



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 24 600 T2** 2004.06.24

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 891 784 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 24 600.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 203 770.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **21.03.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **20.01.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **03.09.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.06.2004**

(51) Int Cl.7: **A61M 5/142**

F04B 43/08, A61M 5/168, G01L 9/00

(30) Unionspriorität:

9607471 10.04.1996 GB

(73) Patentinhaber:

Baxter International Inc., Deerfield, Ill., US

(74) Vertreter:

Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GR, IE, IT, LI, LU,
NL, SE**

(72) Erfinder:

**Lynn, Kenneth M., Spring Grove, Illinois 60081,
US; LaBedz, Ralph H., McHenry, Illinois 60050, US;
McGraghan, Thomas, Colchester, Essex CO3 5FQ,
GB; Danby, Hal, Chilton Sudbury, Suffolk CO10
0PZ, GB; Monaghan, Martin, Evanston, Illinois
60602, US; Plumb, Jon, Bocking Braintree, Essex
CM7 5LF, GB; Turner, John M., Boulder CO 80304,
US**

(54) Bezeichnung: **Volumetrische Infusionspumpe**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf volumenmessende Infusionspumpen für die parenterale Zufuhr von Fluiden in einer medizinischen Umgebung.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Bisherige medizinische Infusionspumpen umfassen eine große Vielzahl verschiedener Verfahrensweisen zum Pumpen von Fluiden in einen Patienten. Die üblichste dieser Verfahrensweisen besteht in der Verwendung einer peristaltischen Pumpe. Bei einer peristaltischen Pumpe dient eine Vielzahl von Betätigungseinrichtungen oder Fingern zum Massieren eines parenteralen Fluidzuführschlauchs in einer im wesentlichen linearen Abfolge.

[0003] Das Hauptproblem in Verbindung mit der peristaltischen Pumpentechnologie besteht darin, daß der Schlauch wiederholt in identischer Weise verformt wird, so daß im Laufe der Zeit die elastischen Rückstelleigenschaften des Schlauches zerstört werden und der Schlauch dadurch ein zusammengedrücktes Aussehen beibehält.

[0004] Diese Zerstörung der elastischen Rückstelleigenschaften des Schlauchs führt dazu, daß sich die volumetrische Abgabe der Pumpe im Verlauf der Zeit in bemerkenswerter Weise verändert. Ein weiterer üblicher Pumpentyp, der bei der volumetrischen Zufuhr von medizinischen Fluiden verwendet wird, ist allgemein als Kassettenpumpe bekannt.

[0005] Obwohl Kassettenpumpen nicht die recht schnelle Verschlechterung des Leistungsvermögens zeigen, wie dies bei einer peristaltischen Pumpe der Fall ist, benötigen sie eine ziemlich aufwendige Pumpenkassette, in die der IV-Schlauch integriert werden muß. Diese zusätzlichen Kosten, nämlich daß eine Kassette zusammen mit einem IV-Set jedes Mal gewechselt werden muß, wenn eine Bedienungsperson das dem Patienten verabreichte Medikament ändern möchte, führt zu einer beträchtlichen Erhöhung der Kosten für die Patientenpflege.

[0006] Da sowohl peristaltische Pumpen als auch Kassettenpumpen sowie auch andere auf dem Markt vorhandene Infusionsvorrichtungen eine ziemlich gründliche Kenntnis der speziellen Pumpvorrichtung erfordern, um sicherzustellen, daß das IV-Set korrekt angebracht wird, waren medizinischen Infusionspumpen generell lediglich Gegenstand des Pflegepersonals oder medizinischen Personals in einer Krankenhausumgebung.

[0007] Die Notwendigkeit des manuellen Einsetzens eines Sets in eine IV-Pumpe hat in der Technik universellen Charakter. Generell treten bei Verwendung eines standardmäßigen IV-Sets zusätzlich zu der vorstehend erwähnten raschen Verschlechterung der Genauigkeit große Schwierigkeiten beim korrekten Einsetzen des Sets in die derzeit in der Technik vorhandenen Pumpen auf.

[0008] Der Stand der Technik der Ladetechnologie, soweit dieser medizinische Infusionspumpen betrifft, ist nur bis zu dem Stand fortgeschritten, bei dem der IV-Schlauch zwischen einer Pumpvorrichtung und einer Tür oder einer Abdeckung eingeschlossen wird und zunehmend ausgefeiltere Sensoren und Alarmeinrichtungen hinzugefügt werden, um sicherzustellen, daß der Schlauch korrekt in die Pumpe eingesetzt ist. Selbst dabei treten in regelmäßiger Weise Ladefehler auf, die seitens des Krankenhauspersonals große Bemühungen erforderlich machen, um sicherzustellen, daß kritische Fehler auf ein Minimum reduziert werden.

[0009] Der Stand der Technik auf dem Gebiet der Infusionspumpen beinhaltet auch das Erfordernis, daß manuell sichergestellt werden muß, daß ein freier Strömungszustand eines Medikamentes dann nicht stattfindet, wenn ein IV-Set in einer Pumpe installiert oder von dieser entfernt wird. Obwohl Krankenhauspersonal große Mühe und Sorgfalt in seinen Bemühungen darauf verwendet, sicherzustellen, daß freie Strömungszustände nicht auftreten, ist ein nachweisbarer Bedarf für zusätzliche Vorkehrungen, die auf das Verhindern von freien Strömungszuständen gerichtet sind, eine ständige Sorge von Personal auf dem Gebiet der Gesundheitsfürsorge.

[0010] Das US-Patent 5 199 852 von Danby offenbart eine Pumptenordnung mit einer Quetschvorrichtung zum Verformen einer Länge eines nachgiebigen Schlauchmaterials zuerst in der einen Richtung, um sein Volumen lokal zu reduzieren, sowie dann in einer anderen Richtung, die die Tendenz hat, seinen ursprünglichen Querschnitt wieder herzustellen, wobei beidseits der Quetschvorrichtung Eintritts- und Austrittsventile vorhanden sind, die durch Verschließen des Schlauchmaterials arbeiten. Die Steuerung der Ventile erfolgt durch eine Vielzahl von Motoren, die von einem Mikroprozessor gesteuert werden.

[0011] Das US-Patent 5 151 091 von Danby et al. offenbart eine Pumpvorrichtung, die einen Schlauchbereich abwechselnd zusammendrückt und wieder herstellt.

[0012] Das US-Patent 5 055 001 von Natwick et al. offenbart eine Infusionspumpe mit federgesteuerten Ventilen, die dazu ausgebildet sind, sich bei einem bestimmten vorgegebenen Druck zu öffnen.

[0013] Das US-Patent 3 489 097 von Gemeinhardt offenbart eine Pumpe für einen flexiblen Schlauch, die

eine einheitliche Vorrichtung, die betriebsmäßig dazu ausgebildet ist, als Eintritts- und Austrittsventil zu wirken, sowie einen dazwischen befindlichen Pumpkörper aufweist, der von einer Exzentereinrichtung angetrieben wird.

[0014] Das US-Patent 2 922 379 von Schultz offenbart eine Pumpe für mehrere Leitungen, die einen Eintritts- und Austrittsventilmechanismus sowie einen dazwischen befindlichen Pumpkörper aufweist, wobei sowohl der Eintrittsventilmechanismus als auch der Austrittsventilmechanismus von einer einzigen Steuerflächeneinrichtung angetrieben werden.

[0015] Das US-Patent 3 359 910 von Latham offenbart eine von einer Steuerflächeneinrichtung angetriebene Pumpe mit Eintritts- und Austrittsventilen, die von einer einzigen Steuerflächeneinrichtung angetrieben werden, sowie mit einem Pumpkörper, der von einer Exzentereinrichtung angetrieben wird, die sich gemeinsam mit der einzigen Steuerflächeneinrichtung dreht.

[0016] Das US-Patent 4 239 464 von Hein offenbart eine Blutpumpe, die einen Eintritts- und Austrittskolben, die als Ventile dienen, sowie einen dazwischen befindlichen Verdrängungskolben aufweist.

[0017] Das US-Patent 5 364 242 von Olson beschreibt eine Medikamentenpumpe, die mindestens eine drehbare Steuerflächeneinrichtung und ein hin- und herbeweglich angebrachtes Folgerglied aufweist, das mit der Steuerflächeneinrichtung in einem Schlauch in Eingriff steht, der während der Rotation der Steuerflächeneinrichtung von dem Folgerglied zusammengedrückt wird. Bei dem offenbarten Ausführungsbeispiel sind drei Steuerflächeneinrichtungen vorhanden.

[0018] Das US-Patent 5 131 816 von Brown et al. offenbart eine Infusionspumpe, die eine Vielzahl von linearen peristaltischen Pumpen enthält und einen Positionscodierer beinhaltet, der an der Pumpenmotorwelle angebracht ist, um festzustellen, wenn die Welle die Stopp-Position in dem Pumpzyklus erreicht hat.

[0019] Das US-Patent 4 950 245 von Brown et al. offenbart eine Mehrfach-Pumpe, die von einer programmierbaren Steuerung innerhalb der Pumpe individuell gesteuert wird.

[0020] Das US-Patent 4 273 121 von Jassawalla offenbart ein medizinisches Infusionssystem, das eine Kassette und eine verformbare Membran sowie Eintritts- und Austrittsfenster beinhaltet, die sich verschließen lassen, um das in der Kassette enthaltene Fluid zu pumpen.

[0021] Das US-Patent 4 936 760 von Williams offenbart eine Infusionspumpe, die zur Verwendung eines speziellen Schlauchs ausgebildet ist, wobei der Schlauch einander diametral gegenüberliegende Handhaben aufweist, die sich in Längsrichtung an diesem erstrecken, und wobei die Handhaben dazu ausgebildet sind, von Pumpen-Betätigungseinrichtungen gegriffen zu werden, um dadurch den Schlauch in Querrichtung zu verformen, indem an den Handhaben gezogen wird oder diese gedrückt werden. Der Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1 basiert auf der Offenbarung dieses Dokuments.

[0022] Das US-Patent 5 092 749 von Meijer offenbart einen Antriebsmechanismus zum Betätigen der Finger einer peristaltischen Pumpe, der einen Gelenkarm aufweist, der an dem einen Ende an einem Antriebselement schwenkbar angebracht ist, und an dem anderen Ende an einem feststehenden Punkt an der Basis der Pumpe schwenkbar angebracht ist, und der eine drehbare Steuerflächen-Betätigungseinrichtung aufweist, die an der Basis angebracht ist, um gegen den Arm zu drücken und das Antriebselement hin und her zu bewegen.

[0023] Das US-Patent 4 850 817 von Nason et al. offenbart ein mechanisches Antriebssystem für ein Medikamenten-Infusionssystem, das eine Kassettenpumpe aufweist, wobei im Inneren der Kassette eine einzige Steuerflächeneinrichtung sowohl die Eintritts- und Austrittsventile als auch den Pumpenmechanismus antreibt.

[0024] Das US-Patent 5 525 044 von Raines offenbart eine Kassettenpumpe.

[0025] Das US-Patent 3 606 596 von Edwards offenbart eine Medikamentenabgabepumpe.

[0026] Das US-Patent 3 518 033 von Anderson offenbart ein außerhalb des Körpers vorgesehene Herz.

[0027] Die EP-A-0 447 985 offenbart einen Sensor zur Verwendung bei einer positiven Verdrängungspumpe, der eine Fluidströmung durch das Schlauchmaterial hindurch erfaßt, die der Pumpe zugeordnet ist.

[0028] Die US 5 437 635 offenbart eine Strömungsbegrenzungseinrichtung zur Verwendung bei einer Infusionspumpe des Typs, die Schlauchmaterial und eine Kassette für den Einmalgebrauch verwendet.

KURZBESCHREIBUNG UND ZIELE DER ERFINDUNG

[0029] Die vorliegende Erfindung gibt eine Infusionspumpe gemäß Anspruch 1 an.

[0030] Die Pumpe weist vorzugsweise verschiedene Sensoren, die auf die Verbesserung der Sicherheit der Infusion eines Medikaments abzielen, zusätzlich zu Sensoren auf, die Informationen über den Zustand des die Pumpe durchlaufenden Fluids liefern. Zusätzlich dazu weist die Pumpe vorzugsweise verschiedene Sensoren auf, die betriebsmäßig dazu ausgebildet sind, Informationen über den Zustand von verschiedenen mechanischen Unteranordnungen innerhalb der eigentlichen Pumpe zu liefern.

[0031] Unter den Sensoren befinden sich Einrichtungen, die darauf abzielen, Informationen über die positionsmäßige Anordnung des Schlittens bzw. Pendlers oder des genannten V-förmigen Schlitzes, den Ventilbetrieb, die Position der Gleitklemme, die Detektion eines fehlerhaften Ladens sowie die manuelle Betätigung der Schlauchladeanordnung zu liefern.

[0032] Die Sensoren, die in Verbindung mit dem Zustand des durch die Pumpe hindurchgeleiteten Fluids stehen, sind wiederum hinsichtlich ihrer Genauigkeit verbessert worden. Erreicht wurde dies durch die Entwicklung eines Verfahrens, bei dem eine Berührung zwischen dem Sensor und dem Schlauch derart hergestellt wird, daß diese Berührung senkrecht zu dem Schlauch erfolgt und daß der Schlauch derart mit den verschiedenen Sensoren in Berührung gebracht wird, daß weder ein volumetrisches Gefälle noch ein Belastungsgefälle über den Schlauch hinweg auftritt.

[0033] Diese und weitere Ziele der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der ausführlichen Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels, den Ansprüchen sowie den beigefügten Zeichnungen.

[0034] Einige der Zeichnungen zeigen Ausführungsformen, die nicht in den Umfang der Ansprüche fallen, sondern zugehörigen technischen Hintergrund darstellen. Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung, wie diese beansprucht sind, sind in den **Fig. 14** und **17** dargestellt.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0035] Es zeigen:

[0036] **Fig. 1** eine isometrische Ansicht der vollständigen Pumpenanordnung;

[0037] **Fig. 2** eine auseinandergezogene Ansicht der Pumpenunteranordnung;

[0038] **Fig. 2A** eine auseinandergezogene Ansicht der Motorhalterungen und des Pumpenantriebsmotors;

[0039] **Fig. 3** eine isometrische Ansicht des Chassis oder des Bezugskörpers mit den zugehörigen Bezugswellen;

[0040] **Fig. 4** eine isometrische Ansicht des Indexrads und des zugehörigen Sensors;

[0041] **Fig. 5** eine Draufsicht auf die Stirnseite der Pumpenantriebs-Steuerflächeneinrichtung;

[0042] **Fig. 6** eine isometrische Ansicht der Ventilsteuerflächenbereiche an der Hauptantriebs-Steuerflächeneinrichtung;

[0043] **Fig. 7** eine grafische Darstellung zur Erläuterung der Beziehung zwischen einer linearen Verlagerung des Schlittens oder Pendlers und einer volumetrischen Verlagerung des Schlauchs, wenn keine Linearisierung des Fluidausgangs vorliegt;

[0044] **Fig. 8** eine isometrische Ansicht der stromabwärtigen Auflageplatte;

[0045] **Fig. 9** eine grafische Darstellung des verdrängten Volumens des Schlauchs gegenüber dem Steuerflächeneinrichtungswinkel, wenn die Steuerflächeneinrichtung für eine linearisierende Korrektur der Pumpenverlagerung sorgt;

[0046] **Fig. 10** eine Schnittdarstellung im wesentlichen entlang der Linie A-A in **Fig. 1**;

[0047] **Fig. 11** eine isometrische Ansicht der Rückseite der Pendler-Auflageplatte und des Pendlers;

[0048] **Fig. 12** eine auseinandergezogene Ansicht des Pumpenmotor-Codierers;

[0049] **Fig. 13** eine isometrische Ansicht der Ventil-Unteranordnung;

[0050] **Fig. 14** eine auseinandergezogene Ansicht der Ventil-Unteranordnung, wie sie in **Fig. 13** gezeigt ist;

[0051] **Fig. 15A** eine isometrische Ansicht im wesentlichen der Rückseite sowie der Seite von einem der Ventile;

[0052] **Fig. 15B** eine isometrische Ansicht zur Erläuterung im wesentlichen des Bodens oder der dem Schlauch zugewandten Seite von einem der Ventile;

[0053] **Fig. 16** eine auseinandergezogene Ansicht der Schlauchlade-Unteranordnung;

[0054] **Fig. 17** eine isometrische Ansicht der stromaufwärtigen Auflageplatte zur Erläuterung des Schlauchanwesenheitssensors in Berührung mit einem Schlauch;

[0055] **Fig. 18** eine zusammengebaute Ansicht der Schlauchlade-Unteranordnung;

[0056] **Fig. 18A** eine Draufsicht auf die stromabwärtige Auflageplatte zur Erläuterung einer Klinke in Eingriff mit einem Schlauch;

[0057] **Fig. 18B** eine Draufsicht auf eine Schlauchladeklinke;

[0058] **Fig. 19** eine auseinandergezogene Darstellung der Schlauchlade-Nockenwelle;

[0059] **Fig. 19A** eine zusammengebaute Darstellung der Schlauchlade-Nockenwelle und des Schlauchlade-Motors;

[0060] **Fig. 20** eine auseinandergezogene Ansicht des Schlauchlade-Motors und des Codierers;

[0061] **Fig. 21** eine Draufsicht auf die Sensorgehäuse, wobei schattierte Ansichten der geöffneten und der geschlossenen Position derselben vorhanden sind;

[0062] **Fig. 22** eine auseinandergezogene Ansicht der stromabwärtigen Sensorgehäuse;

[0063] **Fig. 23** eine auseinandergezogene Ansicht des stromaufwärtigen Drucksensorgehäuses;

[0064] **Fig. 24** eine isometrische Ansicht des Luftdetektorgehäuses in dessen mit dem Drucksensorgehäuse verbundenen Zustand;

[0065] **Fig. 25** eine isometrische Ansicht der Gleitklemmenlade-Unteranordnung;

[0066] **Fig. 26** eine auseinandergezogene Ansicht der Gleitklemmenlade-Unteranordnung;

[0067] **Fig. 27** eine isometrische Ansicht der Gleitklemme;

[0068] **Fig. 28** eine isometrische Ansicht des Gleitklemmensensors und der zugeordneten stromaufwärtigen Auflageplatte;

[0069] **Fig. 29** eine isometrische Ansicht der stromabwärtigen Auflageplatte, wobei die Temperatursensoren in einer weggezogenen Ansicht darunter dargestellt sind; und

[0070] **Fig. 30** eine isometrische Ansicht des Pumpengehäuses.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DES BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

[0071] Die Pumpenanordnung **10** besteht vorzugsweise aus einer Vielzahl von Unteranordnungen wie sie in **Fig. 1** gezeigt sind, die verschiedene zugeordnete Funktionen gemeinsam mit der Pumpen-Unteranordnung **12** ausführen.

DIE PUMPEN-UNTERANORDNUNG

[0072] Die Pumpen-Unteranordnung, wie sie in **Fig. 2** zu sehen ist, weist ein Gehäuse **14** auf, an dem verschiedene zugehörige Elemente angebracht sind. Das Gehäuse oder Chassis **14** ist vorzugsweise aus einem geformten Kunststoff hergestellt, um die Montage und Fertigung desselben zu beschleunigen. Das Chassis **14** weist ferner eine hintere Platte **16** auf, die einstückig mit dem Chassis **14** ausgebildet ist, wobei in der hinteren Platte **16** eine Vielzahl von Öffnungen ausgebildet ist.

[0073] Eine Motorwellenöffnung **18** ist im wesentlichen zentral in der hinteren Platte **16** angeordnet und ist betriebsmäßig dazu ausgebildet, ein Hindurchführen der Pumpenmotorwelle **20** durch diese zu ermöglichen. Ferner sind in der hinteren Platte **16** Pumpenmotor-Befestigungsöffnungen **22** ausgebildet, die von der Pumpenmotorwellenöffnung **18** radial nach außen beabstandet sind. Diese Öffnungen dienen zum exakten Festlegen des Pumpenmotors **24** in Kombination mit der Motorlagererhebung gegenüber dem Chassis **14**.

[0074] Hinter der hinteren Chassisplatte **16** befindet sich eine Vielzahl von Befestigungsflügeln **26**, die betriebsmäßig dazu ausgebildet sind, das Chassis fest an der stromabwärtigen Auflageplatte **500**, die sich auf der stromabwärtigen Seite des Chassis **14** befindet, sowie an der stromaufwärtigen Auflageplatte anzubringen, die sich auf der stromaufwärtigen Seite des Chassis **14** befindet; in diesem Zusammenhang bezeichnet stromaufwärtig diejenige Seite der Anordnung **10**, die sich näher bei dem Fluideinlaß in diese befindet, und stromabwärtig bezeichnet diejenige Seite der Anordnung **10**, die sich näher bei dem Fluidauslaß aus dieser befindet.

[0075] Wie in den **Fig. 2** und **3** zu sehen ist, bildet das Chassis **14** ferner eine Vielzahl von Öffnungen, die im wesentlichen quer zu der Pumpenmotorachse **32** verlaufen, die koaxial zu der Pumpenmotorwelle **20** verlaufend definiert ist.

[0076] Vor die Flügel **26** sind eine stromaufwärtige Fluidbarrierenlasche **27A** und eine stromabwärtige Fluidbarrierenlasche **27B** gesetzt, die mit der Gleitklemmen-Betätigungseinrichtungshalterung und der hinteren Platte **580** der stromabwärtigen Auflageplatte zusammenwirken, um für eine Fluidabschirmung zwischen der Fluidquelle (IV-Schlauch oder -Set) und der zugeordneten elektrischen Vorrichtung zu sorgen, die sich rückwärts von der kombinierten Fluidstoppanordnung befindet, die aus den drei vorstehend genannten Elementen gebildet ist.

[0077] Die querverlaufenden Anschlüsse oder Öffnungen dienen zum Ermöglichen eines Zugangs zu verschiedenen Mechanismen im Inneren des Chassis, wie dies im folgenden beschrieben wird, wobei sie auch einen einzigen Bezugspunkt zum Festlegen der relativen Positionen der verschiedenen Unteranordnungen schaffen, die von den verschiedenen Teilen abhängig sind, die diesen Öffnungen zugeordnet sind.

[0078] Diese Art der Herstellung schafft ein genaues und robustes Mittel zum Fertigen der Pumpenanordnung **10** während gleichzeitig für eine wirtschaftliche Ausbildung von Meßpunkten gesorgt wird, die einer Einstellung bedürfen, um einen korrekten Betrieb der Vorrichtung sicherzustellen. Diese Öffnungen wiederholen sich sowohl an der stromaufwärtigen Seitenwand **32** als auch an der stromabwärtigen Seitenwand **34** des Chassis **14**.

[0079] Bei dem ersten solchen Öffnungssatz handelt es sich um die Ventilschwenkachsenöffnungen **36**, **38**, die zum Abstützen und Festlegen der Ventilschwenkachse **410** relativ zu dem Chassis **14** dienen.

[0080] Der zweite solche Öffnungssatz stützt die Schlauchlade-Nockenwelle **510** ab und hat die Bezeichnung Schlauchlade-Nockenwellenöffnungen **40**, **42**.

[0081] Der dritte solche Öffnungssatz dient zum Abstützen und Festlegen der Schlauchlade-Vorgelegewelle **512** relativ zu dem Chassis **14** und trägt die Bezeichnung Schlauchlade-Vorgelegewellenöffnungen **44**, **48**.

[0082] Der vierte solche Öffnungssatz dient zum Ermöglichen eines Zugangs der Pumpenventil-Steuerflächenbetätiger **422** zu dem Inneren des Chassis **14** und trägt die Bezeichnung Ventilbetätigeröffnungen **46**, **50**.

[0083] Das Chassis bildet in seinem Inneren einen Hohlraum **52**, der zum Aufnehmen der Pumpenantriebs-Unteranordnung dient, wie dies in **Fig. 2** gezeigt ist.

[0084] Der Pumpenmotor **24** ist das hinterste Element dieser Unteranordnung. Bei diesem Motor handelt es sich vorzugsweise um einen Gleichstrommotor mit variabler Drehzahl, der ein inneres Drehzahluntersetzungsgetriebe **54** aufweist, das bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel für eine Reduzierung der Motordrehzahl

von 64 zu 1 sorgt.

[0085] Bei dem Ausgang des Pumpenmotorgetriebes **54** handelt es sich um eine Pumpenwelle **20**. Wie bereits beschrieben worden ist, erstreckt sich die Pumpenwelle **20** über die Pumpenwellenöffnung **18** axial in den Hohlraum **52** hinein.

[0086] Im Inneren des Hohlraums **52** und in umfangmäßigem Eingriff mit der Pumpenwelle **20** befindet sich eine Antriebshülse **56**. Die Antriebshülse **56** besitzt einen weiteren mechanischen Eingriff mit der Pumpenwelle **20** über eine Kombination aus einer Vielzahl von Hülsenflachstellen **58**, die auf die Welle **20** aufgeprägt sind, um eine polygonale Oberfläche zu schaffen, die betriebsmäßig dazu ausgebildet ist, mit Madenschrauben bzw. Gewindestiften **60** in Eingriff zu treten, die durch die Hülse **56** geschraubt sind, und zwar über Gewindestift-Gewindeöffnungen **62**, die radial von sowie quer zu der Wellenachse **32** durch die Antriebshülse **56** hindurch vorgesehen sind.

[0087] Ferner ist in der Antriebshülse **56** eine Antriebsstiftöffnung **61** ausgebildet, die in Längsrichtung parallel zu der Pumpenwellenachse **32** ist und radial in Richtung nach außen von dieser vorgesehen ist und die betriebsmäßig dazu ausgebildet ist, einen Fixierstift **63** in Verbindung mit der Bewegung der Hülse **56** und der Motorwelle **20** abzustützen und antriebsmäßig zu bewegen.

[0088] Die Antriebshülse **56** überragend sowie koaxial zu dieser ist das Pumpenindexrad **64** vorgesehen, wie dies in **Fig. 4** gezeigt ist.

[0089] Das Indexrad **64** ist zusammen mit zugeordneten Sensoren betriebsmäßig dazu ausgebildet, die Lage der Pumpenelemente festzustellen. In dem Indexrad sind ein erster radialer Schlitz **66** und ein zweiter radialer Schlitz **68** vorgesehen, die um den Umfang des Indexrads **64** herum vorgesehen sind. Diese beiden Schlitze sind um 180 Grad voneinander beabstandet.

[0090] Das Indexrad **64** ist gebildet aus einem Radscheibenbereich **70** und einem Nabenbereich **72**, wobei der Nabenbereich **72** radial innerhalb und im wesentlichen vor dem Radscheibenbereich **70** vorgesehen ist. Der Nabenbereich **72** des Indexrads **64** ist mit der Radscheibe **70** über eine Vielzahl von Stegen **74** verbunden, die sich von der Nabe **72** weg zu der Scheibe **70** erstrecken.

[0091] Der Nabenbereich umfaßt ferner einen zylindrischen, in Längsrichtung verlaufenden Bereich **76** sowie einen quer verlaufenden ringförmigen Bereich **80**, wobei sich der zylindrische Bereich **76** von der Scheibenplatte **70** nach vorn erstreckt und sich der ringförmige Bereich **80** von dem zylindrischen Bereich **76** radial nach innen zu der Motorwelle **20** erstreckt.

[0092] Der ringförmige Bereich **80** bildet ferner eine Motorwellenöffnung **82**, die erstreckungsgleich mit der Motorwelle **20** ist, sowie eine Fixierstiftöffnung **84**, die außerhalb von der Motorwellenöffnung **82** sowie parallel zu dieser vorgesehen ist. Die Motorwellenöffnung **82** ermöglicht der Motorwelle **20** den Durchtritt durch das Indexrad **64**, während die Fixierstiftöffnung **84** eine gemeinsame Rotationsbewegung der Motorwelle **20** und des Indexrads **64** erzwingt, wenn der Fixierstift **63** durch diese hindurchgeführt ist.

[0093] In dem Nabenbereich **72** sind zwei Zugangsöffnungen **86**, **88** ausgebildet, die einen Zugang zu den Hülsen-Gewindestiften **60** ermöglichen. Diese Nabenzugangsöffnungen **86**, **88** sind über eine Stellschrauben-Zugangsöffnung **90** von der Außenseite des Chassis **14** her zugänglich.

[0094] Das Indexrad **64** überragend sowie vor dessen ringförmigem Bereich **80** befindet sich die Pumpenantriebs-Steuerflächeneinrichtung **100**, die in den **Fig. 5** und **6** gezeigt ist. Die Pumpen-Steuerflächeneinrichtung **100** besteht aus einem vorderen Oberflächenbereich **102** und einem hinteren Oberflächenbereich **104**.

