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

(10) **DE 694 34 850 T2** 2007.09.06

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 323 441 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **694 34 850.3**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 075 988.0**
(96) Europäischer Anmeldetag: **10.11.1994**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.07.2003**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **13.09.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.09.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***A61M 5/145*** (2006.01)
A61M 5/172 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
157823 **24.11.1993** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, NL, SE

(73) Patentinhaber:
Liebel-Flarsheim Co., Cincinnati, Ohio, US

(72) Erfinder:
Niehoff, Kenneth J., Cincinnati, Ohio 45224, US

(74) Vertreter:
Meissner & Meissner, 14199 Berlin

(54) Bezeichnung: **Computergesteuerter, für Kolbenverlängerungen kompensierender Injektor**

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

[0001] Injektoren sind Vorrichtungen, die ein Fluid, wie röntgenstrahlenundurchlässige Mittel (Kontrastfluid), die verwendet werden, um Röntgen oder Magnetbilder zu verbessern, aus einer Spritze, durch eine Röhre und in ein Versuchstier ausstoßen. Injektoren sind typischerweise mit einer Injektoreinheit versehen, die einstellbar an einem Gestell oder einer Halterung befestigt ist, die einen Kolbenantrieb aufweist, der mit dem Kolben der Spritze gekoppelt ist, und den Kolben vorwärts bewegen, um Fluid in die Röhre auszustoßen, oder den Kolben rückwärts bewegen kann, um Fluid in die Spritze zu ziehen, um sie zu füllen.

[0002] Injektoren enthalten häufig Steuerschaltungen zur Steuerung des Kolbenantriebs, um die Geschwindigkeit der Injektion und der Fluidmenge zu steuern, die in das Versuchstier injiziert wird. Typischerweise umfaßt die Steuerschaltung einen oder mehrere manuelle Schalter, die es einem Benutzer ermöglichen, den Kolbenantrieb manuell zu betätigen, um den Kolben in die Spritze hinein oder aus ihr heraus zu bewegen; typischerweise hält der Benutzer einen „Vorwärts-" oder „Rückwärts-" Antriebsschalter fest, um den Kolben in die angegebene Richtung zu bewegen.

[0003] Um die Infektionsgefahr zu reduzieren, wird in einer typischen Injektionsprozedur die Spritze nur einmal verwendet und wird nach dem Gebrauch entsorgt. In einigen Fällen wird die Spritze leer in den Injektor eingesetzt. Die leere Spritze wird durch Zurückziehen des Kolbens gefüllt, während das Innere der Spritze über eine Injektionsröhre mit einer Zuführung des Kontrastfluids in Verbindung steht, die zwischen die Düse der Spritze und die Zuführung der Mittel geschaltet ist. Dann werden die Blasen aus der Spritze entfernt, und die Injektion wird durchgeführt. Am Ende der Prozedur befindet sich der Spritzenkolben typischerweise ebenso wie der Kolbenantrieb vorn.

[0004] In einigen Injektoren kann die Spritze nur entfernt oder ausgetauscht werden, während der Kolbenantrieb vollständig zurückgezogen ist. Wie in Fig. 1A dargestellt, wird eine leere Spritze **10** typischerweise mit steriler Luft gefüllt, wobei sich der Kolben **12** an der vollständig zurückgezogenen Position befindet, wie gezeigt. Der Kolbenantrieb umfaßt eine Klaue **18**, die dazu bestimmt ist, einen Knopf **14** auf der Rückseite des Kolbens in Eingriff nehmen und freizugeben, während sich der Kolben in dieser vollständig zurückgezogenen Position befindet. Bevor eine leere neue Spritze gefüllt werden kann, ist es notwendig, daß der Kolben in der Spritze vollständig vorwärts bewegt wird, so daß die Spritze durch Zurückziehen des Kolbens nach hinten gefüllt werden kann. Folglich kann der Neuladevorgang das vollständige Zurückziehen des Kolbenantriebs, um die Entfernung und den Austausch der Spritze zu ermöglich, dann das vollständige Vorschieben des Kolbenantriebs und des Kolbens, um Luft aus der Spritze auszustoßen, und dann das Zurückziehen des Kolbenantriebs und des Kolbens umfassen, um die Spritze zu füllen. Diese langwierigen manuellen Bewegungen des Kolbens und des Antriebs sind zeitaufwendig.

[0005] EPA-0587567 beschreibt einen Frontlader-Injektor, in dem eine Spritze selbst dann ausgetauscht werden kann, wenn der Kolbenantrieb nicht vollständig zurückgezogen ist. Dieser Injektor reduziert die Anzahl der Kolbenantriebsbewegungen wesentlich, die notwendig sind, eine Spritze für eine neue Injektion vorzubereiten; nach einer Injektion kann die Spritze entfernt und ausgetauscht werden, ohne den Antrieb aus seiner vollständig vorgeschobenen Position zu bewegen. (Die Kolbenantriebsklaue **20** kann den Knopf **14** unabhängig von der Position des Kolbens in Eingriff nehmen und freigeben.) Nachdem die Spritze ausgetauscht ist, wird der Antrieb zurückgezogen, wobei die Spritze für eine neue Injektion gefüllt wird. Um folglich den Injektor für eine neue Injektion vorzubereiten, wird der Kolbenantrieb anstatt dreimal nur einmal manuell bewegt.

[0006] Eine andere neuere Entwicklung ist die Verwendung von vorgefüllten Einwegspritzen. Eine vorgefüllte Spritze reduziert ebenfalls die Anzahl der manuellen Kolbenantriebsbewegungen, die notwendig sind, um den Injektor auf eine neue Injektion vorzubereiten. Nach einer Injektion wird der Kolbenantrieb vollständig zurückgezogen, wie verwendete Spritze wird entfernt und durch die vorgefüllte Spritze ersetzt, und der Injektor ist zu einer neuen Injektion bereit. Folglich wird wiederum der Kolbenantrieb anstatt dreimal nur einmal manuell bewegt.

[0007] Um eine Infektion zu verhindern, müssen Kontrastmittel weggeworfen werden, die in einer Spritze nach einer Injektion bleiben. Jedoch sind Kontrastmittel verhältnismäßig kostspielig. Aus diesem Grund wird bei der Vorbereitung einer Injektion eine leere Spritze nur mit soviel Mittel gefüllt, wie für die nächste Injektion benötigt wird. Aus demselben Grund werden vorgefüllte Spritzen in einer Anzahl von Kapazitäten vertrieben, die z.B. von 60 bis 125 Millilitern reichen, die es dem Anwender, der eine Injektion vorbereitet, ermöglichen, eine Spritze auszuwählen, die nur so viel Mittel enthält, wie für die Injektion benötigt wird.

[0008] Eine typische vorgefüllte Spritze wird in Fig. 1B dargestellt. In vieler Hinsicht ist die vorgefüllte Spritze mit der leeren Spritze identisch, die in Fig. 1A gezeigt wird. Die Zylinder **10** und Kolben **12** weisen in beiden Spritzen dieselbe Größe und dasselbe Profil auf (Injektoren, die jetzt gebräuchlich sind, nehmen nur einige wenige von der FDA zuge-

lassene Spritzengrößen auf, z.B. eine Größe von 200 Millilitern und eine Größe von 125 Millilitern, daher verwenden alle Spritzen diese Größen). Ferner weisen beide Spritzen einen Knopf **14** auf, der sich anfänglich am Ende des Zylinders **10** befindet (folglich sind beide Spritzen mit Injektoren kompatibel, die dazu bestimmt sind, einen Knopf am Ende der Spritze zu ergreifen). Der Hauptunterschied ist, daß sich in der vorgefüllten Spritze der Fig. 1B der anfängliche Ort des Kolbens **12** in der Mitte der Spritze befindet (wobei folglich das Anfangsvolumen der vorgefüllten Spritze reduziert wird). Es ist eine Verlängerung **16** am Knopf **14** des Kolbens angeschlossen, und stellt einen zweiten Knopf **18** am Ende der Spritze bereit, der durch den Injektor erfaßt werden kann.

[0009] Wie oben angegeben, erfordert im gegenwärtigen Stand der Technik die Vorbereitung eines Injektors für eine Injektion mindestens eine manuelle Bewegung des Kolbenantriebs in den Spritzenzylinder hinein oder aus ihm heraus, und bis zu drei solcher Bewegungen. Diese Arbeitsweise ist lästig und uneffizient, nicht nur aufgrund der aufgewendeten Zeit, sondern auch weil der Anwender manuelle Bewegungsschalter drücken und halten muß, um die Bewegung zu erzeugen, und folglich physikalisch an den Injektor gebunden ist und diese Zeit nicht nützen kann, um andere Vorbereitungen vorzunehmen.

[0010] US 4854324 offenbart eine Angiographie-Injektorvorrichtung zur Verwendung in der Röntgenphotographie zur Abgabe von Kontrastmitteln an einen Patienten mit gesteuerten Geschwindigkeiten und Drücken. Ein Prozessor eruiert Injektionsparameter von einem Anwender oder einem vorprogrammierten Injektionsmodul und berechnet auf der Grundlage der Injektionsparameter passende Steuersignale zur Verwendung in einem geschlossenen Servoregelkreis, um den Kolben einer Spritze zu betätigen, die das Kontrastmittel enthält. Die Injektionsparameter umfassen Durchflußgeschwindigkeit, Volumen, Dauer, Druckbegrenzung und Anstiegs-/Abfallzeit der Durchflußgeschwindigkeit. Die Vorrichtung enthält außerdem Steuerschaltungen zum Sperren der Injektionsvorrichtung als Reaktion auf eine Kontrastmitteldruckbegrenzung, einen Ausfall des Prozessors oder des Injektionssteuersystems, oder beim Erreichen eines vorbestimmten Volumens der injizierten Mittel. Die Vorrichtung umfaßt eine Anzahl numerischer LED-Anzeigebildschirme und eine LED-Anordnung, die Textnachrichten erzeugen kann.

[0011] In einem Aspekt stellt die vorliegende Erfindung einen Injektor bereit, der aufweist: ein Kolbenantriebselement, das mit einem Kolben einer Spritze verknüpfbar ist, die am Injektor angebracht ist, einen Motor, der das Kolbenantriebselement vorschiebt und zurückzieht, um dadurch den Kolben zu einer Düse hin und von ihr weg zu bewegen, die vor der Spritze angeordnet ist, um Fluid in oder aus einem Versuchstier zu injizieren, einen Anzeigebildschirm zur Erzeugung von Anzeigen, die es einem Anwender ermöglichen, Betriebsparameter des Injektors auszuwählen und eine Injektion einzuleiten, eine Steuerschaltung zur Steuerung des Motors, zur Erzeugung von Anzeigen zur Herstellung auf dem Anzeigebildschirm, und Änderung von Betriebsparametern des Injektors als Reaktion auf Aktivitäten des Anwenders, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung eingerichtet ist, eine Einstellanzeige zu erzeugen, die es einem Anwender ermöglicht, entweder auszuwählen, daß der Injektor mit einer Spritze verwendet werden soll, die eine Verlängerung umfaßt, die an einem Kolben in der Spritze angeschlossen ist, oder daß der Injektor mit einer Spritze verwendet werden soll, die keine Verlängerung umfaßt, die an einem Kolben in der Spritze angeschlossen ist, und um entweder eine erste oder eine zweite unterschiedliche Abfolge von Inbetriebnahmeanzeigen zu erzeugen, nachdem eine Spritze am Injektor angebracht ist und bevor bewirkt wird, daß der Motor den Kolben zu einer Düse hin bewegt, die vor der Spritze angeordnet ist, um ein Fluid zu injizieren, wodurch es dem Anwender ermöglicht wird, den Injektor und jede Injektion so zu gestalten, daß wenn der Anwender auswählt, daß die Spritze eine Verlängerung umfaßt, die Steuerschaltung die erste Abfolge von Inbetriebnahmeanzeigen erzeugt, und wenn der Anwender auswählt, daß die Spritze keine Verlängerung umfaßt, die Steuerschaltung die zweite Abfolge von Inbetriebnahmeanzeigen erzeugt.

[0012] In einem anderen Aspekt stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Steuern eines Injektors bereit, der aufweist: ein Kolbenantriebselement, das mit einem Kolben einer Spritze verknüpfbar ist, die am Injektor angebracht ist, und einen Motor zum Vorschieben und Zurückziehen des Kolbenantriebselements, um dadurch den Kolben zu einer Düse hin und von ihr weg zu bewegen, die vor der Spritze angeordnet ist, um ein Fluid in oder aus einem Versuchstier zu injizieren, wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, daß es aufweist: Erzeugen auf einem Anzeigebildschirm einer Einstellanzeige, die es einem Anwender ermöglicht, entweder auszuwählen, daß der Injektor mit einer Spritze verwendet werden soll, die eine Verlängerung umfaßt, die an einem Kolben in der Spritze angeschlossen ist, oder daß der Injektor mit einer Spritze verwendet werden soll, die keine Verlängerung umfaßt, die an einem Kolben in der Spritze angeschlossen ist, und Betriebsparameter des Injektors auszuwählen, und Erzeugen auf dem Anzeigebildschirm entweder einer ersten oder einer zweiten unterschiedlichen Abfolge von Inbetriebnahmeanzeigen, nachdem eine Spritze am Injektor angebracht ist und bevor bewirkt wird, daß der Motor den Kolben zu einer Düse hin bewegt, die vor der Spritze angeordnet ist, um ein Fluid zu injizieren, wodurch es dem Anwender ermöglicht wird, den Injektor und jede Injektion zu gestalten, wobei die erste

Abfolge von Inbetriebnahmeanzeigen erzeugt wird, wenn der Anwender auswählt, daß der Injektor mit einer Spritze verwendet werden soll, die eine Verlängerung umfaßt, die an einem Kolben in der Spritze angeschlossen ist, und die zweite Abfolge von Inbetriebnahmeanzeigen erzeugt wird, wenn der Anwender auswählt, daß der Injektor mit einer Spritze verwendet wird, die keine Verlängerung umfaßt, die an einem Kolben in der Spritze angeschlossen ist.

[0013] In einer Ausführungsform weist die Steuerung eine verriegelte Betriebsart auf, in der eine Bewegung, die anfänglich durch Drücken eines manuellen Bewegungsschalters angefordert wird, fortgesetzt wird, ob der Anwender den Schalter weiter drückt oder nicht, bis das Kolbenantriebselement seine vollständig vorgeschobene oder vollständig zurückgezogene Position erreicht. Sobald folglich die Steuerung in die verriegelte Betriebsart eingetreten ist, kann der Anwender den manuellen Schalter loslassen, und die erwünschte Bewegung, entweder Vorschieben oder Zurückziehen, wird weitergehen, während der Anwender andere Vorbereitungen für die nächste Injektion trifft.

[0014] In bevorzugten Ausführungsformen veranlaßt der Anwender durch Drücken des manuellen Bewegungsschalters für eine vorgebestimmte Zeitspanne die Steuerung, in die verriegelte Betriebsart einzutreten. Zur Sicherheit kann der manuelle Bewegungsschalter zwei Knöpfe aufweisen, die gleichzeitig gedrückt werden müssen, um eine Bewegung zu bewirken. Die Bewegung wird durch Drücken beider Knöpfe eingeleitet. Während beide Knöpfe gedrückt gehalten werden, erhöht die Steuerung die Geschwindigkeit der Bewegung, bis die Geschwindigkeit ein Maximum erreicht, wobei zu dieser Zeit die Steuerung in die verriegelte Betriebsart eintritt. Wenn ein Knopf losgelassen wird, bevor die Steuerung die maximale Geschwindigkeit erreicht und in die verriegelte Betriebsart eintritt, wird die Bewegung weitergehen, jedoch mit einer konstanten Geschwindigkeit. Wenn der zweite Knopf losgelassen wird, wird die Bewegung stoppen. Alternativ wird dann, wenn die Steuerung die maximale Geschwindigkeit erreicht hat und in die verriegelte Betriebsart eingetreten ist, die Bewegung weitergehen, selbst wenn beide Knöpfe losgelassen werden; jedoch stoppt die Bewegung, wenn danach ein Knopf gedrückt wird. Die Steuerung kann eine visuelle Rückmeldung geben, zum Beispiel über eine Leuchte, das während der Bewegung blinkt und beständig leuchtet, wenn sich die Steuerung in der verriegelten Betriebsart befindet. Diese Leuchte kann sich selbst synchron mit dem Kolbenantriebselement bewegen, um eine weitere Rückmeldung der Bewegungsgeschwindigkeit zu liefern.

[0015] Wie erwähnt, wird die Steuerung typischerweise mittels eines Schalters manuell gesteuert, der, wenn er gedrückt wird, bewirkt, daß sich das Kolbenantriebselement in eine von zwei Richtungen bewegt. Gemäß eines bevorzugten Merkmals wird die manuelle Steuerung durch Bereitstellung einer Einstellung verbessert, die es dem Anwender ermöglicht, die Geschwindigkeit einzustellen, mit der das Kolbenantriebselement sich bewegt oder beschleunigt. Dies ermöglicht es dem Anwender, die Arbeitsweise des Injektors anzupassen, um den individuellen Komfort zu erhöhen.

[0016] In bevorzugten Ausführungsformen weist die manuelle Steuerung ein Rad auf, das wenn es gedreht wird, bewirkt, daß sich das Kolbenantriebselement mit einer Geschwindigkeit bewegt, die proportional zur Umdrehungsgeschwindigkeit ist. Alternativ kann die manuelle Steuerung aus einem Vorwärtsschalter und einem Rückwärtsschalter bestehen, die bewirken, daß sich das Kolbenantriebselement in die angegebene Richtung mit einer programmierbaren Geschwindigkeit oder Beschleunigung bewegt.

[0017] Um effektiv zu arbeiten, muß die Steuerung den Ort des Kolbens **12** relativ zu den Enden der Spritze **10** bestimmen, so daß zum Beispiel die Steuerung die Menge des Kontrastmittels bestimmen kann, die in der Spritze bleibt. Dies kann durch einen Sensor geschehen, der den Ort der Kolbenantriebsklaue **20** detektiert, die direkt mit dem Kolben **12** gekoppelt ist und sich mit ihm bewegt. Jedoch kann eine vorgefüllte Spritze eine Verlängerung **16** umfassen, die den relativen Ort des Kolbens **12** und der Kolbenantriebsklaue **20** ändert, was zu einer Funktionsstörung der Kolbenantriebssteuerung führt. Gemäß eines weiteren bevorzugten Merkmals wird eine Funktionsstörung vermieden, indem ein Versatzwert gespeichert wird, der für die Länge der Verlängerung **16** repräsentativ ist, und dieser Versatzwert auf die berechnete Antriebsklauenposition angewendet wird.

