenn eine Änderung zwischen dem Durchlauf von zwei unterschiedlichen Nadel-Chargen nicht beendet ist, wird der Bilderfassungs-Rechenprozeß keine der durchlaufenden Nadeln identifizieren.

**[0217]** Wesentlich ist es, daß der Bediener des Systems die Nadelparameter in geeigneten Einheiten, beispielsweise in Millimetern und Grad, über die Datenleitungen **760** auf dem Bildschirm des SCADA-Rechenprozesses **708** eingibt. Solche Nadelparameter zur Verwendung durch die Bilderfassungs-Rechenprozesse umfassen den Nadelradius und die Radiustoleranz, akzeptable Nadelwinkel und deren Toleranzen sowie die Nadelbreite und die Breitentoleranz.

**[0218]** Zusätzlich zur Eingabe der Nadel-Änderungs-Parameter für die Bilderfassungs-Rechenprozesse werden auch die den zu bearbeitenden Nadeln einer bestimmten Charge zugeordneten Anfangsparameter der Kameraeinstellung über den SCADA-Knoten zur Verwendung durch das System eingegeben. Die Software verwendet die vom Nutzer über den SCADA-Knoten eingegebene Information zum automatischen Justieren des Objektivs auf die korrekte Bildfeldgröße, des Fokus und der Zoom-Parameter, bevor die Roboter freigegeben werden.

#### Der Präzisions-Förderer

**[0219]** Die [Fig. 11\(a\)](#) bis [Fig. 11\(c\)](#) zeigen die Präzisions-Förderer-Wanne **56**, in welche eine jede Nadel **39** überführt wird. Jede Wanne ist vorzugsweise mit einem Paar Klemmbacken versehen. Ein Klemmbacken **136** ist fest montiert, und der zweite Klemmbacken **137** kann innerhalb einer Tasche **139** gleiten. In Funktion wird eine Schubstange **140** in Richtung eines Pfeiles „A“ gepreßt, wie in [Fig. 11\(c\)](#) dargestellt, um die Feder **142** zusammenzupressen, welche ihrerseits die Position des beweglichen Klemmbackens **137** in die Richtung zieht, welche durch den Pfeil „B“ gekennzeichnet ist, um die Platzierung der Nadel **39** in der Rille **144** der beiden Klemmbacken zu ermöglichen. Normalerweise ist die Feder **142**, wie in [Fig. 11\(b\)](#) dargestellt, vorgespannt, um den beweglichen Klemmbacken **137** in seiner Klemmposition zum Halten der Nadel **39** in der Rille **144** zu halten. Es versteht sich, daß jede Art eines lösbaren Klemm-Mechanismus vorgesehen werden kann, um die Nadel **39** lösbar in der Förderwanne **56** zu halten, vorausgesetzt, daß jede Nadel in der jeweiligen Wanne für das nachfolgend stattfindende Stauchen korrekt orientiert ist.

**[0220]** [Fig. 12](#) zeigt einen Roboter-Lade-Elektromagnet-Mechanismus **146**, der über eine Signalleitung **736** von der PLC **718** jedesmal dann aktiviert wird, wenn eine Nadel **39**, wie oben beschrieben, von einem Präzisions-Förderer in eine Präzisions-Förderwanne **56** überführt wird. Der Roboter-Lade-Elektromagnet **146** kann mittels einer geeigneten Montageplatte **148** am Präzisions-Förderer befestigt werden. Ein auf dem Präzisions-Förderer befestigter Sensor ist dafür vorgesehen, die Annäherung einer Präzisions-Förderwanne **56** abzutasten. Zu diesem Zeitpunkt legt die Förderwanne eine Rast zur Überführung einer Nadel **39** in sie ein, ein Lösearm **151** des Roboter-Lade-Elektromagneten wird durch den Elektromagneten **146** betätigt, indem er um den Stift **152** geschwenkt wird, um auf die Schubstange **140** zu drücken und den beweglichen Klemmbacken **137** in die in [Fig. 11\(c\)](#) dargestellte Position zurückzuschieben.

**[0221]** Der Roboter-Arm **151** positioniert dann die Nadel **39** zwischen den Klemmbacken **136** und **137** der Förderwanne **56**, damit sie dort geklemmt wird. Der Lösearm **151** wird dann durch die Feder **154** zurückgezogen, wenn sich die Förderwanne **56** in Bewegung setzt.

**[0222]** Damit an der Stauch-Station das automatische Stauchen erfolgen kann, ist es erforderlich, daß die Na-

del in der Rille **144** der Klemmbacken **136** und **137** der Wanne **56** präzise positioniert ist. Dies hat seinen Grund darin, daß der im Flußdiagramm der [Fig. 5](#) allgemein als Schritt **616** bezeichnete Mehrachsgreifer eine präzise positionierte Nadel aufnehmen muß, damit das Nahtmaterial in der Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung **43** der Nadel **39** plaziert werden kann. Um sicherzustellen, daß jede Nadel für die Überführung in den Mehrachsgreifer der automatischen Stauch-Station gleichmäßig orientiert ist, ist eine Nadel-Orientierungseinrichtung (ein „Pflug“) **156** vorgesehen, wie sie in [Fig. 13\(a\)](#) dargestellt ist, um jede Nadel zu orientieren, während sie zwischen den Klemmbacken **136** und **137** der Förderwanne **56** eingeklemmt ist. Der Pflug umfaßt eine langgestreckte Bogenklinge **158**, die aus einer Befestigungsklammer **160** herausragt, wie es am besten in den [Fig. 13\(a\)](#) und [Fig. 13\(b\)](#) zu sehen ist. Bei der in [Fig. 13\(c\)](#) dargestellten bevorzugten Ausführungsform ist der Pflug an einem Ende **162** des Präzisions-Förderers **106** fest angebracht, um es der Bogenklinge **158** zu ermöglichen, die auf der Förderwanne **56** positionierte Nadel **39** während der Vorwärtsbewegung umzuwenden. Nachdem ein Kontakt erfolgt ist, wird der gebogene Teil **41** der Nadel **39** angehoben und rollt über die Bogenklinge **158** des Pfluges **156**, wie es in den [Fig. 13\(c\)](#) bis [Fig. 13\(e\)](#) dargestellt ist. Der Einbau des Pfluges **156** stellt sicher, daß jede zur Stauch-Station geförderte Nadel in der gleichen Richtung orientiert ist.

**[0223]** Ein anderer, zur weiteren Orientierung der Nadel auf der Präzisions-Förderwanne vorgesehener Mechanismus ist die in den [Fig. 14\(a\)](#) und [Fig. 14\(b\)](#) dargestellte Vorpositionierungs-Baugruppe **164**. Die Vorpositionierungs-Baugruppe **164** umfaßt ein durch einen Antriebsmotor (nicht dargestellt) betätigbares Laufrad **165** und einen Zahnriemen **166** zum Antrieb eines Nockens **167**, wie in [Fig. 14\(a\)](#) dargestellt. Es ist ein Nockenstößel **168** vorgesehen, um einen Betätigungsarm **169** zwischen einer ersten Position über den Klemmbacken **136** und **137** der Förderwanne **56** und einer Position hin und her zu bewegen, in welcher ein Flügel **170** des Armes **169** freigegeben wird, um sich auf das Fußende **43** der Nadel **39** aufzulegen, während die Präzisions-Förderwanne **56** in Vorwärtsrichtung bewegt wird, wie es durch den Pfeil „A“ in [Fig. 14\(b\)](#) angegeben ist. Veranlaßt durch die Vorwärtsbewegung der Nadel **39** wird diese durch den Flügel **170** zu einer Bewegung innerhalb der Klemmbacken **136** und **137** der Förderwanne **56** gezwungen, so daß die Klemmbacken **136** und **137** die Nadel an einer präzise festgelegten Stelle erfassen, beispielsweise an ihrem Schaftabschnitt **41**. Es ist anzumerken, daß der Nocken **167**, wenn er vom Zahnriemen **166** angetrieben wird, dazu bestimmt ist, daß der Arm-Anschlag **169** im Takt abgestimmt mit der Vorwärtsbewegung der Wanne **56**, wie sie durch die Roboter-Steuerungs-Prozesse **702** sowie durch die PLC **718** vorgegeben wird, hin und her bewegt wird, so daß jede Nadel in jeder Förderwanne **56** weiter vorpositioniert und orientiert wird. Nachdem die Nadel orientiert ist, wird der Arm-Anschlag **169** in seine Position über der Förderwanne **56** zurück bewegt, um die nächste Nadel zur weiteren Orientierung in der zuvor beschriebenen Weise zu erwarten.

#### Präzisions-Positionierung und bewegliche Anschlag-Baugruppe

**[0224]** Nachdem die Nadel **39** durch den Pflug in der Förderwanne **56** orientiert und in der zuvor im Zusammenhang mit den [Fig. 13\(a\)](#) bis [Fig. 13\(e\)](#) sowie [Fig. 14\(a\)](#) und [Fig. 14\(b\)](#) beschriebenen Weise vorpositioniert wurde, wird sie zur Präzisions-Positionierung vor der Aufnahme in das automatische Stauch-System **200** zu einer Präzisions-Positionierungs-Station gefördert. Die Präzisions-Positionierungs-Station und eine bewegliche Anschlag-Baugruppe **120** sind in den [Fig. 15\(a\)](#) und [Fig. 15\(b\)](#) dargestellt, wobei die [Fig. 15\(a\)](#) eine Draufsicht und die [Fig. 15\(b\)](#) eine Seitenansicht der Vorrichtung ist. Die in den [Fig. 15\(a\)](#) und [Fig. 15\(b\)](#) dargestellte Anschlag-Baugruppe **120** ist der Mechanismus zur Realisierung eines Anschlages der in der Förderwanne **56** beförderten Nadel, wenn die Wanne am Aufnahmepunkt für die Nadel-Stauch-Station **200** ihr Ziel erreicht hat. Der Anschlag **120** (dargestellt in den [Fig. 17\(a\)](#) und [Fig. 17\(b\)](#)) ergibt eine genaue Positionierungsfläche für die Nadel in der Wanne **56**. Typischerweise realisiert der Anschlag **120** eine auf 25 µm (0,001 Zoll) genaue Positionierung gegenüber einer bezeichneten Bezugsposition für das nachfolgende Stauchen. Der Anschlag unterscheidet sich vom Messerschneiden-Anschlag, wie er im Zusammenhang mit der vorigen Maschinengeneration beschrieben wurde, insofern, daß der Messerschneiden-Anschlag nach der vorhergehenden Anmeldung ein fester Anschlagmechanismus war, während der in den [Fig. 15\(a\)](#) und [Fig. 15\(b\)](#) dargestellte Mechanismus ein beweglicher Anschlag ist. Die bewegliche Anschlag-Baugruppe **120** wird aus der Bahn heraus bewegt, um Platz für die Förderwanne **56** zu schaffen, wenn sie ihre Abwärtsbewegung zur Rückkehr an das entgegengesetzte Ende des Förderers fortsetzt.

**[0225]** Wenn die Förderwanne **56**, wie in [Fig. 15\(a\)](#) dargestellt, ihre Endposition erreicht, wird der bewegliche Anschlag **120** in den Präzisions-Förderer hinein bewegt, um das Schaftende **44** an seiner Nadel-Stirnfläche **120**, wie in den [Fig. 17\(a\)](#) und [Fig. 17\(b\)](#) dargestellt, zu empfangen. Wenn die Wanne **56** ihre Endposition erreicht, erreichen die Greiferbacken **201** und **202** (dargestellt in den [Fig. 31\(a\)](#) bis [31\(f\)](#)) der Stauchvorrichtung die entgegengesetzte Seite des Nadel-Anschlages **120**. Die Nadel wird somit während des Aufnehmens durch die Nadelfläche **120a** des Anschlages **120** an einer Abwärtsbewegung gehindert. Sie wird weiterhin an einer seitlichen Bewegung durch die Klemmbacken **136** und **137** der Förderwanne, an einer Rückwärtsbewegung

durch die Förderwanne **56** selbst und an einer Vorwärtsbewegung durch die Vorderseite des Mehrachsgreifers an der Stauchmaschine, welcher die Nadel aufnehmen soll, gehindert. Der Mehrachsgreifer hat drei Greiferstifte **180**, **181** und **182**, welche sich an die Nadel anlegen, um deren Position und Orientierung nach der Beendigung der Überführung beizubehalten. Nachdem die Klemmbacken **136** und **137** geöffnet und der Greiferstift **182** des Mehrachsgreifers geschlossen ist, wird der Anschlag **120** in Richtung des Pfeiles „A“ in [Fig. 15\(a\)](#) zurückgezogen, um Platz für die Bewegung der Klemmbacken **137** und **138** in der Wanne **56** sowie für die Bewegung des Schaftendes der Nadel zu schaffen, wenn sie durch den Mehrachsgreifer aus ihrer Position bewegt wird. Um weiteren Platz für das Schaftende der Nadel zu schaffen und um deren Verlagerung aus der präzisen Position heraus zu verhindern, ist die Rückfläche des Anschlages **120** abgeschrägt, wie es in [Fig. 17\(b\)](#) mit **120b** bezeichnet ist.

**[0226]** Der Anschlag **120** ist in einem Schwenkarm **172** mittels eines Schwenkstiftes **173** und einer Schraubenfeder **174** federnd befestigt, welche die Position des Anschlages halten, aber für den Fall einer Fehlaustrichtung des Präzisions-Förderers eine Abkippmöglichkeit für den Anschlag schaffen. Die Abkippmöglichkeit verhindert jegliche Schäden durch den Anschlag **120** an der Förderwanne **56** im Falle irgendeiner Fehlfunktion der Vorrichtung. Der Schwenkarm **172** wird mittels einer Führungsrolle **176** und einer Nockenscheibe **177**, welche durch eine lange Antriebswelle vom Camco-Antriebsmotor **110** über eine Riemenantriebs-Baugruppe **178** um den Schwenkpunkt **175** geschwenkt.

**[0227]** Die Nockenscheibe **177** ist in [Fig. 16\(c\)](#) dargestellt und bewirkt eine Hin- und Herbewegung des Anschlag-Mechanismus während jeder Rastperiode um etwa 3 mm (1/8 Zoll). Die mit A-A' bezeichnete Nockenfläche ist die Strecke der Hin- und Herbewegung, die Rastperiode B ist die Rastperiode im zurückgezogenen Zustand, die Rastperiode D ist die Eingriffs-Rastperiode und C ist eine der Übergangsperioden. Der Schwenkarm **172** wird durch eine Zugfeder **179** zur Anlage an die Nockenfläche gezogen. Wenn die Nockenscheibe **177** gedreht wird, wird der Anschlag über einen Drehwinkel der Nockenscheibe von etwa 195° in seiner Anlage-Position und über einen Drehwinkel von etwa 120° in seiner zurückgezogenen Position mit dazwischen liegenden Übergangsperioden gehalten. Die Übersetzungsverhältnisse des Riemenantriebes **178** sind derart gewählt, daß die Nockenscheibe **177** für jeden Vorschub-Schritt der Förderwanne **56** eine Umdrehung vollzieht.

#### Mehrachsgreifer

**[0228]** Nunmehr wird auf [Fig. 18](#) Bezug genommen, wo der Mehrachsgreifer **184** eine Nadel vom Präzisions-Förderer **106** mit dem beweglichen Anschlag-Mechanismus **120** aufnimmt und diese Nadel durch den Stauchvorgang **200** transportiert, wobei Nahtmaterial in das Schaft-Ende der Nadel eingesetzt und das Metall der Nadel rund um das Nahtmaterial gestaucht wird. Es ist sicherlich verständlich, daß eine Handhabung mit hoher Präzision notwendig ist, wenn der Durchmesser der Schaftöffnung nur etwa 0,27 mm (0,0106 Zoll) und der Durchmesser des Nahtmaterials nur etwa 0,22 mm (0,0088 Zoll) betragen, insbesondere, wenn der Stauchvorgang in weniger als 0,5 Sekunden beendet sein muß, um eine Zyklusfrequenz von 80 Nadeln pro Minute einhalten zu können. Der Mehrachsgreifer **184** transportiert die Nadel auch durch die Zugprüfungs-Station **400**, wo die Nahtmaterialverbindung geprüft wird sowie zum Verpackungsbereich **500**, wo das armierte Nahtmaterial (Nadel und Nahtmaterial) automatisch verpackt werden.

**[0229]** Wie in [Fig. 18\(a\)](#) zusehen ist, ist der Greiferabschnitt des Mehrachsgreifers mit drei Nadel-Greiferstiften **180**, **181** und **182** dargestellt, die sich von dem Greifer nach außen erstrecken, um sich an einen Teil der darin befindlichen Nadel **39** anzulegen. Die Stifte **180** und **181** sind fest, und der Stift **182** ist entlang eines Kanals **182** hin und her beweglich, um die Nadel **39** in einer Drei-Punkt-Anlage zu halten. Der beweglich Anschlag **120** ergibt einen präzisen Positionierungspunkt für das Schaftende der Nadel **39**, und die Stifte **180** und **181** des Mehrachsgreifers ergeben eine exakte Bogen-Plazierung für die Nadel. Es ist wichtig anzumerken, daß die Mehrachsgreifer-Stiftnordnung an verschiedene Größen und Krümmungen von Nadeln angepaßt werden kann, wobei deren präzise Positionierung erhalten bleibt.

**[0230]** Wie in [Fig. 18\(b\)](#) dargestellt, ist ein Schieber **489** in einer Bohrung **1002** gelagert und darin längsbeweglich. Ein Hebel **1008** dreht sich um einen ersten Schwenkstift **1006** und ist über einen zweiten Schwenkstift **1004** an einem ersten Ende **1008a** des Hebels **1008** drehbar und gleitend mit dem Schieber **489** verbunden. An einem zweiten Ende **1008b** des Hebels **1008** ist ein Stift **182** fest angebracht, welcher um den ersten Schwenkstift **1006** rotiert. Der Hebel **1008** und damit auch der Stift **182** sind durch eine Feder **1010**, welche an einem Anschlag **1012** anliegt, in Schließstellung vorgespannt. Wenn der Schieber **489** niedergedrückt wird, verschiebt er sich in der Bohrung **1002**, was den Hebel **1008** zu einer Drehung um den ersten Schwenkpunkt **1006** veranlaßt. Dadurch wiederum wird der Stift **182** gegen die Vorspannung der Feder **1010** geöffnet, um die darin anliegende Nadel **39** freizugeben.



**[0231]** In Funktion wird eine Vielzahl von Mehrachsgreifern verwendet, deren jeder eine einzelne Nadel zum Stauchen, Zugprüfen und Verpacken ergreift. Bezugnehmend auf die [Fig. 9](#), [Fig. 15\(a\)](#) und 18, wo der Mehrachsgreifer in Position bewegt wird, wird der Stift **182** geöffnet und der Greifer zur Nadel hin bewegt, so daß die offenen Stifte auf jeder Seite der Nadel dargestellt sind. Dann werden die Klemmbacken **136** und **137** der Präzisions-Förderwanne geöffnet, und während der Überführung ruht die Nadel auf dem beweglichen Anschlag **120**. Dann wird der Stift **182** des Mehrachsgreifers geschlossen, um die Nadel zu erfassen, und der bewegliche Anschlag wird von der Anlage an der Nadel und von den Klemmbacken **136** und **137** des Präzisions-Förderers weg zurückgezogen, um es dem Präzisions-Förderer zu ermöglichen, die Nadel zur Nadel-Überführungs-Position vorzuschieben.

#### Nahtmaterial-Ziehen und -Schneiden

**[0232]** Gleichzeitig mit der Positionierung und Überführung der chirurgischen Nadel zum Mehrachsgreifer auf dem Stauch-Drehtisch werden an der Nahtmaterial-Zieh- und -Schneidestation **300** vorgegebene Längen von Nahtmaterial gezogen und geschnitten, wie es in den Schritten **18** bis **24** der [Fig. 3\(a\)](#) angegeben ist.

**[0233]** Die [Fig. 19](#) zeigt eine Vorderansicht einer konstruierten Ausführungsform des Servoturmes **300** und zeigt auch die durchlaufende Nahtmaterialbahn. Das Nahtmaterial **42** wird mit einem Ende von einer Zufuhrrolle **302**, die auf einer Seite des Servoturmes montiert ist, durch das Zentrum einer ringförmigen Führungsscheibe **302** in eine mechanische Spannvorrichtung **306** gezogen. Die mechanische Spannvorrichtung **306** kann einen stationären Führungsrahmen **308** und einen um einen Stift **312** schwenkbaren Führungsrahmen **310** am unteren Ende des stationären Führungsrahmens umfassen. Sowohl der stationäre Führungsrahmen als auch der schwenkbare Führungsrahmen weisen eine Serie im Abstand voneinander angeordneter Führungselemente auf, deren jedes eine zentrale Führungsöffnung hat, die abwechselnd angeordnet sind, so daß die im Abstand voneinander angeordneten Führungselemente des schwenkbar montierten Führungsrahmens mit den im Abstand voneinander angeordneten Führungselementen des stationären Führungsrahmens abwechseln. Der schwenkbar montierte Führungsrahmen **310** ist auf dem Montagestift **312** mittels einer Feder vorgespannt, so daß sein Oberteil vom Oberteil des stationären Führungsrahmens weg gedreht wird, und das sich abwechselnd zwischen den Elementen des stationären Führungsrahmens und den Elementen des schwenkbaren Führungsrahmens erstreckende Nahtmaterial wird gespannt, wenn es dort hindurchgezogen wird.

**[0234]** Das Nahtmaterial erstreckt sich dann zu einer Spannrolle **314**, die es zweimal umschlingt und die mit einem Ende mit einem Drehmomenten-Motor **316** verbunden ist, welcher auf das Nahtmaterial **42** eine vorgegebene Spannung aufbringt, während es von der ersten und zweiten Greiferbaugruppe **232** bzw. **230** durch den Servoturm gezogen wird. Jede andere Nahtmaterialgröße und jedes andere Material erfordert eine andere daran angelegte Spannung, wenn das Material durch die Vorrichtung gezogen wird. Der Drehmomenten-Motor **316** liefert für jede(n) andere(n) Nahtmaterial-Größe und -Typ eine andere Spannkraft, und die spezifische Spannkraft (in Gramm pro an den Drehmomenten-Motor angelegtes Volt) wird bei jedem Wechsel der Nahtmaterial-Charge von einem Computerprogramm heruntergeladen. Die genaue mechanische Spannung ist für verschiedene hier beschriebene Arbeitsgänge von Bedeutung, und sie ist besonders wichtig für die Funktion der Schneidebaugruppe, um einen sauberen Schnitt ohne Pinselbildung zu erzielen.

**[0235]** Das Nahtmaterial erstreckt sich dann zu einem Kein-Nahtmaterial-Sensor **317** und dann durch ein Paar einander gegenüber liegender Rollen **318** und **320** eines Knotendetektors. Eine Rolle **318** dieses Rollenpaares ist an einem Ende eines Hebelarmes **322** montiert, und wenn ein Knoten zwischen diesem Paar einander gegenüber liegender Rollen durchläuft, stößt er den Hebelarm weg, und die Bewegung des Hebelarmes wird durch einen Photodetektor **324** festgestellt. Das Nahtmaterial **42** läuft dann zur Richtungsänderung um eine Leerlaufrolle **326**, zur weiteren Richtungsänderung um eine weitere Leerlaufrolle **328**, von wo sich das Nahtmaterial **42** senkrecht nach unten durch eine erhitzte Anspitz-Baugruppe **330** erstreckt, welche eine kurze Strecke des Nahtmaterials erhitzt und bleibend versteift. An dieser Stelle wird das Nahtmaterial anschließend geschnitten und die geschnittene Spitze in eine Nadel eingesetzt und diese gestaucht. Das Nahtmaterial **42** erstreckt sich dann von der Anspitz-Baugruppe zu einer großen Leerlaufrolle **332**, die in der Nähe des Bodens der Maschine angebracht ist und einen Durchmesser von etwa 178 mm (7 Zoll) hat, wo das Nahtmaterial seine Richtung ändert und vertikal nach oben zur ersten und zweiten Greiferbaugruppe **228** und **229** weiterläuft. Von diesen ist nur eine (**229**) sowie weiterhin die Nahtmaterial-Schneidebaugruppe **334** und eine Nahtmaterial-Stauch-Station **200** in [Fig. 19](#) sichtbar.

**[0236]** [Fig. 22](#) ist eine schematische Darstellung der verschiedenen Positionen im Servoturm einschließlich, von unten nach oben, der großen Leerlaufrolle **322**, der unteren Servogreifer-Position **338**, der Position **340**

der Schneideklinge, der Ausgangsposition **342** des Servogreifers und der Einsetz-End-Position **344** des Servogreifers. Während des Einsetzvorganges wird das geschnittene Ende des Nahtmaterials durch eine trichterförmige Öffnung **203** in einem Trichterelement **213** in die Öffnung am Ende einer Nadel geführt, nachdem ein beweglicher Amboß **202** relativ zu einem festen Amboß **201** des Stauchwerkzeuges bewegt worden ist, um die Nadel zu stauchen und so das Nahtmaterial mit der Nadel zu verbinden.

**[0237]** Bei dieser Ausführungsform befindet sich nach der Initialisierung eine Greiferbaugruppe in einer Ausgangsposition 50,8 mm (2,000 Zoll) unter der Stirnseite der Stauchwerkzeug-Befestigungsfläche, was eine Bewegung von 51,6 mm (2,030 Zoll) von der Ausgangsposition in die Einsetzposition erlaubt. Ein Annäherungsschalter ist in jedem Turm 50,8 mm (2,000 Zoll) unter der Stirnseite der Stauchwerkzeug-Befestigungsfläche angeordnet, um während des Initialisierungsvorganges die Ausgangsposition festzulegen.

**[0238]** Angenommen, die Maschine ist anfangs zum Schneiden des Nahtmaterials auf die gewünschte Länge eingestellt, dann wird die Schneidebaugruppe **334** durch Betätigung der Handkurbel **494** zu einer vorgegebenen vertikalen Position in der Stauchmaschine bewegt. Dies erfolgt durch Ausrichten eines Zeigers für die Schneidebaugruppe zu einer vertikalen Skala, die bei **335** an der Seite der Stauchmaschine angeordnet ist, ähnlich der vertikalen Skala **354** für die Anspitz-Baugruppe, wie sie in den [Fig. 19](#) und [Fig. 20](#) dargestellt ist.

**[0239]** Es wird angenommen, daß die untere Greiferbaugruppe beim Betrieb der Vorrichtung sich gerade von der Ausgangsposition weg zu bewegen beginnt. In der Ausgangsposition stoppt die Greiferbaugruppe und wartet eine vorgegebene Zeit, während der die Nadel in einer Position zum Einsetzen in die Stauch-Station **200** vorgeklemmt ist, und bewegt sich dann in die Einsetzposition. Die folgenden Arbeitsgänge werden dann im wesentlichen gleichzeitig ausgeführt. Die untere Greiferbaugruppe schließt, zugleich werden die Anspitzbaugruppe **330** und das Stauchwerkzeug betätigt, um die Nadel rund um das Nahtmaterial zu stauchen und dieses dort zu befestigen. Danach wird die Schneidebaugruppe **334** aktiviert. Sie schneidet den angespitzten Bereich durch, um das Nahtmaterial auf die gegebene Länge zu schneiden. Danach öffnet die obere Greiferbaugruppe, und die Baugruppe kehrt in die Bodenposition zurück. Zugleich bewegt sich die untere Greiferbaugruppe nach oben in die Ausgangsposition, und der Zyklus wird wiederholt.

**[0240]** Nach der Entnahme der gestauchten Nadel, mit der daran befestigten Nahtmateriallänge aus der Vorrichtung, wird diese Anordnung einem Sterilisationsprozeß unterzogen, wobei die Nahtmateriallänge ein wenig schrumpft. Demzufolge muß das Nahtmaterial auf eine Länge geschnitten werden, die ein wenig größer ist als die gewünschte (bzw. auf dem Etikett angegebene) endgültige Länge, um diese Schrumpfung zu kompensieren.

**[0241]** Die folgende Tabelle gibt für Seiden-Nahtmaterialien der linken Spalte die handelsübliche (bzw. auf dem Etikett angegebene) Nahtmateriallänge, in der mittleren Spalte die untere Servoposition der unteren Greiferbaugruppe unter der Stirnfläche der Stauchwerkzeug-Befestigungsplatte und in der rechten Spalte die Schnittlänge des Nahtmaterials vor der Schrumpfung an. Die Schrumpfung von VICRYL während der Sterilisation beträgt etwa 3% der Tabellenwerte für Seide.

Nennwert	Servo	zulässig für
457,2 mm (18 Z.)	419,4 mm (16,510 Z.)	466,9 mm (18,380 Z.)
685,8 mm (27 Z.)	648,0 mm (25,510 Z.)	695,5 mm (27,380 Z.)
762,0 mm (30 Z.)	724,2 mm (28,510 Z.)	771,7 mm (30,380 Z.)
914,4 mm (36 Z.)	876,6 mm (34,510 Z.)	924,1 mm (36,380 Z.)

**[0242]** Wie oben beschrieben, muß die vorgegebene Länge des Nahtmaterials nach dem Erhitzen in der Anspitzbaugruppe abkühlen, um das Erstarren und Aushärten des Nahtmaterials vor dem Schneiden desselben in dem ausgehärteten Abschnitt und dem Einsetzen des geschnittenen versteiften Endes in eine Nadel zu ermöglichen. Das Kühlen des Nahtmaterials ist bei dieser Ausführungsform in der Weise vorgesehen, daß man eine diskrete Anzahl von Maschinen-Schneidezyklen zwischen dem Anspitzen des Nahtmaterials und dem Schneiden des Nahtmaterials vergehen läßt. Dies erfolgt, indem eine Nahtmaterial-Bewegungsstrecke vorgegebener Länge zwischen der Anspitzbaugruppe und der Schneidebaugruppe vorgesehen ist. Daher verläuft die Bahn des Nahtmaterials von der Nahtmaterial-Anspitzbaugruppe **330**, die in der Nähe des oberen Endes des Servoturmes angeordnet ist, zum Boden der Maschine rund um die große Leerlaufrolle **332** und dann wieder nach oben zur Schneidebaugruppe **334**. Der relativ zu den anderen Leerlaufrollen **326** und **328** große Durchmesser der Leerlaufrolle **332** ist wegen der geringen Länge des in der in der Anspitzbaugruppe **330** erhitzten Nahtmaterials vorgesehen, welches in der Zeit zu erstarren und auszuhärten begonnen hat, in welcher

der erhitzte Abschnitt die große Leerlaufrolle erreicht. Deren großer Durchmesser ermöglicht es dem Nahtmaterial, um sie herum zu laufen, ohne daß es eine dauernde Krümmung annimmt, weil ein gerades Nahtmaterial ohne Krümmung erwünscht ist, wenn es nachfolgend geschnitten und in eine Nadel eingesetzt wird. Die Leerlaufrollen **326** und **328** haben typischerweise einen Durchmesser von 12,7 mm (0,5 Zoll), während die Rolle **332** mit großem Durchmesser vorzugsweise einen solchen von mehr als 152 mm (6,0 Zoll) und bei einer Ausführungsform von 177,8 mm (7,0 Zoll) hat.

**[0243]** Die Wirkungsweise der Maschine hängt von der diskreten Anzahl von Schneidevorgängen ab, die zwischen dem Anspitzen und dem Schneiden durchgeführt werden. Entsprechend der jeweils unterschiedlichen Länge des geschnittenen Nahtmaterials, muß die Anspitzbaugruppe **330** an verschiedenen vorgegebenen Positionen innerhalb der Maschine positioniert werden, damit der angespitzte Abschnitt des Nahtmaterials nach einer gegebenen Anzahl von Maschinenzyklen richtig und genau an der Schneidebaugruppe **334** ankommt.

**[0244]** Die folgenden Tabellen geben in ihren Spalten von links nach rechts an: die Nahtmateriallänge laut Etikett, die tatsächliche Nahtmateriallänge, die Anzahl der Maschinenzyklen bzw. Schritte, die zwischen dem Anspitzen und dem Schneiden vorgesehen sind, die gesamte Bahnlänge des Nahtmaterials zwischen Anspitzen und Schneiden, die vertikale Position der Anspitzbaugruppe über der Oberseite des Tisches sowie die Zeigerposition der Anspitzbaugruppe über dem Tisch auf der Skala (wird nachfolgend näher erläutert).

Nahtmateriallänge				über Tischoberseite	
Etikett	tatsächl.	Schritte	insgesamt	Anspitzer	Zeiger
457,2 mm (18 Zoll)	482,6 mm (19 Zoll)	6	2896 mm (114 Z.)	702,1 mm (27,64 Z.)	657,6 mm (25,89 Z.)
685,8 mm (27 Zoll)	711,2 mm (28 Zoll)	4	2845 mm (112 Z.)	651,3 mm (25,64 Z.)	606,8 mm (23,89 Z.)
762 mm (30 Zoll)	787,4 mm (31 Zoll)	4	3150 mm (124 Z.)	956,1 mm (37,64 Z.)	911,6 mm (35,89 Z.)
914,4 mm (36 Zoll)	920,8 mm (36,25 Z.)	3	2762 mm (108,75 Z.)	568,7 mm (22,39 Z.)	524,3 mm (20,64 Z.)

**[0245]** **Fig. 20** zeigt eine vergrößerte Vorderansicht der Nahtmaterial-Anspitzbaugruppe, in welcher ein Stück geringer Länge des Nahtmaterials erhitzt wird, um das Nahtmaterial bei der nachfolgenden Abkühlung desselben als Vorbereitung für das Schneiden auf eine gegebene Länge und Einsetzen des vorderen Schnittendes in das Ende einer Nadel zum Befestigen durch Stauchen zu versteifen. **Fig. 20** zeigt die Bewegung der Anspitzbaugruppe **330** entlang einer vertikalen Skala **354**, die neben der Anspitzbaugruppe **330** vorgesehen ist. Die vertikale Position der Anspitzbaugruppe in der Maschine ist mittels einer Handkurbel **356** und einer Präzisions-Leitspindel **358**, ähnlich dem oben beschriebenen Positionierungsmechanismus für die Schneidebaugruppe, einstellbar. Wenn die Handkurbel gedreht wird, wird die vertikale Position der Anspitzbaugruppe **330** in der Maschine verändert und durch Ablesen der Stellung des an der Anspitzbaugruppe **330** angebrachten Zeigers **360** auf der Skala **354** präzise positioniert. Für die Maschine ist eine Karte vorgesehen, welche für jede gewünschte Nahtmateriallänge die richtige Position des Zeigers **360** der Anspitzbaugruppe **330** auf der senkrechten Skala **354** sowie die entsprechende Position des Schneidemechanismus **334** auf der vertikalen Skala **335** angibt.

**[0246]** Bei dieser Ausführungsform ist die Position des Schneidemechanismus entlang der Ziehachse einstellbar, um die Herstellung verschiedener Längen des geschnittenen Nahtmaterials zu ermöglichen. Für jede unterschiedliche Schneideposition des Schneidemechanismus ist der Anspitzmechanismus an einer anderen vorgegebenen Position in der Maschine einstellbar, um dafür zu sorgen, daß der angespitzte Abschnitt nach einer ganzzahligen Anzahl von Maschinenzyklen präzise am Schneidemechanismus positioniert ist.

**[0247]** Bei einer alternativen Ausführungsform, welche nicht dieses Merkmal einer unbegrenzten Einstellbarkeit aufweist, werden verschiedene Standardlängen des Nahtmaterials empfohlen und durch verschiedene Standardpositionen vorgegeben, welche an der Maschine durch Stifte vorgegeben sind, in welchen der Schneidemechanismus durch Stiffaufnahmelöcher in den Standardpositionen an der Maschine fixiert wird. Beispielsweise könnte der Schneidemechanismus in eine Position zum Schneiden von 457,2 mm-(18 Zoll)-Nahtmaterial bewegt und am Rahmen durch Einsetzen von Platzierungsstiften in Stiffaufnahmelöcher in der Maschine, die dem 457,2 mm-(18 Zoll)-Nahtmaterial zugeordnet sind, fixiert werden. Der Schneidemechanismus könnte auch in Positionen zum Schneiden von 685,8 mm-(27 Zoll-), 762 mm-(30 Zoll-) oder 914,4 mm-(36 Zoll-)

Zoll-)Nahtmaterial durch Einstecken der Plazierungsstifte in die Stiftaufnahmelöcher bewegt werden, die an der Maschine für Nahtmaterialien dieser Länge vorgesehen sind. Jede der verschiedenen Positionen kann einen gesondert dafür vorgesehenen Annäherungsschalter haben, welcher der Steuerung die Position des Schneidemechanismus anzeigt und jene Steuerung dann die richtige Servogreifer-Grundposition herunterlädt. Die richtige Position des Anspitzmechanismus ist für jede der unterschiedlichen Schneidemechanismus-Positionen bekannt.

[0248] Die [Fig. 20](#) und [Fig. 21](#) zeigen den Heizkörper **362** der Anspitzbaugruppe **330** und die Vertikalbewegung des Nahtmaterials **42** nach unten (Vorderansicht, [Fig. 20](#)) und durch eine Nahtmaterial-Anspitzöffnung **364** (Draufsicht, [Fig. 21](#)) hindurch, die an der rechten Seite der Anspitzbaugruppe angeordnet ist. Die [Fig. 21](#) zeigt weitere Einzelheiten des Stromes erhitzter Luft durch die Anspitzbaugruppe hindurch sowie deren Steuerung, um die Spitze des Nahtmaterials selektiv zu erhitzen. Wie zuvor beschrieben, wird die Anspitzbaugruppe **330** in der Nähe des oberen Endes der Maschine befestigt, so daß eine diskrete Anzahl von Maschinenzyklen erforderlich ist, bis das Nahtmaterial die Schneideposition erreicht. Dies gibt dem angespitzten Bereich Zeit zum Abkühlen bevor er, die Schneide- und Einsetzarbeitgänge erreicht. Die Anspitzbaugruppe arbeitet mit einer Luftströmung, die bei geregelterm Druck durch eine Lufteinlaßleitung **366** mit einer geregelten Strömungsgeschwindigkeit, die bei einer Ausführungsform 5,52 Kubikmeter pro Stunde (195 Kubikfuß pro Stunde) beträgt, über eine Heizspule geleitet wird, die im äußeren Heizkörpergehäuse **368** angebracht ist. Die Luft wird mit geregelterm Druck einem Durchflußmesser zugeführt, um den Luftstrom von 5,52 Kubikmeter pro Stunde (195 Kubikfuß pro Stunde) über die Heizspule einzuhalten. Ein Thermoelement **370** ist am Auslaßende des Heizkörpergehäuses im Luftstrom angeordnet, um die Lufttemperatur mittels einer Steuerung in einer programmierbaren Logiksteuerung (PLC) zu überwachen und zu steuern. Die Anspitzbaugruppe **330** wird in Abhängigkeit vom speziellen durchlaufenden Nahtmaterial bei verschiedenen Temperatur zwischen 93°C (200°F) und 288°C (550°F) betrieben. Die spezielle Temperatur wird bei jeder Nahtmaterial-Chargenänderung als Parameter von einem Betriebsprogramm heruntergeladen. Die Anspitzbaugruppe führt das Nahtmaterial und weist eine 50,8 mm (2,000 Zoll) lange Heizöffnung **364** zum Anspitzen dieser Länge auf.

[0249] Die konstante Strömung erhitzter Luft am Auslaß **368** fließt entweder 1) durch die Heizöffnung **364**, in welcher das Nahtmaterial **42** während des Anspitzvorganges mit Unterbrechungen gestoppt und positioniert wird, oder als Alternative 2) wird die erhitzte Luft durch einen Abzweigungskanal **372** schwallweise in die umgebende Atmosphäre geleitet, wie in [Fig. 21](#) dargestellt. Der Strom heißer Luft wird durch einen Pneumatikzylinder **374**, gesteuert von einem Elektromagneten **376** über Luftrohre **378** und **380** beeinflusst. Der Pneumatikzylinder **374** steuert die Position eines zurückziehbaren Gleitelementes mit einer Strömungsöffnung, welches in Abhängigkeit von der Position des Gleitelementes, welches durch einen Pneumatikzylinder gesteuert wird, wahlweise entweder vor 1) einem Kanal zur Heizöffnung **364** oder 2) dem Abzweigungskanal **372** positioniert wird.

[0250] Als ein Beispiel wurden die folgenden Parameter für das Anspitzen von geflochtenen VICRYL-Nahtmaterialien der Größen 1, 0, 2/0, 3/0 und 4/0 mittels Hitze ermittelt. Die Nahtmaterial-Spannung bezieht sich auf die Zugkraft im Gramm, welche die Spannrolle **314** und der Drehmomentenmotor **316** auf das Nahtmaterial aufbringen, wenn es von den Greifern durch die Maschine gezogen wird.

Nahtmaterialgröße	Anspitztemperatur ±13,8 K (±25°F)	Anspitzdauer ±25 ms	Nahtmaterialspannung ±25 Gramm
4/0	191°C (375°F)	380	275
3/0	202°C (395°F)	380	275
2/0	210°C (410°F)	380	275
0	218°C (425°F)	380	275
1	224°C (435°F)	380	275

[0251] Als ein weiteres Beispiel wurden die folgenden Steuerungsparameter für die Nahtmaterialspannung und die Hitze beim Anspitzen von Seiden-Nahtmaterial der Größen 2/0, 3/0 und 4/0 ermittelt. In der nachfolgenden Tabelle gibt die linke Spalte die handelsüblichen Nadeltypen, die nächste Spalte die Nadelgrößen, die nächste Spalte die Nahtmaterialgröße, die nächste Spalte die Nahtmaterialspannung, ausgedrückt durch die von der Spannrolle **314** aufgebrachte Kraft in Gramm, die nächste Spalte die Rastzeit beim Anspitzen, die nächste Spalte den Durchfluß an erhitzter Luft in Normal-Kubikmeter pro Minute (Standard-Kubikfuß pro Minute) und schließlich die rechte Spalte die Nahtmaterial-Anspitztemperatur an.



**[0252]** Die vorhergehenden Tabellen betrafen geflochtenes VICRYL- und Seiden-Nahtmaterial; entsprechende Tabellen könnten auch für andere Nahtmaterialien, wie beispielsweise Ethibond (geflochtenes Polyester) sowie Monofil- oder geflochtenes Nylon erstellt werden.

#### Anspitz-Parameter für Seiden-Nahtmaterial

Nadeltyp	Nadelgröße in mm (1/1000 Zoll)	Nahtmateri- algröße	Nahtmateri- alspanng. in Gramm	An- spitz-Rast- dauer in Se- kund.	Anspitz Luft- strom m <sup>3</sup> /min (SCFM)	Anspitz Temperatur °C (°F)
Toleranz	N/A	N/A	±10 Gramm	±0,02 Se- kund.	±0,14 (±5)	±8,3 (±15)
CT-1	0,99 (39)	2-0	275	0,380	5,38 (190)	149 (300)
CT-2	0,99 (39)	2-0	275	0,380	5,38 (190)	149 (300)
SH	0,66 (26)	2-0	275	0,380	5,38 (190)	149 (300)
SH	0,61 (24)	3-0	275	0,380	5,38 (190)	149 (300)
SH	0,56 (22)	4-0	275	0,380	5,38 (190)	149 (300)
SH-1	0,56 (22)	3-0	275	0,380	5,38 (190)	149 (300)
SH-1	0,46 (18)	4-0	275	0,380	5,38 (190)	149 (300)

**[0253]** [Fig. 23](#) zeigt eine Draufsicht auf eine Schneidebaugruppe, welche in zurückgezogener Position dargestellt ist. [Fig. 24](#) ist eine Draufsicht auf die Schneidebaugruppe von [Fig. 23](#), dargestellt in ausgefahrener Schneideposition. [Fig. 25](#) ist eine teilweise geschnittene Vorderansicht, ähnlich derjenigen von [Fig. 19](#), von der Schneidebaugruppe **334** der [Fig. 23](#) und [Fig. 24](#) und stellt den Antriebsmechanismus für die Schneidebaugruppe mit mehr Einzelheiten dar.

**[0254]** Die Schneidebaugruppe wird durch einen Pneumatikzylinder **384** betätigt, welcher während des Schneidevorganges einen Gleitmechanismus (Klingen-Überfahrblock) **386** aus der zurückgezogenen Position der [Fig. 23](#) in die ausgefahrene Position der [Fig. 24](#) bewegt. Der Pneumatikzylinder **384** hält zwei Antriebsstangen **386**, welche sich durch die Anordnung hindurch erstrecken und welche der Pneumatikzylinder hin und zurück bewegt, um die Schneidebaugruppe auszufahren und zurückzuziehen. Eine Querstange **388** verbindet die beiden Antriebsstangen **386** an ihren vom Schneidemechanismus entfernten Enden. Die anderen Enden der beiden Antriebsstangen **386** sind mit dem Gleitmechanismus (Klingen-Überfahrblock) **390** verbunden, auf welchem die Messerklinge **392** in geeigneter Weise zur gemeinsamen Bewegung mit jener zusammen befestigt ist.

**[0255]** Bezugnehmend auf die [Fig. 23](#), [Fig. 24](#) und [Fig. 25](#) wird ein erster Lokalisierungsarm **394** an seinem inneren Ende um einen ersten stationären Stift (in [Fig. 23](#) nicht dargestellt, aber ähnlich dem Stift **406**) geschwenkt und ist zugleich mittels eines Antriebsstiftes **398** schwenkbar mit einem ersten Verbindungsarm **400** in der Nähe von dessen Mittelabschnitt verbunden. In entsprechender Weise wird ein zweiter gegenüberliegender Lokalisierungsarm **404** an seinem inneren Abschnitt um einen zweiten stationären Stift **406** geschwenkt und ist zugleich mittels eines Antriebsstiftes **408** schwenkbar mit einem zweiten Verbindungsarm **410** in der Nähe von dessen Mittelabschnitt verbunden. Die zweiten Enden des ersten und des zweiten Verbindungsarmes **400** und **410** sind an den Überfahr-Stiften **412**, angebracht welche am Klingen-Überfahrblock **390** befestigt sind, wie es in [Fig. 25](#) dargestellt ist.

**[0256]** Während der Funktion, wenn der Überfahrblock **390** durch den Pneumatikzylinder **384** angetrieben und damit in seine ausgefahrene Position bewegt wird, werden der erste und der zweite Verbindungsarm **492** durch die Überfahrstifte **412** mitgezogen und ziehen ihrerseits an den Antriebsstiften **398** und **408** des ersten und des zweiten Lokalisierungsarmes **394** und **404**. Dies veranlaßt den ersten und zweiten Lokalisierungsarm **394** und **404** zur Drehung aus der offenen Position der [Fig. 23](#) in die geschlossene Position von [Fig. 24](#), und dies wiederum veranlaßt die Drehung des ersten und des zweiten Verbindungsarmes in die in den [Fig. 24](#) und [Fig. 25](#) dargestellte Position. Der erste Lokalisierungsarm **394** hat einen ersten Einsatz **414**, der an seinem Ende entnehmbar positioniert ist und eine konvexe V-Form **416** hat, und der zweite Lokalisierungsarm **404** hat einen zweiten Einsatz **418**, der an seinem Ende entnehmbar positioniert ist und eine konkave V-Form **420** hat. Wenn der erste und der zweite Verbindungsarm durch Drehen zusammengeführt werden, wie es in [Fig. 24](#) dargestellt ist, dann drückt der konvexe V-Einsatz **416** gegen den konkaven V-Einsatz **418**, um das Nahtma-

terial dazwischen in den Spitzen der V's festzuhalten. Die Einsätze sind entnehmbar und werden durch Klemmschrauben **422** in den Verbindungsarmen an Ort und Stelle gehalten.

**[0257]** Die Überfahrstifte **412** sind auf dem Überfahrblock **386** fest angebracht, aber sie sind in langgestreckten Schlitzen **424** im Überfahrblock **390** gegen durch Federn **426** belastete Kolben **428** angebracht. Nachdem die Lokalisierungsarme **394** und **404** gegeneinander gepreßt wurden, veranlaßt eine weitere Bewegung des Überfahrblockes **390** die Überfahrstifte **412** zum Zusammendrücken der mittels Federn **426** vorgespannten Kolben **428** sowie zu deren Längsbewegung in ihren Schlitzen **424**.

**[0258]** Während des Schneidevorganges, wenn der Pneumatikzylinder **384** den Überfahrblock **390** aus der zurückgezogenen Position der [Fig. 23](#) nach rechts in die ausgefahrene Position der [Fig. 24](#) bewegt, dann werden der erste Verbindungsarm **492** sowie der Lokalisierungsarm **394** zu einer Drehung im Uhrzeigersinn veranlaßt, wie es in den [Fig. 23](#) und [Fig. 24](#) dargestellt ist, und der zweite Verbindungsarm **410** sowie der Lokalisierungsarm **404** werden zu einer Drehung entgegen dem Uhrzeigersinn veranlaßt, wie es gleichfalls in den [Fig. 23](#) und [Fig. 24](#) dargestellt ist. Sie werden angetrieben, bis der konvexe V-Einsatz **416** am fernen Ende des ersten Lokalisierungsarmes **394** am konkaven V-Einsatz **418** am Ende des zweiten Lokalisierungsarmes **404** zur Anlage kommt, um die Position der [Fig. 24](#) einzunehmen, wenn das Nahtmaterial zwischen den Spitzen der V's der Einsätze eingeklemmt ist. Die Messerklinge **392** wird an dem Klingen-Überfahrblock **390** gehalten und von diesem auch nach rechts bewegt, um die in [Fig. 24](#) dargestellte Position einzunehmen. Eine weitere Bewegung durch den Klingen-Überfahrblock **390** nach rechts veranlaßt ein Zusammendrücken der hinter den Kolben **428** angeordneten Federn **426**, so daß die Einsätze **416** und **418** mit dem eingeklemmten Nahtmaterial nunmehr ortsfest sind. Jedoch veranlaßt eine weitere Bewegung durch den Klingen-Überfahrblock nach rechts, die Messerklinge **392** zur Fortsetzung der Linearbewegung nach rechts relativ zu den dann ortsfesten Positionierungseinsätzen **416** und **418**, um das dazwischen gehaltene Nahtmaterial durchzuschneiden. Die Schneideklinge **392** bewegt sich dann an den Seitenflächen der Einsätze entlang, wie es am besten in [Fig. 26](#) dargestellt ist, und schneidet das Nahtmaterial.

**[0259]** [Fig. 26](#) zeigt ein Seitenprofil des konkaven V-Einsatzes **418**, welcher drei getrennte konkave V-Arme **419** hat, um das Nahtmaterial zu positionieren. Der konvexe V-Einsatz hat drei entsprechende konvexe V-Arme, und die Messerklinge gleitet in der Nähe der mittleren V-Arme, wie es in [Fig. 26](#) dargestellt ist, um das Nahtmaterial zu schneiden. [Fig. 26](#) zeigt auch die Messerklinge **392**, wie sie in einem Positionierungsschlitz **436** zwischen einer Klingensbefestigungsanordnung **432** und einer abnehmbaren Klingenkappe **434**, welche mittels einer abnehmbaren Schraube **437** auf der Klingensbefestigungsanordnung **432** befestigt ist, gelagert ist.

#### Die Stauch-Drehtisch-Antriebs-Baugruppe

**[0260]** Die Antriebs-Baugruppe für den Stauch-Drehtisch **150** ist in den [Fig. 27\(a\)](#) und [Fig. 27\(b\)](#) dargestellt. Wie in [Fig. 27\(a\)](#) dargestellt, weist die Stauch-Drehtisch-Baugruppe **150** einen Stauch-Drehtisch **185** und eine Nocken-Drehtisch-Baugruppe **186** auf, die beide durch die Antriebseinrichtungen unabhängig voneinander angetrieben werden. Ein Antriebsmotor **187** treibt diese beiden Drehtische über eine erste Schrittschalt-Antriebs-Transmission **188** und eine zweite Schrittschalt-Antriebs-Transmission **189** über eine 90°-Untersetzungstransmission **190** an. Sie sind über einen Zahnriemen **191** miteinander gekoppelt. Die Schrittschalt-Antriebs-Baugruppen **188** und **189** sind „CAMCO“-Schrittschalt-Antriebe, Modell 350RGD 4H24-180, mit einer 10:1-Untersetzung in der Transmission **190** sowie einer Schwingbewegung für die Nocken-Drehtisch-Baugruppe **186**. Der erste CAMCO-Schrittschalt-Antrieb führt bei jeder Umdrehung des Transmissions-Antriebes **190** einen Antrieb über 180° sowie eine Rast über 180° aus, was für den ersten Schrittschalt-Antrieb **188** einen 90°-Rast-Antriebs-Zyklus ergibt. Der erste Schrittschalt-Antrieb **188** treibt eine Welle **192** um eine einzige Antriebsachse D-D', dargestellt in den [Fig. 27](#) und [Fig. 28](#), an. Sie ist in den Lagern **193a**, **193b**, **193c** und **193d** drehbar gelagert und wird durch eine Mitnehmerkappe **94** sowie durch einen Druckhals **196**, welcher am Ausgang des ersten Schrittschalt-Antriebes **188** angebracht ist, an Ort und Stelle gehalten. Eine Modular-Rahmen-Baugruppe **195** trägt die Antriebselemente um die Zentralachse D-D'.

**[0261]** Der zweite Schrittschalt-Antrieb **189** führt bei jeder Umdrehung des Eingangs-Riemenantriebes **191** ebenfalls einen Antrieb über 180°, einen zweiten Antrieb über 60°, eine Rast über 30°, einen Antrieb über 60° und eine Rast über 30° aus. Der Schrittschalt-Antrieb **189** liegt mit den Antriebs- und Rastzyklen des ersten Antriebes **188** in Phase. Während jeder Rastperiode des Stauch-Drehtisches **185** wird die Nocken-Drehtisch-Baugruppe **186** in einer Rastposition gehalten und dann gedreht, um die radiale Hin- und Herbewegung der Mehrachsgreifer bezüglich des Stauch-Drehtisches **185** zu ermöglichen.

**[0262]** Die Nocken-Drehtisch-Baugruppe **186** ist auf einem Antriebsring **197** montiert, welcher den Ausgang

des zweiten Schrittschalt-Antriebes **189** mit der Nocken-Drehtisch-Platte **186** verbindet, wie es in [Fig. 28](#) besser dargestellt ist. Der Antriebsring **197** ist mittels Nadellagern **198** drehbar auf einer Antriebswelle **192** gelagert, um einen einzigen Antriebszugang D-D' zur Drehung der Stauch-Drehtisch-Baugruppe **150** zu schaffen. Der Ringantrieb ergibt eine Auflage und einen Drehantrieb für die Nocken-Drehtisch-Baugruppe **186**. Die Verwendung dieses Ringantriebes trennt auch den Nocken-Drehtisch und den Stauch-Drehtisch von der Antriebsvorrichtung und gibt dem Bediener einen Arbeitsbereich zur Ausrichtung der Vorrichtung sowie erforderlichenfalls zum Auswechseln von Teilen. Der Ringantrieb **197** ist, wie bei Position **197a** dargestellt, durch einen Bolzen mit dem Ausgangs-Antriebsflansch des Schrittschalt-Antriebes **189** verbunden.

**[0263]** Der Stauch-Drehtisch **185** ist drehbar auf einer Kugel-Rast-Kupplung **199a** gelagert, welche fest an der Welle **192** angebracht ist und ermöglicht im Falle eines Festfressens eine Unterbrechung der Drehung zwischen den Antriebs-Kupplungsplatten **298** und **299**. Die Kupplung **199** und die Welle **192** ergeben auch eine Auflage und einen Drehantrieb für den Stauch-Drehtisch **185**.

**[0264]** Der ringförmige Nockentrieb **197** ist durch einen Bolzen mit dem Ausgang des zweiten Schrittschalt-Antriebes **189** verbunden, wie es bei **197a** dargestellt ist, und ermöglicht somit sowohl eine Auflage als auch eine Drehung der Nocken Drehtisch-Baugruppe **186**. In entsprechender Weise ermöglicht die Rast-Kupplung **199** wegen ihrer starren Befestigung auf der Welle **192** im Punkt **199a** eine körperliche Auflage sowie einen Drehantrieb für den Stauch-Drehtisch **185**.