[0095] Der vordere Oberflächenbereich **102** weist ferner einen äußeren Steuerflächenbereich **106** und einen inneren Steuerflächenbereich **108** auf. Der äußere und der innere Steuerflächenbereich **106**, **108** sind derart zusammenwirkend ausgebildet, daß sie für eine positive Betätigung eines Pumpensteuerflächenfolgers **110** sorgen. Die Formgebung und das Aussehen der beiden Bereiche **106**, **108** sind nicht linear in Bezug auf die Distanzänderung von verschiedenen Teilen der Bereiche **106**, **108** von der Pumpenwellenachse **32**.

[0096] Die Umwandlung von Drehbewegungen in lineare Bewegungen, wie sie durch die Steuerflächeneinrichtung **100** realisiert wird, bringt in der in **Fig. 7** dargestellten Weise einen nicht-linearen Fehler in die volumetrische Ausgangsleistung der Pumpe in Bezug auf die Zeit ein (gemessen in Zählständen des Wellencodierers). Das Aussehen des inneren Bereichs **106** und des äußeren Bereichs **108** wirken gemeinsam derart, daß eine Korrektur erster Ordnung dieses Fehlers erzielt wird, um die Ausgangsleistung der Pumpe in Bezug auf das Volumen linear auszubilden.

[0097] Dies wird erreicht durch eine Änderung des Wechsels in der radialen Verlagerung der Steuerflächenbereiche **106**, **108** in Bezug auf die Motorwellenachse **32**, wie dies vorstehend beschrieben wurde, um dadurch die Auswirkungen von Winkelfehlern auf die Genauigkeit der Pumpe zu minimieren.

[0098] Genauer gesagt, es führt die Steuerflächeneinrichtung eine umgekehrte Sinusfunktion für eine erste Annäherung aus, wobei diese Sinusfunktion durch die radiale Distanz der Bereiche **106**, **108** von der Wellenachse **32** bestimmt wird.

[0099] Wie in **Fig. 7** zu sehen ist, handelt es sich bei der charakteristischen volumetrischen Ausgangsleistung eines Schlauchs zwischen zwei V-Nuten, die eine Relativbewegung ausführen, um eine nicht-lineare Funktion der Verlagerung der Nuten. Diese Konstruktion eines Pendlers **200** ist in dem Patent von Danby et al. mit der

- US-Patentnummer 5 150 019 beschrieben, welches dem britischen Patent Nr. 2 225 065 entspricht, wie dies vorstehend erwähnt wurde.
- [0100] Wie in **Fig. 5** zu sehen ist, schafft die Veränderung des Steuerflächenprofils, wie sie vorstehend beschrieben worden ist, eine bemerkenswert linearere Ausgangsleistung durch Erhöhen der Pendlergeschwindigkeit während des mittleren Bereichs der Hubbewegung (zwischen 30 Grad und 60 Grad des Steuerflächenwinkels) sowie durch Vermindern der Geschwindigkeit des Pendlers **200** am Beginn und am Ende der Hubbewegung.
- [0101] Wie in **Fig. 9** zu sehen ist, sorgt diese variable lineare Geschwindigkeit für eine signifikant linearisiertere volumetrische Ausgangsleistung, wobei die Ausgangsleistung im wesentlichen zwischen 30 Grad und 70 Grad des Steuerflächenwinkels linear ist. Die Variation zwischen der nach oben und der nach unten gehenden Hubbewegung ist dabei durch die Verwendung von einfachen Radien in der Steuerflächeneinrichtung bedingt.
- [0102] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5**, die die Steuerflächenbereiche **106**, **108** in der Draufsicht in ihrem Aussehen darstellt, sind die verschiedenen Steuerflächenpositionen deutlich dargestellt. Wie zu sehen ist, sind zwei primäre Pumpbereiche **110**, **112** vorhanden, die der nach unten und der nach oben gehenden Bewegung des Pendlers **200** entsprechen. Ferner sind Verweilbereiche **114**, **116** zu sehen, die eine Betätigung der Eintritts- und Austritts-Ventile ermöglichen, wie dies im folgenden beschrieben wird.
- [0103] Eine weitere Linearisierung der Ausgangsleistung wird über eine auf die Position ansprechende Geschwindigkeitssteuerung elektronisch gesteuert, wie dies im folgenden beschrieben wird.
- [0104] Unter Bezugnahme auf **Fig. 6** ist die Rückseite **118** der Steuerflächeneinrichtung **100** dargestellt. Wie zu sehen ist, sind zwei konzentrische Ventilsteuerflächenbereiche **120**, **122** vorhanden. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel treibt der innere Ventilsteuerflächenbereich **120** das stromaufwärtige Ventil (das Eintrittsventil) an, und der äußere Ventilsteuerflächenbereich **122** treibt das stromabwärtige Ventil (Austrittsventil) an.
- [0105] Wie zu sehen ist, werden das Eintrittsventil und das Austrittsventil zu keiner Zeit gleichzeitig betätigt, so daß ein freier Strömungszustand eines Medikaments positiv verhindert ist. Die Dauer und die Verweilzeit der Ventilsteuerflächenbereiche **120**, **122** sind dazu ausgebildet, für eine korrekte Ventilsynchronisation zu sorgen, obwohl die innere Ventilsteuerflächen-Lauffläche **120** und die äußere Ventilsteuerflächen-Lauffläche **122** sich auf verschiedenen Radien gemessen von der Pumpenwellenachse **32** befinden.
- [0106] Die rückwärtige Nabe **118** der Antriebssteuerflächeneinrichtung **100** bildet auch eine Steuerflächeneinrichtungsfixierung in einer Öffnung **124** die dazu dient, die relative Lage der Antriebssteuerflächeneinrichtung **100** über den Fixierstift **63** mit der der Antriebshülse **56** und somit mit der der Motorwelle **20** zu verriegeln.
- [0107] Die Motorwelle **20** ist von einem Nasenlager **126** abgedeckt, das sich unmittelbar vor der Steuerflächeneinrichtung **100** befindet. Die Motorwelle **20** ist über eine zentral in der Steuerflächeneinrichtung **100** ausgebildete Steuerflächeneinrichtungs-Motorwellenöffnung **127** durch die Steuerflächeneinrichtung **100** hindurch geführt.
- [0108] Die Steuerflächeneinrichtungs-Motorwellenöffnung **127** umgebend ist der vordere Steuerflächeneinrichtungsring **128** vorgesehen, der als Spieleinstellung für die Steuerflächeneinrichtung **100** dient und entlang der Motorwelle **20** zwischen der Hülse **56** und dem Nasenlager **126** schwebend vorgesehen ist.
- [0109] Bei dem Nasenlager **126** handelt es sich vorzugsweise um ein Rollenlager. Das Nasenlager **126** ist in den Nasenlagerlaufring **132** in der Rückseite der Pendlerauflageplatte **130** gepaßt.
- [0110] Die Pendlerauflageplatte **130** ist an der vorderen Chassisoberfläche **53** durch eine Vielzahl von Befestigungseinrichtungen angebracht, die die Pendlerauflageplatte **130** mit der vorderen Chassisoberfläche **53** verbinden, und zwar über eine Vielzahl von Befestigungsöffnungen **134**, die in der Pendlerauflageplatte **130** ausgebildet sind, sowie eine zweite Vielzahl von Befestigungsöffnungen **136**, die in der vorderen Oberfläche **53** des Chassis **14** ausgebildet sind.
- [0111] Die relative Lage der Pendlerauflageplatte **130** in Bezug auf das Chassis **14** ist durch Ausrichtstifte **138** in der vorderen Chassisoberfläche **53** definiert, für die entsprechende Pendlerauflageplatte-Ausrichtöffnungen **140** in der rückwärtigen Oberfläche der Pendlerauflageplatte **130** ausgebildet sind.
- [0112] Durch die Pendlerauflageplatte **130** ist ferner eine Pendlerantriebs-Steuerflächenfolger-Durchgangsöffnung **142** hindurch ausgebildet, die vorgesehen ist, um dem Pendlerbetätigungs-Steuerflächenfolger **144** Zugang zu der Pendlerantriebs-Steuerflächeneinrichtung **100** zu ermöglichen. Die vordere Oberfläche der Pendlerauflageplatte **146** bildet eine Vielzahl von Kanälen **148**, in denen der Pendler **200** angeordnet ist.
- [0113] Diese Pendlerauflageplattenkanäle **148** haben ein Oberflächenfinish mit geringer Reibung, um eine freie Bewegung des Pendlers **200** über diese hinweg zu ermöglichen. Die vordere Pendlerauflagenplattenoberfläche **146** bildet ferner Seitenschielen **150**, **152**, die betriebsmäßig dazu ausgebildet sind, eine Torsionsbewegung des Pendlers **200** zu begrenzen, wenn der Pendler **200** seine Bewegung ausführt.
- [0114] Wie vorstehend erwähnt, ermöglicht die Durchgangsöffnung **142** einen Durchtritt des Steuerflächenfolgers **144** durch diese. Bei dem Steuerflächenfolger **144** handelt es sich um ein ringförmiges Rollenlager mit derartiger Abmessung, daß eine Bewegung desselben zwischen den Pumpenantriebs-Steuerflächenbereichen **106**, **108** möglich ist. Der Pendlerantriebs-Steuerflächenfolger **144** bewegt sich auf dem Pendlerantriebsstift **145**, der in der Pendlerantriebs-Stiftaussparung **156** derart angeordnet ist, daß er bündig mit der vorderen

Oberfläche **201** des Pendlers **200** ist.

[0115] Der Antriebsstift **154** weist ferner einen Kopf **158** auf, der betriebsmäßig dazu ausgebildet ist, Antriebskräfte gleichmäßig auf den Pendler **200** zu verteilen und der ferner einen geeigneten Umfangsbereich für eine effektive Preßsitzverbindung desselben mit dem Pendler **200** schafft.

[0116] Der Schaftbereich **160** des Pendlerantriebsstifts **154** erstreckt sich durch den Pendler **200** hindurch über eine in diesem ausgebildete Antriebsstiftöffnung **202**, wobei sich der Schaftbereich ausreichend weit erstreckt, um durch die Pendlerauflageplatte **130** hindurchzutreten und mit dem Pendlerantriebs-Steuerflächenfolger **144** in Eingriff zu treten.

[0117] Die Pendlerauflageplatte **130** vervollständigt die Bezugs- oder Ausrichtstelle, die auf der Basis von Meßstellen über die gesamte Pumpe **10** hinweg von dem Chassis **14** und den zugeordneten Komponenten gesetzt ist.

[0118] Die Pendlerauflageplatten-Seitenschienen **150**, **152** weisen vordere Oberflächen **162**, **164** auf, auf denen sich eine Vielzahl von Bezugsflächen **168**, **170** befinden. Diese Bezugsflächen **168**, **170** sind betriebsmäßig dazu ausgebildet, die Distanz von dem Pendler **200** zu der oberen Backe **220** der Pumpenanordnung festzulegen. Experimente haben gezeigt, daß diese Distanz auf 0,2 Millimeter gehalten werden muß.

[0119] Diese Distanz ist auf Grund der Pumpengeometrie von kritischer Bedeutung, wobei in der in **Fig. 10** dargestellten Weise die anfängliche Verformung des von der Pumpe beaufschlagten Schlauchbereichs von der seitlichen Distanz zwischen der sich bewegenden Pendlervertiefung **204** und der feststehenden oder unbeweglichen Vertiefung **206** abhängig ist, um dadurch eine Verformung des anfangs kreisförmigen Schlauchquerschnitts auf einen vierseitigen Querschnitt mit gleichen Winkeln zu schaffen.

[0120] Diese anfängliche Verformung hat Auswirkung auf den Schließbetrag des Pumpenschlauchlumens **6**, während die Pumpe ihren Hubzyklus durchläuft, wobei die Hubbewegungsstrecke durch die Hubbewegung der Antriebssteuerflächenbereiche **106**, **108** festgelegt ist. Das Ausmaß an Verformung des Pumpenschlauchlumens legt die volumetrische Ausgangsleistung der Pumpe pro Hub oder Zyklus derselben fest.

[0121] Die unteren Bereiche der Seitenschienen **150**, **152** erstrecken sich seitlich über den Pendler **200** hinaus. Den vorderen Oberflächen der unteren seitlichen Verlängerung **172**, **174** ist ein zweiter Satz von Bezugsflächen **176**, **178** zugeordnet, die betriebsmäßig zum Festlegen der Distanz der unteren feststehenden Backe **222** von dem Pendler **200** ausgebildet sind. Die Funktion dieser unteren Backenbezugsflächen **176**, **178** ist ähnlich der Funktion der oberen Bezugsflächen **168**, **170**, wie dies vorstehend beschrieben worden ist.

[0122] Wie in **Fig. 11** gezeigt ist, weist der Pendler **200** eine Rückseite **207** des Pendlers auf. Ferner ist in der rückwärtigen Pendlerseite **207** eine Vielzahl von Gleitschienen **206** ausgebildet. Die Gleitschienen **206** sind betriebsmäßig dazu ausgebildet, betriebsmäßig für eine Minimierung der Reibung zwischen dem Pendler **200** und der Pendlerauflageplatte **130** zu sorgen. Die Gleitschienen **206** befinden sich im wesentlichen in vollflächigem Eingriff mit den Kanälen **146A** der Pendlerauflageplatte **130** und sorgen für eine Fixierung sowohl von Spiel in Längsrichtung als auch von Spiel in seitlicher Richtung zwischen dem Pendler **200** und der Pendlerauflageplatte **130**.

[0123] Die vordere Oberfläche **201** des Pendlers **200** bildet eine Pumpennutöffnung **204**. Diese Öffnung oder Vertiefung **204** weist einen im wesentlichen V-förmigen Querschnitt auf und hat eine abgerundete innere Ecke **211**, um für eine Anpassung des Schlauchs **5** und der Nutöffnung **204** zu sorgen, wenn der Schlauch **5** in diese eingebracht ist.

[0124] In der hinteren Oberfläche **207** des Pendlers **200** ist ferner eine Vielzahl von Taschen **203** ausgebildet, die in einer im wesentlichen vertikalen Anordnung vorgesehen sind. Diese Taschen **203** sind dazu ausgebildet, eine Vielzahl von Magneten aufzunehmen, die mit einem Magnetsensor **322** zusammenwirken, um die lineare Position des Pendlers **200** zu erfassen.

DER PUMPEN-UNTEERANORDNUNG ZUGEORDNETE SENSOREN

[0125] Der Pumpen-Unteranordnung, wie sie vorstehend beschrieben worden ist, ist eine Vielzahl von Sensoren zugeordnet, die betriebsmäßig dazu ausgebildet sind, Information über die Funktion und die Position der verschiedenen Elemente derselben zu liefern.

[0126] Bei dem hintersten der Sensoren handelt es sich um den Antriebsmotorwellencodierer **300**. Dieser Sensor weist ein Codierer-Flügelrad **302** auf, das an der Ankerwelle **303** des Motors **24** angebracht ist. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist das Pumpenmotor-Flügelrad **302** zwölf Flügel **304** auf, die sich von dessen Nabe **306** radial nach außen weg erstrecken.

[0127] Diese Flügel **304** wirken mit zwei optischen Schaltern **308**, **310** zusammen, um die Position der Ankerwelle **303** des Pumpenantriebsmotors **24** festzulegen. Ferner bestehen die Schalter **308**, **310** aus einer lichtmittlernden Diode und einer Fozelle, wie dies in **Fig. 12** gezeigt ist. Die Anordnung der optischen Schalter **308**, **310** ermöglicht einem ersten Schalter **308** ein Erfassen des Rands **311E** des Flügels **304** und dem zweiten Schalter **310** ein Erfassen der Mitte **311M** eines nachfolgenden Flügels **304**. Diese Anordnung ermöglicht eine größere Auflösung der Motorwellenposition und der Motorwellenrichtung, wie diese von dem Codierer **300** ab-

gelesen werden.

[0128] Bei diesem derzeit bevorzugten Ausführungsbeispiel hat die Auflösung des Codierers **300** einen Wert $1/3072$ einer Umdrehung der Motorwelle **20**. Die Codiereranordnung **300** ist in einem Pumpenmotor-Codierer-trägerring **312** angeordnet, der im Gleitsitz über dem Motorgehäuse **24** angeordnet ist und durch eine Quetschklemme **313** an dieser angebracht ist.

[0129] Der Motorcodierer **300** erfährt die Rotation der Ankerwelle **303** direkt. Da sich jedoch Mechanismen zwischen der Ankerwelle **303** und dem Pendler **200** befinden, sind weitere Sensoren wünschenswert.

[0130] Bei Bewegung nach vorn entlang der Motorwellenachse **32** kommt man zu dem Indexrad **64** zurück. Wie bereits erwähnt worden ist, weist das Indexrad **64** eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung erstreckungsgleichen, radial angeordneten Schlitzen **66**, **68** auf. Diesen Schlitzen ist ein optischer Sensor **314** des Indexrads zugeordnet. Dieser Sensor weist eine lichtemittierende Diode **315** und einen optischen Sensor oder Schalter **316** auf.

[0131] Der Indexradsensor **314** wirkt mit dem Indexrad **64** und den darin vorhandenen Schlitzen **66**, **68** zusammen, um Positionsinformation über die Drehstellung der Pumpenmotorwelle **20** zu liefern.

[0132] Im Betrieb wirkt der Indexradsensor **314** mit dem Pumpencodierer **300** zusammen, um diese Positionsinformation sowie auch Richtungsinformation über die Motorwelle **20** zu liefern. Der Indexradsensor schafft eine zeitliche Steuerung hinsichtlich der Passage von jedem der Schlitze **66**, **68** an dem Indexradschalter **314** vorbei.

[0133] Die beiden Schlitze **66**, **68** haben unterschiedliche Breiten, um Information darüber zu schaffen, ob der Pendler **200** seinen Aufwärtshub oder seinen Abwärtshub beginnt, wobei eine erste Breite den Aufwärtshub indiziert bzw. anzeigt und eine zweite Breite den Abwärtshub indiziert bzw. anzeigt.

[0134] Dem eigentlichen Pendler **200** ist ein linearer Gesamtpositionssensor **320** zugeordnet. Dieser Sensor umfaßt einen Linearpositions-Halleffektsensor **322** und eine Vielzahl von Magneten **324**, **326**. Die Pendlerpositions-Sensormagneten **324**, **326** bilden gegenüberliegende Pole für den Pendler-Hallschalter **322**, um dadurch einen Feldgradienten zu schaffen, der dazu ausgebildet ist, eine Anzeige für die lineare Position des Pendlers **200** zu liefern.

[0135] Die Kombination aus dem Codierer **300** und den weiteren zugeordneten, vorstehend genannten Sensoren liefert Eingangssignale für einen Steuermechanismus, der mehr als eine Pumpe betreiben kann, um dadurch die Drehzahl des Motors **24** mit variabler Drehzahl exakt zu steuern, wobei das primäre Merkmal, das durch eine solcher Drehzahlsteuerung geschaffen wird, in einer vorübergehenden Veränderbarkeit des Ausgangs der Pumpe **10** besteht.

[0136] Zusätzlich dazu ermöglicht eine solche Drehzahlsteuerung eine elektronisch gesteuerte Linearisierung der Pumpenausgangsleistung pro Einzelhub sowie auch eine Verbesserung des zeitintegrierten Ausgangs der Pumpe **10**. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Ausgangslinearisierung pro Hub in Kombination mit der Antriebssteuerflächeneinrichtung **100** realisiert, wie dies vorstehend erwähnt worden ist.

[0137] Die zeitintegrierte Ausgangsleistung der Pumpe wird dadurch genauer gemacht, daß die Pumpengeschwindigkeit an den Stellen bemerkenswert erhöht wird, an denen sich eine Diskontinuität in dem im Hinblick auf die Zeit gemessenen Ausgangsprofil ergeben würde, um dadurch die Effekte solcher Diskontinuität in der Ausgangsleistung zu minimieren.

[0138] Zur Vereinfachung der Herstellung sind sowohl der lineare Positionssensor **320** des Pendlers als auch der Indexradsensor **314** mit der zugehörigen Signalverarbeitungselektronik durch einen gemeinsamen gedruckten Schaltungstreifen elektrisch verbunden, der als Pumpensensor-Schaltungstreifen bezeichnet wird.

DIE VENTIL-UNTERANORDNUNG

[0139] Die Ventil-Unteranordnung ist getrennt von der zugehörigen Pumpen-Unteranordnung in den **Fig. 13** und **14** dargestellt. Die Ventil-Unteranordnung besteht aus einer Ventilschwenkachse **410**, die dadurch von dem Chassis **14** getragen ist, daß sie von diesem in Schwenkachsenöffnungen **36**, **38** abgestützt ist. Ventile **412**, **414** sind um diese Achse **410** schwenkbar und sind auf dieser durch Ventilschwenklager **416**, **418** abgestützt, die in Spielpassung auf der Schwenkachse **410** sowie in die Ventile **412**, **414** eingepaßt sind.

[0140] Die beiden Ventile **412**, **414** werden einzeln als stromaufwärtiges Ventil **412** und stromabwärtiges Ventil **414** bezeichnet. Das stromaufwärtige Ventil **412** weist eine Schwenklageröffnung **420** auf, die dazu ausgebildet ist, das stromaufwärtige Ventilschwenklager **416** darin aufzunehmen und dadurch um die Ventilschwenkachse **410** drehbar ist. Das stromaufwärtige Ventil **412** weist ferner eine stromaufwärtige Ventilstangenöffnung **422** auf, die axial parallel zu der Schwenkachse **410** und im wesentlichen senkrecht von dieser versetzt angeordnet ist.

[0141] Die stromaufwärtige Ventilstangenöffnung **422** ist dazu ausgebildet, die stromaufwärtige Ventilstange **424** darin verschiebbar aufzunehmen. Die stromaufwärtige Ventilstange **424** erstreckt sich in seitlicher Richtung von dem stromaufwärtigen Ventil **412** weg und ist derart angeordnet, daß sie über die stromaufwärtige Ventilstangenöffnung **48** in das Chassis **14** eintritt.

[0142] Die stromaufwärtige Ventilbetätigungsstange **424** ist im wesentlichen zylindrisch und weist einen darin ausgebildeten, äußeren Steuerflächen-Laufflächenausschnitt **426** auf. Der äußere Steuerflächen-Laufflächenausschnitt **426** ist betriebsmäßig dazu ausgebildet, dem stromaufwärtigen Ventilbetätiger **424** ein Verlassen der äußeren oder stromabwärtigen Ventillauffläche **122** zu ermöglichen, die an der Steuerflächeneinrichtung **100** ausgebildet ist.

[0143] Der stromaufwärtige Ventilbetätiger **424** endet in einer Steuerflächenfolgenase **428**, die dazu ausgebildet ist, den stromaufwärtigen Ventilrollen-Steuerflächenfolger **430** abzustützen. Bei dem stromaufwärtigen Steuerflächenfolger **430** handelt es sich bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel um ein Rollenlager, um einen rollenden Kontakt zwischen dem Ventilsteuerflächenbereich **120** und dem stromaufwärtigen Ventilbetätiger **424** zu schaffen.

[0144] Unter erneuter Bezugnahme auf das Ventil **412** oder **414** weist das Ventil ferner ein Ventilblatt **432** auf, wie es in **Fig. 15B** gezeigt ist, das einen im wesentlichen V-förmigen Querschnitt hat, wobei die erste Seite des Ventilblatts **434** und die zweite Seite des Ventilblatts **436** einen Winkel von ca. 90 Grad dazwischen bilden und ferner auch einen abgerundeten Scheitel **438** von 0,5 mm bilden.

[0145] Die Kombination aus dem eingeschlossenen Winkel und dem abgerundeten Scheitel **438** schafft eine optimale Ausbildung zwischen den gegensätzlichen Notwendigkeiten der Gewährleistung, daß der Schlauch **5** während des geeigneten Teils des Pumpzyklus abgedichtet ist, während gleichzeitig sichergestellt wird, daß sich der Schlauch in eine angemessene Annäherung seiner ursprünglichen Formgebung zurückformt, wenn das Ventilblatt **432** von dem Schlauch **5** abgehoben wird.

[0146] Der abgerundete Scheitel **438** des Ventilblatts **434** bildet eine Krümmung mit einem Wert von 0,5 mm. Diese Krümmung in Kombination mit der Distanz von 0,7 mm zwischen dem Ventilblatt **434** und der im folgenden zu erläuternden Ventilaufflage **570** sorgt für eine Optimierung der beiden Notwendigkeiten der Gewährleistung einer Abdichtung unter Schaffung einer elastischen Rückstellung des Schlauchs während des entsprechenden Teils des Pumpenzyklus.

[0147] Ferner umfaßt der Schlauch **5** auf Grund seiner Verformung durch den Pendler **200** in Kombination mit der oberen und der unteren Backe **220**, **222** ein partielles Vakuum in demjenigen Bereich des Schlauchlumens **6**, das dem Pendler **200** benachbart ist, wobei das Öffnen des Eintrittsventils **412** zusammen mit der Positionierung des Pendlers **200** Bedingungen schafft, die einer hydrodynamischen Unterstützung der elastischen Rückstellung des Schlauchbereichs unterhalb des Eintrittsventils **412** zuträglich sind.

[0148] Der stromaufwärtige Ventilkörper **412** weist ferner einen Ventilhebefortsatz **440** auf, der mit einer Ventillade-Steuerflächeneinrichtung zusammenwirkt, um das Ventil während des Schlauchladevorgangs anzuheben. Der Ventilkörper **412** weist einen Ventildedersitzfortsatz **442** auf, der sich von dem distalen Ende **444** des Ventilblattarms **435** nach oben erstreckt. Der Ventildedersitzfortsatz **442** bildet eine Ventildedersitzfesthalteeinrichtungsöffnung **446**, die betriebsmäßig dazu ausgebildet ist, das distale Ende **448** der Ventildedersitzfesthalteeinrichtung **450** abzustützen. Die Ventildedersitzfesthalteeinrichtung **450** dient in Kombination mit dem Ventildedersitzfortsatz **442** zum vollständigen Festlegen der Ventildeder **452** dazwischen.

[0149] Die Ventildedersitzfesthalteeinrichtung **450** weist eine im wesentlichen C-förmige Basis **454** auf, die betriebsmäßig dazu ausgebildet ist, verschiebbar um die Schlauchlade-Vorgelegewelle **512** gepaßt zu werden, wie dies im folgenden beschrieben wird. Die Ventildedersitzfesthalteeinrichtungsbasis **454** ist dazu ausgebildet, eine Schwingungsbewegung der Festhalteeinrichtung **450** um die vorstehend genannte Schlauchlade-Vorgelegewelle zuzulassen, um dadurch der Bewegung des Ventils **412**, **414** Rechnung zu tragen.

[0150] Das stromabwärtige Ventil **414** ist auf der Ventilschwenkachse **410** dem Pendler **200** benachbart angeordnet. Das stromabwärtige Ventil **414** ist im wesentlichen ein Spiegelbild des stromaufwärtigen Ventils **412** um eine Ebene quer zu der Schwenkachse **410**, und es weist alle der zugehörigen Elemente des stromaufwärtigen Ventils **412** in einer umgekehrten Orientierung auf, wie dies in **Fig. 14** zu sehen ist. Der stromabwärtige Ventilbetätigerarm **456** ist verkürzt, um den stromabwärtigen Ventilsteuerflächenfolger **458** mit dem äußeren Ventilsteuerflächenbereich **122** auszurichten.

[0151] Die Wirkung der beiden Ventile **412**, **414** ist derart, daß zu keiner Zeit während des Pumpzyklus beide Ventile gleichzeitig öffnen. Da ferner beide Ventile **412**, **414** und der Pendler **200** von einem einzigen Motor **24** sowie einem einzigen Antriebssteuerflächenkörper **100** angetrieben werden, wird eine exakte Synchronisierung der Ventile **412**, **414** und des Pumpenpendlers **200** durch sämtlich mechanische Einrichtungen mit Sicherheit erzielt.

DER VENTIL-UNTERANORDNUNG ZUGEORDNETE SENSOREN

[0152] Den Ventilen **412**, **414** ist jeweils ein Ventilbewegungssensor **328**, **330** zugeordnet. Jeder dieser Ventilbewegungssensoren **328**, **330** wird durch einen Magneten **332**, **334** betätigt, der in eine Ventilsensor-Magnetöffnung **332A**, **334A** in dem außenseitigen Ende **444** des Ventilblattfortsatzes **435** eingesetzt ist.