[0018] In bevorzugten Ausführungsformen kann der Versatzwert berechnet werden, indem der Anwender hinsichtlich der Kapazität der Spritze befragt wird und daraus der geeignete Versatzwert bestimmt wird. Die Steuerung kann so konfigurierbar sein, daß diese Abfrage nicht vorgenommen wird (wenn zum Beispiel der Injektor nicht mit vorgefüllten Spritzen verwendet wird und sich daher der Versatzwert nicht ändern wird). Alternativ kann der Versatzwert automatisch berechnet werden, indem physikalische Markierungen an der Spritze oder der Verlängerung detektiert werden, die die Länge der Verlängerung angeben.

[0019] Diese und andere Aspekte werden in der folgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen weiter dargestellt. Es zeigen:

[0020] Fig. 1A und Fig. 1B seitliche Teilschnittansichten einer leeren Spritze bzw. einer vorgefüllten Spritze.

[0021] Fig. 2A, Fig. 2B und Fig. 2C jeweils das Bedienungspult, den Antriebskopf und die Stromversorgungseinheit eines Injektors.

[0022] Fig. 3, Fig. 4 und Fig. 5 elektrische und elektrisch-mechanische Blockdiagramme der Stromversorgungseinheit, des Bedienungspultes bzw. des Antriebskopfes.

[0023] Fig. 6A, Fig. 6B, Fig. 6C, Fig. 6D, Fig. 6E und Fig. 6F Darstellungen der Anzeigen, die durch das Bedienungspult im Betrieb des Injektors erzeugt werden.

[0024] Fig. 7A, Fig. 7B, Fig. 7C, Fig. 7D, Fig. 7E, Fig. 7F und Fig. 7G Ablaufpläne, die die Software darstellen, die in der Stromversorgungseinheit arbeitet.

[0025] Bezugnehmend auf die Fig. 2A, Fig. 2B und Fig. 2C, wird ein Injektionssystem gezeigt, das drei Hauptkomponenten umfaßt, ein Bedienungspult **30**, einen Antriebskopf **40** und eine Stromversorgungseinheit **50**.

[0026] Das Bedienungspult **30** weist eine Flüssigkristallanzeige **32** des Typs auf, die in Notizbuch-Computern verwendet wird (z.B. eine Anzeige, die durch Sharp Electronics Corp., 5700 N.W. Pacific Rim Blvd., Camas, WA 98607 als Teilenummer LM64P62 vertrieben wird), die an eine Tastatur **34** mit acht Tasten in einem Gehäuse **36** gekoppelt ist. Wie im folgenden weiter ausgearbeitet wird, liefern Anzeigebildschirme, die auf der Anzeige **32** darge- stellt werden, Injektionsinformationen und präsentieren den Benutzer Menüs einer oder mehrere möglicher Arbeitsweisen, wobei jede Arbeitsweise mit einer der Tasten auf der Tastatur **34** verbunden ist.

[0027] Der Antriebskopf **40** umfaßt eine Halterung **42** (wie jene, die in der oben aufgeführten Patentanmeldung beschrieben wird), die eine Spritze **10** für eine Injektion aufnimmt. Der Antriebskopf umfaßt einen (nicht gezeigten) Kolbenantriebsmotor zur Bewegung des Kolbens **12** vorwärts in die Spritze **10** hinein und rückwärts aus ihr heraus, während einer Injektion gemäß einer vorprogrammierten Abfolge oder eines Protokolls, das durch den Anwender durch Betätigung des Bedienungspults **30** ausgewählt wird.

[0028] Der Ort und die Bewegung des Kolbenantriebs werden durch eine lichtemittierende Di ode (LED) angezeigt, die am Kolbenantrieb angebracht ist und durch ein Skalenfenster **44** in der Seite des Antriebskopfs **40** für den Anwender sichtbar ist. Wie unten erwähnt wird, blinkt diese LED, wenn sich der Kolbenantrieb bewegt, und leuchtet beständig, wenn der Kolbenantrieb manuell in der unten beschriebenen Weise in einer Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung verriegelt wird.

[0029] Die Seite des Antriebskopfes **40** umfaßt sechs Druckknöpfe: einen Start-/Stopknopf **45**, einen manuellen Vorwärtsbewegungsknopf **46**, einen manuellen Rückwärtsbewegungsknopf **47** und einen Freigabe-/Beschleunigungsknopf **48**. Die drei Freigabe-/Beschleunigungsknöpfe **48** führen dieselbe Funktion aus; es gibt drei Knöpfe anstelle von einem, um die Zugänglichkeit durch den Anwender zu verbessern.

[0030] Der Start-/Stopknopf **45** wird verwendet, um ein Injektionsprotokoll zu starten, das am Bedienungspult ausgewählt wird, oder um eine Injektion zu stoppen und erneut zu starten.

[0031] Während einer Injektion werden alle der acht Knöpfe auf der Tastatur **34** des Bedienungspults **30** eine identische Start- und Stopfunktion ausführen. Ferner kann ein (nicht gezeigter) Fernhandschalter mit der Stromversorgungseinheit **50** (siehe unten) verbunden sein, um eine Start- und Stopfunktion auszuführen. (Aus diesem Grund weist der Start-/Stopknopf **45** ein Bild eines Handschalters auf.)

[0032] Um den Kolbenantrieb manuell zu bewegen, muß der Anwender gleichzeitig einen Bewegungsknopf **46** oder **47** und einen Freigabeknopf **48** drücken. Dies ist ein Sicherheitsmerkmal, das die Gefahr einer unbeabsichtigten Bewegung des Kolbens reduziert. Wenn der Anwender den Vorwärtsknopf **46** und irgendeinen der drei Freigabeknöpfe **48** drückt, wird der Kolben eine Vorwärtsbewegung beginnen; wenn der Anwender umgekehrt den Rückwärtsknopf **47** und irgendeinen der drei Freigabeknöpfe **48** drückt, wird der Kolben eine Rückwärtsbewegung beginnen. Sobald in eine Richtung eine Bewegung eingeleitet ist, kann der Anwender einen der Knöpfe loslassen; die Bewegung wird mit einer konstanten Geschwindigkeit in dieselbe Richtung beibehalten, so lange einer der fünf Knöpfe **46**, **47** oder **48** gedrückt gehalten wird. Wenn stattdessen nach der Einleitung einer Bewegung in eine Richtung der Anwender weiter einen Freigabeknopf **48** und einen Bewegungsknopf **46** oder **47** gedrückt hält, wird die Bewegung nicht nur in dieselbe Richtung beibehalten, sondern wird in diese Richtung beschleunigt, bis der Anwender entweder einen der Knöpfe losläßt oder eine maximale Geschwindigkeit erreicht wird. Zu jeder Zeit während der Beschleunigung kann der Anwender einen der Knöpfe loslassen und den anderen drücken, und dieselbe Bewegung wird mit derselben Geschwindigkeit ohne Beschleunigung weitergehen. Danach kann der Anwender den losgelassenen Knopf wieder drücken, wobei zu dieser Zeit die Beschleunigung erneut beginnen wird.

[0033] Wenn die Bewegungsgeschwindigkeit auf einen Maximalwert zunimmt, wird die Kolbenantriebssteuerung (die im folgenden detaillierter beschrieben wird) in eine verriegelte Betriebsart eintreten. In die-

ser verriegelten Betriebsart wird die Bewegung mit der maximalen Geschwindigkeit in dieselbe Richtung weitergehen, selbst wenn der Anwender alle Knöpfe losläßt. Dies macht den Anwender frei, andere Aufgaben durchzuführen, wenn eine Injektion vorbereitet wird, ohne gezwungen zu sein, manuelle Knöpfe am Injektor zu halten, bis der Kolbenantrieb den länglichen Übergang in seine vollständig ausgefahrene oder vollständig zurückgezogene Position durchgeführt hat.

[0034] Aus Sicherheitsgründen kann die verriegelte Betriebsart leicht beendet werden. Wenn der Anwender in die verriegelte Betriebsart eingetreten ist und danach alle Knöpfe losläßt, wird dann, wenn zu irgendeiner Zeit danach irgendeiner der Knöpfe gedrückt wird, die Kolbenantriebssteuerung die verriegelte Betriebsart verlassen und die Bewegung beendet.

[0035] Es sind zwei Leuchten **49A** und **49B** an der Rückseite des Antriebskopfs **40** angebracht, um den Betriebszustand des Injektors anzuzeigen. Die Leuchte **49A** ist eine Injektions-/Fehleranzeige. Diese Leuchte glimmt, während eine Injektion im Gang ist. Es wird blinken, wenn ein Fehler detektiert wird. Die Leuchte **49B** ist eine Freigabeanzeige. Es glimmt, wenn der Injektor freigegeben worden ist und bereit ist, ein Injektionsprotokoll auszuführen.

[0036] Das hintere Ende des Antriebskopfes **40** (gegenüberliegende Halterung **42**) umfaßt ein Vorrückrad oder einen Schalter (der in Fig. 2B nicht gezeigt wird, siehe **163**, Fig. 5), der in der unten beschriebenen Weise verwendet wird, um die Bewegung des Kolbenantriebs manuell zu aktivieren.

[0037] Die in Fig. 2C dargestellte Stromversorgungseinheit **50** enthält eine Elektronik, die mit dem Bedienungspult **30** und dem Antriebskopf **40** in Verbindung steht, um die Funktionen auszuführen, die oben beschrieben werden. Die Stromversorgungseinheit ist mit dem Bedienungspult **30** und dem Antriebskopf **40** durch (nicht gezeigte) übliche Computerverbindungskabel verbunden. Signale, die auf diesen Kabeln überfragen werden, werden an einen Schaltungskomplex im Antriebskopf, das Bedienungspult und die Stromversorgungseinheit in einer Weise gekoppelt, die im folgenden beschrieben wird.

[0038] Wie in Fig. 3 gezeigt, umfaßt der Schaltungskomplex in der Stromversorgungseinheit eine Zentraleinheit (CPU) **52**, die die Operationen des Antriebskopfes **40** und des Bedienungspults **30** steuert. Die CPU ist vorzugsweise ein programmierbarer Mikroprozessor, wie der MC68332FN Mikroprozessor, der durch Motorola, 2110 East Elliot, Tempe, Arizona 85284 gefertigt wird. Dieser Mikroprozessor ist ein Mitglied der 68000-Familie von Mikroprozessoren und weist eine Mehrprogrammbetriebsunterstützung auf; er ist zur Verwendung in sogenannten „eingebetteten" Umgebungen bestimmt, wie die hierin beschriebene Schaltung, und weist daher mehr als die übliche Anzahl direkt verdrahteter Eingangs-/Ausgangsanschlüsse auf.

[0039] Die CPU ist zur Adressierung einer Anzahl von Speicher- und Datenübertragungskomponenten mit einem Adreßbus **54** und zum Abfragen und/oder Senden von Daten von und zu diesen Komponenten mit einem Datenbus **56** verbunden. Puffer **55** und **57** unterstützen die CPU **52** bei der Kopplung mit den Adreß- bzw. Datenbussen. Jedes der Elemente, die mit den Adreß- und Datenbussen verbunden sind, wie im folgenden kurz beschrieben.

[0040] Ein löschbarer programmierbarer Festwertspeicher (EPROM) **58**, der mit dem Datenbus **56** verbunden ist, enthält die Programmsoftware, die die CPU **52** betreibt. Der EPROM enthält ein Betriebssystem, das die maschinenorientierte Verwaltung der CPU und ihre Datenübertragungen mit anderen Schaltungen durchführt, und ein kundenspezifisches Programm zur Steuerung des Bedienungspults und des Antriebskopfes, um Injektionsprotokolle auszuführen. In einer Ausführungsform ist die Betriebssystemsoftware das USX68K-Betriebssystem, ein Mehrprogrammbetriebsystem für Mikroprozessoren der 68000-Reihe, das durch U.S. Software, 14215 N.W. Science Park Drive, Portland, Oregon, 97229 vertrieben wird, und das kundenspezifische Programm ist in der „C"-Programmiersprache geschrieben. Dieses kundenspezifische Programm wird im folgenden beschrieben.

[0041] Ein zweiter EPROM **60**, der mit dem Datenbus **56** verbunden ist, enthält Sprachinformationen, die durch die Programmsoftware im EPROM **56** verwendet werden, wenn Anzeigen zur Darstellung auf der Anzeige **32** (Fig. 2A) erzeugt werden. Wie im folgenden weiter ausgearbeitet wird, umfassen die Anzeigebildschirme, die auf der Anzeige **32** präsentiert werden, Textbeschreibungen von Aktionen, die durch den Injektor unternommen werden, und Menüauswahlen, die der Anwender auswählen kann. Die Textabschnitte dieser Anzeigeelemente sind im Sprach-EPROM **56** gespeichert, aus dem sie abgerufen und in eine Dokumentenvorlage eingesetzt werden, wenn wie CPU **52** einen Anzeigebildschirm erzeugt. Vorzugsweise enthält das Sprach-EPROM mehrere Versionen jeder Texteinfügung, die unterschiedliche Sprachen repräsentieren, so daß der Anwender durch Menüauswahlen, die an der Bedienungspulttastatur **34** eingegeben werden, eine bevorzugte Sprache auswählen kann, in der Bildschirmanzeigen erzeugt werden sollen. Ein exemplarischer Satz von Sprachen, die für die nordamerikanischen und europäischen Märkte geeignet sind, wären Englisch, Deutsch, Französisch und Spanisch.

[0042] Es ist ein dritter elektrisch löschbarer und programmierbarer Festwertspeicher (EEPROM) **62** am Datenbus angeschlossen. Der EEPROM **62** speichert Daten in einer nicht flüchtigen Weise (so daß sie nicht verloren gehen, wenn der Strom abgeschaltet wird). Unter anderem speichert der EEPROM **62** vorprogrammierte Injektionsprotokolle. Diese Protokolle werden wie gewünscht durch den Benutzer erzeugt und gespeichert (über Details wird unter Bezugnahme auf Fig. 6A unten ein Überblick gegeben). Zusätzlich speichert der EEPROM **62** Kalibrierungsinformationen, die durch die CPU **52** bei der Interpretation des Fluiddrucks verwendet werden, und Kolbenpositionsinformationen, die er während der Durchführung einer Injektion empfängt. Ferner speichert der EEPROM **62** Informationen über die jüngste beendete Injektion, wie die Injektionszeit und das Volumen, so daß diese Informationen durch den Anwender abgefragt werden können. Der EEPROM **62** speichert außerdem Anwendervorzugsdaten, die durch den Anwender in das Bedienungspult eingegeben werden (siehe Fig. 6E unten). Diese umfassen die bevorzugte Anzeigesprache, Zeit- und Datumsformate. Außerdem speichert der EEPROM **62** Betriebsparameter, wie eine programmierbare Druckbegrenzung, und einen Merker (der in der im folgenden beschriebenen Weise verwendet wird), der anzeigt, ob der Injektor mit teilweise vorgefüllten Spritzen der Art verwendet wird, die in Fig. 1B dargestellt werden. Schließlich speichert der EEPROM **62** den registrierten Namen und/oder Anzahl der Maschineneigner, um den Service und die Online-Kundenunterstützung zu erleichtern.

[0043] Der Datenbus **56** ist außerdem mit einem Direktzugriffsspeicher (RAM) **64** verbunden, der durch das Betriebssystem verwendet wird, um einen Stapel von Registerwerten, die während CPU-Operationen erzeugt werden, und Maschinenzustandsinformationen zu speichern, die gegenwärtig inaktiven Prozesse entsprechen, die durch die CPU ausgeführt werden. Die Anwendungssoftware verwendet den restlichen Platz im RAM **64** (der durch das Betriebssystem verwaltet und zugewiesen wird), um Variable zu speichern, die während des Betriebs des Injektors berechnet und bearbeitet werden.

[0044] Der größte Teil der Datenübertragungen zwischen der CPU **52** und dem Antriebskopf **40** und dem Bedienungspult **30** fließt durch einen von zwei universellen asynchronen Empfängern/Sendern (UARTs) **66**, **68**, die mit dem Datenbus verbunden sind. Ein UART ist eine Datenübertragungsschaltung, die in Form einer integrierten Schaltung allgemein erhältlich ist, die ankommende und abgehende Informationen sammelt und puffert, um asynchrone Datenübertragungen zwischen Prozessoren oder Rechnersystemen über eine Datenverbindung zu ermöglichen. Ein geeigneter UART ist der MC68681, der durch Motorola vertrieben wird. Der erste UART **66** ist für Datenübertragungen mit dem Antriebskopfschaltungskomplex (siehe Fig. 5 unten) verantwortlich, die durch eine Schnittstelle **70** und ein Datenübertragungskabel **71** gehen, das mit dem Antriebskopf verbunden ist. (Jedoch gehen Impulse vom optischen Codierer **166** am Antriebskopf (Fig. 5 unten) direkt von der Schnittstelle **70** längs der Leitung **71** zu einem Unterbrechungseingang an der CPU **52**.) Der UART **66** verwaltet außerdem Datenübertragungen mit einer Hilfsschnittstelle **72**, die durch ein Datenübertragungskabel **73** mit einem Drucker gekoppelt werden kann, um es der CPU **52** zu ermöglichen, Aufzeichnungen einer Injektion zu drucken. Alternativ kann die Schnittstelle **72** (oder eine andere ähnliche Schnittstelle) verwendet werden, um die CPU **52** an einen entfernten Computer oder eine andere äußere Vorrichtung anzuschließen, um eine Fernüberwachung und/oder Steuerung des Injektors zu ermöglichen.

[0045] Der zweite UART **68** ist für die Datenübertragung mit dem Bedienungspult **30** (Fig. 2A) verantwortlich. Es können zwei Bedienungspulte **30** über Kabel **75**, **76** mit der Stromversorgungseinheit verbunden werden.

[0046] Die Kabel **75** und **76** übertragen Daten, die Tastendrücke und eine Bildschirmaktivität repräsentieren, zwischen der Stromversorgungseinheit **50** und dem Bedienungspult **30**. Diese Daten sind in einem Datenübertragungsprotokoll codiert und werden gemäß der RS422-Norm übertragen. Die codierten Daten werden über Leitungen **75** und **76** zur Schnittstelle **74** übertragen, die Übertragungen für einen zweiten UART **68** codiert und decodiert. Der UART **68** leitet Tastendrücke, die durch ein Bedienungspult empfangen werden, über die Schnittstelle **74** zur CPU **52** über den Datenbus **56**, und leitet ferner Anzeigeinformationen, die durch die CPU **52** erzeugt werden, zur Schnittstelle **74** zur Übertragung an die Bedienungspulte über Leitungen **75A** und **76A**.