#### Der Stauch-Drehtisch

**[0265]** Nun soll der Vorgang des Ausfahrens eines jeden der Mehrachsgreifer **184** zur Bearbeitung der Nadeln an jeder der Stationen **100**, **200**, **400** und **500** erläutert werden. Wie in den [Fig. 29\(a\)](#), [Fig. 29\(b\)](#) und [Fig. 29\(c\)](#) dargestellt, ist jeder Mehrachsgreifer **184** mit einem Schlitten **297** und einem Nocken-Gleitelement **296** verbunden. Die Nockenstifte **295a**, **295b**, **295c** und **295d** sind an einem Ende mit dem Nocken-Gleitelement **296** und am anderen Ende mit dem Mehrachsgreifer verbunden. Das Nocken-Gleitelement **296** kann in ortsfesten Führungen **294** und **293** gleiten und wird bei Betätigung des Nockenstiftes **295** zu einer Hin- und Herbewegung veranlaßt. Bei der in [Fig. 30\(a\)](#) dargestellten bevorzugten Ausführungsform sind die Nockenstifte **295a** bis **295d** Rollen, welche in die Nockenspur einer drehbaren Nocken-Drehtisch-Baugruppe **186** eingepaßt sind. Wie in [Fig. 30\(a\)](#) dargestellt, umfaßt die Nocken-Drehtisch-Baugruppe **186** eine Nocken-Drehtisch-Platte **292** mit einer durchgehenden Nockenspur **291**, welche jeweils die an den Mehrachsgreifern **184a**, **184b**, **184c** und **184d** angebrachten Nockenstifte **295a** bis **295d** aufnimmt. Jeder Nockenstift **295** wird in der Nockenbahn positioniert, damit an jeder Station die Bewegung darin erfolgen kann.

**[0266]** Wie in [Fig. 30\(a\)](#) dargestellt, ist der Nocken-Drehtisch **292** über dem Stauch-Drehtisch **185** positioniert und coaxial zu diesem angeordnet. Der Nocken-Drehtisch **292** ist um eine zentrale Achse drehbar und wird durch eine gesonderte Dreh-Schrittschalt-Transmission gesteuert, wie es zuvor beschrieben wurde, so daß er sich unabhängig von der Stauch-Drehtisch-Platte **185** drehen kann. Der Nocken-Drehtisch wird mit mehrfachen Antriebs- und Rastphasen angetrieben, wie es zuvor erläutert wurde, und das Ausmaß einer jeden Phase ist in [Fig. 30\(a\)](#) schematisch dargestellt. [Fig. 30\(a\)](#) zeigt auch die Nockenstifte **295a** bis **295d** in einer ersten zurückgezogenen Position in der Nockenspur **291**. Wenn sich die Drehtische in dieser Position befinden, befindet sich jeder der hin- und her beweglichen Schlitten und folglich auch die Mehrachsgreifer **184** in ihrer zurückgezogenen Position, wie es in den oben besprochenen [Fig. 29\(a\)](#) und [Fig. 29\(b\)](#) dargestellt ist. Um die Mehrachsgreifer **184** am Ort ihrer jeweiligen Stationen auszufahren, wird der Nocken-Drehtisch **292** relativ zur Stauch-Drehtisch-Platte **185** im Uhrzeigersinn um etwa 25 Grad bis 45 Grad gedreht, wie es durch den Pfeil A in [Fig. 30\(a\)](#) angedeutet ist, wodurch die Nockenstifte **295a** bis **295d** in ihrer Nockenspur **291** gezwungen werden, sich zum Außenrand des Drehtisches zu bewegen, wie es in [Fig. 30\(b\)](#) dargestellt ist. Folglich bewegt sich jeder der Nockenstifte **296**, der hin und her bewegliche Schlitten **297a** und der Mehrachsgreifer **184** in die ausgefahrene Position, wie in [Fig. 29\(c\)](#) dargestellt. Um sie zurück in die zurückgezogene Position zu bewegen, wird die Nocken-Drehtisch-Platte **292** relativ zur Stauch-Drehtisch-Platte **185** um etwa 20 Grad bis 30 Grad entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht, wodurch die Nockenstifte **295a** bis **295d** in der Nockenspur **292** zur Bewegung in ihre zurückgezogene Position ([Fig. 30\(a\)](#)) gezwungen werden. Folglich werden das Nocken-Gleitelement **296**, der hin und her bewegliche Schlitte **297a** und der Mehrachsgreifer **184** zurück in die zurückgezogene Position bewegt, wie es in [Fig. 29\(b\)](#) dargestellt ist und oben beschrieben wurde.

**[0267]** Es versteht sich, daß bei jeder Drehung der Nocken-Drehtisch-Platte **292** relativ zum Stauch-Drehtisch **185** jeder Mehrachsgreifer **184** durch die Nockenspur entweder ausgefahren oder zurückgezogen wird. Somit ist das System derart konstruiert, daß alle Prozesse an jeder Station gleichzeitig und etwa mit der gleichen Zeitdauer durchgeführt werden, wenn sich die Mehrachsgreifer in ihrer ausgefahrenen Position befinden, bei-

spielsweise zum Aufgreifen der Nadel, zum Stauchen der Nadel, zur Nadel-Zugprüfung oder zum Verpacken der Nadel.

[0268] Wenn der Mehrachsgreifer **184** zurückgezogen wird, kann die von ihm ergriffene Nadel dann zu einer anderen Station zur weiteren Bearbeitung weitergeschaltet werden. Um die Nadel zu einer anderen Station weiterzuschalten, werden sowohl die Stauch-Drehtisch-Platte **185** als auch die Nocken-Drehtisch-Platte **292** gemeinsam um etwa 90 Grad gedreht, um den Mehrachsgreifer an der nächsten Station zu positionieren. Wenn beispielsweise in **Fig. 29** die Nocken-Drehtisch-Platte **292** und die Stauch-Drehtisch-Platte **185** gemeinsam um 90 Grad entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht werden, hat der Greifer **184** die Nadel an Station **100** übernommen und wird nun zu Station **200** weitergeschaltet, damit sie dort durch Stauchen mit dem Nahtmaterial verbunden wird. Nach dem Stauchen werden die Nocken-Drehtisch-Platte **292** sowie die Stauch-Drehtisch-Platte **185** in entsprechender Weise gleichzeitig entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht, so daß die armierte Nadel an Station **200** zur Zugprüfungs-Station **400** zur Durchführung der Zugprüfung weitergeschaltet wird. Die gleichzeitig an jeder Station rund um den Stauch-Drehtisch durchgeführten Arbeitsgänge steigern den Durchsatz, um bei der bevorzugten Ausführungsform einen Ausstoß von etwa 80 zugeprüften, armierten chirurgischen Nadeln pro Minute zu erreichen.

[0269] **Fig. 29(a)** zeigt die Roll-Nockenoberfläche **1100**, welche auf den Mehrachsgreifer wirkt. Jeder der Mehrachsgreifer **184** ist mittels einer Aufsetz-Gleit-Baugruppe bezüglich des Nocken-Gleitelementes **296** linear beweglich angebracht, wobei die diesbezüglichen Einzelheiten im Zusammenhang mit den **Fig. 18(c)** und **18(d)** erläutert werden sollen. Wie dort angegeben, ist das Gehäuse **1102** des Mehrachsgreifers **184** auf einem Montageblock **1104** und einem Gleitelement **1106** befestigt, wobei das Gleitelement **1106** durch ein Federelement **1110** während der Hin- und Herbewegung des Gleitschlittens **1108** in Richtung der Ruheposition vorgespannt wird. Diese zweite Hin- und Herbewegung erfolgt quer zur Hin- und Herbewegung, welche durch das Nocken-Gleitelement **296** übertragen wird.

[0270] Bezugnehmend auf die **Fig. 31(a)** sowie **31(c)** bis **31(f)** wird der Rollen-Nocken **1100** dazu benutzt, eine Überlagerungsbewegung des Mehrachsgreifers auszuführen, wenn dieser durch die Stauchwerkzeug-Nockenplatte **186** nach außen bewegt wird. **Fig. 29(a)** zeigt einen typischen Überlagerungsantrieb, der benutzt wird, um die Nockenrolle **1100** zur Präzisions-Positionierungs-Station zu bewegen. Der Rollennocken **1100** ist auf einem Linear-Gleitelement **1112** befestigt, welches durch einen am Stauchwerkzeug-Rahmen befestigten Pneumatikmotor **1114** bewegt wird. **Fig. 29(a)** zeigt auch die Relativbewegungen des Mehrachsgreifers **184**, wobei der Pfeil A die Überlagerungsbewegung und der Pfeil B die Hin- und Herbewegung zeigt, welche aus der radialen Hin- und Herbewegung des Mehrachsgreifers **184** zum Punkt **184a** in **Fig. 29(a)** resultiert, und der Pfeil C zeigt die Drehbewegung des Stauchwerkzeuges **185**.

#### Nadel-Stauch-Station

[0271] Nun soll der Stauchvorgang beschrieben werden, der an der Stauch-Station erfolgt. Die **Fig. 31(a)** bis **31(f)** zeigen den Mehrachsgreifer **184** sowie die Stauch- und Nahtmaterial-Ausrichtwerkzeuge in verschiedenen Stufen der Aufeinanderfolge des Einsetzens des Nahtmaterials sowie des Stauchens der Nadel. Diese Folge sowie die Wechselwirkung der Werkzeuge in ihrer Beziehung zueinander, mit der Nadel sowie dem Einsetzen des Nahtmaterials, realisieren die Einsetz- und die Stauchfunktion mit einem Minimum an Einzelteilen und einfachen Bewegungen.

[0272] Nach dem Fördern der Nadel zur Stauch-Baugruppe **200**, wie in den **Fig. 33(a)** und **33(b)** dargestellt, wird der Mehrachsgreifer **184** vom Stauch-Drehtisch in radialer Richtung in einer Weise ausgefahren, die oben beschrieben wurde, um das Nahtmaterial-Aufnahmeende **43** der Nadel **39** in der trichterförmigen Werkzeugöffnung zu positionieren, die an den Enden der beiden Stauchwerkzeuge **201** und **202** ausgebildet ist und die in der **Fig. 31(a)** sowie in der perspektivischen Teilansicht der **Fig. 31(b)** dargestellt sind. Wie noch erläutert werden wird, ist das Stauchwerkzeug **201** ortsfest, während das Stauchwerkzeug **202** seitlich zum festen Stauchwerkzeug **201** hin bewegt wird, wie es durch den Pfeil angedeutet ist, um das Stauchen des Nahtmaterial-Aufnahmeendes einer dazwischen angeordneten Nadel auszuführen. Die trichterförmige Werkzeugöffnung **203** hat einen Austrittsdurchmesser, der ein wenig größer ist als der Durchmesser des Nahtmaterial-Aufnahmeendes **43** der Nadel **39**, und er wird gebildet, wenn die beiden Stauchwerkzeuge **201** und **202** nebeneinander angeordnet sind, wie es in den **Fig. 31(e)** und **31(f)** dargestellt ist. Bei der in den **Fig. 32(a)** und **32(b)** dargestellten bevorzugten Ausführungsform sind die Enden der beiden Stauchwerkzeuge **201** und **202** jeweils mit Vertiefungen **204** und **205** versehen, daß die als Folge des Stauchens der Nadel **39** auftretende Metallverformung nicht zur Grat- oder Spanbildung am Nahtmaterial-Aufnahmeende **43** der Nadel führt. Man beachte, damit in Abhängigkeit von der Größe (Durchmesser) der Nadeln und des Nahtmaterials verschiedene Sätze



von Stauchwerkzeugen vorgesehen werden können.

**[0273]** Um das Nahtmaterial-Aufnahme-Ende **43** der Nadel **39** präzise in der Werkzeugöffnung **203** zu positionieren, die von den Enden der Stauchwerkzeuge **201** und **202** gebildet werden, wird das bewegliche Stauchwerkzeug **202** zeitweilig wegbewegt. In der Darstellung der Stauch-Baugruppe **200** in **Fig. 33(a)** ist das Stauchwerkzeug **202** durch Betätigung des Pneumatikzylinders **206** vom festen Stauchwerkzeug **201** weg bewegt worden, wobei Kraft auf eine Zylinderstange **207** ausgeübt wird, so daß der Stauchwerkzeug-Betätigungshebel **208** um die Schraube **209** schwenkt und das bewegliche Stauchwerkzeug **202** um eine vorgegebene Strecke vom festen Stauchwerkzeug **201** weg bewegt. Bei der bevorzugten Ausführungsform wird der Hebel **208** durch eine Feder **210** vorgespannt, so daß das bewegliche Stauchwerkzeug **202** infolge der gespeicherten Federwirkung zum festen Stauchwerkzeug zurückkehrt, wenn der Druck im Pneumatikzylinder **206** abgeschaltet wird.

**[0274]** Die **Fig. 31(c)** zeigt das Werkzeug **201** in seiner festen Position und das bewegliche Werkzeug **202** in seiner Abstands-Position vor der Aufnahme der Nadel **39**, die vom Mehrachsgreifer **184** dargeboten wird. Das Nahtmaterial-Ausrichtungswerkzeug **211** mit der Nahtmaterial-Führungstrichterhälfte **211b** ist unter dem Stauchwerkzeug **201** angeordnet und kann innerhalb bestimmter Grenzen frei seitlich gleiten. Das Ausrichtungswerkzeug **211** hat einen Zapfen **211a**, welcher in einen Hohlraum **201a** ragt, der in dem Stauchwerkzeug **201** ausgebildet ist. Eine Druckfeder **201c** liegt an der Rückwand des Hohlraumes **201a** und an dem Zapfen **211a** an, so daß das Trichterwerkzeug **211** vorwärts gleitet, bis es an die Wandung des Hohlraumes **201b** anstößt. In dieser Position liegt es vor der Mittelachse, welche durch das Nahtmaterial-Aufnahmeende der Nadel definiert ist und dient als eine Auflage **211c**, welche sicherstellen hilft, daß sich das Nahtmaterial-Aufnahmeende **43** der Nadel **39** in der Position zum Stauchen befindet. In dieser Stufe des Zyklus sind die Teile nicht für das Einsetzen des Nahtmaterials positioniert, und der Nahtmaterial-Greifer **212a**, der das Nahtmaterial **42** mit seinem versteiften Ende **42a** greift, befindet sich in einer Rastphase. Das Nahtmaterial-Ausrichtungswerkzeug **213** mit der Trichterhälfte **214** ist mittels geeigneter Befestigungsmittel, die weiter unten im Detail beschrieben werden, am Stauchwerkzeug **202** befestigt und wandert mit diesem zusammen in die dargestellte offene Position.

**[0275]** Während sich die Stauchwerkzeuge im Abstand voneinander befinden, wird der Mehrachsgreifer **184** ausgefahren, um das Nahtmaterial-Aufnahmeende **43** der Nadel **39** in der Öffnung **203** zu positionieren, wie in den **Fig. 31(c)** und **33(a)** dargestellt. Nach dem Positionieren der Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung **43** der Nadel **39** an der Stauchwerkzeug-Öffnung **203** werden das Stauchwerkzeug **202** und das Nahtmaterial-Ausrichtungswerkzeug **213** zur Nadel **39** hin bewegt, wobei die Federkraft der Feder **210** (**Fig. 33(a)**) ausreicht, das Werkzeug **202** in die Lage zu versetzen, das Nahtmaterial-Aufnahmeende **43** präzise gegen das feste Stauchwerkzeug **201** zu drücken, ohne jedoch den dort ausgebildeten Hohlraum der Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung **43** zu verformen. Gleichzeitig wird der Nadel-Haltestift **182** im Mehrachsgreifer **184** durch eine nach unten gerichtete äußere Kraft auf einen Schieber **489**, wie oben beschrieben, angehoben, so daß die Nadel freigegeben wird und ihre Position jetzt durch den Griff der Stauchwerkzeuge **201** und **202** bestimmt wird. Die Bewegung der Werkzeuge **213** und **202** veranlaßt die Stirnfläche **213a** des Nahtmaterial-Ausrichtungswerkzeuges **213** zum Kontakt mit der entsprechenden Stirnfläche **211c** des Nahtmaterial-Ausrichtungswerkzeuges **211**. Die diese Bewegung veranlassende Federkraft ist stark genug, um die Feder **201c** zusammenzudrücken und bewegt das Trichterwerkzeug **211b** nach links, so daß der Zapfen **211a** nicht mehr an der Wandung **201b** des Hohlraumes anliegt. Die Bemessung der Werkzeuge **202** und **213** ist derart, daß diese Bewegung zur Bildung von zwei Trichterhälften **211b** und **214** führt, welche eine sanfte Kegelform bilden, die coaxial zum Nahtmaterial-Aufnahmeende **43** der Nadel **39** liegt. **Fig. 31(d)** zeigt das von den Stauchwerkzeugen **201** und **202** ergriffene Nahtmaterial-Aufnahmeende **43** vor dem Einsetzen des Nahtmaterials. Man beachte, daß der Austritts-Durchmesser der von den beiden Trichterhälften **211b** und **214** gebildeten kegeligen Trichterführung vorzugsweise gleich oder größer ist als der Durchmesser des angespitzten Nahtmaterialendes **42a** und kleiner als der Durchmesser des Nahtmaterial-Aufnahmeendes **43** der Nadel **39**, wie es in **Fig. 31(e)** dargestellt ist, so daß das angespitzte Ende **42a** des Nahtmaterialstranges dort leicht eingesetzt werden kann.

**[0276]** **Fig. 31(e)** zeigt einen Nahtmaterialgreifer **212a**, der vertikal in die Einsetzposition bewegt wird, was das versteifte Nahtmaterialende **42a** veranlaßt, in den Trichter **211b** und **214** einzutreten, von welchem es in die Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung **43** der axial dazu ausgerichteten Nadel geführt wird. Wenn der Strang in das Nahtmaterial-Aufnahmeende **43** der Nadel **39** (Schritt **23**), wie oben beschrieben, eingesetzt ist, dann erfolgt das automatische Stauchen der Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung. Bei der in **Fig. 33(a)** dargestellten bevorzugten Ausführungsform der Stauch-Baugruppe **200** liefert ein Pneumatikzylinder **219** den Druck, um den Nocken **215** zu betätigen, welcher einen Hebel **208** stützt, um das bewegliche Stauchwerkzeug **202** gegen das feste Stauchwerkzeug **201** zu pressen und somit das Stauchen des dazwischen platzierten Nahtmaterial-Auf-

nahmeendes der Nadel durchzuführen. Der Luftdruck wird dem Stauchzylinder **219** über Einlässe **216** und **217** gesteuert vom Steuersystemcomputer **114** zugeführt.

**[0277]** Die **Fig. 31(f)** zeigt den vollständigen Stauchhub. Das Stauchwerkzeug **202** ist durch den Stauchzylinder bis zu einem festen Anschlag gepreßt worden, wobei die ausgeübte Kraft ausreicht, das Nahtmaterial-Aufnahmeende **43** der Nadel **39** zu verformen. Wenn die Verformung erfolgt, verschiebt das Nahtmaterial-Ausrichtungswerkzeug **213** das Trichterwerkzeug **211**, was eine zusätzliche Zusammenpressung der Feder **201c** bewirkt. Bei der bevorzugten Ausführungsform schlägt das bewegliche Stauchwerkzeug **202** an einem automatischen Anschlag des hier beschriebenen Stauch-Stopp-Mechanismus an.

**[0278]** Wie in **Fig. 33(b)** dargestellt, werden das bewegliche Stauchwerkzeug **202** und das Nahtmaterial-Ausrichtungswerkzeug **213** durch eine mit einer Schulter versehene Säule **202a** mechanisch in Übereinstimmung gehalten, deren kleinerer Durchmesser sich leicht in die Passung des Werkzeuges **202** einfügt. Eine Kopfschraube **202c** mit einer Unterlegscheibe **202b** hält die Säule im Werkzeug **202**. Der größere Durchmesser der Säule **202a** unterhalb des Werkzeuges **202** erstreckt sich durch ein Loch mit leichter Preßpassung im Trichterwerkzeug **213**, so daß das rechte Stauchwerkzeug und das rechte Trichterwerkzeug zu einer gemeinsamen seitlichen Bewegung während des Stauchzyklus verbunden sind. Der untere Teil der mit einer Schulter versehenen Säule **202a** erstreckt sich durch das Trichterwerkzeug **213** in die Rille **218b**, welche quer in den Rahmen **218a** der Stauchbaugruppe eingearbeitet ist. wenn der Stauchhub durchgeführt wird, bewegt der Stauchzylinder diese Werkzeugbaugruppe nach links, bis sie zwangsläufig vom unteren Teil der Säule **202a** gestoppt wird, welche an die Wand **218c** der Rille **218b** anschlägt. Dadurch wird der Pneumatikzylinder **219** angehalten, so daß der Hub der beweglichen rechten Werkzeug-Baugruppe für alle wiederholten Maschinenzyklen stets der gleiche ist.

**[0279]** Bei einer alternativen Ausführungsform sind beide Werkzeuge **201** und **202** aufeinander zu beweglich, um das Stauchen durchzuführen. Weiterhin kann ein einstellbarer Stauch-Stoppmechanismus zur Änderung des Stauch-Hubes eines der beiden beweglichen Werkzeuge vorgesehen werden, um den auf die Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung ausgeübten Druck weiterhin zu steuern und eine Feineinstellung des festen Stauchwerkzeuges zu vermeiden.

**[0280]** Wie in der Draufsicht von **Fig. 33(a)** dargestellt, ist eine Nadel-Führungslinial-Baugruppe **220** vorgesehen, um sicherzustellen, daß die Nadel **39** nicht übersteht oder fehlausgerichtet wird, wenn das Ende **43** der freigegebenen Nadel zwischen den Stauchwerkzeugen positioniert wird. Die Nadel-Führungslinial-Baugruppe **220** umfaßt eine Nadel-Führungslinial-Platte **221**, deren Abstand von der abgeschrägten Stauchwerkzeugöffnung **203** in Abhängigkeit von der Größe der chirurgischen Nadel einstellbar ist.

**[0281]** Bei der bevorzugten Ausführungsform werden das Ausmaß der auf die Nadel übertragenen Pressung und die daraus resultierende Festigkeit des Griffes der Nadel um das Nahtmaterial durch genaue Positionierung des festen Werkzeuges **201** eingestellt. Wie in **Fig. 33(a)** dargestellt, treibt ein Servomotor **222** das Laufrad **223** über einen Zahnriemen **224** an, welcher die Einstellschraube **225** dreht. Die Steigung der Stauch-Einstellschraube **225** ist derart gewählt, daß der Gleitkeil **226** nur eine kurze Strecke bewegt wird. Das Stauchwerkzeug **201** hat am entgegengesetzten Ende einen komplementären Rampenwinkel **227**, welcher auf dem Keil **226** aufliegt, um die Position des Stauchwerkzeuges um eine präzise Strecke proportional zur Bewegung des Gleitwinkels zu bewegen. Somit führen die Drehung der Stauch-Einstellschraube **225** und die Bewegung des Gleitkeiles **226** zu einer Querbewegung des Stauchwerkzeuges **201**, welches dadurch in seiner festen Position fein eingestellt wird. Wenn beispielsweise ein stärkeres Nahtmaterial durch Stauchen mit einer Nadel verbunden werden soll, muß die Position des festen Werkzeuges **201** weiter von der Nahtmaterial-Ziehachse weg bewegt werden, um dafür zu sorgen, daß die Verformung nur im gewünschten Umfang erfolgt, wenn durch das bewegliche Werkzeug **202** der Stauchdruck auf die Nadel aufgebracht wird. Bei der in **Fig. 33(a)** gezeigten bevorzugten Ausführungsform sendet der Steuersystemcomputer **114** geeignete Signale, um den Servomotor **222** zu steuern, um die Position der Stauch-Einstellschrauben **225** und damit die Position des festen Werkzeuges **201** entsprechend den Zugprüfungs-Ausziehungswerten der Verbindung der Nadel-Nahtmaterial-Anordnung einzustellen, wie es weiter unten detailliert erläutert werden wird. Im einzelnen können geeignete Steuersignale erzeugt werden, um den Servomotor **222** anzuweisen, die Drehposition der Stauch-Einstellschraube **225** entsprechend den gespeicherten statistischen Resultaten der Zugprüfung, wie sie an der Zugprüfungsstation erhalten werden, einzustellen. Die automatische Zugprüfung der armierten Nadel ist erwünscht, um sicherzustellen, daß die stromaufwärts gelegenen Stauchwerkzeuge optimal positioniert sind, um ein Über-Stauchen der Nadel-Nahtmaterial-Verbindung und damit die Wahrscheinlichkeit eines Aufschneidens und ebenso ein Unter-Stauchen der Nadel-Nahtmaterial-Verbindung und damit die Wahrscheinlichkeit eines Ausziehens zu vermeiden.

**[0282]** Nach dem Stauchen der Nadel wird das bewegliche Werkzeug **202** durch den Pneumatikzylinder **219** wieder zurückgezogen, und der Stift **182** des Mehrachsgreifers **184** wird betätigt, um die armierte Nadel in der oben beschriebenen Weise zu erfassen. Anschließend wird der Mehrachsgreifer **184** zum anschließenden Weiterschalten zur Zugprüfungsstation **400** zur weiteren Bearbeitung (Schritte **31** bis **33**) in seine Position am Stauch-Drehtisch **150** zurückgezogen (Schritt **29**).

**[0283]** Unmittelbar nach dem kurzen Hub des rechten oder oberen Greifers **228** und nach dem Stauchzyklus wird eine neue Nahtmateriallänge für das Stauchen positioniert, indem der linke Greifer **229** den Nahtmaterialstrang hält und das Nahtmaterial **42** durch die Schneidebaugruppe **334** in der oben beschriebenen Weise und wie es als Schritt **24** in [Fig. 3\(b\)](#) angegeben ist geschnitten wird. Wie es in [Fig. 19](#) dargestellt ist, wird die Schneidebaugruppe **334** ein wenig über dem linken Greifer **229** positioniert, so daß der Nahtmaterialstrang **42** unbestimmter Länge ergriffen wird, wenn der gestauchte Strang abgeschnitten wird. Somit ergreift jetzt der linke Greifer **229** das Nahtmaterial **42** mit einem angespitzten Ende **42a** und wird nun zum oberen Greifer.

**[0284]** Der Zyklus an der Stauch-Station setzt sich nun fort, indem der neue obere Greifer das Material **42** entlang der Höhe des Ziehturmes **300** in die Höhe zieht, um den nächsten zu schneidenden Strang für das Einsetzen in die chirurgische Nadel zu positionieren. Der Vorgang des Vorschubens des Nahtmaterials **42** durch in jedem Zyklus abwechselnde Greifer vermeidet die Rückführungszeit, indem jeder Greifer in seiner jeweiligen Position verbleibt.

**[0285]** Nachdem die Nadel durch Stauchen mit dem Nahtmaterial verbunden wurde, schließt nun unter Bezugnahme auf die [Fig. 31\(a\)](#) der Mehrachsgreifer **184** den Stift **182** auf dem Nadelschaft-Ende **43**, wenn die Antriebsrolle **488** aus der Anlage an dem Schieber **489** zurückgezogen wird. Zugleich wird die bewegliche Stauchplatte **202** zurückgezogen, um die Bewegung der Nadel **39** durch den Mehrachsgreifer **184** zu ermöglichen. Bevor der Stauch-Drehtisch **185** gedreht wird, wird die Zusatz-Antriebs-Nockenrolle **110** wieder vorgeschoben, um sich auf der Nockenplatte **1116** aufzulegen und für die Entnahme der Nadel **39** aus der Stauchwerkzeugöffnung in der festen Stauchplatte **201** zu sorgen. Wenn der Mehrachsgreifer **184** und die Nadel **39** von der festen Stauchplatte **201** losgekommen sind, wird die Nocken-Drehtisch-Baugruppe **186** gedreht, um die Nockenrollen **295** nach innen vorzuschieben, den Mehrachsgreifer **184** in radialer Richtung zurückzuziehen und die Drehung des Stauch-Drehtisches **185** zu ermöglichen. Der Stauch-Drehtisch **185** dreht dann die Nadel-Nahtmaterial-Anordnung zur Zugprüfungsstation **400** zur Prüfung.

#### Automatische Zugprüfungs-Station

**[0286]** Die automatische Zugprüfungs-Station **400** führt die automatische Zugprüfung einer chirurgischen Nadel-Nahtmaterial-Anordnung durch, wie es allgemein in den [Fig. 34](#) bis [Fig. 37](#) dargestellt ist. Wie in [Fig. 34](#) dargestellt, umfaßt die automatische Zugprüfungs-Baugruppe **400** allgemein eine Kraftmeßzellen-Befestigungs-Baugruppe **430** zur Befestigung einer Kraftmeßzelle **435**, die auf die Belastung eines Nadel-V-Platten-Halteammes **436** reagiert, welcher die armierte Nadel **39** vom Mehrachsgreifer **184** übernimmt. Eine Nadel-Löse-Nockenrolle **488** ist für das Freigeben der armierten Nadel aus dem Griff des Mehrachsgreifers **184** vorgesehen. Eine Zugprüfungs-Führungslinial-Baugruppe **440** ist vorgesehen, um die armierte Nadel **39** am Überkippen oder einer Fehlansrichtung zu hindern, wenn diese gelöst wird.

**[0287]** Die Nahtmaterial-Greif-Baugruppe **470** weist zwei Paare zurückziehbarer Greifer **425a** und **425b** sowie **426a** und **426b** zum Ergreifen des Nahtmaterials während der Zugprüfungen auf. Die Greifer **425a** und **425b** sind funktionell mit der belasteten Gleitblock-Baugruppe **472** zur Durchführung der nicht zerstörenden Zugprüfungen verbunden, wie es im Zusammenhang mit den [Fig. 35](#) und [Fig. 37](#) beschrieben werden wird. Zwei separate Pneumatikzylinder werden zum Antrieb der Greifer **426a** und **426b** bei den zerstörenden Zugprüfungen verwendet.

**[0288]** Eine detaillierte Beschreibung jeder dieser Baugruppen sowie deren Wechselwirkung soll nachfolgend im einzelnen beschrieben werden.

**[0289]** Wie nachfolgend in [Fig. 34](#) dargestellt, wird eine chirurgische Nadel **39** mit daran befestigtem Nahtmaterial von einem Mehrachsgreifer **184** gehalten und, in der oben beschriebenen Weise, durch den Stauch-Drehtisch **150** zur automatischen Zugprüfungsstation **400** zu der in [Fig. 34](#) dargestellten Position weiterschaltet. Um die armierte Nadel **39** in der Kraftmeßzelle **435** zu positionieren, wird der Mehrachsgreifer vom Stauch-Drehtisch **150** von der Mittellast "A" zur Mittellast "B" ausgefahren, so daß der Endbereich **44** der Nadel **39** über einem entsprechenden Aufnahme-V-Platten-Nadelarm **439** der Kraftmeßzellen-Anordnung **430** positioniert wird, wie es in [Fig. 34](#) dargestellt ist.

[0290] [Fig. 36\(a\)](#) zeigt eine Draufsicht der Kraftmeßzellen-Baugruppe **430** mit der daran angebrachten Kraftmeßzelle **435**. Bei der bevorzugten Ausführungsform wird die Kraftmeßzelle **435** durch einen schwenkbar montierten Nadel-V-Platten-Nadelarm **439** belastet, welcher eine dünne Nadel-Halte-Schneide **439a** aufweist, um das Nahtmaterial-Aufnahmeende **44** chirurgischer Nadeln unterschiedlicher Größe mit von diesen herabhängendem Nahtmaterial **42** zu stützen. Es können verschiedene V-Platten-Arme für verschiedene Nadel-Nahtmaterial-Kombinationen vorgesehen werden, welche sich größeren oder kleineren Nahtmaterialien mit Durchmessern von etwa 0,229 mm bis 0,432 mm  $\pm$  0,025 mm (etwa 0,009 Zoll bis 0,017 Zoll  $\pm$  0,001 Zoll) anpassen. In Abhängigkeit von der Charge chirurgischer Nadeln, die momentan auf Zug geprüft werden, wird der geeignete Nadel-V-Platten-Halteam **436** positioniert, um die Nadel vom Mehrachsgreifer aufzunehmen.

[0291] Die nicht zerstörende Zugprüfung der armierten chirurgischen Nadel **39** wird wie folgt durchgeführt: Nach der Positionierung des Mehrachsgreifers **184** in der ausgefahrenen Position, wie zuvor beschrieben, werden die Greifer **425a** und **425b** der Nahtmaterial-Greifer-Baugruppe **470** aus einer offenen Stellung heraus geschlossen, um den Nahtmaterialstrang ein wenig oberhalb des Nadel-V-Platten-Halteam **436** der Kraftmeßzellen-Baugruppe **430** zu ergreifen, wie in [Fig. 38](#) dargestellt. Es ist ein einzelnes pneumatisches Betätigungselement **472** (dargestellt in [Fig. 35\(a\)](#)) vorgesehen, um die Greiferarme **425a** und **425b** zu öffnen und zu schließen, und dieser Zylinder wird durch das Steuersystemprogramm gesteuert, welches im Steuersystemcomputer **114** abgelegt ist.

[0292] Die [Fig. 35\(a\)](#) und [35\(b\)](#) illustrieren die Gleitblock-Baugruppe **472**, die aus Gleitstäben **422a** und **422b** sowie einem unteren Gleitblock **472a**, der sich auf den Gleitstäben **422a** und **422b** vertikal hin und her bewegt, zusammengesetzt ist. Der Gleitblock **472** weist eine Last-Balancier-Platte **424** auf, auf welche die Pneumatikzylinder **474** und **479** in Abhängigkeit von der durchzuführenden Zugprüfung jeweils aufwärts und abwärts gerichtete Kräfte ausüben. Wie in [Fig. 27](#) dargestellt, ist der Pneumatikzylinder **479** in seiner ausgefahrenen Position gezeigt, die eine aufwärts gerichtete Kraft ausübt, welche die Last-Balancier-Platte **424** stützt und folglich den Gleitblock **472a** der Gleitbaugruppe **472** in einer festen vertikalen Position hält.

[0293] Der Gleitblock **472a** hat ein entsprechend dimensioniertes Gegengewicht **476**, um sein Gewicht etwa zu kompensieren. Es ist an der Last-Balancier-Platte am Punkte **424a** befestigt und wirkt über ein Kabel **473** rund um eine Laufrolle **477** bis zu einem Befestigungspunkt **476a**. Dieses Gegengewicht **476** bewirkt die Kompensation der Nettobelastung auf dem Gleitblock **472a** in einer neutralen Position. Es ist eine einstellbare, abwärts gerichtete Kraft von 57 p bis 851 p (2 Unzen bis 30 Unzen) vorgesehen, die durch eine einstellbare Federspannvorrichtung **425** aufgebracht wird, welche in [Fig. 37](#) deutlicher dargestellt ist. Ein Ende der Federspannvorrichtung **425** ist an einem festen Punkt am Rahmen **426** durch Befestigungsschrauben **427** angebracht. Das andere Ende der Federspannvorrichtung **425** ist am Punkt **424a** an der Last-Balancier-Platte **424** angebracht und übt eine einstellbare, nach unten gerichtete Belastung zwischen der Last-Balancier-Platte **424** und dem festen Rahmenelement **426** aus. Diese einstellbare, nach unten gerichtete Spannung wird normalerweise durch den Pneumatikmotor **479** aufgebracht, welcher den unteren Gleitblock **424** aufwärts in die Ausgangsposition bringt.

[0294] Das Ausmaß der während einer nicht zerstörenden Zugprüfung angelegten Spannung kann durch Drehen eines Knopfes (nicht dargestellt) auf einer Welle **428** zwischen 57 p und 851 p (2 Unzen bis 30 Unzen) eingestellt werden, und die tatsächlich wirksame Zugprüfungsbelastung wird durch einen Zeiger **429** auf der Skala **430** angezeigt.

[0295] Um die nicht zerstörende Zugprüfung durchzuführen, wird der Pneumatikzylinder **479**, der am Unterstell **480** befestigt ist und vom Systemcomputer **114** gesteuert wird, aus seiner ausgefahrenen Position, in welcher er die Last-Balancier-Platte **424** stützt ([Fig. 35\(a\)](#)), gelöst. Dadurch entfällt die aufwärts gerichtete Kraft auf die Last-Balancier-Platte **424**, wie in [Fig. 35\(a\)](#) dargestellt, um dadurch die gewählte Federkraft von netto 57 p bis 851 p (2 Unzen bis 30 Unzen) in Abwärtsrichtung auf den Gleitblock **472a** zu übertragen und von dort über die Gleitstäbe **422a** und **422b** auf die Greiferbaugruppe **470** und die Greifer-Klemmbacken **425a** und **425b**, um das an der gestauchten Nadel **39** befestigte Nahtmaterial nach unten in Richtung des Pfeiles „A“ zu ziehen. Die Genauigkeit dieses Systems wird erhöht, indem der Gleitblock **472** von Gleitstäben **422a** und **422b** gehalten wird, welcher in Kugelbuchsen mit geringer Reibung gelagert ist, die ihrerseits in das Rahmenelement **471** eingepreßt sind, wodurch sich ein minimaler mechanischer Reibungswiderstand des Systems ergibt.

[0296] In [Fig. 34](#) wird man bemerken, daß der feste Gleitblockrahmen **426** parallel zur Achse **444** des von der Nadel **39** herabhängenden Nahtmaterials angeordnet ist und einen Abstand von der Achse hat, welcher der Länge der versetzten Arme **420a** und **420b** der Greifer-Klemmbacken **425a** und **425b** entspricht.



[0297] Gleichzeitig oder ein wenig vor dem Freigeben der Gleitbaugruppe **472** wird die Nadellöse-Nockenrolle **488** betätigt, um es dem Mehrachsgreifer **184** zu ermöglichen, seinen Griff auf der armierten Nadel **39** zu lösen. Das Lösen der armierten Nadel aus dem Griff des Greifers **184** ist notwendig, um sicherzustellen, daß sie sicher auf der V-Platten-Nadel-Halte-Schneide **439a** positioniert ist. Darüber hinaus muß die Nadel zur Durchführung einer genauen Zugprüfung gelöst sein, so daß es keinerlei aufwärts gerichtete Kräfte gibt, welche die Ergebnisse verfälschen könnten.

[0298] Wie in den [Fig. 28](#) und [Fig. 34](#) dargestellt, umfaßt die Nadellöse-Nockenrollen-Baugruppe einen Nadellöse-Elektromagneten **491a**, welcher betätigt wird, um den Schwenk-Hebelarm **490** zu drehen. Der Schwenk-Hebelarm **490** schwenkt um den Stift **490a**, um den Schieber **489** des Mehrachsgreifers **184** herabzudrücken, wie es zuvor im Zusammenhang der [Fig. 31a](#) bis [Fig. 31d](#) beschrieben wurde. Das Herabdrücken des Schiebers **489** öffnet den Stift **182**, um die dort eingeklemmte Nadel zu freizugeben.

[0299] Bezugnehmend auf [Fig. 34](#) ist eine Nadel-Führungslinial-Baugruppe **440** vorgesehen, um zu verhindern, daß die Nadel **39** fehlausgerichtet wird oder überkippt, nachdem der Mehrachsgreifer **184** seinen Griff an der Nadel gelöst hat. Wie in [Fig. 34](#) dargestellt, weist die Nadel-Führungslinial-Baugruppe **440** eine vertikale Führungslinial-Platte **442** auf, welche so justiert werden kann, daß sie um einen Nadeldurchmesser von der Stirnseite des Greifers **184** entfernt liegt und dadurch die Nadel für die Prüfung in einer aufrechten Stellung hält. Die Einstellung der seitlichen Positionierung der vertikalen Führungslinial-Platte **442** erfolgt durch Drehen von Leitschrauben **443** (dargestellt in [Fig. 34](#)), um das Führungslinial um die richtige Strecke vorzuschieben oder zurückzuziehen. Bei der bevorzugten Ausführungsform kann die Gestaltung der Stirnseite der vertikalen Nadel-Führungslinial-Platte **442** (nicht dargestellt) geändert werden, um sie der Gestalt von Nadeln unterschiedlicher Größe anzupassen.

[0300] Das gesteuerte Freigeben bei der Minimal-Zugprüfung ist von kurzer Dauer, vorzugsweise im Bereich von Millisekunden. Wenn die Prüfung erfolgreich ist, d. h. das Nahtmaterial hält die Anforderungen der Minimal-Zugprüfung ein, dann wird die Nadel **39** wiederum vom Mehrachsgreifer **184** ergriffen, indem der Nadellöse-Elektromagnet **176a** abgeschaltet wird, wodurch die Nockenrolle **488** zurückkehrt und die nach unten gerichtete Kraft auf den Schieber **489** löst. Die Nahtmaterial-Greifer-Klemmbacken **425a** und **425b** werden dann in ihre offene Position zurückgezogen, um den Griff am Nahtmaterial, gesteuert vom Steuersystem, zu lösen. Anschließend wird der Mehrachsgreifer **184** zurückgezogen und der Stauch-Drehtisch **150** gedreht, um die armierte Nadel stromabwärts zum automatischen Verpacken an Station **500** zu fördern.

[0301] Wenn das Nahtmaterial die Minimal-Zugprüfung nicht besteht, d. h. wenn das Nahtmaterial als Folge der nicht zerstörenden Prüfung aus der chirurgischen Nadel **39** gelöst wird, wird dem Steuersystemcomputer **114** angezeigt, daß die Nadel **39** mit der gelösten Armierung an der Zugprüfungsstation ausgeworfen wird. Der gelöste Nahtmaterialstrang wird in eine Vakuum-Baugruppe (nicht dargestellt) gezogen und die Nadel durch eine Nadel-Abstreifer-Baugruppe **487** ausgeworfen, welche allgemein in [Fig. 22\(a\)](#) sowie im Detail in [Fig. 39](#) dargestellt ist. Wie in [Fig. 39](#) gezeigt, wird ein Nadel-Abstreifer-Elektromagnet **491** durch ein Steuersignal betätigt, welches vom Steuersystemcomputer **114** ausgegeben wird, um einen Nadel-Abstreifer-Stift **486** in den Raum zwischen der Nadel **39** und der Stirnseite des Mehrachsgreifers **184** auszufahren. Wenn sich die Nadel somit in ihrem gelösten Zustand auf dem Mehrachsgreifer **184** befindet und die Minimal-Zugprüfung nicht bestanden hat, dann wird der Nadel-Abstreifer-Stift **486** ausgefahren, um die Nadel aus dem Mehrachsgreifer **184** zu entfernen. Die Nadel-Abstreifer-Baugruppe **487** ist mittels einer Befestigungsklammer **485** an der Stauch-Drehtisch-Baugruppe befestigt. Die Nadel fällt herab und wird durch eine geeignete Sammeleinrichtung (nicht dargestellt) an der Zugprüfungs-Station gesammelt.

[0302] Nach der Zugprüfung, sei sie nun erfolgreich oder erfolglos gewesen, wird die Vorrichtung für die Zugprüfung der nächsten armierten Nadel vorbereitet. Die Gleitblock-Baugruppe **472** und die zurückgezogenen Greifer-Klemmbacken werden durch eine geeignete, aufwärts gerichtete Kraft, die vom Pneumatikzylinder **479**, gesteuert vom Steuersystemcomputer **114**, aufgebracht wird, relativ zum festen Gleitvorrichtungsrahmen **426** in die Ausgangsstellung zurückgeschoben. Zu diesem Zeitpunkt kann ein anderes Datensignal zur Speicherung in einer Datenbank, die vom Steuersystemcomputer aufrechterhalten wird, ausgesandt werden, welches anzeigt, daß die an einer speziellen Nadel **39** durchgeführte Zugprüfung entweder erfolgreich oder erfolglos war und zwar in Verbindung mit einem Datensignal, welches die Kraft an der Kraftmeßzelle **435** wiedergibt. Es kann auch eine Signalmarke ausgesandt werden, welche anzeigt, daß die Nadel-Nahtmaterial-Anordnung stromabwärts zum Bündeln derselben befördert wird.

[0303] Bei der bevorzugten Ausführungsform ist die in den [Fig. 34](#) und [Fig. 36\(a\)](#) dargestellte Kraftmeßzelle **435** ein piezoelektrischer Wandler, welcher die von der Gleitblock-Baugruppe an die Nadel-Nahtmaterial-An-

ordnung **39** angelegte Kraft mißt. Die Kraft wird von dem Nadel-V-Platten-Arm am Punkt **439a** aufgenommen und zur Kraftmeßzelle **435** geleitet, die unmittelbar unter dem V-Platten-Arm **436** mittels der Schwenkmontage des Nadel-V-Platten-Armes auf einem Bolzen **438** angebracht ist. Diese Ein-Punkt-Montage erleichtert den Austausch von Teilen für den Nadel-V-Platten-Arm, wenn abweichende Nadel- oder Nahtmaterialgrößen eine andere Öffnung am Punkt **439a** erfordern. Die Wandler-Kraftmeßzelle **435** kann über herkömmliche Einrichtungen an den Steuersystemcomputer **114** angeschlossen sein. Bei der bevorzugten Ausführungsform handelt es sich um einen 11,34 kp-(25 Pfund-)Wandler, der von der Firma Techniques Co. (Modell Nr. MDB-25PH) hergestellt wird. Die an das Nahtmaterial **42** angelegten und von dem Kraftmeßzellen-Wandler **435** während der zerstörenden Zugprüfung gemessenen Kräfte können für statistische Zwecke oder zur Echtzeit-Überwachung während des Stauchwerkzeug-Einstellungs-Unterprogrammes, welches abläuft, wenn eine neue Charge chirurgischer Nadeln gestaucht werden soll, gespeichert werden. Wenn beispielsweise bei der nicht zerstörenden Prüfung ein Ausfall auftritt, und die vom Wandler **435** gemessene Kraft liegt am unteren Ende eines vorgegebenen Bereiches, dann nimmt der Steuersystemcomputer dies zu Kenntnis und sendet geeignete Signale zur stromaufwärts gelegenen, zuvor beschriebenen Stauch-Baugruppe und veranlaßt das feste Stauchwerkzeug **201** zu einem kleinen Vorschubschritt in Richtung zum beweglichen Stauchwerkzeug **202** hin, was zur Folge hat, daß die nachfolgenden Stauchungen fester ausfallen. In entsprechender Weise muß keine Einstellung erfolgen, wenn die vom Wandler gemessenen Kräfte zwischen einem Minimal- und einem Maximal-Belastungswert liegen.

**[0304]** Wie oben erwähnt, wird die automatische Zugprüfungs-Station **400** angewandt, um eine Minimal-Zugprüfung an jeder armierten chirurgischen Nadel durchzuführen, bevor diese zum automatischen Verpacken weitergeschaltet wird. Eine zerstörende Zugprüfung wird bei Erzeugnisänderungs-Einstellung und an jeder danach weitergeschalteten n-ten Nadel durchgeführt. Der Zweck der Durchführung einer zerstörenden Zugprüfung besteht darin, die Stauchwerkzeuge an der stromaufwärts gelegenen Stauch-Station für den richtigen, maximalen Stauchverbindungs-Ausziehwert einzustellen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer zerstörenden Prüfung, und die Prüfhäufigkeit, welche programmierbar ist, ist hoch genug einzustellen, um die Funktion zu steuern und niedrig genug, um übermäßigen Erzeugnis-Abfall zu vermeiden. Bei der bevorzugten Ausführungsform kann diese Prüfhäufigkeit auf jede 50ste Nadel eingestellt werden, sie könnte aber auch bei jeder 75sten oder 100sten Nadel liegen.

**[0305]** Ein anderer Zweck der zerstörenden Zugprüfung ist die Hilfestellung beim Einbau eines neuen Stauchwerkzeugsatzes während eines Erzeugnis-Änderungsvorganges, wobei sie dazu dient, die Nadel-Stauchvorrichtung (die Stauchwerkzeuge) auf die Verarbeitung einer neuen Charge von Nadeln einzurichten, wenn sich diese von der zuvor bearbeiteten Charge unterscheidet. Im Gegensatz zur oben beschriebenen nicht zerstörenden Zugprüfung, wird die Zugprüfungs-Vorrichtung für eine 100%ig zerstörende Prüfung der gestauchten Nadel programmiert, während die Stauch-Baugruppe arbeitet und der Zugprüfungs-Station armierte Nadeln zuführt. Das Werkzeug-Einstellsystem an der stromaufwärts gelegenen Stauch-Baugruppe wird bei jedem Maschinenzyklus ein Signal von der Wandler-Kraftmeßzelle **435** über den Computer **114** erhalten und schnell eine richtige Einstellung der Stauchwerkzeuge vornehmen.

**[0306]** Die Auszieherte der zerstörenden Zugprüfung werden im Computersystem **114** registriert und zur Berechnung einer statistischen Prozeßsteuerungsinformation verwendet, welche dem Maschinenbediener über Anzeigebildschirme zurückgemeldet werden.

**[0307]** Die zerstörende Zugprüfung der armierten chirurgischen Nadel **39** läuft in ähnlicher Weise ab, wie sie oben in bezug auf die Minimal-Zugprüfung beschrieben wurde. Sie wird jedoch von eifern zweiten Paar Greifer-Klemmbacken **426a** und **426b** sowie einem Pneumatikzylinder **474** speziell für die zerstörende Zugprüfung durchgeführt. Der grundlegende Unterschied zwischen beiden Prüfungen besteht jedoch darin, daß ein festgelegter mechanischer Hub ausgeführt wird, der stets stark genug ist, das Nahtmaterial aus der Nadel herauszuziehen. Dieser zerstörende Hub tritt an die Stelle der variablen Kraft von 57 p bis 851 p (2 Unzen bis 30 Unzen) nach dem Minimal-Zugprüfungs-Programm.

**[0308]** Wie in Fig. 35(a) dargestellt, ist ein zweiter Pneumatikzylinder **474** dem Pneumatikzylinder **479** gegenüber gelegen, und er wird derart programmiert, daß er von seiner in Fig. 28(a) dargestellten Ausgangsposition aus einen festgelegten Hub gegenüber der Last-Balancier-Platte **424** durchführt. Dies führt zu einer nach unten gerichteten vertikalen Verschiebung der unteren Gleitblock-Baugruppe **472** von der in Fig. 35(a) gezeigten Position aus. Dies führt auch zu einer abwärts gerichteten Bewegung auf den Gleitstäben **472a** und **472b**, wodurch die Greifer-Baugruppe **470** einschließlich der Greifer-Klemmbacken **426a** und **426b** und des von ihnen ergriffenen Nahtmaterials in Richtung des Pfeiles „A“ in Fig. 35(a) bewegt werden. Der dem Pneumatikzylinder **474** zugeführte Luftdruck wird hoch genug eingestellt, um das Nahtmaterial stets aus der Nadel **39** herauszu-

ziehen. Dieser Hub wird durch das Bodenteil der Gleitbaugruppe **472** begrenzt, das auf der Oberseite des stationären Rahmens **426** anschlägt. Die Klemmbacken **426a** und **426b** für die zerstörende Zugprüfung sind auf ihren Greifflächen geriffelt, wie es in **Fig. 35(a)** dargestellt ist, um während des zerstörenden Zyklus einen zwangsläufigen, nicht gleitenden Griff auf dem Nahtmaterial zu erreichen. Ferner werden die Klemmbacken **426a** und **426b** für die zerstörende Prüfung durch ein Paar Pneumatikzylinder **441** und **442** über winklige versetzte Arme **443** und **444** angetrieben.

**[0309]** Die Achsen der Hin- und Herbewegung jedes der Klemmbackensätze sind in **Fig. 35(a)** dargestellt und umfassen die Achse **445** für die Greifer der nicht zerstörenden Prüfung sowie die Achse **446** für die Hin- und Herbewegung der Greifer-Klemmbacken für die zerstörende Prüfung.

**[0310]** Die zur Durchführung der zerstörenden Zugprüfung erforderliche Kraft wird durch die piezoelektrische Kraftmeßzelle **435** gemessen, wie es oben besprochen wurde, und die Daten, welche diese Kraft wiedergeben, werden zum Steuercomputer **114** gesandt. Wenn durch den Prozeß-Steuerungs-Algorithmus (wird weiter unten beschrieben) festgestellt wird, daß die Kräfte bei der zerstörenden Zugprüfung, wie sie von der Wandler-Kraftmeßzelle gemessen wurden, geringer sind als ein vorgegebener Bereich von Zugprüfungs-Werten, dann sendet der Steuersystemcomputer **114** geeignete Steuersignale, um den beim Stauchen zum Verbinden des Nahtmaterials mit der Nadel an der stromaufwärts gelegenen Stauch-Station angewandten Hub des Stauchwerkzeuges zu vergrößern. Wenn festgestellt wird, daß die Kräfte bei der zerstörenden Zugprüfung, wie sie von der Wandler-Kraftmeßzelle gemessen wurden, höher sind als ein vorgegebener Bereich, dann sendet der Steuersystemcomputer **114** geeignete Steuersignale, um bei der stromaufwärts gelegenen Stauch-Station das feste Stauchwerkzeug um einen kleinen Schritt vom beweglichen Stauchwerkzeug weg zu bewegen, wodurch der beim Verbinden des Nahtmaterials mit der Nadel angewandte Stauchdruck vermindert wird.

**[0311]** Da die zerstörende Zugprüfung zwangsläufig dazu führt, daß das Nahtmaterial von der Nadel **39** getrennt wird, wird die Nadel **39** wiederum, wie oben beschrieben, durch den Nadel-Abstreiferstift **486a** aus dem Mehrachsgreifer **184** entfernt. Anschließend werden die Greifer-Klemmbacken **426a** und **426b** in ihre offene Position zurückgezogen, und der Pneumatikzylinder **479** übt eine aufwärts gerichtete Kraft aus, um die Greifer-Baugruppe **470** und die Gleitblock-Baugruppe **472** zur Vorbereitung der nächsten Zugprüfung zurück in ihre Normalposition zu bringen.

#### Automatische Verpackungsstation

**[0312]** Unter Bezugnahme auf die **Fig. 40** bis **Fig. 71** soll nun eine erfindungsgemäße automatische Verpackungsstation beschrieben werden.

**[0313]** Bezugnehmend speziell auf Einzelheiten dieser Zeichnungen zeigen die **Fig. 40** bis **Fig. 42** allgemeine schematische Ansichten der erfindungsgemäßen automatischen Nadel-Nahtmaterial-Verpackungsmaschine **500**. Die Maschine **500** umfaßt einen Drehtisch **512**, welcher im wesentlichen ein Verpackungsdrehtisch auf einer im wesentlichen stationären Maschinenrahmen-Anordnung **514** ist. Die starre Rahmenanordnung **514**, wie sie in den **Fig. 41** und **Fig. 42** dargestellt ist, weist grundsätzlich vertikale Träger **516** und **518** auf, welche durch horizontale Träger **520**, **522** und **524** mit der ganzen Rahmenanordnung **514** verbunden sind, die derart ausgebildet ist, daß sie über einstellbare Ausrichtungs-Füße **526** direkt auf dem Fußboden aufgestellt ist. Die Rahmenanordnung **514** umfaßt eine äußere, stationäre Rahmenanordnung **515** und eine innere, in vertikaler Richtung verstellbare Rahmenanordnung **517** mit horizontalen Trägern **528**, **530** und **532** sowie damit verbundenen vertikalen Trägern **534** und **536**, welche den Drehtisch **512** halten, so daß dieser relativ zu den stationären Rahmen-Bauteilen in vertikaler Richtung einstellbar ist. Die vertikale Einstellung der Rahmenanordnung **517** erfolgt durch einen zentralen Servomotor, welcher eine Hubspindel **538** betätigt, welche zugleich die vertikale Einstellung aller Verpackungseinrichtungen an den verschiedenen Bearbeitungsstationen der Maschine durchführt, um auf diese Weise die Anpassung an einen großen Bereich chirurgischer Nadeln unterschiedlicher Größe durchzuführen, ohne daß irgendwelche Bauteile der Maschine geändert werden müssen.

**[0314]** Wie in den **Fig. 48a** bis **Fig. 48f** dargestellt, können chirurgische Nadeln unterschiedlicher Größe, die beispielsweise mit den Symbolen RB-1, SH-1, SH, CT-1, CTX und CT bezeichnet sind, grundsätzlich in identische Packungs-Ablageschalen **45** eingesetzt werden, und die Figuren zeigen die unterschiedlichen Einstellungen der Verpackungsmaschine über einer festen Bezugslinie der Stauch-Drehtisch-Vorrichtung **150** und dem Stauchtisch **185**, von wo die chirurgischen Nadeln mit daran befestigtem Nahtmaterial durch den Mehrachsgreifer **184** in die Ablageschale **45** überführt werden, welche auf einem Bearbeitungskopf **560** der Verpackungsstation **500** befestigt ist.

**[0315]** Um die Verpackungsstation **500** an chirurgische Nadeln unterschiedlicher Größe anzupassen, welche in Packungs-Ablageschalen **45** von im wesentlichen identischer Größe zu verpacken sind, die sich ihrerseits einem großen Bereich von Nadelgrößen ohne Änderung der Nahtmaterial-Packung anpassen, sind der Drehtisch **512** und die darauf befestigten Bearbeitungsköpfe **560** einschließlich der verschiedenen Bauteile der Bearbeitungsstationen in ihrer Höhe relativ zu den Mehrachsgreifern **184** einstellbar, um auf diese Weise Änderungen in der Nadelgröße zu kompensieren, ohne daß die Funktion der Verpackungsstation **500** geändert werden oder an den verschiedenen Bearbeitungsstationen irgend ein Bauteil ausgewechselt werden muß.