[0153] Darunter, in der zugeordneten Ventilaufflage sowie von dieser in Richtung nach außen, befindet sich der Ventilbewegungssensor-Hallschalter **328**, **330**, der zusammen mit zugeordneter Software, die den Aus-

gang der Ventilsensorschalter **328, 330** mit dem des Antriebsmotor-Codierers **300** koppelt, zum Stoppen der Pumpe **10** sowie zum Aktivieren eines Alarms dient, wenn ein Ventil **412, 414** nicht korrekt arbeitet. Dies wird im wesentlichen erreicht durch Vergleichen des erwarteten Ausgangssignals des entsprechenden Ventilsensors **328, 330** mit dem erwarteten Signal von diesem bei einer bestimmten Position von Motor **24** und Antriebssteuerflächeneinrichtung.

[0154] Außerhalb von jedem Ventil **412, 414** und davon durch Schlauchanwesenheitsarm-Abstandselemente **460** getrennt befindet sich der Schlauchanwesenheitssensorarm **340** auf der Ventilschwenkachse **410**. Der stromaufwärtige Schlauchanwesenheitssensor dient in Verbindung mit dem stromabwärtigen Schlauchanwesenheitssensor zum Feststellen der tatsächlichen körperlichen Anwesenheit oder Abwesenheit des IV-Schlauchs in der Pumpe **10**.

[0155] Jeder der Schlauchanwesenheitssensoren **332, 334** weist ein ringförmiges Lager oder eine Schlauchsensor-Schwenkeinrichtung **336** auf, die die Ventilschwenkachsen **410** umschließt und sich auf diesen bewegt. Der Schlauchsensorarmsteg **338** erstreckt sich von der Schlauchsensorschwenkeinrichtung **336** nach außen und dient zum Abstützen des Schlauchsensorblatts **340**, das sich von dem Sensorarmsteg **338** und der Schlauchsensorfahne **342** nach vorn erstreckt, die sich von dem Sensorarmsteg **338** im wesentlichen nach hinten erstreckt.

[0156] Das Sensorblatt **340** weist eine nach unten gehende Verlängerung auf, so daß im montierten Zustand die Sensorblattspitze **344** auf der entsprechenden Ventilaufgabe angeordnet ist. Das Einführen eines Schlauchs **5** zwischen die Blattspitze **344** und die Ventilaufgabe dient somit zum Anheben des Blatts **340** von der Auflage **570** weg sowie dazu, den Sensorarm zum Ausführen einer Schwenkbewegung um die Ventilschwenkachse **410** zu veranlassen.

[0157] Dies dient zum Absenken der sich nach hinten erstreckenden Ventilsensorfahne **342**, um dadurch den optischen Schalter **346** des Schlauchanwesenheitssensors durch die Fahne **342** zu unterbrechen, die sich in dem Zwischenraum **348** des optischen Schalters **346** des Schlauchanwesenheitssensors bewegt und den dazwischen verlaufenden Lichtstrahl unterbricht, wie dies in **Fig. 17** gezeigt ist. Eine Rückstellfeder **350** dient zum Vorspannen des Schlauchsensorarms in eine Position, in der die Schlauchsensorblattspitze **344** auf der zugehörigen Ventilaufgabe aufliegt, falls der Schlauch **5** nicht vorhanden ist.

DIE SCHLAUHLADE-UNTERANORDNUNG

[0158] Wie in den **Fig. 18** und **19** gezeigt ist, verwendet die Schlauchlade-Unteranordnung zwei Wellen, die dem Chassis **14** zugeordnet sind. Bei diesen beiden Wellen handelt es sich um die Schlauchlade-Steuerflächenwelle bzw. Nockenwelle **510** und die Schlauchlade-Vorgelegewelle **512**. Diese beiden Wellen **510, 512** bilden in Verbindung mit der Ventilschwenkachse **410** die primären Bezugsstellen für die relativen Positionen der verschiedenen Anordnungen und deren zugeordneten Elemente über die gesamte Pumpe hinweg.

[0159] Die Lagen dieser drei Wellen sind in **Fig. 3** dargestellt. Durch Beziehen aller Punkte in der Pumpe auf diese drei Wellen und somit auf das Chassis **14** läßt sich die Pumpenkonstruktion ohne Notwendigkeit einer großen Vielzahl verschiedener präzisionsgearbeiteter Teile angeben, wobei die erforderliche Genauigkeit der fertigen Anordnung aufrecht erhalten bleibt.

[0160] Die Schlauchlade-Vorgelegewelle **512** bildet eine Achse, um die sich alle von der Nockenwelle **510** angetriebenen Teile mit Ausnahme der Ventile und der Gleitklemme drehen. In Richtung stromaufwärts entlang der Vorgelegewelle **512** handelt es sich bei dem äußersten der dieser zugeordneten Elemente um die stromabwärtigen Schlauchladeklinken bzw. Schlauchladefinger **514**.

[0161] Die stromabwärtigen Schlauchladeklinken bestehen jeweils aus einem ringförmigen Körper **516**, der dazu ausgebildet ist, sich auf der Schlauchlade-Vorgelegewelle **512** zu bewegen, und der an dieser durch den zugehörigen wendelförmigen Stift **518** fixiert ist, der sich durch den Klinkenring **516** und die Vorgelegewelle **512** hindurch sowie in den gegenüberliegenden Bereich des Rings hinein erstreckt, um dadurch die zugehörige Klinke **514** formschlüssig an der Vorgelegewelle **512** zu fixieren. Von dem Klinkenring oder der Klinkenhülse **516** erstreckt sich der Klinkenarm **518** nach vorn. Der Klinkenarm weist einen im wesentlichen linearen Bereich **520** sowie einen bogenförmigen Bereich **522** auf, die sich von der Klinkenhülse **516** nach außen und nach unten erstrecken.

[0162] Die Formgebung des bogenförmigen Bereichs **522** der Klinke **514** ist derart, daß bei vollständigem Absenken der Klinke **514** der Schlauch **5** fest gegen die stromabwärtige Auflageplatte **500** verkeilt ist und dadurch der Schlauch **5** zwischen der Klinke **514** und der Auflageplatte **500** eingeschlossen ist.

[0163] Genauer gesagt, es schneidet die innere winkelige Oberfläche **526** der Klinkenspitze **524** den Schlauch **5** in einem Winkel von etwa 45 Grad in Bezug auf die Horizontale, so daß sie somit betriebsmäßig dazu ausgebildet ist, den Schlauch **5** nach unten und nach innen gegen die Schlaucharretiereinrichtung **501** in der stromabwärtigen Auflageplatte **500** zu drücken.

[0164] Die Klinkenspitze **524** umfaßt mehrere Bereiche. Die Innenseite der Spitze bildet eine horizontale Schlauchangreiffäche **525**, eine abgewinkelte Schlauchangreiffäche **526**, eine vertikale Schlauchfestlegfläche

che **528**, eine horizontale Schlauchfehlade-Aktivierungsfläche **530** sowie eine nach außen weisende Schlauchzurückweisfläche **532** an ihrer Außenseite; die vorstehend genannten Flächen sind an dem Randbereich der Klinkenspitze angeordnet. Diese Flächen wirken mit der stromabwärtigen Auflageplatte **500** zusammen.

[0165] Die von der Schlauchladeklinkenspitze **524** gebildete Konstruktion wiederholt sich an dem unteren Rand der oberen Pumpenbacke **220** und dient einer identischen Funktion, wie dies im folgenden beschrieben wird.

[0166] Wenn eine Bedienungsperson einen Schlauch in die Pumpe **10** lädt und den Schlauchladezyklus mittels eines geeigneten Betätigers oder eines Steuerknopfes oder eines Schalters betätigt, werden die Schlauchladeklinkenspitzen **524** über der Schlauchleitung **800** abgesenkt, die in Kombination mit dem Absenken der oberen Backe **220** zum vollständigen Absperrern des Längsschlitzes oder der Längsöffnung an der Außenseite der Schlauchleitung **8** dient.

[0167] Falls ein Schlauch partiell in die Pumpe **10** eingeführt wird, jedoch insgesamt außerhalb der Schlauchleitung **8** verbleibt, tritt die Schlauchzurückweisfläche **532** in Kombination mit Aufnahmeschlitz **582** in Betrieb, die ebenfalls an der unteren Backe **222** vorhanden sind, um den Schlauch **5** aus der Pumpe auszuwerfen.

[0168] Falls ein Schlauch **5** teilweise in die Schlauchleitung eingebracht und teilweise außerhalb von dieser angeordnet wird, dient die Fehllade-Aktivierungsfläche **530** zum Einklemmen des Schlauchs **5** zwischen der Fehllade-Aktivierungsfläche **530** und dem zugehörigen Bereich entweder der stromabwärtigen Auflageplatte **500**, der stromaufwärtigen Auflageplatte **800** oder der unteren Backe **220**, um dadurch eine Fehlladedetektion auszuführen, wie sie hierin beschrieben ist. Eine weitere bei der Ausbildung der Klinkenspitze **524** ins Auge gefaßte Möglichkeit besteht darin, daß der Schlauch **5** in die Schlauchleitung **8** eingeführt wird, jedoch noch nicht vollständig in Berührung mit den Schlauchanschlüssen **576** gezogen ist.

[0169] In diesem Fall dient die Schlauchfestlegefläche **528** zum Ziehen des Schlauchs **5** nach hinten sowie in Berührung mit den Schlauchanschlüssen **576**, um somit ein korrektes Laden des Schlauchs auszuführen. Die Kombination aus der Schlauchzurückweisfläche **532**, der Fehllade-Aktivierungsfläche **530** und der Schlauchfestlegefläche **528** sorgt für eine scharfe Diskontinuität zwischen den verschiedenen Möglichkeiten für Ladeszenarien, wie diese vorstehend beschrieben worden sind.

[0170] Die vertikale Schlauchfestlegefläche **528** arbeitet zusätzlich in Kombination mit der abgewinkelten Schlauchangreiffläche **526** und der horizontalen Schlauchangreiffläche **525**, um den Schlauch **5** sicher gegen die Schlauchanschlüsse **576** zu halten und für eine Verformung des Schlauchs **5** zu sorgen, indem die abgewinkelte Fläche **526**, die horizontale Fläche **525** und der Schlauchanschlag **576** zusammenwirken, um den Schlauch sicher in der Schlauchleitung **8** zu verriegeln, wenn die in Längsrichtung verlaufende Schlauchleitungsöffnung geschlossen ist, sowie um einen im wesentlichen vollflächigen Eingriff des Schlauchs **5** mit den zugeordneten Sensoren zu schaffen.

[0171] Die stromabwärtige Auflageplatte **500** oder die entsprechende stromaufwärtige Auflageplatte **800** sind vorzugsweise aus einem geformten Kunststoff hergestellt, wie zum Beispiel aus glasverstärktem Polyphenylsulfid. Die stromabwärtige Auflageplatte **500** dient mehreren Funktionen.

[0172] Die Schlauchlade-Lagerschale **502** schafft einen Befestigungsbereich für den Schlauchlade-Getriebezug.

[0173] Getriebekasten-Seitenwände **503A** dienen zum Unterbringen des Schlauchlade-Zahnradatzes **560**, der zwei schräg verzahnte Zahnräder **562**, **564** in einer rechtwinkligen Anordnung aufweist, um Rotation von einem vorn und einem hinten angebrachten Schlauchlademotor **550** auf die quer verlaufende Schlauchlade-Nockenwelle **510** zu übertragen. Das Getriebekastengehäuse der stromabwärtigen Auflageplatte **500** weist ferner eine Nockenwellen-Hülsenauflagefläche **566** auf, die dazu dient, die stromabwärtige Nockenwellenhülse **568** abzustützen, in der sich die Nockenwelle bewegt.

[0174] Der vordere Bereich der stromabwärtigen Auflageplatte **500** weist die stromabwärtige Ventilaufgabe **570** sowie die Temperatursensoröffnungen **572** und das untere Luftsensord-Wandlergehäuse **574** auf. Hinter diesen Bereichen befindet sich eine Vielzahl von Schlauchanschlüssen **576**, die dazu dienen, den Schlauch **5** rückwärts abzustützen, um dadurch eine kontrollierte Anpassung des Schlauchs **5** im geladenen Zustand zu schaffen.

[0175] Hinter den Schlauchanschlüssen **576** sieht die stromabwärtige Auflageplatte **500** ferner den stromabwärtigen Sensorschwenkschlitz **578** vor, der zusammen mit einer zugehörigen Vorrichtung dazu dient, die stromabwärtige Sensoranordnung korrekt zu positionieren, wie dies im folgenden beschrieben wird.

[0176] Die rückwärtige Barrierenwand **580**, die mit dem Chassis **14** zusammenwirkt, wirkt als Fluidbarriere zwischen dem Schlauch **5** und den elektrischen Komponenten hinter der rückwärtigen Barrierenwand **580**. Die rückwärtige Barrierenwand **580** ist an dem Chassis **14** durch Befestigungseinrichtungen angebracht und dient zusätzlich als Befestigungspunkt für den stromabwärtigen Schlauchanwesenheitssensorschalter **346**.

[0177] Unter Rückkehr zu dem vorderen Rand der stromabwärtigen Auflageplatte **500** ist eine Vielzahl von Schlauchladeklinken-Aufnahmeschlitz **582** zu sehen. Diese Klinkenschlitz **582** dienen in Kombination mit

den Schlauchladeklinken **514** und dem abgeschrägten vorderen Rand **584** der stromabwärtigen Auflageplatte **500** zur Unterstützung eines korrekten Ladens des Schlauchs **5** in die Pumpe **10**, indem sich die Klinken **514** anheben können und den Schlauch nach hinten gegen die Schlauchanschläge **576** drücken können.

[0178] In Richtung nach außen von dem äußersten der Klinkenaufnahmeschlitze **582** dient eine Schlauchfesthaltearretiereinrichtung **584** zum Festhalten des Schlauchs **5** in einer Position, in der sich dieser während einer anfänglichen Plazierung des Schlauchs **5** in der Schlauchleitung **8** durch die angehobenen Klinken **514** festlegen läßt, wobei diese Position definiert ist durch die angehobenen Klinken **514** und die stromabwärtige Auflageplatte **500**, wenn sich die Schlauchladeanordnung in einem Zustand befindet, in dem ein Laden des Schlauchs **500** möglich ist.

[0179] Wie vorstehend erwähnt, treibt der Schlauchlademotor **550** über eine Vielzahl von Zahnrädern die Schlauchlade-Nockenwelle **510** an. Bei dem Schlauchlademotor **550** handelt es sich um einen Gleichstrommotor. Der Schlauchlademotor **550** weist ferner einen Drehzahluntersetzungs-Rädersatz **534** auf, der betriebsmäßig dazu ausgebildet ist, ausreichendes Drehmoment zum Drehen der Nockenwelle **510** entgegen der darauf ausgeübten Widerstandskraft zu schaffen, die von den damit in Berührung stehenden und auf der Vorgelegewelle **512** angeordneten Komponenten ausgeübt wird.

[0180] Die Schlauchlademotorwelle **536** erstreckt sich von dem Schlauchlademotor **550** nach vorn und ist durch die Schlauchlademotorhalterung **538** über eine darin vorhandene zentrale Öffnung **540** hindurch geführt.

[0181] Die Schlauchlademotorwelle **536** weist eine darauf ausgebildete Flachstelle **542** auf, die betriebsmäßig dazu ausgebildet ist, einen Sitz für die Schlauchlade-Antriebsrad-Stellschraube **544** zu bieten, die durch eine mit Gewinde versehene Stellschraubenöffnung **546** in dem Schlauchlade-Antriebsrad **562** hindurch geführt ist, um dadurch die Rotationsbewegung des Schlauchlade-Antriebsrads **562** auf die der Schlauchlade-Motorwelle **536** festzulegen.

[0182] Bei dem Schlauchlade-Antriebsrad **536** handelt es sich um ein schräg verzahntes Zahnrad, dessen Zähne um den in Umfangsrichtung verlaufenden Randbereich derselben vorgesehen sind. Diese Zähne kämmen mit entsprechenden Zähnen auf der Fläche des Schlauchlade-Nockenwellenzahnrads **564**, um dadurch eine senkrechte bzw. rechtwinklige Betätigung der quer verlaufend angebrachten Nockenwelle **510** durch den in Längsrichtung angebrachten Schlauchlademotor **550** zu ermöglichen.

[0183] Das Schlauchlade-Nockenwellenzahnrad **564** befindet sich mittels eines verschiebbaren Eingriffsstifts **588** in lösbarem Eingriff mit der Nockenwelle **510**.

[0184] Der Nockenwellen-Kopplungsstift **588** wirkt mit einem Kopplungsschlitz **590** an der rückwärtigen oder nach innen weisenden Fläche des Nockenwellenzahnrads **564** zusammen. Der Kopplungsstift **588** ist quer zu der Nockenwelle **510** in einem in Längsrichtung erlaufenden Kopplungsstiftschlitz **592** angeordnet, der durch die Nockenwelle **510** hindurch ausgebildet ist.

[0185] Ein in Längsrichtung verlaufender Betätigerstift **594**, der koaxial in die Nockenwelle **510** eingeführt ist und sich in endweiser Berührung mit dem Kopplungsstift **588** befindet, dient zum selektiven Einführen und Ermöglichen einer Entnahme des Kopplungsstifts **588** aus dem Eingriff mit dem Kopplungsschlitz **590** an dem Nockenwellenzahnrad **564**.

[0186] Eine Vorspannfeder **596** ist in der Nockenwelle **510** angeordnet und ist dem in Längsrichtung verlaufenden Betätigungsstift **594** gegenüberliegend vorgesehen. Das außenseitige Ende **598** des Betätigungsstifts **594** ist abgerundet, um eine Gleitberührung damit durch die zugeordnete Komponente zu ermöglichen.

[0187] Ein Handrad **600** bietet ein Gehäuse für eine schwenkbare Kupplungslasche **602**, die auf ihrer nach innen weisenden Oberfläche eine Kupplungssteuerfläche **604** aufweist, die in Gleitberührung mit dem außenseitigen Ende **598** des Betätigungsstifts **594** steht. Die Kupplungslasche **602** befindet sich im Inneren des Handrads **600** und ist durch einen Kupplungslaschen-Schwenkstift **606** gelenkig mit diesem verbunden.

[0188] Im Betrieb führt eine Betätigung der Kupplungslasche **502** durch Kippen derselben um den Kupplungslaschen-Schwenkstift **606** dazu, daß die Kupplungssteuerfläche **604** auf das außenseitige Ende **598** des Betätigungsstifts **594** auftrifft und dieses niederdrückt, so daß der Betätigungsstift **594** dazu veranlaßt wird, sich entgegen der Kupplungsvorspannfeder **596** nach innen zu bewegen sowie den Kopplungsstift **588** nach innen und außer Berührung mit dem Kupplungsschlitz **590** in dem Nockenwellenzahnrad **564** zu bewegen, so daß die Nockenwelle **510** mittels des Handrads **600** frei betätigt werden kann, ohne daß eine Drehung des Nockenwellenzahnrads **564** erfolgt.

[0189] Bei der Nockenwelle **510** handelt es sich um eine der drei primären Bezugswellen, die in der Pumpe **10** vorhanden sind. Die Nockenwelle stützt zwei Verbund-Steuerflächeneinrichtungen ab, die als stromabwärtige Steuerflächeneinrichtung **610** und stromaufwärtige Steuerflächeneinrichtung **620** bezeichnet werden.

[0190] Die stromaufwärtige und die stromabwärtige Steuerflächeneinrichtungen **610**, **620** umfassen in Richtung von dem Chassis nach außen einen Nockenwellen-Stillstandsanschlag **612**, **622**, eine Schlauchladeklinken-Steuerflächeneinrichtung **614**, **624**, bei der es sich wiederum um eine zusammengesetzte Steuerflächeneinrichtung handelt, und eine Ventillade-Steuerflächeneinrichtung **618**, **628**.

[0191] Die Nockenwellen-Stillstandsanschläge **612**, **622** wirken mit den Chassis-Rotationseinrichtungenanschlägen **28**, **30** zusammen, um einen positiven Stopp für die Nockenwellenrotation zu schaffen. Zugeordnete

elektronische Einrichtungen erfassen den Stillstandszustand des Schlauchlademotors **550** und unterbrechen die Stromzufuhr zu diesem, wenn sich die Nockenwellen-Stillstandsanschlüsse **612, 622** während eines anfänglichen Indexzyklus der Schlauchladeanordnung in Berührung mit den Chassis-Rotationseinrichtungsanschlüssen **28, 30** befinden, woraufhin die Schlauchladeeinrichtung **550** in Kombination mit dem Schlauchlade-Codierer **702, 704, 705** von den Rotationseinrichtungsanschlüssen **28, 30** zurückzählt und unter der Steuerung von zugeordneter Software die Stromzufuhr zu dem Schlauchlademotor **550** unterbricht, bevor die Stillstandsanschlüsse **612, 622** mit den Chassis-Rotationseinrichtungsanschlüssen **28, 30** in Berührung treten.

[0192] In Richtung von den Nockenwellen-Stillstandsanschlüssen **612, 622** nach außen dienen die Schlauchladeklinken-Steuerflächeneinrichtungen **614, 624** zum Betätigen der Schlauchladeklinken **514**. Zusätzlich dazu weist jede der Schlauchladeklinken-Steuerflächeneinrichtungen **614, 624** eine Verriegelungsfläche **616, 626** auf, die dazu dient, einen zweiten, starr angebrachten Hubfolger zu aktivieren, der der Schlauchlade-Vorgelegewelle **512** zugeordnet ist, um dadurch eine positive Fixierung der zugeordneten Elemente zu schaffen, wenn die Vorgelegewelle **512** das Ende ihrer Bewegung erreicht.

[0193] Außerhalb von den Klinken-Steuerflächeneinrichtungen **614, 624** befinden sich die Ventillade-Steuerflächeneinrichtungen **618, 628**. Diese Steuerflächeneinrichtungen dienen zum Heben der Ventile **512, 514** während des Ladevorgangs aus der Schlauchleitung **8** heraus. Die Ventillade-Steuerflächeneinrichtungen erzielen diese Hubbewegung in Zusammenarbeit mit den Ventilladefortsätzen **440**, wie dies vorstehend beschrieben wurde.

[0194] Ganz außen auf der Nockenwelle **510** befinden sich die Sensorarm-Steuerflächeneinrichtungen **630, 632**. Die stromabwärtige Sensorarm-Steuerflächeneinrichtung **630** weist eine einzige Oberfläche auf und ist betriebsmäßig dazu ausgebildet, den stromabwärtigen Sensorarm anzuheben oder abzusenken.

[0195] Bei der stromaufwärtigen Sensorarm-Steuerflächeneinrichtung **632** handelt es sich jedoch um eine zusammengesetzte Sensoreinrichtung, die eine Sensorarm-Betätigungsfläche **634** aufweist und außerhalb davon sowie einstückig damit die Gleitklemmen-Ladekurbel **650** aufweist.

[0196] Alle der Nockenwelle **510** zugeordneten Steuerflächeneinrichtungen sind durch Spiralstifte an dieser befestigt, die quer durch die Naben der verschiedenen Steuerflächeneinrichtungen sowie durch die Nockenwelle **510** hindurch getrieben sind.

[0197] Die Schlauchlade-Vorgelegewelle **510** stützt alle der Ladeelemente ab, die in Verbindung mit der Platzierung des Schlauchs **5** in der Schlauchleitung **8** vorgesehen sind. Zusätzlich dazu dient die Vorgelegewelle zum schwenkbaren Abstützen von weiteren Elementen, die mit anderen Geschwindigkeiten als die Schlauchladeklinken **514** angetrieben werden. Ganz innen entlang der Vorgelegewelle **512**, wobei ganz innen den Bereich näher bei dem Chassis **14** bezeichnet, befinden sich die oberen Backenklinken **652, 654**.

[0198] Die oberen Backenklinken sind in eine obere Position vorgespannt, und zwar mittels wendelförmiger Vorspannfedern **656**, die um die Vorgelegewelle **512** gewickelt sind und mit ihrem einen Ende an den Torsionsfederanschlüssen **45** und **47** eingehakt sind, die den Schlauchlade-Vorgelegewellenöffnungen **44, 46** zugeordnet sind. Das andere Ende der Vorspannfeder **656** ist an dem jeweiligen oberen Backenträger **652, 654** eingehakt.

[0199] Jeder der oberen Backenträger **652, 654** weist ferner einen sich nach vorn erstreckenden Armbereich **658** auf, der ein nach unten gerichtetes Ende **660** besitzt. Der sich nach vorn erstreckende Armbereich **658** ist in Kombination mit einer Verbindungsstange **662** der oberen Backe dazu ausgebildet, die obere Pumpenbacke **220** abzustützen.

[0200] Die sich nach unten erstreckenden Enden **660** der oberen Backenträger **652, 654** bilden ferner eine spezielle Schlauchlade-Spitzenform, wie dies in der Beschreibung der Schlauchladeklinken **514** beschrieben ist.

[0201] Rückwärts von dem sich nach vorn erstreckenden Armbereich **658** ist ein Federschlitze **664** in dem oberen Backenträger **652, 654** ausgebildet und betriebsmäßig dazu ausgebildet, die zugehörigen Torsionsfedern **656** darin festzuhalten. Ferner ist in den oberen Backenträgern **652, 654** ein gegabelter zentraler Bereich **667** ausgebildet, der dazu ausgebildet ist, die Verriegelungseinrichtungen **668** des oberen Backenträgers in dem Zwischenraum des gegabelten zentralen Bereichs **667** des zugeordneten oberen Backenträgers **652, 654** festzuhalten.

[0202] Rückwärts von dem zentralen Bereich **667** ist in einem Steuerflächenfolgerarm **670** des oberen Backenträgers eine Steuerflächenfolgeröffnung **672** des oberen Backenträgers ausgebildet, die dazu ausgebildet ist, die Steuerflächenfolger **674** des oberen Backenträgerarms aufzunehmen. Die Steuerflächenfolger **674** der oberen Backe sind in den Steuerflächenfolgeröffnungen **672** der oberen Backe verschiebbar festgehalten und durch eine Vorspannfeder **675** entgegen den Schlauchladeklinken-Steuerflächeneinrichtungen **614, 624** vorgespannt.

[0203] Der Zweck hiervon besteht darin, daß falls ein Schlauch **5** unter der oberen Backe **220** oder den Klinken **514** fehlerhaft geladen wird, ein der Position der oberen Backe **220** zugeordneter Sensor in Kombination mit einem Schlauchlade-Codierer **702, 704, 705**, der der Schlauchlademotorankerwelle **701** zugeordnet ist, feststellt, daß die obere Backe **220** und die Vorgelegewelle **514** ihre Bewegung beendet haben, während der

Schlauchlademotor seine Rotationsbewegung fortsetzt, während der Freiraum zwischen dem Steuerflächenfolgerarm **670** des oberen Backenträgers und dem sich radial erstreckenden Sitz **676** des Steuerflächenfolgers **674** der oberen Backe geschlossen wird.

[0204] Eine elektronische Erfassungsschaltung zeichnet diese Differenz-Bewegung auf und veranlaßt den Schlauchlademotor **550** zum Umkehren seiner Rotationsbewegung, so daß die obere Backe **220** und die Schlauchladeklinken **514** geöffnet werden und dadurch der Schlauch **5** ausgestoßen wird.

[0205] Zum Gewährleisten einer abschließenden feststehenden Ausrichtung der oberen Backe **220** und der anderen Anordnungen, die von der Vorgelegewelle **514** angetrieben werden, bewegt sich der Verriegelungsfolger **668** auf den Verriegelungsflächen **616**, **626** der Schlauchladeklinken-Steuerflächeneinrichtung oder der Vorgelegewellen-Antriebssteuerflächeneinrichtung **614**, **624** nach oben und wird relativ zu dem oberen Backenträgerarm **652**, **654** mittels Stellschrauben **680** verstellbar fixiert. Die oberen Backenträger werden an der Vorgelegewelle **512** mittels Spiralstiften fixiert, um eine gemeinsame Rotation derselben hervorzurufen.

[0206] Wie in **Fig. 16** zu sehen ist, befinden sich in Richtung von den oberen Backenträgerarmen nach außen die Ventildfederfesthalteeinrichtungen **450**. Außenseitig von den Ventildfederfesthalteeinrichtungen **450** befindet sich die innerste der Schlauchladeklinken **514**, wie dies vorstehend erläutert worden ist.