[0047] Die Kabel **75** und **76** umfassen außerdem auf getrennten Leitern Leitungen **75B** und **76B**, die logische Signale übertragen, die der Taste **38** (Fig. 2A) jeder Bedienungspulttastatur entsprechen. Wie unten ausgearbeitet wird, ist die Software, die die Bedienungspultanzeigen betreibt, so geschrieben, daß die Taste **38** die am häufigsten verwendete Taste ist – abhängig vom Bildschirm, der angezeigt wird, wird die Taste **38** als eine „Ausgang"-Taste, um den Bildschirm zu verlassen, eine „Eingabe"-Taste, um einen Wert oder eine Auswahl anzunehmen und den Bildschirm zu verlassen, oder eine „Sperr"- oder „Abbruch"-Taste dienen, um eine Operation zu beenden. (Exemplarische Bildschirme werden unten unter Bezugnahme auf die Fig. 6A–Fig. 6F erläutert.) Da die Taste **38** die am häufigsten verwendete Taste ist, und da die Taste **38** für eine zeitabhängige Eingabe wie einen Abbruchbefehl verwendet wird, ist die Tas-

te **38** mit der CPU **52** anders als die anderen Tasten verbunden. Die Taste **38** ist über eine Unterbrechungsleitung **79** direkt mit der CPU **52** verbunden; wenn ein Tastendruck detektiert wird, setzt eine nichtmaskierbare Unterbrechungsschnittstelle (NMI) **78** (die im wesentlichen einen RS422-Sender und -Empfänger bildet, der das Signal auf den Leitungen **75B** und **76** in ein sauberes logisches Signal auf der Leitung **79** umwandelt) eine Unterbrechung auf der Leitung **79**, die durch die CPU **52** unmittelbar detektiert und anschließend bedient wird.

[0048] Eine ähnliche Schnittstelle wird für den Fernhandschalter verwendet. Das Kabel **81**, das vom Handschalter kommt, ist mit der Handschalter-Schnittstellenschaltung **80** verbunden, die unter anderen den Handschalter elektrisch von der Stromversorgungseinheitsmasse isoliert, und den Handschalter „entprellt" (elektrische Störungen beseitigt, die erzeugt werden, wenn der Schalter gedrückt oder losgelassen wird), um so ein sauberes logisches Signal zu erzeugen, das anzeigt, ob er Handschalterknopf gedrückt oder losgelassen ist. Dieses logische Signal ist über eine Leitung **82** mit einem Zeitprozessoreinheits-(TPU) Anschluß an der CPU **52** verbunden. Die CPU **52** liest das logische Signal an diesem TPU-Anschluß und reagiert entsprechend der Software im EPROM **58** geeignet.

[0049] Die letzte Komponente am CPU-Datenbus **56** ist ein Analog-Digital-Wandler (A/D) **84**. Dieser Wandler wird verwendet, um ein Digitalsignal zu erzeugen, das durch den Datenbus **56** lesbar ist, das einem Analogsignal entspricht, das auf der Leitung **85** empfangen wird. Ein geeigneter A/D-Wandler ist der LT1094, der durch Linear Technology, 1630 McCarthy Blvd., Milpitas, CA 95035 vertrieben wird. Der A/D-Wandler **84** wird durch den Motorservosteuerschaltungskomplex verwendet, der unten beschrieben wird. Die CPU weist zwei zusätzliche Schnittstellen mit dem Motorservosteuerschaltungskomplex auf: eine Schnittstelle auf der Leitung **87** zu einem Digital-Analog-Wandler (D/A) **86** (der ein Analogsignal auf der Leitung **88** erzeugt, das einem Digitalsignal entspricht, das auf Leitung **87** empfangen wird, zum Beispiel den AD7245, der durch Analog Devices, One Technology Way, P.O. Kasten 9106, Norwood, MA 02062 vertrieben wird), und eine zweite Schnittstelle auf der Leitung **90** zur Druckbegrenzungssteuerschaltung **92**. Diese Schnittstellen (Leitungen **87** und **90**) sind mit synchronen äußeren Schnittstellen-(SPI) Kanälen am Mikroprozessor verbunden, und werden gemäß der Software im EPROM **58** gesteuert.

[0050] Die Schaltungen des D/A **86**, A/D **84**, der Servosteuerung **94**, der Druckbegrenzungssteuerung **92**, und der Druckabtastung **96** bilden zusammen eine Motorservosteuerschaltung, die den Betrieb des Motors **98** steuert, der den Spritzenkolben in die Spritze hinein und aus ihr heraus treibt. (der Motor **98** wird zur Klarheit gezeigt, jedoch sollte verstanden werden, daß der Motor **98** physikalisch im Antriebskopf **40** (Fig. 2B, Fig. 5) angeordnet ist; Leitungen **91** und **93** sind durch mehrere Leiter des Computerschnittstellenkabels mit dem Motor verbunden, des den Antriebskopf **40** und die Stromversorgungseinheit verbindet.)

[0051] Die Servosteuerschaltung **94** reagiert auf eine analoge Spannung, die durch den DIA **86** auf der Leitung **88** erzeugt wird, und erzeugt eine entsprechende Spannung zwischen den Leitungen **99** und **100**. Die Spannung auf den Leitungen **99** und **100** wird durch einen Transformator **102** auf einen Pegel transformiert, der ausreicht, um den Motor **98** über die Leitungen **91** und **93** zu betreiben. Die Servosteuerschaltung **94** enthält eine Kipptransformatorschaltung, die eine Ausgangsspannung erzeugt, die mit dem Tastverhältnis eines Schalt-FET in Beziehung steht. Dieses Tastverhältnis wird durch eine UC3525-Impulsbreitenmodulations-(PWM) Schaltung erzeugt – einer integrierten Schaltung, die ein 100 kHz-Digitalausgangssignal erzeugt, das ein Tastverhältnis aufweist, das als Reaktion auf eine analoge Eingangsspannung auf der Leitung **88** von 0% bis 50% variiert. Eine geeignete PWM-Schaltung ist der UC3525, der durch Unitrode, 7 Continental Boulevard, Merrimack, NH 03054 vertrieben wird. Folglich steuert die CPU **52** die Geschwindigkeit und die Leistungsabgabe des Motors **98**, indem sie ein digitales Wort, das eine gewünschte Ausgangsspannung repräsentiert, über die Leitungen **87** in den D/A **86** schreibt; dieses digitale Wort wird dann in ein Analogsignal umgewandelt, und das Analogsignal wird in der Servosteuerung in ein impulsbreitenmoduliertes Steuersignal umgewandelt, was zur gewünschten Ausgangsspannung am Motor führt.

[0052] Die Druckabtastungsschaltung **96** umfaßt eine Stromabtastschaltung, die den Stromfluß durch die Leitung **93** (d.h. durch den Motor) detektiert und Analogsignale auf den Leitungen **104** und **85** erzeugt, die zum detektierten Strom proportional sind. Im wesentlichen umfaßt diese Stromabtastschaltung einen hochbelastbaren Widerstand mit niedrigem Wert in Reihe mit der Leitung **93**, die am Motor **98** angeschlossen ist. Ein Differenzspannungsverstärker (der auf einem rauscharmen Operationsverstärker mit hoher Gleichtaktunterdrückung basiert) tastet die Spannung am Widerstand ab und wandelt sie in eine Analogspannung auf den Leitungen **85** und **104** um. Der Stromfluß durch den Motor ist proportional zur Kraft, die durch den Motor ausgeübt wird, und daher zum Injektionsdruck. Folglich können die Analogsignale, die durch die Druckabtastungsschaltung **96** erzeugt werden, verwendet werden, um den Injektionsdruck abzuleiten.

[0053] Die Druckbegrenzungssteuerschaltung **92**

verwendet das Analogsignal auf der Leitung **104**, um eine Hardwaredrucksteuerfunktion auszuführen. Die Druckbegrenzungssteuerschaltung **92** enthält ein kommerziell erhältliches Digitalpotentiometer, das verwendet wird, um eine analoge Vergleichsspannung zu erzeugen. Ein geeignetes Potentiometer ist das DS1267, das durch Dallas Semiconductor, 4350 Beltwood Parkway South, Dallas, TX 75244 vertrieben wird. Die CPU **52** programmiert (über die Leitungen **90**) dieses Potentiometer, eine Vergleichsspannung zu erzeugen, die dem maximal zulässigen Druck entspricht. Die Druckbegrenzungssteuerschaltung **92** umfaßt einen Komparator, der das Analogsignal auf der Leitung **104**, das durch die Druckabtastungsschaltung **96** erzeugt wird, mit der Vergleichsspannung vergleicht. Wenn der Druck den maximal zulässigen Druck überschreitet (was einen Ausfall in der CPU **52** anzeigt), wird ein Digitalsignal auf der Leitung **105** an die Servosteuerschaltung **94** übertragen, das als Reaktion das Analogsignal auf der Leitung **88** ignoriert, und stattdessen die Spannung auf den Leitungen **99** und **100** reduziert, um den Motor anzuhalten. Sobald folglich die CPU **52** die Druckbegrenzungssteuerschaltung **92** mit dem korrekten Maximaldruck programmiert hat, wird der Injektor diesen Druck selbst dann nicht überschreiten, wenn die CPU **52** ausfällt.

[0054] Unter normalen Umständen wird diese Hardwaredruckbegrenzung nicht aktiviert, da die CPU **52** kontinuierlich Rückmeldungen über die Leistung des Motors und den erzeugten Druck erhält und den Motor durch den D/A **86** so steuert, daß das gewünschte Injektionsprotokoll erhalten wird. Die CPU **52** erhält Rückmeldungen über eine ablaufende Injektion aus drei Quellen: (1) eine Rückmeldung über den Injektionsdruck wird aus dem A/D **84** erhalten, der ein digitales Wort auf dem Bus **56** erzeugt, das der analogen Spannung auf der Leitung **85** entspricht, die durch die Druckabtastungsschaltung **96** erzeugt wird; (2) eine Rückmeldung über die Motorgeschwindigkeit wird aus einem optischen Codierer **166** erhalten, der physikalisch mit dem Motor im Antriebskopf **40** gekoppelt ist (was unter Bezugnahme auf Fig. 5 unten ausgearbeitet wird); und (3) eine Rückmeldung über die Position des Kolbens innerhalb der Spritze wird von einem linearen Potentiometer **168** erhalten, das physikalisch mit dem Kolben gekoppelt ist (siehe Fig. 5 unten). Unter Verwendung dieser Informationen steuert die CPU **52** sorgfältig den Druck, das Volumen und die Geschwindigkeit der Injektion gemäß eines vorprogrammierten Protokolls unter Kontrolle der Software im EPROM **58**.

[0055] Der Strom für die Stromversorgungseinheit, den Antriebskopf und die Bedienungspultanzeige wird durch die Netzspannungsleitungen **107** und **108** zugeführt. Die Netzleitungsspannung wird durch eine herkömmliche Netzversorgungsschaltung **106** aufbereitet, die einen Transformator, der zur Verwendung mit Leitungsspannungen außerhalb der USA eingestellt werden kann, und eine Spannungsabtastschaltung zur Auswahl des geeigneten Transformators beruhend auf der detektierten Leitungsspannung umfaßt. Der Strom kann durch Ausstecken des Injektors abgeschaltet werden, oder vorzugsweise durch einen Kippschalter, der ein Halbleiterrelais in einer Fern-Ein/Aus-Schaltung **110** öffnet und schließt.

[0056] Bezugnehmend auf Fig. 4 ist der Bedienungspult-Schaltungskomplex außerdem um eine Universal-CPU **120** aufgebaut. Ein geeigneter Mikroprozessor ist der MC68332FN. Der Adreßbus **122** und der Datenbus **124**, die mit der CPU **120** verbunden sind, sind mit einer Anzahl von Unterstützungsschaltungen verbunden. Ein Programm-ROM **126** enthält die Software, die die CPU **120** anleitet. (Diese Software ist in Assemblersprache geschrieben.) Ein Schriftarten-ROM **128** umfaßt Schriftarteninformationen, die durch die CPU **120** bei der Erzeugung von Schriftarten für einen Text abgerufen werden, der auf dem Anzeigebildschirm erzeugt wird. Diese Schriftarten enthalten Fremdsprachenzeichen, die benötigt werden, um fremdsprachigen Text zu unterstützen. Das RAM **130** wird durch den Mikroprozessor bei der Durchführung von Anzeige- und Abfrageoperationen verwendet. Ein batteriegepuffertes RAM **132** speichert die gegenwärtige Tageszeit, so daß die Stromversorgungseinheit eine datums- und zeitgestempelte Aufzeichnung einer Injektion vornehmen kann.

[0057] Die primäre Funktion des Bedienungspult-Schaltungskomplexes ist es, Bildschirme auf der Anzeige **32** zu erzeugen, und Tastendrücke von der Tastatur **34** mit acht Tasten (Fig. 2A) zu empfangen und die Tastendrücke an die Stromversorgungseinheit weiterzuleiten. Die Anzeigen werden durch eine Anzeigesteuerung **134** erzeugt, wie die F82C455 VGA-Steuerung, die durch Chips & Technologies, 3050 Zanker Road, San Jose, CA 95134 vertrieben wird. Diese VGA-Steuerung arbeitet mit der CPU **120** über einen Adreßpuffer **136** und Datenpuffer **138** zusammen, und speichert Bildschirminformationen in einem dynamischen Direktzugriffsspeicher (DRAM) **140**. Die Informationen werden über Leitungen **142** zur Anzeige **32** geschickt.

[0058] Tastendrücke von der Tastatur werden durch die Tastaturschnittstellenschaltung **144** empfangen, die die Tastendrücke „entprellt", wobei sie saubere Logiksignale auf den Leitungen **146** erzeugt. Diese Logiksignale werden zur CPU **120** zurückgeführt, so daß sie die Tastendrücke durch Erzeugen eines hörbaren Tons durch eine Lautsprechersteuerschaltung **150** bestätigen kann. Die Lautsprechersteuerschaltung erzeugt außerdem eindeutige hörbare Signale, um andere Operationen anzuzeigen, wie die Einleitung einer Injektion, oder um den Anwender zu melden, daß die Abtastung beginnen sollte. Eine geeignete Steuerung ist der MC3487, der durch Motorola

vertrieben wird.

[0059] Die CPU **120** kommuniziert mit der Stromversorgungseinheit über eine RS-422-Schnittstellemschaltung **148**, die Digitalsignale über Leitungen **75** und **76** sendet und empfängt. Die Schnittstellenschaltung **148** empfängt und übermittelt außerdem direkt von der Tastaturschnittstelle **144** Tastendrücke. Die acht Tasten am Bedienungspult bilden ein einzelnes Informationsbyte von acht Bit (wobei jedes Bit anzeigt, ob die Taste gedrückt oder losgelassen ist). Dieses Byte wird über einen logischen Puffer des Typs „245" direkt an die CPU **120** gekoppelt.

[0060] Ein Gleichstrom mit +28 Volt wird von den Stromversorgungen in der Stromversorgungseinheit über Leitungen **152** empfangen. Eine Stromversorgungsschaltung **154** regelt diese +28 Volt Gleichstromleitung zu einer Sammlung von Versorgungsspannungen, die durch die verschiedenen Schaltungskomplexe im Bedienungspult benötigt werden. Ferner wandelt eine Wechselrichterschaltung +12 Volt Gleichstrom, die durch die Stromversorgungsschaltung **154** erzeugt werden, in einen Schwachstrom mit 600 Volt für Wechselstromversorgungen zur Erregung der Flüssigkristallanzeige um.

[0061] Bezugnehmend auf Fig. 5, umfaßt der Antriebskopf außerdem eine Schaltplatte **160**, die einen Mikroprozessor enthält, um Datenübertragungen mit der Stromversorgungseinheit **50** (Fig. 2C) durchzuführen. Ein geeigneter Mikroprozessor ist der 68HC11E2, der durch Motorola vertrieben wird, der ein kostengünstiger Mikroprozessor mit minimaler Funktionalität in der 68000-Familie ist. Die Schaltplatte empfängt und übermittelt Tastendrücke von den Knöpfen an der (oben beschriebenen) Tastatur **162**, und elektrische Impulse, die Bewegungen vom manuellen Drehknopf **163** anzeigen, der auf der Rückseite des Antriebskopfes angebracht ist. Ein geeigneter manueller Drehknopf ist das Rändelrad Modell **600**, das durch Clarostat, 1 Washington Street, Dover, NH 03820 vertrieben wird. Die Schaltplatte erleuchtet und löscht außerdem die Injektions-/Fehleranzeigenleuchte **49A** und die Freigabeanzeigeleuchte **49B**.

[0062] Der Motor **98** ist mit einem Getriebe gekoppelt, das die Rotationsbewegung des Motors in eine lineare Translation des Kolbens übersetzt. Ein geeigneter Motor ist der CYMS A2774-2-Motor, der durch Barber-Colman, P.O. Kasten **7040**, Rockford, IL 61125 vertrieben wird. Die Rotation des Motors wird durch den optischen Codierer **166** detektiert (der Codierer **166** weist im wesentlichen ein Sprossenrad auf, das sich zwischen einer Lichtquelle und einem Lichtdetektor dreht, um elektrische Impulse zu erzeugen, zum Beispiel der HEDS-9100-Codierer, der durch Hewlett-Packard, 3003 Scott Boulevard, Santa Clara, CA 95054 vertrieben wird). Der Codierer **166** sendet elektrische Impulse an die Schaltplatte **160**, die sie zur Stromversorgungseinheit **50** weiterleitet, was es der CPU **52** an der Stromversorgungseinheit ermöglicht, die Bewegung des Motors zu überwachen.

[0063] Die Position des Kolbens wird durch ein lineares Potentiometer **168** detektiert, zum Beispiel das LCPL200, das durch ETI Systems, 215 Via Del Norte, Oceanside, CA 92054 vertrieben wird. Der Schleifer **169** des Potentiometers **168** ist mechanisch mit dem Kolben **12** gekoppelt und bewegt sich mit im. Es ist ein Gleichspannungsabfall an den Potentiometeranschlüssen **170** und **171** angeordnet, und als Ergebnis wird eine analoge Spannung, die für den Ort des Kolbens und des Schleifers **169** repräsentativ ist, am Schleifer **169** erzeugt. Ein A/D-Wandler auf der Schaltplatte **160** wandelt diese analoge Spannung in ein Digitalsignal um, das die Schaltplatte **160** zur Stromversorgungseinheit **50** übermittelt.

[0064] Die Schaltplatte **160** detektiert außerdem die Ausgabe zweier Hall-Effektsensoren **172** und **174**. Der Antriebskopf weist eine entfernbare Stirnplatte **42** (Fig. 2B) auf. Es gibt gegenwärtig zwei unterschiedliche Stirnplatten mit unterschiedlich bemessenen Öffnungen zur Aufnahme von unterschiedlich bemessenen Spritzen. Obwohl die Stirnplatte nicht entfernt werden braucht, um die Spritze zu ersetzen, kann sie folglich entfernt werden, um eine andere Spritzengröße zu verwenden. Der Sensor **172** detektiert, ob die Stirnplatte **42** offen ist, und wenn dem so ist, sendet die Schaltplatte **160** eine Nachricht an die Stromversorgungseinheit **50**, die alle weiteren Injektionsprozeduren verhindert, bis die Stirnplatte geschlossen ist. Der Sensor **174** detektiert die Größe der verwendeten Stirnplatte. Gegenwärtig weist nur eine der beiden Stirnplatten einen Magneten auf, der den Sensor **174** auslöst; folglich kann die Schaltplatte feststellen, welche Stirnplatte angebracht worden ist, indem sie feststellt, ob Sensor **174** ausgelöst worden ist. Diese Information wird ebenfalls an die CPU **52** in der Stromversorgungseinheit übermittelt, so daß CPU **52** die unterschiedliche Spritzengrößen ausgleichen kann, wenn der Motor **98** gesteuert wird (wie unten beschrieben wird).