**[0316]** Wie in der [Fig. 41](#) angegeben, weist der Maschinenrahmen **514** den stationären Rahmenteil **515** auf, welcher im wesentlichen unbeweglich auf einer geeigneten ebenen Auflagefläche oder auf dem Fußboden aufliegt. Innerhalb der stationären Anordnung des Rahmenteil **515** für die Verpackungsstation **500** ist der Rahmenteil **517** angeordnet, welcher relativ zum Rahmenteil **515** beweglich ist und über die Hubspindelanordnung **538**, die mit dem Drehtisch **512** verbunden ist, in vertikaler Richtung verstellt werden kann, wodurch es ermöglicht wird, die Höhe des letzteren entsprechend der speziellen Größe der chirurgischen Nadel einzustellen, welche in die Ablageschale **45** überführt werden soll.

**[0317]** Die Höhen-Einstellbarkeit des beweglichen Rahmens **517** und demzufolge des Drehtisches **512** und der Bearbeitungsköpfe **560** kann vorprogrammiert oder in anderer Weise durch das Bedienungspersonal der Verpackungsstation **500** festgelegt und gesteuert werden. Diese Möglichkeit zur vertikalen Einstellung des beweglichen Rahmens **517** und dadurch der Arbeitshöhe des Drehtisches **512** mit den darauf befestigten Bearbeitungsköpfen **560** ergibt eine Vielseitigkeit der Maschine, durch welche sie leicht an das Verpacken eines weiten Bereiches von Größen chirurgischer Nadeln angepaßt werden kann.

**[0318]** Innerhalb der Rahmenanordnung sind die verschiedenen Riemenantriebe **540**, **542**, **544**, **546** und **548** sowie die Antriebs-Bauteile **550** der Maschine sowie weiterhin die Systeme **552** zur Erzeugung des in den Verpackungszyklen von Nahtmaterial-Packungen angewandten Vakuums angeordnet. Der Drehtisch **512** ist in einer horizontalen Ebene ausgerichtet, und durch die Zwischenschaltung einer programmgesteuerten Antrieb-sanordnung ist er schrittweise bzw. in Winkelschritten um eine vertikale Mittelachse **554** drehbar. In diesem Falle wird der Drehtisch **512** während der Funktion der Maschine von, oben gesehen entgegen dem Uhrzeigersinn in Schritten von  $30^\circ$ , weitergeschaltet, wie es durch den Pfeil A angedeutet ist.

**[0319]** Der Drehtisch **512** besteht im wesentlichen aus einem runden scheibenförmigen Element oder Verpackungs-Drehtisch, auf welchem eine Vielzahl von Bearbeitungsköpfen **560** montiert ist. Die Bearbeitungsköpfe **560** sind am Außenumfang, gleichmäßig über den Umfang verteilt, auf der Oberseite des Verpackungs-Drehtisches oder Revolvers **512** befestigt, wobei jeder Bearbeitungskopf **560** ein äußeres, radial über die Umfangskante des Revolvers oder Drehtisches **512** herausragendes Teil hat.

**[0320]** Bei dieser speziellen Konstruktion der Verpackungsmaschine **500** sind beispielsweise zwölf Bearbeitungsköpfe in Winkelabständen von  $30^\circ$  am Außenumfang des Drehtisches oder Revolvers **512** verteilt.

**[0321]** Wie nachfolgend festgestellt werden wird, ist der Revolver oder Drehtisch **512** der Verpackungsmaschine derart ausgebildet, daß er in Richtung des Pfeiles A in [Fig. 40](#) in Winkelschritten von  $30^\circ$  bzw. schrittweise gedreht wird, so daß die Bearbeitungsköpfe **560**, welche jeweils zur Befestigung einer Nahtmaterial-Ablageschale oder -Verpackung ausgebildet sind, nacheinander schrittweise zu einer Folge von Bearbeitungsstationen vorgeschoben werden, die hier als Bearbeitungsstationen (1) bis (12) bezeichnet werden und gleichmäßig über den Außenumfang des Revolvers **512** verteilt sind, wie es in [Fig. 40](#) der Zeichnungen dargestellt ist.

**[0322]** Die aufeinander folgenden Bearbeitungsstationen, welche kombiniert die automatische Maschine **50** zur Verpackung chirurgischer Nadeln mit daran befestigtem Nahtmaterial bilden, werden nachfolgend kurz beschrieben. Es sind in Drehrichtung des Pfeils A:

(1) Eine erste Bearbeitungsstation **570** betrifft die Behandlung leerer Nahtmaterial-Packungs-Ablageschalen, die nacheinander vom Boden eines Stapels solcher Ablageschalen getrennt werden, der in einem drehbaren Karussell **572** enthalten ist, indem sie unter der Einwirkung eines Vakuums auf eine drehend weitergeschaltete Platte **574** überführt und dann durch einenockengesteuerte Roboter-Schwenkarm-Anordnung **576** aufgegriffen und auf aufeinander folgende Bearbeitungsköpfe **560** überführt werden, so daß sie dort gehalten werden, während sie durch den Revolver oder Drehtisch **512** zu den aufeinander folgenden Bearbeitungsstationen gefördert werden, wie es nachfolgend noch erläutert werden wird.

**[0323]** An der Bearbeitungsstation **570** (1), wo die leeren Nahtmaterial-Packungs-Ablageschalen oder Grund-



körper auf den Bearbeitungsköpfen **560** der automatischen Verpackungsstation **500** angebracht werden, muß insbesondere auf die [Fig. 49](#) bis [Fig. 54](#) der Zeichnungen Bezug genommen werden.

**[0324]** Die Nahtmaterial-Packungs-Ablageschale **45**, wie sie in [Fig. 49](#) der Zeichnungen dargestellt ist, besteht im wesentlichen aus geformtem Kunststoff und weist einen ebenen Grundkörper **802** mit parallelen Seiten und halbrunden Enden auf. Eine vertikale Wand **804** erstreckt sich rund um den Außenumfang der Ablageschale, während sich im Abstand von dort nach innen eine zweite vertikale Wand **806** erstreckt, von der aus sich Finger **808** radial nach außen erstrecken, welche flexibel sind und an der Oberkante bis nahe an die äußere Wand **804** reichen, so daß sie eine hohle Kanalanordnung begrenzen. An die Ablageschale sind Öffnungen sowie eine Nadel-Klemmanordnung angeformt.

**[0325]** Im wesentlichen in der Nähe des Revolvers oder Drehtisches **512** ist die Ablageschalen-Ladeanordnung **810** angebracht, wobei jene, wie in den [Fig. 41](#) und [Fig. 42](#) dargestellt, von der vertikal einstellbaren Rahmenanordnung **517** gehalten wird und zwölf Bearbeitungsköpfe gleichmäßig um dessen Umfang verteilt angebracht sind, so daß ein schnelles Weiterschalten aufeinanderfolgender Bearbeitungsköpfe **560** mit Ablageschalen **45** möglich ist. Die Ladeanordnung, welche ebenfalls von der einstellbaren Rahmenanordnung **517** gehalten wird, weist ein drehbares Karussell **572** auf, welches acht vertikale Fallschächte **812** aufweist, die speichenartig rund um eine vertikale Steuerungswelle **814** angebracht sind. Jeder Fallschacht **812** ist derart ausgebildet, daß er einen vertikalen Stapel übereinander angeordneter leerer Packungs-Ablageschalen **45** hält, wie in den Zeichnungen dargestellt. Das Karussell **572** ist derart ausgebildet, daß es mittels eines geeigneten Antriebsmechanismus **816** schrittweise um die Welle **814** weitergeschaltet werden kann, wodurch jederzeit einer der Fallschächte, der mit einem Stapel von Ablageschalen **45** gefüllt ist, sich mit seinem offenen Boden unmittelbar über der Oberseite **818** einer runden scheibenförmigen Platte **820** befindet. Die Platte **820** ist unter dem unteren Ende des Karussells **572** angeordnet, wobei sich ein Teil ihrer Oberfläche unter das untere Ende desjenigen Fallschachtes **812** des Karussells erstreckt, der ihr am nächsten liegt. Die runde Drehplatte **820**, wie sie in den [Fig. 53](#) und [Fig. 54](#) dargestellt ist, hat vier sich radial erstreckende Vertiefungen oder Ausnehmungen **822**, deren jede eine Tiefe hat, die im wesentlichen der Höhe der vertikalen Wand **804** und der Umfangsform der Packungs-Ablageschale **45** entspricht, und jede der Vertiefungen **822** hat einen Winkelabstand von 90° zur benachbarten Vertiefung. Jede Vertiefung **822** hat in ihrer Bodenfläche eine Öffnung **824**, die mit einem Durchlaß **828** in Verbindung steht, der zu einer gesteuerten Vakuum-Erzeugungs-Anordnung innerhalb der Verpackungsstation **500** führt.

**[0326]** Zwischen dem Fallschacht **812** und der scheibenförmigen Platte **820** befindet sich ein einzelner Mehr-Ablageschalen-Pufferbereich **823**, welcher einen Puffer-Stapel von Ablageschalen **45** enthält. Nachdem ein Fallschacht **812** leer ist, ermöglicht der Pufferbereich **823** eine gewisse Zeit zum Weiterschalten des nächsten Fallschachtes **812** auf dem drehbaren Karussell **572** in die Position ohne Unterbrechung der Maschine. Daher können die Ablageschalen **45** aus dem Puffer-Stapel von Ablageschalen kontinuierlich der scheibenförmigen Platte **820** zugeführt werden, ohne den Verpackungsprozeß zu unterbrechen.

**[0327]** Wenn eine der Vertiefungen **822** der Drehplatte **820** zum Boden des Puffer-Bereiches **823** mit dem Puffer-Stapel an Ablageschalen **45** ausgerichtet ist, wird die unterste Ablageschale **45** vom verbleibenden Puffer-Stapel abgespalten und in der darunter befindlichen Vertiefung **824** unter Einwirkung eines Vakuums, das an der Bodenfläche **826** der Vertiefung **824** angelegt wird, abgelegt.

**[0328]** Wenn die Platte **820** mittels einer Antriebseinheit **830** drehend weitergeschaltet wird, wird in jeder der aufeinanderfolgenden Vertiefungen **822** die jeweils unterste Ablageschale **45** aus dem Puffer-Stapel von Ablageschalen **45**, die untereinander ausgerichtet sind, abgelegt. Wenn die Platte **820** ihre Schrittschalt-Drehung fortsetzt, wird ein Roboter oder ein nockengesteuerter Schwenkarm **832**, der in einer Gehäuseanordnung **834** montiert ist, wie es in den [Fig. 50](#) und [Fig. 51](#) dargestellt ist und der an seinem vorderen Ende **836** eine Greiferanordnung **835** trägt, abgesenkt, bis er die in einer Vertiefung **822** auf der Platte **820** befindliche Ablageschale **45** berührt. Das Vakuum in der Vertiefung **822** wird abgeschaltet, und die Greiferanordnung **835** ergreift die Ablageschale **45**. Der Schwenkarm **832** wird dann aufwärts in eine horizontale Orientierung geschwenkt, wie in [Fig. 51](#) dargestellt und dann vorwärts in Richtung des Pfeiles C ausgefahren, um zu veranlassen, daß die Bodenfläche der von ihm gehaltenen Ablageschale **45** mit der Ablageschalen-Aufnahmefläche auf dem vertikalen Plattenelement **670** des dazu ausgerichteten Bearbeitungskopfes **560** auf dem Drehtisch **512** in Kontakt kommt.

**[0329]** Daraufhin löst sich die Greiferanordnung **835** von der Ablageschale **45**, während an das Plattenelement **670** ein Vakuum angelegt wird, mit der Folge, daß die Ablageschale **45** dort angezogen und gehalten wird. Der Schwenkarm **832** wird zurückgezogen und nach unten geschwenkt, wie es in [Fig. 51](#) dargestellt ist,



um sich an die nachfolgende Ablageschale **45** anzulegen, die in der nächsten Vertiefung **822** in der Platte **820** gelagert ist, und danach wiederholt sich synchron zum Weiterschalten des Drehtisches **512** in Richtung des Pfeiles A der vorhergehende Zyklus der Positionierung von Ablageschalen **45** auf den Plattenelementen **670** nachfolgender Bearbeitungsköpfe **560**, die funktionell zur Roboter-Schwenkarm-Anordnung **832** ausgerichtet werden.

**[0330]** Wenn der Fallschacht **812** des Karussells **572**, der sich über der Platte **820** befindet, von Ablageschalen **45** entleert ist, und nachdem die letzte verbliebene Ablageschale **45** des Stapels von Ablageschalen **45** in diesem Fallschacht **812** auf die Drehplatte **820** überführt wird, wird das Karussell **572** durch einen Schrittschaltmechanismus **839** zum nächsten bzw. benachbarten, mit Ablageschalen gefüllten Fallschacht **812** weitergeschaltet, so daß ein mit Ablageschalen gefüllter Fallschacht **812** zur Drehplatte ausgerichtet ist und die ununterbrochene fortgesetzte Zufuhr leerer Ablageschalen **45** in die Vertiefungen **822** der Drehplatte **820** und danach durch die wiederholten Funktions-Zyklen des zwischengeschalteten Roboter-Schwenkarm-Elementes **832** auch zu den Bearbeitungsköpfen **560** des Drehtisches **512** der automatischen Verpackungsstation **500** ermöglicht. Die leeren Fallschächte **812** am Karussell **572** können erforderlichenfalls manuell mit neuem Stapeln von Packungs-Ablageschalen **45** gefüllt werden.

**[0331]** Danach wird der Bearbeitungskopf **560** mit der Ablageschale **45** an der radial nach außen gerichteten Stirnfläche des Plattenelementes **670** unter Vakuum gehalten, wobei die Längsachse **45a** der durch die Wände **804** begrenzten Ablageschale **45** allgemein waagrecht ausgerichtet ist und das Vakuum in der Anordnung in einem Vakuumraum **686** erzeugt wird, der über den Drehtisch **512** und das Gehäuse **660** mit dem Plattenelement **670** in Verbindung steht. Er wird dann durch den schrittweisen Vorschub des Drehtisches **512** (Drehung um  $30^\circ$  in Richtung des Pfeiles A) zur Bearbeitungsstation **580** in der Position (2) vorgeschoben.

(2) An dieser Bearbeitungsstation **580**, zu welcher der jeweilige Bearbeitungskopf **560** die auf ihm angebrachte leere Ablageschale durch die Drehschaltbewegung des den Bearbeitungskopf haltenden Drehtisches **512** vorgeschoben hat, und zwar um  $30^\circ$  in Vorwärtsrichtung, legt sich eine gleitgesteuerte Schwenkanordnung **582** an ein Plattenelement am äußeren Ende des Bearbeitungskopfes **560**, welcher die leere Ablageschale und Vakuumeinwirkung hält, an und dreht das Plattenelement und die Ablageschale entgegen dem Uhrzeigersinn in ihrer vertikalen Ebene um einen Winkel von etwa  $16,5^\circ$  um eine horizontale radiale Achse des Bearbeitungskopfes **560**, so daß sich eine geeignete Winkelorientierung relativ zu einer horizontalen Achse ergibt, um das nachfolgende Einsetzen und Halten einer chirurgischen Nadel mit daran angebrachtem Nahtmaterial in der Ablageschale zu erleichtern.

(3) Diese Bearbeitungsstation **584** weist einen Sensor **586** auf, der stationär an einer Klammeranordnung **588** angebracht und dem Bearbeitungskopf **560** zugewandt ist, so daß er die Anwesenheit einer leeren Ablageschale auf dem Bearbeitungskopf feststellen kann. Der Sensor **586** wird in geeigneter Weise auf einen schwarzen Punkt ausgerichtet, der sich auf dem Verpackungs-Bearbeitungskopf befindet und beim Fehlen einer Ablageschale zu erkennen ist, und er löst die Deaktivierung des Vorwärts-Vorschubes des Drehtisches **512** aus und sendet gleichzeitig ein Signal, um das Personal bezüglich der fehlenden Ablageschale zu alarmieren.

(4) Die nächste Bearbeitungsstation **590** an der Dreh-Bewegungsbahn des Drehtisches in Richtung des Pfeiles A ist ein Greifer-Mechanismus **592** zum Einsetzen einer einzelnen chirurgischen Nadel und des damit verbundenen Nahtmaterials in die Nahtmaterial-Ablageschale, welche durch den Revolver **512** bis zur funktionellen Ausrichtung zum Nadel-Beschickungsmechanismus vorgeschoben wurde. Die Nadeln werden durch einen Mechanismus befördert, um in einer geeigneten Klemm- oder Ablageanordnung, die integraler Bestandteil der Ablageschale ist, befestigt zu werden. Vakuumgesteuerte Nahtmaterial-Erfassungs- und Spannvorrichtungen, die unter jedem Bearbeitungskopf **560** angeordnet sind, werden an dieser Bearbeitungsstation wirksam, um diejenigen Abschnitte des Nahtmaterials, die von der in der Ablageschale befestigten chirurgischen Nadel nach außen herabhängend, zu erfassen und zu spannen.

(5) An dieser Bearbeitungsstation **594** ist in radialer Richtung außerhalb des Drehtisches **512** ein Sensor **595** angeordnet, welcher benutzt werden kann, um die Anwesenheit einer chirurgischen Nadel mit daran befestigtem Nahtmaterial, die an der vorigen Bearbeitungsstation **590** ordnungsgemäß in die Ablageschale eingesetzt wurden, zu prüfen.

(6) Ein erster Ablageschalen-Wickelmanismus **596** an dieser Bearbeitungsstation **598** erfaßt das die Ablageschale tragende Plattenelement auf dem Bearbeitungskopf, während die Nahtmaterial-Erfassungs- und -Spannvorrichtung sicherstellt, daß der nach außen und nach unten herabhängende Teil des Nahtmaterials durch die angeschlossene vakuumbetätigte Spannvorrichtung unter Spannung gehalten wird, und er dreht die Ablageschale in ihrer vertikalen Ebene um etwa  $163,5^\circ$  entgegen dem Uhrzeigersinn, um eine horizontale Orientierung einzunehmen, die gegenüber der ursprünglichen Orientierung im Bearbeitungskopf **560** an der Bearbeitungsstation (1) um  $180^\circ$  gedreht ist, wobei die verbleibende Länge des Nahtmaterials weiterhin durch die Vakuumvorrichtung außerhalb der Ablageschale gespannt wird.

**[0332]** Nunmehr wird auf die [Fig. 40](#) sowie [Fig. 55](#) bis [Fig. 60](#) Bezug genommen, in welchen der erste Nahtmaterial-Wickelmechanismus mit mehr Einzelheiten dargestellt ist. An der ersten Wickel-Bearbeitungsstation **598** (6), die in der Drehrichtung des Drehtisches **512** in Richtung des Pfeiles A stromabwärts von der Nadel-Überführungs-Bearbeitungsstation **590** (4), wo eine chirurgische Nadel mit daran befestigtem Nahtmaterial durch einen geeigneten Überführungsmechanismus in die Packungs-Ablageschale eingesetzt wird, gelegen ist, überträgt eine Funktionsanordnung **596**, wie nachfolgend detailliert beschrieben wird, eine Schwenkbewegung auf die Packungs-Ablageschale **45**. Zugleich erfaßt eine vakuumbetätigte Klemmeinheit **840** das Nahtmaterial, und die Vakuumdüse **842** zum Spannen eines Teiles oder der ganzen Länge des nach außen aus der Ablageschale **45** herabhängenden Nahtmaterials hält ihre Funktion aufrecht. In diesem Zusammenhang erfaßt die vakuumbetätigte Einheit das Nahtmaterial, bis dasselbe vollständig in die Packungs-Ablageschale **45** gewickelt ist, während zugleich eine Vielzahl von Vakuumdüsen eine Spannung auf das Nahtmaterial überträgt, um zu verhindern, daß sich das Nahtmaterial während des Aufwickelvorganges in die Packungs-Ablageschale **45** an der zweiten Wickelstation **620** (7) irgendwo verklebmt.

**[0333]** An der ersten Wickel-Bearbeitungsstation **598** (6) weist ein Wickelkopf **844** der Wickelvorrichtung **596** eine Stifftanordnung **846** auf, welche nach dem Vorschub einer Gleitklammer **848** zum Bearbeitungskopf **560** hin in die Halteplatte **670** auf dem Bearbeitungskopf **560**, auf dem die Packungs-Ablageschale befestigt ist, eingreift, wobei dieser Vorschub durch ein Schwekarmelement **850** verursacht wird, und eine Antriebseinrichtung (nicht dargestellt) überträgt eine Drehung um einen Winkel von etwa  $163,5^\circ$  entgegen dem Uhrzeigersinn. Dadurch wird die Längsorientierung der Packungs-Ablageschale **45** um ihre Achse **45a** sowie diejenige der darin enthaltenen Nadel tatsächlich geändert, während bei der in [Fig. 57](#) gezeigten horizontalen Orientierung der Längsachse der Ablageschale ihr zuvor eine Schwenkbewegung um etwa  $16,5^\circ$  entgegen dem Uhrzeigersinn übertragen worden war, um das Einsetzen der chirurgischen Nadel mit dem daran befestigten Nahtmaterial an der Nadel-Überführungs-Bearbeitungsstation **590** (4) zu erleichtern. Die Vorrichtung zur Durchführung der vorhergehenden Anfangswicklung weist einen drehbaren Wickelkopf **844** auf, welcher mittels der Gleitklammer **848** mit Unterbrechungen vorgeschoben und durch das Schwekarmelement **850** aktiviert wird, um über den Stift **846** am Bearbeitungskopf **560** zur Anlage zu kommen und dadurch eine Drehung auf die Ablageschale **45** zu übertragen. Nach der oben erwähnten Drehung des Bearbeitungskopf-Plattenelementes **670** und der darauf befestigten Packungs-Ablageschale um einen Winkel von  $163,5^\circ$  wird der Wickelkopf zurückgezogen. In diesem Zusammenhang ist die Welle **664** im Bearbeitungskopf durch den Pneumatikmotor im Bearbeitungskopf-Gehäuse **660** freigegeben worden, um dessen Drehung sowie die Axialbewegung im Kontakt mit einem auf dem Drehtisch **512** angebrachten Nocken **852** zu ermöglichen. Dies ermöglicht dem Plattenelement **670** die Drehung mit dem Wickelkopf **844**, und nach der Beendigung der Drehung wird der Pneumatikmotor im Gehäuse **660** des Bearbeitungskopfes **560** deaktiviert, um so die Welle **664** sowie die Stifte im Gehäuse, welche das Plattenelement **670** halten, in ihrer gedrehten Stellung zurückzuziehen.

(7) An einer nachfolgenden Bearbeitungsstation **620** greift ein weiterer Wickelmechanismus **622** an den Bearbeitungskopf und die darauf befestigte Ablageschale an und überträgt eine schnelle Drehung auf die Ablageschale, um es dadurch den Teilen des Mechanismus, welche an der Ablageschale anliegen, zu ermöglichen, die gesamte verbliebene Länge des Nahtmaterials in die Außenumfangsrille innerhalb der Umrandung der Ablageschale einzubringen und vollständig aufzuwickeln.

**[0334]** Nachdem die Ablageschale **45** an Station (6) ausgerichtet wurde, wird die umgekehrt orientierte Packungs-Ablageschale **45**, wie in den [Fig. 57](#) und [Fig. 58](#) dargestellt, vom Drehtisch **512** zur zweiten Wickelstation (7) vorgeschoben, wobei noch ein Teil des Nahtmaterials nach unten herabhängt und von der Vakuumbetätigten Klemmeinheit **840** mittels Vakuumdüsen oder -fingern **842** erfaßt, gespannt und zwischen Vakuumbetätigten Führungsplatten-Elementen **854** und **856** unter der Klemmeinheit **840** geführt wird. Die Welle **664** im Bearbeitungskopfgewehäuse **660** wird, wie im Falle der ersten Wickel-Bearbeitungsstation, freigegeben und, wie oben beschrieben, bis zum Kontakt mit dem Nocken **852** auf dem Drehtisch **512** zurückgezogen, um der Platte **670** zusammen mit der Ablageschale **45** die Drehung zu ermöglichen. Die erhabenen Fläche **858** auf dem Wickelkopf **860**, wie in den [Fig. 61](#) bis [Fig. 64](#) dargestellt, haben eine Form mit langgestreckten geraden Seiten **862** und **864** sowie konvexen Enden **866** und **868** sind derart ausgebildet, daß sie mit der Fingeranordnung zusammenwirken, die sich über den Außenumfangs-Kanal in der Ablageschale **45** erstrecken. Während der Drehung des Plattenelementes **670** mit der Ablageschale **45** auf dem Bearbeitungskopf **560** werden demzufolge die angehobenen Finger der Ablageschale **45** die Einführung des Nahtmaterials in den Außenumfangs-Kanal der Ablageschale ermöglichen. Ein solcher Wickelmechanismus wird als „Reißverschluß“-Wickelmechanismus bezeichnet. Diese Wickeldrehung des Wickelkopfes **622** wird mittels eines Antriebes **870** übertragen, der die Packungs-Ablageschale **45** mit hoher Drehzahl über mehrere Umdrehungen dreht, deren Anzahl mit der Länge des im speziellen Falle herabhängenden, in einer oder mehreren Windung(en) in den Außenumfangskanal der Packungs-Ablageschale **45** aufzuwickelnden Nahtmaterials übereinstimmt.

[0335] Um die Lage des Nahtmaterials beizubehalten, während der Wickelkopf **860** gedreht wird, wird ein Gegendrehungs-Planetenrad-System **1200** angewandt. Bezugnehmend auf die **Fig. 56(a)** bis **56(c)** ist das Planetenrad-System **1200** mit mehr Einzelheiten dargestellt. Das Planetenrad-System **1200** umfaßt ein getriebenes Zahnrad **1202**, welches durch den Wickelkopfmotor über ein geeignetes Zahnradsystem **1204** entgegengesetzt zum Wickelkopf **860** angetrieben wird. Das angetriebene Zahnrad **1202** treibt seinerseits über einen dort im Eingriff stehenden Zahnriemen **1208** ein Leerlauf-Zahnrad **1206** an. Das angetriebene Zahnrad **1202**, das Leerlauf-Zahnrad **1206** und der Zahnriemen **1208** bilden die in den **Fig. 56(b)** und **56(c)** dargestellte Unter-Baugruppe **1210**, welche sich um eine zentrale Welle **1212** frei dreht. Somit dreht sich die Planetenrad-Unter-Baugruppe **1210** in entgegengesetzter Richtung zum Wickelkopf **860** um die gleiche zentrale Achse. Am Leerlauf-Zahnrad **1208** ist eine Nahtmaterial-Führungs-Baugruppe **1213** angebracht, welche einen festen Stift **1214** mit einer Rille **1214a** zur Lokalisierung des Nahtmaterials sowie einen beweglichen Stift **1216** umfaßt, welcher sich in einem Schlitz **1218** bewegt. Der bewegliche Stift **1216** bewegt sich zur Anlage an den stationären Stift **1214**, um das Nahtmaterial zwischen beiden einzuklemmen, indem Luftdruck an einen angeschlossenen Kolben (nicht dargestellt) angelegt wird. Das Anlegen eines Vakuums an den gleichen Kolben zieht den beweglichen Stift **1216** zurück.

[0336] Vor dem Wickeln des Nahtmaterials wird dasselbe sowohl durch die Klemmeinheit **840** als auch durch die Nahtmaterial-Führungs-Baugruppe **1213**, welche die Bahn des Nahtmaterials während des Wickelns begrenzt, gehalten. Diese begrenzte Bahn wird während der Drehung des Wickelkopfes **860** beibehalten, weil das Planetenrad-System **1200** die Nahtmaterial-Führungs-Baugruppe **1213** durch die Gegendrehung relativ zum Wickelkopf **860** an einem festen Punkt hält.

[0337] Danach wird der Wickelkopf **860** vom Bearbeitungskopf **560** zurückgezogen, die Welle **664** wird aus dem Kontakt mit dem Nocken **858** gelöst, indem der Pneumatik-Motor im Gehäuse **660** deaktiviert wird, und der bewegliche Stift **1216** der Nahtmaterial-Führungs-Baugruppe **1213** wird zurückgezogen, was zur Verriegelung des Plattenelementes **670** in einer vorgegebenen, sich horizontal erstreckenden Position führt.

(8) An dieser Bearbeitungsstation **626** ist ein stationärer Sensor **624** radial außerhalb des Drehtisches **512** angeordnet und dazu eingerichtet, die Positionierung der Nadel in der Ablageschale zu überprüfen.

(9) An dieser Bearbeitungsstation **630** ist eine Vorrichtung zur Anbringung eines Deckels oder eines Etiketts auf der Ablageschale mit der chirurgischen Nadel mit daran befestigtem Nahtmaterial vorgesehen, um eine komplette Nahtmaterial-Packung herzustellen. Eine drehbar schrittweise weitergeschaltete scheibenförmige Platte **632** weist eine Vielzahl gleichmäßig über den Umfang verteilter Deckel-Aufnahmebereiche auf, und sie wird derart unter einen vertikalen Stapel **634** von Deckeln oder Etiketten gedreht, daß unter der Einwirkung eines Vakuums der jeweils unterste der Deckel aus dem Stapel gelöst und in dem jeweiligen Bereich der Platte unter der Einwirkung eines dort anliegenden Vakuums abgelegt sowie danach in eine radial zu einem Bearbeitungskopf **560** ausgerichtete Position gedreht wird, wobei dieser eine Ablageschale mit einer chirurgischen Nadel und daran befestigtem Wund-Nahtmaterial trägt. Eine nockengesteuerte Roboter-Schwenkarm-Anordnung **636** hebt den Deckel von der Platte ab, während ein nachfolgender Bereich einen weiteren Deckel von dem Stapel zur Überführung auf eine nachfolgende Ablageschale erhält. Sie schwenkt dann nach oben und fährt horizontal vorwärts aus, um den Deckel auf der Ablageschale einrasten zu lassen und dadurch die vollständige Nahtmaterialpackung zu bilden.

(10) Ein schwenkbarer Roboter-Greifarm **640** entfernt an dieser nachfolgenden Bearbeitungsstation **642** die vervollständigte Packung vom Bearbeitungskopf **560** und schwingt nach unten, um die vervollständigte Nahtmaterialpackung in einem Sammelbehälter oder in Behältern auf langgestreckten Ablage-Elementen **644** abzulegen, wobei nach der Ablage einer gewissen Anzahl von Ablageschalen zum Füllen der Ablageelemente letztere weitergeschaltet werden, um einen weiteren Behälter mit Ablageelementen zu den Bearbeitungsköpfen auszurichten. Die verschiedenen gefüllten Behälter mit Ablageelementen werden dann zu einer Lagereinheit **646** gefördert und automatisch durch andere, leere Ablageelemente ersetzt.

[0338] Es wird jetzt wiederum auf **Fig. 6** Bezug genommen, wo die Packungs-Ablageschale **45** mit dem Deckel **46** dargestellt ist, der aufgesetzt wurde, um eine vollständige Nahtmaterialpackung **47** herzustellen, welche eine einzelne Nadel mit daran befestigtem und in die Packung eingelegtem Nahtmaterial enthält. Der Deckel **46** erstreckt sich nur über einen Teil der Packungs-Ablageschale, um eine visuelle Inspektion des Inhaltes der Nahtmaterial-Packung zu gestatten und die Entnahme der Nadel mit daran befestigtem Nahtmaterial zu ermöglichen, ohne den Deckel entfernen zu müssen. Ineinandergreifende Verriegelungsanordnungen **48**, wie beispielsweise Ausschnitte und Zungen, die an dem Deckel und an die Packungs-Ablageschale angeformt sind, sichern deren Rasteingriff nach dem Aufsetzen des Deckels **46** auf die Packungs-Ablageschale **45**. Die Oberfläche **49** des Deckels kann mit geeigneten Aufdrucken, im wesentlichen einem Etikett für die Nahtmaterialpackung, versehen sein.

[0339] Nun wird speziell auf die Beschreibung der Nahtmaterialpackungs-Entlade-Bearbeitungsstation **642** (10) und damit auf die [Fig. 65](#) bis [Fig. 71](#) Bezug genommen. Grundsätzlich werden die Bauteile der Bearbeitungsstation **642** auf einer stationären horizontalen Plattform **872** gehalten. Die hier im einzelnen beschriebenen Haupt-Bauteile sind eine Roboterarm-Anordnung **874**, langgestreckte parallel verschiebbare Gestelle mit Behälterablagen **876**, deren jede eine Vielzahl von Behältern **878** besitzt, die geeignet sind, jeweils einen Stapel einer vorgegebenen Anzahl vollständiger Nahtmaterialpackungen **47** aufzunehmen, welche mittels der Roboterarm-Anordnung **874** nacheinander von den Bearbeitungsköpfen **560** auf dem Drehtisch **512** der Verpackungsstation **500** entnommen wurden.

[0340] Die Behälterablagen **876** sind jeweils so montiert, daß sie entlang paralleler Träger **880** und **882** gleiten können, die sich in der Nähe und unter dem Drehtisch **512** der Verpackungsstation in radialer Richtung erstrecken.

[0341] Wie aus den Zeichnungen der [Fig. 65](#) und [Fig. 66](#) hervorgeht, ist jede Behälterablage **876** durch Ablagen-Eingriffselemente **884**, die am Boden jedes der Träger **880** und **882** in Abständen voneinander angeordnet sind, entlang ihrer Längsachse beweglich. Der gleitfähige Träger **880** ist derart ausgebildet, daß leere Behälterablagen **876** zum Drehtisch **512** gefördert werden können. Umgekehrt ist der gleitfähige Träger **882** derart ausgebildet, daß er Behälterablagen unter der Roboterarm-Anordnung **874** schrittweise weiterschaltet, so daß die Behälter **878** mit Stapeln von Nahtmaterialpackungen **47** gefüllt und dann die mit Nahtmaterialpackungen gefüllten Behälterablagen vom Drehtisch **512** weg gefördert werden, um sie mit Hilfe eines Aufzugsmechanismus **888** in einem Lager **886** zu stapeln. Wie in [Fig. 69](#) dargestellt, erfolgt die axiale oder Längsförderung des gleitfähigen Trägers **880** durch eine Antriebseinheit **890**, während die Schrittschaltbewegung und die Förderung des gleitfähigen Trägers **882** durch eine Schrittschalt- und Antriebseinheit **892** erfolgen, die sich unter der Plattform **872** befindet.

[0342] Nun wird im einzelnen besonders auf die [Fig. 66](#) bis [Fig. 69](#) Bezug genommen, wo die Roboterarm-Anordnung **874** über dem gleitfähigen Träger **882** angeordnet ist und ein Gehäuse **894** aufweist, welches auf dem Träger **882** aufsitzt, wobei dieses Gehäuse zwischen der Behälterablage-Lagerung **886** und dem Drehtisch **512** der Verpackungsstation **500** angeordnet ist und somit faktisch entlang der Bahn der axialen Bewegung der Behälterablagen **876**, die mit Nahtmaterialpackungen **47** gefüllt und zur Lagerung **886** transportiert werden.

[0343] Im wesentlichen ist eine kontinuierliche Folge leerer Behälterablagen **876** derart ausgebildet, daß sie entlang einer Bahn zum Drehtisch **512** vorgeschoben werden kann, wie es durch den Pfeil A in [Fig. 66](#) angedeutet ist, so daß sich die vorderste Behälterablage in einer Position in der Nähe einer Schubplatte **880** des Antriebsmechanismus **896** zur seitlichen Verschiebung der vordersten Behälterablage **876** in Richtung des Pfeiles B befindet. Wenn eine Behälterablage **876** mit ihrem hintersten Behälter **898** zur Roboter-Schwenkarm-Anordnung **874** ausgerichtet ist, wird der Behälter nach und nach mit einer vorgegebenen Anzahl von Nahtmaterialpackungen **47**, wie beispielsweise zehn Packungen, gefüllt. An diesem Punkt wird die Behälterablage in Richtung des Pfeiles C um eine Strecke weiterschaltet, die einem Behälter **898** entspricht, so daß es möglich wird, den nachfolgenden Behälter mit Nahtmaterialpackungen **47** zu füllen. Die Folge wird wiederholt, bis alle Behälter mit Nahtmaterialpackungen gefüllt worden sind, worauf die gefüllte Behälterablage zur Lagerung **886** vorgeschoben wird, wie es nachfolgend beschrieben werden wird. Zu diesem Zeitpunkt wird die vorderste Behälterablage **876** durch die Schubplatte **894**, die auf Stützstäben **900** und **902** in der Nähe einer Kolbeneinheit **904** des Antriebsmechanismus **896** gleitet, auf dem gleitfähigen Träger **880** seitlich verschoben, so daß der hinterste darauf befindliche Behälter **898** unter der Roboter-Schwenkarm-Anordnung **874** positioniert wird. Daraufhin wird der Abgabezyklus für die Behälterablage **876** wie bisher wiederholt, während eine nachfolgende leere Behälterablage **876** entlang des Pfeiles A vorgeschoben wird, so daß sie in der Nähe der zurückgezogenen Schubplatte **884** positioniert wird.

[0344] Zum Aufbau der Roboter-Schwenkarm-Anordnung **874** zurückkehrend ist zu sagen, daß das Gehäuse **894** einen Antriebsmechanismus (nicht dargestellt) enthält, der in einem Gehäuseteil **906** gelegen ist, das einen herabreichenden Arm **908** mit einer Schwenkarm-Vorrichtung **910** zum Fördern der Nahtmaterialpackungen **47** von dazu ausgerichteten Bearbeitungsköpfen **560** in die Behälter **898** der Behälterablagen **876** aufweist.

[0345] Die Roboter-Schwenkarm-Anordnung **874** hat eine Schwenkarm-Vorrichtung, die in einem Gelenkpunkt **912** derart gelenkig gelagert ist, daß sie durch Schwenken und axiale Bewegungen nach unten ausgerichtet werden kann, wie es in den [Fig. 66](#) und [Fig. 67](#) dargestellt ist, um Nahtmaterialpackungen **47** in den Behälter der Behälterablagen **876** abzulegen. Sie kann auch horizontal hin- und herbeweglich ausgefahren



werden, wie es in [Fig. 68](#) dargestellt ist. Die Schwenkarm-Vorrichtung ist derart ausgebildet, daß sie während dieser horizontal ausgerichteten axialen Hin- und Herbewegung Nahtmaterial-Ablageschalen **47** vom Plattenelement **670** eines dazu ausgerichteten Bearbeitungskopfes **560** entfernt. Das freie oder distale Ende **914** der Schwenkarm-Vorrichtung **910** weist eine Greiferanordnung **916** auf. Nachdem eine Nahtmaterialpackung **47** auf dem Bearbeitungskopf **560**, der sich an dieser Bearbeitungsstation des Drehtisches **512** befindet, angeordnet worden ist, wird der Arm **918** horizontal ausgerichtet und zum Bearbeitungskopf **560** hin ausgefahren, so daß die Greiferanordnung **916** Kontakt zur Nahtmaterialpackung bekommt. Während das Vakuum, das die Nahtmaterialpackung **47** auf dem Bearbeitungskopf **560** hält, zur gleichen Zeit abgeschaltet wird, wird die Nahtmaterialpackung **47** durch den Schwenkarm **918** vom Bearbeitungskopf **560** entfernt.

[0346] Der Schwenkarm **918** mit der von der Greiferanordnung **916** ergriffenen Nahtmaterialpackung **47** wird dann zurückgezogen und nach unten geschwenkt, wie es in den [Fig. 66](#) und [Fig. 67](#) dargestellt ist, worauf der Greifer die Nahtmaterialpackung **47** freigibt, so daß sie in den darunter befindlichen Behälter **898** fällt. Zugleich wird der Drehtisch **512** in Vorwärtsrichtung weitergeschaltet, wie es in [Fig. 40](#) dargestellt ist, so daß der nächste, eine vollständige Nahtmaterialpackung **47** tragende Bearbeitungskopf **560** an der Packungs-Entlade-Bearbeitungsstation positioniert werden kann, und der Schwenkarm **918**, welcher die vorhergehende Nahtmaterialpackung schon freigegeben hat, wird nach unten in seine horizontale Position geschwenkt und nach vorn ausgefahren, um die auf dem Bearbeitungskopf **560** befindliche Nahtmaterialpackung **47** zu berühren. Wie beim vorigen Mal greift die Greiferanordnung **916** zu, während das Vakuum im Bearbeitungskopf **560** abgeschaltet wird.

[0347] Dann wird, wie zuvor, der Schwenkarm zurückgezogen, nach unten geschwenkt und der Greifer gelöst, so daß die Nahtmaterialpackung **47** in den Behälter **898** fallen kann, welcher darunter zum Aufstocken auf die vorige Nahtmaterialpackung angeordnet ist oder, wenn der Behälter voll ist und die Behälterablage **876** um eine Behälterlänge in Richtung der Pfeiles B weitergeschaltet worden ist, die Nahtmaterialpackung in einen leeren Behälter fällt.

[0348] Jetzt sollen speziell die [Fig. 65](#) bis [Fig. 70](#) besprochen werden, wo die gefüllten Behälterablagen **876**, von denen jede beispielsweise eine Reihe von acht Behältern **898** mit jeweils zehn darin aufgestapelten Nahtmaterialpackungen **47** enthält, mittels des gleitfähigen Trägers **882** nacheinander zu einer Position unter der Lagerung **886** gefördert werden. Die Lagerung **886** besteht aus einer offenen Gehäuseanordnung **920** mit zwei benachbart angeordneten vertikal verlaufenden Fallschächten **922** und **924**, von denen der eine für darin aufgestapelte leere Behälterablagen **876** und der andere für gefüllte Behälterablagen **876** vorgesehen ist. Die Gehäuseanordnung **920** hat eine damit verbundene Hubanordnung **922**, wobei es sich um einen Pneumatikzylinder handeln kann, sowie Schubstangen **1120** und **1122**, die an einer Schubplatte **1124** befestigt sind, wie in [Fig. 66](#) dargestellt, welche die Behälterablagen **876** nach und nach anheben, wie es Schematisch in den [Fig. 70](#) und [Fig. 71](#) dargestellt ist. In diesem Falle schwenken schwenkbare Finger **926** um Schwenkpunkte **928** unter der Vorspannwirkung von Spannfedern **930** ein, um die gefüllten Behälterablagen **876** nach dem Anheben in dieser Position zu halten, so daß es möglich wird, weitere Ablagen darunter zu positionieren, wobei die schwenkbaren Finger mit gleitenden Rahmenelementen **932** verbunden sind, die ihrerseits durch einen Hub- bzw. Förderantrieb **934** betätigt werden. Die Stapel gefüllter Behälterablagen **876** können manuell aus der offenen Seite **936** der Gehäuseanordnung **970**, d. h. aus dem Fallschacht **924**, entnommen werden, und leere Ablagen **874** können in den benachbarten Fallschacht eingesetzt werden, so daß dieser auf den gleitfähigen Träger **880** abgesenkt werden kann.

(11) Falls eine Nahtmaterialpackung schadhaf ist, also beispielsweise der Deckel fehlt oder verschoben ist und die betreffende Packung demzufolge an der vorhergehenden Packungs-Entlade-Bearbeitungsstation **642** nicht entladen worden ist, dann greift an dieser Bearbeitungsstation **650** eine Anordnung **652** mit einem hin- und hergehenden Arm mit einem Greiferkopf an und entfernt die fehlerhaften Packungen von den Bearbeitungsköpfen und legt sie auf einem Förderband ab, um sie in einen geeigneten Abfallbehälter zu fördern.

(12) An der letzten Bearbeitungsstation der Verpackungsmaschine **500** prüft ein Sensor **577** die Anwesenheit von Packungen, die möglicherweise an den Stationen (10) und (11) noch nicht entfernt wurden. Dies ist eine weitere, in die Verpackungsmaschine **500** eingebaute Sicherheitsmaßnahme, um zu gewährleisten, daß der Bearbeitungskopf an Station (1) leer und zur Aufnahme einer leeren Packungs-Ablageschale bereit ist.

[0349] Wie in den [Fig. 43](#) bis [Fig. 45](#) dargestellt, weist jeder Bearbeitungskopf **560** ein Gehäuse **660** auf, welches auf der Oberseite **662** des Revolvers **512** fest angebracht ist. Jedes der Gehäuse **660** weist eine horizontal durchgehende zentrale Durchgangsbohrung mit einer Welle **664** auf, die darin drehbar gelagert ist. Die Welle **664** ist im Gehäuse **660** normalerweise gegen Drehung gesichert. Jedoch kann die Welle **664** an vorgege-



benen Bearbeitungsstationen mittels eines Lokalisierungsstiftes **661** gelöst werden, so daß sie drehbar sowie in radialer Richtung axial in das Gehäuse **660** hinein gegen eine stationäre Nockenordnung **663**, die im Revolver oder Drehtisch **512** zentral angebracht ist, verschiebbar wird, wodurch die auf die Welle **664** übertragene Dreh-Verschiebung geregelt werden kann, wie es nachfolgend noch mit weiteren Einzelheiten diskutiert werden wird.

**[0350]** Die radial nach außen gewandte Anordnung **668** des Plattenelementes **670**, das am radialen äußeren Ende der Welle **664** fest angebracht ist, ist dafür vorgesehen, Teile der Nahtmaterialpackungen zu halten, insbesondere die Packungs-Ablageschalen, die bei der Herstellung von Packungen chirurgischer Nadeln mit daran befestigtem Nahtmaterial verwendet werden.

**[0351]** Im wesentlichen umfaßt die radiale äußere Anordnung des Bearbeitungskopf-Gehäuses **660** zur Befestigung von Nahtmaterial-Ablageschalen ein Plattenelement **670**, welches ein langgestrecktes, vertikal orientiertes Plattenteil **672** mit allgemein parallelen, einander gegenüber liegenden Seiten **674** und konvex abgerundeten, einander gegenüber liegenden Enden **676** aufweist, das somit allgemein der Form des Außenumfanges einer Packungs-Ablageschale entspricht. Eine ebene Außenfläche des Plattenteiles **672** weist eine hervorstehende Außenumfangs- oder Randanordnung **678** auf, in welcher eine Nahtmaterial-Ablageschale gelagert werden kann und anliegen soll, wobei das Plattenteil **672** fest am äußeren Ende der Welle **664** angebracht ist, um mit dieser zusammen zu rotieren. Von der ebenen Außenfläche des drehbaren Plattenteiles **652** des Bearbeitungskopfes **560** ragen Vorsprünge oder Führungsstifte **580** hervor, welche dazu gedacht sind, die Packungs-Ablageschale auf dem Plattenteil **672** in geeigneter Weise auszurichten, wobei die Ablageschale derart ausgebildet ist, daß sie durch das Anlegen von Vakuum über Durchlässe durch das Gehäuse **660** des Bearbeitungskopfes hindurch, die an eine Vakuumquelle angeschlossen sind, an der Außenfläche des Plattenteiles gehalten wird.

**[0352]** Die Vakuum-Durchlässe erstrecken sich durch die Unterseite des Drehtisches **512**, wie in [Fig. 46](#) dargestellt, welche eine Vielzahl von Öffnungen **684** aufweist, deren jede mit Durchlässen in Verbindung steht, die zu einem angeschlossenen Bearbeitungskopf **560** führen. Das Vakuum wird über die Öffnungen **684** selektiv gesteuert und über einen zwischengeschalteten stationären Vakuumraum **686** zugeführt, welcher, wie in [Fig. 41](#) dargestellt, unter dem Drehtisch **512** angeordnet ist. Der Vakuumraum **686** weist, wie in [Fig. 47](#) dargestellt, Auslaßschlitze **688** sowie Anschlüsse **689** zur Anlegung oder Abschaltung eines Vakuums auf, wobei die jeweiligen Bearbeitungsköpfe **560** entsprechend der Drehposition des Drehtisches **512** mit Öffnungen oder Anschlüssen **684** an der Unterseite **682** zusammenfallen, so daß eine Verbindung zu den Vakuumraum-Auslaßschlitzen oder -Anschlüssen hergestellt wird.

**[0353]** Obwohl diese Erfindung im Hinblick auf detaillierte Ausführungsformen derselben dargestellt und beschrieben wurde, ist es für den Fachmann selbstverständlich, daß verschiedene Änderungen in Form und Detail derselben vorgenommen werden können, ohne den Erfindungsgedanken und den Schutzzumfang der beanspruchten Erfindung zu verlassen.