[0207] Der stromaufwärtige und der stromabwärtige Sensorträgerarm **690** sind der Vorgelegewelle **512** zugeordnet sowie um diese drehbar. Da der Schlauch **5** vollständig in die Schlauchleitung **8** geladen werden muß, bevor die zugeordneten Sensoren zur Anwendung kommen, wird der Sensorträgerarm **690** durch eine separate und verzögerte Steuerflächeneinrichtung in Bezug auf die Wirkung der restlichen Komponenten betätigt, die an der Vorgelegewelle **512** angebracht sind. Jedem der Sensorträgerarme **690** ist ein sich nach unten erstreckender Sensorarm-Steuerflächenfolger **692** zugeordnet, dem eine nach unten vorgespannte Feder **694** zugeordnet ist.

[0208] An einem zentralen Bereich des Sensorträgerarms **690** sowie in im wesentlichen gegenüberliegender Berührung mit der Sensorarm-Steuerflächeneinrichtung **630**, **632**, befindet sich die Sensorarm-Öffnungsfeder **696**, bei der es sich bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel um eine Blattfeder handelt. Diese Anordnung erlaubt sowohl das Öffnen als auch das Schließen der Sensoranordnung, die dem stromaufwärtigen oder dem stromabwärtigen Sensorträgerarm **690** zugeordnet ist, jeweils mittels einer einzigen Steuerflächeneinrichtung.

[0209] Wie in **Fig. 16** zu sehen ist, weist der Sensorarm **690** ferner ein vorderes gegabeltes Ende **698** auf, das in Kombination mit einem durch diesen hindurch geführten Sensorhandhabungsstift **799** betriebsmäßig dazu ausgebildet ist, die zugeordnete Sensor-Unteranordnung abzustützen.

DER SCHLAUCHLADE-UNTERANORDNUNG ZUGEORDNETE SENSOREN

[0210] Wie vorstehend erwähnt, ist dem Sensorarm **690** der Schlauchlade-Unteranordnung eine Vielzahl von Sensoren zugeordnet. Bei dem stromabwärtigsten dieser Sensoren handelt es sich um die Ultraschall-Luffassungsvorrichtung oder Wandlervorrichtung **728**, wie diese in **Fig. 22** dargestellt ist. Der Ultraschallwandler **728** wirkt zusammen mit einem zweiten Wandlerelement, das sich in der stromabwärtigen Auflageplatte **500** befindet, wie dies vorstehend beschrieben worden ist. Der Ultraschallwandler **728** ist in einem zusammengesetzten schwenkbaren Gehäuse **720** untergebracht.

[0211] Dieses Sensorgehäuse **720** weist einen in Längsrichtung gespaltenen Gehäusekörper auf, der einen Wandlerhohlraum **724** beinhaltet. Ferner weist das Gehäuse **720** einen im wesentlichen horizontal, axial verlaufenden Aufhängungsschlitz **722** auf, der wiederum einen ovalen Verbindungsring **725** besitzt, der durch eine im wesentlichen ovale und sich in Längsrichtung erstreckende Sensorarm-Stiftfesthalteeinrichtung **723** gebildet ist. Der Aufhängungsschlitz **722** dient zum Festlegen des Sensorhandhabungsstifts **799**, während der Sensoranordnung **720** eine Bewegung vorwärts und rückwärts in Relation dazu ermöglicht wird.

[0212] Die Sensoranordnung **720** ist ferner festgelegt durch den vertikal angeordneten Sensorarm-Schwenkschlitz **578** in Kombination mit dem Sensorgehäuse-Hubstift **721**, der in Hubstiftöffnungen **726** und **746** unter Ermöglichung einer vertikalen axialen Bewegung desselben festgehalten ist, so daß der Sensor **720** über die Oberseite des Schlauchs **5** rollen oder gegen diese kippen kann, wenn die Sensorarm-Steuerflächeneinrichtung **630** die im wesentlichen nach unten gehende Bewegung des vorderen gegabelten Endes des Sensorarms **690** auslöst. Diese Fähigkeit zum Rollen über den Schlauch **5** oder umgekehrt dazu zur Ausführung einer Kippbewegung in Bezug auf den Schlauch **5** ermöglicht dem Sensorgehäuse **720**, in im wesentlichen vertikalen Druckkontakt mit dem Schlauch **5** zu gelangen.

[0213] Dadurch kann der Schlauch gleichmäßig über die Frontseite des zugehörigen Sensors ausgelegt oder gedehnt werden, so daß sowohl ein volumetrisches Gefälle als auch ein Belastungsgefälle in dem Schlauch **5** unter dem zugehörigen Sensor eliminiert wird und dadurch wiederum die Ansprechgenauigkeit des dem Gehäuse **720** zugeordneten oder mit diesem verbundenen Sensors verbessert wird. Im wesentlichen alle der Sensoren, die dem Sensorarm **690** zugeordnet sind oder von diesem betätigt werden, führen die vorstehend beschriebene Bewegung aus, um das vorstehend erläuterte Resultat zu erzielen.

[0214] Der nächste Sensor, der sich innenseitig von dem Luffassung-Ultraschallwandler **720** befindet, ist

der stromabwärtige Drucksensor, der in dem Gehäuse **734** angeordnet ist. Der eigentliche Sensor weist eine ziemlich standardmäßige Vollbrückenordnung an einem Biegeträger **740** auf. Der Biegeträger **740** wird durch einen Erfassungsfuß **730** betätigt, der eine im wesentlichen halbkugelförmige Spitze **738** aufweist.

[0215] Die halbkugelförmige Spitze **738** ist von einer konischen Erweiterung des Gehäuses **734** umgeben. Die Biegebarkeit des Biegeträgers **740** wird durch einen Sitzstift **742** und eine Versteifungseinrichtung **744** in Verbindung mit einer Sensorfuß-Befestigungseinrichtung **743** kontrolliert.

[0216] Die halbkugelförmige Fußspitze **738** weist in Kombination mit einer konischen umfangsmäßigen Umschließung derselben zur Erzielung von maximaler Genauigkeit das Erfordernis auf, daß die Kombination aus der Fußspitze **738** und der konischen Umschließung in einer im wesentlichen senkrechten Ausrichtung zu dem Schlauch **5** auf diesem plaziert wird, wobei dies unter Verwendung einer zusammengesetzten Kippenanordnung erreicht wird, wie dies vorstehend beschrieben worden ist, die dem Wandlergehäuse **720** zugeordnet ist, wie dies in **Fig. 21** gezeigt ist.

[0217] Bei diesem Sensor, der sich an den Ultraschalldetektor **720** anschließt, wird dessen Kippbewegung durch den Hubstift **721** und den ovalen Kippenschlitz **722** des Wandlergehäuses **720** hervorgerufen.

[0218] Der entsprechende stromaufwärtige Drucksensor, der sich in dem Gehäuse **750**, **760** befindet, schafft eine im wesentlichen ähnliche Ausbildung, mit der Abweichung, daß die Kippenanordnung einheitlich mit den Gehäusehälften **750**, **760** ausgebildet ist und der diesen zugeordnete Kippenschlitz als stromaufwärtiger Schlitz **758** bezeichnet wird, der in der stromaufwärtigen Kippenhandhabe **756** gebildet ist, die ovale Einsätze **754** beinhaltet und ferner einen separaten Hubstift **752** aufweist, der sich in einem zugeordneten vertikalen Schlitz **810** in der stromaufwärtigen Auflageplatte **800** bewegt.

[0219] Ferner ist der Schlauchladeanordnung der Schlauchlade-Motorcodierer zugeordnet, wie dieser vorstehend erläutert worden ist. Der Codierer weist ein Codierer-Flügelrad **702** auf, das bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel eine Schlauchlade-Codiererflügelradnabe **702A** und eine Vielzahl von Flügeln **702E** aufweist, wobei dahinter der Schlauchladecodierer-Stützkragen **703** angeordnet ist, der zum Abstützen der optischen Schalter **704**, **705** des Schlauchladecodierers dient und an dem Motor **550** über die Quetschklemme **708** angebracht ist und ferner die gedruckte Schaltungsplatte **707** der optischen Schalter abstützt.

[0220] Die stromabwärtige Auflageplatte **500** dient auch zum Abstützen einer Vielzahl von Temperatursensoren, die aus Thermistoren **754T** und **755T** bestehen, die mittels Dichtungen **760T** an der stromabwärtigen Auflageplatte **500** angebracht sind und durch die Thermistorabstützung **762T** von unten her abgestützt sind.

DIE GLEITKLEMMENLADE-UNTERANORDNUNG

[0221] Die Gleitklemmenlade-Unteranordnung und deren zugehörige Sensoren sind im allgemeinen der stromaufwärtigen Auflageplatte **800** zugeordnet. Die stromaufwärtige Auflageplatte **800** weist eine nach hinten weisende Fluidbarrierenwand **801** auf, die durch Befestigungseinrichtungen mit dem Chassis **14** verbunden ist. Die Fluidbarrierenwand **801** dient zusammen mit der Rückwand des Chassis und der Rückwand der stromabwärtigen Auflageplatte **500** zum wirksamen Abdichten der elektronischen Anordnungen gegen Eindringen von Fluiden.

[0222] In spiegelbildlicher Ausbildung zu der stromabwärtigen Auflageplatte **500** ist auf der stromaufwärtigen Auflageplatte **800** ferner eine Rohrkippschrägung **812** ausgebildet. Mit der im wesentlichen identischen Abschrägung auf der dem Pendler zugewandten Innenseite der stromabwärtigen Auflageplatte **500** trägt die stromaufwärtige Rohrkippschrägung **812** einer Vorwärtsverschiebung des Schlauchs Rechnung.

[0223] Der nach vorn weisende Rand der stromaufwärtigen Auflageplatte **800** bildet ferner eine Vielzahl von Schlauchladeklinken-Aufnahmeschlitzten **803**, die funktionsmäßig mit den Schlauchladeklinken-Aufnahmeschlitzten **582** identisch sind. Ferner weist die stromaufwärtige Auflageplatte eine ähnliche nach vorn weisende Abschrägung wie die Abschrägung **584** der stromabwärtigen Auflageplatte auf.

[0224] Außerdem sind auf der stromaufwärtigen Auflageplatte die stromaufwärtige Ventilaufgabe **805** sowie eine Vielzahl von Schlauchanschlägen **809** mit ähnlicher Funktion wie die Schlauchanschläge **576** ausgebildet, die der stromabwärtigen Auflageplatte **500** zugeordnet sind. Die stromaufwärtige Auflageplatte wird ferner von dem stromaufwärtigen Ende der in dem Träger **807** befindliche Schwenkachse **410** abgestützt.

[0225] Weiterhin ist das stromaufwärtigste Ende der stromaufwärtigen Auflageplatte **800** an ihrem äußeren Umfangsrand mit einer stromaufwärtigen Schlauchfesthalte-Arretiereinrichtung **842** ausgebildet, die funktionsmäßig mit der entsprechenden stromabwärtigen Schlauchfesthalte-Arretiereinrichtung **584** identisch ist und mit dieser zusammenarbeitet. Ferner ist auf der Basis der stromaufwärtigen Auflageplatte **800** eine Gleitklemmen-Ladenut **856** ausgebildet. Diese Nut dient in Kombination mit dem in dem Gleitklemmenträger **814** vorgesehenen oberen Gleitklemmenkanal **824** zum Festlegen der Gleitklemme **895**, durch die sich der Schlauch **5** hindurch erstreckt.

[0226] Ferner ist in dem Gleitklemmenkanal **824** eine Vielzahl von Gleitklemmen-Festlegestiften **824A**, **824B** vorhanden, die dazu dienen, in Kombination mit einer asymmetrischen Gleitklemme **895** eine bevorzugte Orientierung der Gleitklemme **895** zu schaffen und somit, da die Gleitklemme **895** bereits auf dem Schlauch **5**

vorgesehen ist, eine bevorzugte Laderichtung des Schlauchs **5** in die Pumpe **10** zu schaffen.

[0227] Die Gleitklemmen-Ladeanordnung wird von der Nockenwelle **510** angetrieben und durch die Gleitklemmen-Ladekurbel **650** betätigt. In die Gleitklemmen-Ladekurbel **550** ist ein Gleitklemmen-Ladekurbelstift **804** eingesetzt, auf dem eine Gleitklemmen-Betätigungshülse **802** läuft. Die Rotation dieser Kurbel wird in eine im wesentlichen lineare Bewegung umgewandelt, und zwar durch die zusammenarbeitende Bewegung der Gleitklemmen-Betätigungshülse **802** und des Gleitklemmenläufers **815** mittels der Bewegung der Gleitklemmen-Betätigungshülse **802** und der Gleitklemmenläufer-Hülsenauflfläche **813**.

[0228] Der Gleitklemmenläufer **815** sorgt in Zusammenarbeit mit dem Gleitklemmen-Greiferstift **826** für eine im wesentlichen nach vorn und nach hinten gehende Bewegung der Gleitklemmen-Greifer **820**, **830**, die betriebsmäßig dazu ausgebildet sind, die Gleitklemme **895** zu greifen und lösbar festzuhalten.

[0229] Die Gleitklemmen-Greifer **820**, **830** sind in einer wesentlichen scherenartigen Anordnung relativ zueinander vorgesehen und sind in dem Gleitklemmen-Greifergehäuse **832** angeordnet, das betriebsmäßig dazu ausgebildet ist, eine nach vorn und nach hinten gehende Bewegung der Gleitklemmen-Greifer **820**, **830** darin zu ermöglichen.

[0230] Die Schlauchladeklinken dienen ferner zum Anheben der Gleitklemmenabschirmung **811**. Dadurch ist sichergestellt, daß die Gleitklemme **895** nicht unbeabsichtigterweise von der Pumpe **10** entfernt wird, da die Position des Gleitklemmenläufers **815** vorsieht, daß die Abschirmung oder das Schild **811** sich in einer abgesenkten Position befindet, wenn die Pumpe **10** in Betrieb ist, um dadurch ein Entfernen der Gleitklemme aus der Gleitklemmennut **856** auszuschließen.

[0231] Wie vorstehend erwähnt, ist die Gleitklemme **895** dazu ausgebildet, von den Gleitklemmen-Greifern **820**, **830** gegriffen zu werden. Erreicht wird dies durch Zusammenarbeit zwischen der Gleitklemme **895**, in die Arretiereinrichtungen oder greifbare Elemente eingebracht sind, sowie der Gleitklemmenlade-Greiferspitzen **820**, **822**, die im wesentlichen nach Art von Widerhaken ausgebildet sind, um das Festhalten der Gleitklemme **895** sicherzustellen, wenn sich die Greifer im Eingriff befinden.

[0232] Im Betrieb wirkt die Gleitklemmen-Ladeeinrichtung mit der Schlauchladeanordnung zusammen, um ein korrektes Laden des Schlauchs **5** und der zugeordneten Gleitklemme **895** sicherzustellen. Nachdem sich die Schlauchladeklinken **514** um den Schlauch **5** geschlossen haben, schließt sich die Gleitklemmen-Ladeanordnung, genauer gesagt die Gleitklemmen-Greifer **820**, **830**, um die Gleitklemme, die um den Schlauch **5** angeordnet ist und sich in der Gleitklemmennut **856** befindet.

[0233] Wenn sich die Klinken **814** schließen und sich die obere Backe **220** in ihre Betriebsposition nach unten bewegt sowie anschließend an das Absenken der Ventile **412**, **414** zum Abschließen des Schlauchs **5** ziehen die Greifer **820**, **830** die Gleitklemme **895** in die Gleitklemmennut **856** hinein, um dadurch die Gleitklemme zu öffnen, während diese an dem Schlauch **5** vorbeigleitet, der durch die stromaufwärtigen Schlauchanschlüge **844** festgehalten wird.

[0234] Die Steuerflächenanordnung zwischen den Ventillade-Steuerflächenlaufbereichen **120**, **122** und den Schlauchlade-Steuerflächen stellt sicher, daß die Gleitklemme durch eine Umkehrung der vorstehend genannten Bewegung der Gleitklemme **895** in Bezug auf den Schlauch **5** geschlossen wird, bevor der Schlauch in einem Zustand ist, der ein Entfernen desselben aus der Schlauchleitung **8** ermöglicht.

DER GLEITKLEMMEN-LADEEINRICHTUNG ZUGEORDNETE SENSOREN

[0235] Der Gleitklemmen-Ladeeinrichtung sind zwei primäre Sensoren zugeordnet. Der erste dieser Sensoren befindet sich in der stromaufwärtigen Auflageplatte **800** um die Gleitklemmennut **856**. Dieser Sensor wird als Gleitklemmen-Positioniersensor bezeichnet. Der Gleitklemmen-Positioniersensor ist auf der Sensorbasis **880** angeordnet.

[0236] Auf der Sensorbasis **880** sind zwei lichtemittierende Dioden **872** und **876** vorhanden, die in einer vorderen und hinteren Anordnung auf einer ersten Seite der Gleitklemmennut **856** positioniert sind. Den lichtemittierenden Diode **872**, **876** über die Gleitklemmennut **856** hinweg diametral gegenüberliegend befindet sich ein entsprechendes Paar von Fotozellen **870**, **874**. Die Fotozellen **870**, **874** sind ebenfalls in einer vorderen und hinteren Anordnung vorgesehen, so daß sie mit den Dioden **872**, **876** ausgefluchtet sind.

[0237] Die Dioden **872**, **876** emittieren Licht in ein erstes oder übertragendes Paar von Lichtrohren **864**, **868**, die sich auf einer Seite der Gleitklemmennut **856** über die stromaufwärtige Auflageplatte **800** nach oben erstrecken. Die Lichtrohre **868**, **864** enden in inneren Reflexionsflächen **863** mit einem Winkel von 45 Grad, wobei diese Flächen dazu dienen, den Ausgang der Dioden **872**, **876** in quer verlaufende Strahlen quer zu der Gleitklemmennut **856** umzulenken, und zwar auf einer geeigneten Höhe, damit die Strahlen eine in der Nut **856** vorhandene Gleitklemme **895** schneiden.

[0238] Ein entsprechender Satz von empfangenden Lichtrohren **860**, **862** jenseits bzw. gegenüber von den übertragenden Lichtrohren **864**, **868** dient zum Empfangen des von den Dioden **872**, **876** ausgesendeten Lichtstrahls sowie zum Übertragen desselben zu den empfangenden Fotozellen **870**, **874**, um dadurch die Lichtquellen und die Sensoren in Fotokommunikation zu bringen. Die empfangenden Lichtrohre **850**, **862** weisen

ebenfalls innere Reflexionsflächen **863** mit einem Winkel von 45 Grad auf, die zu denen der übertragenden Lichtrohre **864**, **868** entgegengesetzt angeordnet sind.

[0239] Im Betrieb dienen die Gleitklemmensensoren zum Identifizieren sowohl der Position als auch der Anwesenheit einer Gleitklemme **895** in der Gleitklemmenlade-Unteranordnung. Die beiden Sensorsätze, die der äußeren Fotozelle **874** und der inneren Fotozelle **870** entsprechen, arbeiten zusammen, um die Position der Gleitklemme **895** in der Lade-Unteranordnung exakt anzuzeigen.

[0240] Genauer gesagt, es bestimmen die beiden Sensoren **874** und **870** die Lage der Gleitklemme **895** in Abhängigkeit von der nachfolgend genannten Wahrheitstafel, in der hoch einen über die Gleitklemmennut **856** hinweg übertragenen Strahl bezeichnet und niedrig einen Zustand bezeichnet, in dem ein bestimmter Strahl nicht empfangen wird.

	Äußerer Strahl	Innerer Strahl
keine Gleitklemme	hoch	hoch
Klemme vorhanden + offen	niedrig	niedrig
Klemme vorhanden + geschlossen	hoch	niedrig
Klemme nicht vollständig in der Endposition	niedrig	hoch

[0241] Wie aus dieser Tafel zu sehen ist, ermöglicht die Dualität der Sensoranordnung nicht nur eine Detektion der Anwesenheit oder Abwesenheit der Gleitklemme **895** sondern auch eine Feststellung der Position derselben innerhalb der Gleitklemmennut **856**, und da sich der Schlauch **5** in einer feststehenden Position in der Schlauchleitung **8** befindet, wird auch eine Angabe des Zustands der Gleitklemme **895**, nämlich geöffnet oder geschlossen, geschaffen.

[0242] In Verbindung mit der Gleitklemmenlade-Unteranordnung dient ein Mikroschalter **882** in Kombination mit einem Betätigen **882A**, der durch den Kurbelstift **804** betätigt wird, zum Feststellen des Betriebs der Schlauchlade-Nockenwelle **510** mittels des Handrads **600**, wobei zugeordnete elektronische Einrichtungen einen Alarm registrieren, wenn das Handrad **600** gedreht wird.

DAS PUMPENGEHÄUSE

[0243] Bei der letzten der wesentlichen Unteranordnungen, die der Pumpe **10** zugeordnet sind, handelt es sich um das Pumpengehäuse **900**. In allgemeiner Hinsicht ist das Gehäuse **900**, wie auch die Pumpenanordnung **10**, vertikal stapelbar ausgebildet, um in einer alternativen Ausführungsform ein Antreiben einer Vielzahl von Pumpen **10** mittels eines einzigen zugeordneten Steuermoduls zu ermöglichen.

[0244] Das Pumpengehäuse **900** sieht eine Befestigungs- und Fixierstelle für den Motorhalterungsbügel **955** vor, der dazu dient, den Pumpenmotor **24** und den Schlauchlademotor **550** abzustützen, die in elastischen Durchführungstüllen **960**, **965** gehalten sind, denen Rotationsbewegung unterdrückende Vertiefungen **970**, **972** zugeordnet sind, die dazu dienen, die beiden Motoren **24**, **550** sicher zu halten und torsionsmäßige Vibration derselben durch das Zusammenwirken der Vertiefungen **970**, **972** und der entsprechenden, in die Vertiefungen eingreifenden Rippen **972A**, **972B** zu unterdrücken.

[0245] Das Gehäuse **900** besteht ferner aus einem Schlauchleitungs-Zugangsschlitz **904**, der ein stromaufwärtiges Ende **902** und ein stromabwärtiges Ende **901** aufweist, wobei sowohl das stromaufwärtige Ende **902** als auch das stromabwärtige Ende **901** geometrisch dazu ausgebildet sind, Auffangschleifen in dem Schlauch **5** mittels einer nach unten abgewinkelten Orientierung von jedem der Schlauchleitungs-Zugangsschlitzenden **901**, **902** zu bilden.

[0246] Diese geometrische Ausbildung der Schlauchleitungs-Schlitzenden **901**, **902** dient zum Sicherstellen einer Anpassung des Schlauchs **5**, wobei dies dazu dient, ein Eindringen von Fluiden in die Pumpe **10** auf Grund von Leckagen zu verhindern, die in Verbindung mit Fluidzufuhrkomponenten außerhalb von der Pumpe **10** auftreten. Ferner ist in dem Gehäuse **900** eine Zugangsöffnung **906** ausgebildet, in der das Schlauchlade-Nockenwellenhandrad **600** aufnehmbar ist, um auf diese Weise einen Zugang für eine Bedienungsperson zu schaffen.

SCHLUSSBEMERKUNG

[0247] Die vorliegende Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung gibt das derzeit bevorzugte Ausführungsbeispiel wieder und soll den Umfang der vorliegenden Erfindung nicht weiter begrenzen als der Umfang der beigefügten Ansprüche, wobei weitere und äquivalente Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in den beanspruchten Elementen der vorliegenden Erfindung ausdrücklich mit umfaßt sein sollen.

Patentansprüche

1. Infusionspumpe (**10**) für die Zusammenwirkung mit einem Schlauch (**5**), um ein Fluid zu transportieren, wobei in der Pumpe eine Schlauchleitung (**8**) ausgebildet ist,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Pumpe einen Schlauchanwesenheitssensor (**332**) aufweist, der einen ersten Sensorarm (**338**) besitzt, der um eine Achse drehbar ist und der ein Blatt (**340**), das betätigbar ist, um mit dem Schlauch in Eingriff zu kommen, sowie eine Sensorfahne (**342**) aufweist, die dem ersten Sensorarm zugeordnet ist und die betätigbar ist, um einen optischen Schalter (**346**) zu betätigen, wenn der Schlauch mit dem Blatt (**340**) des Sensorarms in Eingriff steht.

2. Infusionspumpe nach Anspruch 1, wobei die Schlauchleitung (**8**) eine stromaufwärtige Seite und eine stromabwärtige Seite aufweist, wobei sich ein zweiter Sensorarm auf der stromaufwärtigen Seite befindet und der erste Sensorarm sich auf der stromabwärtigen Seite befindet.