[0065] Auf die Anweisung der CPU **52** hin steuert die Schaltplatte **160** auch eine Heizmatte **176**, die das Kontrastfluid in der Spritze erwärmt. Ferner steuert die Schaltplatte **160** eine Bewegungsanzeigekarte **178**. Die Bewegungsanzeigekarte **178** ist mechanisch mit dem Kolben **12** gekoppelt und weist zwei lichtemittierende Dioden LEDs **179** auf, die durch ein Fenster **44** am Antriebskopf (Fig. 2B) sichtbar sind. LEDs **179** beliefern den Anwender mit Rückmeldungen über die Position des Kolbens, indem die Position der Dioden mit der graduierten Skala im Fenster **41** korreliert wird. Die beiden Seiten des Fensters **41** enthalten unterschiedliche graduierte Skalen: eine

für große Spritzen und eine für kleine Spritzen kalibrierte. Abhängig von der durch den Sensor **174** detektierten Spritzengröße wird die LED erleuchtet, die der passenden graduierten Skala am nächsten liegt. Wie im folgenden detaillierter erläutert wird, weist die CPU **52** ferner dann, wenn sich der Kolben bewegt, die Schaltplatte **160** an, die LED blinken zu lassen. Außerdem weist die CPU **52** dann, wenn die CPU **52** in ihre „verriegelte Betriebsart" eintritt (die oben erläutert wird), die Schaltplatte **160** an, die LED beständig zu erleuchten. Folglich liefern die LEDs **179** eine Anwenderrückmeldung über die Kolbenposition, Bewegungsrichtung und die „verriegelte Betriebsart".

[0066] Bezugnehmend auf die Fig. 6A–Fig. 6F, wird ein Injektionsprotokoll aus der Anwenderperspektive beschrieben. Der Hauptbedienungsbildschirm wird in Fig. 6A dargestellt. Der Kasten **200**, der mit einer Piktogrammdarstellung **201** des Antriebskopfes verbunden ist, gibt das Stromvolumen des Kontrastmittels in der Spritze an. Der Kasten **202**, der mit einer Piktogrammdarstellung **203** der Spritze verbunden ist, gibt das Gesamtvolumen an, das während des gegenwärtig ausgewählten Protokolls abgegeben worden ist. Der Kasten **204** gibt die Druckbegrenzung an, die durch den Anwender für die Prozedur vorgewählt wird, und der Kasten **206** gibt eine Abtastverzögerung (in Sekunden) an, die die Verzögerung von der Zeit ist, zu der der Anwender (entweder mit dem Handschalter, einer Taste am Bedienungspult oder einem Knopf am Antriebskopf) eine Injektion einleitet, bis die Röntgen- oder magnetische Abtastung des Versuchstiers beginnen sollte (am Ende dieser Verzögerung erzeugt die CPU **120** einen Ton, der dem Anwender anzeigt, daß die Abtastung beginnen sollte; alternativ könnte die Abtastung automatisch durch eine geeignete elektrische Verbindung zwischen dem Abtaster und dem Injektor eingeleitet werden). In der dargestellten Situation enthält die Spritze 180 ml Fluid, von dem 30 ml durch das gegenwärtig ausgewählte Protokoll verwendet werden, die Druckbegrenzung beträgt 200 psi (1380 kPa), und es gibt keine Abtastverzögerung.

[0067] In der in Fig. 6A dargestellten Anzeige zeigen die oberen Bereiche des Bildschirms gespeicherte Injektionsprotokolle an. Der Bereich **208** gibt Protokolle an, die der Anwender auswählen kann, und der Bereich **210** gibt Details des gegenwärtig ausgewählten Protokolls an. Wie im Bereich **210** gezeigt, umfaßt ein Protokoll eine Anzahl von Phasen; während jeder Phase erzeugt der Injektor eine vorprogrammierte Durchflußgeschwindigkeit, um ein vorprogrammiertes Gesamtfluidvolumen abzugeben. Das dargestellte Protokoll „SERIO VASCUL" weist nur eine Phase auf; jedoch weisen andere Protokolle, die durch den Anwender ausgewählt werden können, mehrere Phasen auf. Im Bereich **208** werden die Protokolle durch den Namen und durch die Anzahl der Phasen angegeben; folglich weist, wie dargestellt, das „LEBER"-Protokoll 2 Phasen und das „ABDOMEN PI"-Protokoll 3 Phasen auf.

[0068] Der Benutzer kann Protokolle auswählen, eine Injektion freigeben und auf andere Weise durch Anzeigebildschirme durch Drücken der Knöpfe auf der Tastatur **34** neben der Anzeige navigieren. Der Bereich **212** der Anzeige dazu bestimmt, die Funktionen zu kennzeichnen, die durch die Knöpfe auf der Tastatur **34** erhältlich sind. Folglich kann der Benutzer in dieser Anzeige, die in Fig. 6A dargestellt wird, das vorhergehende oder nächste Protokoll in der Liste im Bereich **208** durch Drücken der Knöpfe neben den Worten „VORHERGEHENDES PROTOKOLL" bzw. „NÄCHSTES PROTOKOLL" auf der Anzeige auswählen. Der Benutzer kann außerdem die Werte für den Durchfluß, das Volumen und die Injektionsverzögerung für das gegenwärtige Protokoll durch Drücken des Knopfes neben „ÄNDERUNG WERTE" auswählen; so zu verfahren wird die Funktion der Tastatur und des Bereichs **212** der Anzeige ändern, so daß der Anwender einen Wert, die Zunahme und Abnahme des Werts auswählen, zu bildende Zeichen auswählen oder einen Protokollnamen bearbeiten, und dann zur Anzeige zurückkehren kann, die in Fig. 6A gezeigt wird. Aus Fig. 6A kann der Anwender außerdem in eine Steuertafelanzeige (siehe Fig. 6E unten) eintreten, um Betriebsparameter und andere Daten einzustellen. Außerdem kann der Anwender in einen Protokollverwaltungsprogramm eintreten, in dem der Anwender Protokolle umbenennen oder löschen kann, und die Reihenfolge der Protokolliste festlegen kann, die im Bereich **208** gezeigt wird. Schließlich kann der Benutzer außerdem eine Injektion von der Anzeige freigegeben, die in Fig. 6A dargestellt wird, durch Drücken des Knopfes neben „FREIGABE".

[0069] Wie in Fig. 6B gezeigt, präsentiert der Injektor, wenn der Benutzer eine Injektion freigibt, als eine Sicherheitsmaßnahme zuerst einen Textkasten **214**, der den Anwender befragt, ob die gesamte Luft aus der Spritze evakuiert worden ist. Der Bereich **212** der Anzeige enthält nur die Worte „JA" und „NEIN", die anzeigen, daß der Anwender die Frage mit entweder ja oder nein beantworten muß. Wenn der Knopf neben „NEIN" gedrückt wird, wird die Injektion abgebrochen. Wenn die Antwort „JA" ist, wird der Injektor mit einem freigegebenen Zustand fortfahren, der in Fig. 6C dargestellt wird. Hier zeigt der Bereich **208** der Anzeige die erwartete Dauer an, und der Bereich **212** enthält das Wort „START", „AUTO FREIGABE" und „AUSGANG". Wenn der Anwender den Knopf neben „AUSGANG" drückt, wird der Injektor in den Zustand zurückkehren, der durch Fig. 6A dargestellt wird. Wenn der Anwender den Knopf neben „AUTO FREIGABE" drückt, wird der Injektor in die Betriebsart mit automatischer Freigabe und aus ihr heraus schalten, was durch einen kurz angezeigten Kasten in der Mitte des Bildschirms bestätigt wird. Wenn der

Anwender den Knopf neben „START" drückt, wird die Injektion beginnen, und der Injektor wird sich in den Zustand bewegen, der durch Fig. 6D dargestellt wird.

[0070] Während eine Injektion abläuft, wird die in Fig. 6D gezeigte Anzeige angezeigt. In dieser Anzeige zeigt der Bereich **208** die gesamte Injektionszeit und das Volumen (in ml) an, das an den Patienten abgegeben wird. Der Bereich **212** zeigt das Wort „STOP" neben jedem der Knöpfe auf der Tastatur **34**, was anzeigt, daß der Anwender die Injektion durch Drücken irgendeines der Knöpfe (oder durch Drücken der Start/Stop-Knopfes **45** am Antriebskopf, oder durch Drücken des Handschalters) stoppen kann. Zusätzlich wird im Kasten **200** das Gesamtvolumen des Fluids in der Spritze abwärtsgezählt, wenn das Fluid in das Versuchstier injiziert wird.

[0071] Nachdem das Injektionsprotokoll abgeschlossen worden ist, wird der Injektor entweder in den Zustand, der durch Fig. 6A dargestellt wird, oder in den Zustand zurückkehren, der durch Fig. 6C dargestellt wird. Wenn der Anwender durch Drücken von "AUTO FREIGABE" in Fig. 6C den Injektor in die Betriebsart mit automatischer Freigabe versetzten wird, wird der Injektor in den Zustand zurückkehren, der durch Fig. 6C dargestellt wird. Wenn jedoch der Anwender den Injektor nicht in die Betriebsart mit automatischer Freigabe versetzt, wird der Injektor in den Zustand zurückkehren, der durch Fig. 6A dargestellt wird. Indem der Injektor folglich in die Betriebsart mit automatischer Freigabe versetzt wird, kann der Anwender leichter ein Injektionsprotokoll wiederholen; dies kann nützlich sein, wo sich zum Beispiel das Kontrastmittel verhältnismäßig schnell verteilt und mehrere Bilder vom selben Bereich des Versuchstiers aufgenommen werden. Durch die Verwendung von „AUTO FREIGABE" kann der Anwender das Kontrastmittel durch Drücken einer einzigen Taste (oder des Handschalters) genau vor jedem Bild nachfüllen, ohne den Injektor erneut freizugeben.

[0072] Wie oben erwähnt, kann es sein, daß Injektionsanwender vorgefüllte Spritzen für Injektionen verwenden wollen. Jedoch enthalten vorgefüllte Spritzen häufig Verlängerungen, die das Füllvolumen der Spritze reduzieren (Spritzen dieser Art sind als „teilweise vorgefüllte" Spritzen bekannt). Der hierin beschriebene Injektor weist ein Merkmal zum Ausgleichen des reduzierten Volumens von teilweise vorgefüllten Spritzen auf, das im folgenden beschrieben wird.

[0073] Wie oben erwähnt, kann der Anwender, um den Injektor einzustellen, in die „Steuertafel" eintreten, die in Fig. 6E dargestellt. In der Steuertafel gibt die Anzeige die gegenwärtigen Betriebseinstellungen des Injektors an. Folglich umfaßt die Steuertafel einen Kasten **220**, der die gegenwärtige Druckbegrenzung angibt, einen Kasten **222**, der die gegenwärtige Sprache angibt (wie oben erwähnt, kann der Anwender eine Sprache für den Textabschnitte der An zeige auswählen), Kästen **226** und **228**, die die gegenwärtige Zeit und Datum kennzeichnen, und einen Kasten **230**, der Registrierungsnamen der Benutzers und/oder Anzahl angibt. Diese Informationen werden unter Verwendung der Tastatur und des Bereichs **212** der Anzeige in der oben erläuterten Weise eingegeben.

[0074] Ein zusätzlicher Kasten **232** auf der „Steuertafel"-Anzeige wird verwendet, um anzuzeigen, ob teilweise vorgefüllte Spritzen mit dem Injektor verwendet werden. Der Kasten **232** wird das Wort „JA" oder „NEIN" enthalten, das durch den Anwender ausgewählt wird (wie in Fig. 6E gezeigt, stellt dann, wenn der Benutzer versucht, diesen Kasten zu modifizieren, der Bereich **212** der Anzeige die Auswahlen „JA" oder „NEIN" bereit).

[0075] Wenn der Anwender den Kasten **232** modifiziert hat, um anzuzeigen, daß teilweise vorgefüllte Spritzen verwendet werden können (d.h. Kasten **232** weist ein „JA" auf), dann wird die oben beschriebene Freigabeprozedur leicht verändert. Wenn teilweise vorgefüllte Spritzen verwendet werden können, präsentiert der Injektor, nachdem der Anwender eine Injektion durch Drücken von „FREIGABE" auf der Anzeige der Fig. 6A freigibt, den Bildschirm, der in Fig. 6F dargestellt wird, in der der Anwender die Größe der vorgefüllten Spritze durch Drücken eine Knopfes neben „50 ml", „65 ml", „75 ml", „100 ml", oder „125 ml" angibt. Sobald der Anwender die Größe der vorgefüllten Spritze angegeben hat, wird der Injektor zur Anzeige weitergehen, die in Fig. 6B dargestellt ist. Die CPU **52** (Fig. 3) wird dann die Verlängerung in der Spritze in der Weise ausgleichen, die unten unter Bezugnahme auf Fig. 7E beschrieben wird.

[0076] Bezugnehmend auf Fig. 7A, wird das Programm, das in der CPU **52** ausgeführt wird, eingeleitet **240**, wenn der Strom eingeschaltet wird. Das Programm wird zuerst die Hardware und Software, die in der Stromversorgungseinheit **50** verbunden sind, den Antriebskopf **40** und die Anzeige **30** initialisieren **242**. Dann führt die CPU **52** Diagnosen durch **244**, um sicherzustellen, daß der Injektor richtig arbeitet; im wesentlichen umfaßt dies das Senden von Testdaten an verschiedene Hardwareelemente und das Verifizieren, daß die richtigen Antworten empfangen werden.

[0077] Nachdem diese Diagnosen bestanden worden sind, leitet die CPU **52** eine Anzahl von „Teilprozessen", oder parallelen Prozessen ein; danach werden diese Prozesse unter Kontrolle des oben beschriebenen USX68K-Betriebssystems auf der CPU **52** zeitlich gemultiplext. Diese Teilprozesse kommunizieren mit dem Betriebssystem und miteinander durch „Nachrichten" oder Semaphore – im wesentlichen werden Datenübertragungen zwischen Prozes-

sen in einem global zugänglichen Bereich durchgeführt, verwaltet durch das Betriebssystem, wo sie später durch andere Teilprozesse abgerufen werden. Das Betriebssystem weist den Teilprozessen Verarbeitungszeit zu. Während eines Großteils der Zeit wird ein Teilprozeß „inaktiv" sein, d.h. er wird überhaupt keine anhängigen Operationen auszuführen haben. Die Teilprozesse sind im allgemeinen so geschrieben, daß wenn der Teilprozeß inaktiv ist, er dem Betriebssystem diese Tatsache melden wird (dem Betriebssystem „Zeit zurückgeben" wird), so daß das Betriebssystem einem anderen Teilprozeß die Verarbeitungszeit neu zuweisen kann.

[0078] Das Betriebssystem weist Teilprozessen Verarbeitungszeit in einer priorisierten, ringförmigen Weise zu. Folglich wird das Betriebssystem im allgemeinen jedem Teilprozeß einem nach dem anderen Verarbeitungszeit geben; wenn ein aktiver Teilprozeß mit niedriger Priorität mehr als eine maximale Menge Verarbeitungszeit verwendet, wird das Betriebssystem den Teilprozeß unterbrechen, und wird anderen Teilprozessen mit einer höheren Priorität eine Gelegenheit geben, die Verarbeitungszeit zu nutzen. Jedoch wird ein Teilprozeß mit hoher Priorität nicht durch Teilprozesse mit niedrigerer Priorität unterbrochen, unabhängig davon, ob der Teilprozeß mit hoher Priorität mehr als die maximale Menge der Verarbeitungszeit verwendet. Im Normalbetrieb ist der größte Teil der Teilprozesse inaktiv, und es gibt keinen Konflikt zwischen Teilprozessen um die Verarbeitungszeit; jedoch bei den Gelegenheiten, wo es einen Konflikt gibt, ermöglicht es dieses priorisierte System den wichtigsten Teilprozessen, ununterbrochen zu bleiben, falls notwendig. Es sollte jedoch beachtet werden, daß selbst der Teilprozeß mit der höchsten Priorität (Servoteilprozeß **254**) gelegentlich Zeit an das Betriebssystem zurückgibt (in den Momenten, wo eine Unterbrechung toleriert werden kann), so daß andere Teilprozesse ihren Betrieb fortsetzen können, selbst während der Teilprozeß mit der höchsten Priorität aktiv ist.

[0079] Die Teilprozesse, die in der CPU **52** arbeiten, fallen im allgemeinen in zwei Kategorien: „kommunizierende" Teilprozesse, die Informationen in und aus der Stromversorgungseinheit **50** senden, und „arbeitende" Teilprozesse, die die Informationen erzeugen oder verarbeiten, die durch die Stromversorgungseinheit gesendet oder empfangen werden. Es gibt zwei arbeitende Teilprozesse: einen Zustandsmaschinen-Teilprozeß **246** und einen Servoteilprozeß **254**.

[0080] Der Zustandsmaschinen-Teilprozeß **246** weist das Bedienungspult **30** an, Bildschirmanzeigen der Art zu erzeugen, die in den in Fig. 6A–Fig. 6E gezeigt werden, und verarbeitet auch das Drücken von Köpfen durch den Benutzer. Der Teilprozeß **246** ist im wesentlichen eine Zustandsmaschine, wobei jeder „Zustand" einen Anzeigebildschirm entspricht, und jeder Anwendertastendruck einen Zustandsübergang erzeugt. Die Software im Programm-EPROM **58** (Fig. 3) definiert im wesentlichen ein Zustandsübergangsdiagramm, das spezifische Zustände, Anzeigen, die mit diesen Zuständen verbunden sind, und für jeden Zustand die Tastendrücke oder andere Aktivitäten identifiziert, die einen Übergang in einen anderen Zustand bewirken.