#### Bezugszeichenliste

<b>17</b>	Nockenscheibe
<b>30</b>	Nahtmaterial-Station
<b>39</b>	Nadel
<b>40</b>	Schneidenbereich
<b>41</b>	Schaftabschnitt
<b>42</b>	Nahtmaterial
<b>42a</b>	spitzes Ende des Nahtmaterials
<b>43</b>	Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung
<b>44</b>	Schaftende
<b>45</b>	Packungs-Ablageschale
<b>45a</b>	Längsachse (der Packungs-Ablageschale)
<b>46</b>	Deckel
<b>47</b>	Nahtmaterialpackung
<b>48</b>	Verriegelungsanordnung
<b>49</b>	Oberfläche des Deckels
<b>50</b>	Sortier- und Vereinzlungsstation
<b>52</b>	Sammelbehälter
<b>52a</b>	Fülltrichter (Schwingförderer)

<b>52b</b>	Fülltrichter (Schwingförderer)
<b>53a</b>	Linear-Gleitausgabe-Baugruppe
<b>53b</b>	Linear-Gleitausgabe-Baugruppe
<b>54a</b>	Plattform
<b>54b</b>	Plattform
<b>55a</b>	Roboter-Baugruppe
<b>55b</b>	Roboter-Baugruppe
<b>56</b>	Klemmwanne
<b>58</b>	Förderrinne
<b>58b</b>	Ende der Förderrinne
<b>58b</b>	Fallpunkt der Förderrinne
<b>58c</b>	Rippe
<b>59</b>	Impuls-Schwingungs-Einheit, Schwingungsmotor
<b>60</b>	Steuereinrichtung
<b>61</b>	erste vertikale Sperre
<b>61a</b>	Anschlagschraube
<b>61b</b>	Anschlagschraube
<b>61c</b>	Rändelschraube
<b>61d</b>	Rändelschraube
<b>62</b>	zweite vertikale Sperre
<b>62a</b>	Anschlagschraube
<b>62b</b>	Anschlagschraube
<b>62c</b>	Rändelschraube
<b>62d</b>	Rändelschraube
<b>63</b>	optischer Sensor
<b>64</b>	optischer Sensor
<b>65</b>	Nadeltasche
<b>65b</b>	Nadeltasche
<b>66</b>	Nadelschale
<b>66a</b>	Nadeltasche
<b>66b</b>	Nadeltasche
<b>67</b>	(Schwenk-)Blockelement
<b>68</b>	(Schwenk-)Blockelement
<b>69</b>	Stift
<b>70</b>	Stift
<b>71</b>	Stift
<b>76</b>	Luft-Gleitvorrichtung
<b>76a</b>	Luft-Gleitvorrichtung
<b>76b</b>	Luft-Gleitvorrichtung
<b>77</b>	vertikale Platte
<b>78</b>	Haltekörper
<b>79</b>	Rolle
<b>79b</b>	Rolle
<b>80</b>	Rolle
<b>80b</b>	Rolle
<b>81</b>	Förderrinne, rechteckig
<b>81b</b>	Förderrinne, rechteckig
<b>100</b>	Präzisions-Positionierungsstation
<b>101</b>	Schrittschalt-Förderer, durchsichtig
<b>102</b>	Schrittschalt-Förderer, durchsichtig
<b>103a</b>	Abschnitt, ausgeleuchtet
<b>103b</b>	Abschnitt, ausgeleuchtet
<b>104</b>	Schrittschalt-Förderer, durchsichtig
<b>105</b>	Schrittschalt-Förderer
<b>106</b>	Präzisions-Schrittschalt-Förderer
<b>108</b>	Roboter-Greifer
<b>108a</b>	Roboter-Greifer
<b>108b</b>	Roboter-Greifer
<b>110</b>	Antriebsmotor-Baugruppe
<b>112</b>	Antriebsmotor-Baugruppe

<b>114</b>	Steuersystemcomputer
<b>120</b>	Anschlag-Baugruppe, beweglich
<b>120b</b>	Rückfläche des Anschlages
<b>124</b>	Kamera-Baugruppe
<b>126</b>	Kamera-Baugruppe
<b>128</b>	Videokamera
<b>130a</b>	Plattform (Fläche), ausgeleuchtet
<b>130b</b>	Plattform (Fläche), ausgeleuchtet
<b>132a</b>	Kommunikationsleitung
<b>132b</b>	Kommunikationsleitung
<b>134</b>	Kommunikationsleitung
<b>136</b>	Klemmbacken, fest
<b>137</b>	Klemmbacken, beweglich
<b>138</b>	Klemmbacken
<b>139</b>	Tasche
<b>140</b>	Schubstange
<b>142</b>	Feder
<b>144</b>	Rille
<b>146</b>	Roboter-Lade-Elektromagnet-Mechanismus
<b>148</b>	Montageplatte
<b>150</b>	Stauch-Drehtisch
<b>151</b>	Roboter-Arm
<b>152</b>	Stift
<b>154</b>	Feder
<b>156</b>	Nadel-Orientierungseinrichtung ("Pflug")
<b>158</b>	Bogenklinge, langgestreckt
<b>160</b>	Befestigungsklammer
<b>162</b>	festes Ende (des Präzisions-Förderers <b>106</b> )
<b>164</b>	Vorpositionierungs-Baugruppe
<b>165</b>	Lauftrad
<b>166</b>	Zahnriemen
<b>167</b>	Nocken
<b>168</b>	Nockenstößel
<b>169</b>	Betätigungsarm
<b>170</b>	Flügel (des Armes <b>169</b> )
<b>172</b>	Schwenkarm
<b>173</b>	Schwenkstift
<b>174</b>	Schraubenfeder
<b>175</b>	Schwenkpunkt
<b>176</b>	Führungsrolle
<b>176a</b>	Nadellöse-Elektromagnet
<b>177</b>	Nockenscheibe
<b>178</b>	Riemenantriebs-Baugruppe
<b>179</b>	Zugfeder
<b>180</b>	Nadel-Greiferstift, fest
<b>181</b>	Nadel-Greiferstift, fest
<b>182</b>	Nadel-Greiferstift, beweglich
<b>184</b>	Mehrachsgreifer
<b>185</b>	Stauch-Drehtisch
<b>186</b>	Nocken-Drehtisch-Baugruppe
<b>187</b>	Antriebsmotor
<b>187</b>	Antriebsmotor
<b>188</b>	Schrittschalt-Antriebs-Transmission, erste
<b>189</b>	Schrittschalt-Antriebs-Transmission, zweite
<b>190</b>	90°-Untersetzung-Transmission
<b>191</b>	Zahnriemen
<b>192</b>	Welle
<b>193a</b>	Lager
<b>193b</b>	Lager
<b>193c</b>	Lager

<b>193d</b>	Lager
<b>194</b>	Mitnehmerkappe
<b>195</b>	Modular-Rahmen-Baugruppe
<b>196</b>	Druckhals
<b>197</b>	Antriebsring
<b>197a</b>	Position
<b>198</b>	Nadellager
<b>199</b>	Rast-Kupplung
<b>199a</b>	Kugel-Rast-Kupplung
<b>200</b>	Stauch-Station
<b>201</b>	Stauchwerkzeug, ortsfest
<b>201c</b>	Druckfeder
<b>201a</b>	Rückwand des Hohlraumes
<b>201b</b>	Wandung des Hohlraumes
<b>201c</b>	Feder
<b>202</b>	Stauchwerkzeug, beweglich
<b>202a</b>	Säule, mit Schulter
<b>202b</b>	Unterlegscheibe
<b>202c</b>	Kopfschraube
<b>203</b>	Werkzeugöffnung
<b>204</b>	Vertiefung
<b>205</b>	Vertiefung
<b>206</b>	Pneumatikzylinder
<b>207</b>	Zylinderstange
<b>208</b>	Stauchwerkzeug-Betätigungshebel
<b>209</b>	Schraube
<b>210</b>	Feder
<b>211</b>	Nahtmaterial-Ausrichtungsplatte
<b>211a</b>	Zapfen
<b>211b</b>	Nahtmaterial-Führungstrichterhälfte
<b>211c</b>	Auflage
<b>212a</b>	Klemmvorrichtung, erste
<b>212b</b>	Klemmvorrichtung, zweite
<b>213</b>	Nahtmaterial-Ausrichtungsplatte
<b>213a</b>	Stirnfläche (der Nahtmaterial-Ausrichtungspl. <b>213</b> )
<b>214</b>	Trichterhälfte
<b>215</b>	Nocken
<b>216</b>	Einlaß
<b>217</b>	Einlaß
<b>218a</b>	Rahmen
<b>218b</b>	Rille
<b>218c</b>	Wand (der Rille <b>218b</b> )
<b>219</b>	Pneumatikzylinder
<b>219</b>	Stauchzylinder
<b>220</b>	Nadel-Führungslinial-Baugruppe
<b>221</b>	Nadel-Führungslinial-Platte
<b>222</b>	Servomotor
<b>223</b>	Laufgrad
<b>224</b>	Zahnriemen
<b>225</b>	Stauch-Einstellschraube
<b>226</b>	Gleitkeil
<b>227</b>	Rampenwinkel, komplementär (Keilstößel)
<b>228</b>	Greiferbaugruppe, erste
<b>229</b>	Greiferbaugruppe, zweite
<b>230</b>	Greiferbaugruppe, erste
<b>232</b>	Greiferbaugruppe, zweite
<b>291</b>	Nockenspur, durchgehend
<b>292</b>	Nocken-Drehtisch-Platte
<b>293</b>	Führung, ortsfest
<b>294</b>	Führung, ortsfest

<b>295</b>	Nockenstift
<b>295a</b>	Nockenstift
<b>295b</b>	Nockenstift
<b>295c</b>	Nockenstift
<b>295d</b>	Nockenstift
<b>296</b>	Nocken-Gleitelement
<b>297</b>	Schlitten
<b>297a</b>	Schlitten
<b>298</b>	Antriebs-Kupplungsplatte
<b>299</b>	Antriebs-Kupplungsplatte
<b>300</b>	Nahtmaterial-Zieh- und Schneidestation
<b>302</b>	Nahtmaterial-Spule
<b>306</b>	Spannvorrichtung, mechanisch
<b>308</b>	Führungsrahmen, stationär
<b>310</b>	Führungsrahmen, schwenkbar
<b>312</b>	Stift
<b>314</b>	Spannrolle
<b>316</b>	Drehmomenten-Motor
<b>317</b>	Kein-Nahtmaterial-Sensor
<b>318</b>	Betätigungselement
<b>320</b>	Rolle
<b>322</b>	Hebelarm
<b>324</b>	Photodetektor
<b>326</b>	Leerlaufrolle
<b>328</b>	Leerlaufrolle
<b>330</b>	Anspitz-Baugruppe
<b>332</b>	Leerlaufrolle, groß
<b>333</b>	Transportschlitten
<b>334</b>	Schneidebaugruppe
<b>335</b>	Skala, vertikal
<b>338</b>	Rahmenelement
<b>340</b>	Position der Schneideklinge
<b>342</b>	Ausgangsposition des Servogreifers
<b>344</b>	Einsatz-End-Position des Servogreifers
<b>354</b>	Skala, vertikal
<b>356</b>	Handkurbel
<b>358</b>	Präzisions-Leitspindel
<b>360</b>	Zeiger
<b>362</b>	Heizkörper
<b>364</b>	Heizöffnung
<b>366</b>	Lufteinlaßleitung
<b>366a</b>	Greiffläche, erste
<b>366b</b>	Greiffläche, zweite
<b>368</b>	Punkt am Schlitten
<b>370</b>	Thermoelement
<b>372</b>	Abzweigkanal
<b>374</b>	Pneumatikzylinder
<b>376</b>	Elektromagnet
<b>378</b>	Luftrohr
<b>380</b>	Luftrohr
<b>386</b>	Gleitmechanismus (Klingen-Überfahrblock)
<b>388</b>	Querstange
<b>390</b>	Gleitmechanismus (Klingen-Überfahrblock)
<b>392</b>	Schneideklinge
<b>394</b>	Lokalisierungsarm, erster
<b>398</b>	Antriebsstift
<b>400</b>	Zugprüfungs-Station
<b>404</b>	Lokalisierungsarm
<b>406</b>	Stift
<b>408</b>	Antriebsstift



410	Verbindungsarm, zweiter
412	Überfahrstift
414	Einsatz, erster
416	V-Einsatz, konvex
418	V-Einsatz, konkav
419	V-Arm
419a	Nadellöse-Nockenrollen-Baugruppe
420	V-Einsatz, konkav
420a	Arm, versetzt
420b	Arm, versetzt
422	Klemmschraube
422a	Gleitstab
422b	Gleitstab
424	Last-Balancier-Platte
425	Federspannvorrichtung
425a	Greifer-Klemmbacken
425b	Greifer-Klemmbacken
426	Feder
426a	Greifer-Klemmbacken
426b	Greifer-Klemmbacken
427	Befestigungsschraube
428	Kolben
429	Zeiger
430	Skala
432	Klingenbefestigungsanordnung
434	Klingenkappe, abnehmbar
435	Kraftmeßzelle, piezoelektrisch
436	Positionierungsschlitz
437	abnehmbare Schraube
438	Bolzen
439	V-Platten-Nadelarm
439a	Nadel-Halte-Schneide
440	Zugprüfungs-Führungslinial-Baugruppe
442	Führungslinial-Platte, vertikal
443	Leitschraube
443	Arm, winklig versetzt
444	Arm, winklig versetzt
446	Achse
470	Nahtmaterial-Greifer-Baugruppe
471	Rahmenelement
472	Gleitblock-Baugruppe
472a	Gleitblock
473	Kabel
474	Pneumatikzylinder
476	Gegengewicht
476a	Befestigungspunkt
477	Laufrolle
479	Pneumatikzylinder
480	Untergestell
485	Befestigungsklammer
486	Nadel-Abstreifer-Stift
486a	Nadel-Abstreifer-Stift
487	Nadel-Abstreifer-Baugruppe
488	Nadellöse-Nockenrolle
489	Schieber
490	Schwenk-Hebelarm
490a	Stift
491	Nadel-Abstreifer-Elektromagnet
494	Handkurbel
500	Verpackungsstation

512	Drehtisch
514	Maschinenrahmen-Anordnung
515	Rahmenteil, stationär
517	Rahmenteil, beweglich (einstellbar)
518	Träger, vertikal
520	Träger, horizontal
522	Träger, horizontal
524	Träger, horizontal
526	Ausrichtungsfuß
528	Träger, horizontal
530	Träger, horizontal
532	Träger, horizontal
534	Träger, vertikal
536	Träger, vertikal
538	Hubspindelanordnung
540	Riemenantrieb
542	Riemenantrieb
544	Riemenantrieb
546	Riemenantrieb
548	Riemenantrieb
550	Antriebsbauteil
552	System (zur Vakuumerzeugung)
554	Mittelachse
560	Bearbeitungskopf
570	Bearbeitungsstation
572	Karussell
574	Platte (Drehplatte)
576	Roboter-Schwenkarm-Anordnung
577	Sensor (Bearbeitungsstation)
580	Bearbeitungsstation
582	Schwenkanordnung
584	Bearbeitungsstation
586	Sensor
588	Klammeranordnung
590	Nadel-Überführungs-Bearbeitungsstation
592	Greifer-Mechanismus
594	Bearbeitungsstation
595	Sensor
596	Ablageschalen-Wickelmechanismus
598	Wickel-Bearbeitungsstation, erste
600	Nadel-Sortier- und -Beschickungssystem
620	Wickelstation, zweite
622	Wickelkopf
624	Sensor, stationär
626	Bearbeitungsstation
630	Bearbeitungsstation
632	Platte, scheibenförmig
634	Stapel, vertikal (von Deckeln)
636	Roboter-Schwenkarm-Anordnung
640	Roboter-Greifarm, schwenkbar
642	Nahtmaterialpackg.-Entlade-Bearbeitungsstation
644	Ablage-Element
646	Lagereinheit
650	Bearbeitungsstation
652	Plattenteil, drehbar
660	Bearbeitungskopfgehäuse
661	Lokalisierungsstift
662	Oberseite (des Revolvers)
663	Nockenordnung, stationär
664	Welle

668	Anordnung (des Plattenelementes <b>670</b> )
670	Plattenelement
672	Plattenteil, langgestreckt, vertikal
674	Seiten (des Plattenteiles <b>672</b> )
676	Enden, konvex abgerundet
678	Außenumfangs- oder Randanordnung
680	Führungsstift
682	Unterseite
684	Öffnung
686	Vakuumraum
688	Auslaßschlitz
689	Anschluß
702	Roboter-Steuerungs-Rechenprozeß
704	Bilderfassungs-Steuerungs-Rechenprozeß
706	Förderer-Schrittschalt-Steuerungs-Rechenprozeß
708	SCADA-Knoten-Schnittstellen-Rechenprozeß
710	Steuerpult-Rechenprozeß
712	Rechenprozeß-Manager
714	Förderer-Initialisierungs-Rechenprozeß
716	Objektiv-Steuerungs-Rechenprozeß
718	programmierbare logische Steuerung (PLC)
722	Zuerst-Ein-Zuerst-Aus-(FIFO-)Pufferspeicher
724	Datenleitung
726	Datenleitung
728	NADEL IM GREIFER
730	SICHER ZUM PLATZ
732	PRÄZISIONS-FÖRDERER NICHT WEITERSCHALTEN
734	NADEL PLAZIEREN BEENDET
736	Signalleitung
738	LETZTES AUFGREIFEN
739	LETZTES AUFGREIFEN
741	FÖRDERER 1 FRÜH WEITERSCHALTEN
741'	FÖRDERER 1 FRÜH WEITERSCHALTEN
742	FÖRDERER 2 FRÜH WEITERSCHALTEN
742'	FÖRDERER 2 FRÜH WEITERSCHALTEN
744	FÖRDERER 1 FRÜH WEITERSCHALTEN
745	FÖRDERER 2 FRÜH WEITERSCHALTEN
746	FÖRDERER 1 FRÜH WEITERSCHALTEN
746'	FÖRDERER 1 FRÜH WEITERGESCHALTET
748	FÖRDERER 2 FRÜH WEITERSCHALTEN
748'	FÖRDERER 2 FRÜH WEITERGESCHALTET
750	FÖRDERER 1 ZUR RUHE GEKOMMEN
750'	FÖRDERER 1 ZUR RUHE GEKOMMEN
751	FÖRDERER 2 ZUR RUHE GEKOMMEN
751'	FÖRDERER 2 ZUR RUHE GEKOMMEN
753	BESCHICKUNGS-FÖRDERER 1 ( <b>102</b> ) WEITERSCHALTEN
754	BESCHICKUNGS-FÖRDERER 2 ( <b>104</b> ) WEITERSCHALTEN
756a	Zustands-Abrufsignal
756b	Zustands-Abrufsignal
756c	Zustands-Abrufsignal
756d	Zustands-Abrufsignal
756e	Zustands-Abrufsignal
756f	Zustands-Abrufsignal
758	SYSTEMVERSAGEN
760	Datenleitung
802	Grundkörper, eben
804	Wand, vertikal
806	Wand, zweite vertikale
808	Finger
810	Ablageschalen-Ladeanordnung

812	Fallschacht, vertikal
814	Steuerungswelle
816	Antriebsmechanismus
818	Oberseite (einer runden Platte)
820	Platte, rund, scheibenförmig (Drehplatte)
822	Vertiefung
823	Mehr-Ablageschalen-Pufferbereich
824	Vertiefung
826	Bodenfläche
828	Durchlaß
830	Antriebseinheit
832	Roboter-Schwenkarm-Anordnung
834	Gehäuseanordnung
835	Greiferanordnung
836	Ende, vorderes (vom Schwenkarm <b>832</b> )
839	Schrittschaltmechanismus
840	Vakuum-Klemmeinheit
842	Vakuumdüse oder -finger
844	Wickelkopf, drehbar
846	Stift
848	Gleitklammer
850	Schwenkarmelement
852	Nocken
854	Vakuum-Führungsplatten-Element
856	Vakuum-Führungsplatten-Element
858	Fläche, erhabene
860	Wickelkopf
862	Seite, langgestreckt, gerade
864	Seite, langgestreckt, gerade
866	Ende, konvex
868	Ende, konvex
870	Antrieb
872	Plattform, stationär, horizontal
874	Roboterarm-Anordnung
876	Behälterablage
878	Behälter
880	Träger, parallel
882	Träger, parallel
884	Ablagen-Eingriffselement, Schubplatte
886	Behälterablage-Lager
888	Aufzugsmechanismus
890	Antriebseinheit
892	Schrittschalt- und Antriebseinheit
894	Gehäuse
896	Antriebsmechanismus
898	Behälter, hinterster
900	Stützstab
902	Stützstab
904	Kolbeneinheit
906	Gehäuseteil
908	Arm, herabreichend
910	Schwenkarm-Vorrichtung
912	Gelenkpunkt
914	Ende, frei oder distal
916	Greiferanordnung
918	Schwenkarm
920	Gehäuseanordnung
922	Hubanordnung
924	Fallschacht
926	Finger, schwenkbar

<b>928</b>	Schwenkpunkt
<b>930</b>	Spannfeder
<b>932</b>	Rahmenelement
<b>934</b>	Hub- bzw. Förderantrieb
<b>936</b>	Seite, offen (der Gehäuseanordnung)
<b>970</b>	Gehäuseanordnung
<b>1002</b>	Bohrung
<b>1004</b>	Schwenkstift, zweiter
<b>1006</b>	Schwenkstift, erster
<b>1008</b>	Hebel
<b>1008a</b>	erstes Ende (des Hebels <b>1008</b> )
<b>1008b</b>	zweites Ende (des Hebels <b>1008</b> )
<b>1010</b>	Feder
<b>1012</b>	Anschlag
<b>1100</b>	Rollenocken
<b>1102</b>	Gehäuse
<b>1104</b>	Montageblock
<b>1106</b>	Gleitelement
<b>1108</b>	Gleitschlitten
<b>1110</b>	Federelement
<b>1112</b>	Linear-Gleitelement
<b>1114</b>	Pneumatikmotor
<b>1116</b>	Nockenplatte
<b>1120</b>	Schubstange
<b>1122</b>	Schubstange
<b>1124</b>	Schubplatte
<b>1200</b>	Planetenrad-System
<b>1202</b>	Zahnrad, angetrieben
<b>1204</b>	Zahnradsystem
<b>1206</b>	Leerlauf-Zahnrad
<b>1208</b>	Zahnriemen
<b>1210</b>	Planetenrad-Unter-Baugruppe
<b>1212</b>	Welle, zentrale
<b>1213</b>	Nahtmaterial -Führungs-Baugruppe
<b>1214</b>	Stift, fest
<b>1214a</b>	Rille
<b>1216</b>	Stift, beweglich
<b>1218</b>	Schlitz

### Patentansprüche

1. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine zum Befestigen von Nahtmaterial (**42**) an einer chirurgischen Nadel (**39**) mit einer darin ausgebildeten Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung (**43**) sowie zum automatischen Verpacken der Nadel (**39**) und des Nahtmaterials (**42**), wobei diese Maschine umfasst:

- eine automatische Nadel-Sortier- und -Beschickungsstation (**50**) zum Vereinzeln und genauen Positionieren der chirurgischen Nadeln (**39**) für das nachfolgende Stauchen;
- eine Nahtmaterial-Schneidestation (**300**) zum automatischen Schneiden eines Nahtmaterials (**42**) auf eine bestimmte Länge sowie zum automatischen Einsetzen des Nahtmaterials (**42**) in die Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung (**43**), welche in der chirurgischen Nadel (**39**) ausgebildet ist;
- eine Stauchstation (**200**) an einer vorgegebenen Position zum Stauchen der chirurgischen Nadel (**39**), um die Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung (**43**) um das freie Ende des Nahtmaterials (**42**) herum zu schließen, wodurch das Nahtmaterial (**42**) befestigt und eine Nadel-Nahtmaterial-Anordnung (**39, 42**) gebildet wird und
- eine Nadel-Verpackungsstation (**500**) mit einer Verpackungs-Beschickungsanordnung (**570**) und einer Nadel-Überführungsanordnung (**590**) zum automatischen Verpacken einer einzelnen Nadel (**39**) mit daran befestigtem Nahtmaterial (**42**), um eine Nahtmaterialpackung (**47**) herzustellen, wobei die Nadel-Verpackungsstation (**500**) eine Einrichtung für das automatische Wickeln des Nahtmaterials (**42**) innerhalb der Umrandung einer Ablageschale (**45**) und das Anbringen eines Deckels (**46**) auf der Ablageschale (**45**) zur Bildung einer Nahtmaterialpackung (**47**) umfasst, die Verpackungsstation (**500**) mindestens einen Bearbeitungskopf (**560**) zur Aufnahme der Ablageschale (**45**) sowie eine Einrichtung (**512**) aufweist, welche auf den Bearbeitungskopf (**560**) und die darauf gelagerte Ablageschale (**45**) eine Vorwärtsbewegung überträgt, um dieselben schrittweise



zu einer Vielzahl von Bearbeitungsstationen (570 (1), 580 (2), 584 (3), 590 (4), 594 (5), 598 (6), 620 (7), 626 (8), 630 (9), 642 (10), 650 (11), 577 (12)) vorzuschieben, die ortsfest in der Nähe der Bahn der Vorschubbewegung des mindestens einen Bearbeitungskopfes (560) angeordnet sind, wobei die Verpackungs-Beschriftungsanordnung (570) eine erste Bearbeitungsstation (570) mit einer Befestigungseinrichtung zur Befestigung einer leeren Ablageschale (45) auf der Auflagefläche (670), die an dem mindestens einen Bearbeitungskopf (560) positioniert ist, umfasst und diese Befestigungseinrichtung eine Ablageschalen-Stapelungseinrichtung zum Stapeln zugeführter leerer Ablageschalen (45) und eine Roboter-Einrichtung (832) zur Überführung der Ablageschale (45) auf die Auflagefläche (670) des mindestens einen Bearbeitungskopfes (560) umfasst; und

wobei die Nadel-Überführungsanordnung (590) eine Einrichtung (592) zum Einsetzen der einzelnen Nadel und des damit verbundenen Nahtmaterials in die leere Ablageschale (45) umfasst, wodurch unsortierte Nadeln (39) und Nahtmaterial (42) automatisch in eine Vielzahl orientierter Nadel-Nahtmaterial-Anordnungen (39, 42) überführt und nacheinander jeweils eine einzelne Anordnung (39, 42) in eine einzelne Packungs-Ablageschale (45) verpackt wird,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Befestigungseinrichtung eine Ablageschalen-Ladeanordnung (810) mit einer Karusselleinrichtung (572) mit mehreren Fallschächten (812) mit offenem Boden umfasst, die jeweils einen vertikalen Stapel von darin angeordneten Ablageschalen (45) enthalten und die Ablageschalen-Ladeanordnung weiterhin folgendes aufweist:

– eine Drehplatte (574, 820), die horizontal angeordnet ist und sich nahe unter dem Boden eines Fallschachtes (812) befindet und bei der dann, wenn eine von mehreren Vertiefungen der Drehplatte (820) unter einem Fallschacht ausgerichtet ist, die unterste Ablageschale (45) abgespalten und in eine darunter befindliche Vertiefung (822, 824) unter Einwirkung eines Vakuums, das an einer Bodenfläche (826) der Vertiefung angelegt ist, abgelegt wird; und

– eine Antriebseinheit (830) zum schrittweisen Weiterschalten der Drehplatte (574, 820) vorwärts in vorgegebenen Winkelschritten; und

dass die Roboter-Einrichtung (832) eine Roboter-Schwenkarm-Anordnung (832) zum anschließenden Ergreifen der Ablageschale (45) aufweist, damit die Bodenfläche der von ihm gehaltenen Ablageschale (45) mit der Ablageschalen-Aufnahmefläche des dazu ausgerichteten Bearbeitungskopfes (560) in Kontakt kommen kann.

2. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 1, bei welcher die Stauchstation (200) ein erstes und ein zweites Stauchwerkzeug (201, 202) aufweist, wobei das erste Stauchwerkzeug (201) ein Ende hat, das einen Teil der Stauchwerkzeug-Öffnung (203) begrenzt und das zweite Stauchwerkzeug (202) ein Ende hat, das einen anderen Teil der Stauchwerkzeug-Öffnung (203) begrenzt und das zweite Stauchwerkzeug (202) möglichst nahe am ersten Stauchwerkzeug (203) positioniert ist, um eine Stauchwerkzeug-Öffnung (203) zur Aufnahme der Nadel (39) zu bilden.

3. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 2, bei welcher das erste Stauchwerkzeug (201) in seiner Position fixiert ist, während das zweite Stauchwerkzeug (202) in seitlicher Richtung zum ersten festen Stauchwerkzeug (201) hin und von diesem weg bewegbar ist.

4. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 3, bei welcher die Stauchstation (200) eine Einrichtung (206, 207, 208, 210) aufweist, um das zweite Stauchwerkzeug (202) vor der Positionierung der Nadel (39) in der Stauchwerkzeug-Öffnung (203) von dem ersten Stauchwerkzeug (201) weg zu bewegen.

5. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 4, bei welcher die Bewegungseinrichtung (206, 207, 208, 210) das zweite Stauchwerkzeug (202) zum ersten Stauchwerkzeug (201) hin bewegt, um die dazwischen plazierte Nadel (39) zu ergreifen.

6. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 5, bei welcher die Bewegungseinrichtung (206, 207, 208, 210) eine Federvorspannungs-Einrichtung (210) umfasst, um eine Kraft zu erzeugen, die ausreicht, um das zweite Stauchwerkzeug (202) in Richtung des ersten Stauchwerkzeuges (201) zu bewegen, um die Nadel (39) ohne Verformung von deren Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung (43) zu ergreifen, wenn die Nadel (39) in der Stauchwerkzeug-Öffnung (203) plazierte ist.

7. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 6, bei welcher die Bewegungseinrichtung (206, 207, 208, 210) einen Pneumatikzylinder (206) aufweist, um die erforderliche Kraft zu liefern, welche das bewegliche Stauchwerkzeug (202) gegen das erste Stauchwerkzeug (201) presst, um das Stauchen der dazwischen ergriffenen Nadel (39) durchzuführen.

8. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 7, bei welcher das zweite Stauchwerkzeug (202) durch einen Hub über eine vorgegebene Strecke gegen das erste Stauchwerkzeug (201) gepresst wird, um das Stauchen durchzuführen.

9. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 8, bei welcher die Bewegungseinrichtung (206, 207, 208, 210) eine Stoppeinrichtung (202a, 218b, 218c) aufweist, um die Bewegung des zweiten Stauchwerkzeuges (202) beim Stauchhub zu beenden.

10. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 9, bei welcher die Klemmeinrichtung (182) zu einer Nicht-Klemmposition geöffnet wird, um die Nadel (39) in der Stauchwerkzeug-Öffnung (203) nach dem Greifen aber vor dem Stauchen derselben freizugeben.

11. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 10, bei welcher die Staucheinrichtung (200) weiterhin ein Führunglineal (221) aufweist, um die Position der Nadel (39) in der Stauchwerkzeug-Öffnung (203) während des Stauchens derselben aufrecht zu erhalten.

12. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 11, bei welcher die Stauch-Einrichtung (200) weiterhin eine Einrichtung zum Einstellen der Position des ersten Stauchwerkzeuges (201) aufweist, um das Ausmaß der Stauchverformung zu ändern, welche an der Nahtmaterial-Aufnahmeöffnung (43) während des Stauchens derselben auftritt.

13. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 12, bei welcher das erste, feste Stauchwerkzeug (201) an einem seiner Enden einen Keilstößel (227) und die Einrichtung zur Änderung der Position des ersten, festen Stauchwerkzeuges eine Keilbaugruppe (226) aufweist, welche derart angeordnet ist, dass sie quer zum Keilstößel (227) bewegt wird, um diesen zusammen mit dem ersten, festen Stauchwerkzeug (201) entsprechend der Querbewegung der Keilbaugruppe (226) seitlich zu bewegen.

14. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 13, bei welcher die Querbewegung der Keilbaugruppe (226) durch eine Servomotor-Baugruppe (222) steuerbar ist, um die Stauch-Einstellschraube (225) mit einer vorgegebenen Steigung zu drehen, wobei die Drehung der Stauch-Einstellschraube (225) in eine Linearbewegung der Keilbaugruppe (226) umgewandelt wird.

15. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 14, bei welcher die Computersteuerungs-Einrichtung (114) die optimale Position des ersten Stauchwerkzeuges (201) bestimmt, um ein übermäßiges oder ein zu geringes Stauchen der Nadel (39) zu vermeiden.

16. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 1, bei welcher die Drehplatte (820) mit einer Vakuumquelle (552) in Verbindung steht, um ein Vakuum an die Oberseite (818) der Drehplatte (820) zu übertragen und die Ablageschale (45) dort während mindestens eines Schrittvorschubes der Drehplatte (820) zu halten.

17. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 1, bei welcher die Roboter-Einrichtung eine Schwenkarm-Anordnung (832) mit einer Ablageschalen-Erfassungseinrichtung (835) umfasst, um die Ablageschale (45) von der Drehplatte (820) abzuheben und dieselbe auf die Auflagefläche (670) des mindestens einen Bearbeitungskopfes (560) zu überführen.

18. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 17, bei welcher die Drehplatte (820) mit einer Vakuumquelle (552) in Verbindung steht, um ein Vakuum nach dort zu übertragen und die Ablageschale (45) auf der Drehplatte (820) zu halten, wobei das Vakuum abgeschaltet wird, nachdem die Ablageschalen-Erfassungseinrichtung (835) die Ablageschale (45) berührt hat und eine Vakuum-Erfassungseinrichtung die Ablageschale (45) berührt und ein Vakuum in der Vakuum-Erfassungseinrichtung (822) dieselbe dort hält, um den Transport der Ablageschale (45) auf die Auflagefläche (670) des mindestens einen Bearbeitungskopfes (560) zu ermöglichen.

19. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 18, bei welcher die Ablageschalen-Erfassungseinrichtung (835) die Ablageschale (45) auf der Auflagefläche (670) des mindestens einen Bearbeitungskopfes (560) befestigt, das Vakuum in der Ablageschalen-Erfassungseinrichtung (835) abgeschaltet sowie gleichzeitig ein Vakuum an die Auflagefläche (670) des mindestens einen Bearbeitungskopfes (560) angelegt wird, um die Ablageschale (45) dort zu halten.

20. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 1, bei welcher ein Karussell (572) eine Vielzahl von Fallschächten (812) in einer kreisförmigen drehbaren Anordnung umfasst, wodurch, nachdem ein Fallschacht (812) mit Ablageschalen (45) entleert wurde, ein benachbarter, mit Ablageschalen (45) gefüllter Fallschacht (812) in die Position über der Drehplatte (820) gedreht wird, um die Zufuhr von Ablageschalen (45) zur Drehplatte (820) zu ermöglichen.

21. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 1, bei welcher der Roboterarm einennockengesteuerten Roboter-Schwenkarm (832) umfasst, welcher derart ausgebildet ist, dass er zwischen einer vertikalen Orientierung in eine horizontale und Vorwärtsrichtung schwingen kann, um die Ablageschale (45) von der Drehplatte (820) zur Auflagefläche (670) auf dem Bearbeitungskopf (560) zu überführen.

22. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 1, bei welcher eine zweite Bearbeitungsstation (580) eine Einrichtung (582) aufweist, um der Ablageschale (45) und der Auflagefläche (670) auf dem mindestens einen Bearbeitungskopf (560), welche die Ablageschale (45) hält, eine Winkelverschiebung zu übertragen, um das nachfolgende Einsetzen einer chirurgischen Nadel (39) in die Ablageschale (45) zu ermöglichen.

23. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 22, bei welcher die Einrichtung zum Übertragen der Winkelverschiebung eine Anordnung (582) für den Eingriffskontakt mit der Auflagefläche (670) umfasst.

24. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 23, bei welcher die Anordnung ein Gleitelement mit einer Kontakteinrichtung zur Anlage an die Auflagefläche (670) sowie eine Schwenkarm-Einrichtung (582) zur Übertragung einer Bewegung auf die Kontakteinrichtung zur Auflagefläche (670) hin umfasst, um die Winkelbewegung auf diese zu übertragen.

25. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 22, bei welcher die Auflagefläche (670) auf dem mindestens einen Bearbeitungskopf (560) auf einer drehbaren Welle (664) befestigt ist, welche sich durch den mindestens einen Bearbeitungskopf (560) erstreckt, wobei eine Einrichtung (1216) diese Welle (664) normalerweise gegenüber einer Relativdrehung sichert, und diese Einrichtung (1216) die Welle für eine Axialbewegung und eine Drehung auf dem mindestens einen Bearbeitungskopf (560) freigibt, um es der Winkelverschiebungseinrichtung (582) zu ermöglichen die Winkelverschiebung auf die Ablageschale (45) und die Auflagefläche (670) zu übertragen.

26. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 25 bei welcher die Nocken-anordnung (852) vom entgegengesetzten Ende der Welle (664) berührt wird, um die axiale Bewegung derselben zu begrenzen.

27. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 1, bei welcher der mindestens eine Bearbeitungskopf (560) einen Raststift (1216) zum Einrasten der Ablageschale (45) und der Auflagefläche (670) in der Winkelverschiebungsposition aufweist.

28. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 22, bei welcher die Winkelverschiebung der Ablageschale (45) und der Auflagefläche (670) auf dem mindestens einen Bearbeitungskopf (560) um einen Winkel von etwa  $16,5^\circ$  um eine horizontale Achse (45a) der Ablageschale (45) erfolgt.

29. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 1, bei welcher eine Vielzahl von Bearbeitungsköpfen (560) auf einem Drehtisch (512) befestigt ist, wobei die Bearbeitungsstationen (570 (1), 580 (2), 584 (3), 590 (4), 594 (5), 598 (6), 620 (7), 626 (8), 630 (9), 642 (10), 650 (11), 577 (12)) in Abständen um den Drehtisch (512) herum angeordnet sind.

30. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 1, welche weiterhin eine Schrittschalt-Einrichtung (185) umfasst, um die Nadel-Nahtmaterial-Anordnungen (39, 42) schrittweise nacheinander zu einer Zugprüfungs-Station (400) weiterzuschalten, die zwischen der Stauchstation (200) und der Nadel-Verpackungsstation (500) angeordnet ist, wobei die Zugprüfungs-Station (200) eine Einrichtung zur automatischen Prüfung der Stauchverbindungs-Festigkeit einer jeden zur ihr weitergeschalteten Nadel-Nahtmaterial-Anordnung (39, 42) umfasst.

31. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 1, wobei

die automatische Nadel-Sortier- und -Beschickungsstation (50) eine einzelne Nadel (39) aus einer zugeführten Schüttung vereinzelt und eine einzelne Nadel (39) auf einer ersten Fördereinrichtung (102, 104) ablegt; eine Computersteuerungs-Abbildungseinrichtung (124) zur Erzeugung und Verarbeitung einer digitalen Abbildung der Nadel (39), um Positions- und Orientierungsdaten für jede der vereinzelt und abgebildeten Nadeln (39) auf der ersten Fördereinrichtung (102, 104) zu erhalten und eine Überföhrungseinrichtung (108) zur Entnahme der Nadel (39) von der ersten Fördereinrichtung (102, 104) entsprechend ihrer individuellen Positions- und Orientierungsdaten sowie zur Überföhrung dieser Nadel (39) auf einen zweiten Präzisionsföhrer (106) zur Föderung zu einer nachfolgenden Stauchstation (200); und wobei die Nadel-Verpackungsstation (500) eine Nahtmaterial-Wickelanordnung (596) zum automatischen Verpacken der Nadel-Nahtmaterial-Anordnung (39, 42) zum Herstellen einer Nahtmaterialpackung (47) umfasst, wobei die Nahtmaterial-Wickelanordnung (596) umfasst:

I) eine erste Bearbeitungsstation (598) mit einer Einrichtung zur Übertragung einer Vor-Drehbewegung auf die Ablageschale (45), welche eine darin gehaltene chirurgische Nadel (39) mit daran befestigtem Nahtmaterial (42), von dem ein Teil sich aus der Ablageschale (45) heraus nach unten erstreckt, enthält und

II) eine zweite Bearbeitungsstation (620) mit einer Einrichtung (622) zur Übertragung einer schnellen Drehbewegung auf die vorgedrehte Ablageschale (45), um dadurch den herabhängenden Teil des Nahtmaterials (42) vollständig in die Umrandung der Ablageschale (45) zu wickeln.

32. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 31, bei welcher die automatische Nadel-Sortier- und -Beschickungsstation (50) weiterhin eine Einrichtung (52, 52a, 52b) zum Vereinzeln jeder der Nadeln (39) vor ihrer Ablage auf der ersten Fördereinrichtung (102, 104) aufweist, wobei jede der vereinzelt Nadeln (39) auf der ersten Fördereinrichtung (102, 104) im Abstand voneinander abgelegt ist.

33. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 31, bei welcher die Überföhrungseinrichtung (108) eine oder mehrere Roboter-Einrichtung(en) (55a, 55b) aufweist, wobei jede Roboter-Einrichtung (55a, 55b) eine Greifeinrichtung (108a, 108b) zum Aufgreifen von Nadeln (39) von der ersten Fördereinrichtung (102, 104) und deren anschließender Plazierung auf der zweiten Fördereinrichtung (106) aufweist.

34. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 31, bei welcher die zweite Fördereinrichtung (106) eine oder mehrere Klemmeinrichtung(en) (56) zum Greifen der jeweiligen Nadeln (39) aufweist, wobei die Überföhrungseinrichtung (108) eine jede Nadel (39) in einer entsprechenden Klemmeinrichtung (56) plaziert.

35. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 31, bei welcher die Computersteuerungs-Abbildungseinrichtung (124) weiterhin eine Speichereinrichtung (722) zur Speicherung der Positions- und Orientierungsdaten aufweist, die der jeweils abgebildeten Nadel (39) entsprechen.

36. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 31, bei welcher die Computersteuerungs-Abbildungseinrichtung (124) zur Erzeugung und Verarbeitung einer digitalen Abbildung der einzeln abgelegten Nadeln (39) eine oder mehrere Kameraeinrichtung(en) (126, 128) enthält, wobei jede der einen oder mehreren Kameraeinrichtung(en) (126, 128) mit der Computersteuerungs-Abbildungseinrichtung (124) in Verbindung steht.

37. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 36, bei welcher jede der Kameraeinrichtungen (126, 128) eine Videoabbildung der Nadeln (39) auf der ersten Fördereinrichtung (102, 104) an jeweils einer oder mehreren Positionen im Bildfeld der einen oder mehreren Kameraeinrichtung(en) (126, 128) erhält.

38. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 32, bei welcher die automatische Nadel-Sortier- und -Beschickungsstation (50) weiterhin eine Schwingföhrer- und Führungsbahn-Baugruppe (52a, 52b) aufweist, um eine Einzelausgabe der Nadeln (39) an einen linearen Ausgabe-Gleitmechanismus (53a, 53b) zu erreichen, welcher die Nadeln (39) im Abstand voneinander auf der ersten Fördereinrichtung (102, 104) ablegt.

39. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 33, bei welcher die Roboter-Einrichtung (55a, 55b) mit der Speichereinrichtung (722) in Verbindung steht und die Roboter-Einrichtung (55a, 55b) Zugriff zur Speichereinrichtung (722) hat, um die Positions- und Orientierungsdaten entsprechend der einzelnen abgebildeten Nadeln (39) zu erhalten.

40. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 34, bei welcher jede der Klemmeinrichtungen (56) ein Paar Klemmbacken (136, 137) zum Ergreifen der zwischen ihnen positionierten Nadeln (39) von der Überführungseinrichtung (108) aufweist.

41. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 40, bei welcher die Klemmeinrichtung (56) weiterhin eine Federeinrichtung (142) aufweist, um einen ersten beweglichen Klemmbacken (137) von dem Paar der Klemmbacken (136, 137) an einem zweiten festen Klemmbacken (136) von dem Paar der Klemmbacken (136, 137) zur Anlage zu bringen, um die dazwischen positionierte Nadel (39) zu halten.

42. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 41, bei welcher jede der Klemmeinrichtungen (56) weiterhin eine Einrichtung (140) zum Zurückziehen des ersten beweglichen Klemmbackens (137) von der Anlage am zweiten festen Klemmbacken (136) vor der Positionierung der Nadel (39) zwischen ihnen aufweist.

43. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 42, bei welcher die Einrichtung (140) zum Zurückziehen des ersten beweglichen Klemmbackens (137) von der Anlage am zweiten festen Klemmbacken (136) eine Schubstange (140) ist, um den ersten beweglichen Klemmbacken (137) entgegen der Vorspannung der Federeinrichtung (142) zu verschieben.

44. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 34, welche weiterhin eine erste Orientierungseinrichtung (156) zur Orientierung einer jeden Nadel (39) während der Positionierung auf der zweiten Fördereinrichtung (106) in eine gleiche Richtung aufweist.

45. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 44, welche weiterhin eine zweite Orientierungseinrichtung (164) zur weiteren Orientierung der Nadel (39) axial zum dem Paar der Klemmbacken (136, 137) aufweist.

46. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 45, welche weiterhin eine dritte Orientierungseinrichtung (120) zur weiteren Orientierung der Nadel (39) auf 25 µm (0,001 Zoll) einer vorgegebenen Orientierung genau auf der zweiten Fördereinrichtung (106) aufweist.

47. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 31, bei welcher die Einrichtung (596) zur Übertragung einer Drehbewegung die Ablageschale (45) an der ersten Bearbeitungsstation (598) derart dreht, dass sie eine Orientierung einnimmt, die um 180 DEG relativ zur anfänglichen Orientierung der Ablageschale (45) am Bearbeitungskopf (560) gedreht ist.

48. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 47, bei welcher die Einrichtung zur Übertragung der Drehbewegung einen Wickelkopf (844) umfasst, der zur Ablageschale (45) auf der Auflagefläche (670) des mindestens einen Bearbeitungskopfes (560) hin oder von dieser weg bewegbar ist, wobei der Wickelkopf (844) in seiner nach vorn ausgefahrenen Position mit der Auflagefläche (670) zum Eingriff gebracht werden kann und wobei die Einrichtung weiterhin eine Antriebseinrichtung umfasst, um auf den Wickelkopf (844) eine Drehung zum Drehen der Ablageschale (45) zu übertragen.

49. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 48, bei welcher die Auflagefläche (670) des mindestens einen Bearbeitungskopfes (560) an einer drehbaren Welle (664) befestigt ist, die sich durch den mindestens einen Bearbeitungskopf (560) hindurch erstreckt und eine Einrichtung vorgesehen ist, welche diese Welle (664) normalerweise gegen eine relative Drehung sichert, und diese Einrichtung die Welle (664) für eine axiale Bewegung und Drehung freigibt, um es dem Wickelkopf (844) zu ermöglichen, eine Drehbewegung auf die Ablageschale (45) sowie auf die Auflagefläche (670) zu übertragen.

50. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 49, bei welcher eine Nockenordnung (850) am entgegengesetzten Ende der Welle (664) anliegt, um die axiale Bewegung derselben zu begrenzen.

51. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 50, bei welcher der mindestens eine Bearbeitungskopf (560) eine Raststiftanordnung (846) aufweist, um die Welle (664) als Reaktion auf eine Deaktivierung der Freigabeeinrichtung in einer vorgegebenen Drehposition einrasten zu lassen, so dass die Ablageschale (45) in der umgekehrten Drehposition auf der Auflagefläche (670) gehalten wird.

52. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 49, bei welcher die Wel-

len-Freigabeeinrichtung einen Druckluftmotor umfasst.

53. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 31, bei welcher die Einrichtung (622) zur Übertragung der schnellen Drehbewegung an der zweiten Bearbeitungsstation (620) eine Wickelkopf-Anordnung (860) umfasst, die mit der Ablageschale (45) und der Auflagefläche (670) zum Eingriff gebracht werden kann, um den herabhängenden Teil des Nahtmaterials (42) in die Ablageschale (45) zu wickeln.

54. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 53, bei welcher die Wickelkopf-Anordnung (860) an der zweiten Bearbeitungsstation (620) eine herausragende Einrichtung (862, 864, 866, 868) aufweist, welche mit der Oberflächenanordnung auf der Ablageschale (45) zum Eingriff gebracht werden kann, um das Wickeln des herabhängenden Nahtmaterialteiles in den in der Ablageschale ausgebildeten Umfangskanal zu ermöglichen.

55. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 53, bei welcher die Wickelkopf-Anordnung (860) an der zweiten Bearbeitungsstation (620) mit hoher Drehzahl angetrieben wird.

56. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 53, bei welcher die Auflagefläche (670) auf dem mindestens einen Bearbeitungskopf (560) an einer drehbaren Welle (664) befestigt ist, die sich durch den mindestens einen Bearbeitungskopf (560) hindurch erstreckt, wobei eine Einrichtung (1216) vorgesehen ist, welche diese Welle (664) normalerweise gegen eine relative Drehung sichert, und diese Einrichtung die Welle (664) für eine axiale Bewegung und Drehung freigibt, um es dem Wickelkopf (622) zu ermöglichen, eine Drehbewegung auf die Ablageschale (45) sowie auf die Auflagefläche (670) zu übertragen.

57. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 56, bei welcher eine Nockenordnung (852) am entgegengesetzten Ende der Einrichtung (1216) anliegt, um die axiale Bewegung der Welle (664) zu begrenzen.

58. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 57, bei welcher der mindestens eine Bearbeitungskopf (560) eine Raststifanordnung (1216) aufweist, um die Welle (664) als Reaktion auf eine Deaktivierung der Freigabeeinrichtung in einer vorgegebenen Drehposition einrasten zu lassen, so dass die Ablageschale (45) in der umgekehrten Drehposition bis zur Beendigung des Wickelns des Nahtmaterials (42) in die Ablageschale (45) auf der Auflagefläche (670) gehalten wird.

59. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 56, bei welcher die Wellen-Freigabeeinrichtung einen Druckluftmotor umfasst.

60. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 31, bei welcher eine Nahtmaterial-Spanneinrichtung (840) vor dem und während des Wickeln(s) des Nahtmaterials (42) in die Ablageschale (45) eine Spannung auf das Nahtmaterial (42) überträgt.

61. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 60, bei welcher die Nahtmaterial-Spanneinrichtung (840) eine Vielzahl von Vakuumdüsen (842) umfasst.

62. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 60, bei welcher eine weitere Vakuum-Spanneinrichtung (854, 856) eine Spannung auf das Schlepp-Ende des herabhängenden Teiles des Nahtmaterials (42) überträgt, bis das Nahtmaterial (42) vollständig in die Ablageschale (45) gewickelt ist.

63. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 31, bei welcher eine Vielzahl von Bearbeitungsköpfen (560) auf einem Drehtisch (512) befestigt sind, wobei sie auf dem Umfang desselben verteilt sind.

64. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 31, welche weiterhin eine Schrittschalt-Einrichtung (150) zum aufeinanderfolgenden schrittweisen Weiterschalten der Nadel-Nahtmaterial-Anordnungen (39, 42) zu einer Zugprüfungs-Station (400) umfasst, welche zwischen der Stauchstation (200) und der Nadel-Verpackungsstation (500) angeordnet ist, wobei die Zugprüfungs-Station (400) eine Einrichtung zum automatischen Prüfen der Festigkeit der Stauchverbindung einer jeden nach dort schrittweise weiterschalteten Nadel-Nahtmaterial-Anordnung (39, 42) umfasst.

65. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 1, wobei die Nahtmaterial-Schneidestation (300) aufweist:



I) eine Anspitz-Einrichtung (**330**) zum Erhitzen einer vorgegebenen kurzen Strecke des Nahtmaterials (**42**), um diese kurze Strecke des Nahtmaterials (**42**) während dessen nachfolgender Abkühlung zu versteifen als Vorbereitung für das Schneiden des Nahtmaterials (**42**) an der versteiften kurzen Strecke sowie für das Einsetzen des versteiften vorderen Schnittendes in ein Ende (**43**) der Nadel (**39**) zum Stauchen derselben;

II) eine erste und eine zweite Greifeinrichtung (**228, 229**) zum Greifen des Nahtmaterials (**42**) und abwechselndem Ziehen desselben entlang einer Ziehachse, wobei die erste und zweite Greifeinrichtung (**228, 229**) hin- und herbeweglich an mindestens einem Längselement (**338**) angebracht sind;

III) eine Einrichtung (**334**) zum Schneiden des Nahtmaterials (**42**) an der versteiften kurzen Strecke, um gleichmäßige Längen des Nahtmaterials (**42**) zu erhalten, wobei die Schneideinrichtung (**334**) eine zurückziehbare Klinge (**392**) sowie sich gegeneinander drehende Lokalisierungsarme (**394, 404**) aufweist, zwischen denen die versteifte kurze Strecke eingeklemmt wird, während das Schneidelement (**392**) das eingeklemmte Nahtmaterial (**42**) trennt; und

wobei die Nadel-Verpackungsstation (**500**) einen Serromotor, welcher eine Hubspindeleinrichtung umfasst (**538**) zum Einstellen der Höheneinstellung des mindestens einen Bearbeitungskopfes (**560**) relativ zur Nadel-Stauchstation (**200**), von wo die chirurgischen Nadeln mit daran befestigtem Nahtmaterial in die Ablageschale überführt werden, aufweist, um die Überführung chirurgischer Nadeln (**39**) unterschiedlicher Größe in die Ablageschale (**45**) ohne wesentliche Änderungen irgendeines Bauteiles der Maschine zu ermöglichen.

66. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 65, bei welcher die Anspitz-Einrichtung (**330**) in der Vorrichtung an unterschiedlichen Positionen positionierbar ist.

67. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 66, bei welcher die Position der Anspitz-Einrichtung (**330**) in der Vorrichtung mittels einer Handkurbel (**356**) und einer Präzisions-Leitspindel (**358**) einstellbar ist, indem durch Drehen der Handkurbel (**356**) die Position der Anspitz-Einrichtung (**330**) in der Maschine geändert wird.

68. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 67, bei welcher die Anspitz-Einrichtung (**330**) einen an einer Linear-Messskala (**354**) positionierten Zeiger (**360**) aufweist, so dass die Position der Anspitz-Einrichtung (**330**) durch Ausrichten des Zeigers (**360**) an einer vorgegebenen Ablesung an der Linear-Messskala (**354**) präzise gesteuert wird.

69. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 66, bei welcher die Anspitz-Einrichtung (**330**) einen an einer Linear-Messskala (**354**) positionierten Zeiger (**360**) aufweist, so dass die Position der Anspitz-Einrichtung (**330**) durch Ausrichten des Zeigers (**360**) an einer vorgegebenen Ablesung an der Linear-Messskala (**354**) präzise gesteuert wird.

70. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 65, welche eine Einrichtung aufweist, in welcher ein konstanter Strom erhitzter Luft entweder durch eine Heizöffnung (**364**), in welcher das Nahtmaterial (**42**) während des Anspitz-Vorganges intermittierend angehalten wird oder durch einen Abzweigungskanal (**372**) geleitet wird, um die erhitzte Luft in der umgebenden Atmosphäre freizusetzen.

71. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 70, bei welcher der Strom der heißen Luft durch ein zurückziehbares Gleitelement gesteuert wird, das eine Strömungsöffnung hat, welche selektiv entweder vor einem Einlass zur Heizöffnung (**364**) oder zum Abzweigungskanal (**372**) positioniert wird.

72. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 71, bei welcher ein Thermoelement (**370**) in dem Luftstrom am Auslassende des Heizers (**362**) positioniert ist, um die Lufttemperatur mittels einer Steuerung in einer programmierbaren logischen Steuerung zu überwachen und zu steuern.

73. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 72, bei welcher die Anspitz-Einrichtung (**330**) in Abhängigkeit von dem speziellen durchlaufenden Nahtmaterial (**42**) bei verschiedenen Temperaturen zwischen 93°C und 288°C (zwischen 200°F und 550°F) betrieben wird, und die spezielle Temperatur ein aus dem Betriebsprogramm bei jeder Änderung der Nahtmaterialcharge heruntergeladener Parameter ist.

74. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 65, bei welcher ein Thermoelement (**370**) in dem Luftstrom am Auslassende des Heizers (**362**) positioniert ist, um die Lufttemperatur mittels einer Steuerung in einer programmierbaren logischen Steuerung (**718**) zu überwachen und zu steuern.

75. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 65, bei welcher die Anspitz-Einrichtung (**330**) in Abhängigkeit von dem speziellen durchlaufenden Nahtmaterial (**42**) bei verschiedenen Temperaturen zwischen 93°C und 288 DEG C (zwischen 200°F und 550°F) betrieben wird, und die spezielle Temperatur ein aus dem Betriebsprogramm bei jeder Änderung der Nahtmaterialcharge heruntergeladener Parameter ist.

76. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 65, bei welcher sich das Nahtmaterial (**42**) zu einer Spannrolle (**314**) erstreckt, die an einem Ende eines Drehmomenten-Motors (**316**) befestigt ist und die Spannrolle (**314**) umschlingt, wodurch eine vorgegebene Spannung auf das Nahtmaterial (**42**) aufgebracht wird, wenn dieses mittels der ersten und zweiten Greifeinrichtung (**228, 229**) durch die Vorrichtung (**330**) gezogen wird.

77. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 76, bei welcher durch den Drehmomenten-Motor (**316**) je nach Abmessung und Material des Nahtmaterials (**42**) unterschiedliche Spannungen auf dasselbe aufgebracht werden, wenn es durch die Vorrichtung (**330**) gezogen wird.

78. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 77, bei welcher das Nahtmaterial (**42**) mehrfach um die Spannrolle (**314**) geschlungen wird.

79. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 78, bei welcher das Nahtmaterial (**42**) zweimal um die Spannrolle (**314**) geschlungen wird.

80. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 65, bei welcher ein Drehtisch (**512**) eine Vielzahl von Bearbeitungsköpfen (**560**) an seinem Außenumfang im Abstand voneinander zum schrittweisen Vorschub zu aufeinanderfolgenden Bearbeitungsstationen (**570** (1), **580** (2), **584** (3), **590** (4), **594** (5), **598** (6), **620** (7), **626** (8), **630** (9), **642** (10), **650** (11), **577** (12)) trägt, wobei die Hubspindleinrichtung (**538**) an den Drehtisch (**512**) zu dessen Höheneinstellung angeschlossen ist.

81. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 80, bei welcher die Bearbeitungsstationen (**570** (1), **580** (2), **584** (3), **590** (4), **594** (5), **598** (6), **620** (7), **626** (8), **630** (9), **642** (10), **650** (11), **577** (12)) rund um den Drehtisch (**512**) an einem ortsfesten Rahmen (**515**) der Maschine befestigt sind, wobei der Drehtisch (**512**) von einem vertikal beweglichen Rahmen (**517**) innerhalb des ortsfesten Rahmens (**515**) der Maschine gehalten wird.

82. Automatische Stauch-, Wickel- und Verpackungsmaschine nach Anspruch 65, welche weiterhin eine Schrittschalt-Einrichtung (**185**) zum schrittweisen Weiterschalten der Nadel-Nahtmaterial-Anordnungen (**39, 42**) zu einer Zugprüfungs-Station (**400**) umfasst, welche zwischen der Stauchstation (**200**) und der Nadel-Verpackungsstation (**500**) angeordnet ist, wobei die Zugprüfungs-Station (**400**) eine Einrichtung zum automatischen Prüfen der Festigkeit der Stauchverbindung einer jeden nach dort schrittweise weiterschalteten Nadel-Nahtmaterial-Anordnung (**39, 42**) umfasst.