Es folgen 31 Blatt Zeichnungen

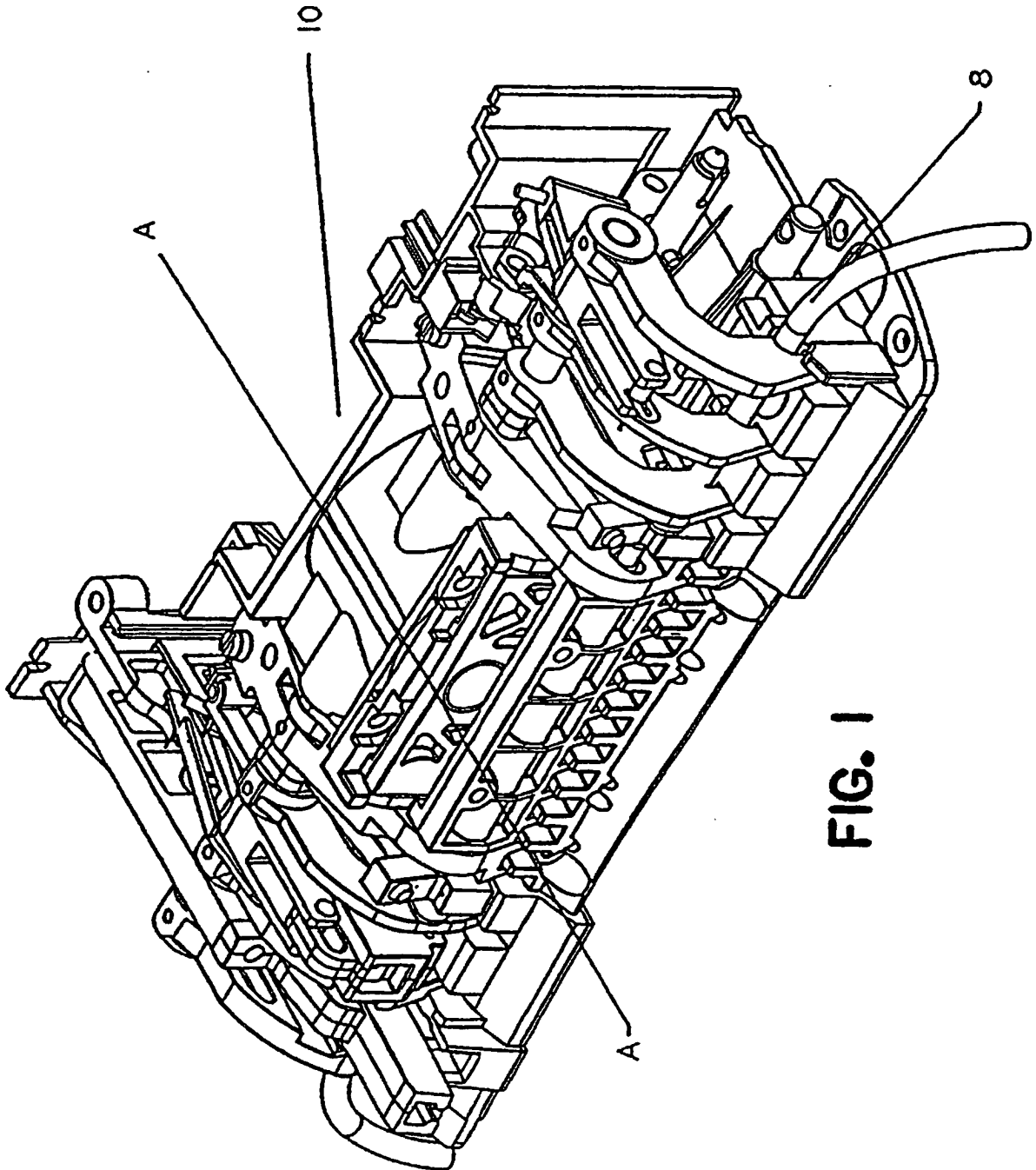


FIG. 1

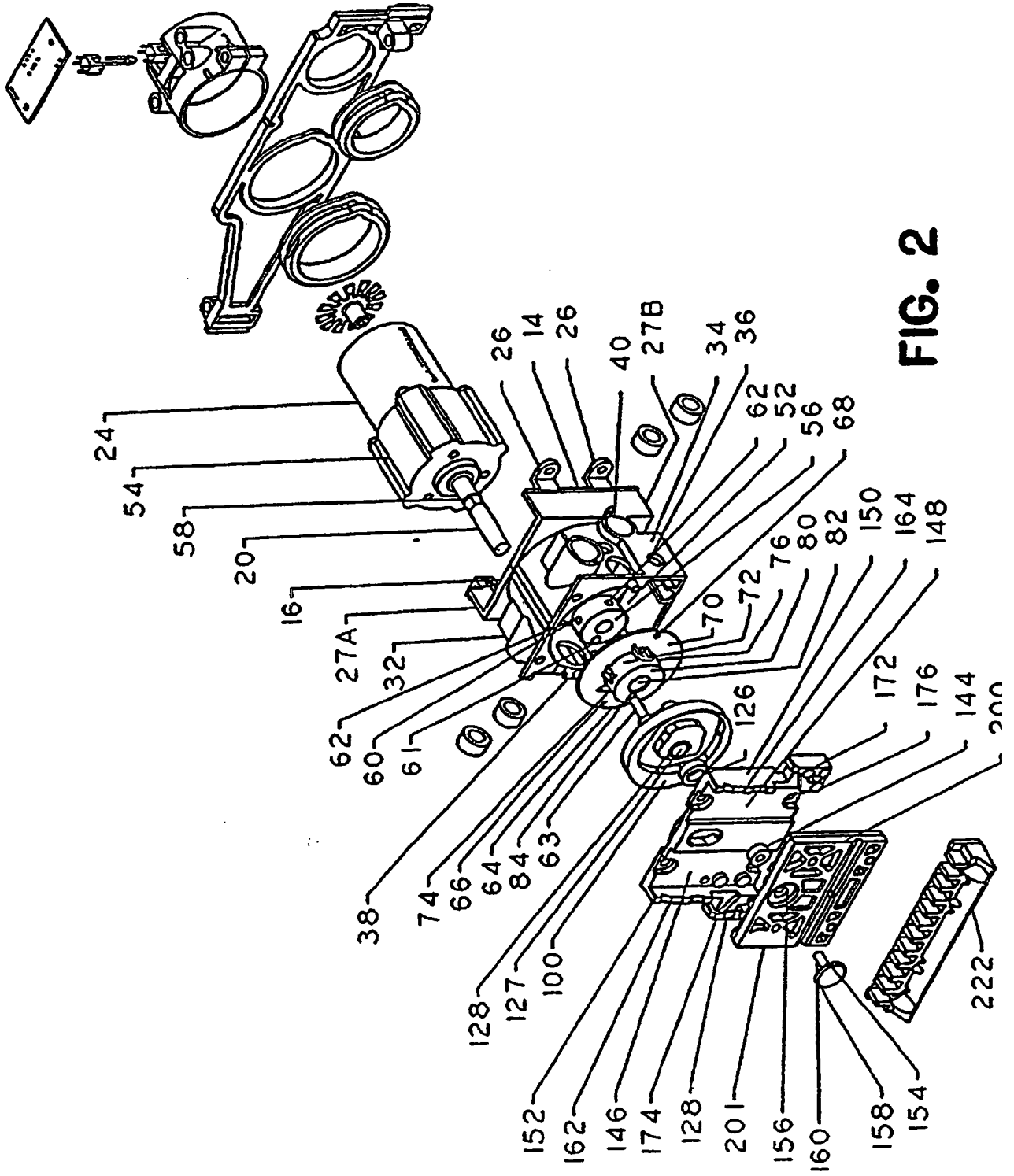


FIG. 2

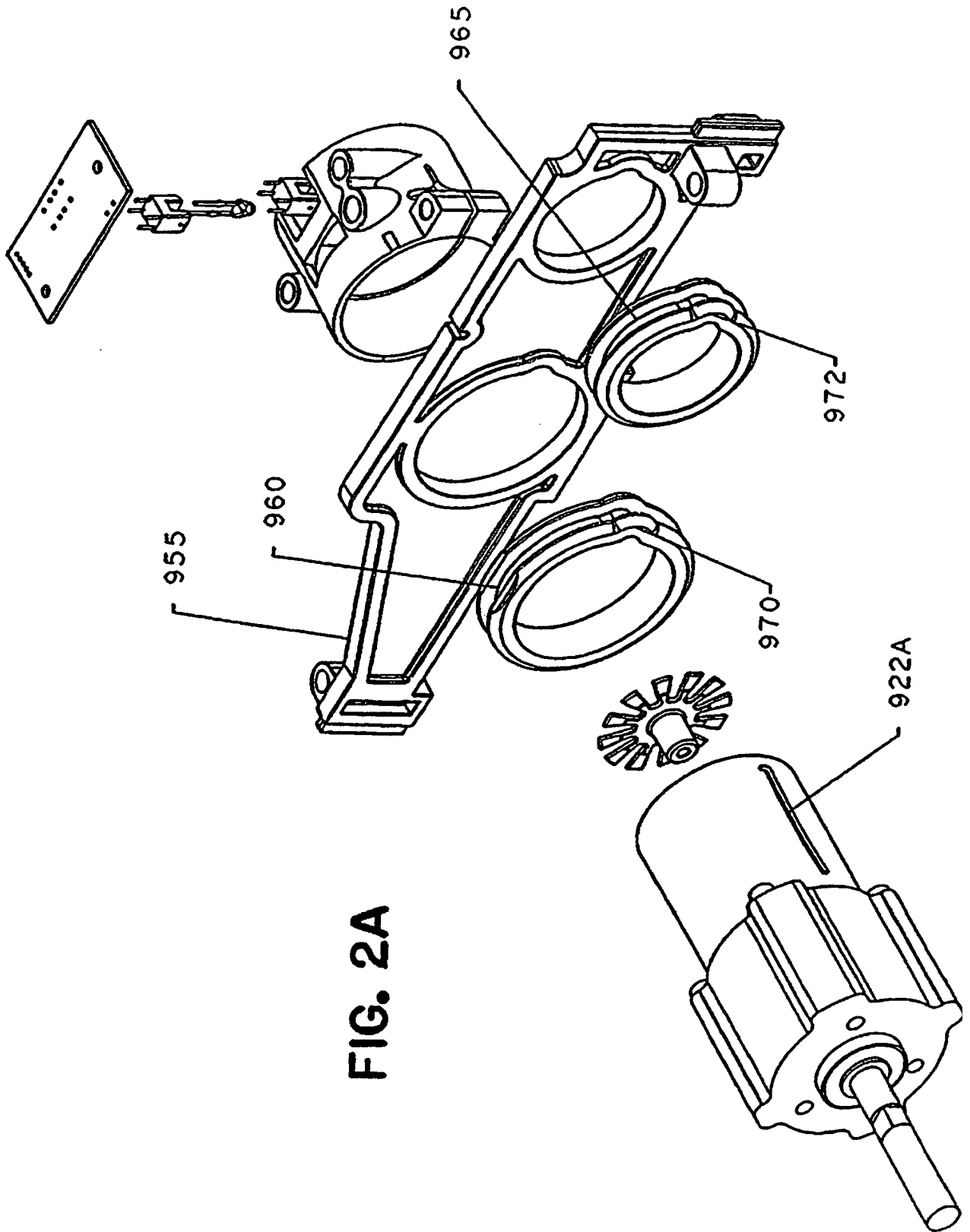


FIG. 2A

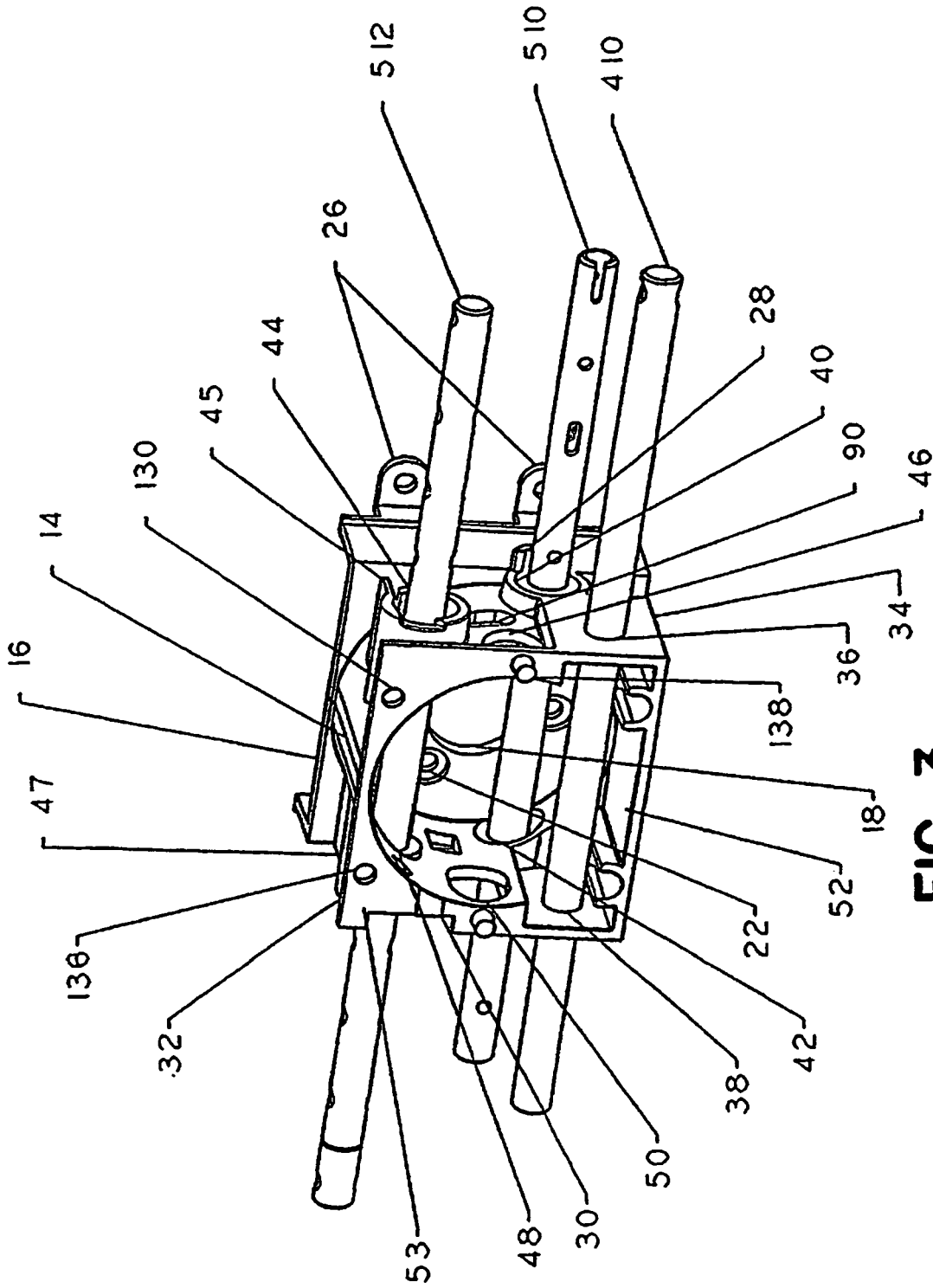


FIG. 3

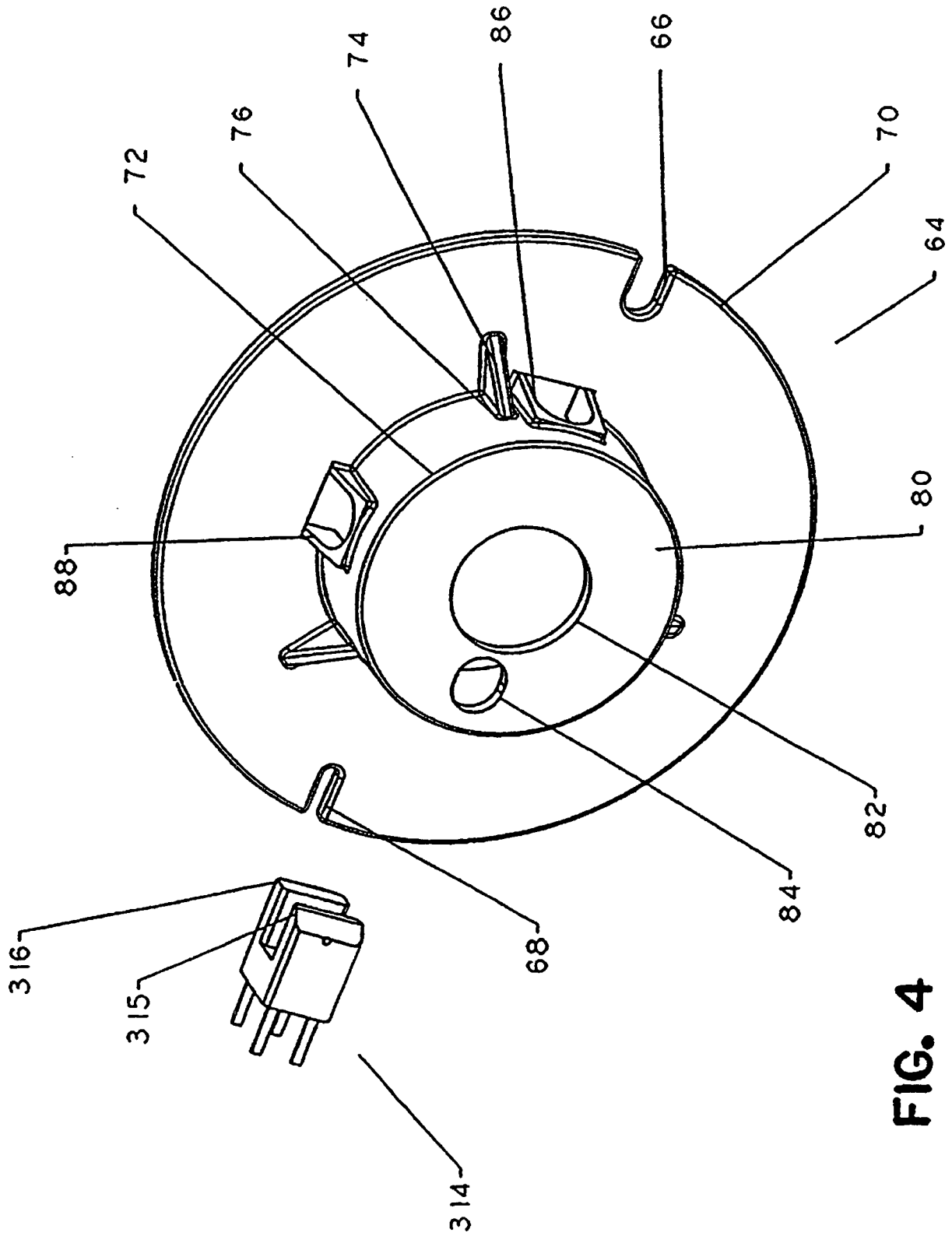


FIG. 4

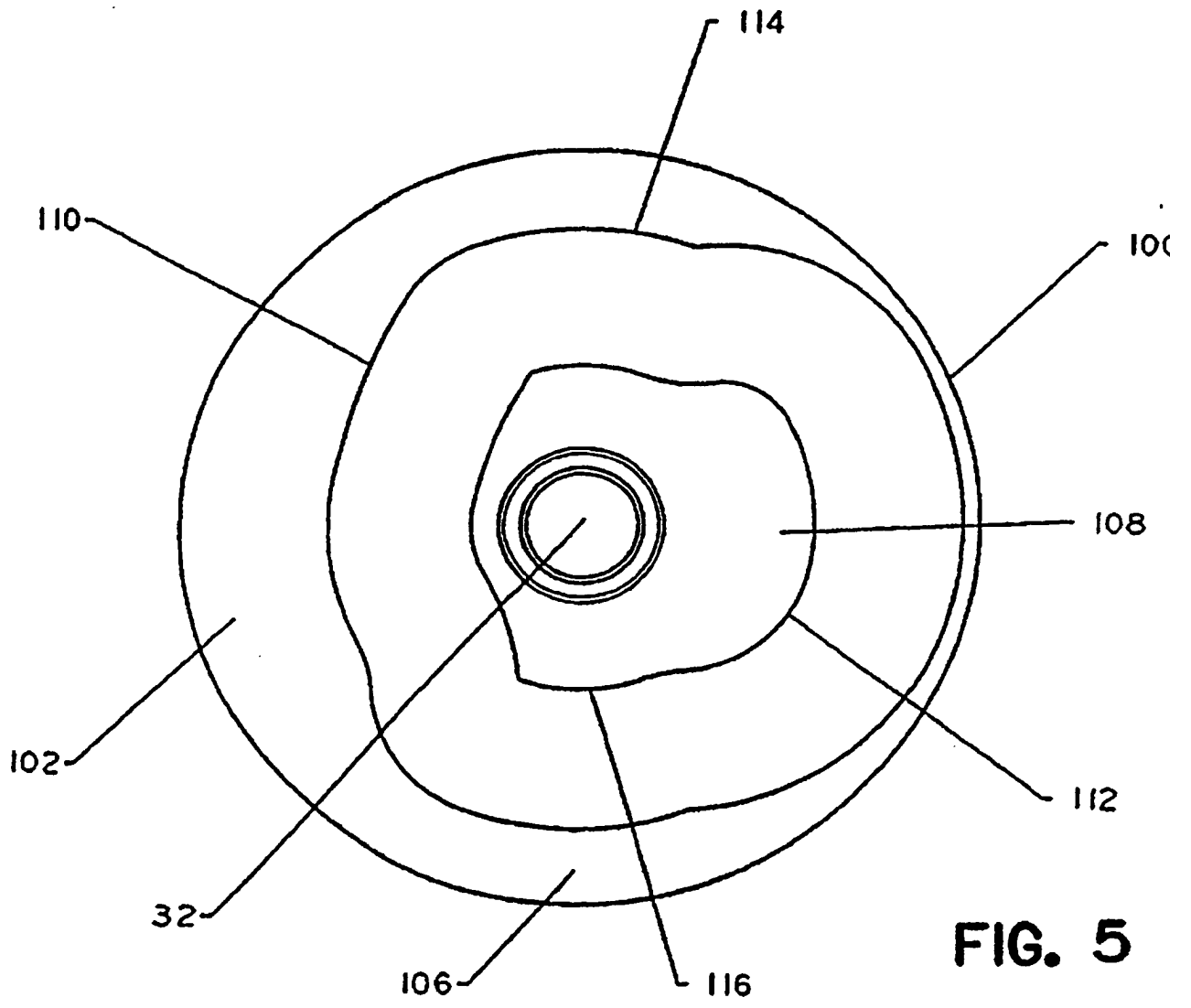


FIG. 5

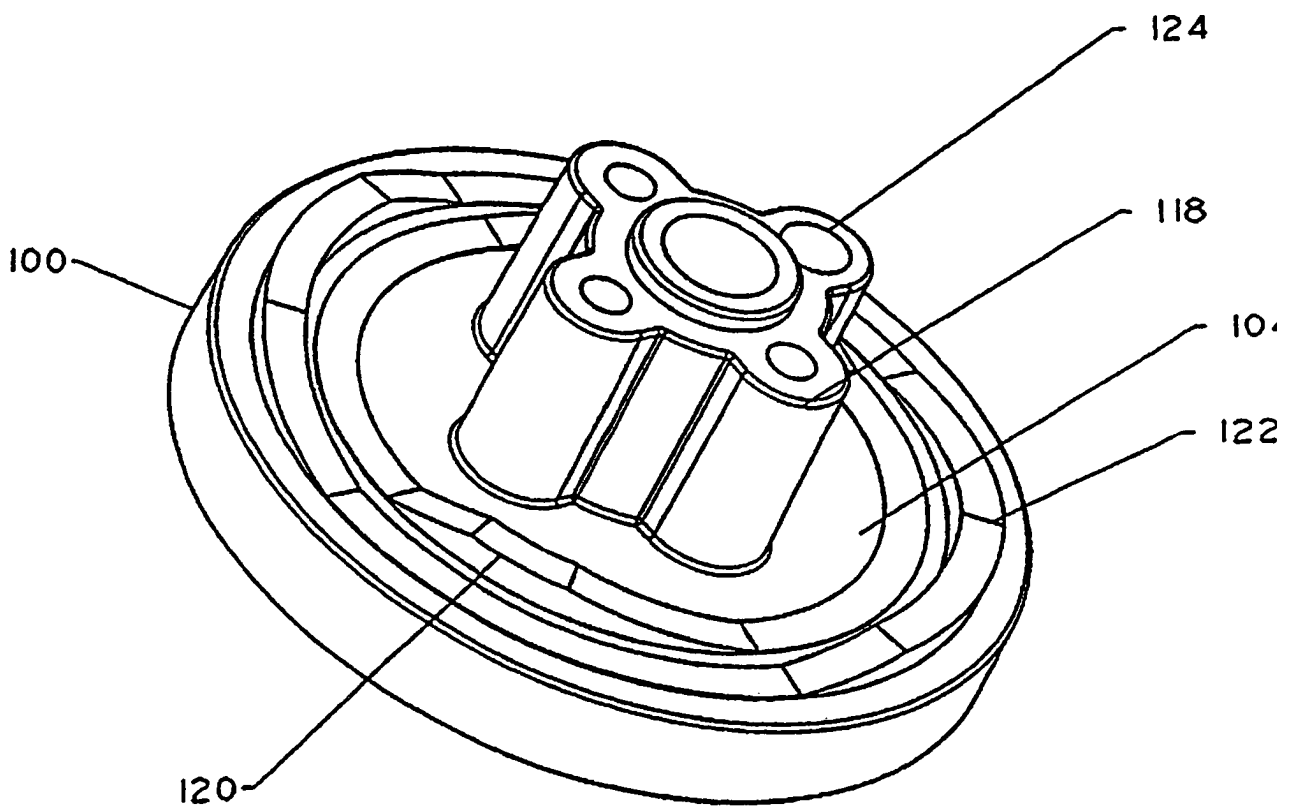


FIG. 6

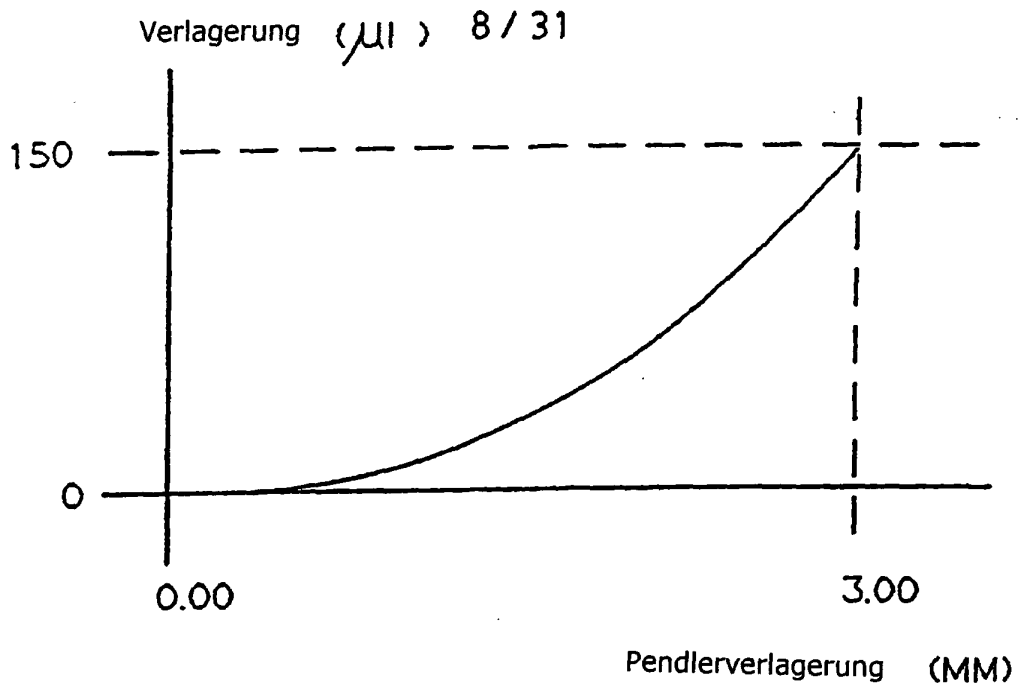


FIG. 7

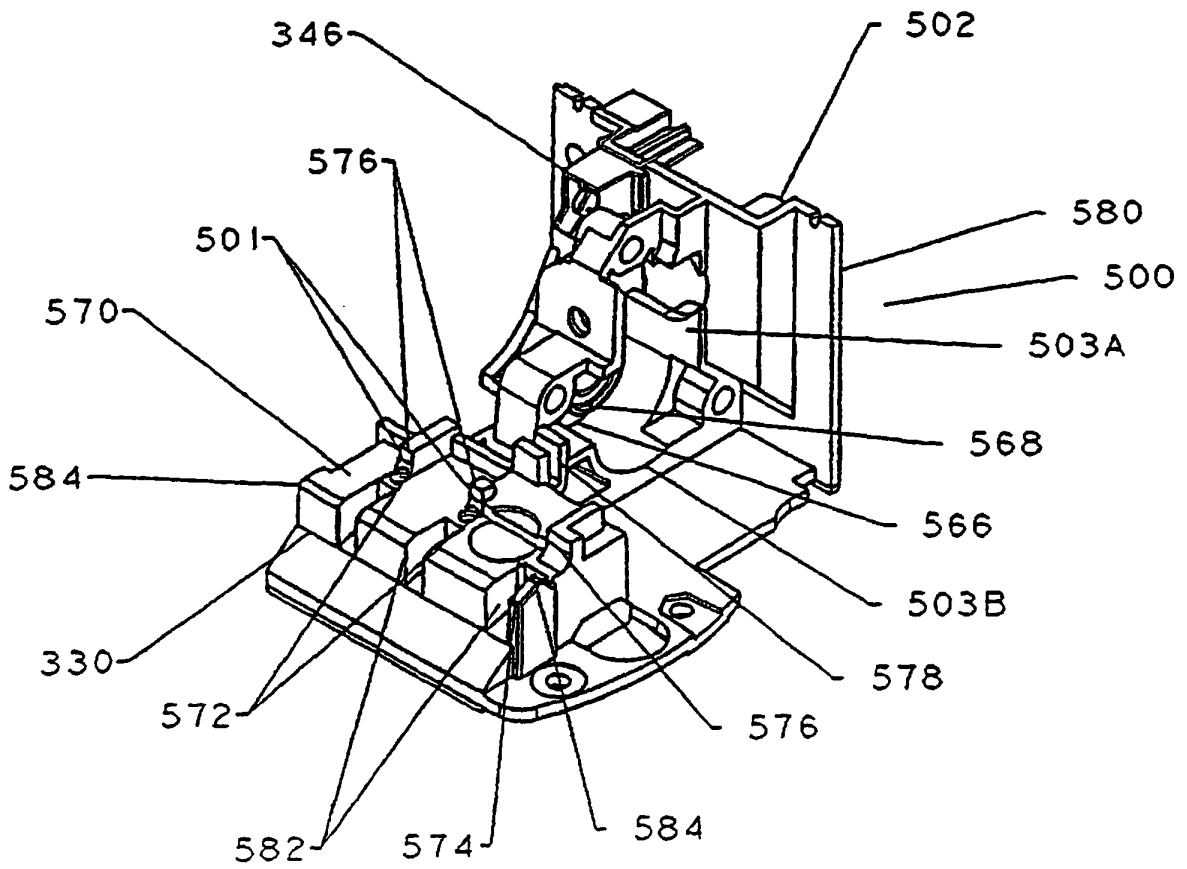


FIG. 8

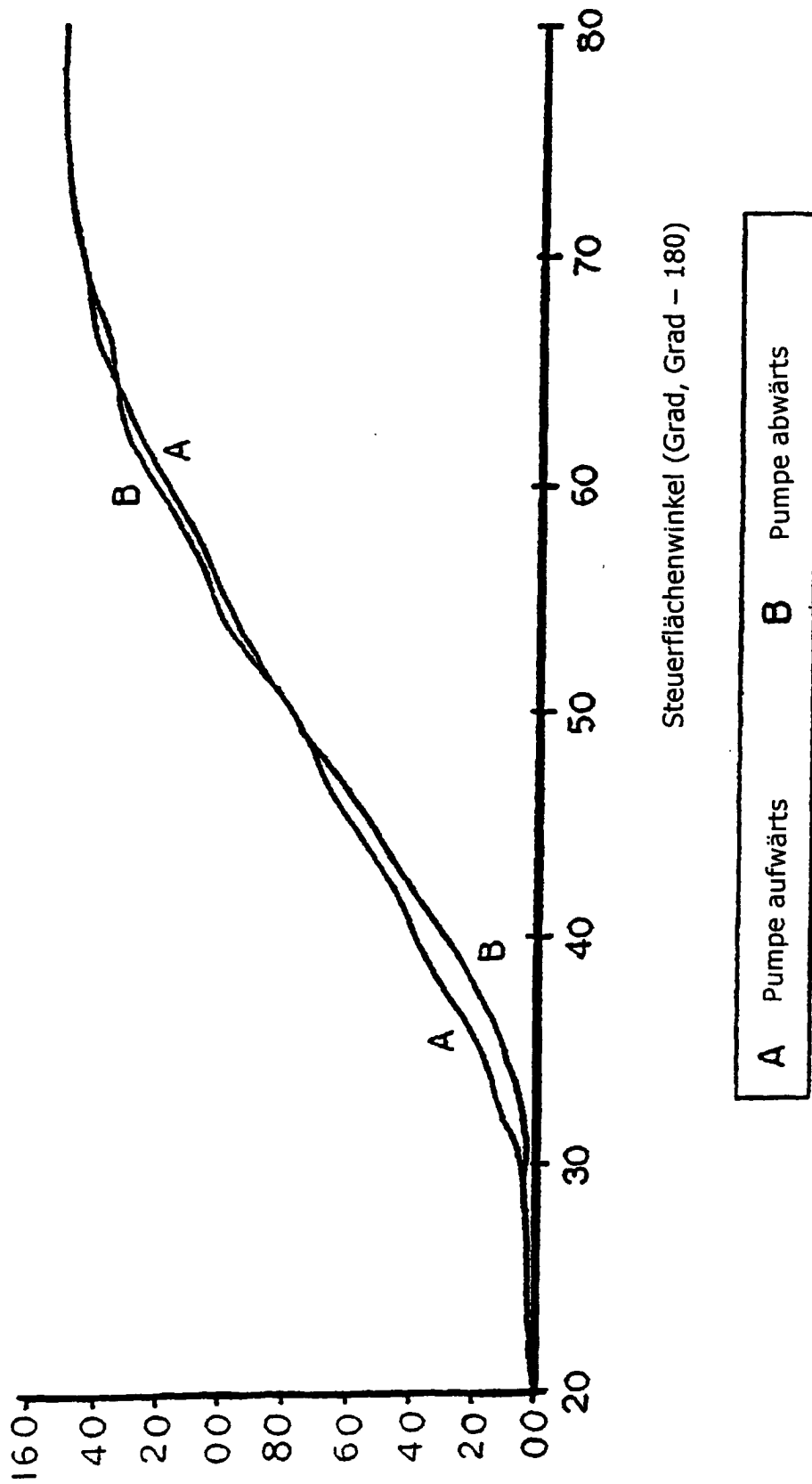
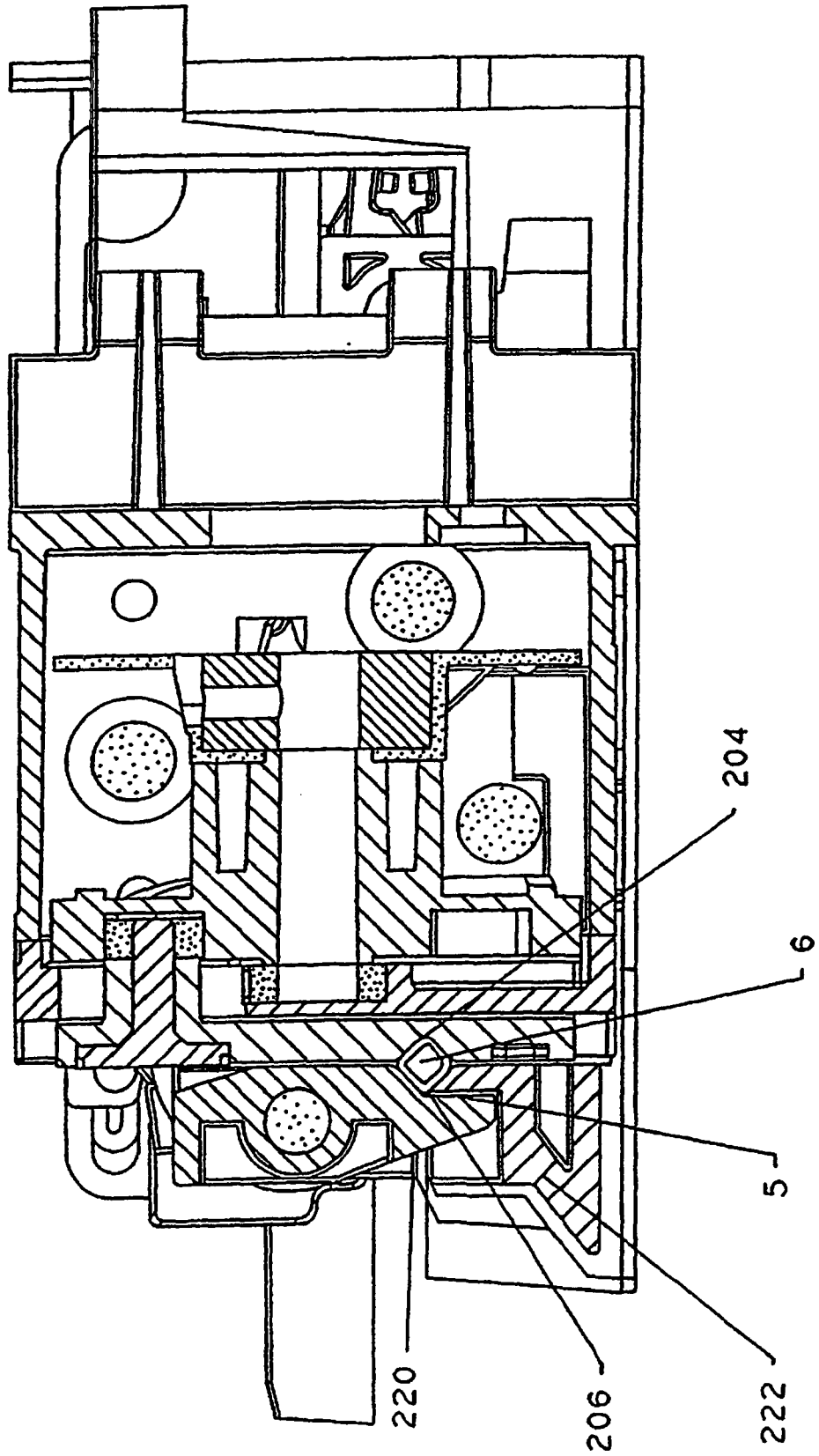