[0081] Wie in Fig. 7B gezeigt, sucht **270** der Teilprozeß **246**, wenn er eingeleitet wird, nach einer Nachricht, zum Beispiel einer Nachricht aus einem Datenübertragungsteilprozeß, die anzeigt, daß ein Bedienungspultknopf gedrückt wurde, oder einer Nachricht vom Servoteilprozeß, der anzeigt, daß die Anzeige aktualisiert werden sollen, um die jüngste Injektionsaktivität wiederzuspiegeln. Wenn keine Nachricht empfangen worden ist, gibt der Teilprozeß Zeit an das Betriebssystem zurück **272**. Wenn jedoch eine Nachricht empfangen worden ist, verwendet der Teilprozeß die Software im Programm-EPROM **58**, den neuen Zustand, der mit dem empfangenen Tastendruck oder der Aktivität verbunden ist, zu identifizieren und zu ihm überzugehen **274**. In einigen Fällen, z.B. wo der Anwender einen ungültigen Knopf gedrückt hat, wird der neue Zustand derselbe wie der alte Zustand sein; in anderen Fällen wird der neue Zustand ein anderer Zustand sein. Wenn der neue Zustand ein anderer Zustand ist, sendet der Zustandsmaschinen-Teilprozeß Nachrichten an den passenden Datenübertragungsteilprozeß, um den Bildschirm zu modifizieren **276**, so daß er den neuen Zustand wiedergibt. Zusätzlich kann der Zustandsmaschinen-Teilprozeß Nachrichten an den Servoteilprozeß senden, um z.B. dem Servoteilprozeß zu melden, daß der Anwender einen Knopf gedrückt hat, der ein Protokoll startet. Wenn dies beendet ist, kehrt die Zustandsmaschine zum Betriebssystem zurück **280**.

[0082] Wenn eine Startnachricht an den Servoteilprozeß gesendet wird, führt der Teilprozeß, der die Nachricht sendet, eine oder mehrere globale Variablen ein, um die Art der angeforderten Bewegung anzuzeigen. Es werden acht globale Variablen (Variable, die durch das Betriebssystem verwaltet werden und durch alle Teilprozesse zugänglich sind), die in vier Paaren organisiert sind, zu diesem Zweck verwendet. Jedes Variablenpaar gibt eine gewünschte neue Position für den Kolben an und eine Geschwindigkeit, mit der sich der Kolben zu dieser Position bewegen sollte. Es können vier Protokollphasen durch die vier Variablenpaare beschrieben werden, und folglich in einer Nachricht an den Servoteilprozeß ausgeführt werden. Wenn folglich der Zustandsmaschinen-Teilprozeß eine Nachricht an den Servoteilprozeß sendet **278**, berechnet er eine oder mehrere gewünschte Endpositionen und Geschwindigkeiten für das ausgewählte Protokoll, und setzt die berech-

neten Werte in globale Variablen ein.

[0083] Bezugnehmend auf Fig. 7C, prüft der Servoteilprozeß **254**, wenn er durch das Betriebssystem eingeleitet wird, zuerst **282**, ob eine Nachricht dem Servo mitteilt, die Bewegung des Kolbens zu starten. Wenn keine Nachricht empfangen wird, gibt der Servoteilprozeß dem Betriebssystem Zeit zurück **284**. Wenn jedoch eine Startnachricht empfangen worden ist, beginnt **286** der Servoteilprozeß, den Motor mit der gewünschten Geschwindigkeit, die durch eine globale Variable angegeben wird, zur gewünschten Position zu bewegen, die durch eine globale Variable angegeben wird. An dieser Stelle tritt der Servoteilprozeß in eine Schleife ein; während jeder Iteration prüft **288** die Schleife, ob der Kolben an der gewünschten Position angekommen ist (die Kolbenposition wird durch den Antriebskopf-Empfangsteilprozeß **260** bestimmt, wie in Fig. 7E unten dargestellt), und wenn dem so ist, endet die Schleife, und der Servoteilprozeß hält den Motor an **290** und kehrt zurück. Wenn jedoch der Kolben nicht an der gewünschten Position angekommen ist, prüft **292** der Servoteilprozeß, ob die Geschwindigkeit des Motors korrekt ist (die Motorgeschwindigkeit wird durch eine Unterbrechungsroutine gemessen, die in Fig. 7D unten dargestellt wird). Wenn die Motorgeschwindigkeit fehlerhaft ist, wird sie durch Einstellen der Motorspannung **294** korrigiert. Sobald diese Schritte vollendet sind, ermöglicht **296** der Servoteilprozeß dem Betriebssystem drei Zeitscheiben (etwa 21 Millisekunden), um andere Prozesse auszuführen, wonach er zu Schritt **288** zurückkehrt, um die Schleife zu schließen.

[0084] Bezugnehmend auf Fig. 7D, wird wie oben angegeben die Motorgeschwindigkeit durch eine Unterbrechungsroutine gemessen. Wenn ein Impuls aus dem optischen Codierer **166** (Fig. 5) detektiert wird, der am Motor **98** angeschlossen ist, bewirkt der Prozessor in der Antriebskopf-Schaltplatte **160**, daß sich eine Unterbrechung auf der Leitung **71** zur CPU **52** bewegt. Wenn diese Unterbrechung empfangen wird **300**, berechnet **302** die Unterbrechungsroutine die Zeit, die von der vorhergehenden Zählunterbrechung verstrichen ist, und berechnet aus dieser verstrichenen Zeit **304** die Kolbengeschwindigkeit. Dieser Geschwindigkeitswert wird in einer globalen Variable gespeichert **306**, (wo auf ihn durch die Servoroutine zugegriffen werden kann), und die Unterbrechung wird ausgeführt **308**.

[0085] Bezugnehmend auf Fig. 7E, ist der Antriebskopf-Empfangsteilprozeß **260** für den Empfang von Nachrichten vom Antriebskopf und als Reaktion darauf für die Durchführung einer Anzahl von Aufgaben verantwortlich, die die Weiterleitung manueller Bewegungen des Kolbens an den Servoteilprozeß und (wie oben erwähnt) die Weiterleitung von Positionsmessungen an den Servoteilprozeß während der Bewegung des Kolbens umfassen.

[0086] Wenn das Betriebssystem den Antriebskopf-Teilprozeß einleitet **260**, prüft der Teilprozeß zuerst **310** auf irgendwelche Nachrichten; wenn keine empfangen worden sind, gibt der Teilprozeß dem Betriebssystem Zeit zurück **312**. Wenn jedoch der Teilprozeß eine Nachricht empfangen hat, stellt er fest **312**, um welche Nachricht es sich handelt, und reagiert geeignet (diese Bestimmung wird zur Klarheit als eine Mehrwegeverzweigung dargestellt, sie ist jedoch im Code als eine Reihe einzelner Prüfungen implementiert, die hintereinander ausgeführt werden). Die Nachricht kann eine Fehlermeldung **314**, eine Bewegung **316** des manuellen Drehknopfes, eine Ablesung **318** des linearen Potentiometers (die durch den Antriebskopf periodisch erzeugt werden), eine Ablesung **320** des Füllknopfes (die durch den Antriebskopf periodisch erzeugt wird), einen Druck **322** des Start/Stop-Knopfes oder mehrere andere Nachrichten enthalten (es können mehrere Nachrichten auf einmal empfangen werden).

[0087] Wie in Fig. 7E gezeigt, wird dann, wenn die Nachricht eine Ablesung **318** des linearen Potentiometers enthält, die Ablesung in ein äquivalentes Volumen umgewandelt **324** (wobei Kalibrierungsmessungen verwendet werden, die im EEPROM **62** gespeichert sind). Dann wird ein Versatzwert (der das Vorhandensein der Verlängerung in einer teilweise gefüllten vorgefüllten Spritze ausgleicht) vom berechneten Volumen subtrahiert **326**, und das Ergebnis wird in einer globalen Variable gespeichert, wo auf es später durch den Servoteilprozeß bei Schritt **288** (Fig. 7C) zugegriffen werden kann. Der Versatzwert, der in Schritt **326** verwendet wird, wird erzeugt, wenn der Benutzer als Reaktion auf die in Fig. 6F gezeigte Anzeige die teilweise vorgefüllte Größe angibt; wenn keine teilweise vorgefüllten Spritzen verwendet werden, wird der Versatz auf einen konstanten Nullwert gesetzt. Sobald das eingestellte Volumen gespeichert ist, gibt der Antriebskopf-Teilprozeß dem Betriebssystem Zeit zurück **328**.

[0088] Wie in Fig. 7F gezeigt, stellt dann, wenn eine Ablesung **320** des Füllknopfes empfangen wird (d.h. die empfangene Nachricht gibt den Zustand der Knöpfe **46**, **47** und **48** auf der Tastatur **162** des Antriebskopfes an), der Antriebskopf-Teilprozeß zuerst fest **330**, welcher Knopf oder Knöpfe gedrückt werden.

[0089] Wenn ein „Schnell"-Knopf **48** und der Vorwärtsknopf **46** oder Rückwärtsknopf **47** gedrückt werden **332**, stellt der Teilprozeß zuerst fest **334**, ob sich der Motor auf seiner maximalen Verriegelungsgeschwindigkeit befindet (durch Ablesung der globalen Variablen, die die Motorgeschwindigkeit angibt, die durch die Unterbrechungsroutine erzeugt wird, wie in Fig. 7D dargestellt). Wenn nicht, erhöht **336** der Teilprozeß die Motorgeschwindigkeit in die die angegebene Richtung – durch Erhöhung des Wertes der glo-

balen Variablen, die die gewünschte Geschwindigkeit angibt, Setzen der globalen Variablen, die den gewünschten Ort angibt, so daß sie das Ende der Spritze angibt (und Senden einer Startservonachricht an den Servoteilprozeß, wenn der Motor nicht schon läuft) – und gibt an das Betriebssystem Zeit zurück **338**. Wenn der Motor jedoch seine Verriegelungsgeschwindigkeit erreicht hat, dann stellt der Teilprozeß fest **340**, ob als das letzte Mal Knöpfe gedrückt wurden, eine Füllknopfablesung verarbeitet wurde. Wenn dem so ist, dann hat der Anwender den Motor auf seine maximale Geschwindigkeit beschleunigt und hält die Knöpfe weiter gedrückt. In dieser Situation sollte der Motor weiter mit seiner maximalen Geschwindigkeit laufen; daher gibt der Teilprozeß einfach Zeit an das Betriebssystem zurück **338**. Wenn jedoch die Knöpfe nicht zum letzten Mal gedrückt wurden, dann verriegelte der Anwender den Motor auf der maximalen Geschwindigkeit, ließ die Knöpfe los, und drückte einige Zeit später einen Knopf bei einem Versuch, den Motor zu stoppen. Folglich stoppt **342** der Teilprozeß in dieser Situation den Motor (indem er die globale Variable, die die gewünschte Geschwindigkeit anzeigt, auf null setzt), und gibt dem Betriebssystem Zeit zurück **338**.

[0090] Wenn der Anwender nur den Vorwärts oder Rückwärtsknopf oder irgendeine andere Kombination von Knöpfen drückt **344**, stellt der Teilprozeß zuerst fest **346**, ob der Motor läuft (durch Überprüfen des Werts der globalen Variablen, die die Motorgeschwindigkeit anzeigt). Wenn der Motor nicht läuft, dann wird ein einzelner Tastendruck seinen Lauf nicht starten, daher kehrt der Teilprozeß einfach zum Betriebssystem zurück **338**. Wenn jedoch der Motor läuft, dann stellt der Teilprozeß fest **348**, ob als das letzte Mal Knöpfe gedrückt wurden, eine Füllknopfablesung verarbeitet wurde. Wenn Knöpfe das letzte Mal gedrückt wurden, dann versucht der Anwender lediglich, den Motor mit seiner gegenwärtigen Geschwindigkeit laufen zu lassen, indem er einen Knopf gedrückt hält; daher kehrt in dieser Situation der Teilprozeß einfach zum Betriebssystem zurück **338**, was es dem Motor ermöglicht weiter zu laufen. Wenn jedoch die Knöpfe nicht zum letzten Mal gedrückt wurden, dann verriegelte der Anwender den Motor auf der maximalen Geschwindigkeit, ließ die Knöpfe los, und drückte einige Zeit später einen Knopf bei einem Versuch, den Motor zu stoppen. Folglich stoppt **342** der Teilprozeß in dieser Situation den Motor (indem er die globale Variable, die die gewünschte Geschwindigkeit anzeigt, auf null setzt), und gibt dem Betriebssystem Zeit zurück **338**.

[0091] Wenn keine Knöpfe gedrückt **352** wurden, stellt der Teilprozeß einfach fest **354**, ob sich der Motor auf seiner Verriegelungsgeschwindigkeit befindet. Wenn nicht, stoppt **356** der Teilprozeß den Motor und gibt dem Betriebssystem Zeit zurück. Andernfalls kehrt der Teilprozeß direkt zurück **338**, was es dem Motor ermöglicht, mit seiner Verriegelungsgeschwindigkeit weiter zu laufen.

[0092] Bezugnehmend auf Fig. 7G, kann eine manuelle Bewegung auch erzeugt werden, indem der manuelle Drehknopf **163** (Fig. 5) gedreht wird, der auf der Rückseite des Antriebskopfes angebracht ist. Wie oben erwähnt, übermittelt der Antriebskopf CPU **160** regelmäßig Bewegungen des manuellen Drehknopfes an die CPU **52** der Stromversorgungseinheit. Dieser Bericht gibt die Drehrichtung und die Anzahl der elektrischen Impulse an, die vom Drehknopf seit dem letzten Bericht empfangen wurden (mehr Impulse zeigen eine höhere Umdrehungsgeschwindigkeit an). Wenn eine Nachricht des manuellen Drehknopfes empfangen wird **316**, berechnet der Antriebskopf-Empfangsteilprozeß zuerst **340** aus der Anzahl der Impulse, die in der Nachricht angegeben werden, eine gewünschte Kolbengeschwindigkeit und berechnet **342** aus der Anzahl der Impulse und der Drehrichtung des Drehknopfes eine gewünschte Endposition. Diese werden dann in globalen Variablen gespeichert **344**, die für den Servoteilprozeß zugänglich sind, wie oben beschrieben. Wenn der Motor nicht schon läuft, sendet der Antriebskopf-Empfangsteilprozeß außerdem eine Servostartnachricht an den Servoteilprozeß. Dann gibt der Teilprozeß dem Betriebssystem Zeit zurück **346**.

[0093] Es versteht sich, daß verschiedene Modifikationen und Abänderungen an der oben beschriebenen Ausführungsform vorgenommen werden können. Zum Beispiel kann der Drehknopf **163** zur manuellen Bewegung durch irgendeine andere Steuerung ausgetauscht werden, die eine Geschwindigkeits- und Richtungssteuerung ermöglicht, zum Beispiel durch einen Knopf oder Drehknopf, der in mehrere Positionen gedreht oder geschaukelt werden kann, die verschiedenen Geschwindigkeiten und Bewegungsrichtungen entsprechen, oder eine Gruppe von Knöpfen oder Drehknöpfen, die es dem Anwender ermöglichen, getrennt eine gewünschte Geschwindigkeit mit einem Knopf oder Drehknopf und eine gewünschte Richtung mit einem anderen Knopf oder Drehknopf auszuwählen.

Bezugszeichenliste

Fig. 3

80	Isolierte Handschalter-Schnittstelle
70	Antriebskopf-Schnittstelle
72	Hilfs-I/O-Schnittstelle
74	Schnittstelle
78	Tastatur-Schnittstelle
78	Tastatur-Schnittstelle
66	UART #1
58	Programm-EPROM
60	Sprach-EPROM
62	EEPROM

68 UART #2
64 RAM
84 A/D
55 Adreßpuffer
57 Datenpuffer
110 Fern-Ein/Aus
52 CPU
106 Stromversorgungen
86 D/A
94 Servosteuerung
92 Druckbegrenzungssteuerung
96 Druckabtastung

Fig. 4

154 Stromversorgungen
5VDC
–12 bis 18 VDC
+12 VDC
150 Lautsprechersteuerung
148 RS-422-Schnittstelle
120 CPU
144 Tastatur-Schnittstelle
Tastatur
156 Wechselrichter
Adressen
Daten
126 Programm-ROM
128 Schriftart-ROM
130 RAM
132 Batteriegepuffertes RAM
136 Adreßpuffer
138 Datenpuffer
134 Anzeigesteuerung
Anzeige
140 DRAM

Fig. 5

168 Lineares Potentiometer
164 Getriebe
98 Motor
166 Optischer Codierer
176 Heizdecke
160 Hauptschaltplatte
172 Hall-Effektsensor für geschlossene Stirnplatte
174 Spritzengrößen-Hall-Effektsensor
174 Spritzengrößen-Hall-Effektsensor
49A Einschalter
162 Tastatur

Fig. 7A

240 Einschalten
242 Initialisiere Hardware und Software
244 Einschaltdiagnosen
246 Zustandsmaschine
248 Bedienungspult 1 Senden
250 Bedienungspult 2 Senden
252 Antriebskopf Senden
254 Servo
256 Bedienungspult 1 Empfangen
258 Bedienungspult 2 Empfangen
260 Antriebskopf Empfangen

Fig. 6A

PROTOKOLLSPEICHER
BRUST ABDOMEN
ABDOMEN PI
LEBER
SERIO VASCUL
PHASE
DURCHFLOSS (ml/s)
VOLUMEN (ml)
INJEKTIONSVERZÖGERUNG (s)
FREIGABE
VORHERGEHENDES PROTOKOLL
NÄCHSTES PROTOKOLL
ÄNDERUNG WERTE
STEUERTAFEL
PROTOKOLL MANAGER
PROTOKOLL
MAXIMALER DRUCK

Fig. 6B

PROTOKOLLSPEICHER
BRUST ABDOMEN
ABDOMEN PI
LEBER
SERIO VASCUL
HABEN SIE DIE GESAMTE LUFT AUS DER XXX ml SPRITZE UND RÖHRE EVAKUIERT?
JA
NEIN
PROTOKOLL
MAXIMALER DRUCK

Fig. 6C

BEREIT ZUR INJEKTION
ERWARTETE DAUER: 0:15
SERIO VASCUL
PHASE
DURCHFLUSS (ml/s)
VOLUMEN (ml)
INJEKTIONSVERZÖGERUNG (s)
START
AUTOMATISCHE FREIGABE
AUSGANG
PROTOKOLL
MAXIMALER DRUCK

Fig. 6D

PROZEDUR EINGELEITET
INJEKTIONSZEIT 0:06
ABGEGEBENES VOLUMEN 12
SERIO VASCUL
PHASE
DURCHFLUSS (ml/s)
VOLUMEN (ml)
INJEKTIONSVERZÖGERUNG (s)
PROTOKOLL
MAXIMALER DRUCK
STOP
STOP
STOP
STOP
STOP
STOP
STOP
STOP

Fig. 6E

STEUERTAFEL
DRUCKBEGRENZUNG
SPRACHE DEUTSCH
ZEIT
VERWENDUNG VON TEILWEISE VORGEFÜLLTEN SPRITZEN?
JA
DATUM
REGISTRIERUNGSNAMEN
JA
NEIN
AUSGANG

Fig. 6F

PROTOKOLLSPEICHER
BRUST ABDOMEN
ABDOMEN PI
LEBER
SERIO VASCUL
DRÜCKEN SIE DIE TASTE, DIE DER GRÖSSE DER VORGEFÜLLTEN SPRITZE ENTSPRICHT
PROTOKOLL
MAXIMALER DRUCK
AUSGANG