Es folgen 59 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

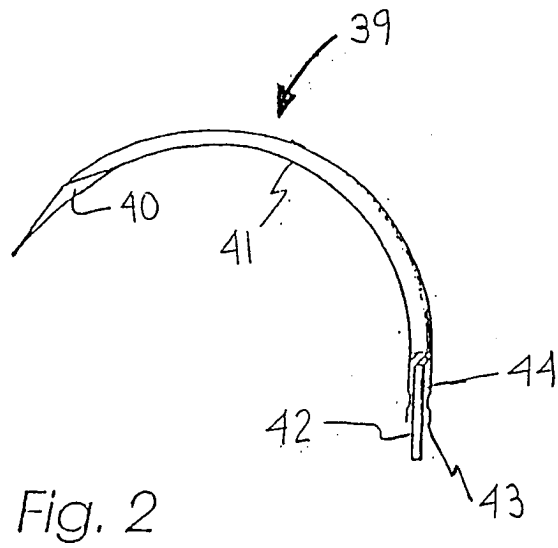
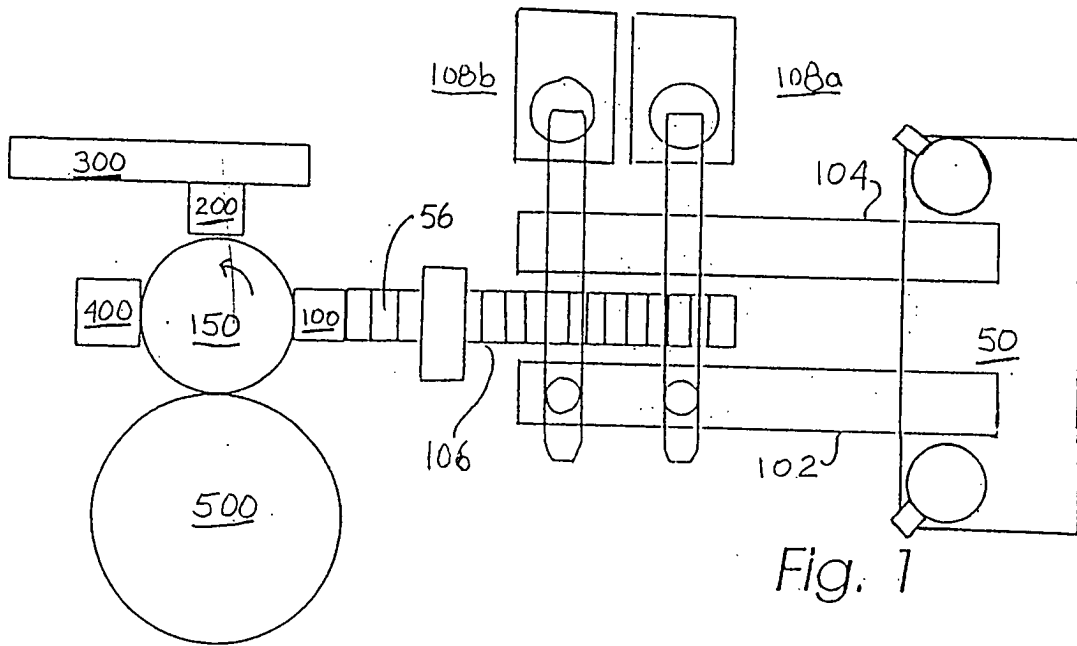


Fig. 3 (a)

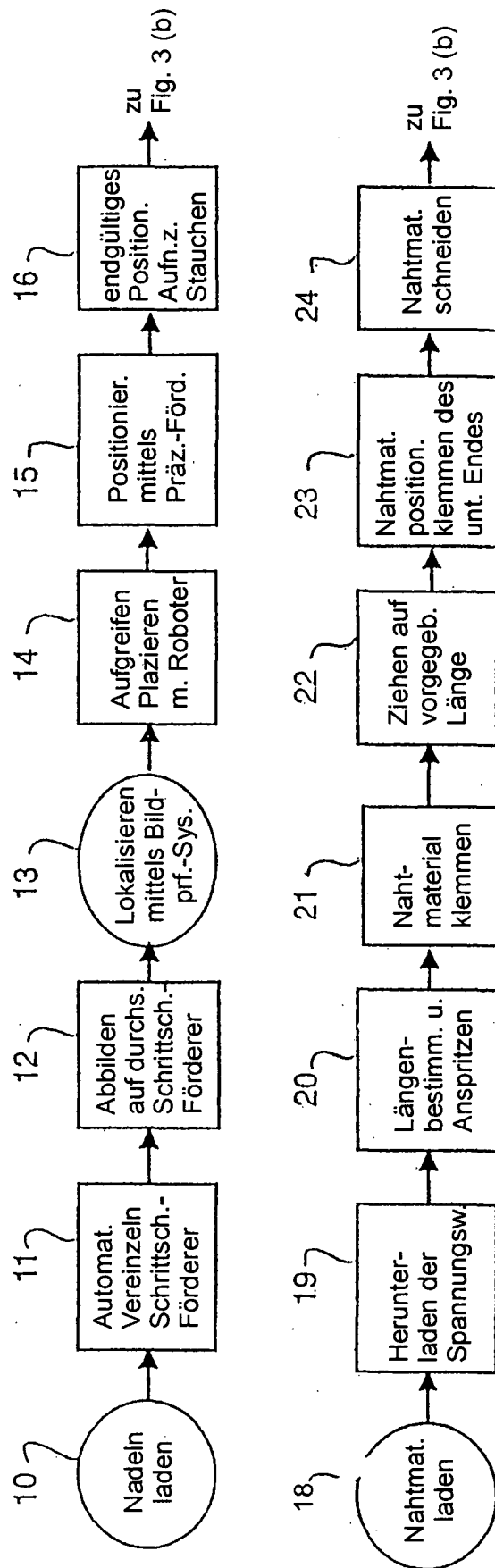


Fig. 3 (b)

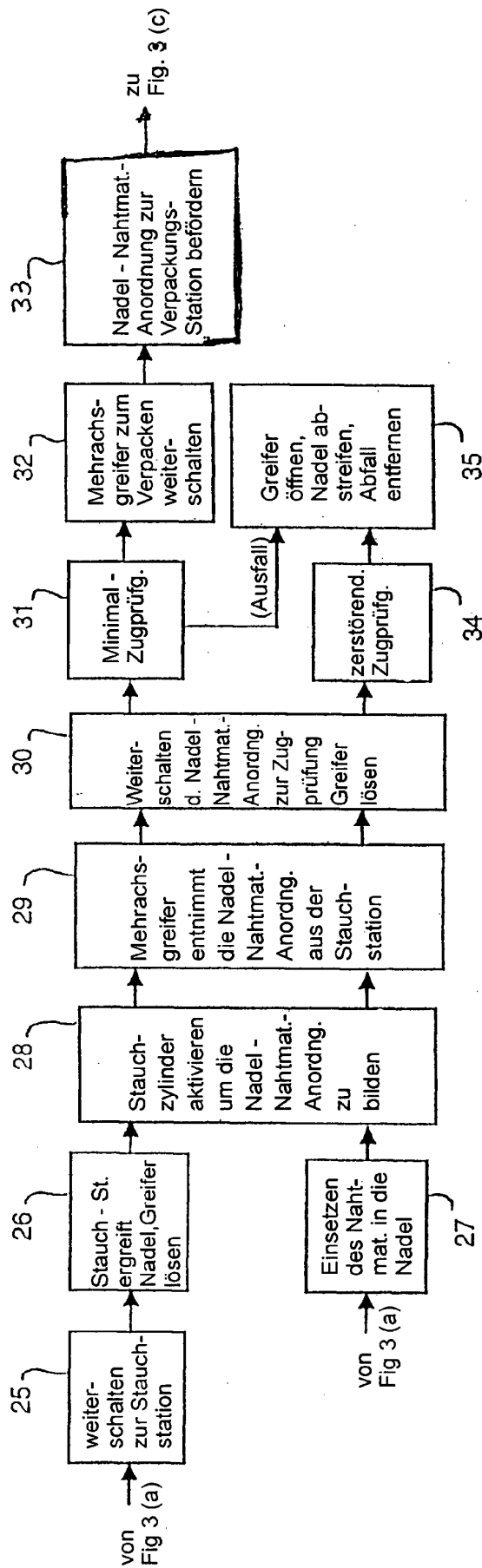
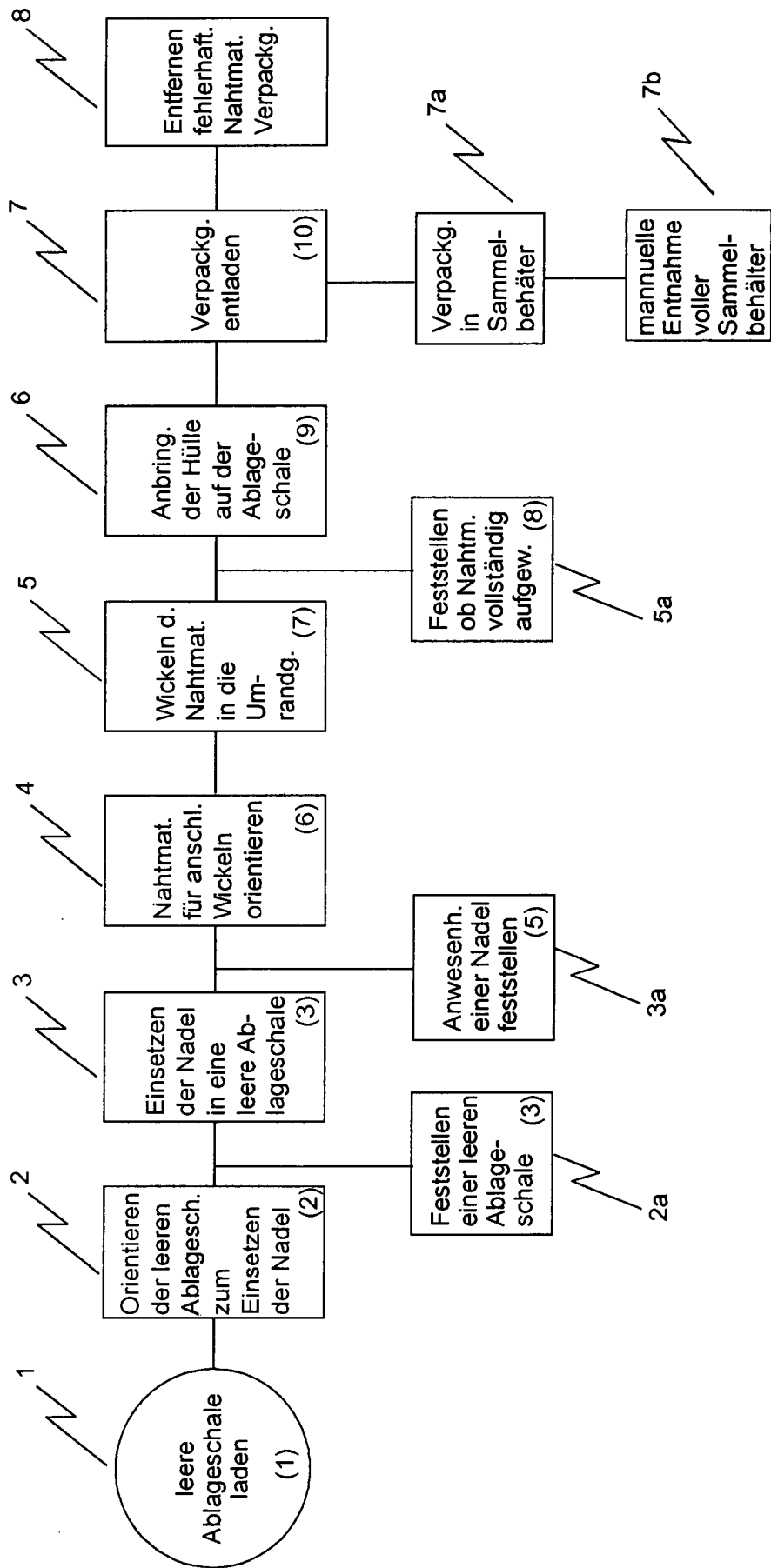


Fig. 3(c)





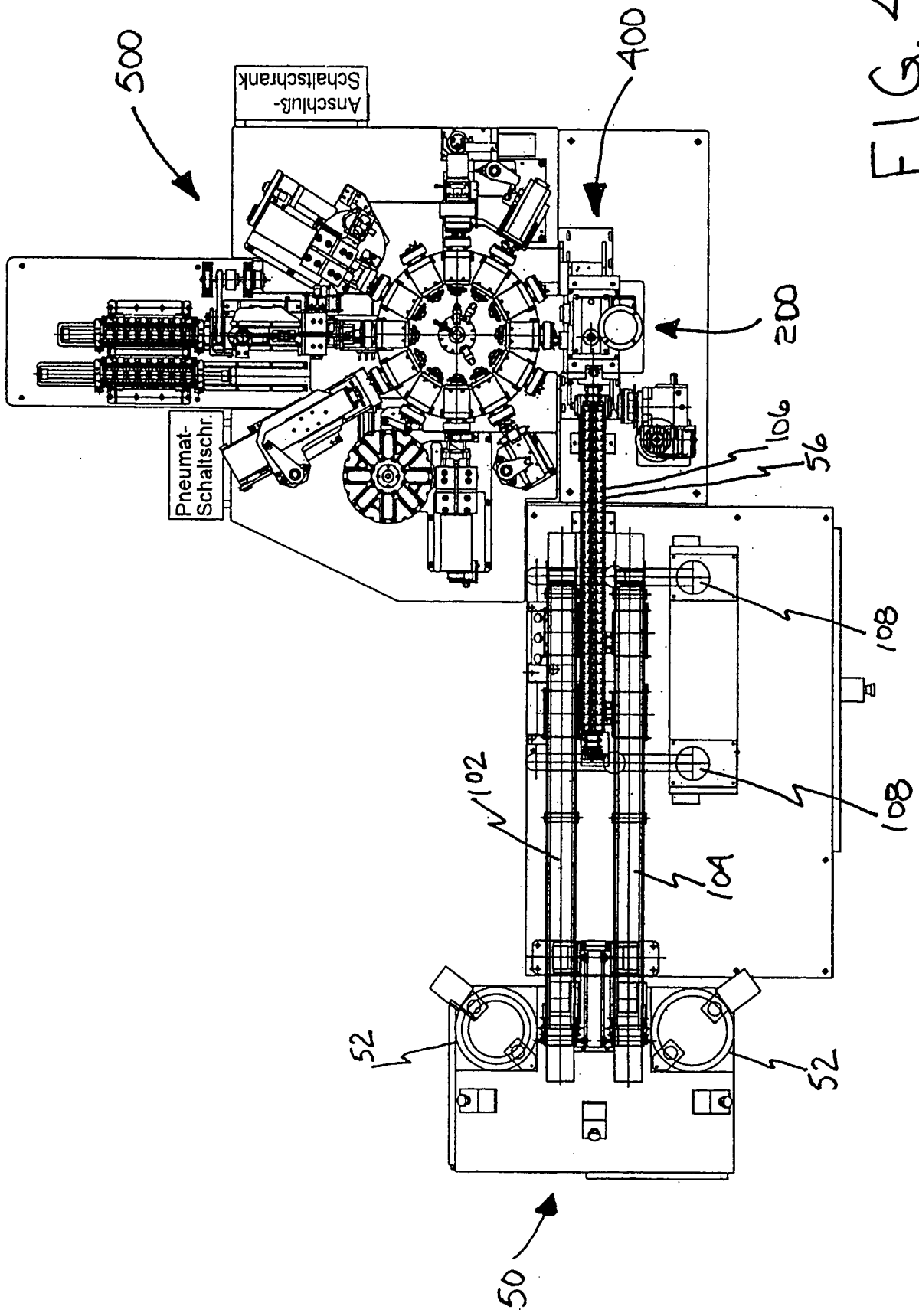


FIG. 4

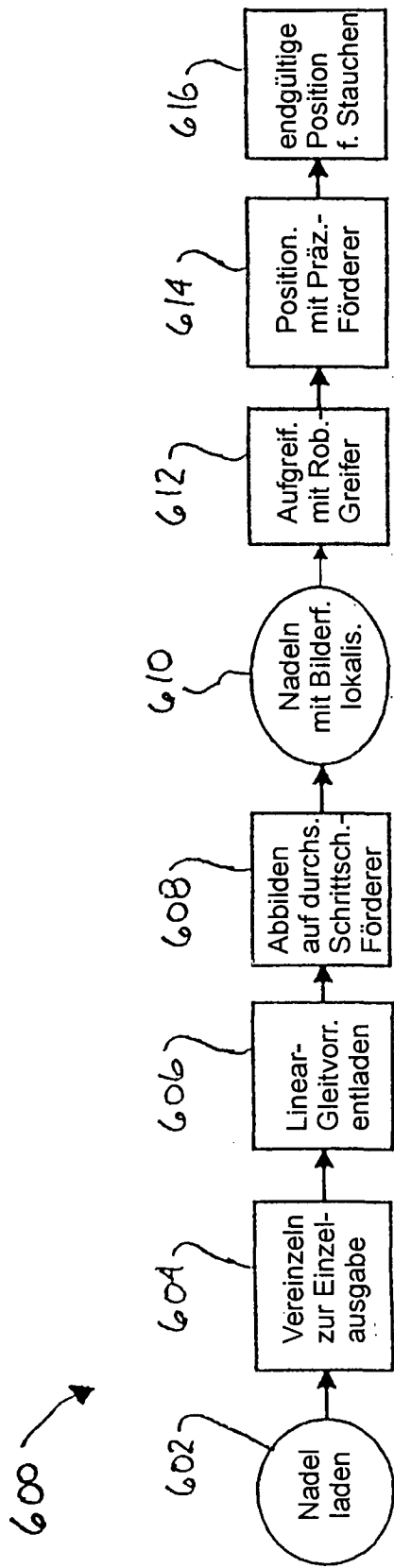


Fig. 5

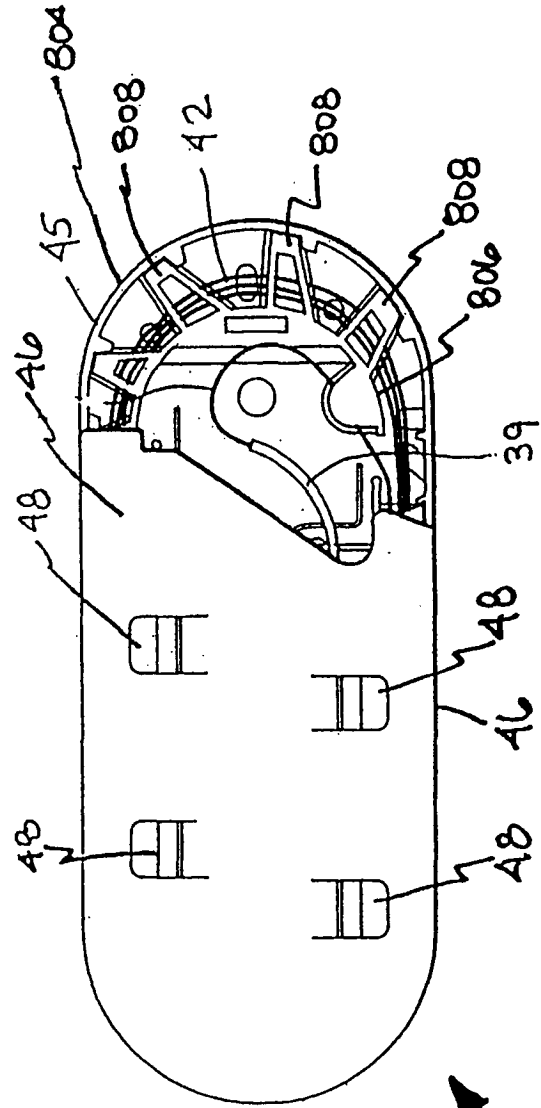
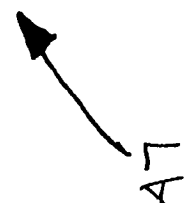


FIG. 6



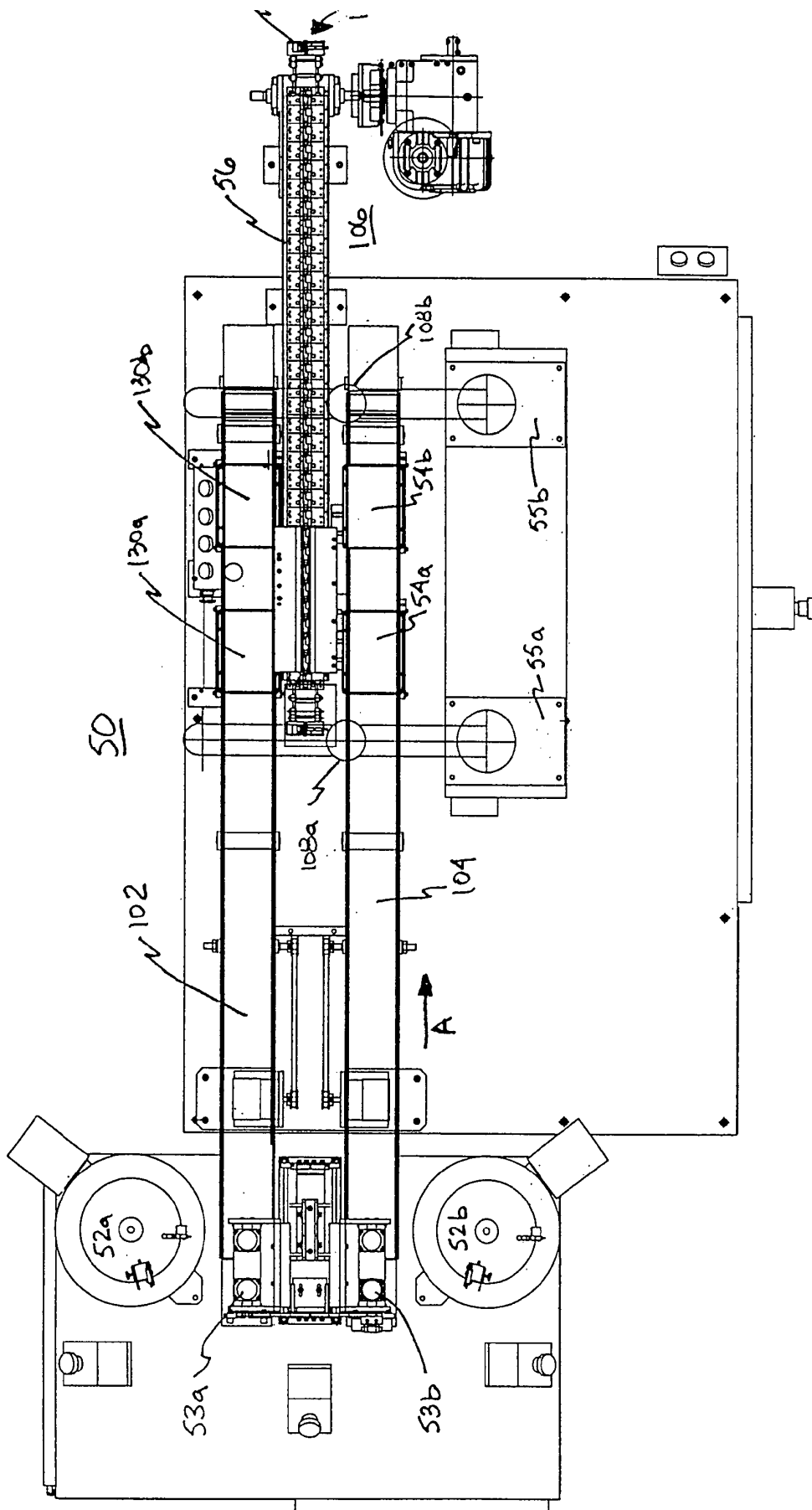
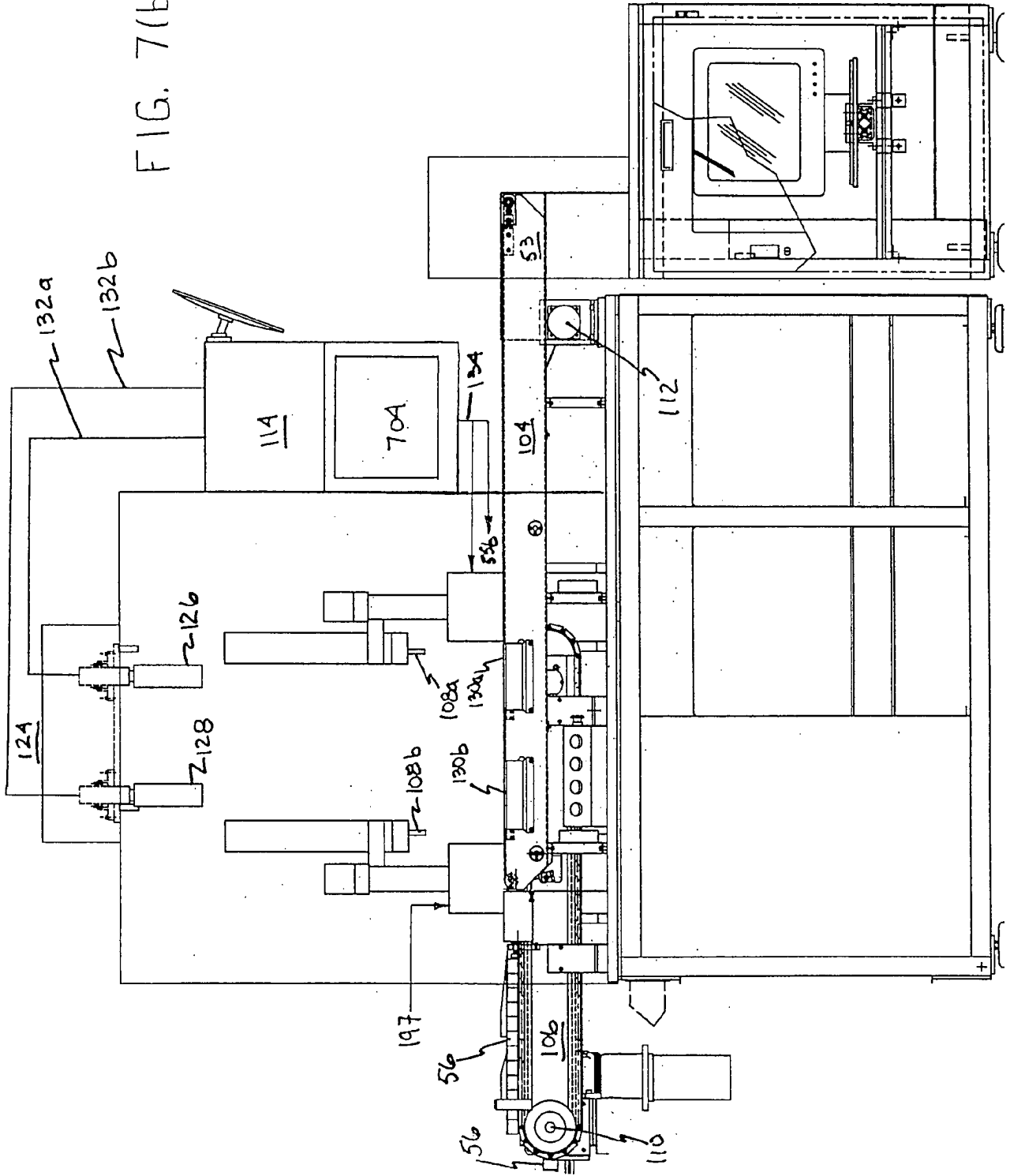


FIG. 7(a)

FIG. 7(b)



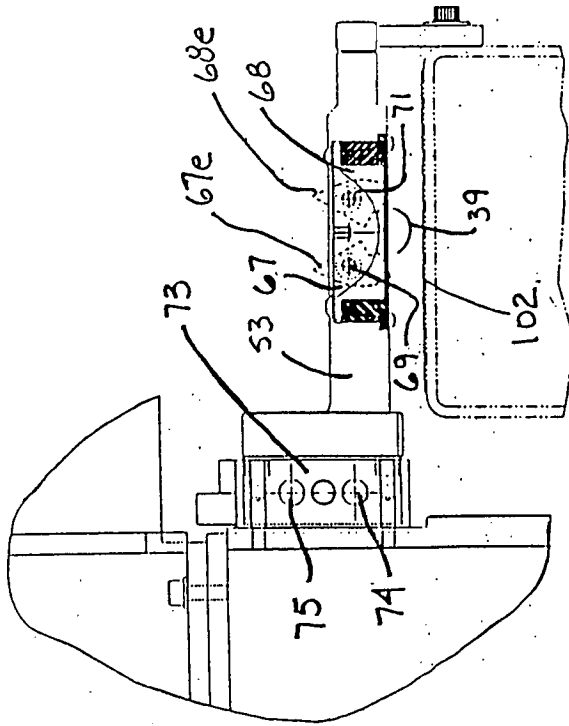


Fig. 8(b)

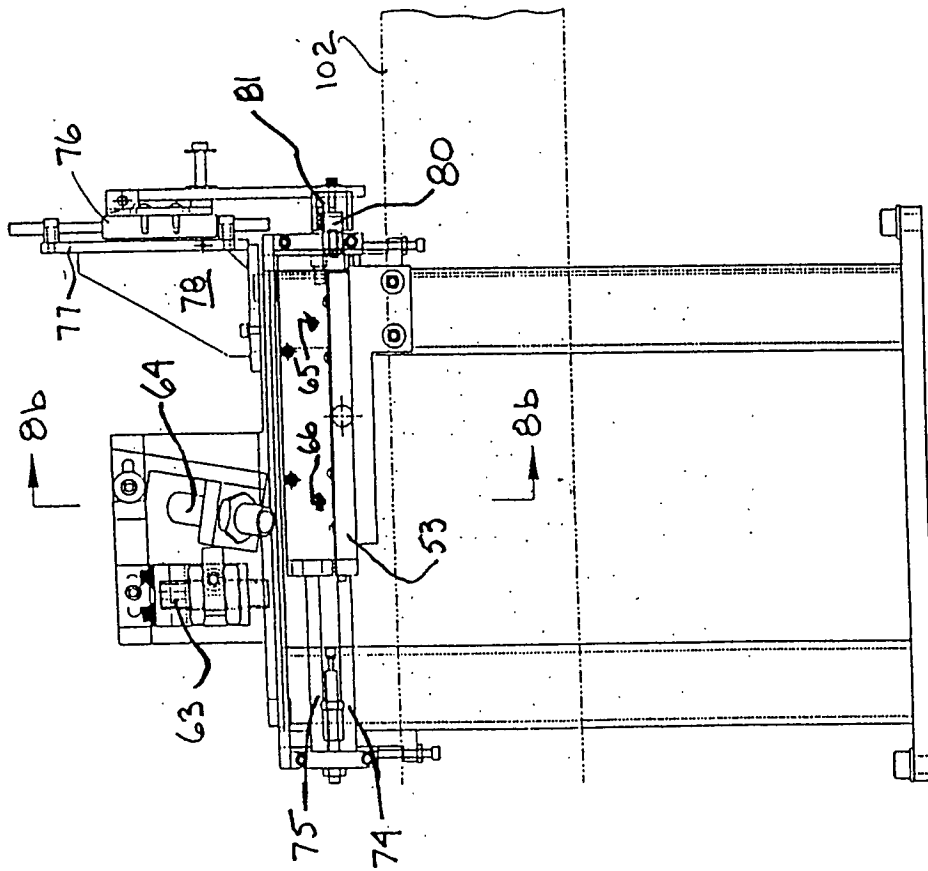


Fig. 8(a)



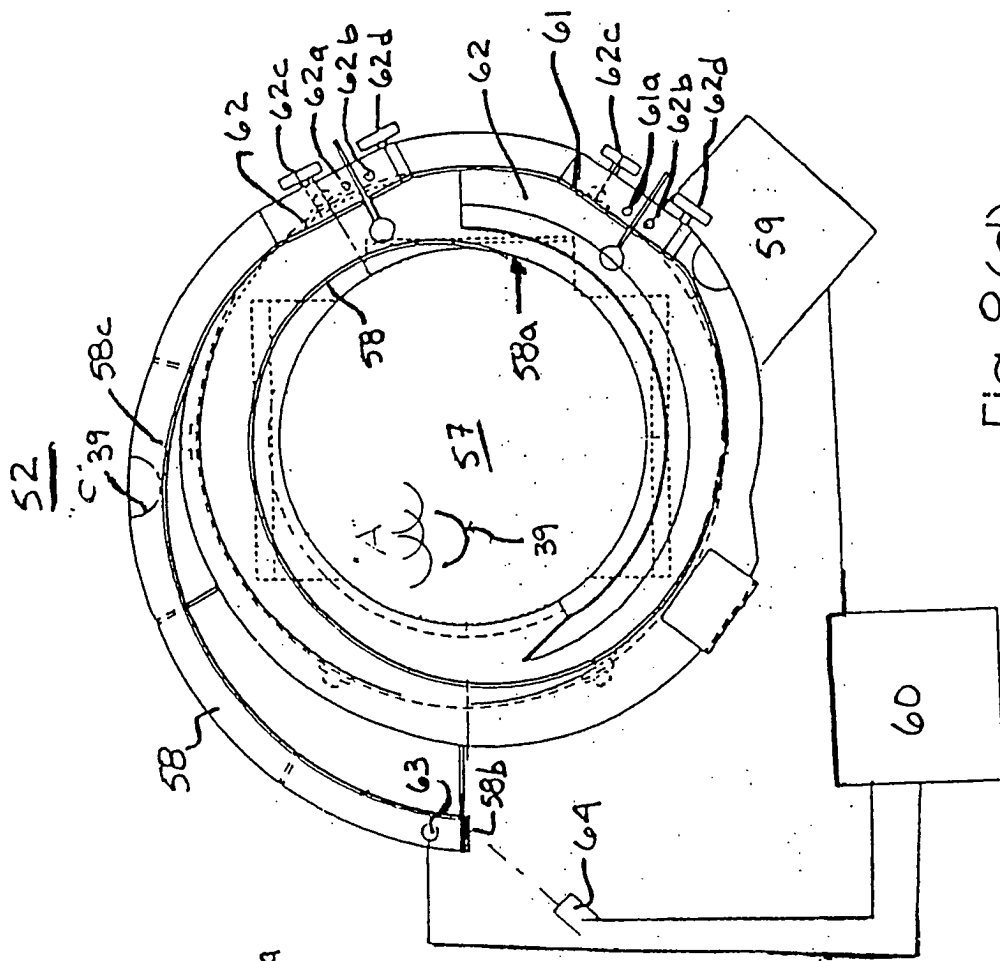


Fig. 8(d)

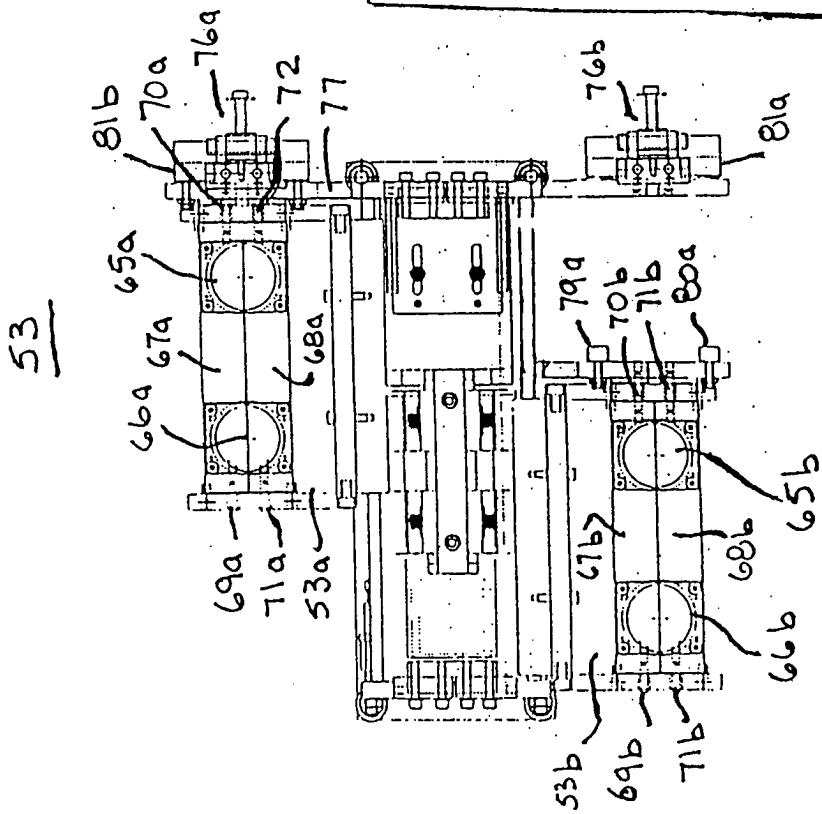


Fig. 8(c)

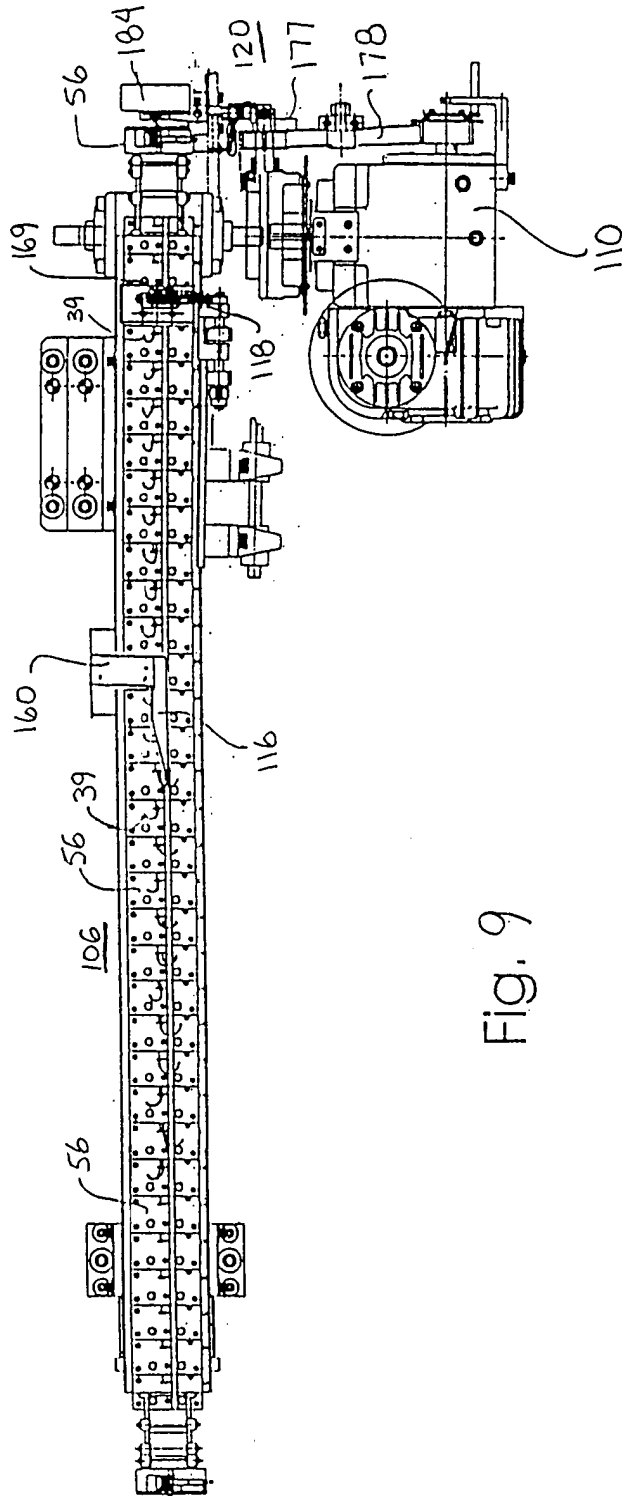


Fig. 9

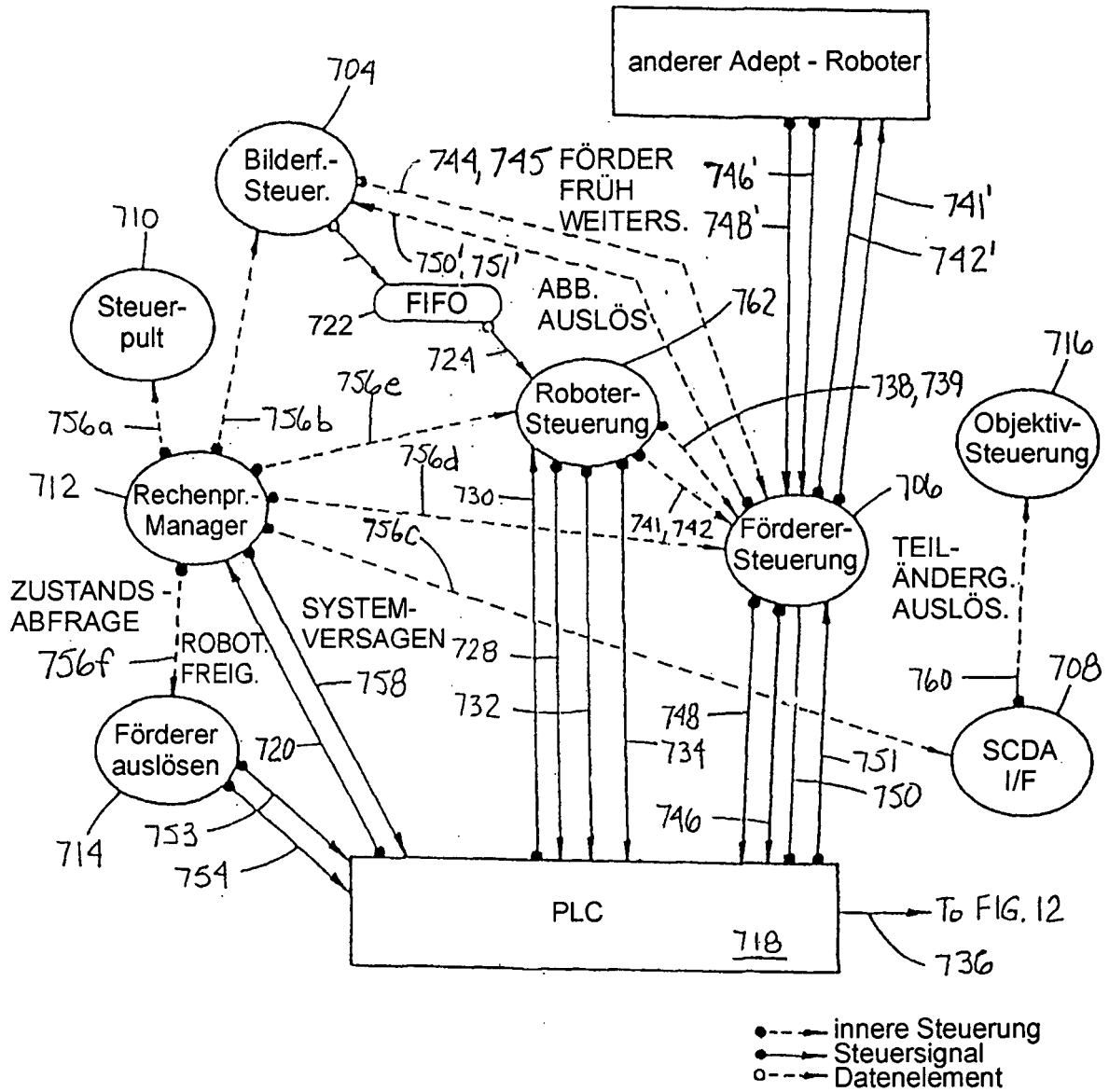


Fig. 10 Nadel - Beschichtungssystem - Rechenprozeß - Diagramm

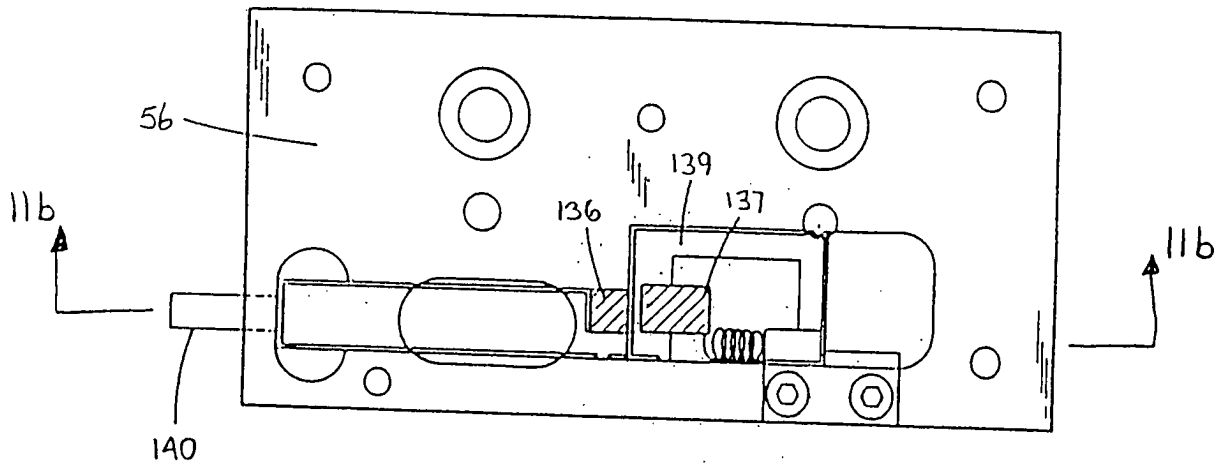


Fig. 11(a)

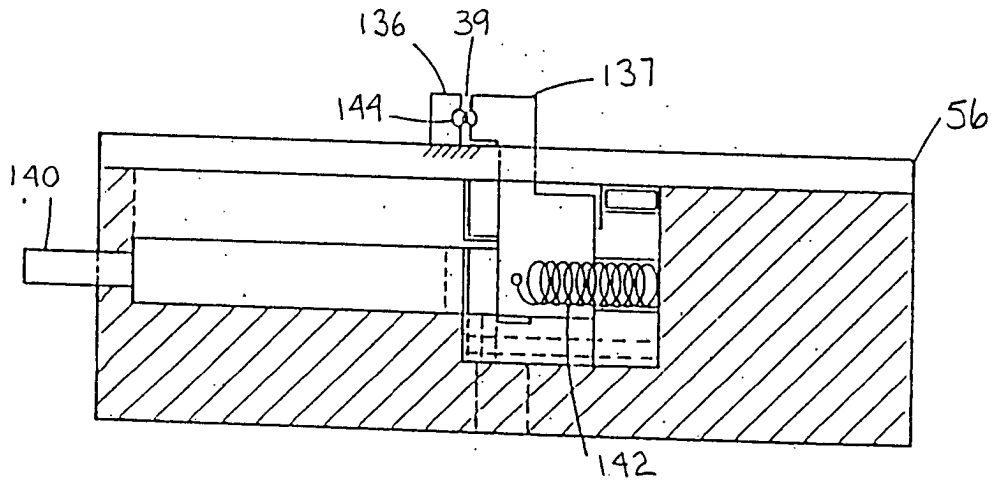


Fig. 11(b)

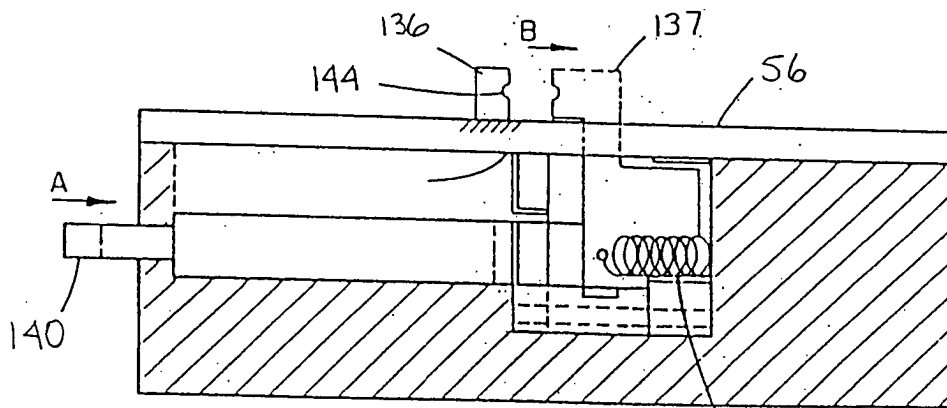


Fig. 11(c)

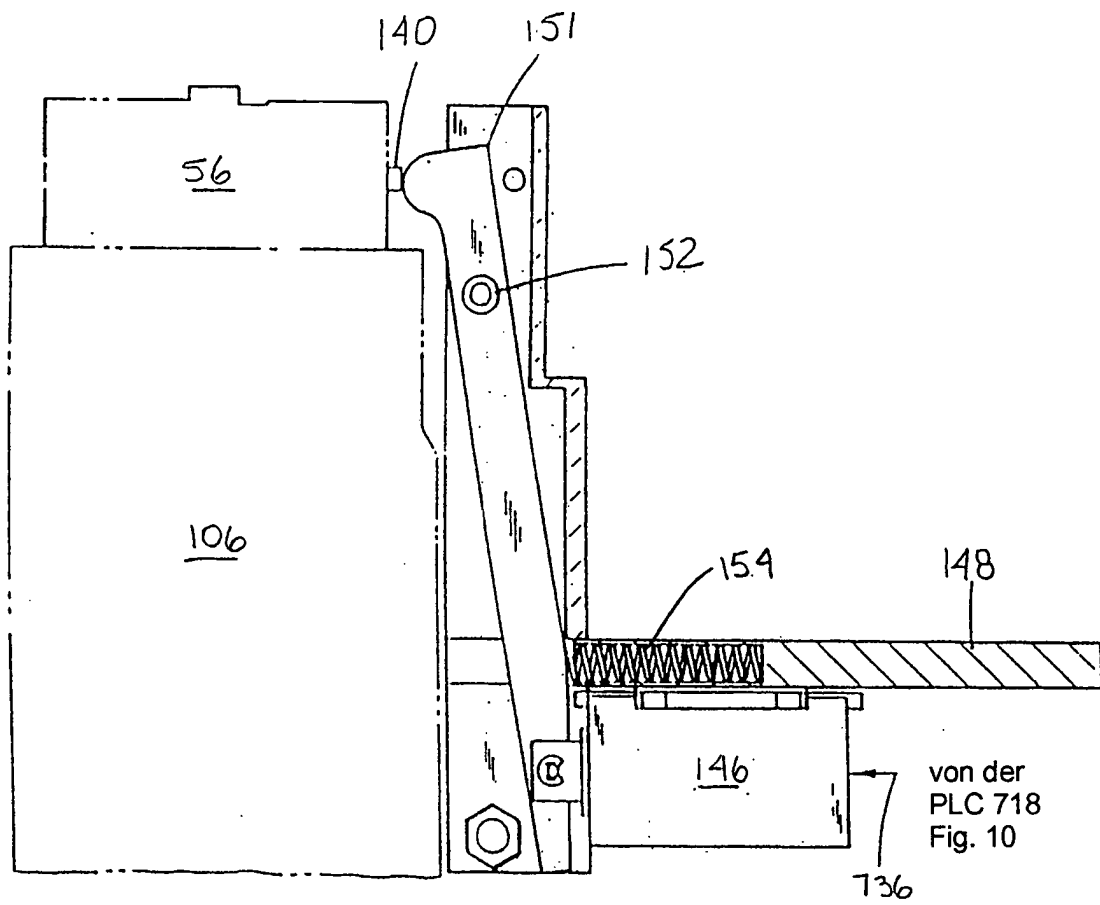


Fig. 12



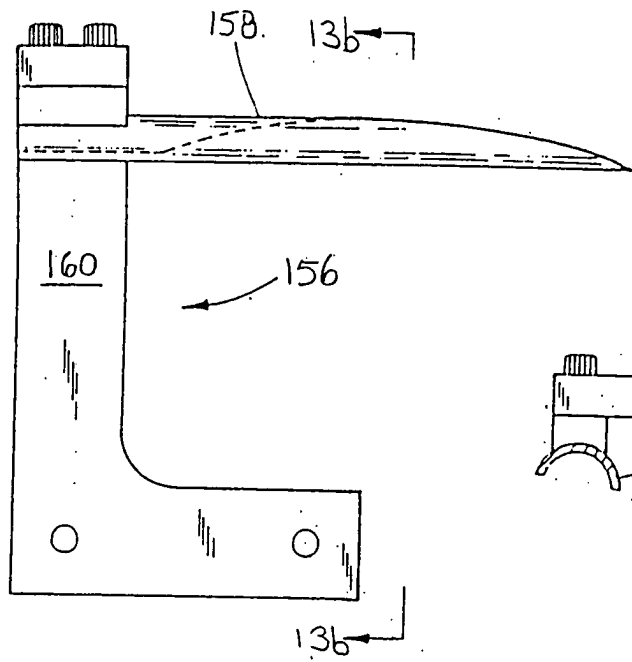


FIG. 13(a)

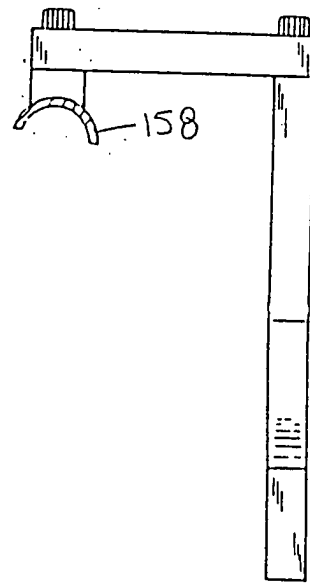


FIG. 13(b)

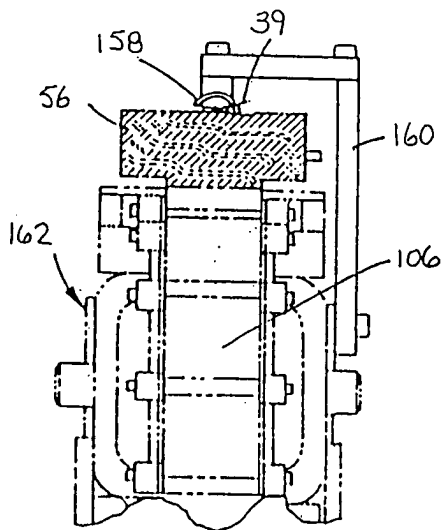


FIG. 13(c)

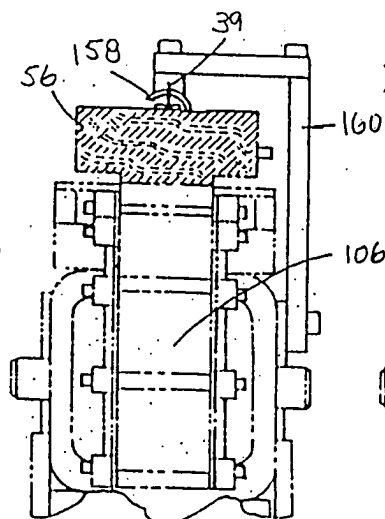


FIG. 13(d)

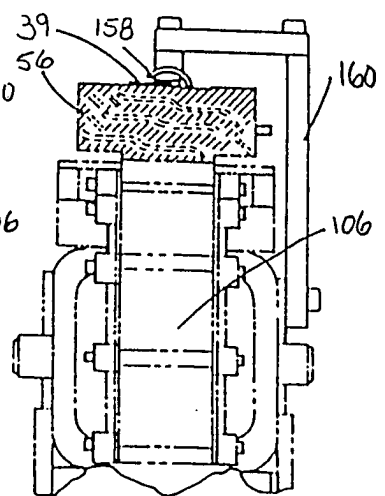


FIG. 13(e)

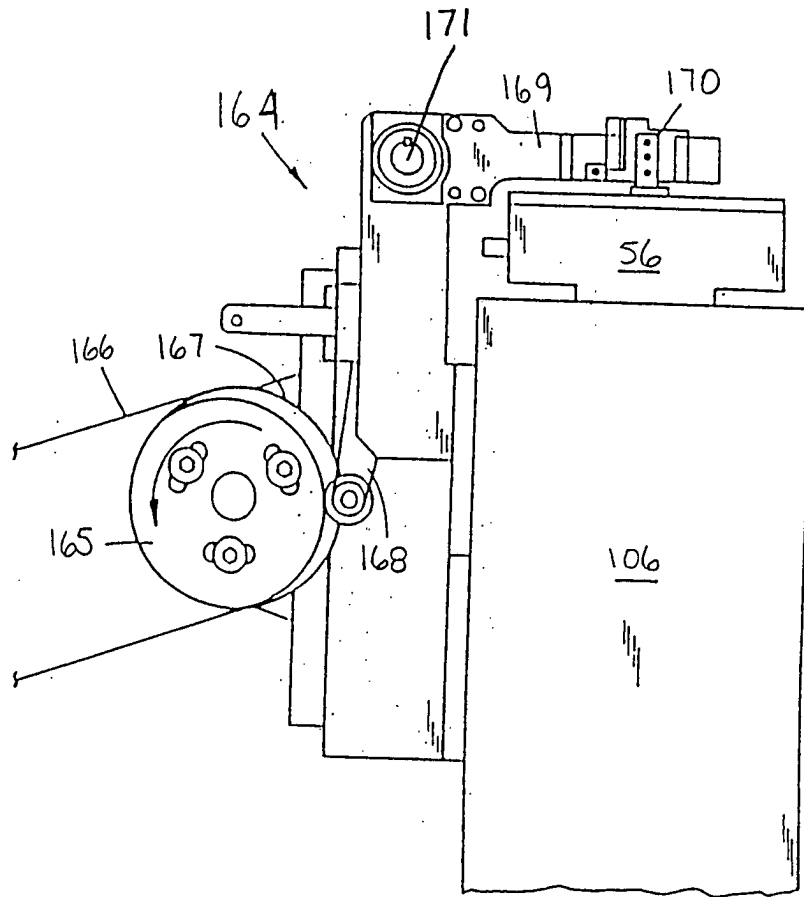


FIG. 14(a)

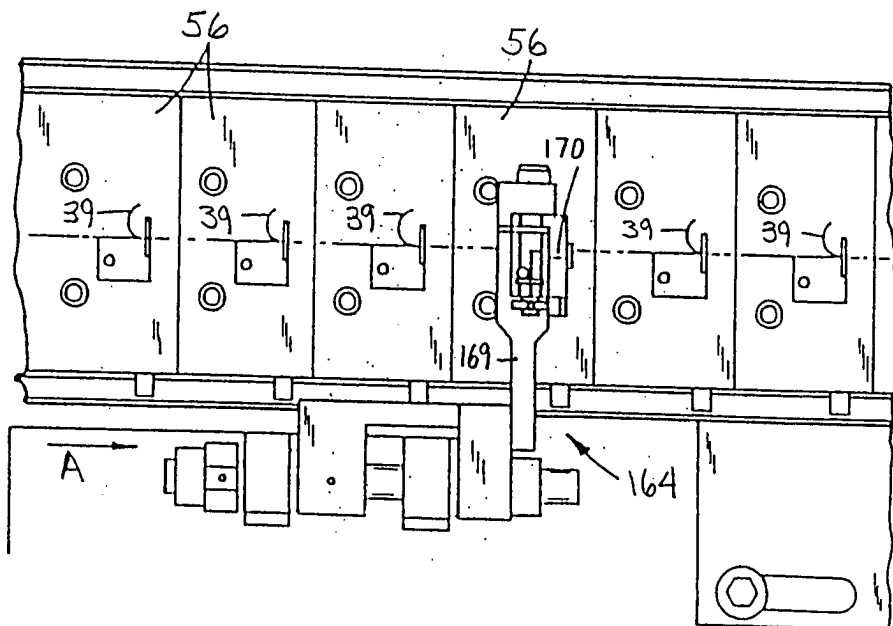


FIG. 14(b)

Fig. 15 (a)

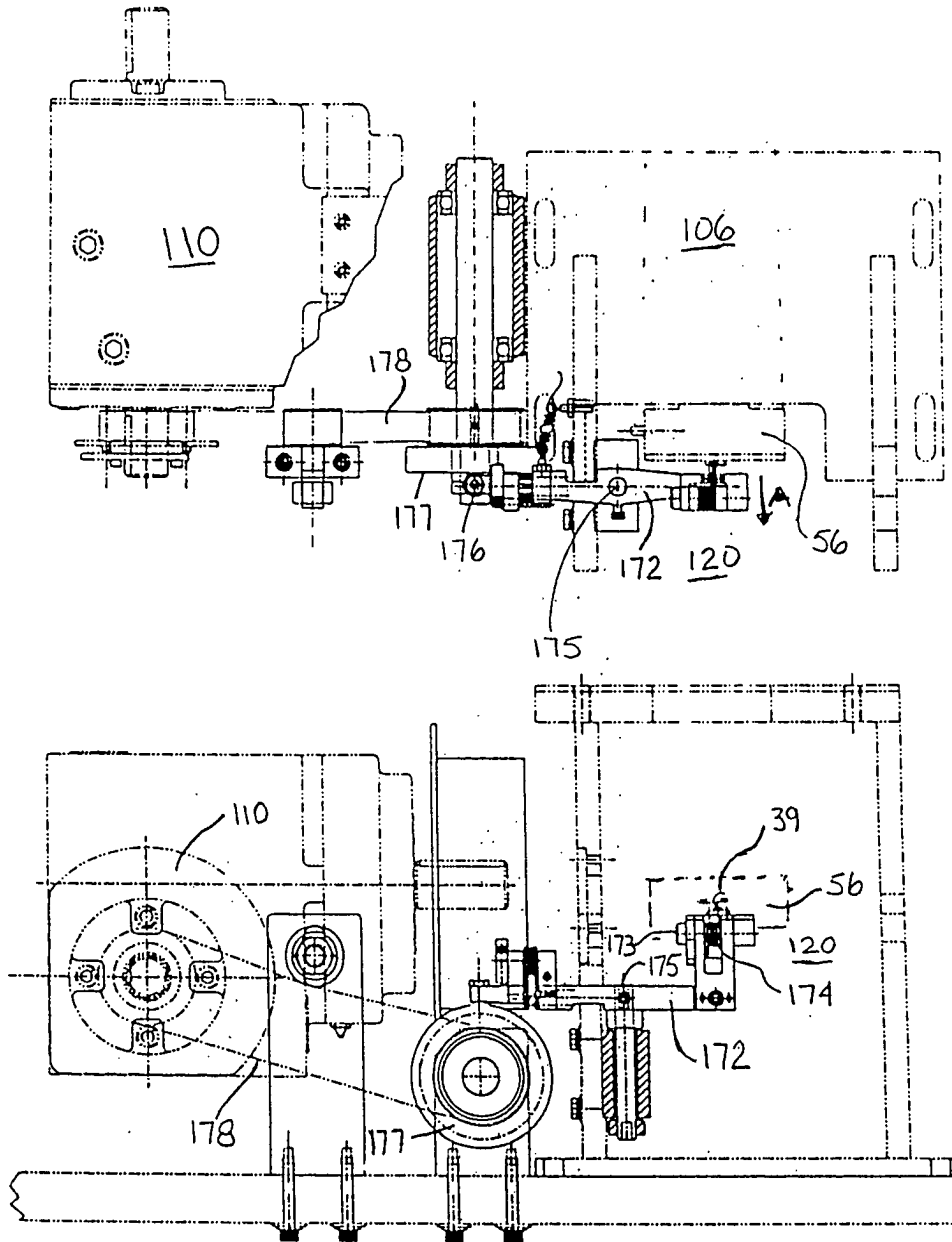


Fig. 15 (b)