FIG. 9

FIG. 10



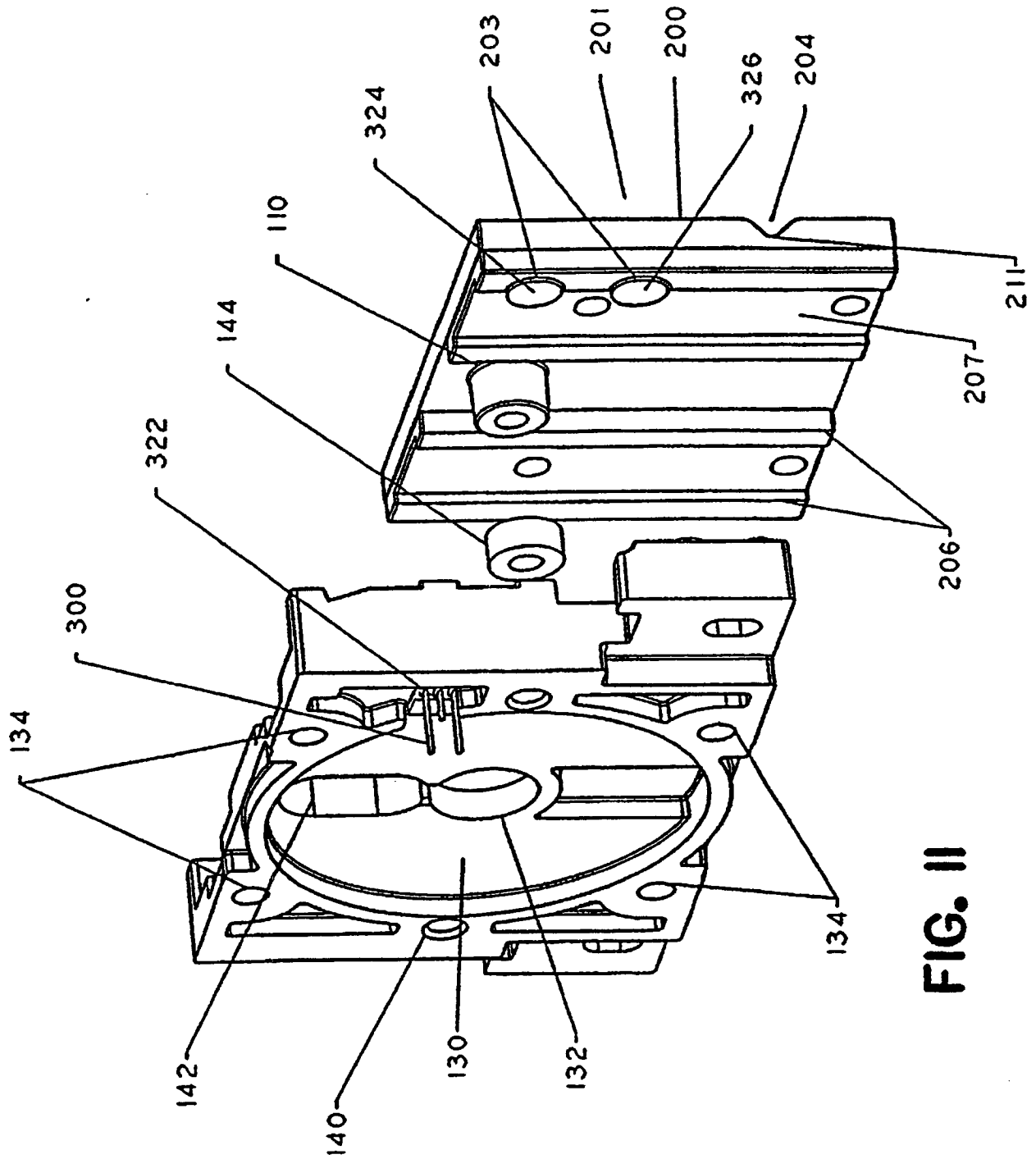


FIG. II

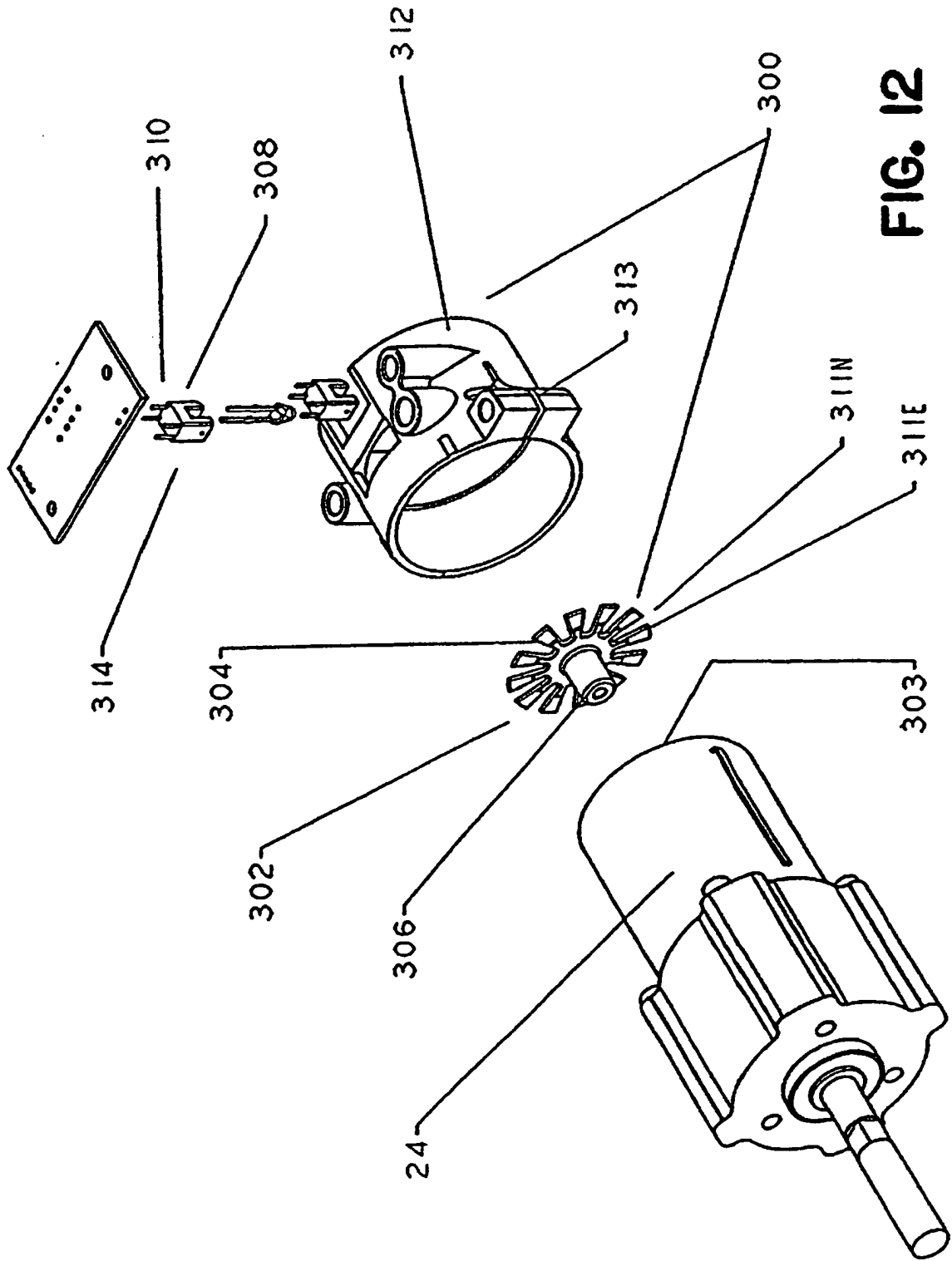


FIG. 12

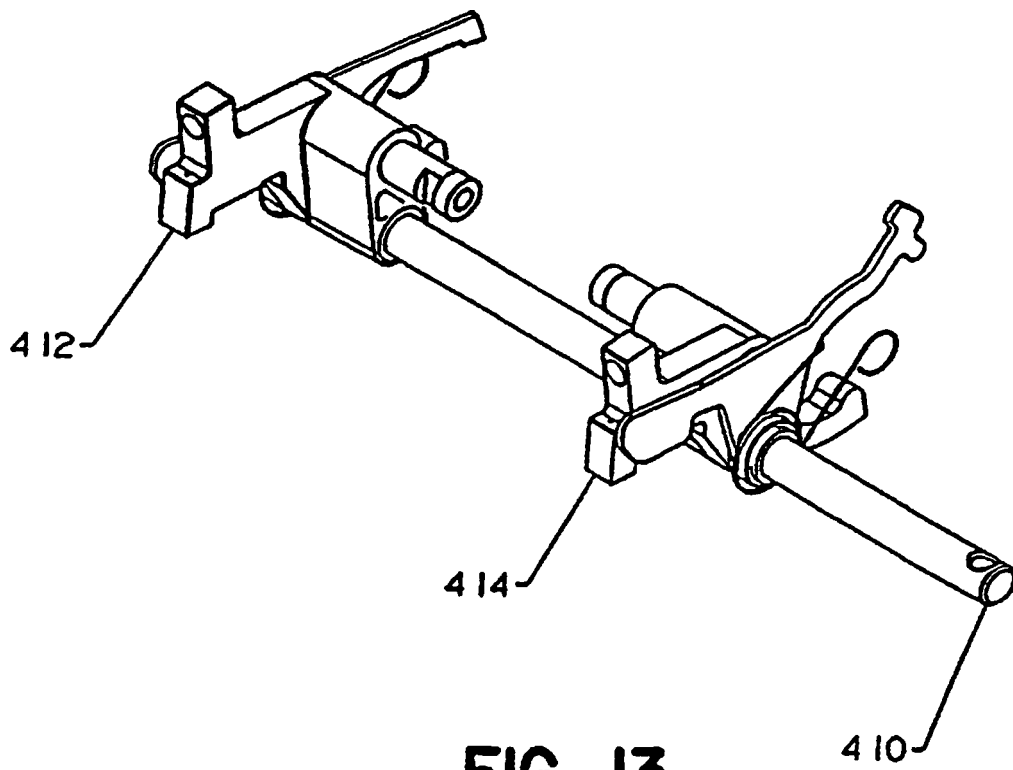


FIG. 13

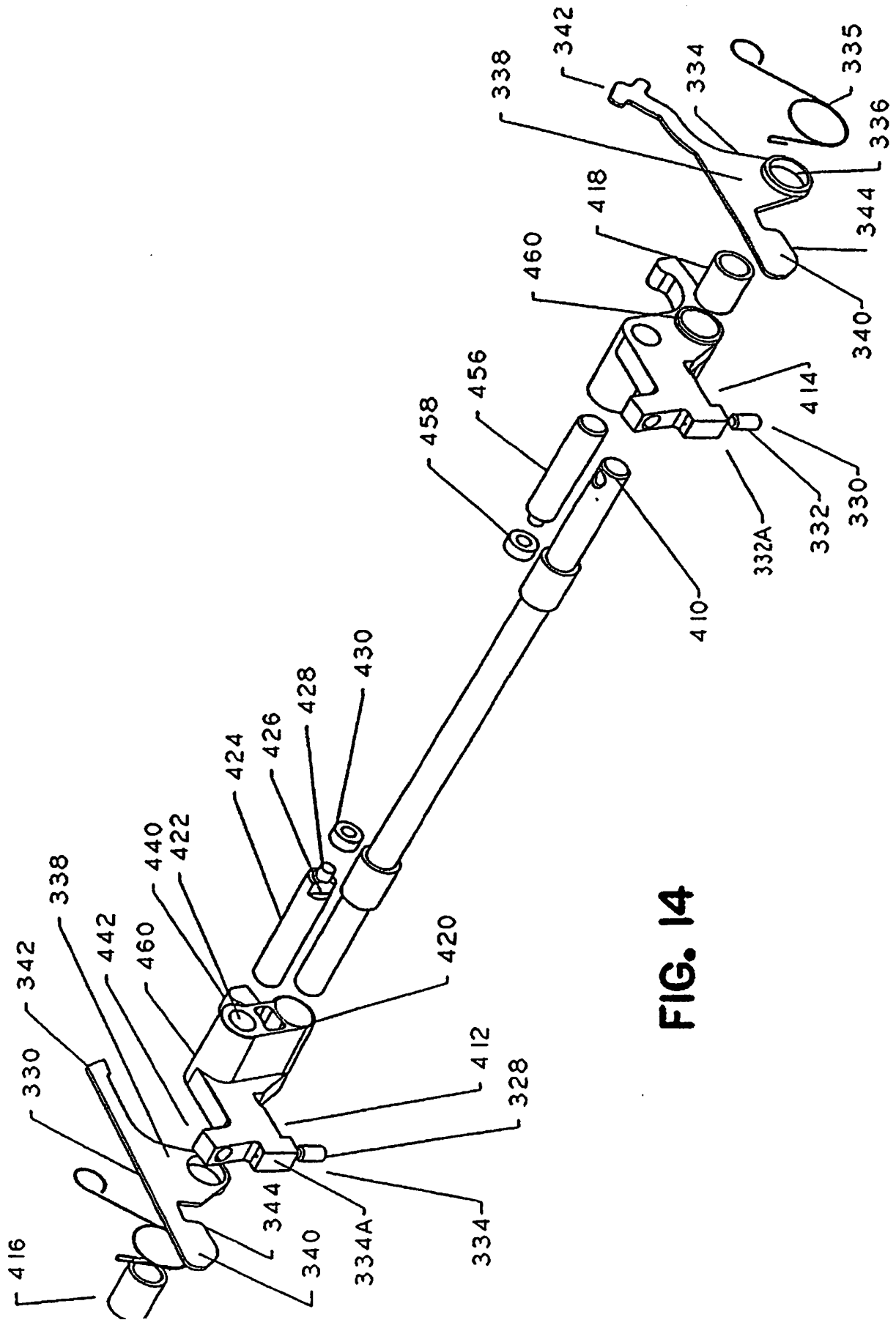


FIG. 14

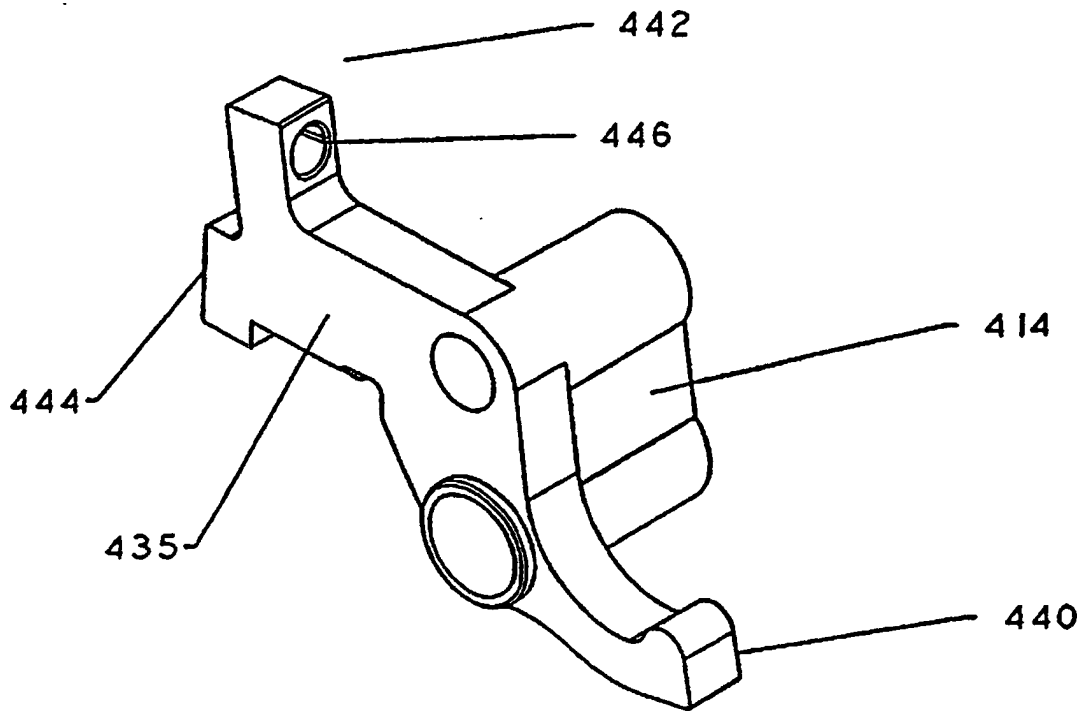


FIG. 15A

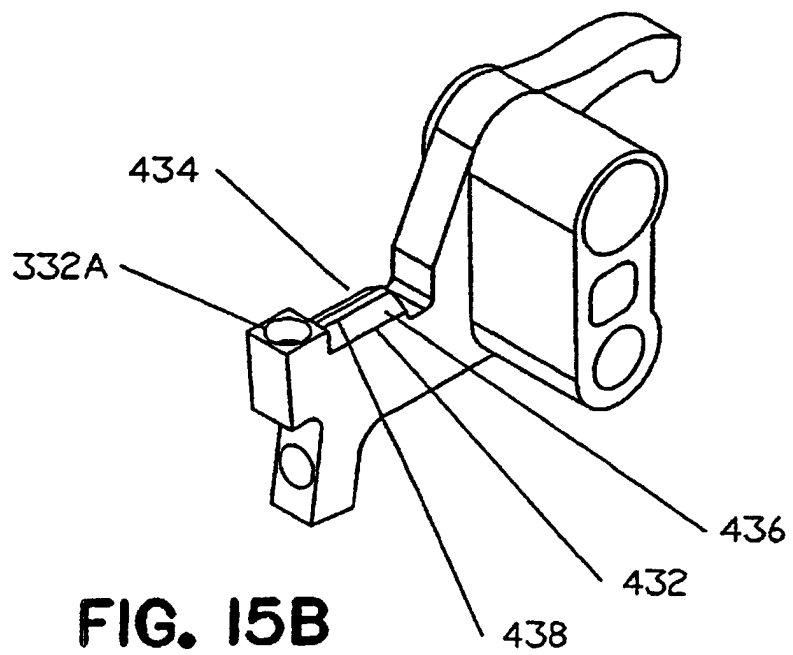


FIG. 15B

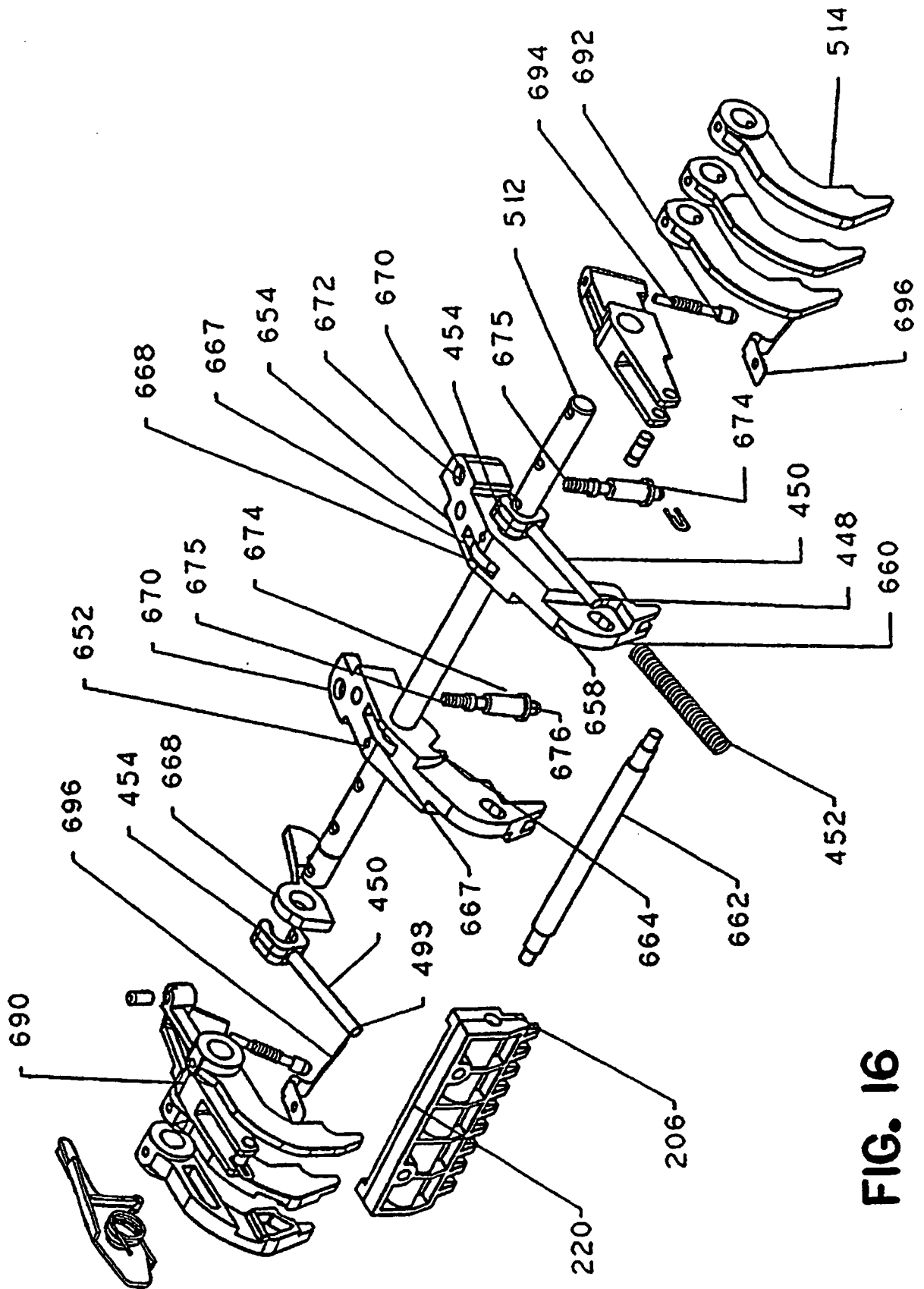


FIG. 16

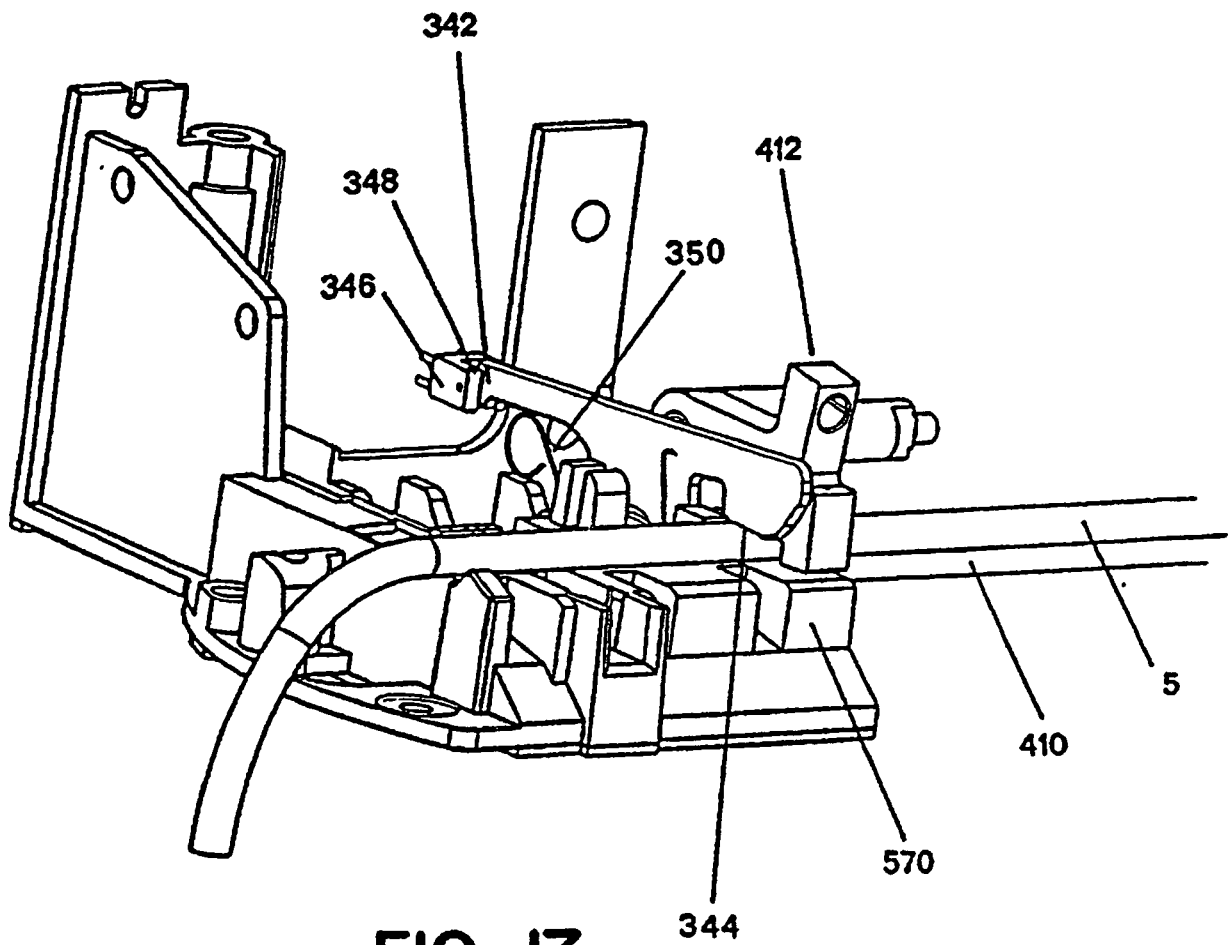