Fig. 7B

246 ZUSTANDSMASCHINE
270 NACHRICHT EMPFANGEN?
N
272 ZURÜCK
J
274 ÜBERGANG ZU NEUEM ZUSTAND FÜR DEN GEDRÜCKTEN KNOPF
276 MODIFIZIERE BILDSCHIRM, UM NEUE ZUSTAND WIEDERZUGEBEN (FALLNÖTIG)
278 SEND NACHRICHTEN AN SERVO (FALLS NÖTIG) UND SPEICHERE NEUES ZIEL
280 ZURÜCK

Fig. 7C

254 SERVO
282 SERVOSTART NACHRICHT EMPFANGEN?
N
284 ZURÜCK
J
286 STARTE MOTOR, UM MIT DER GEWÜNSCHTEN GESCHWINDIGKEIT ZUR GEWÜNSCHTEN POSITION ZU FAHREN
288 IST DER KOLBEN AN DER GEWÜNSCHTEN POSITION ANGEKOMMEN?
J
290 STOP UND ZURÜCK
N
292 IST DIE GEMESSENE GESCHWINDIGKEIT KORREKT?
294 KORRIGIERE MOTORSPANNUNG
296 ERMÖGLICHE DREI ZEITSCHEIBEN (21 ms)

Fig. 7D

300 UNTERBRECHUNG FÜR EMPFANGENEN ZÄHLWERT
302 BERECHNE ZEIT; DIE SEIT LETZTER ZÄHLWERT VERSTRICHEN IST
304 BERECHNE KOLBENGESCHWINDIGKEIT
306 SPEICHERE GESCHWINDIGKEIT IN GLOBALER VARIABLEN
308 FERTIG

Fig. 7E

260 ANTRIEBSKOPF-EMPFANG
310 NACHRICHT EMPFANGEN?
N
312 ZURÜCK
J
312 WELCHE IST ES?
314 FEHLER

316 MANUELLER DREHKNOPF
318 LINEARES POTENTIOMETER
320 FÜLLKNÖPFE
322 START/STOP-KNÖPFE
324 WANDLE DIE ABLESUNG IN ÄQUIVALENTES VOLUMEN UM
326 SUBTRAHIERE VERSATZ FÜR VERLÄNGERUNG UND SPEICHERE
328 ZURÜCK

Fig. 7F

320 FÜLLKNÖPFE
330 WELCHE KNÖPFE WERDEN GEDRÜCKT?
332 SCHNELL FWD/REV
334 VERRIEGELUNSGESCHWINDIGKEIT ERREICHT?
N
336 ERHÖHE GESCHWINDIGKEIT
J
340 WURDEN KNÖPFE LETZTES MAL GEDRÜCKT?
J
N
342 STOPPE BEWEGUNG
344 FWD/REV/ANDERER
346 LÄUFT MOTOR?
348 WURDEN KNÖPFE LETZTES MAL GEDRÜCKT?
N
J
350 STOPPE BEWEGUNG
352 KEINE KNÖPFE GEDRÜCKT
354 VERRIEGELUNSGESCHWINDIGKEIT ERREICHT?
N
J
356 STOPPE BEWEGUNG ZURÜCK
ZURÜCK

Fig. 7G

316 MANUELL DREHKNOPF
340 BERECHNE GESCHWINDIGKEIT AUS DER ANZAHL EMPFANGENER ZÄHLWERTE
340 BERECHNE ENDPOSITION
344 SPEICHERE ERWÜNSCHTE POSITION UND GESCHWINDIGKEIT
346 ZURÜCK.

Patentansprüche

1. Injektor bestehend aus einem an einen Kolben (**12**) einer Spritze (**10**) anbringbaren Kolbenantriebselement, das an den Injektor montiert ist, einem Motor (**98**), der das Kolbenantriebselement vorschiebt und zurückzieht, um dadurch den Kolben (**12**) in Richtung auf eine Düse und von dieser weg zu bewegen, die sich vor der Spritze (**10**) befindet, um Flüssigkeit in ein tierisches Subjekt zu injizieren oder aus diesem zu ziehen, einem Display-Bildschirm (**32**) zum Produzieren von Displays, die einem Betreiber ermöglichen Betriebsparameter des Injektors zu selektieren und eine Injektion einzuleiten, einer Steuerschaltung zum Steuern des Motors (**98**), zum Generieren von Displays zur Produktion auf dem Display-Bildschirm (**32**) und zur Änderung von Betriebsparametern des Injektors als Reaktion auf Aktivitäten des Betreibers, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerschaltung angepasst ist ein Installations-Display zu generieren, das einem Betreiber ermöglicht entweder zu selektieren, dass der Injektor mit einer Spritze (**10**) verwendet werden soll, die eine Verlängerung (**16**) einschließt, die an einem Kolben (**12**) in der Spritze befestigt ist oder, dass der Injektor mit einer Spritze (**10**) verwendet werden soll, die keine Verlängerung (**16**) einschließt, die an einem Kolben (**12**) in der Spritze (**10**) befestigt ist und um entweder eine erste oder eine zweite verschiedene Folge von Initiierungs-Displays zu generieren, nach dem eine Spritze (**10**) an den Injektor montiert wird, und bevor bewirkt wird, dass der Motor den Kolben (**12**) in Richtung einer Düse bewegt, die sich vor der Spritze (**10**) befindet, um Flüssigkeit zu injizieren, damit dem Betreiber ermöglicht wird den Injektor und jede Injektion so zu konfigurieren, dass, wenn der Betreiber selektiert, dass die Spritze (**10**) eine Verlängerung (**16**) einschließt, die Steuerschaltung die erste Folge einleitender Displays generiert und, wenn der Betreiber selektiert, dass die Spritze (**10**) keine Verlängerung (**16**) einschließt, die Steuerschaltung die zweite Folge von Initiierungs-Displays generiert.

2. Injektor des Anspruchs 1, wobei die erste Folge von Initiierungs-Displays ein Spritzengrößen-Display einschließt, das einem Betreiber ermöglicht anzuzeigen ob eine Verlängerung (**16**) am Kolben (**12**) einer am Injektor montierten Spritze (**10**) befestigt ist und die zweite Folge von Initiierungs-Displays das Spritzengrößen-Display nicht einschließt.

3. Injektor des Anspruchs 2, wobei das Spritzengrößen-Display einem Betreiber weiter ermöglicht die Länge einer Verlängerung (**16**) anzuzeigen, die am Kolben (**12**) einer am Injektor montierten Spritze befestigt ist.

4. Injektor eines beliebigen vorherigen Anspruchs, wobei das Installations-Display dem Betreiber ermöglicht eine Sprache zu identifizieren, die in von der Steuerschaltung generierten Displays verwendet wird.

5. Verfahren zur Steuerung eines Injektors, der ein Kolbenantriebselement, das an einen Kolben (**12**) einer Spritze (**10**) anbringbar ist, die am Injektor montiert ist und einen Motor (**98**) zum Vorschieben und Zurückziehen des Kolbenantriebselements aufweist, um dadurch den Kolben (**12**) vorwärts und von einer

Düse weg zu bewegen, die sich im vorderen Ende der Spritze (**10**) befindet, um Flüssigkeit in ein tierisches Subjekt zu injizieren oder aus diesem zu ziehen, wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass es, auf einem Display-Bildschirm (**32**), Produzieren eines Installations-Displays, das einem Betreiber ermöglicht entweder zu selektieren, dass der Injektor mit einer Spritze (**10**) verwendet werden soll, die eine Verlängerung (**16**) einschließt, die an einen Kolben (**12**) in der Spritze (**10**) befestigt ist oder, dass der Injektor mit einer Spritze (**10**) verwendet werden soll, die keine Verlängerung (**16**) einschließt, die an einem Kolben (**12**) in der Spritze (**10**) befestigt ist und Selektieren von Betriebsparametern des Injektors und Produzieren, auf dem Display-Bildschirm, entweder einer ersten oder einer zweiten verschiedenen Folge von Initiierungs-Displays nach dem eine Spritze (**10**) an den Injektor montiert ist und bevor bewirkt wird, dass der Motor den Kolben (**12**) in Richtung einer Düse bewegt, die sich im vorderen Ende der Spritze (**10**) befindet, um Flüssigkeit zu injizieren, umfasst, damit dem Betreiber ermöglicht wird den Injektor und jede Injektion zu konfigurieren, wobei die erste Folge von Initiierungs-Displays generiert wird, wenn der Betreiber selektiert, dass der Injektor mit einer Spritze (**10**) verwendet werden soll, die eine Verlängerung (**16**) einschließt, die an einen Kolben (**12**) in der Spritze (**10**) befestigt ist und die zweite Folge von Intitiierungs-Displays generiert wird, wenn der Betreiber selektiert, dass der Injektor (**10**) mit einer Spritze (**10**) verwendet werden soll, die keine Verlängerung (**16**) einschließt, die an einen Kolben (**12**) in der Spritze (**10**) befestigt ist.

6. Verfahren des Anspruchs 5, wobei die erste Folge von Initiierungs-Displays ein Spritzengrößen-Display einschließt, das einem Betreiber ermöglicht anzuzeigen ob eine Verlängerung (**16**) am Kolben (**12**) einer am Injektor montierten Spritze (**10**) befestigt ist und die zweite Folge von Initiierungs-Displays das Spritzengrößen-Display nicht einschließt.

7. Verfahren des Anspruchs 6, wobei das Spritzengrößen-Display einem Betreiber weiter ermöglicht die Länge einer Verlängerung (**16**) anzuzeigen, die am Kolben (**12**) einer am Injektor montieren Spritze (**10**) befestigt ist.

8. Verfahren eines beliebigen der Ansprüche 5 bis 7, wobei das Installations-Display dem Betreiber ermöglicht eine Sprache zu identifizieren, die in von der Steuerschaltung generierten Displays verwendet wird.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