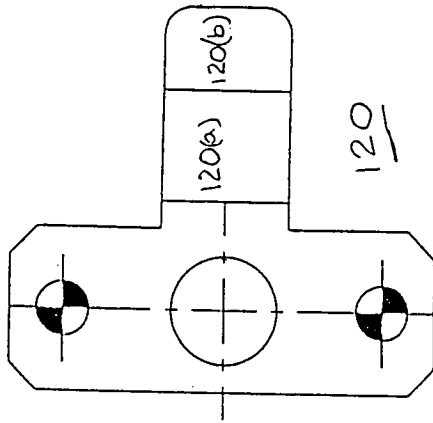


Fig. 17(a)

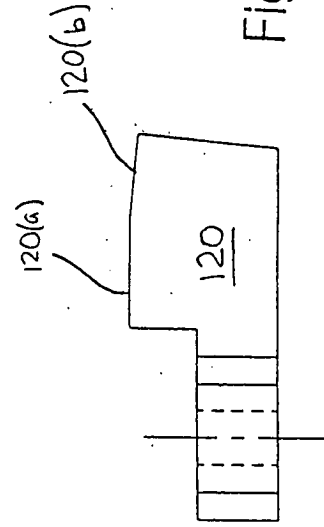


Fig. 17(b)

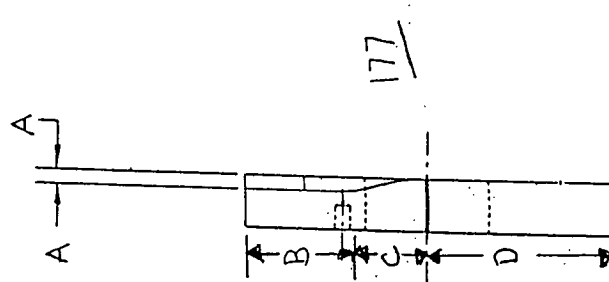


Fig. 16

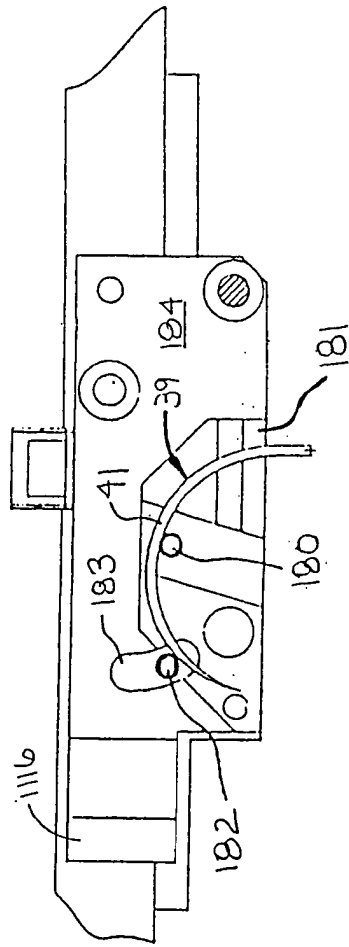
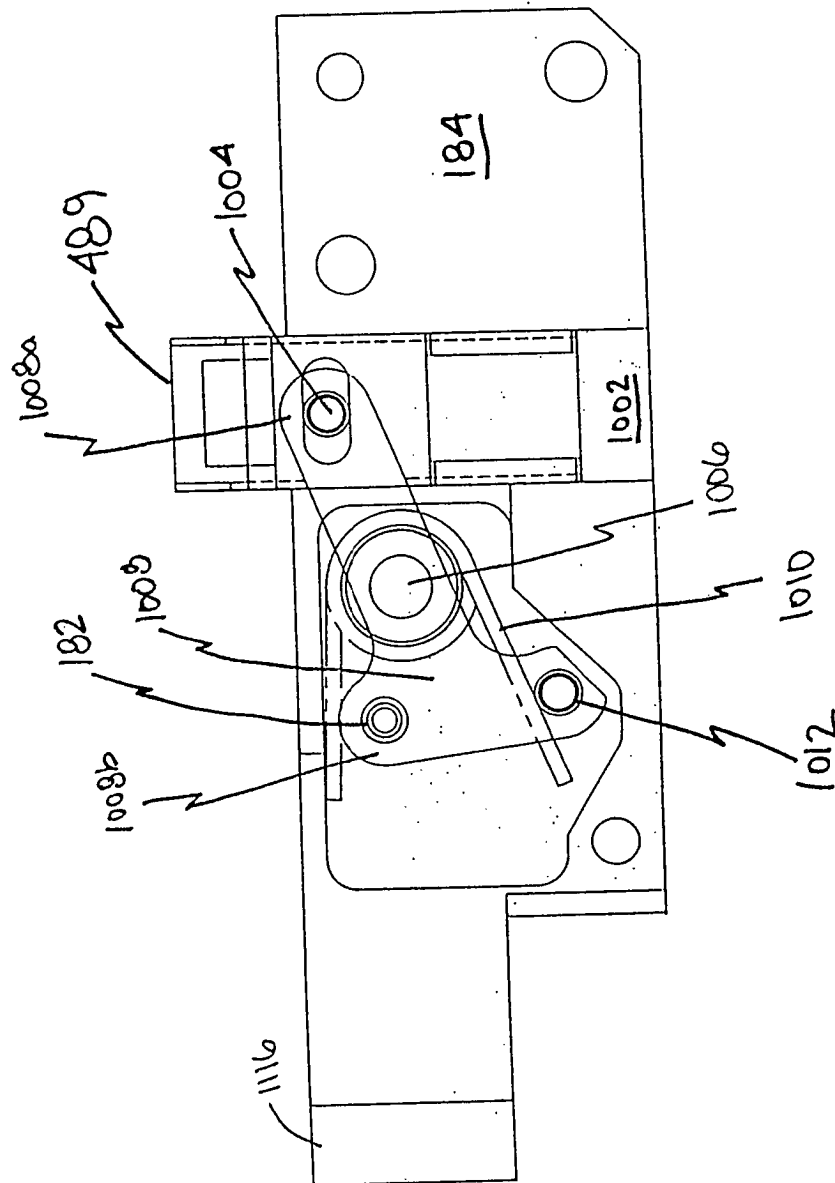
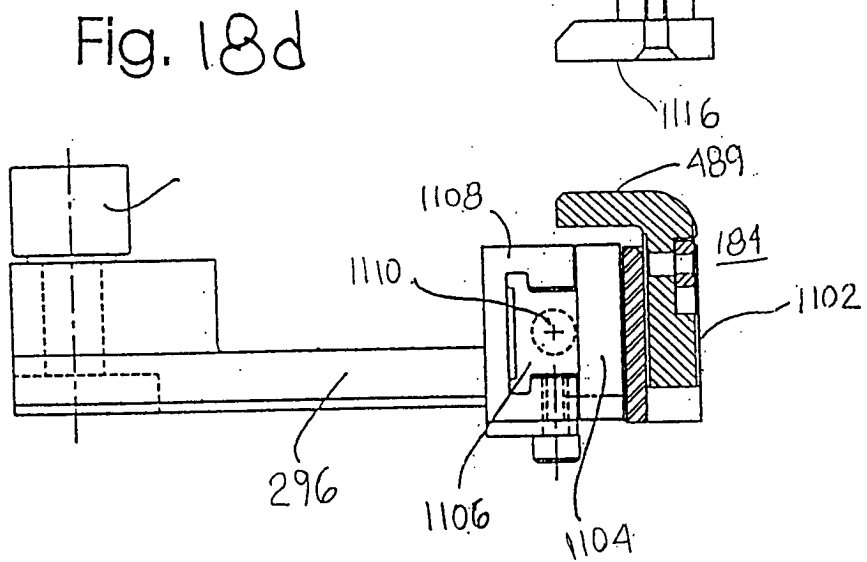
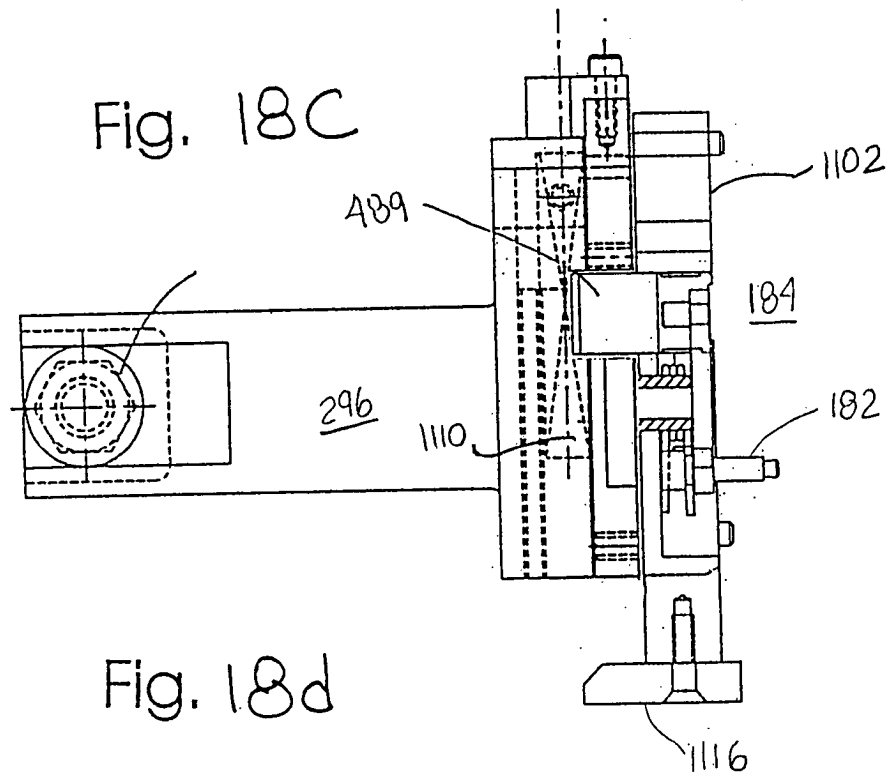


Fig. 18(a)

FIG. 18b







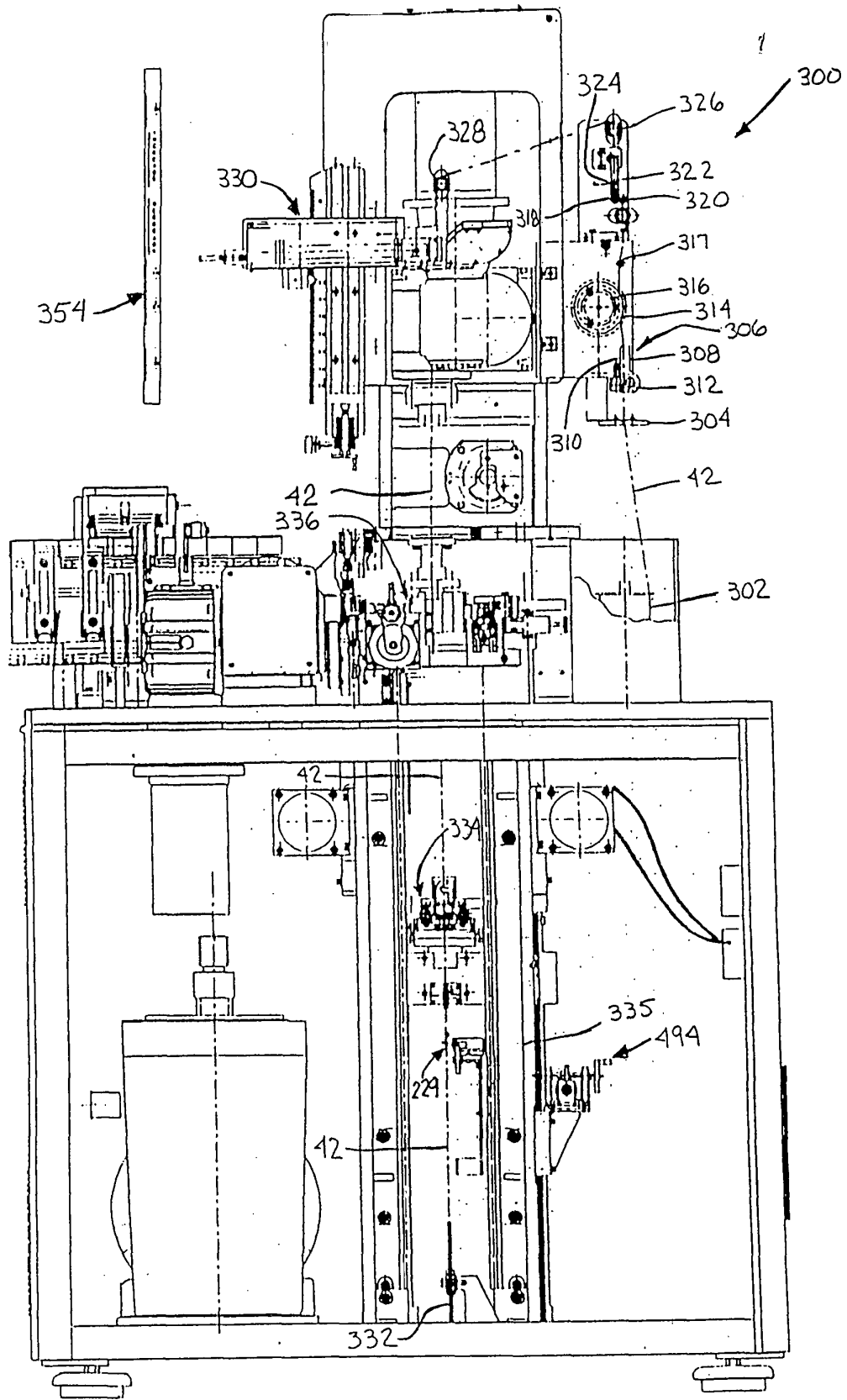


FIG. 19

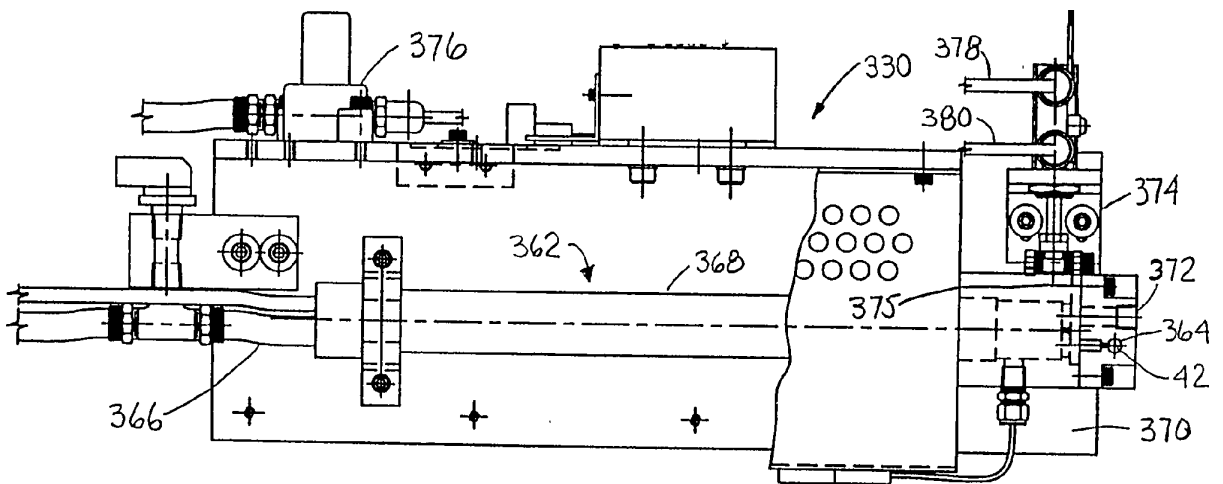


FIG. 21

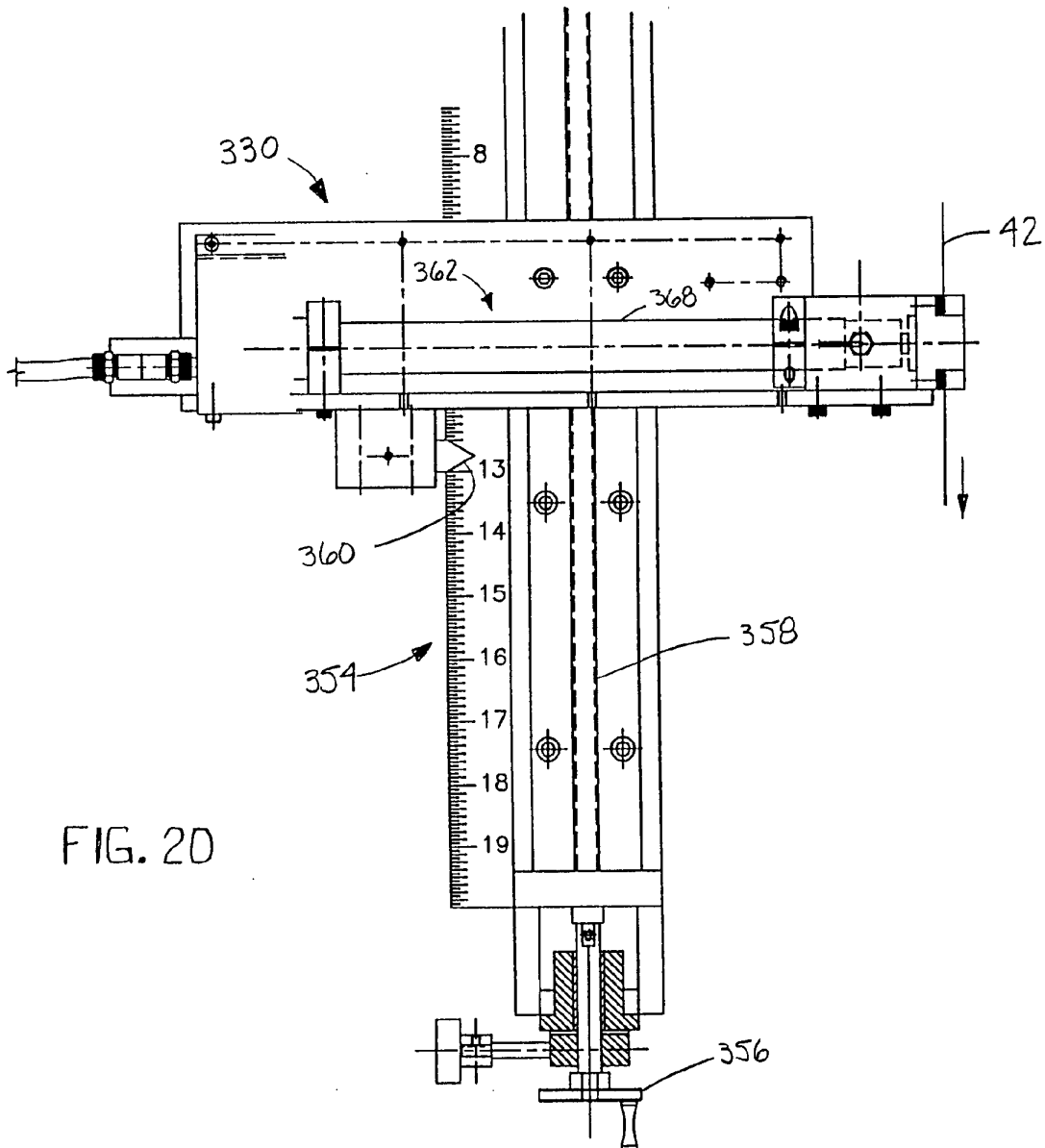


FIG. 20

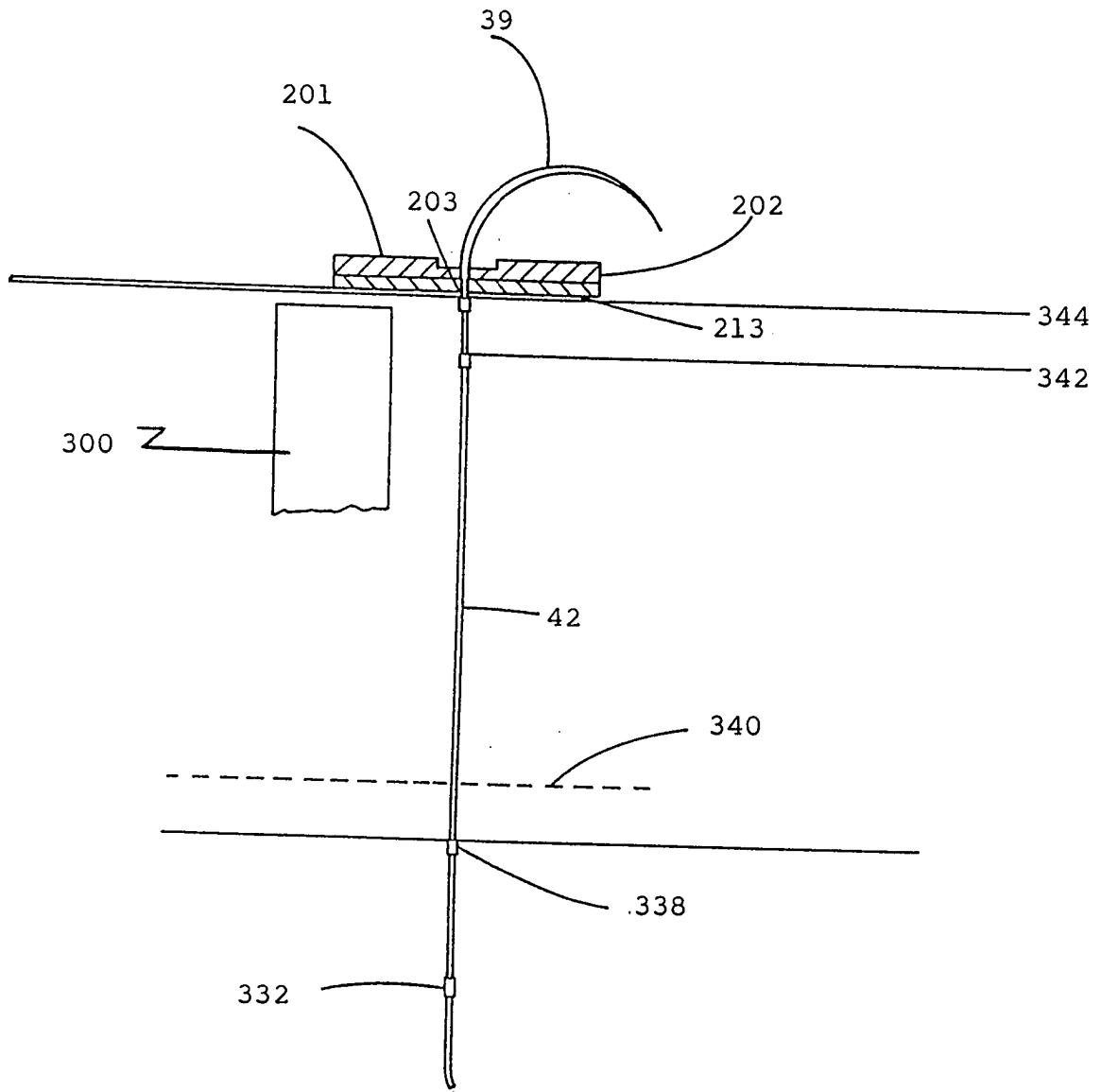


FIG. 22

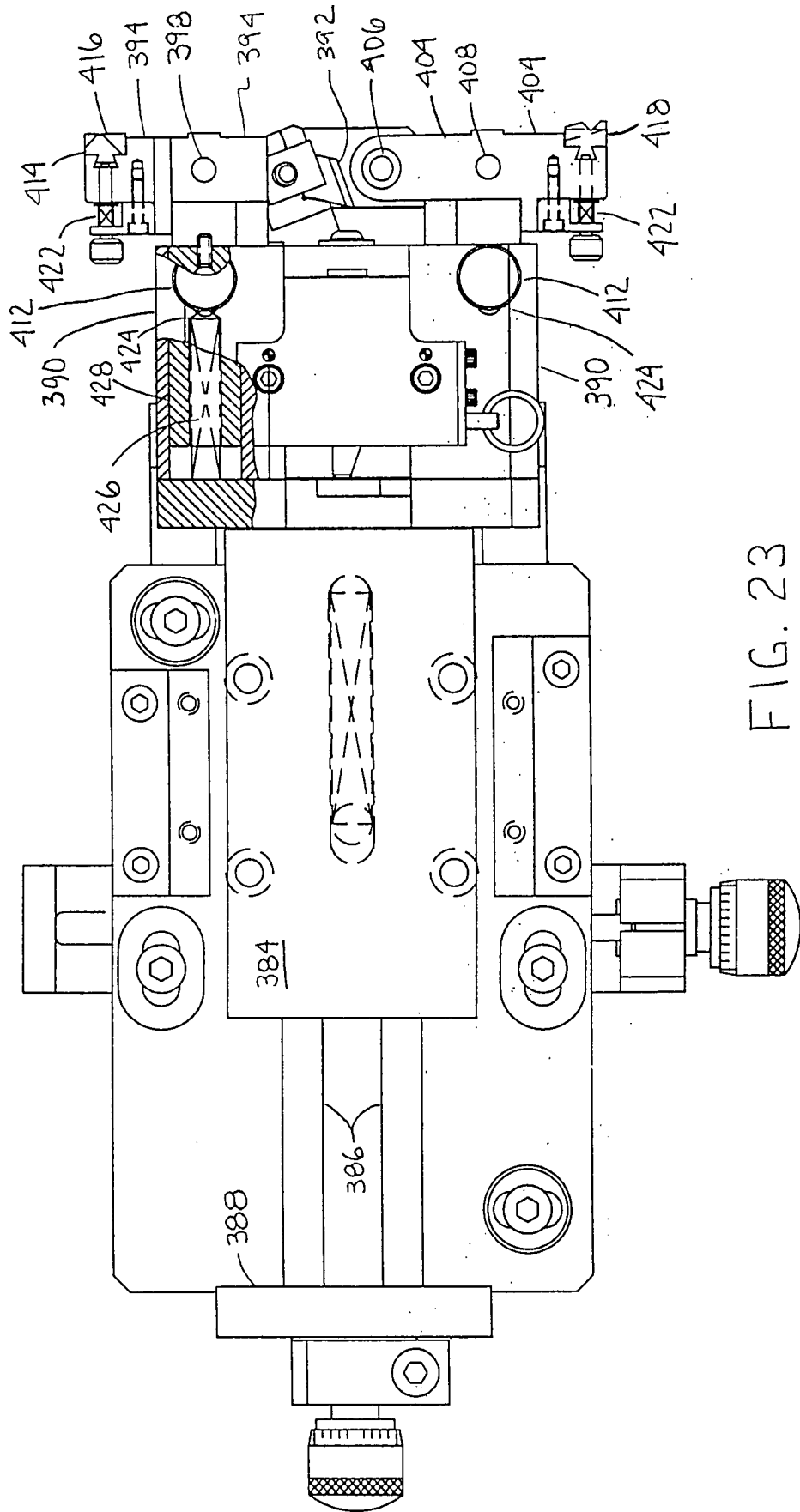


FIG. 23

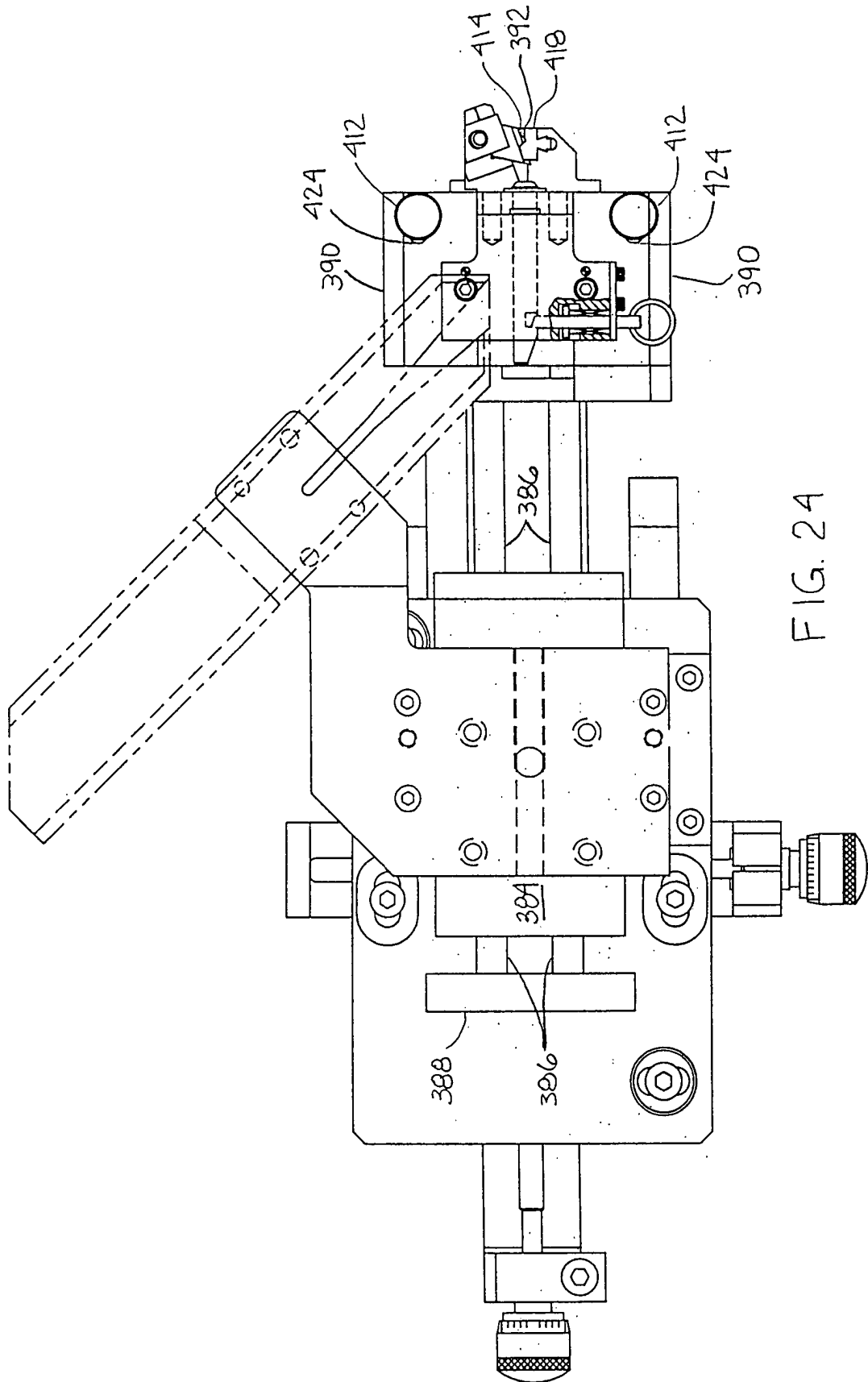


FIG. 24



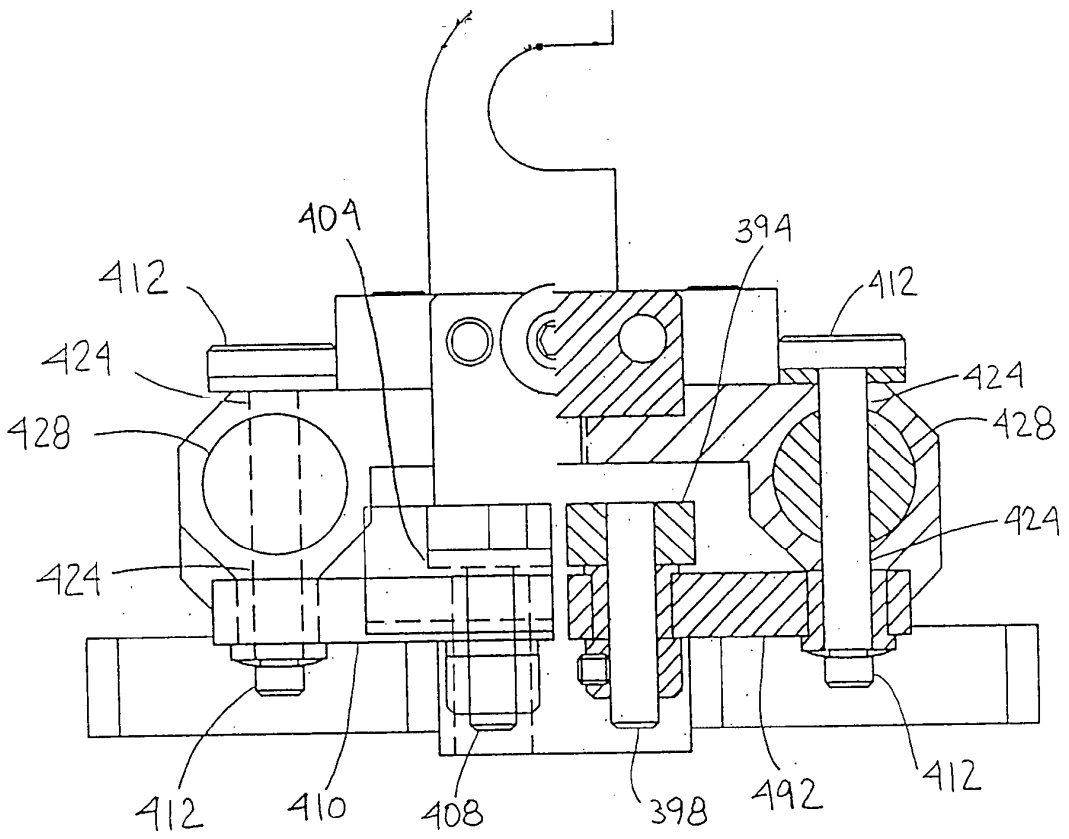


FIG. 25

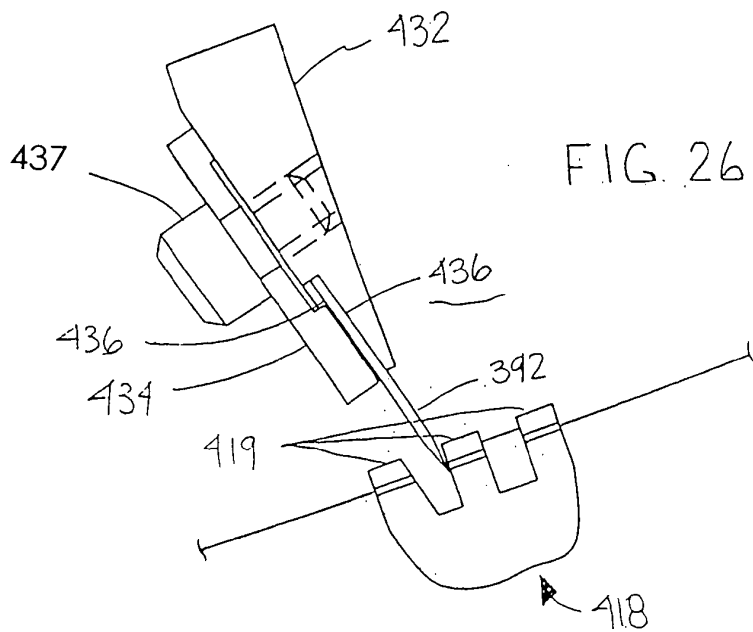


FIG. 26

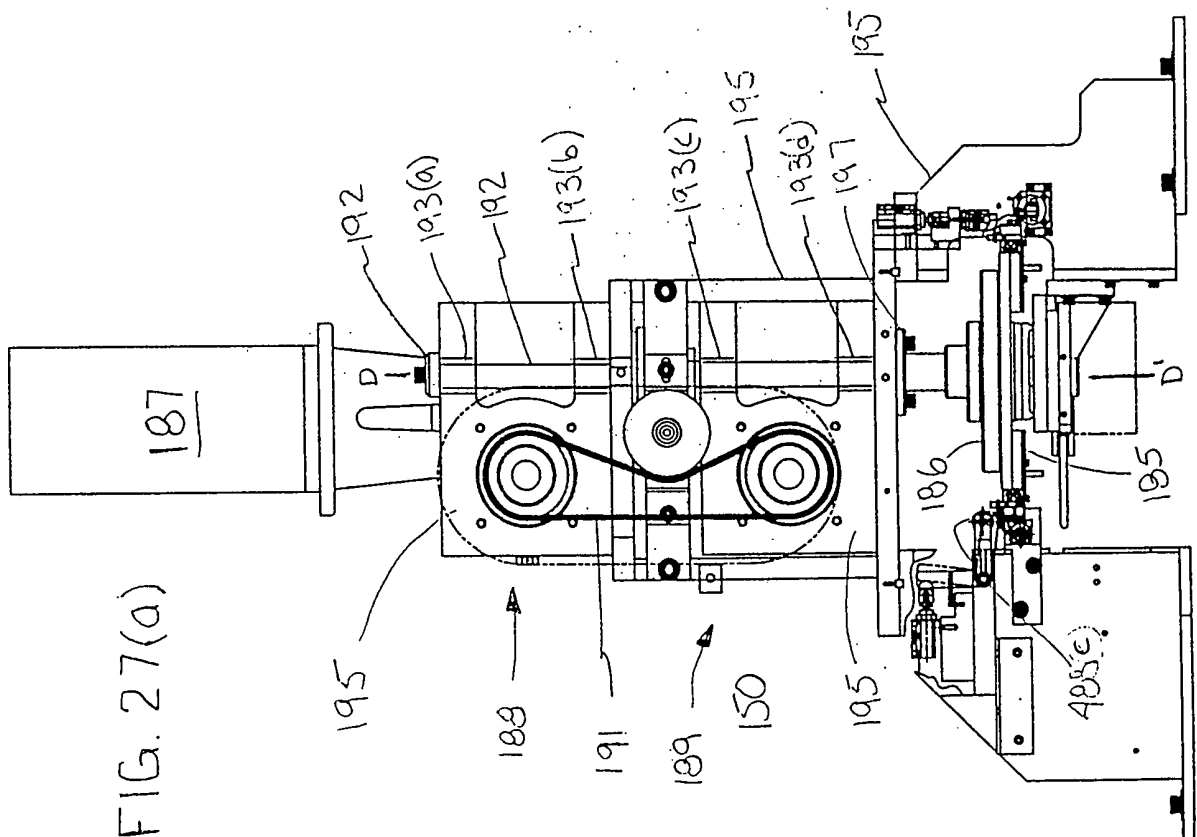


FIG. 27(a)

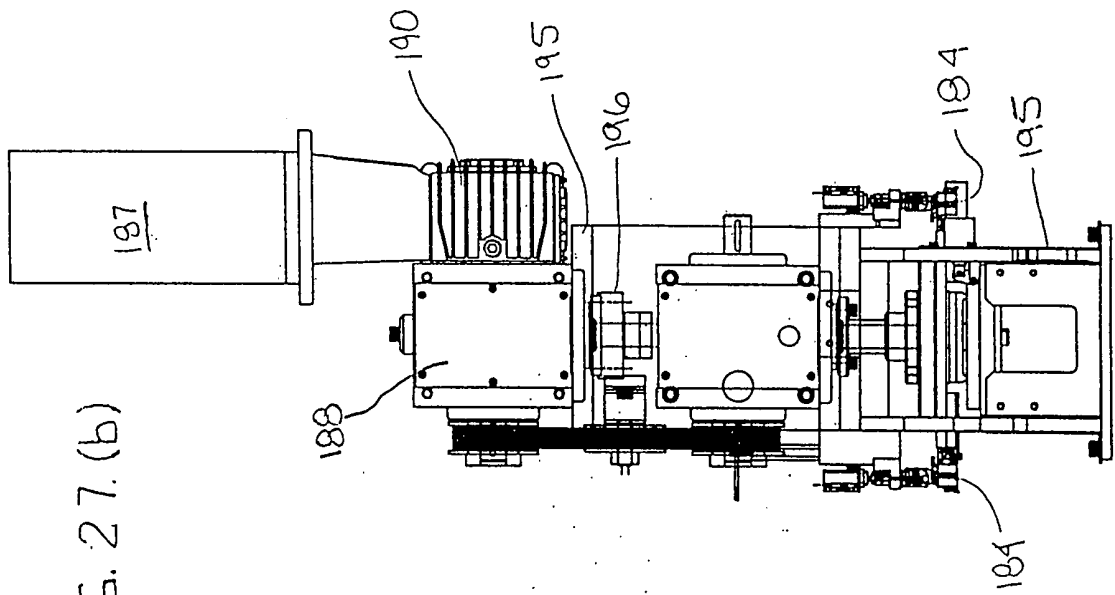


FIG. 27(b)

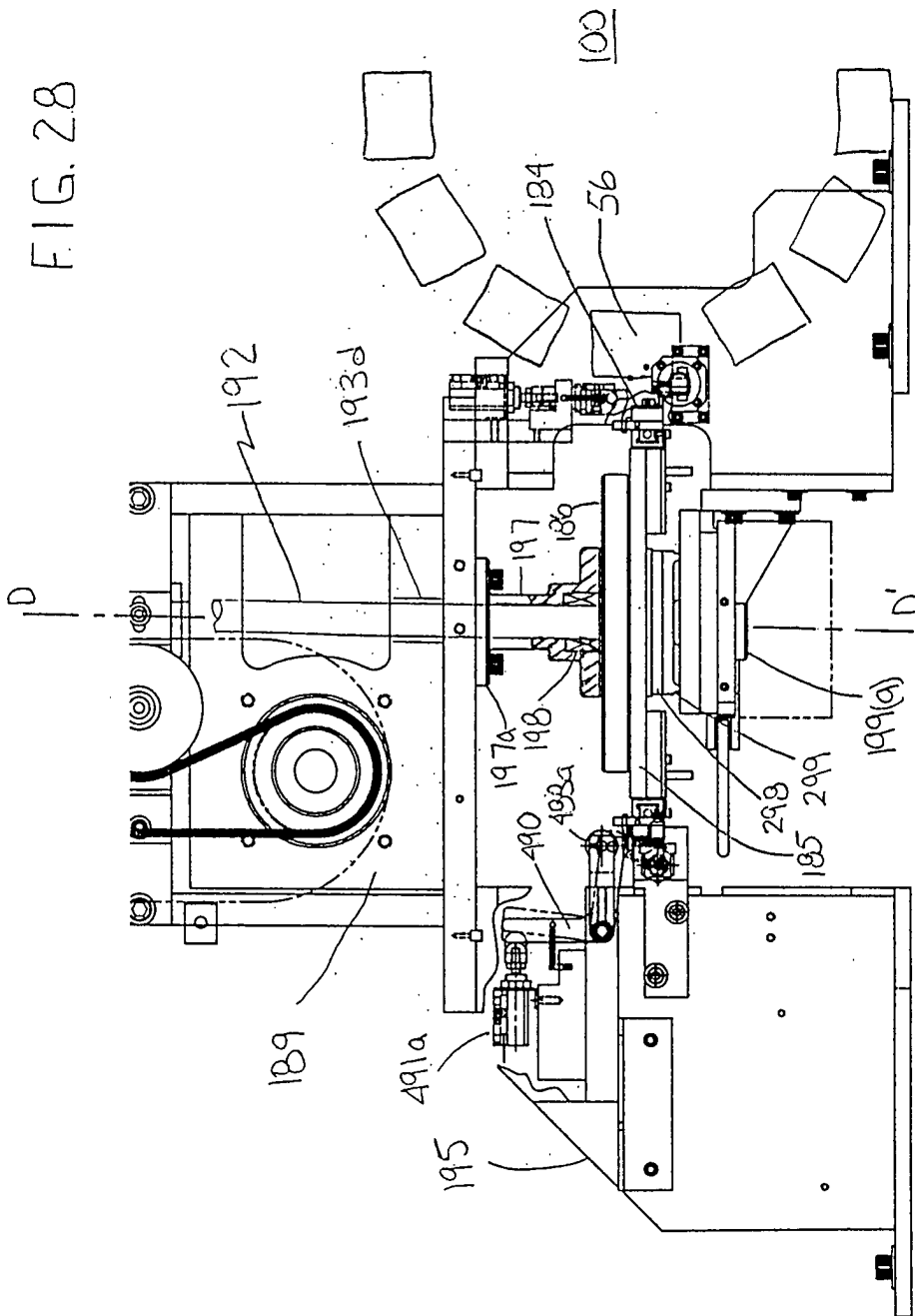


FIG. 29(a)

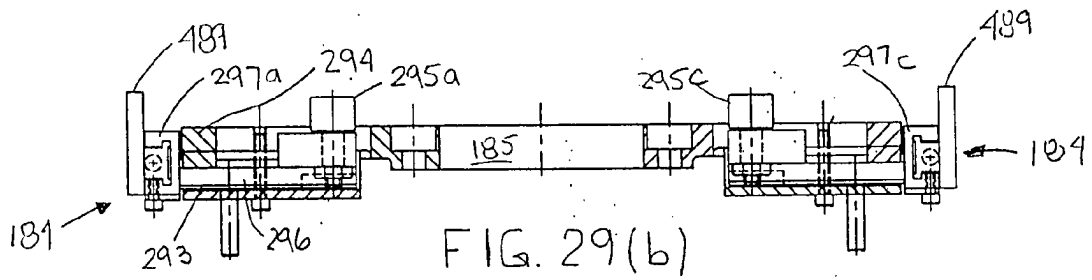
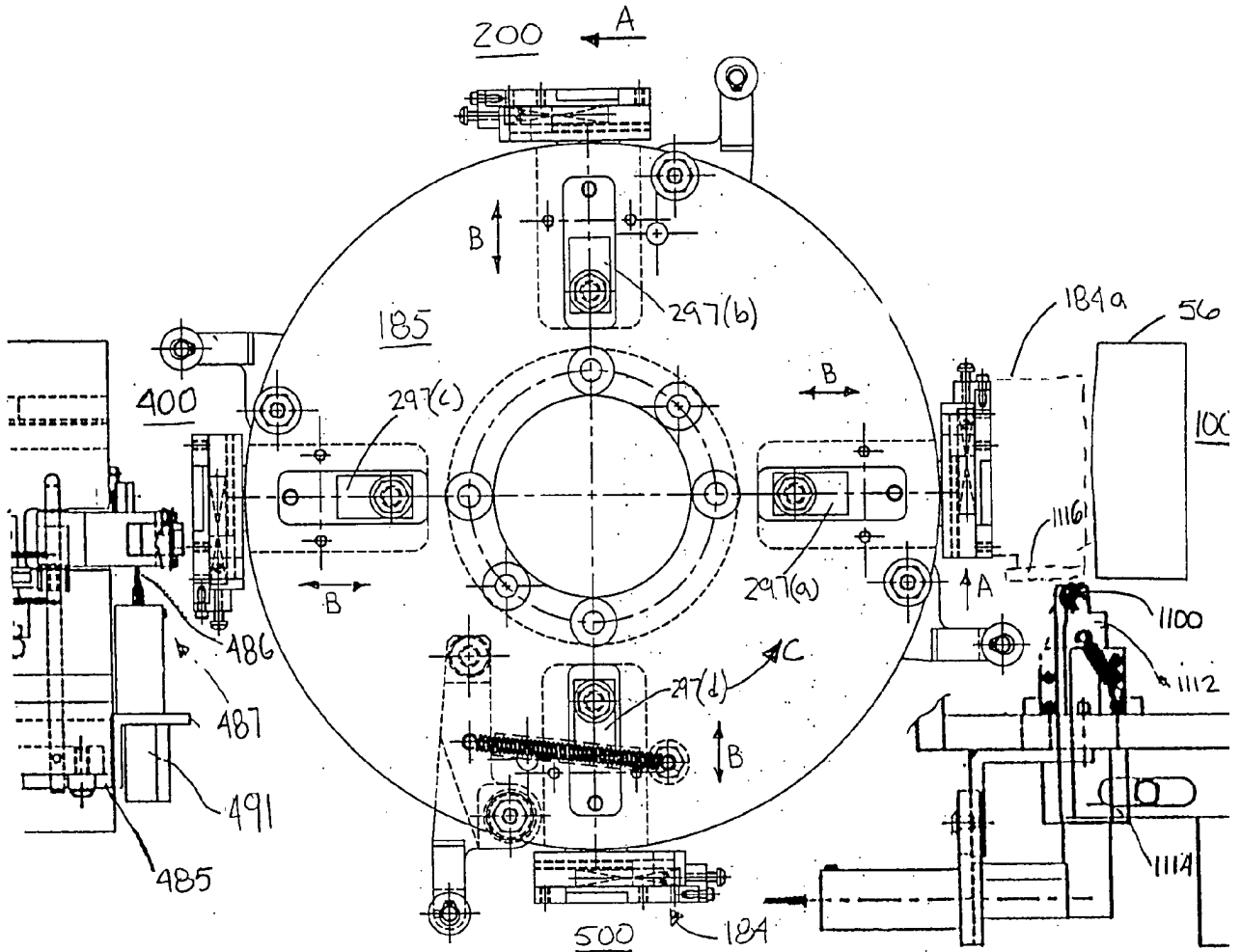


FIG. 29(b)

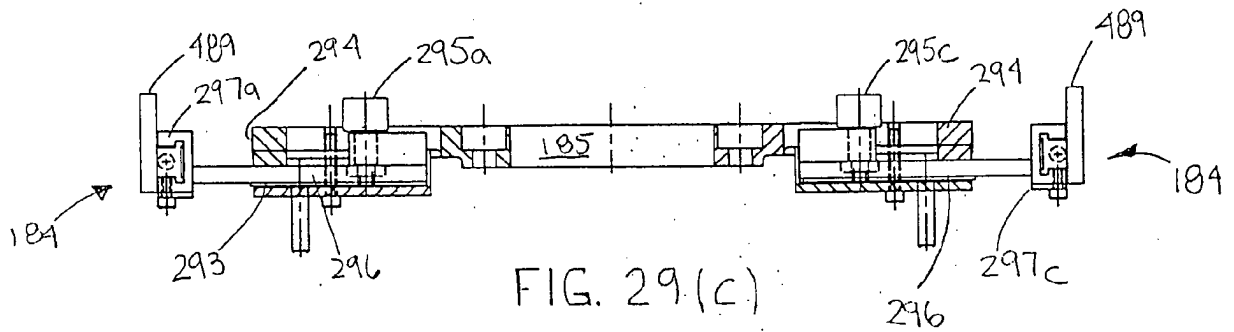


FIG. 29(c)

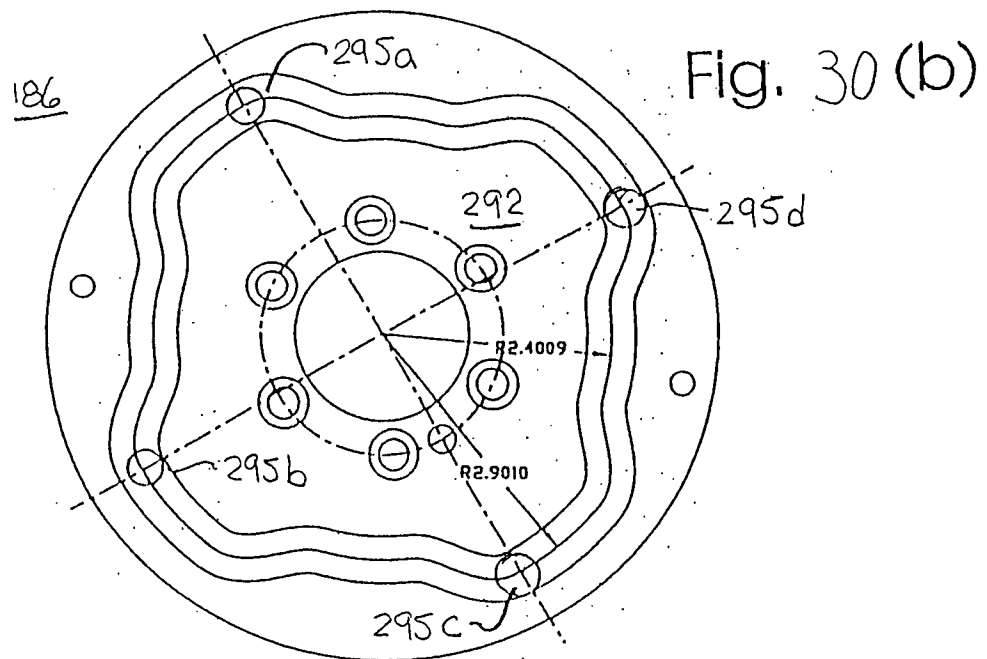
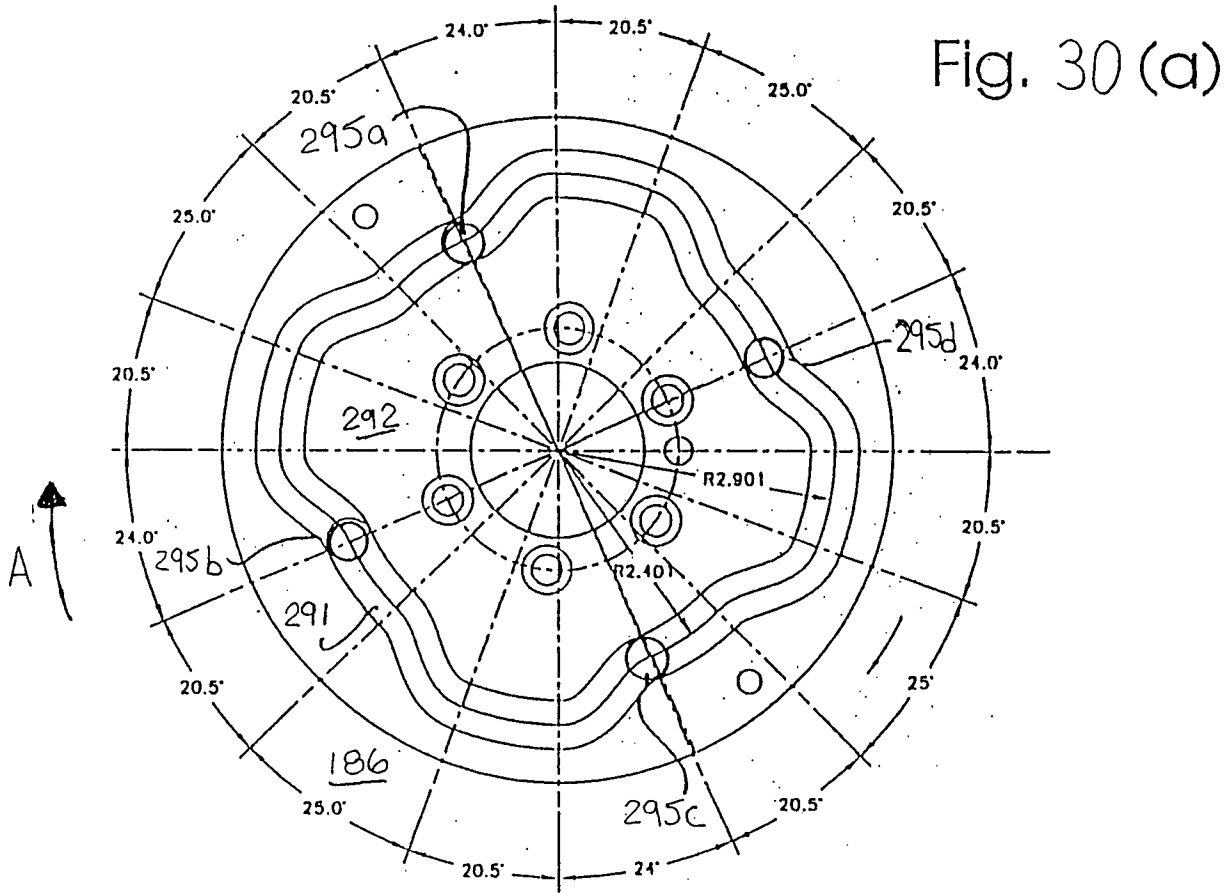