FIG. 17

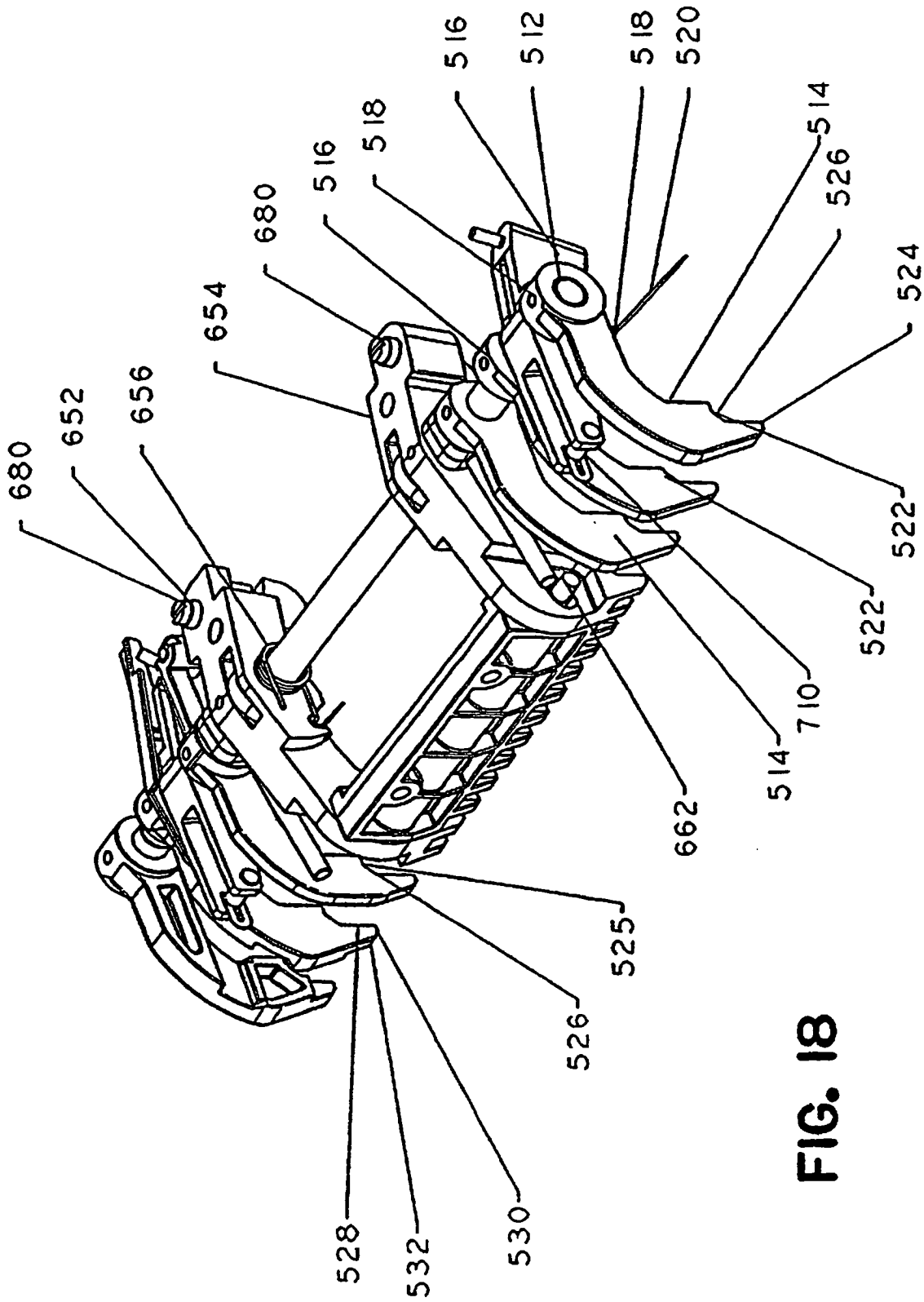


FIG. 18

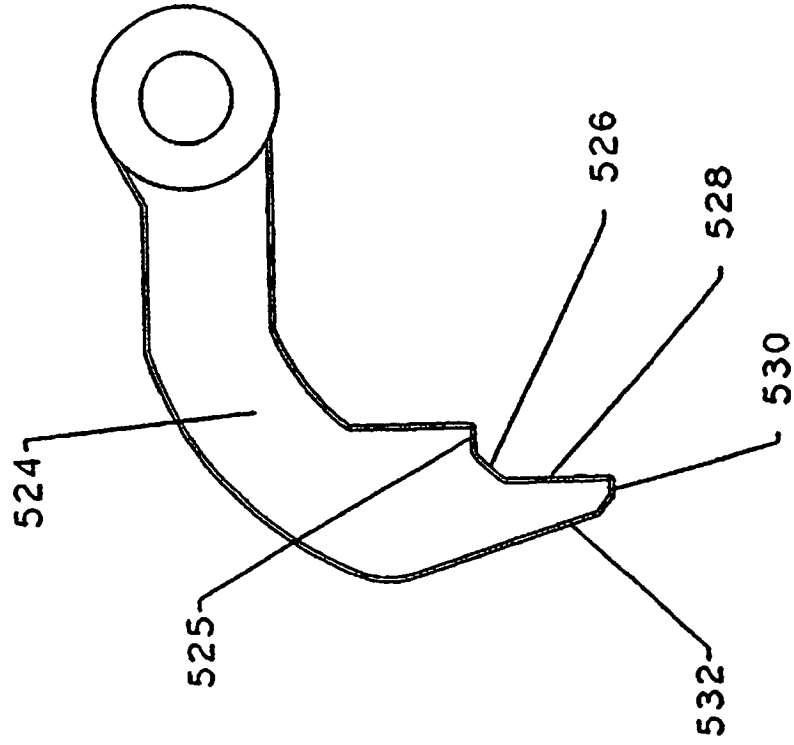


FIG. 18B

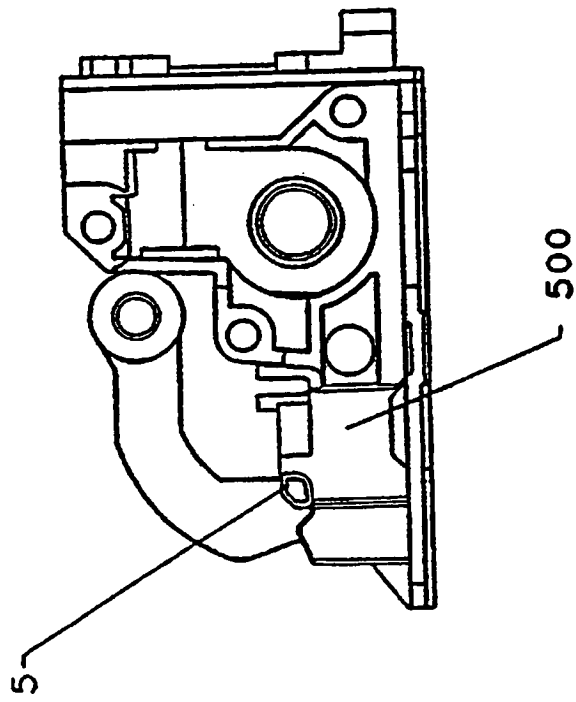


FIG. 18A

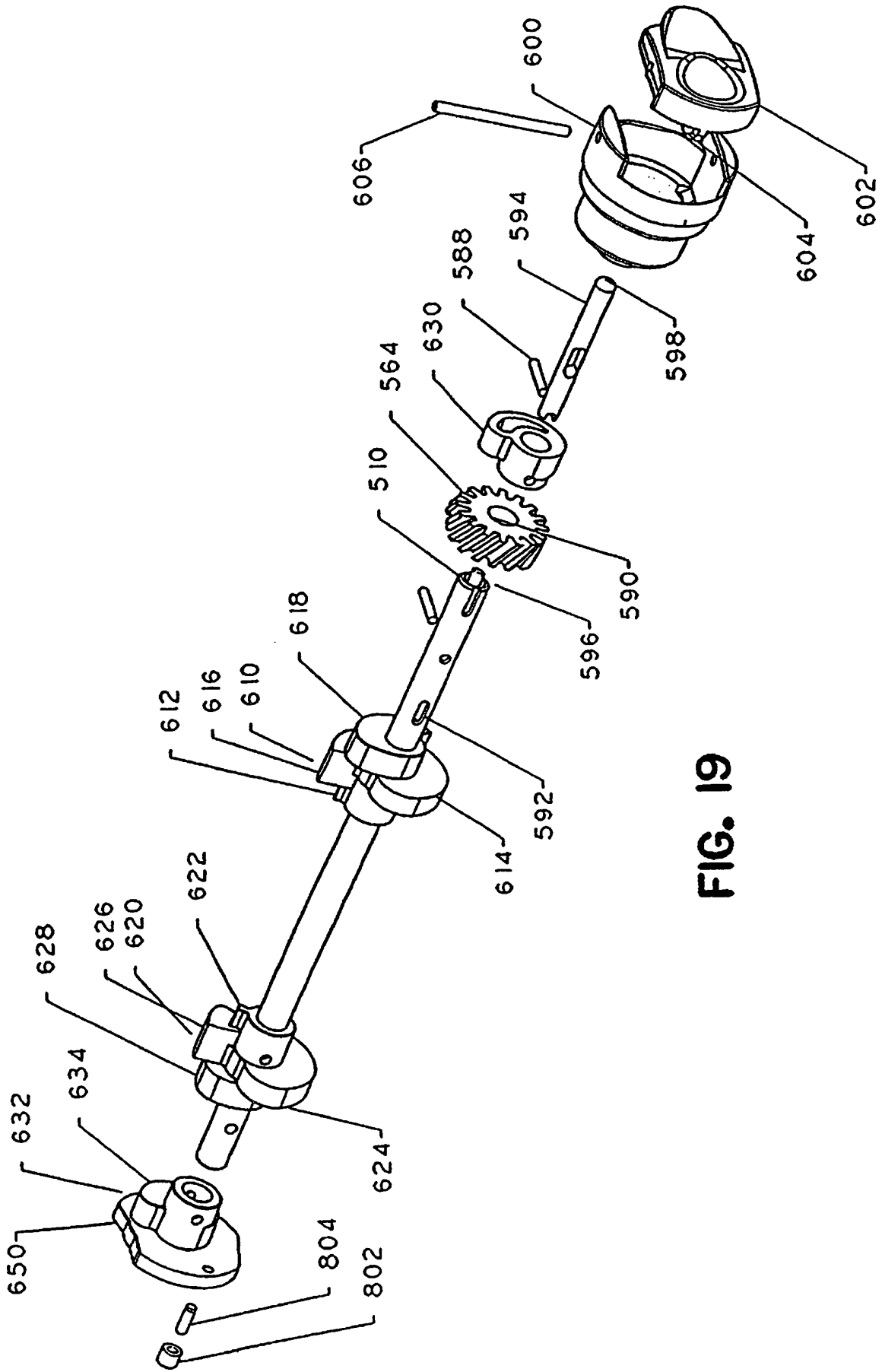


FIG. 19

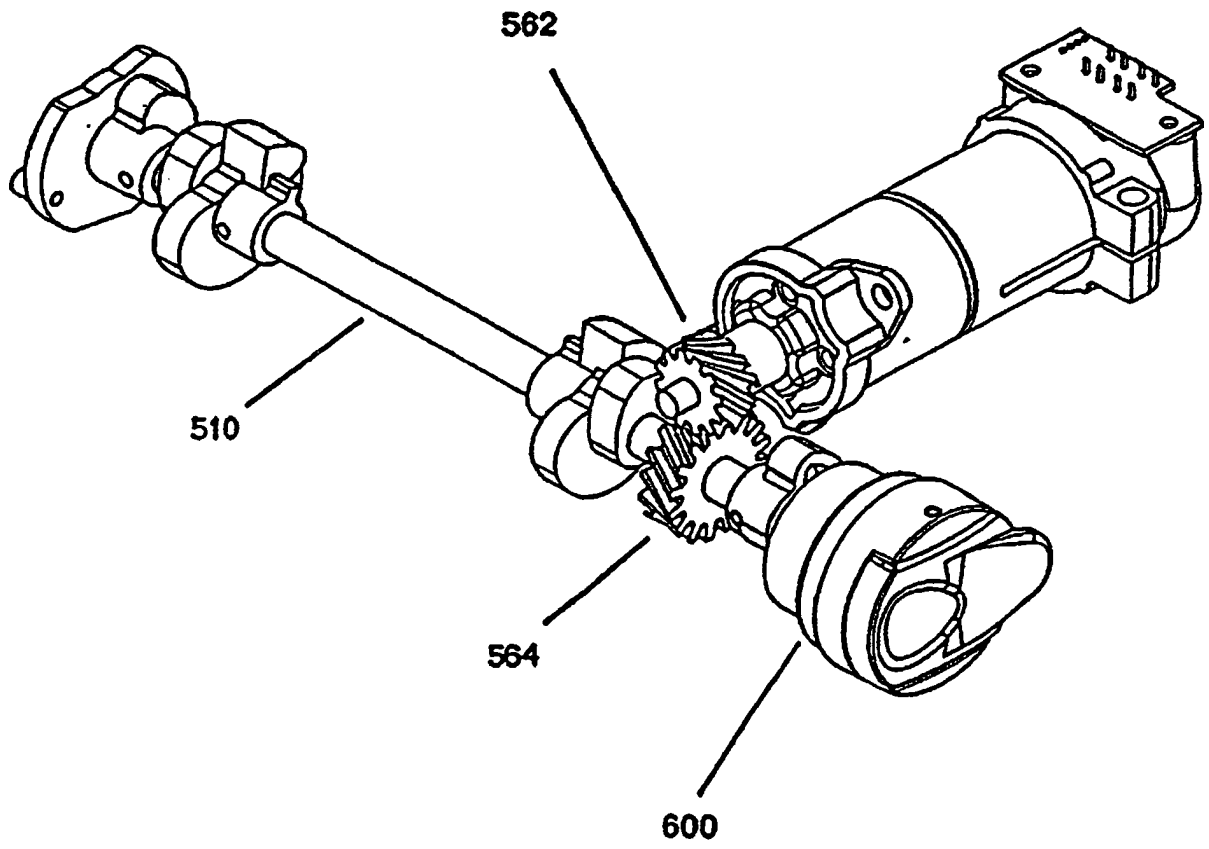


FIG. 19A

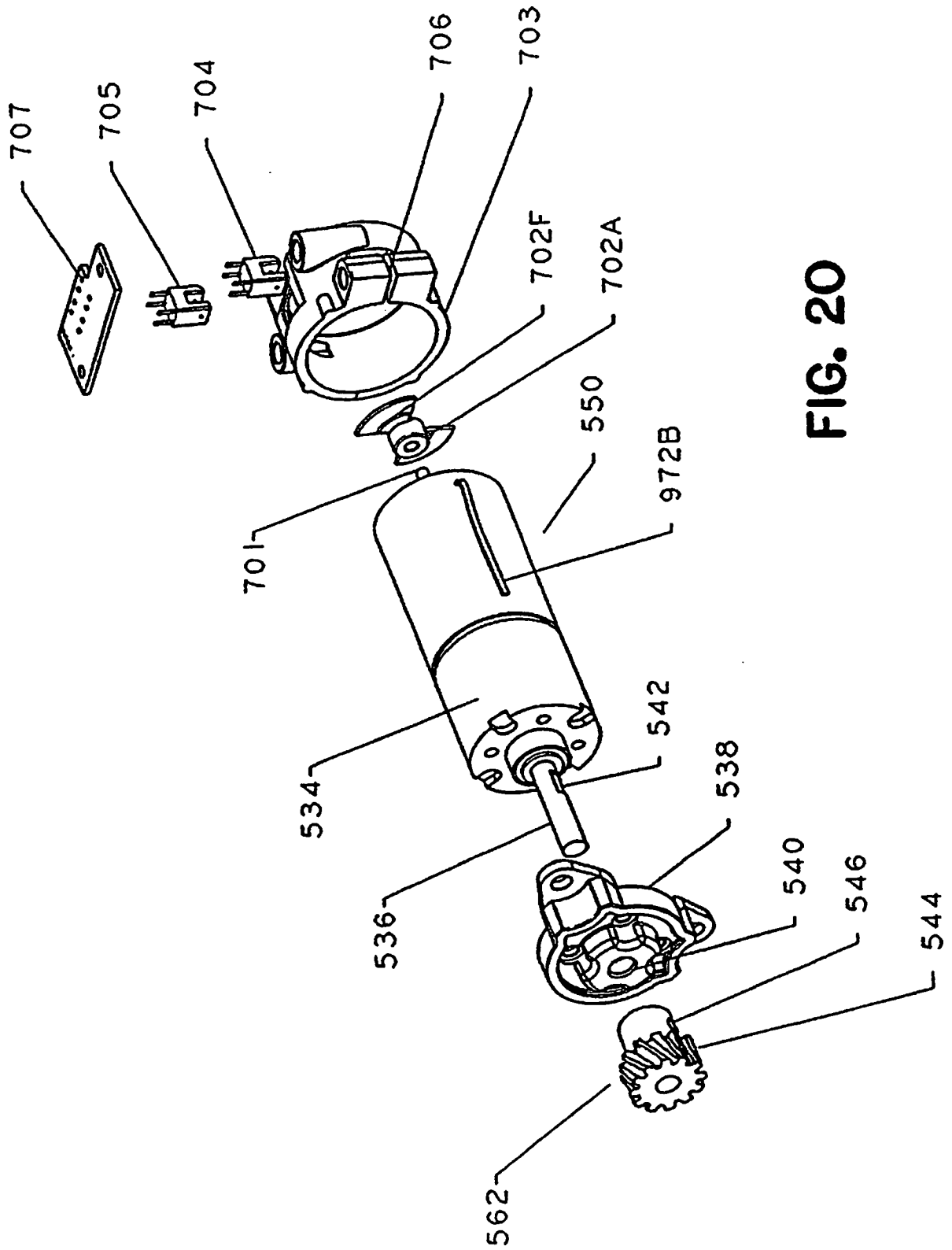


FIG. 20

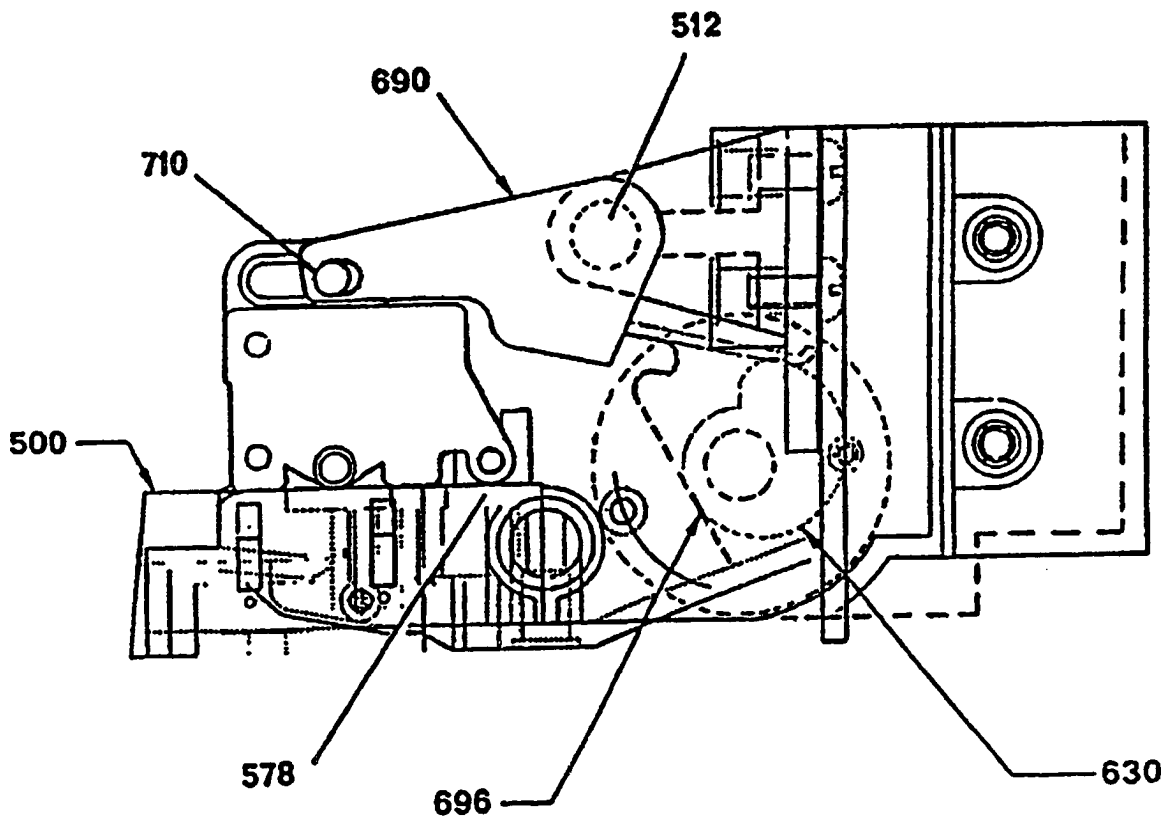


FIG. 21

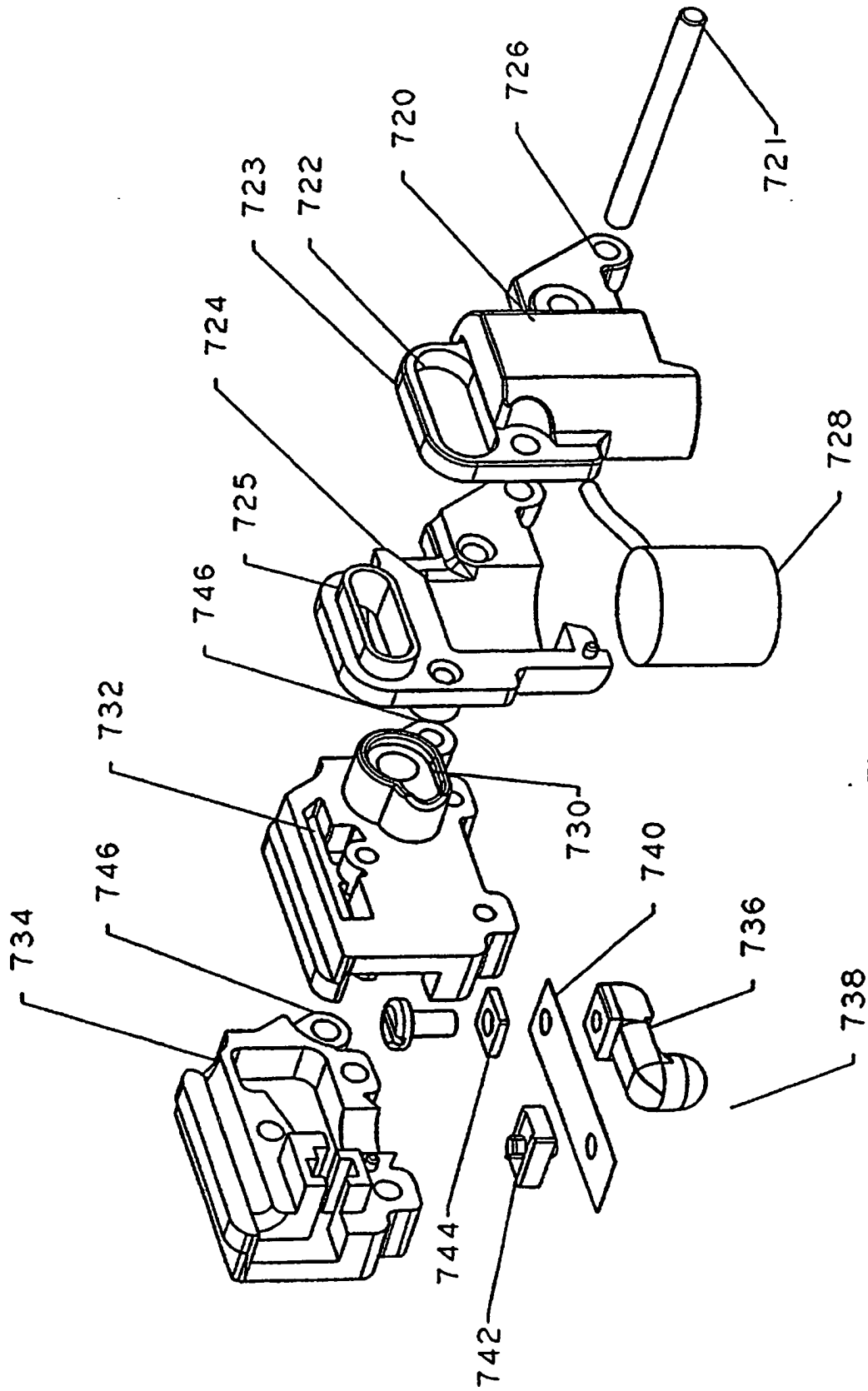