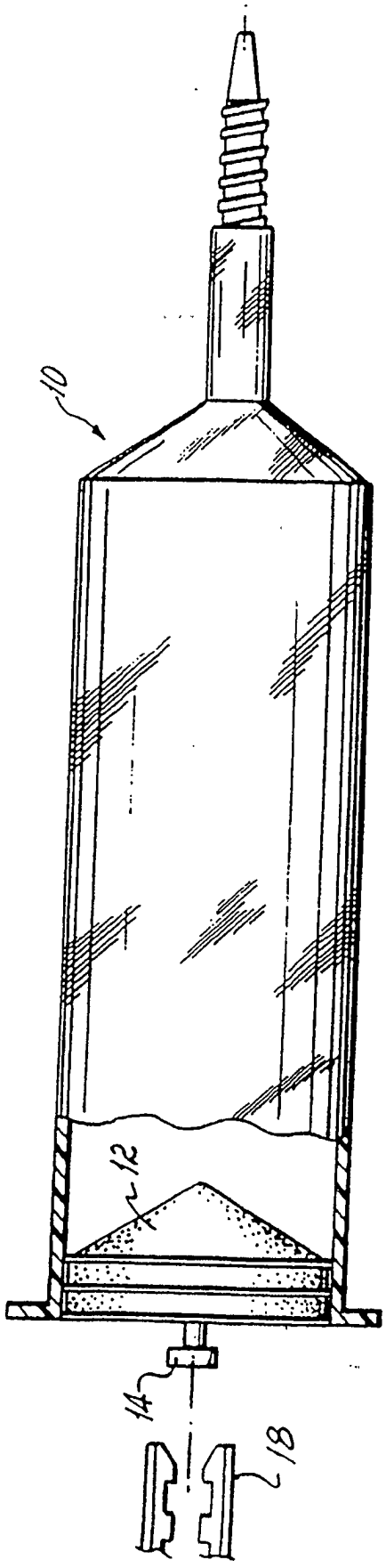


FIG. IA

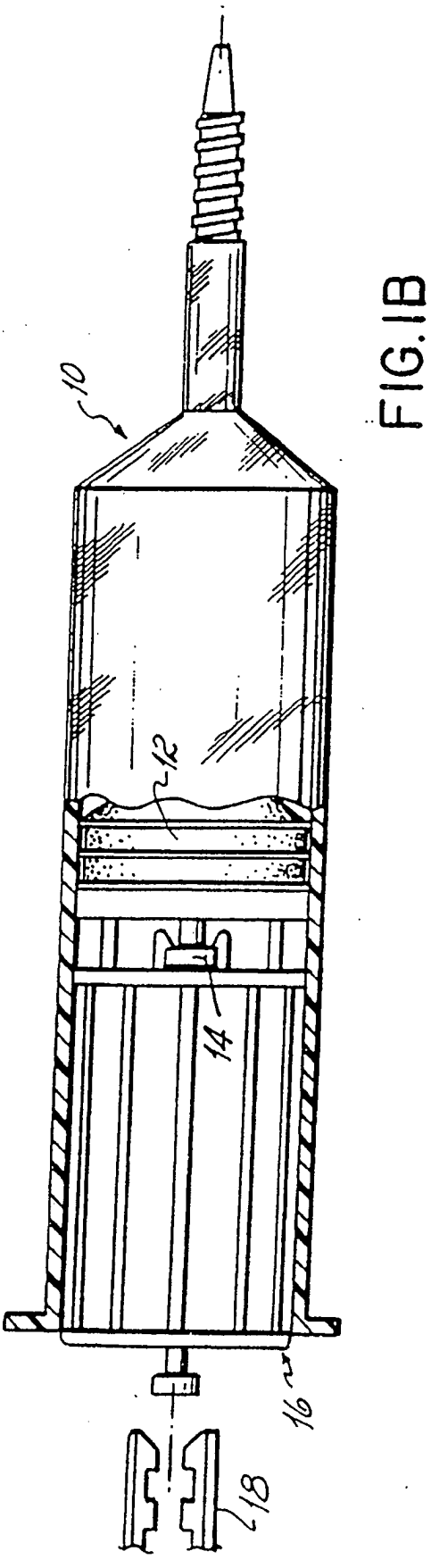


FIG.IB

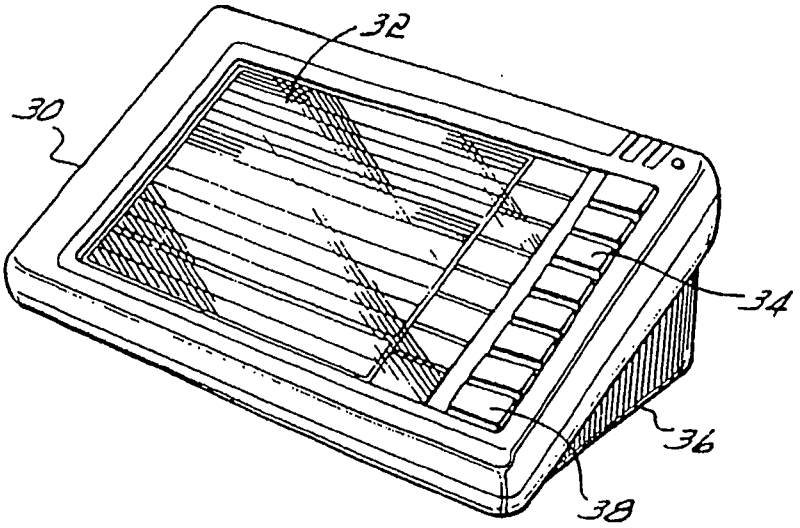


FIG. 2A

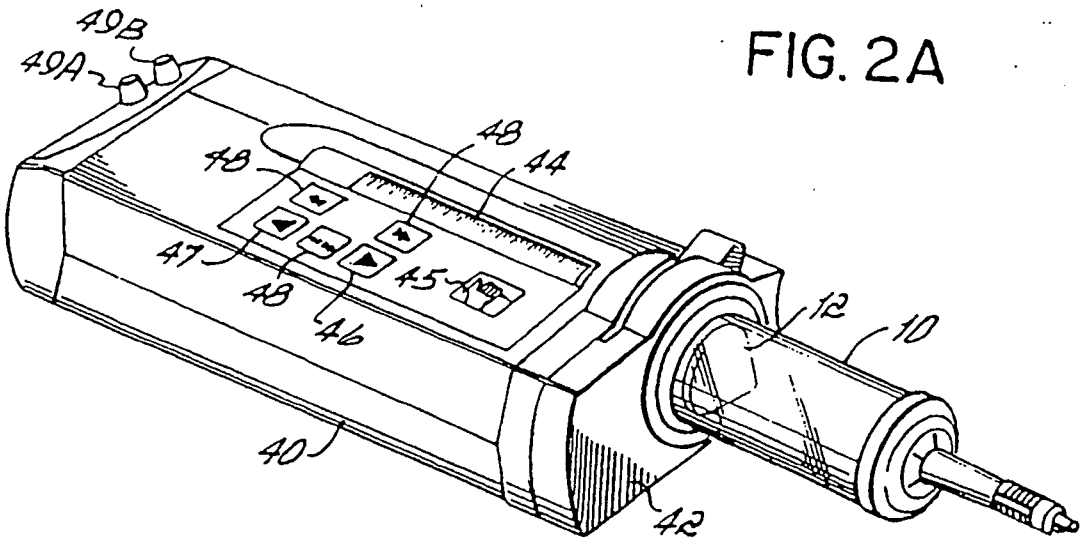


FIG. 2B

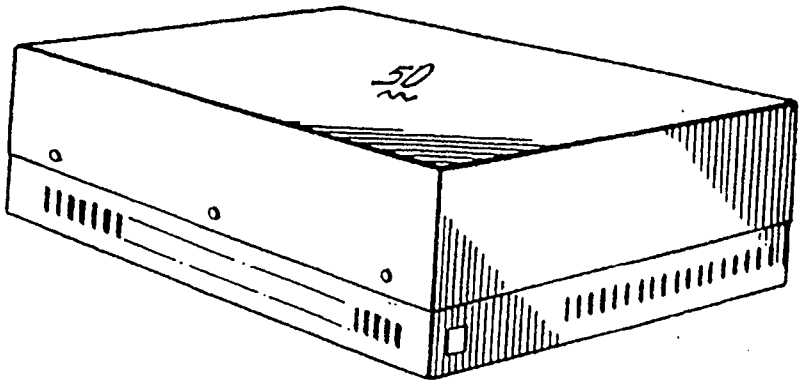


FIG. 2C

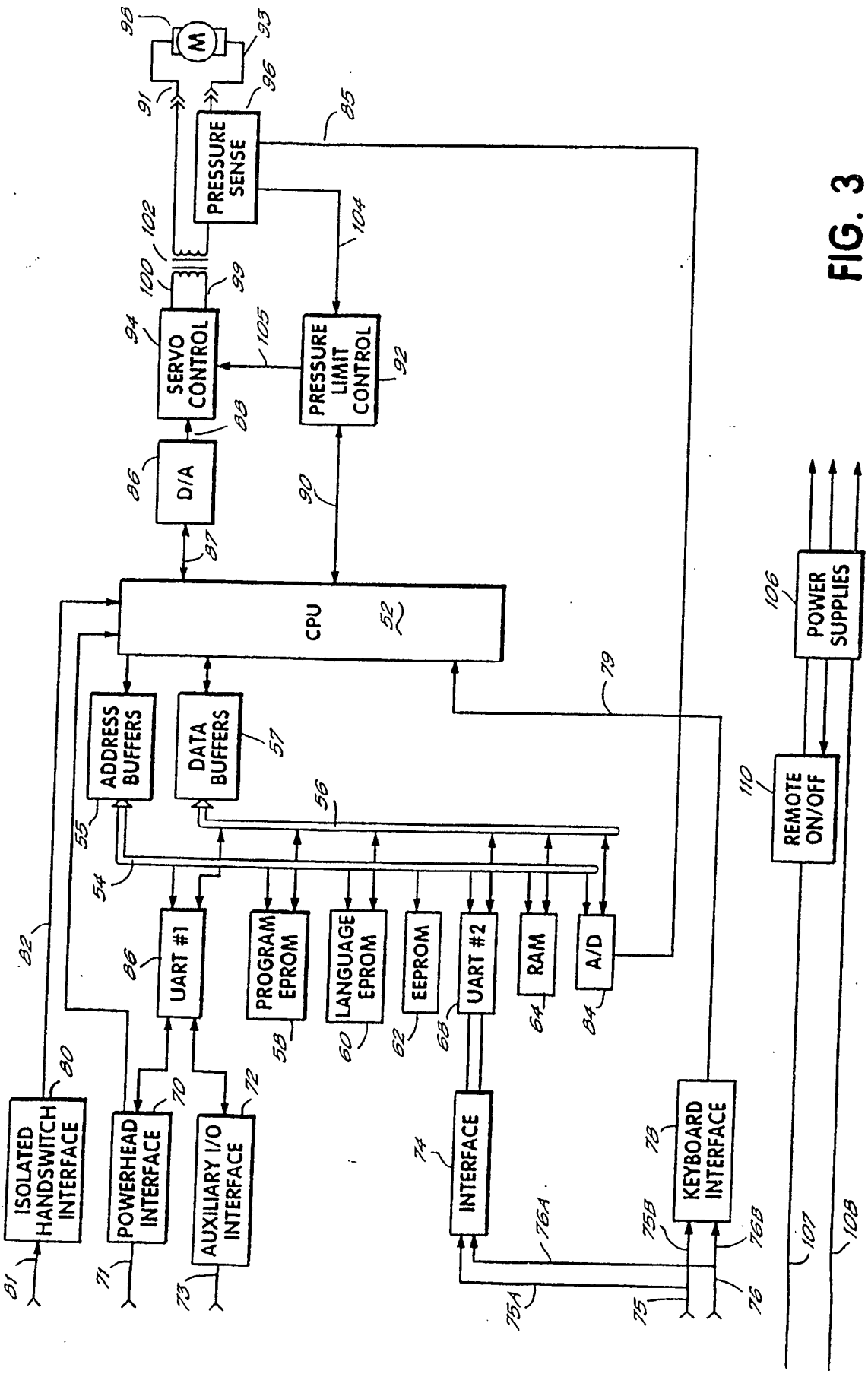

M
PRESSURE SENSE
SERVO CONTROL
PRESSURE LIMIT CONTROL
D/A
CPU
ADDRESS BUFFERS
DATA BUFFERS
UART #1
PROGRAM EPROM
LANGUAGE EPROM
EEPROM
UART #2
RAM
A/D
ISOLATED HANDSWITCH INTERFACE
POWERHEAD INTERFACE
AUXILIARY I/O INTERFACE
INTERFACE
KEYBOARD INTERFACE
POWER SUPPLIES
REMOTE ON/OFF

FIG. 3

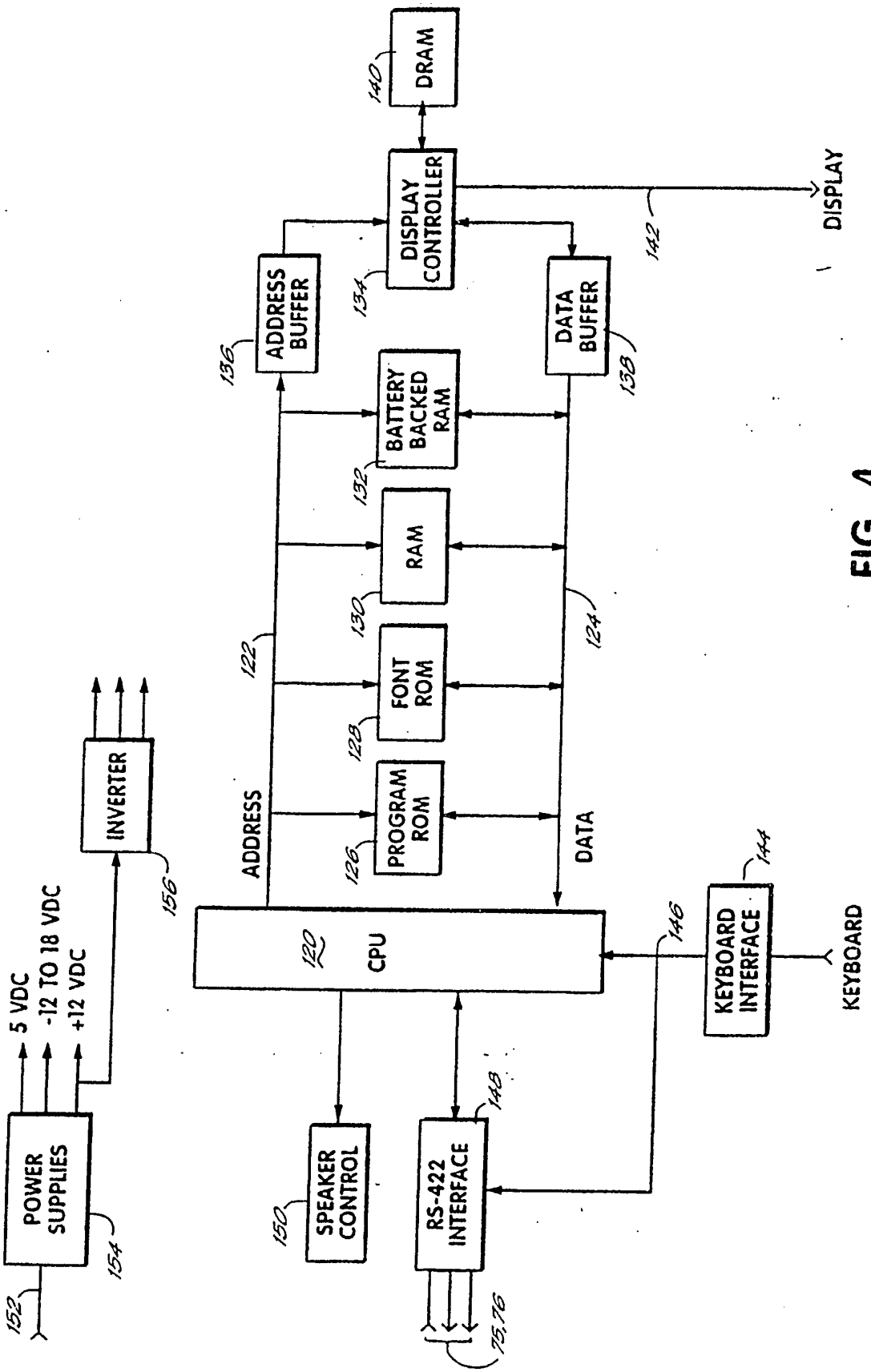

DRAM
140
DISPLAY CONTROLLER
134
DISPLAY
142
ADDRESS BUFFER
136
DATA BUFFER
138
BATTERY BACKED RAM
132
RAM
130
FONT ROM
128
PROGRAM ROM
126
ADDRESS
122
DATA
124
CPU
120
INVERTER
156
5 VDC
-12 TO 18 VDC
+12 VDC
POWER SUPPLIES
154
152
SPEAKER CONTROL
150
RS-422 INTERFACE
148
75,76
KEYBOARD INTERFACE
144
146
KEYBOARD

FIG. 4

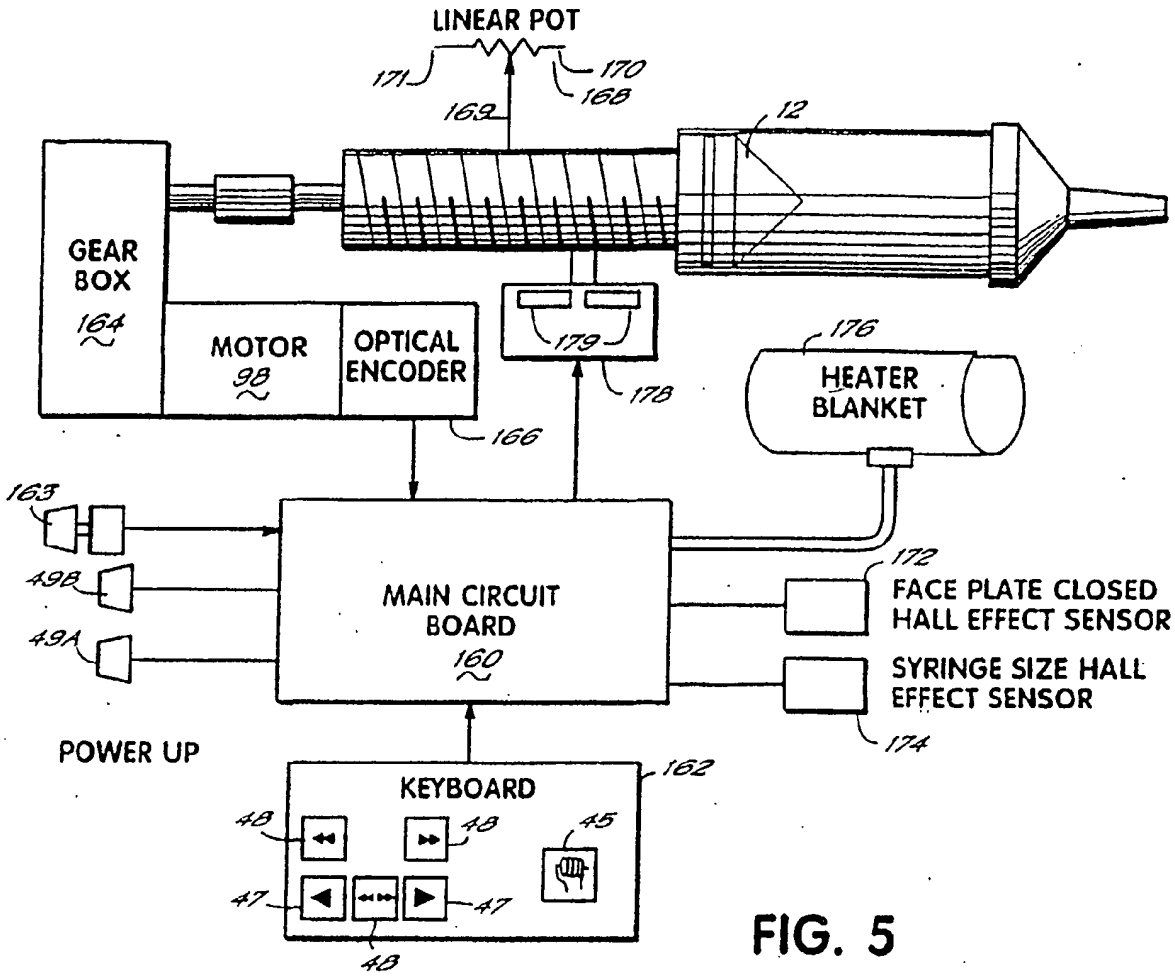

LINEAR POT
171
170
168
169
12
GEAR BOX
164
MOTOR
98
OPTICAL ENCODER
179
178
176
HEATER BLANKET
166
163
49B
49A
MAIN CIRCUIT BOARD
160
172
FACE PLATE CLOSED HALL EFFECT SENSOR
SYRINGE SIZE HALL EFFECT SENSOR
174
POWER UP
KEYBOARD
162
48
48
45
47
47
48

FIG. 5

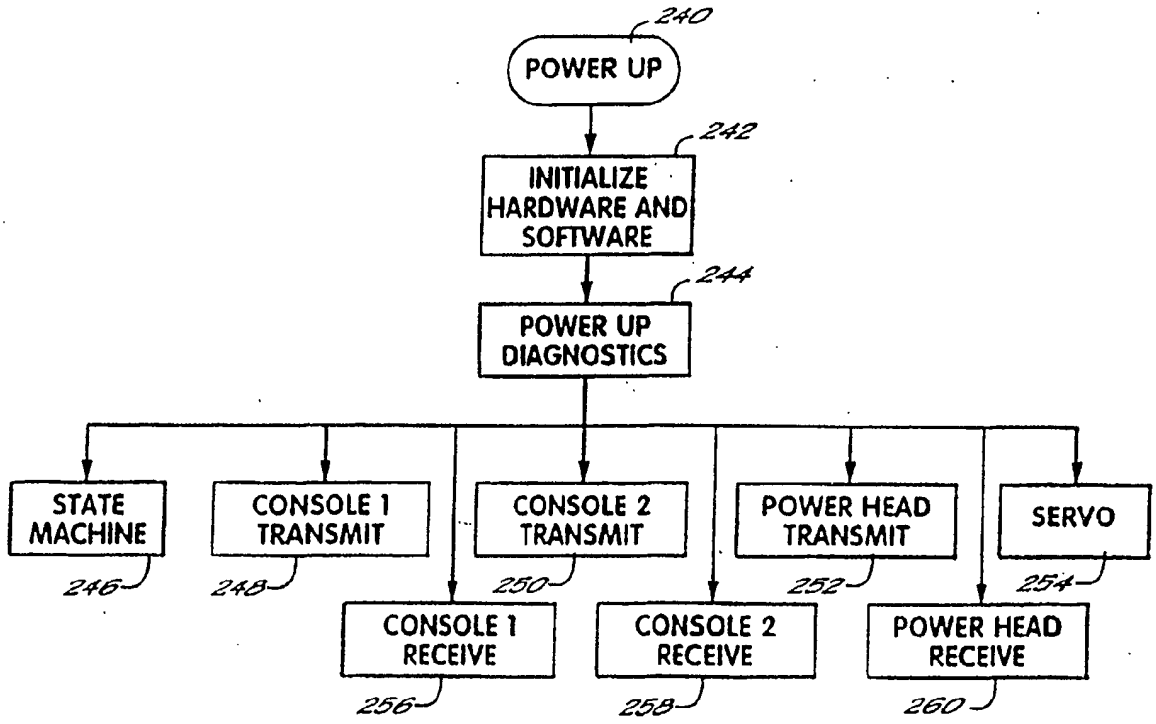

240
POWER UP
242
INITIALIZE HARDWARE AND SOFTWARE
244
POWER UP DIAGNOSTICS
STATE MACHINE
246
CONSOLE 1 TRANSMIT
248
CONSOLE 2 TRANSMIT
250
POWER HEAD TRANSMIT
252
SERVO
254
CONSOLE 1 RECEIVE
256
CONSOLE 2 RECEIVE
258
POWER HEAD RECEIVE
260

FIG.7A

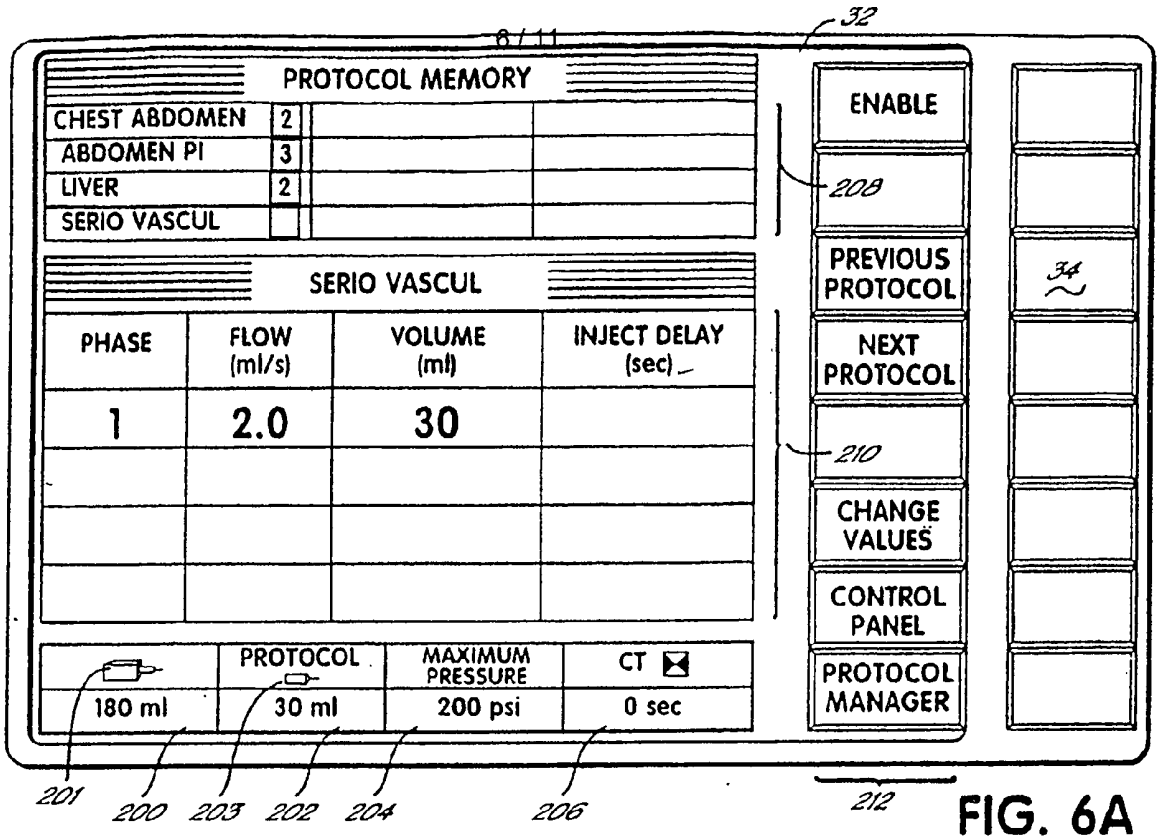

6 / 11
32
PROTOCOL MEMORY
CHEST ABDOMEN 2
ABDOMEN PI 3
LIVER 2
SERIO VASCUL
SERIO VASCUL
PHASE
FLOW (ml/s)
VOLUME (ml)
INJECT DELAY (sec)
1
2.0
30
PROTOCOL
MAXIMUM PRESSURE
CT
180 ml
30 ml
200 psi
0 sec
ENABLE
208
PREVIOUS PROTOCOL
NEXT PROTOCOL
210
CHANGE VALUES
CONTROL PANEL
PROTOCOL MANAGER
34
201
200
203
202
204
206
212