FIG. 31A

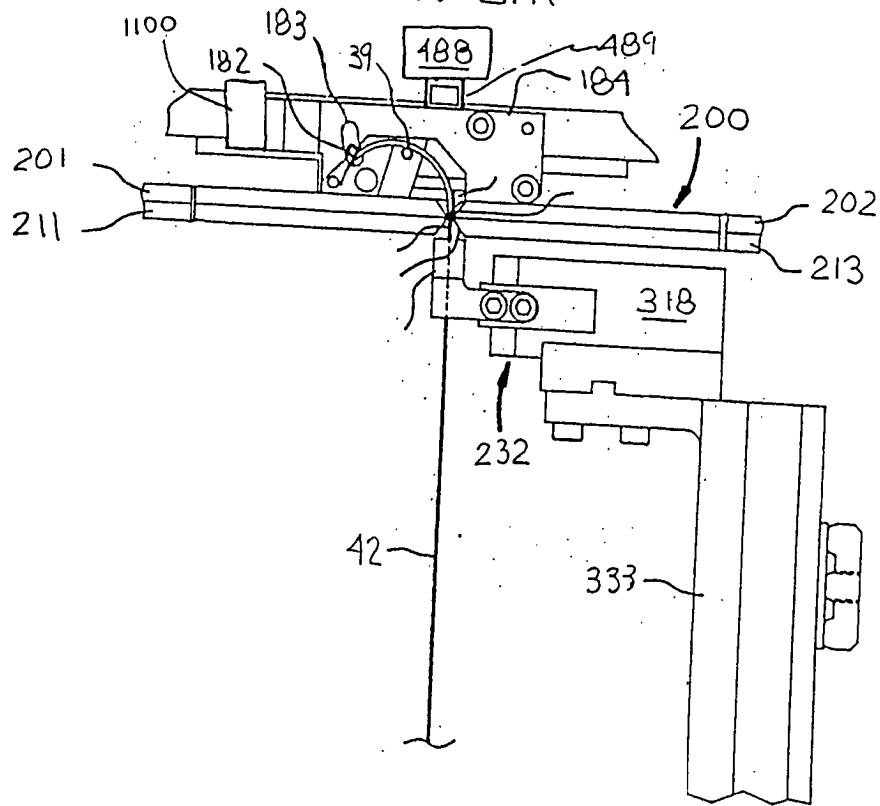


FIG. 31B

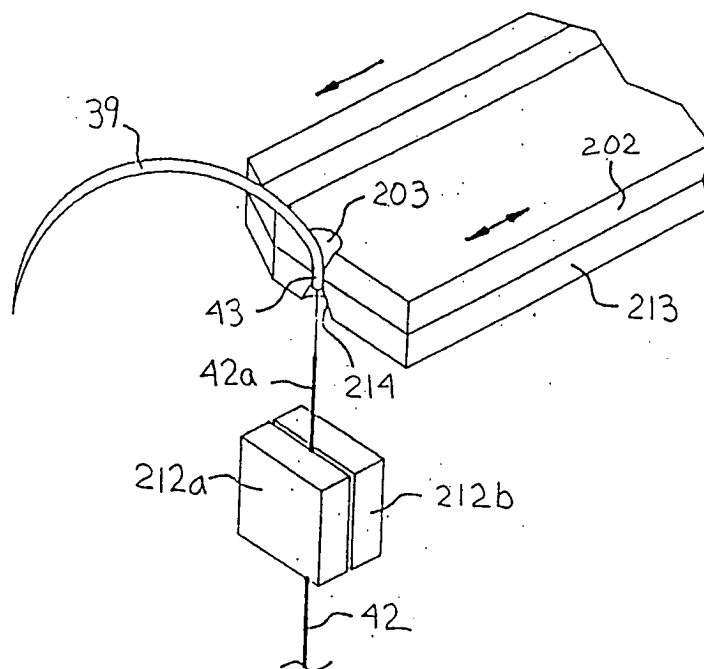


FIG. 31C

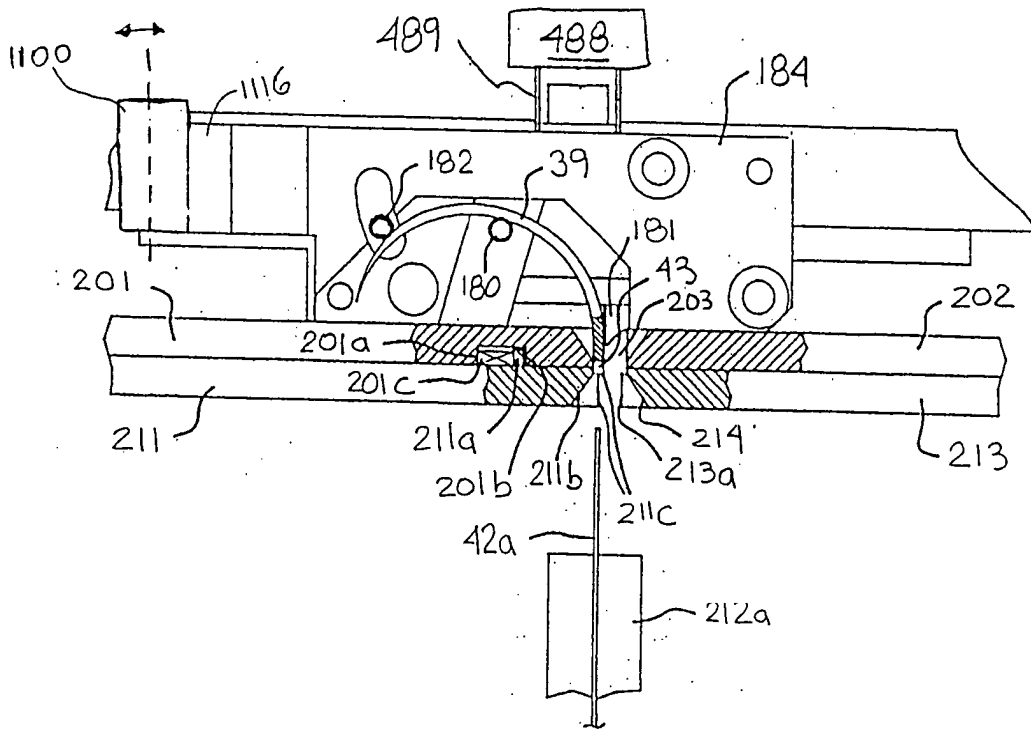


FIG. 31D

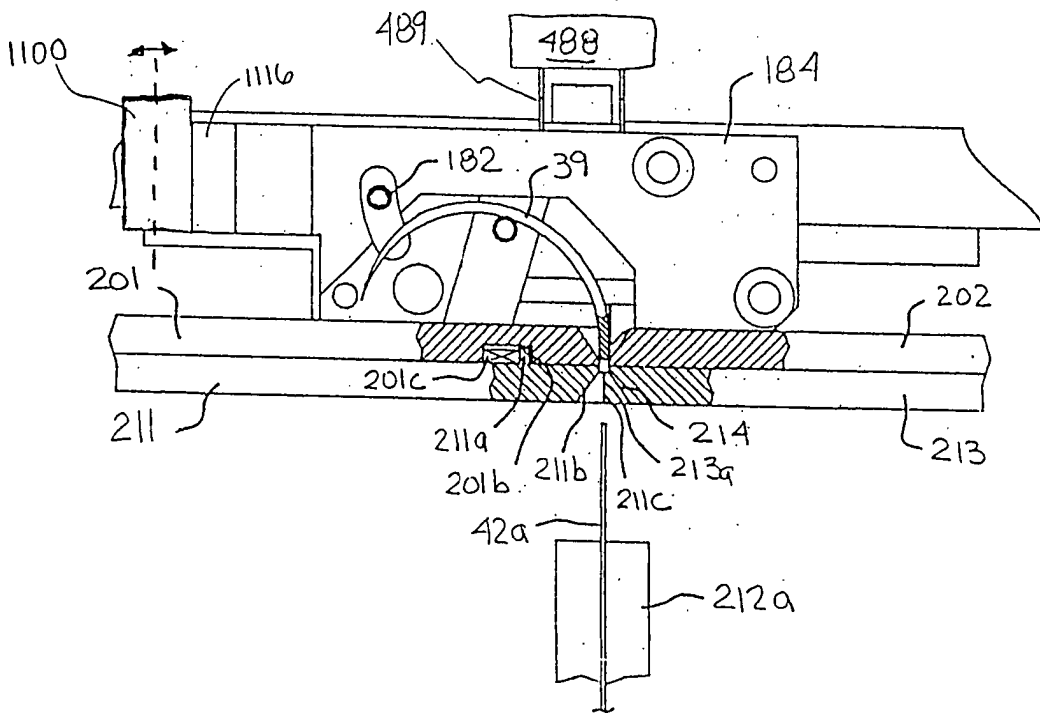




FIG. 31E

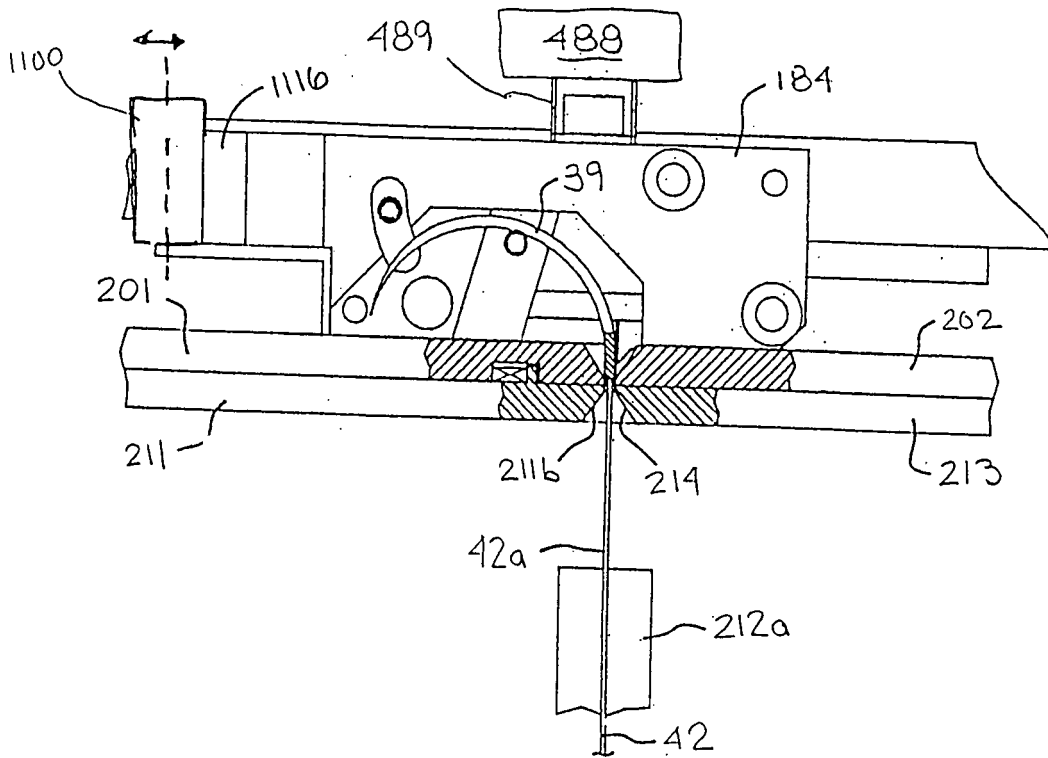
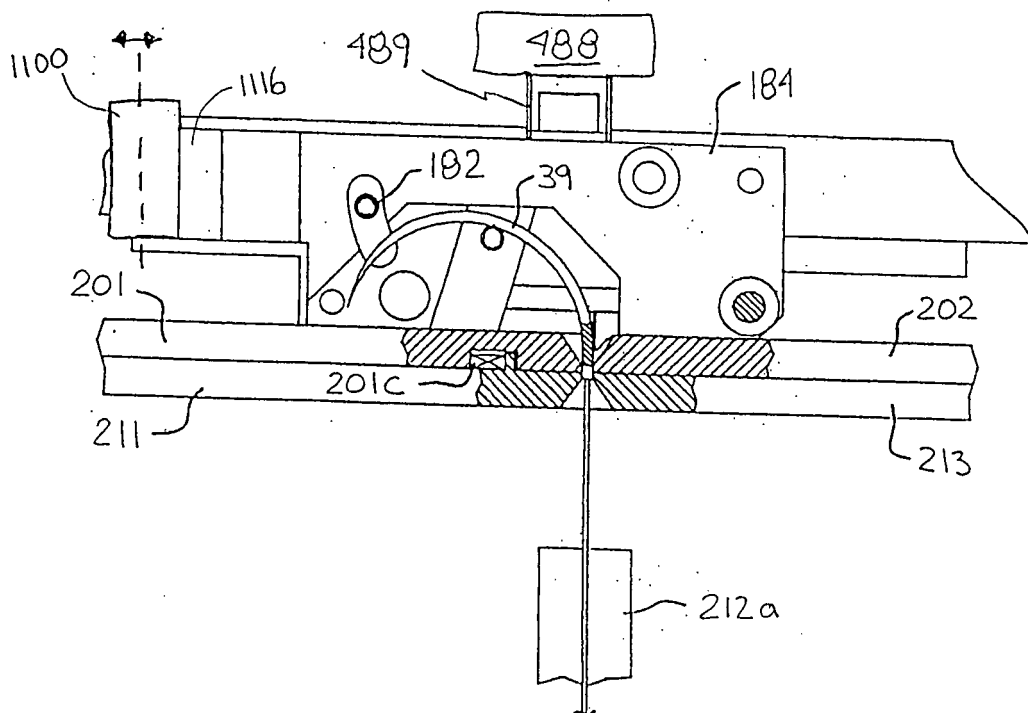


FIG. 31F



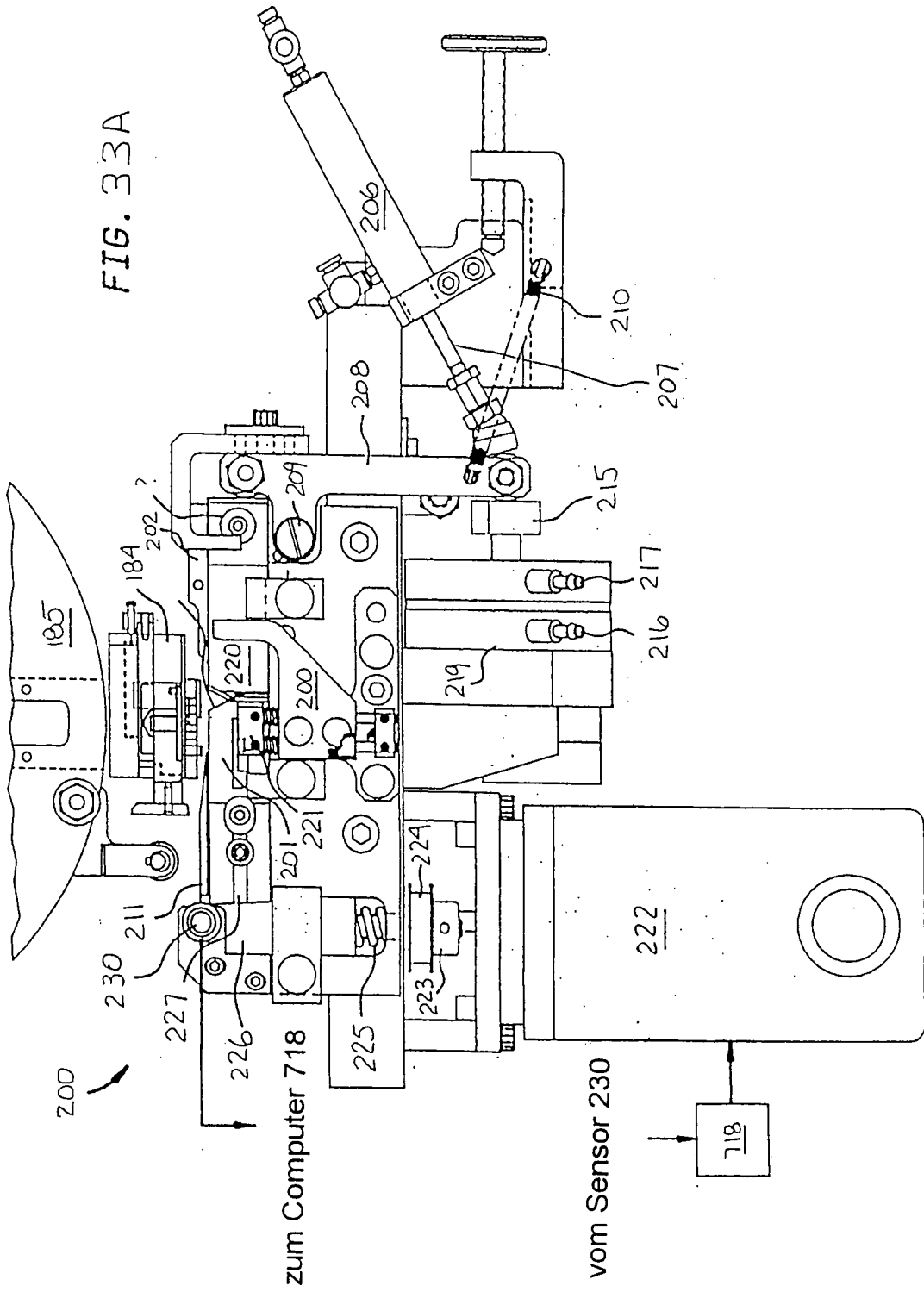


FIG. 32A

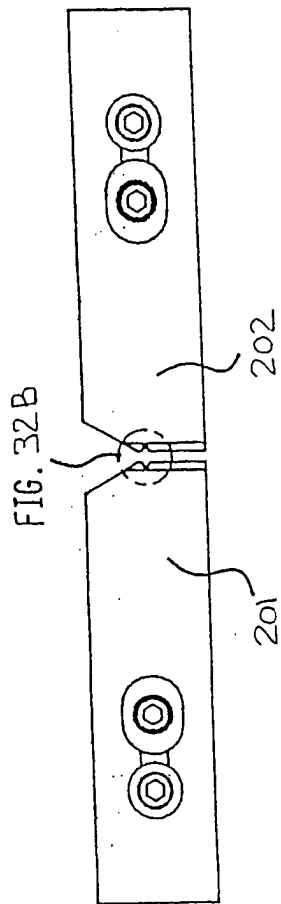


FIG. 33B

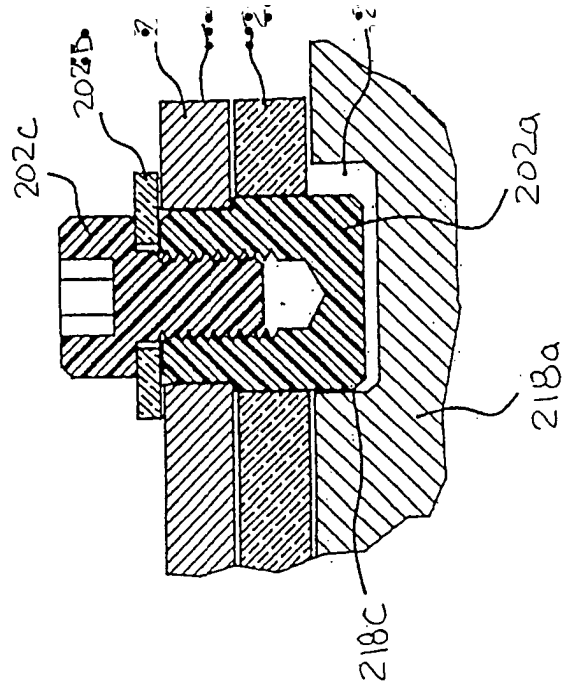
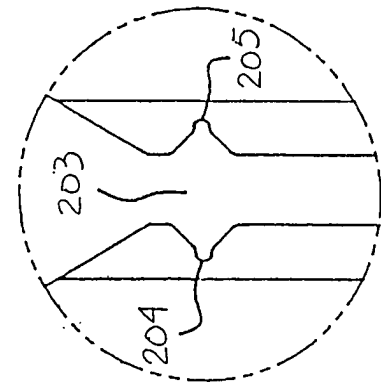


FIG. 32B



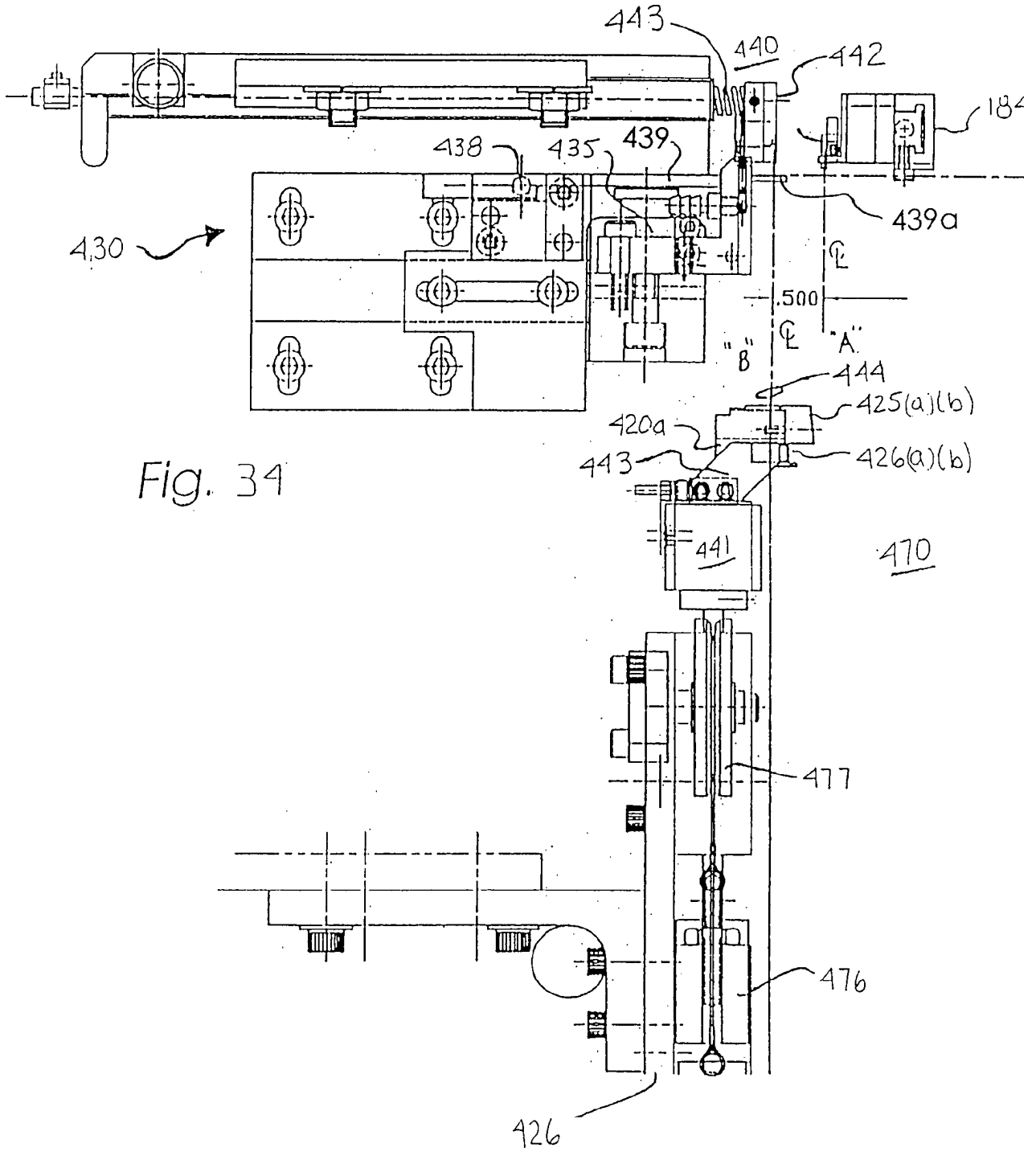
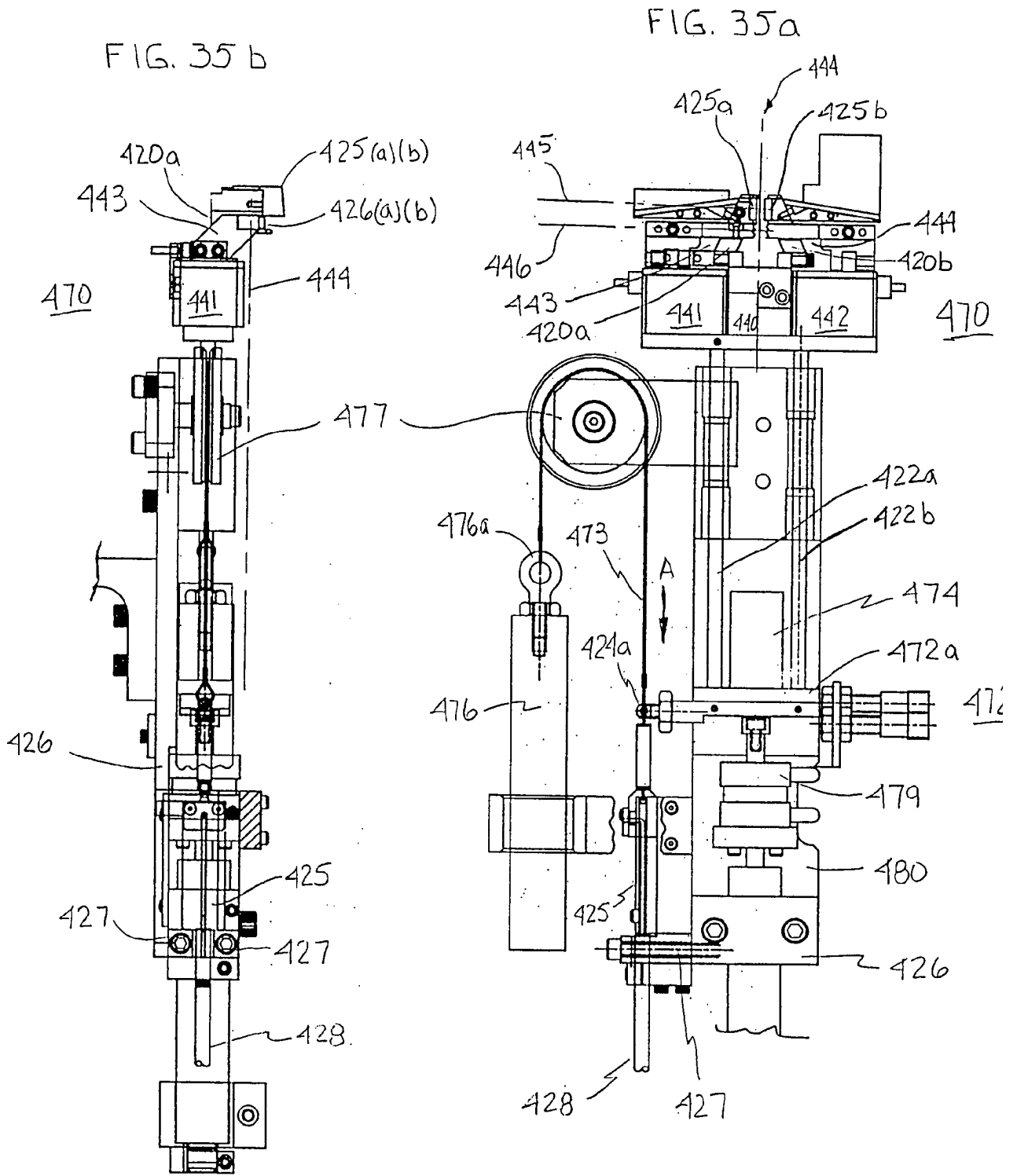


Fig. 34



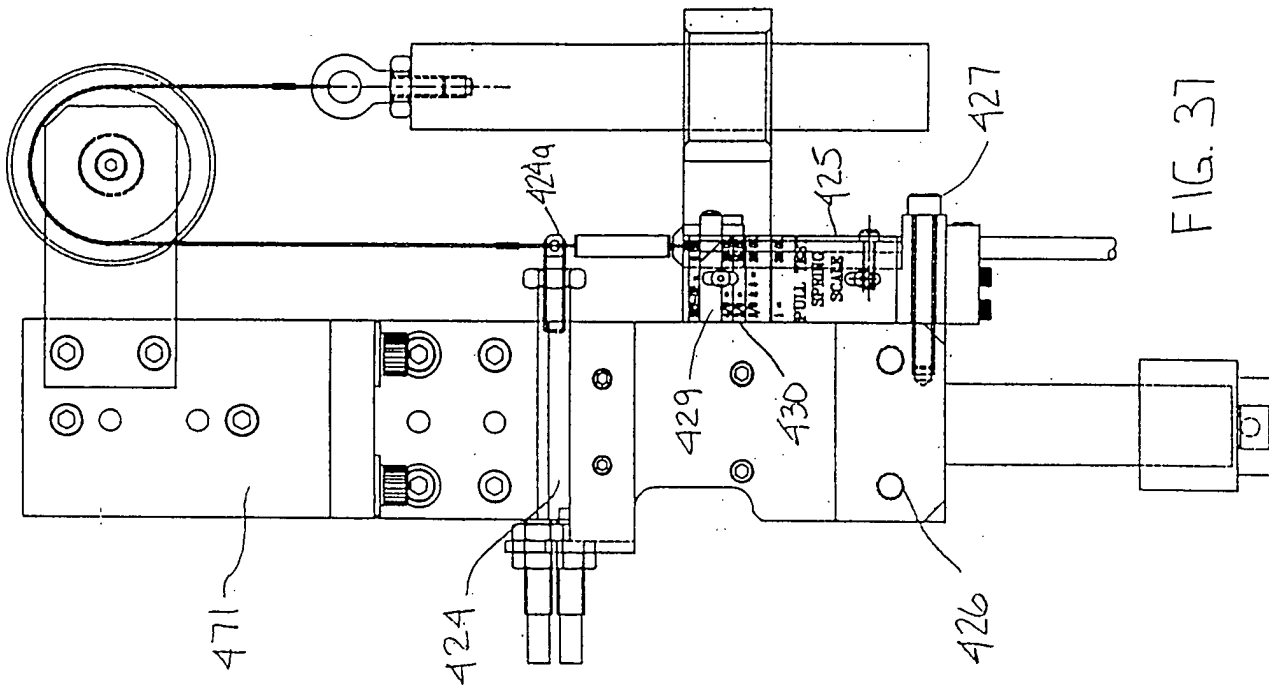


FIG. 37

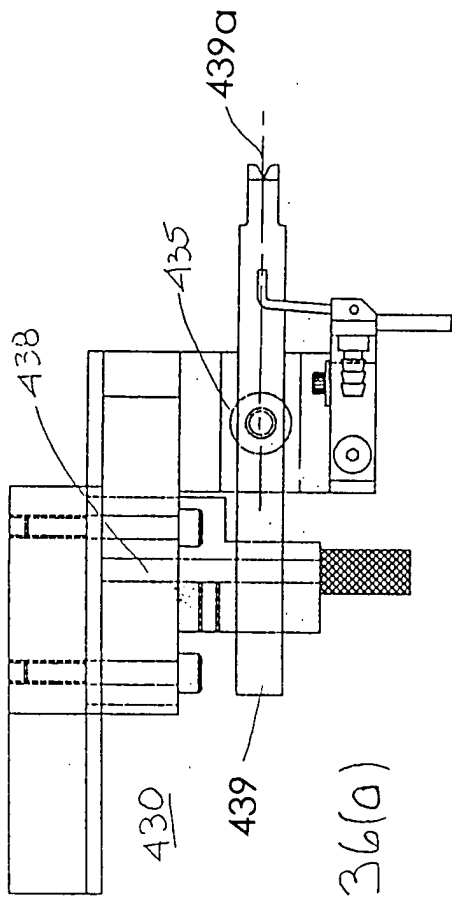


FIG. 36(a)

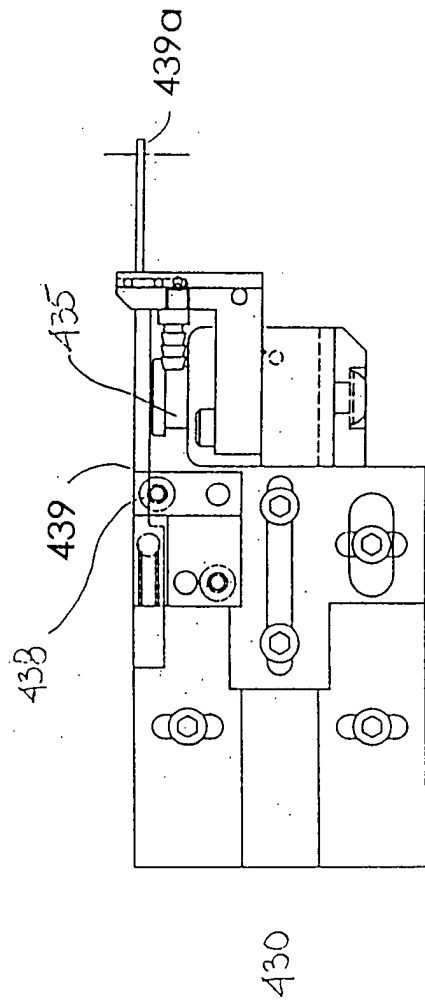


FIG. 36(b)

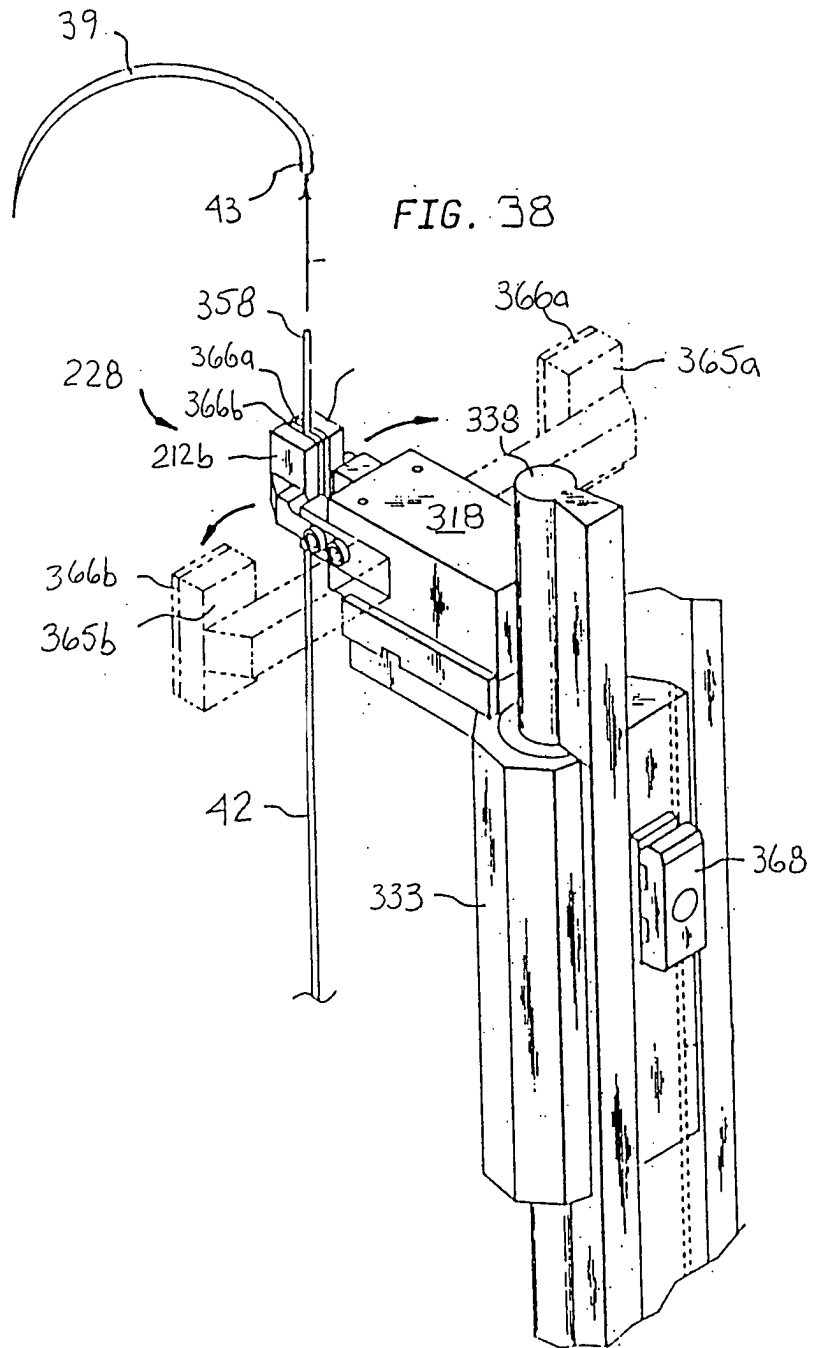
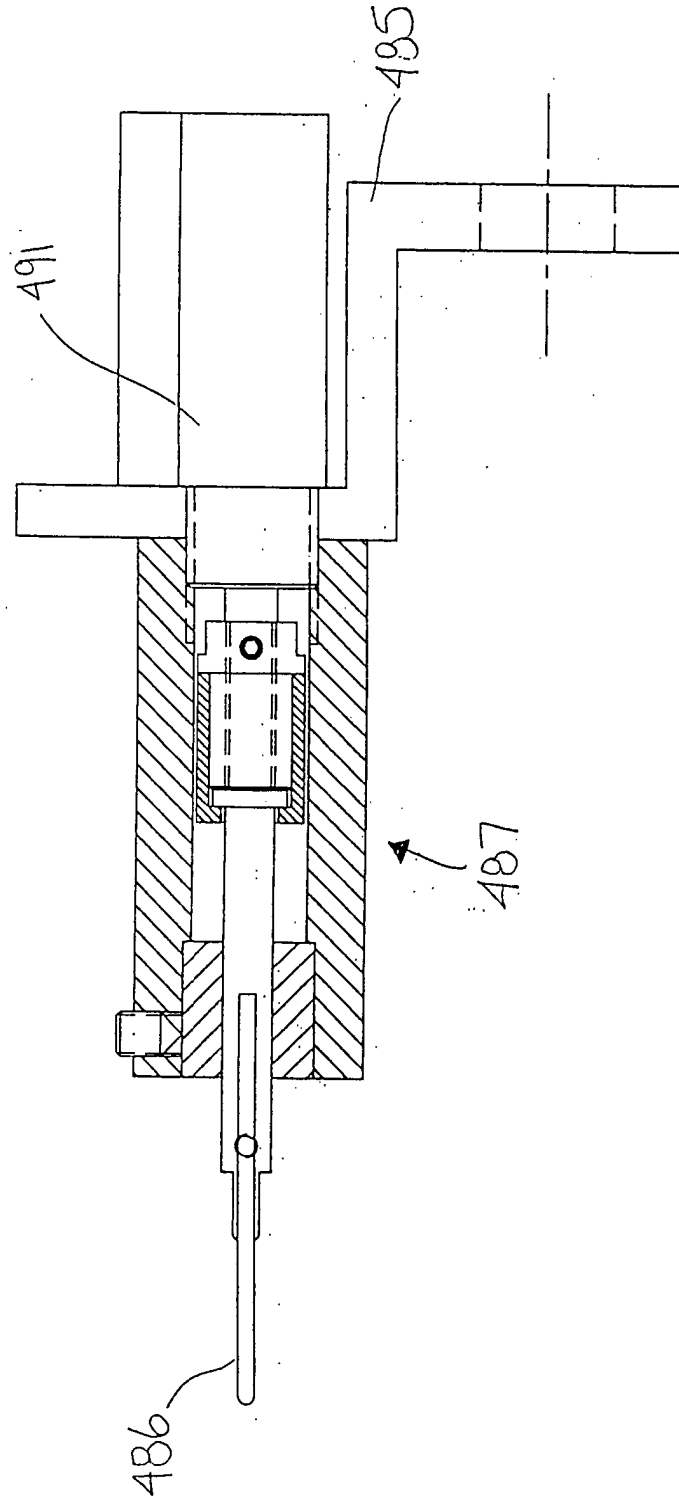