FIG. 22

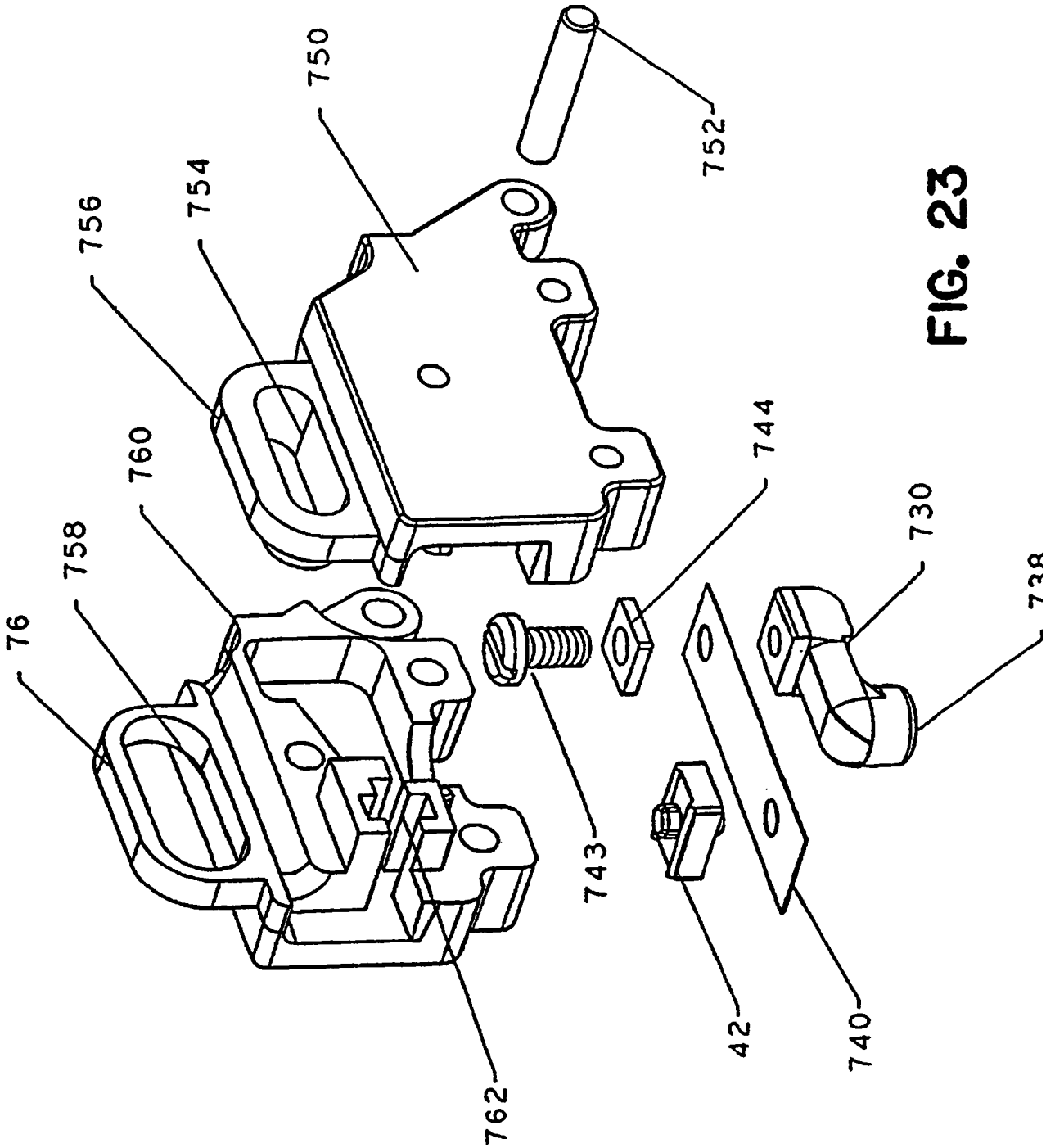


FIG. 23

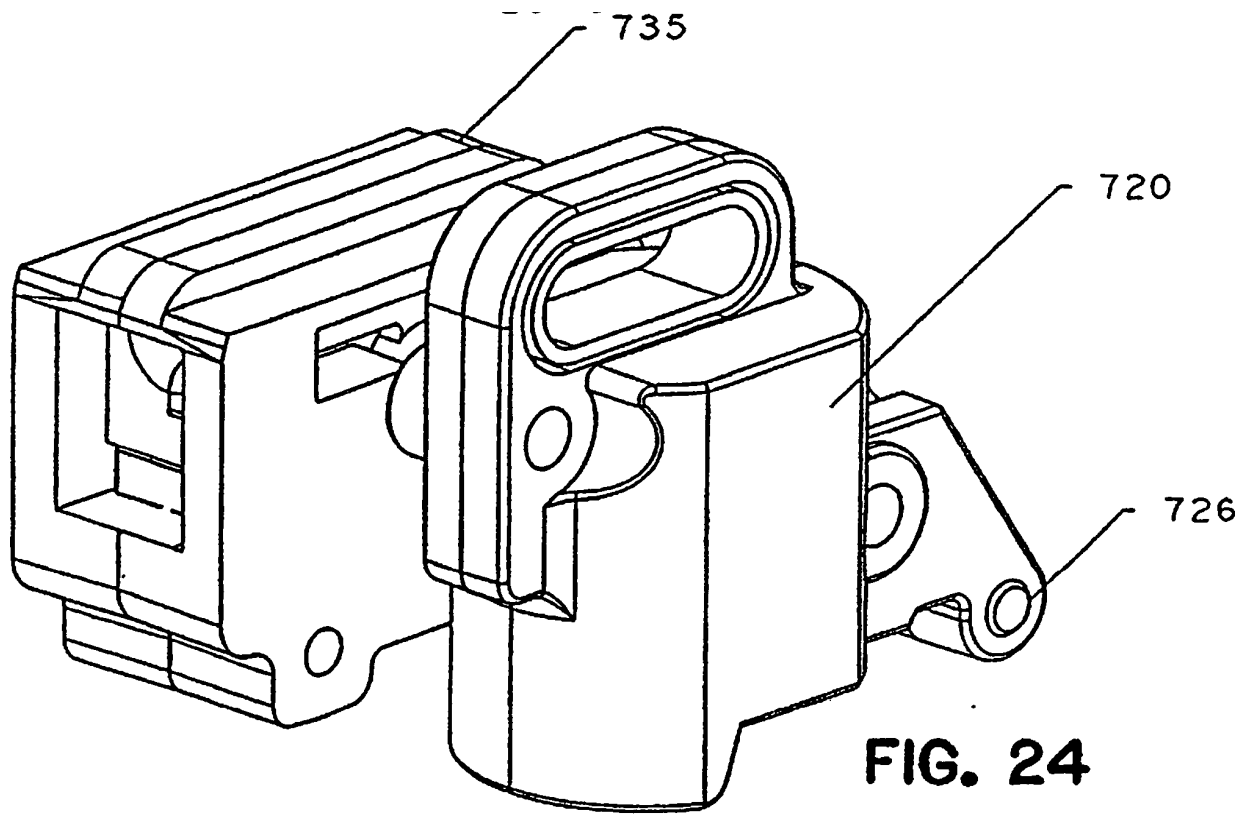


FIG. 24

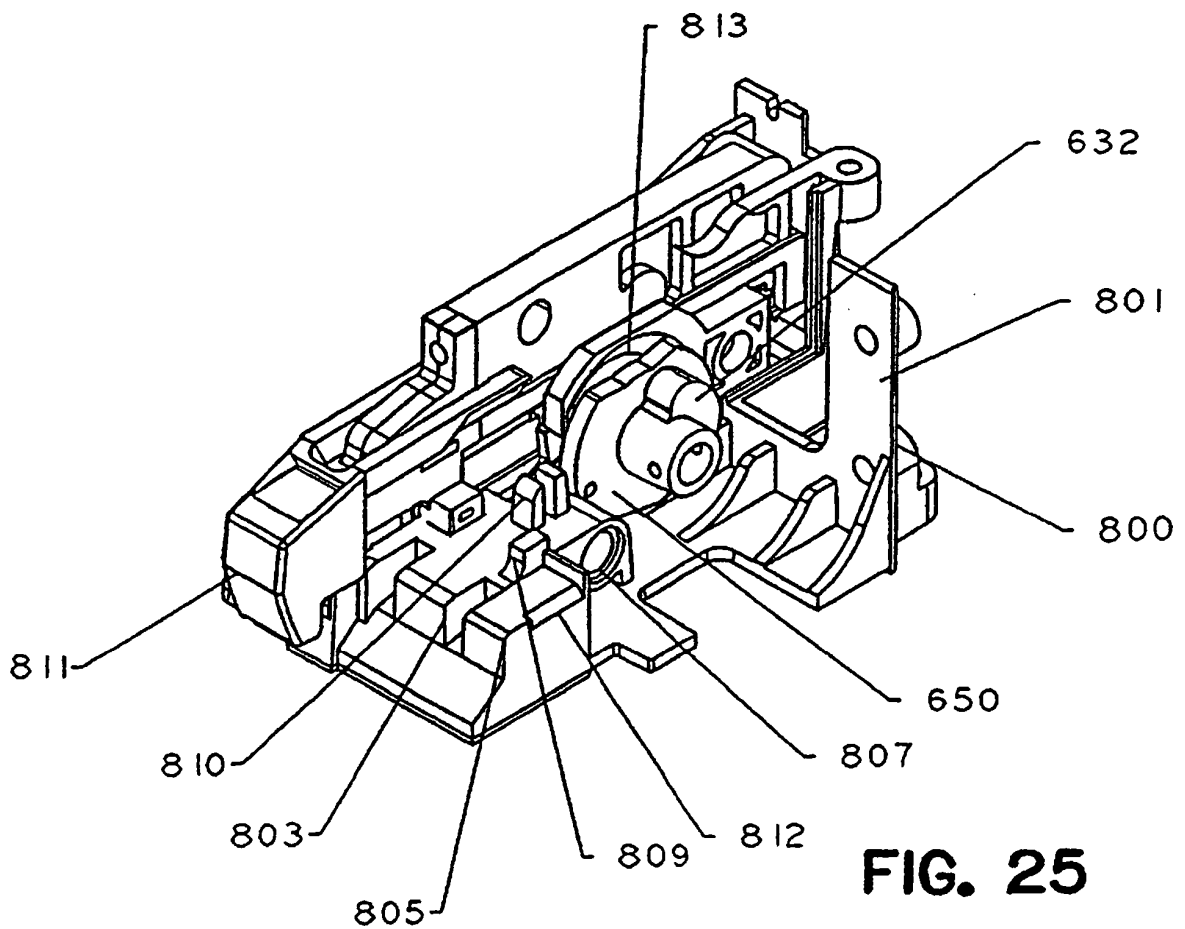


FIG. 25

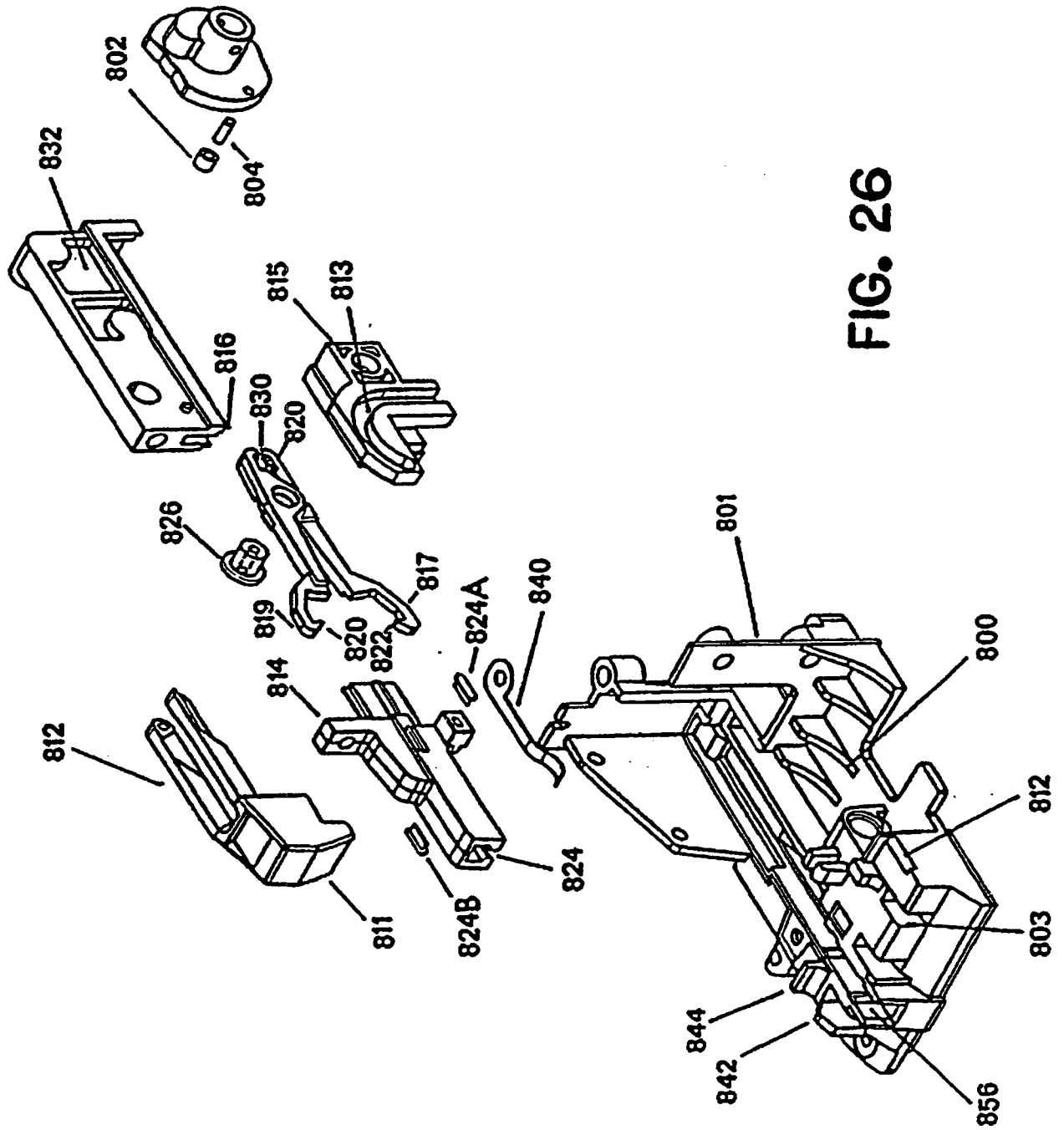


FIG. 26

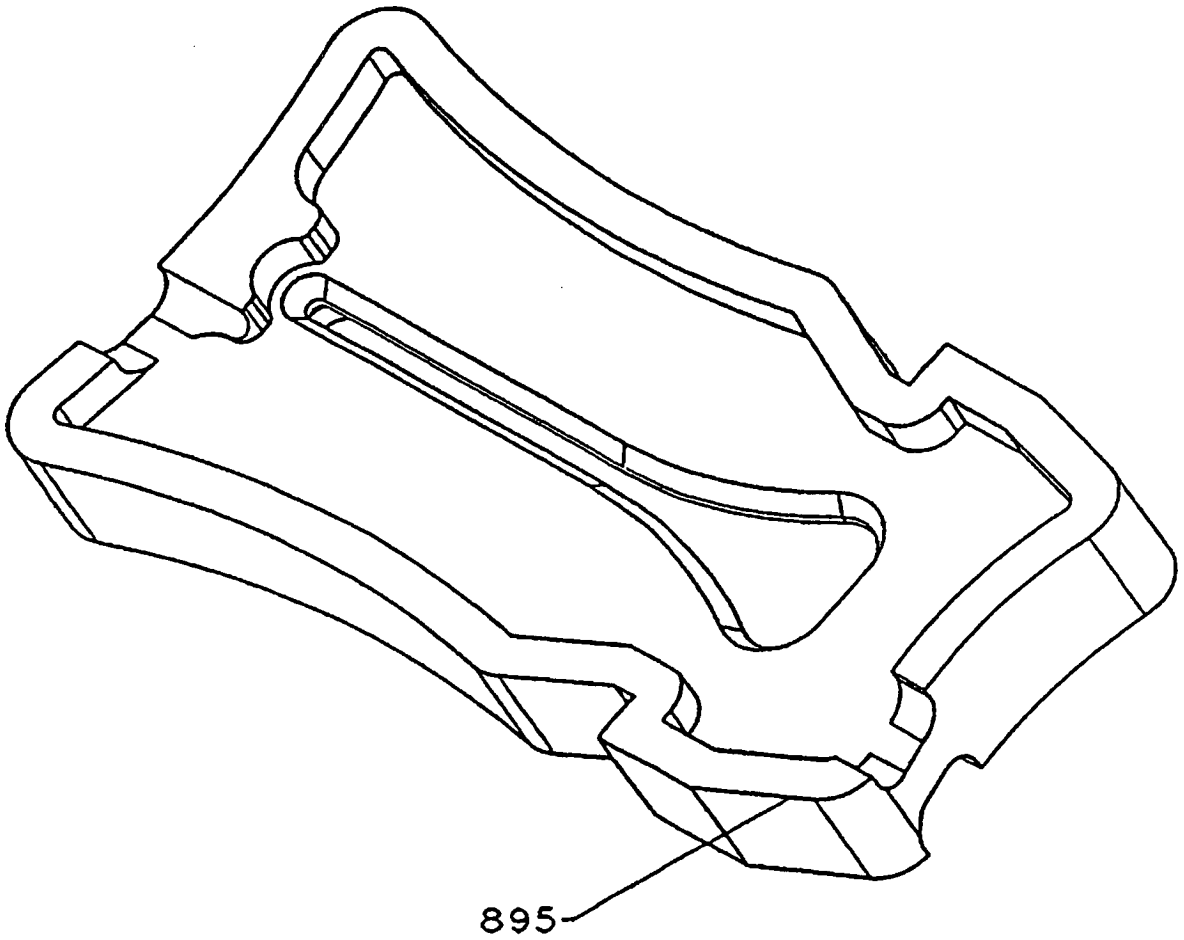


FIG. 27

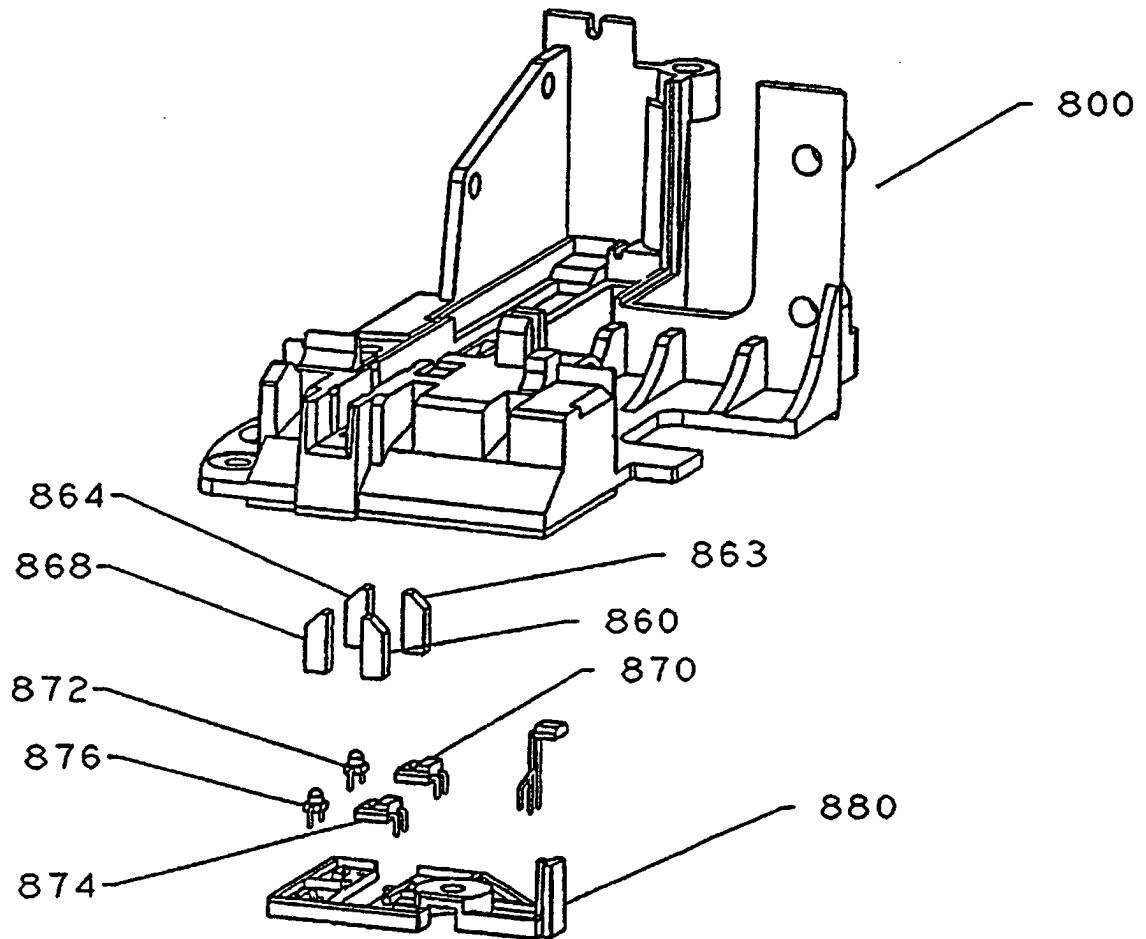


FIG. 28

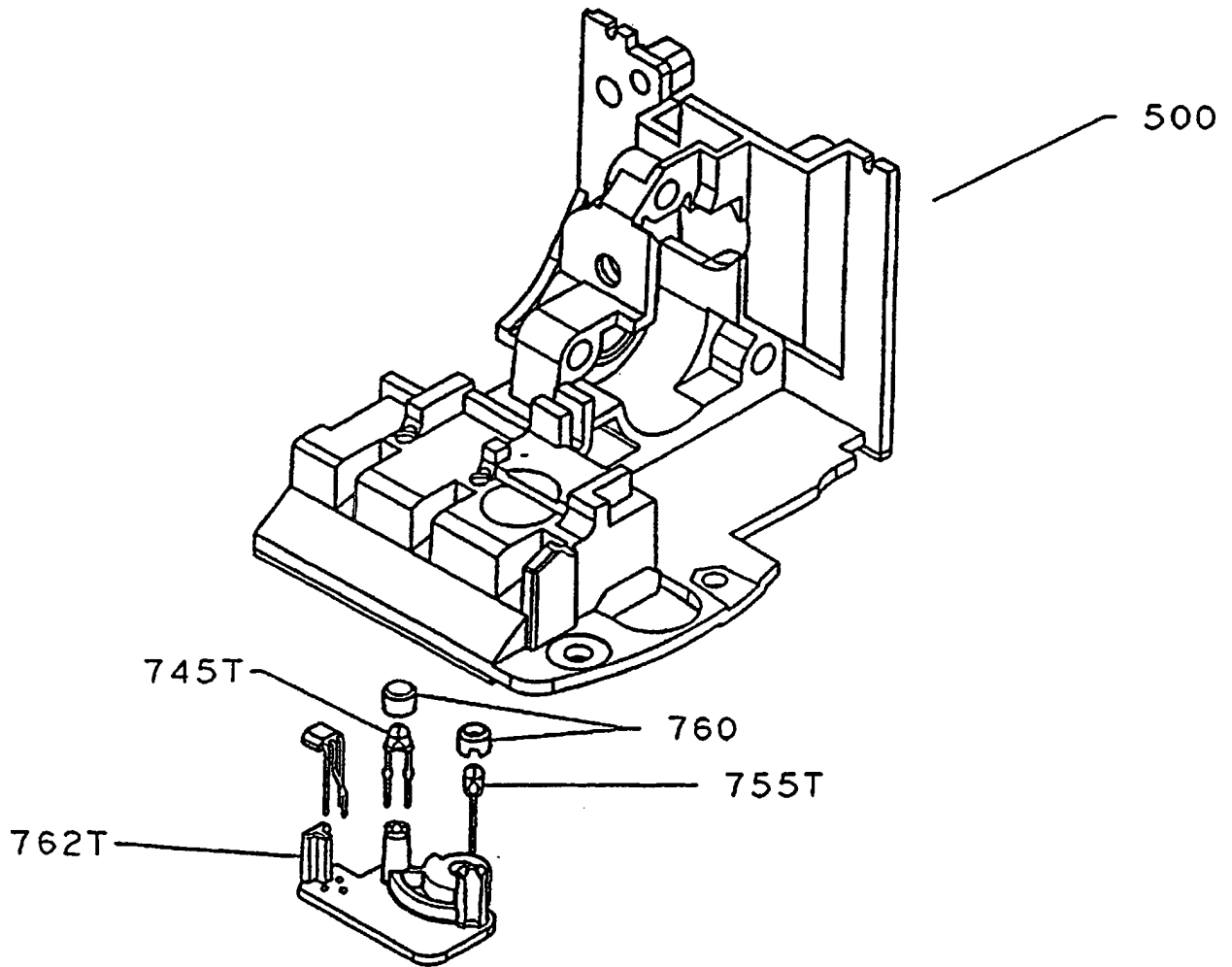


FIG. 29

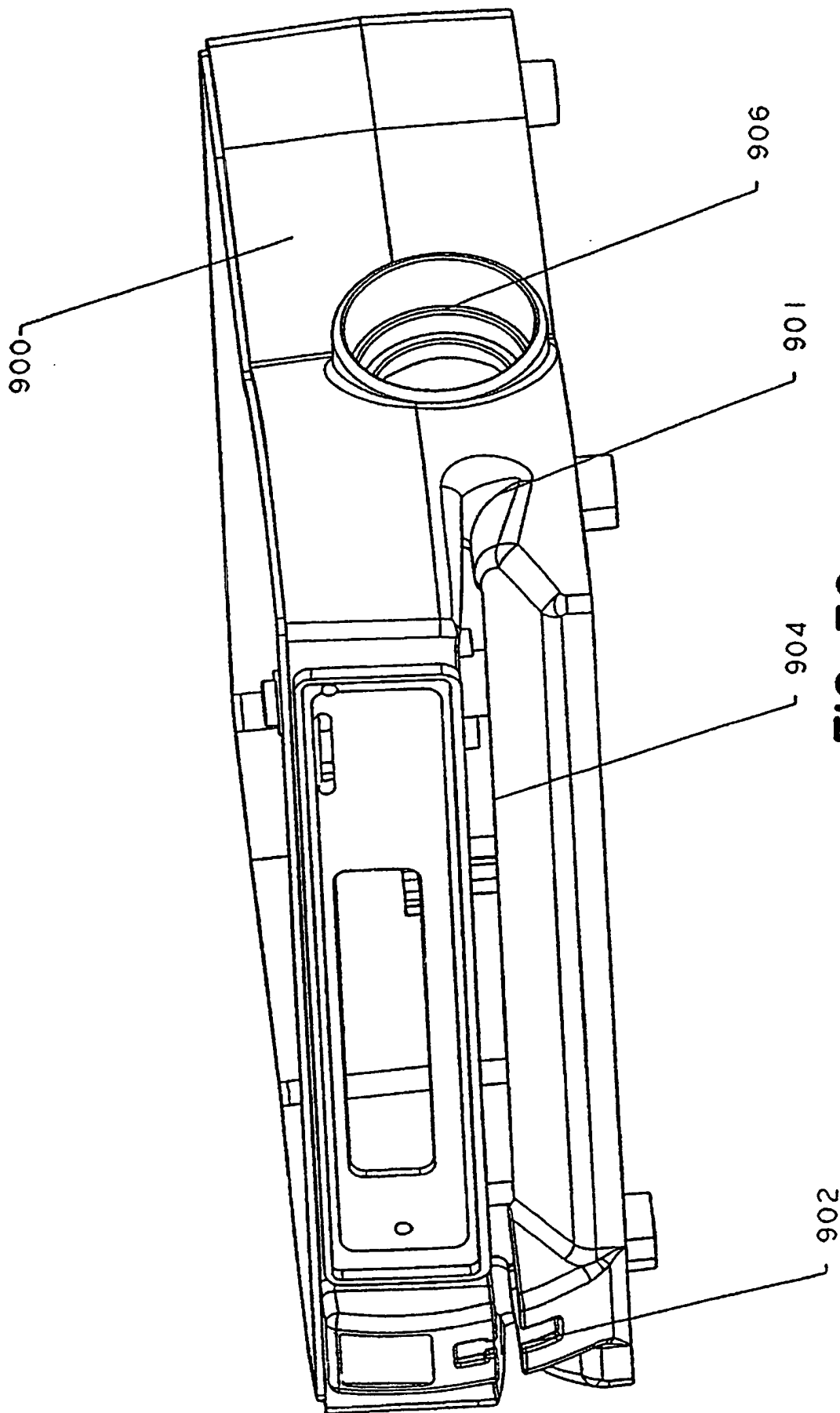


FIG. 30