FIG. 39



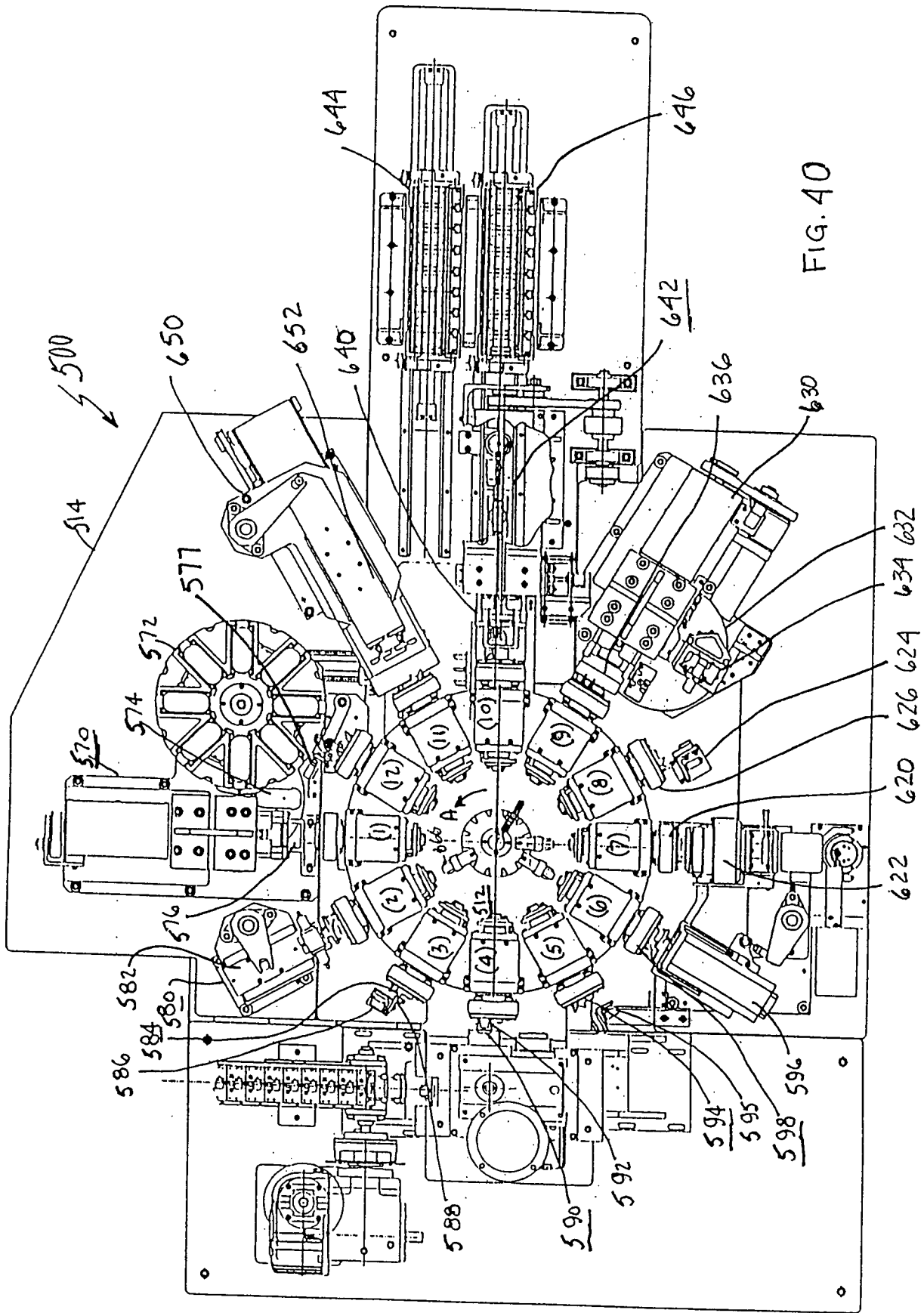


FIG. 40

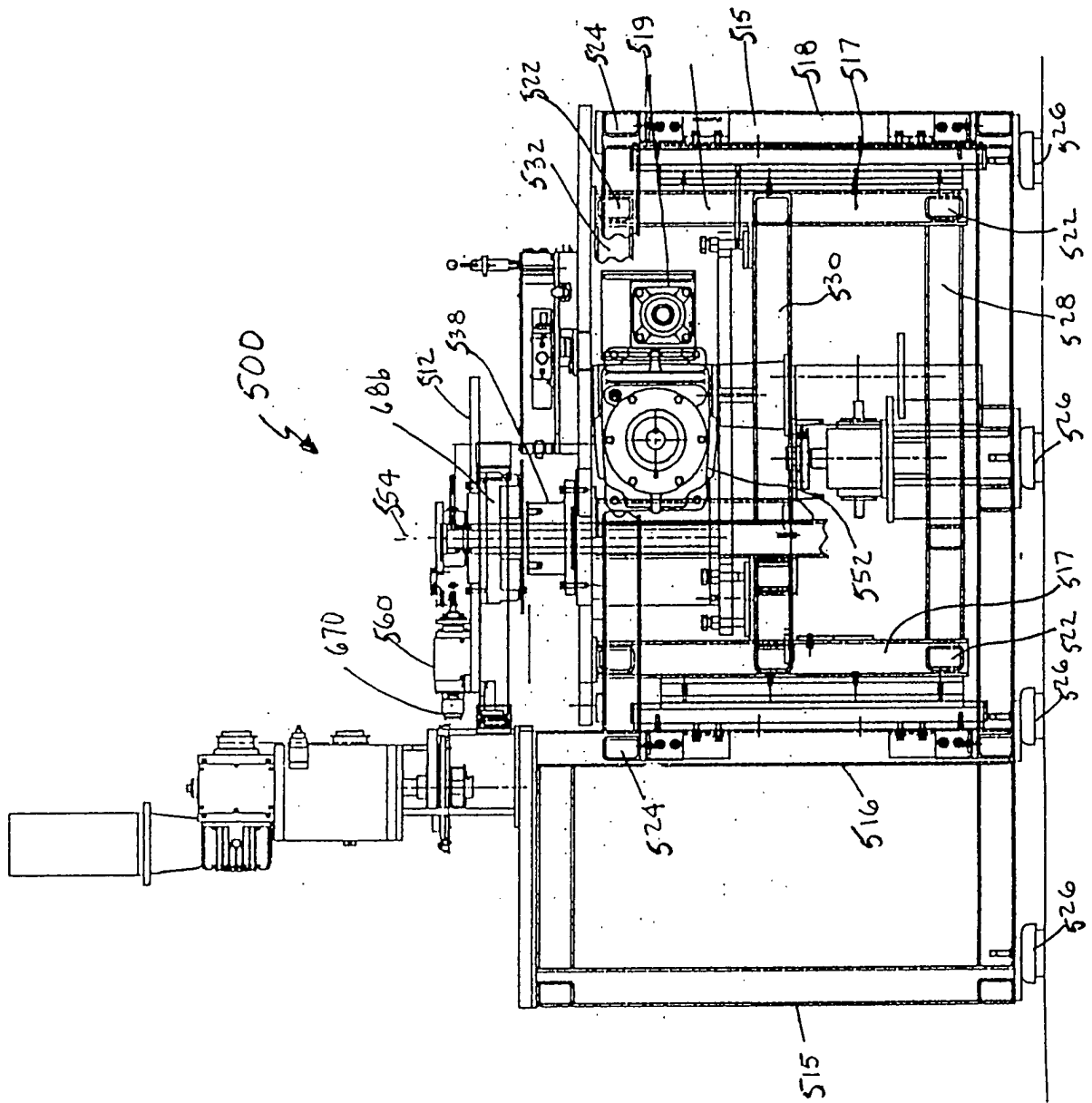


FIG. 41

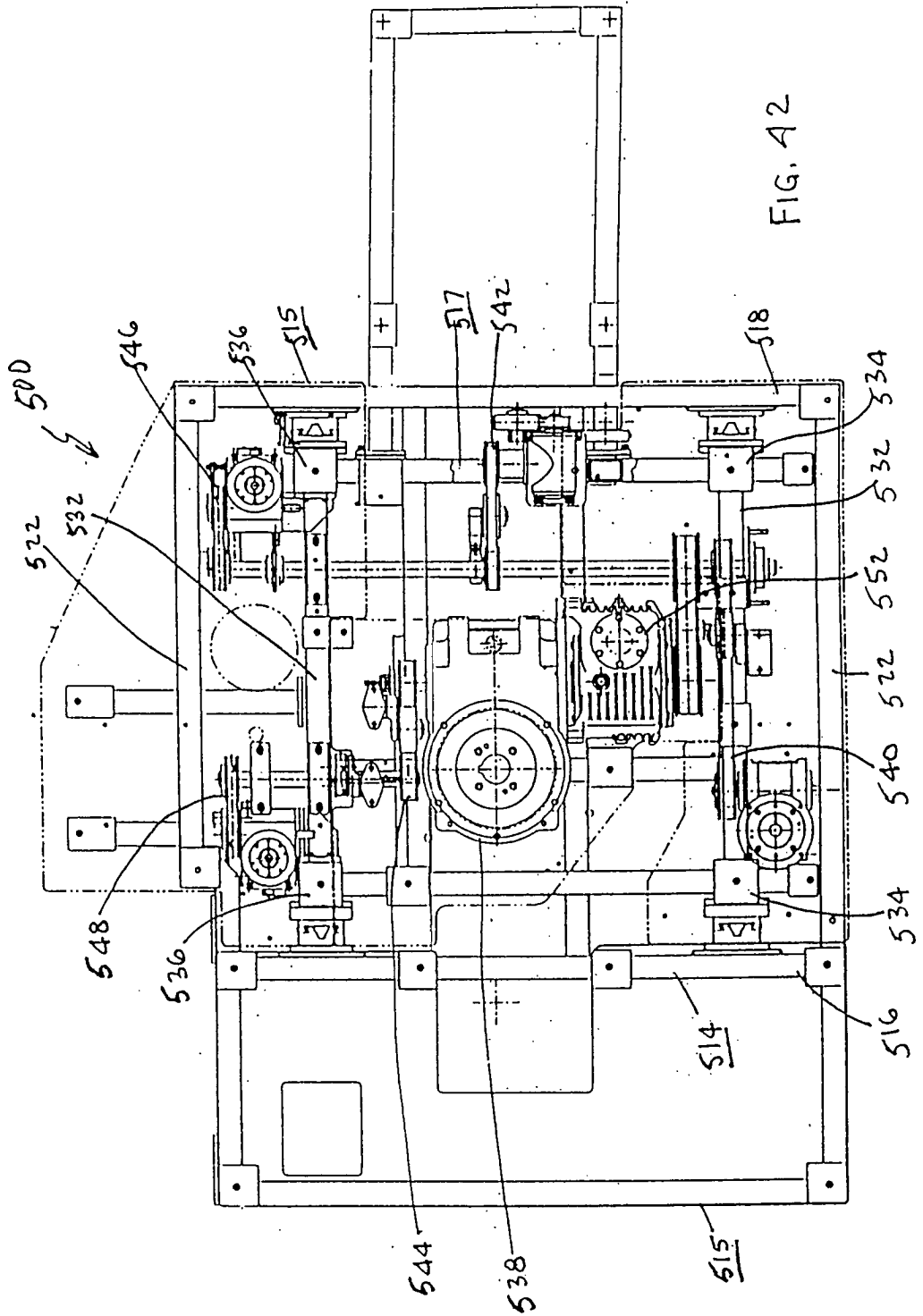


FIG. A2

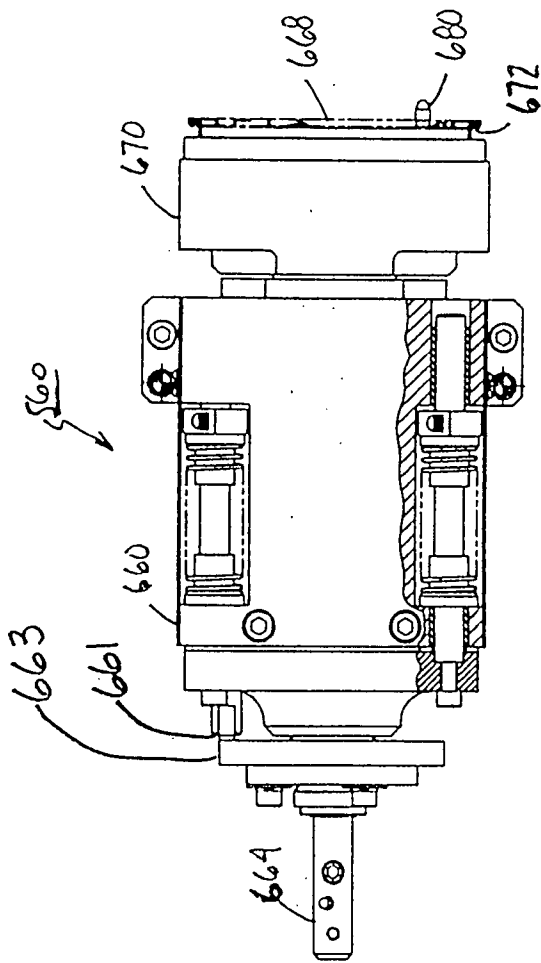


FIG. 43

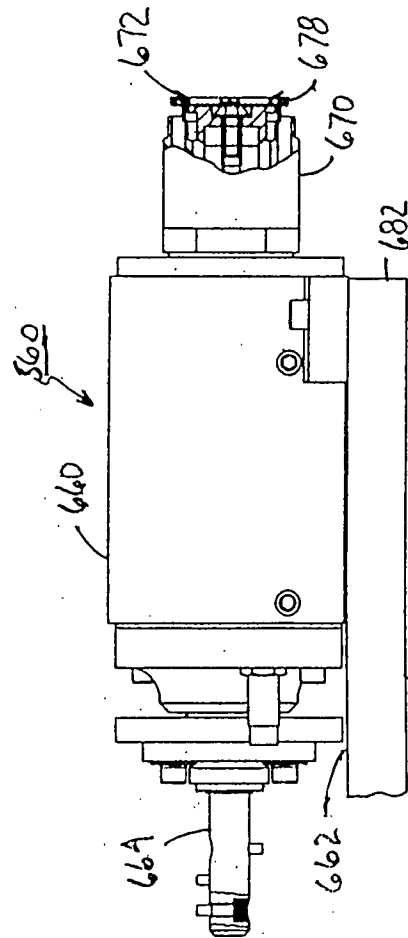


FIG. 44

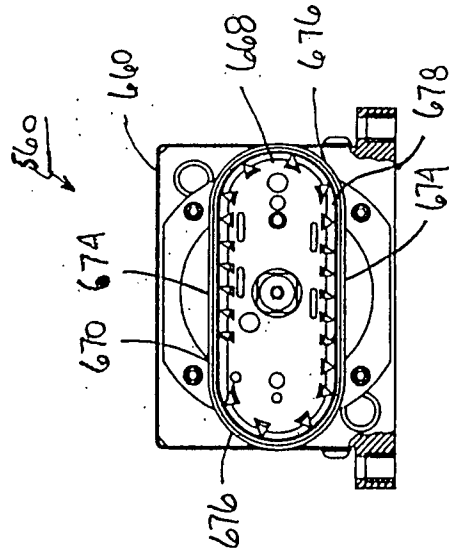


FIG. 45

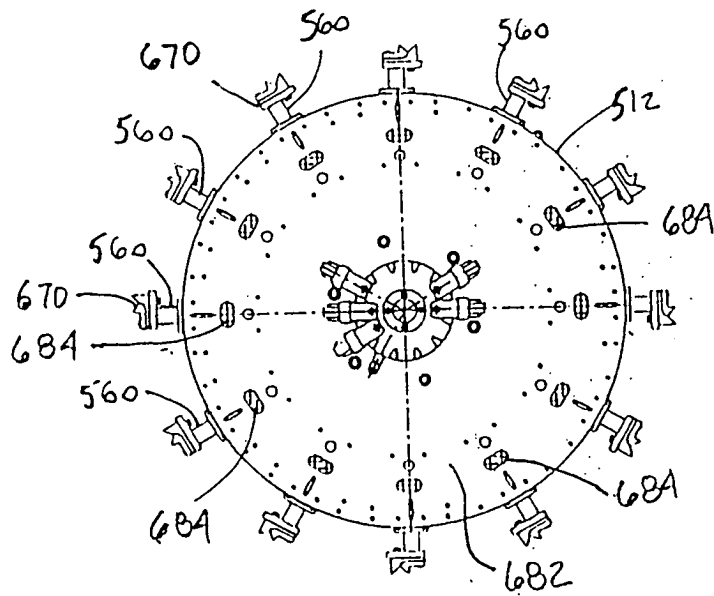


FIG. 46

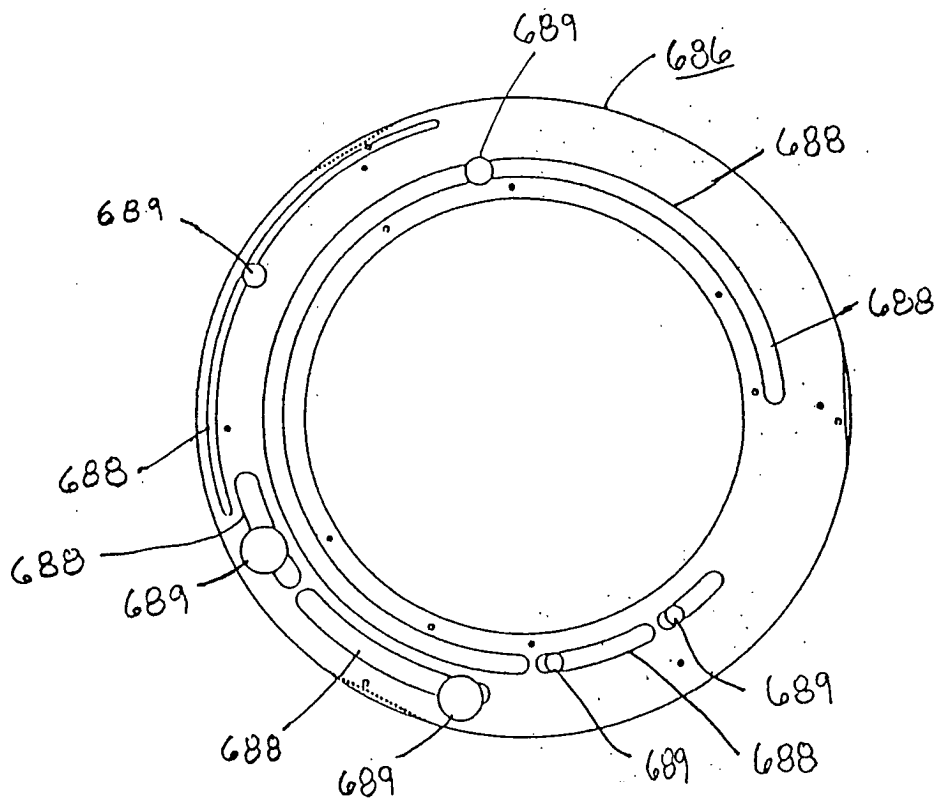
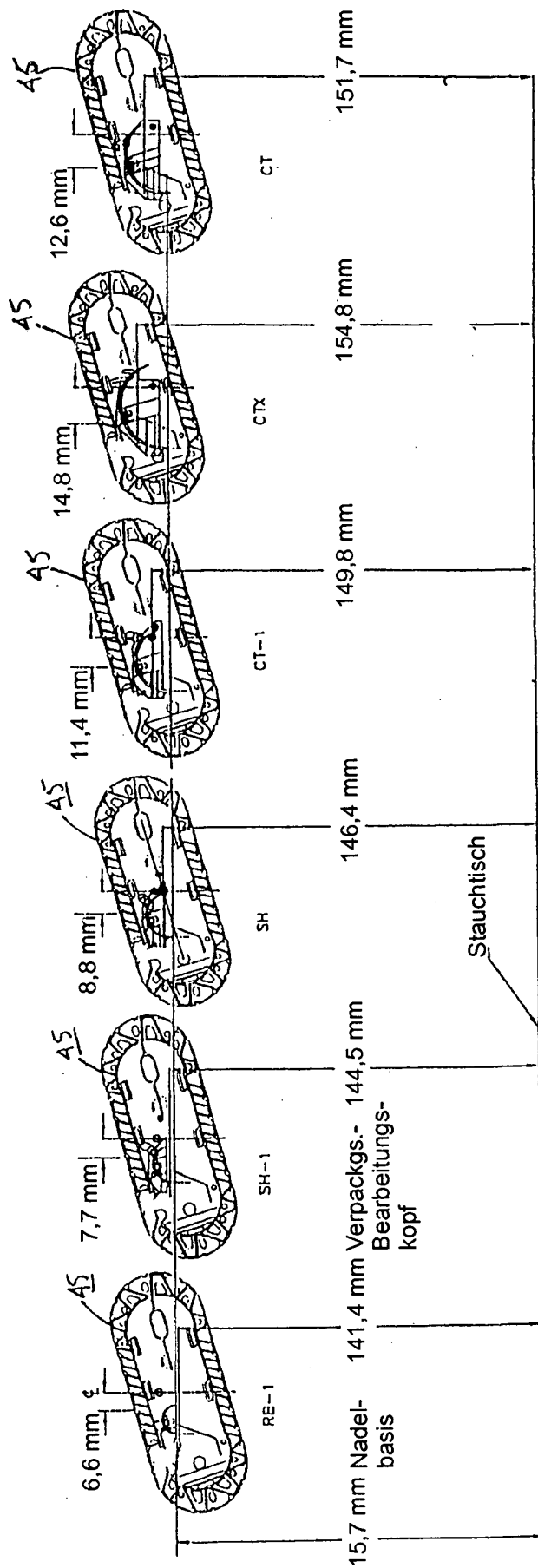
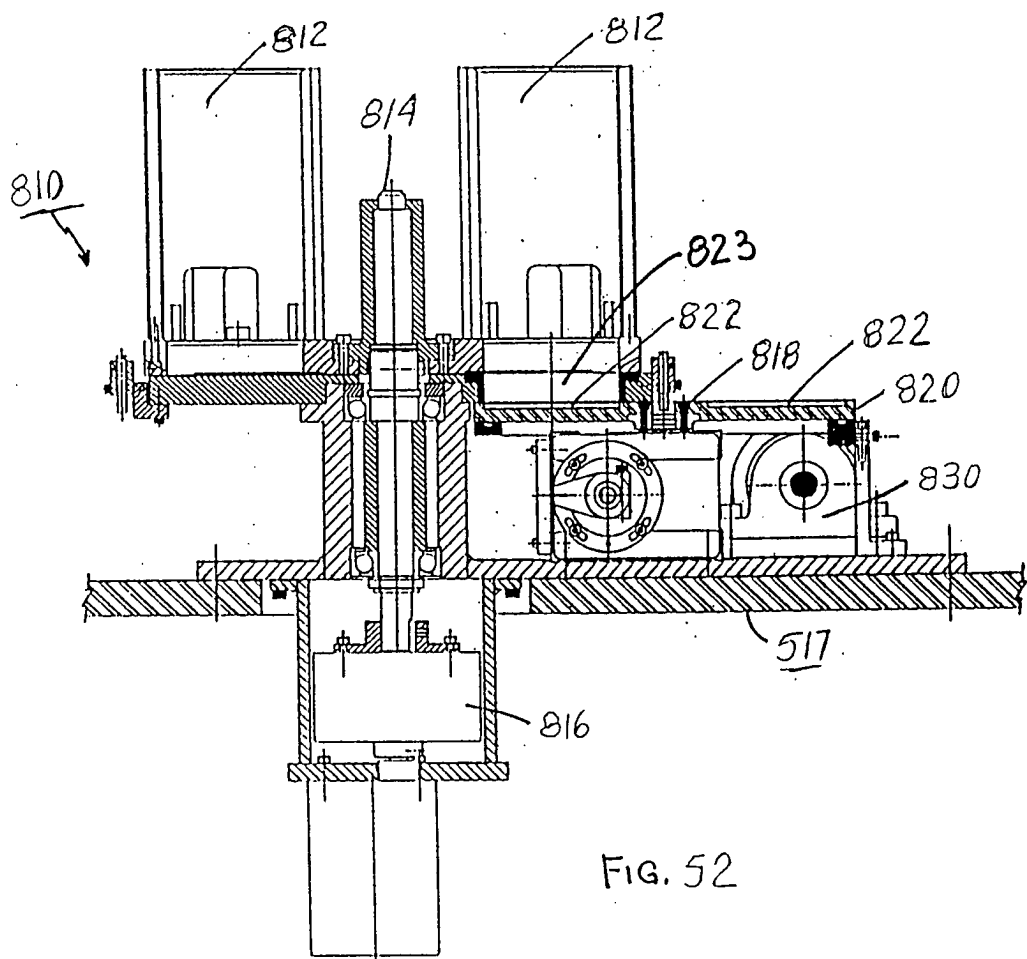
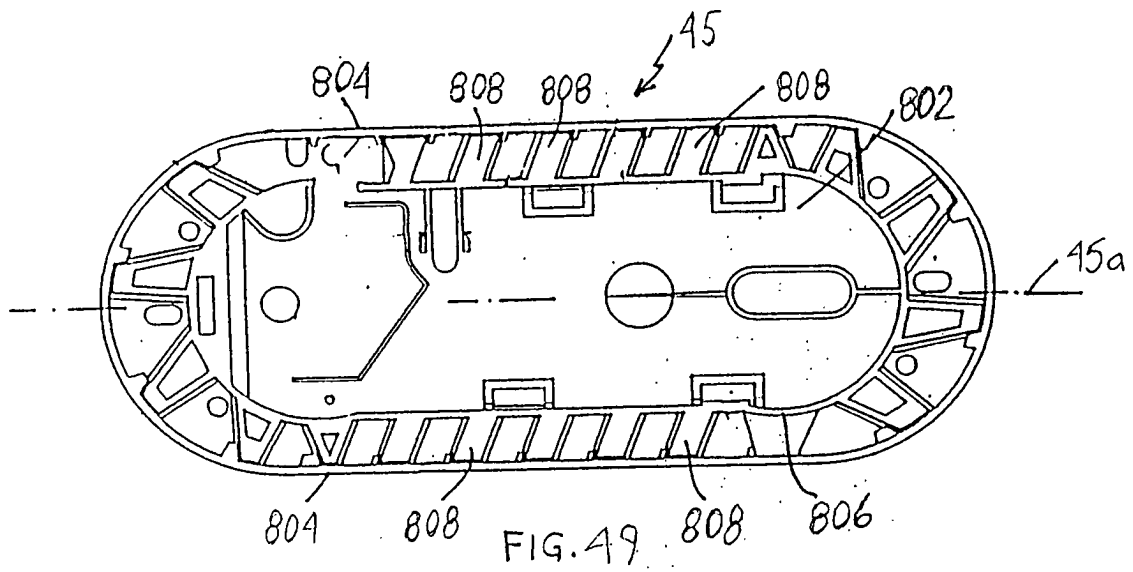


FIG. 47







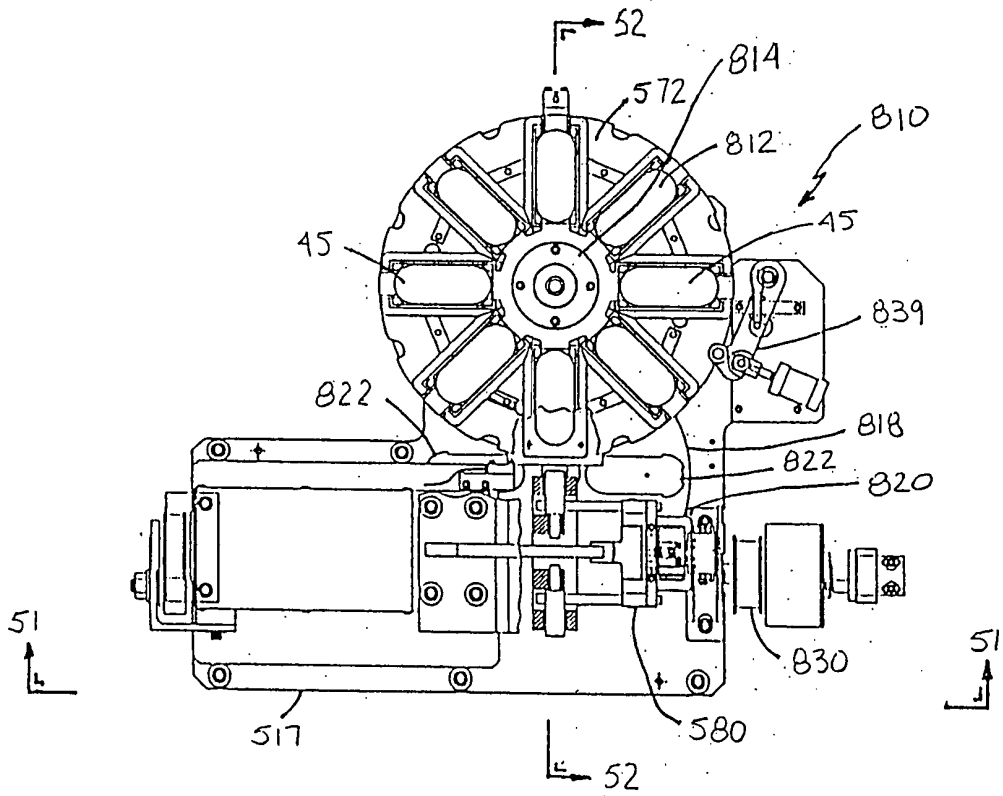


FIG. 50

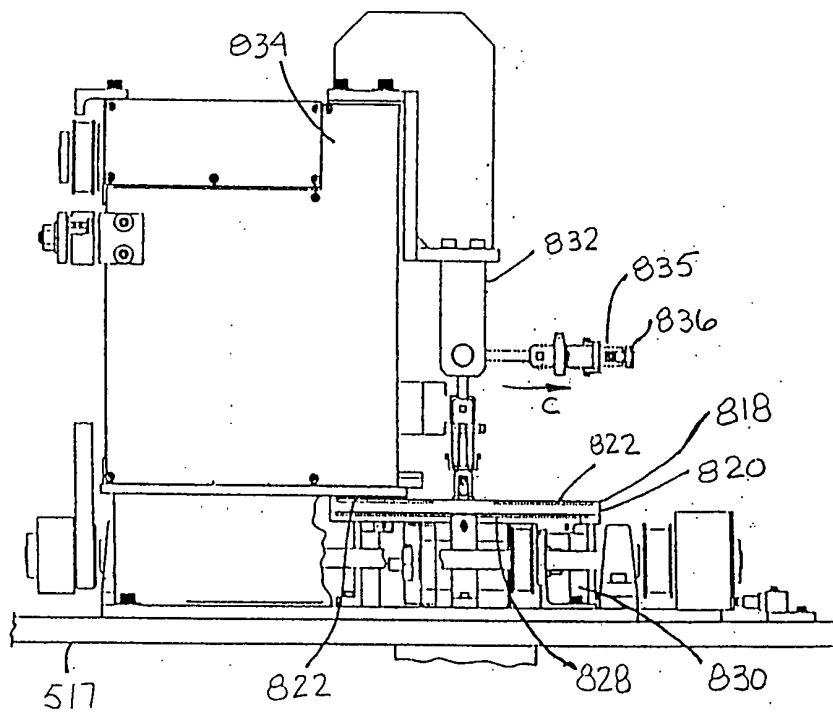


FIG. 51

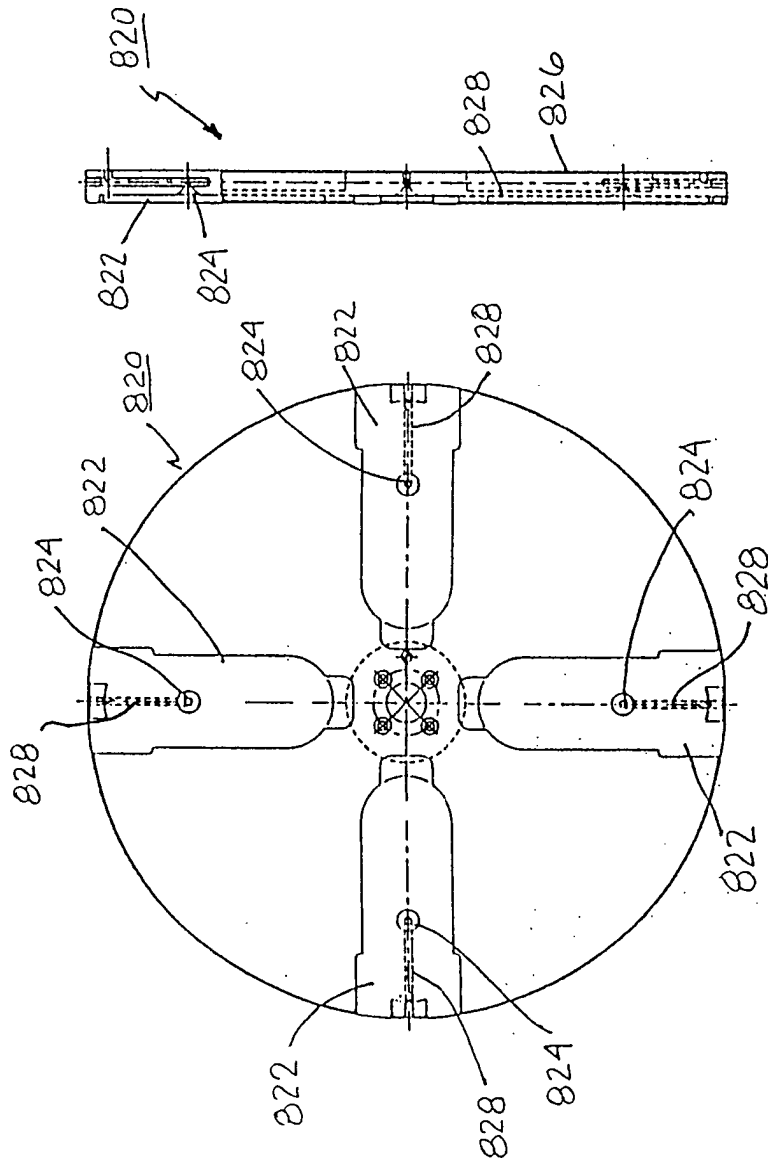


FIG. 54

FIG. 53

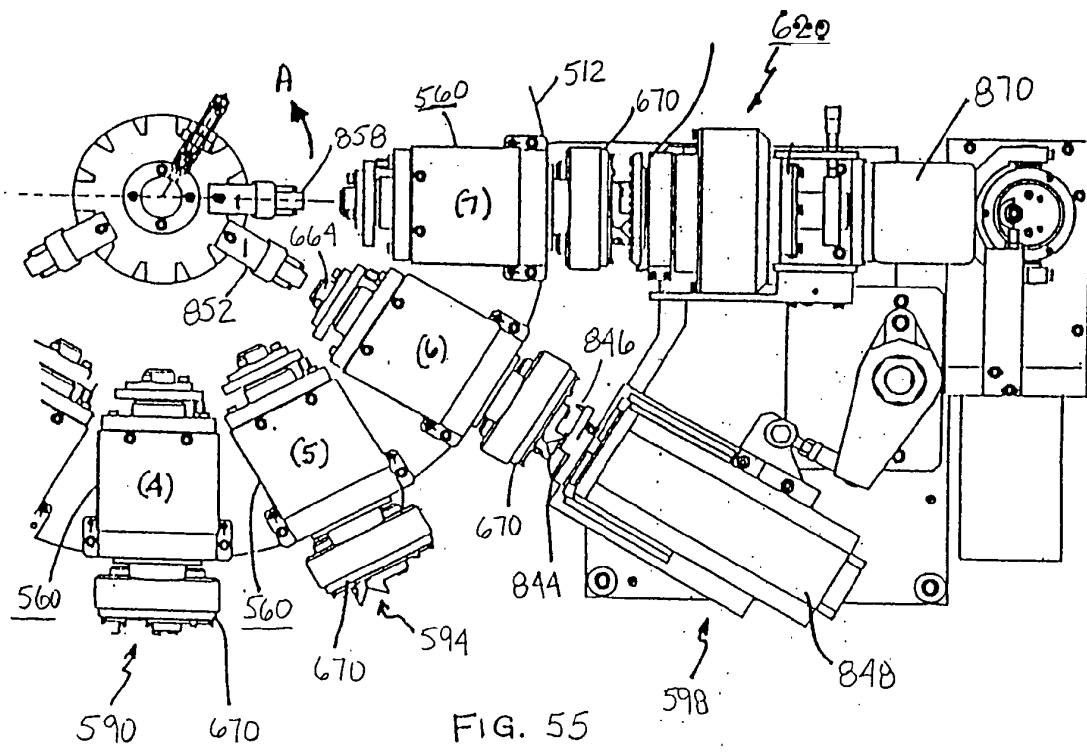


FIG. 55

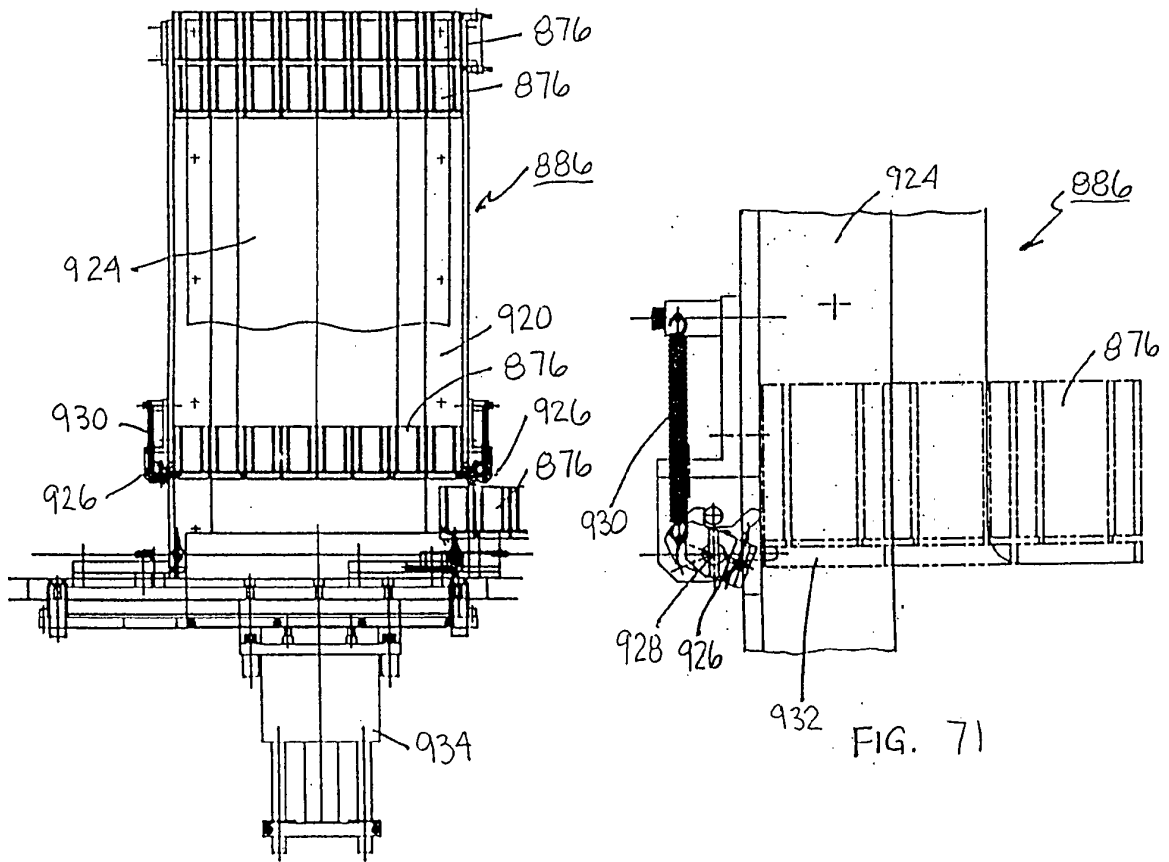


FIG. 70

FIG. 71

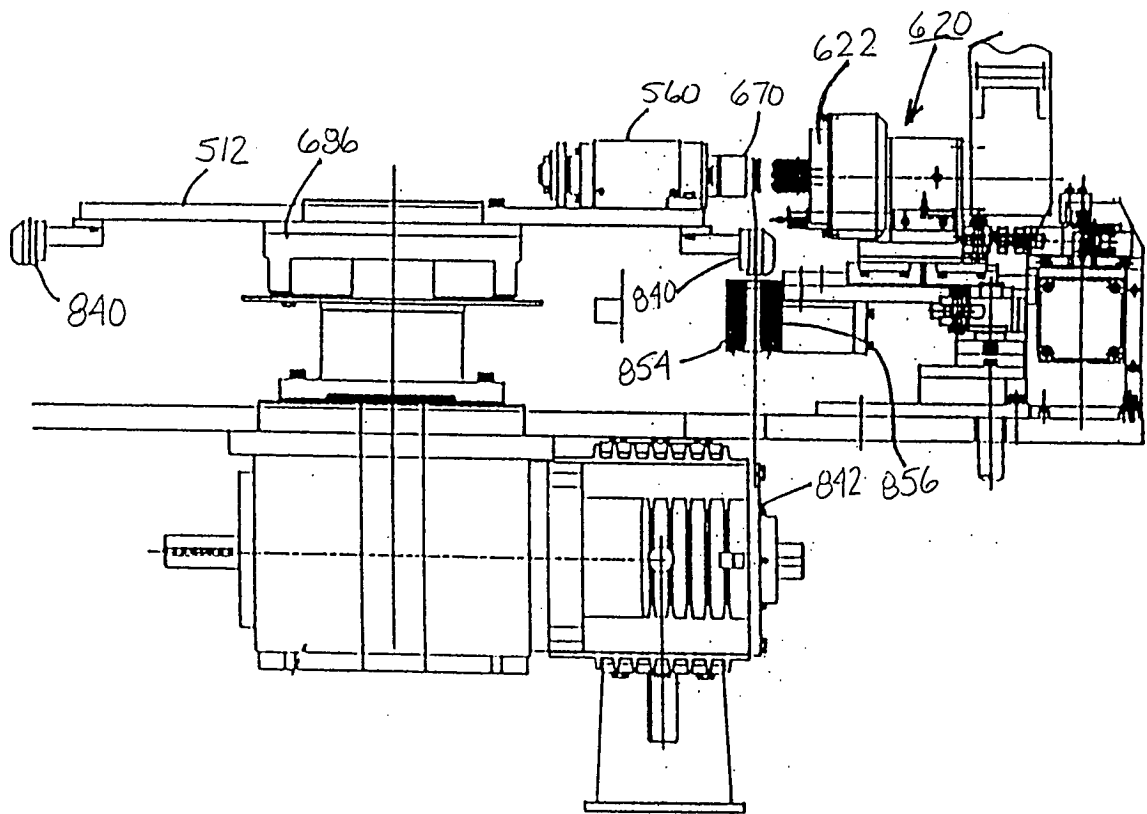


FIG. 56

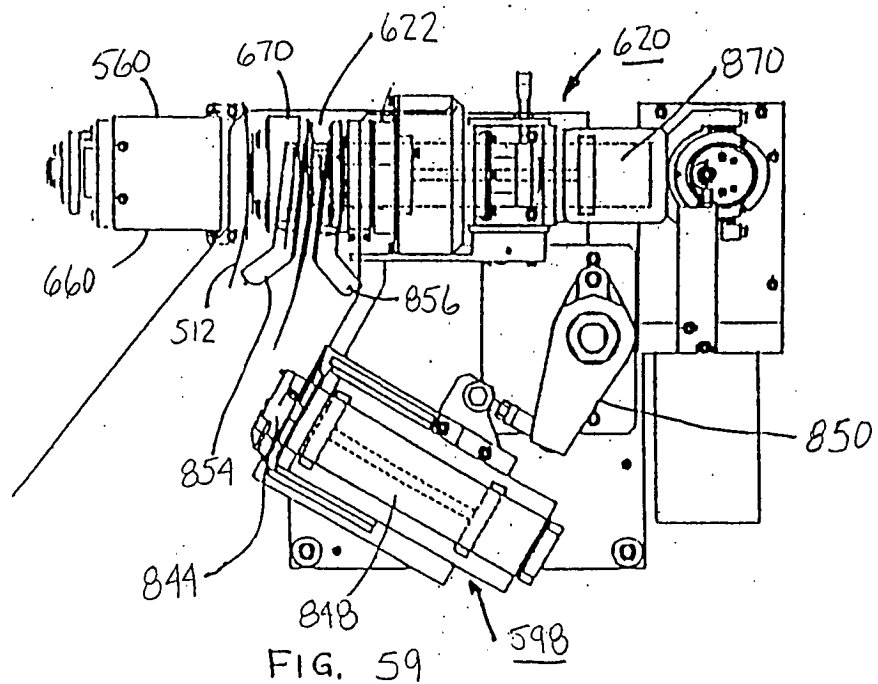


FIG. 59

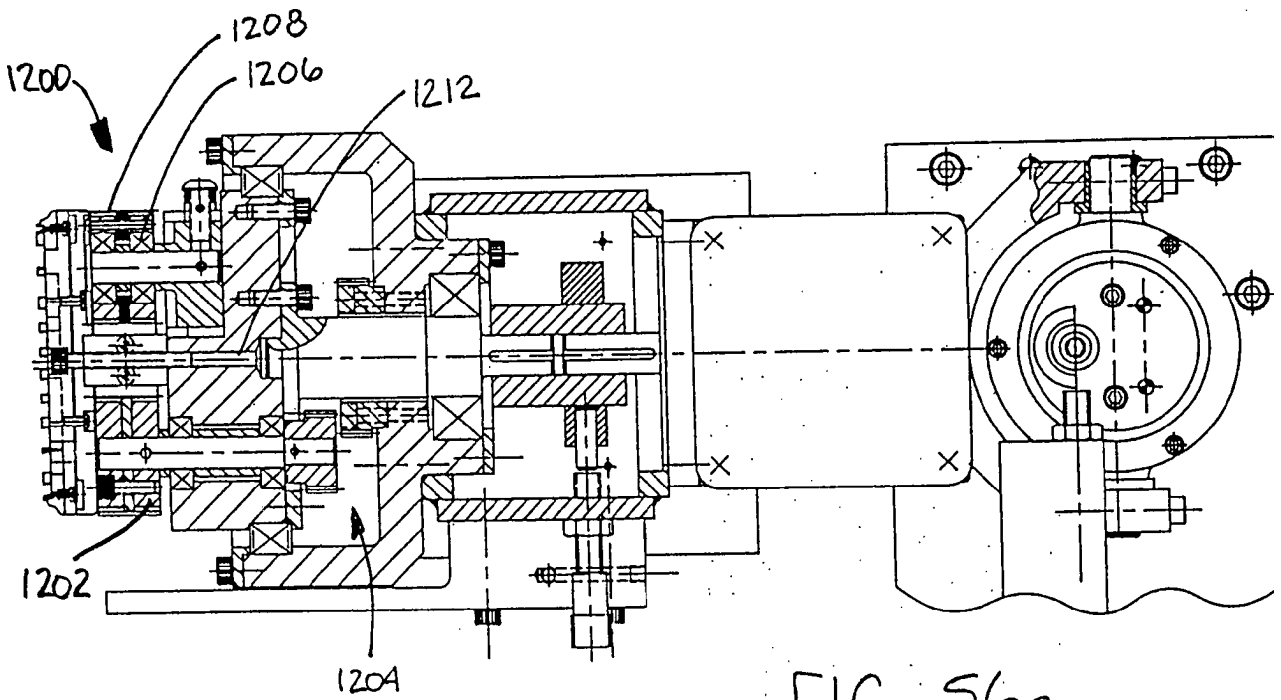


FIG. 56a

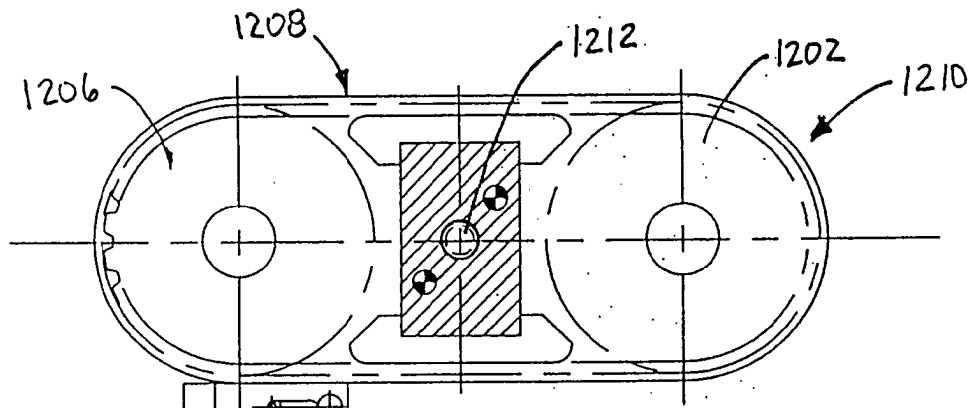


FIG. 56b

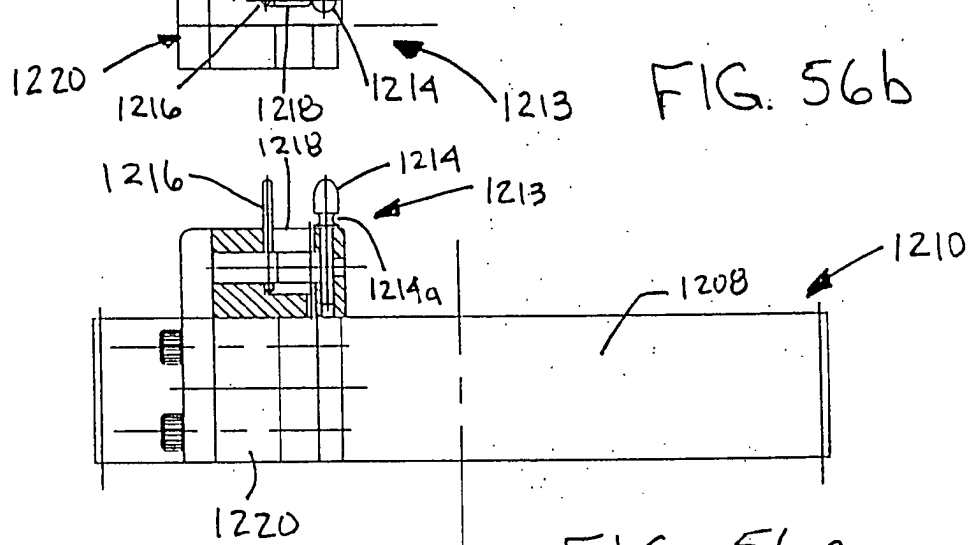
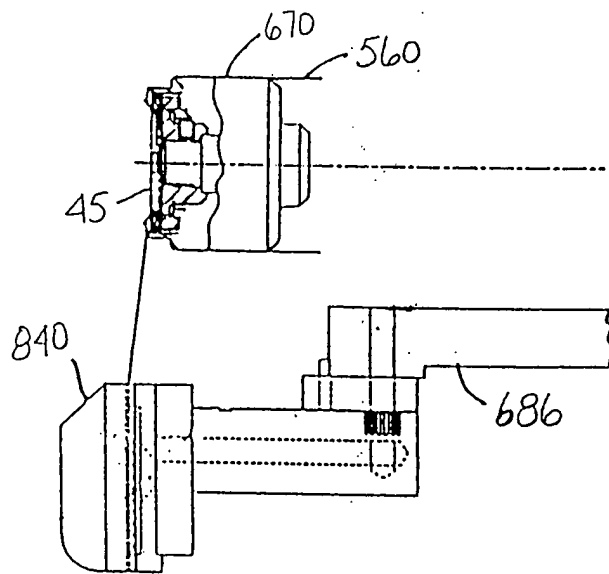
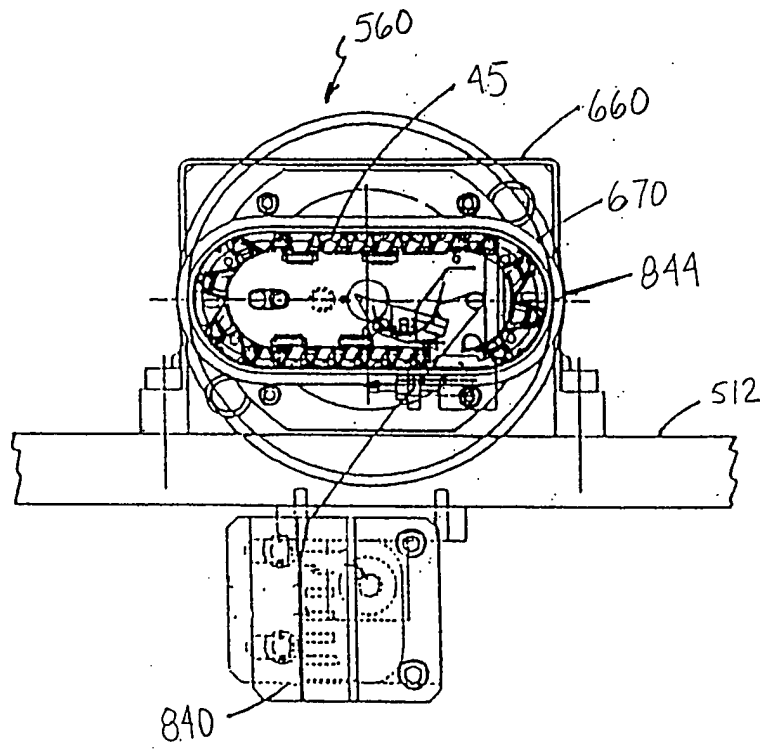


FIG. 56c



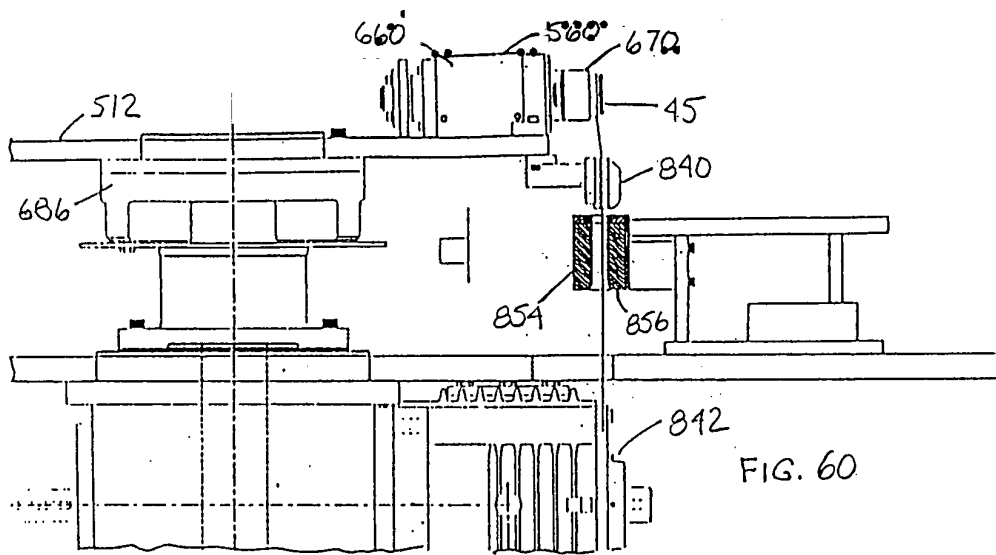


FIG. 60

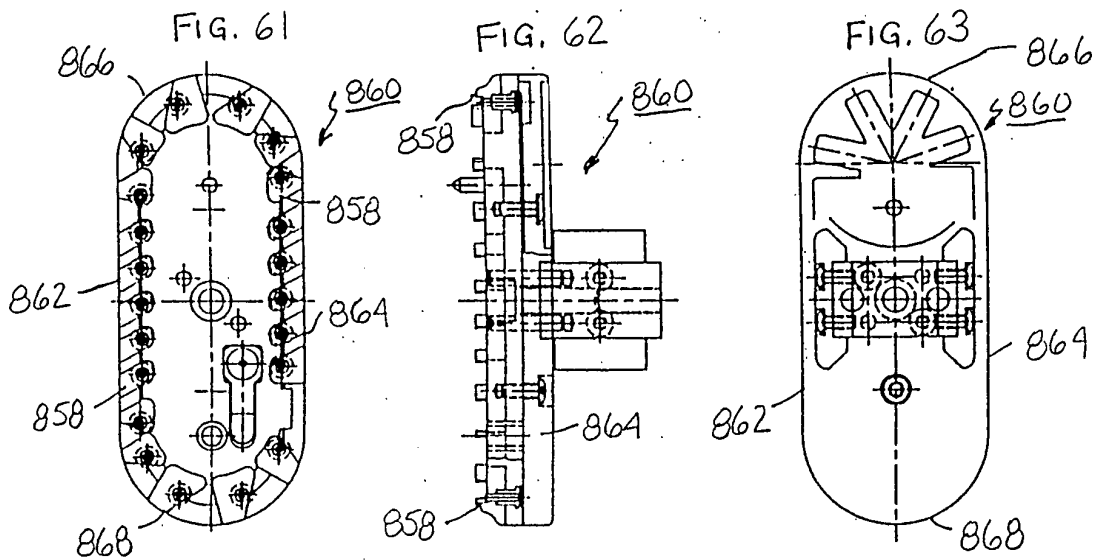
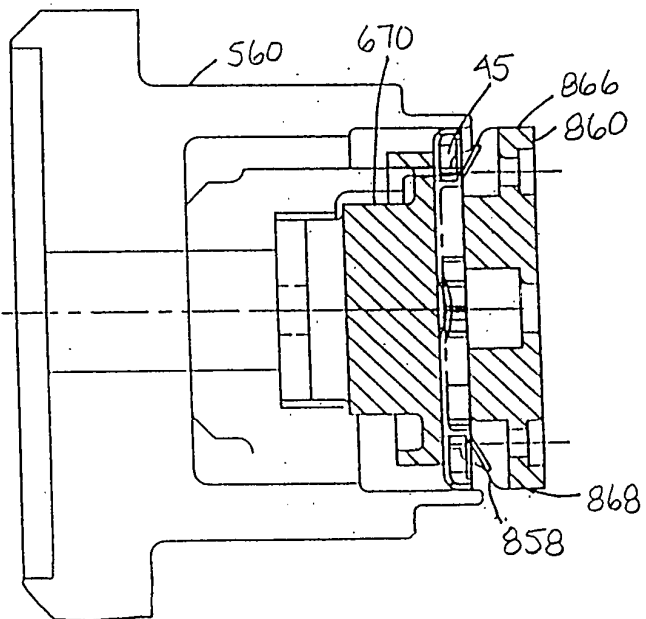


FIG. 64



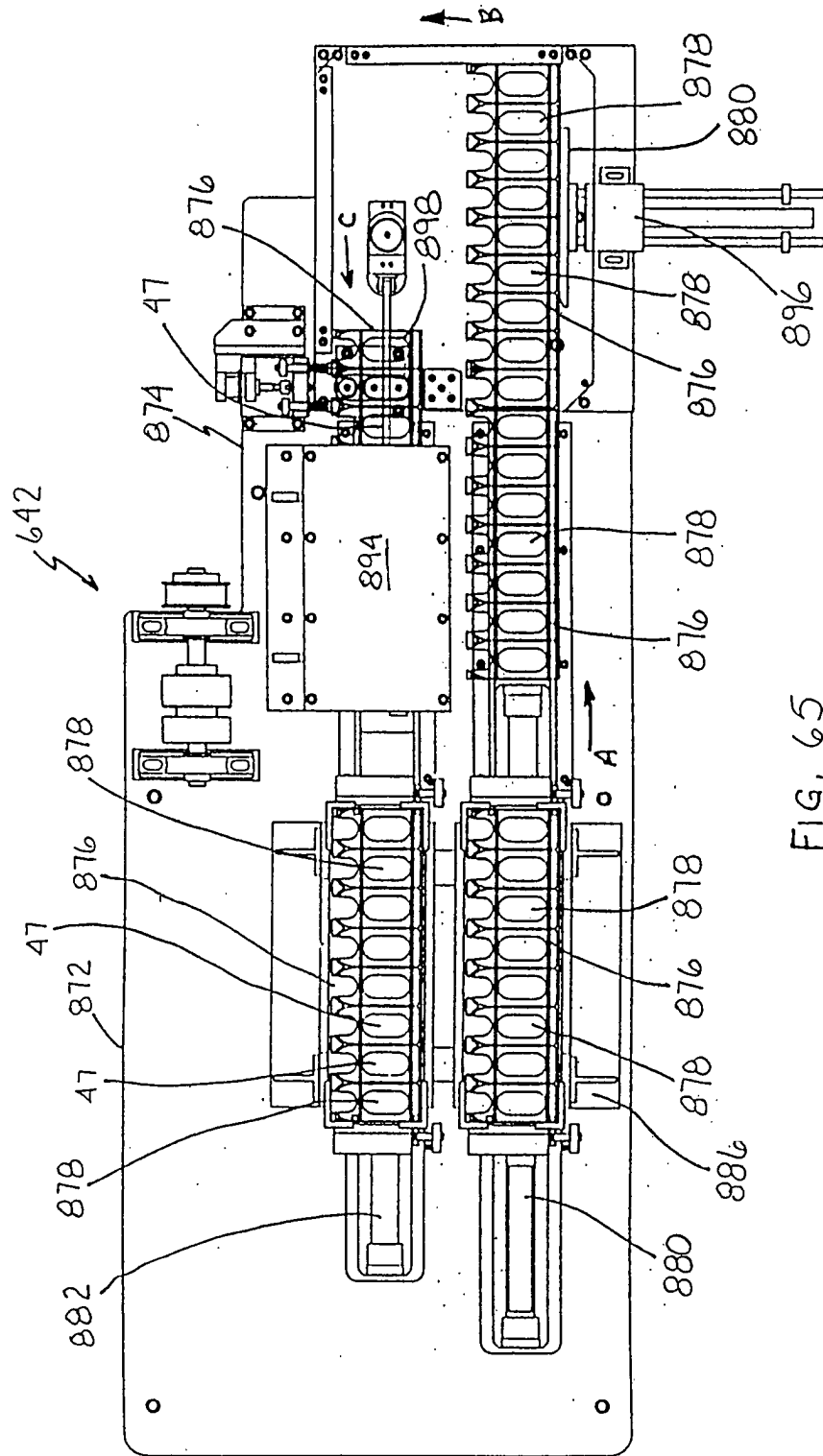


FIG. 65



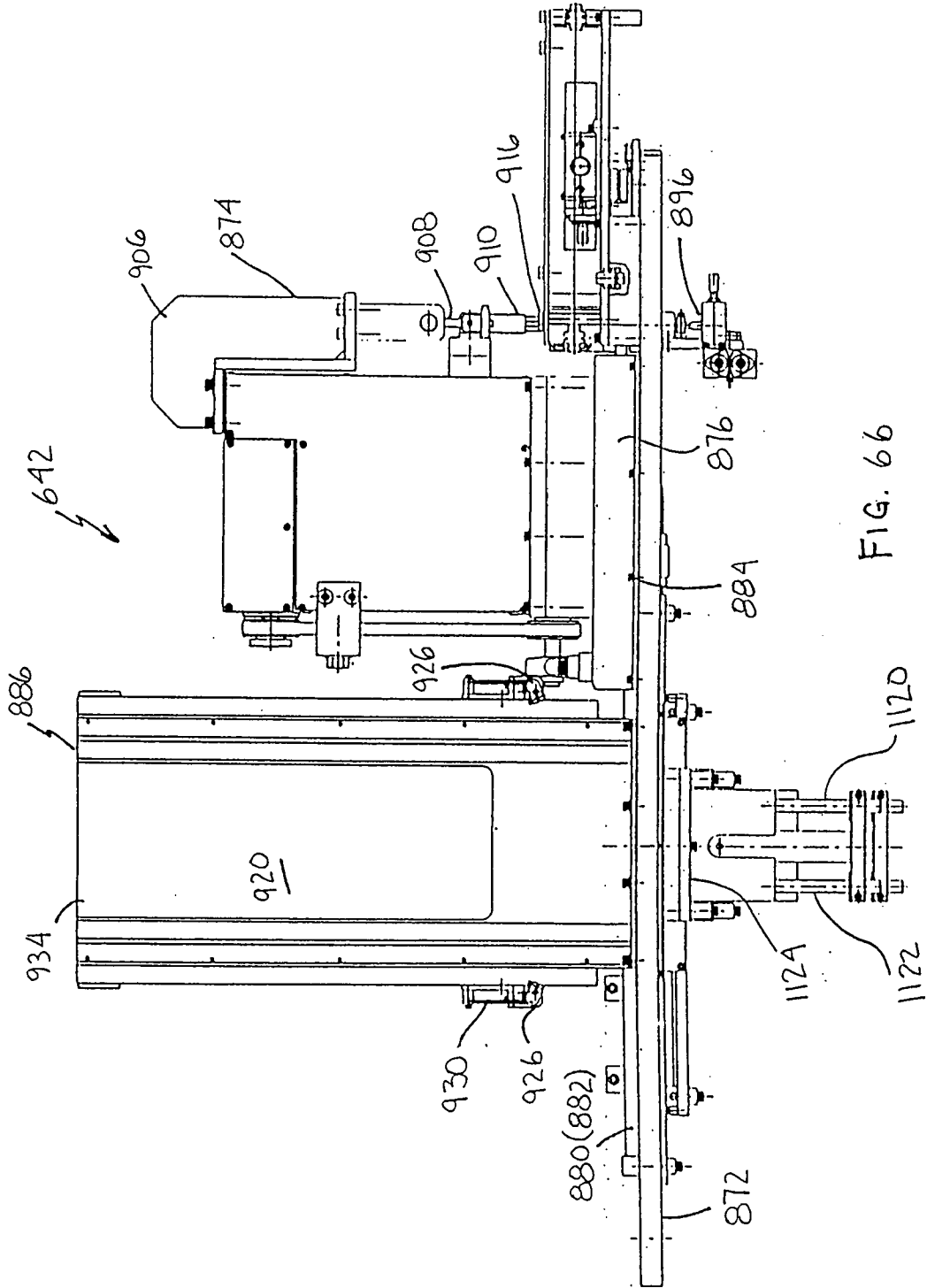


FIG. 66

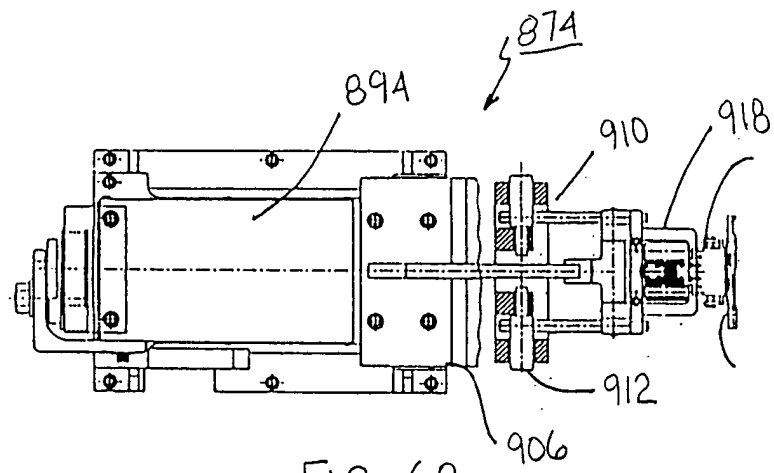


FIG. 68

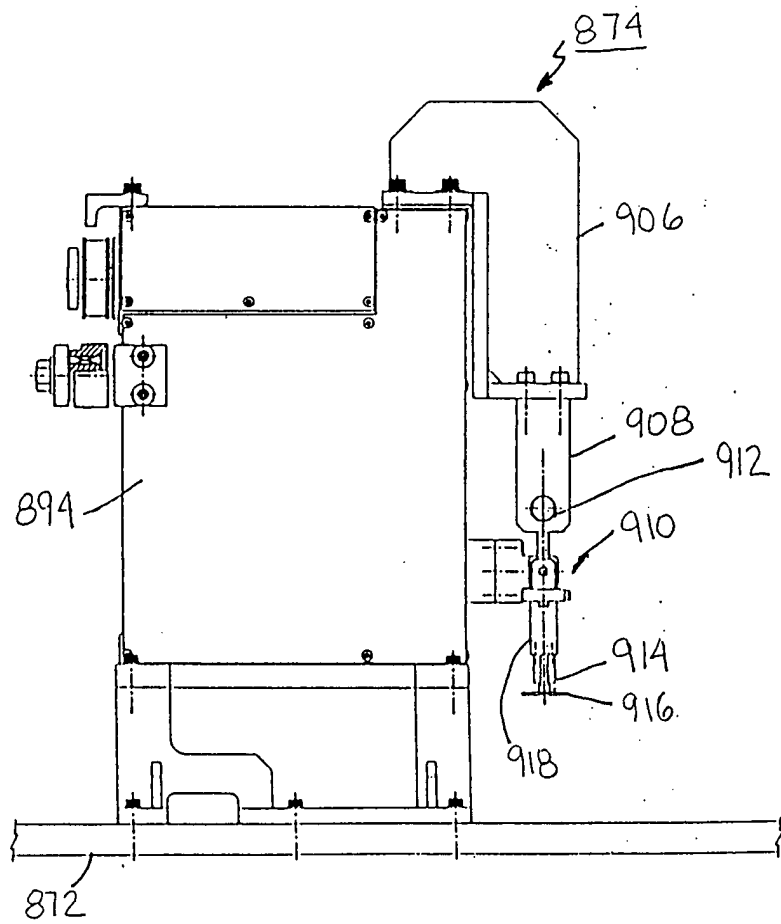


FIG. 67

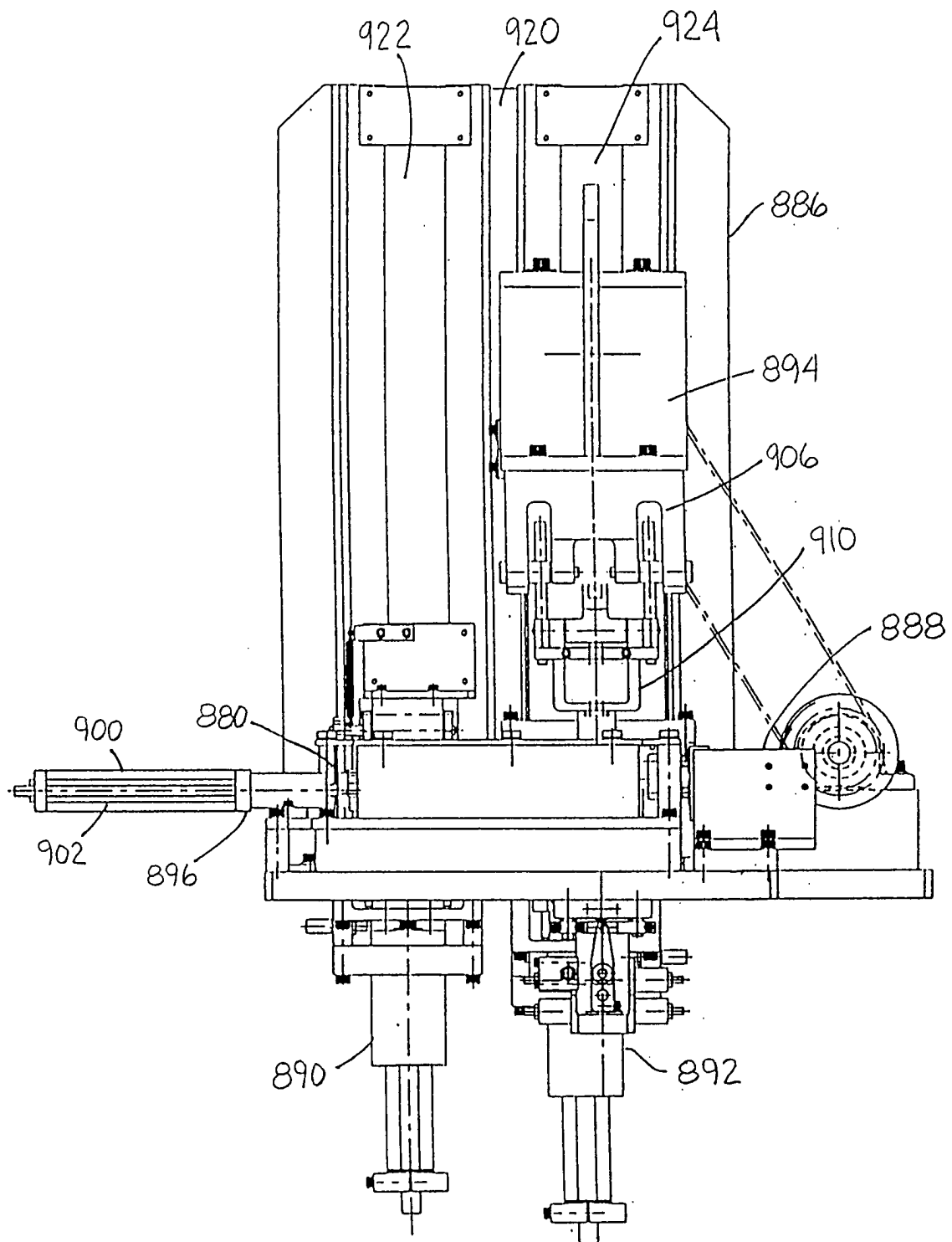


FIG. 69