FIG. 6A

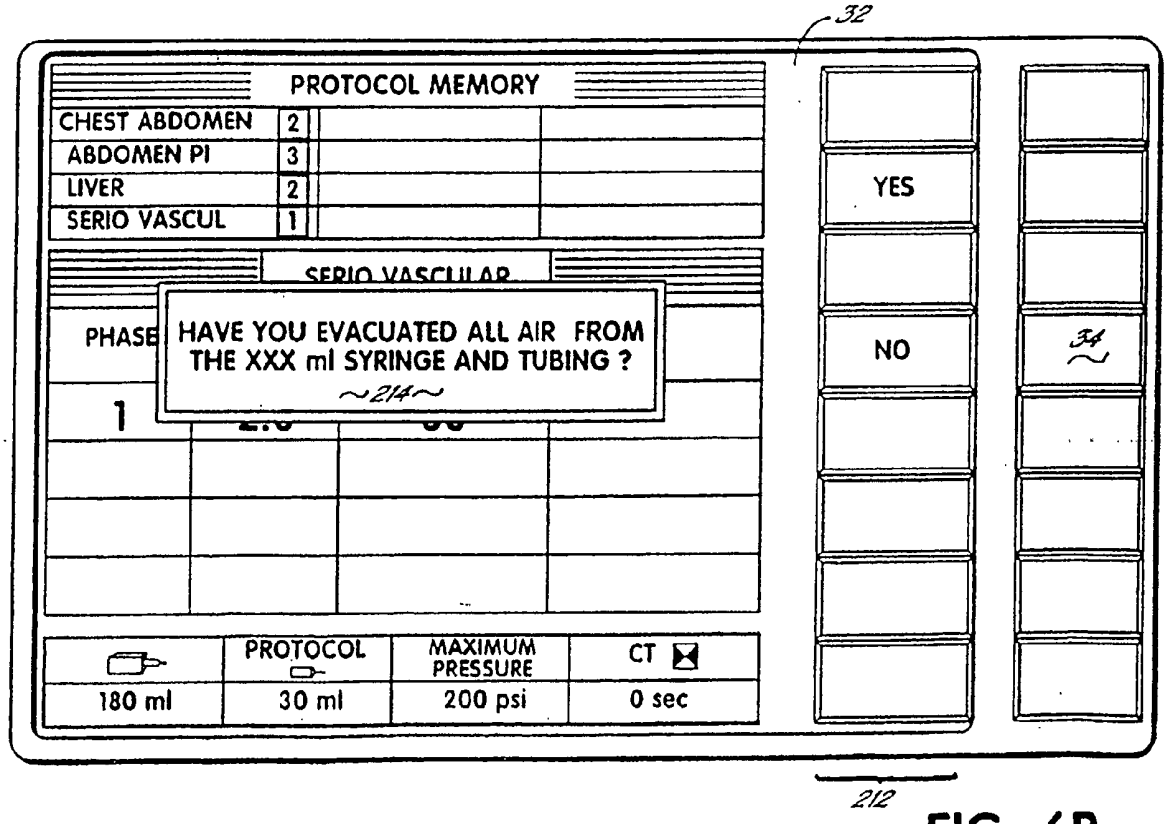

32
PROTOCOL MEMORY
CHEST ABDOMEN 2
ABDOMEN PI 3
LIVER 2
SERIO VASCUL 1
HAVE YOU EVACUATED ALL AIR FROM THE XXX ml SYRINGE AND TUBING ?
214
PHASE
1
PROTOCOL
MAXIMUM PRESSURE
CT
180 ml
30 ml
200 psi
0 sec
YES
NO
34
212

FIG. 6B

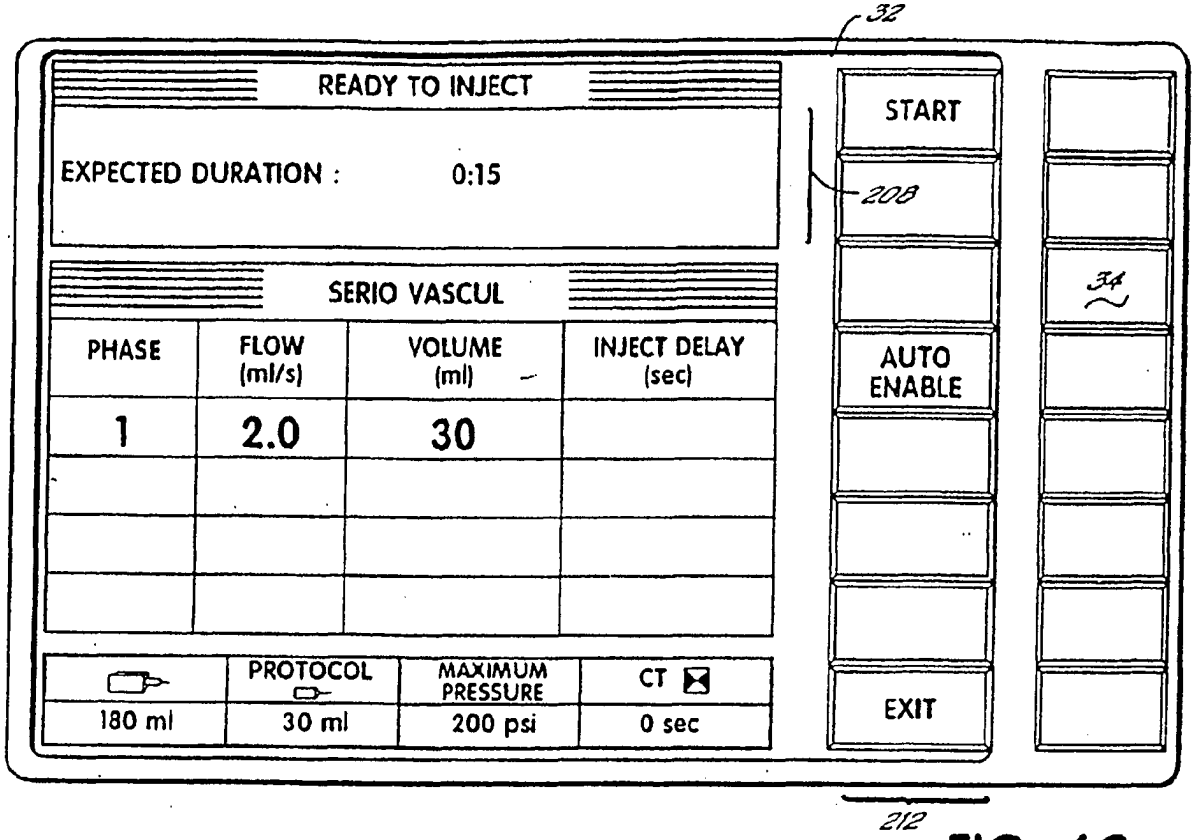

32
READY TO INJECT
EXPECTED DURATION : 0:15
SERIO VASCUL
PHASE
FLOW (ml/s)
VOLUME (ml)
INJECT DELAY (sec)
1
2.0
30
PROTOCOL
MAXIMUM PRESSURE
CT
180 ml
30 ml
200 psi
0 sec
START
208
AUTO ENABLE
EXIT
34
212

FIG. 6C

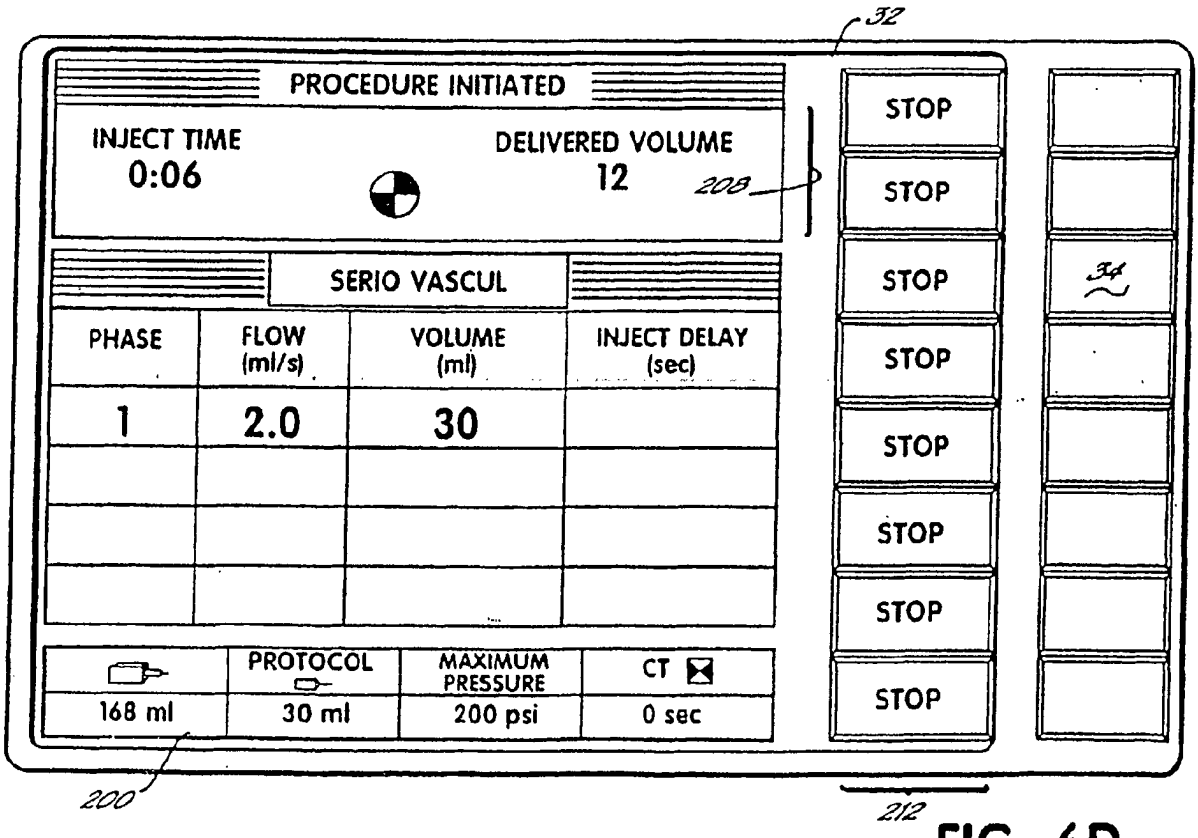

32
PROCEDURE INITIATED
INJECT TIME
0:06
DELIVERED VOLUME
12
208
SERIO VASCUL
PHASE
FLOW (ml/s)
VOLUME (ml)
INJECT DELAY (sec)
1
2.0
30
PROTOCOL
MAXIMUM PRESSURE
CT
168 ml
30 ml
200 psi
0 sec
STOP
34
200
212

FIG. 6D

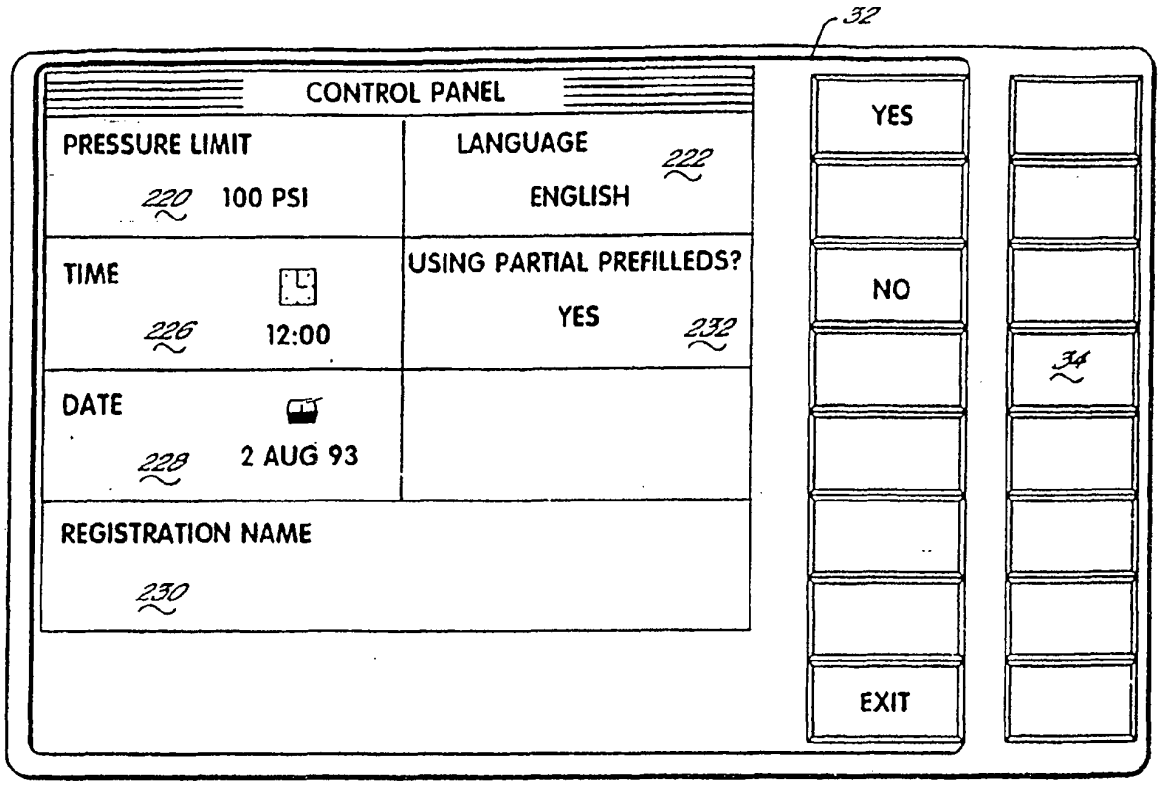

32
CONTROL PANEL
PRESSURE LIMIT
220 100 PSI
LANGUAGE
222
ENGLISH
TIME
226 12:00
USING PARTIAL PREFILLEDS?
YES
232
DATE
228 2 AUG 93
REGISTRATION NAME
230
YES
NO
EXIT
34
212

FIG. 6E

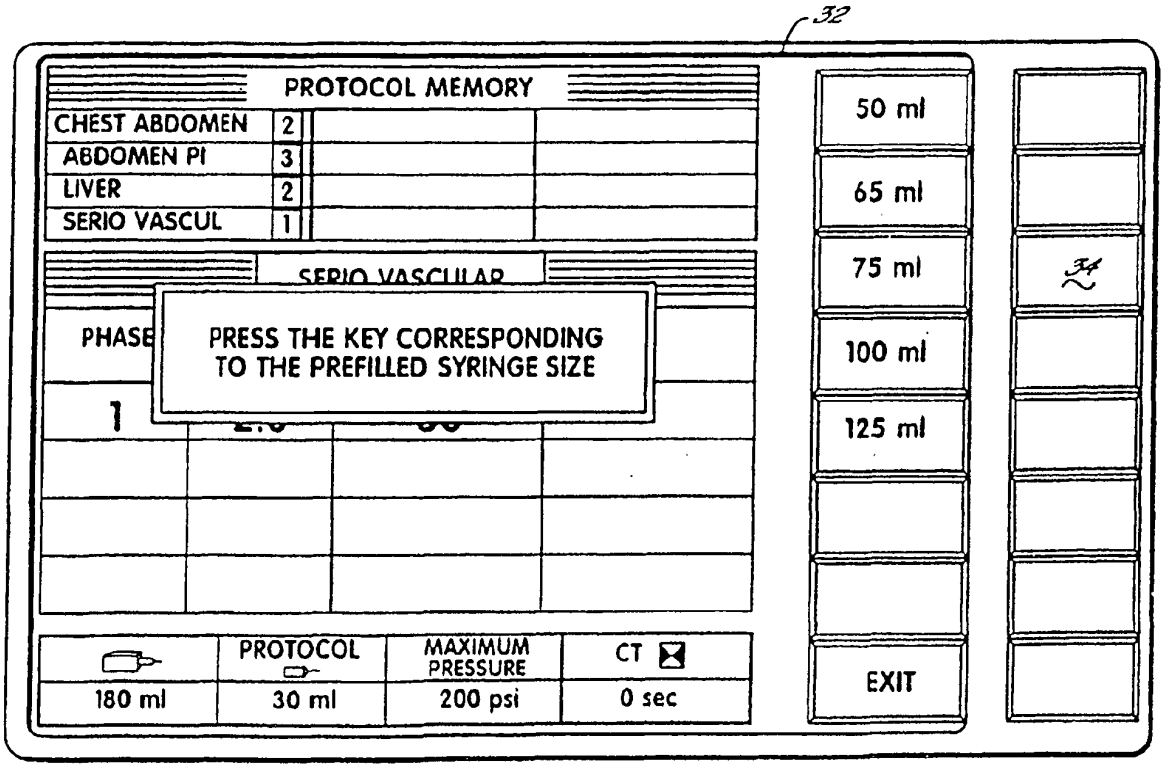

32
PROTOCOL MEMORY
CHEST ABDOMEN 2
ABDOMEN PI 3
LIVER 2
SERIO VASCUL 1
SERIO VASCULAR
PHASE
PRESS THE KEY CORRESPONDING TO THE PREFILLED SYRINGE SIZE
1
PROTOCOL
MAXIMUM PRESSURE
CT
180 ml
30 ml
200 psi
0 sec
50 ml
65 ml
75 ml
100 ml
125 ml
EXIT
34

FIG. 6F

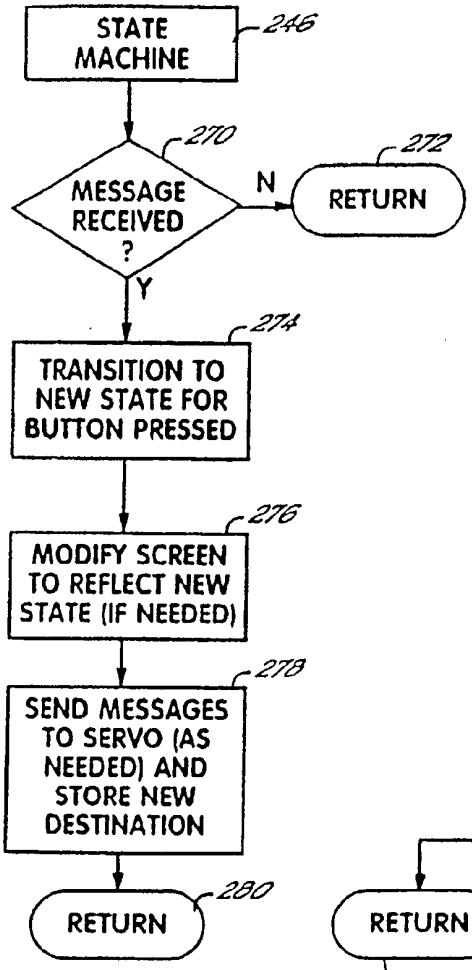

STATE MACHINE
246
270
MESSAGE RECEIVED ?
N
272
RETURN
Y
274
TRANSITION TO NEW STATE FOR BUTTON PRESSED
276
MODIFY SCREEN TO REFLECT NEW STATE (IF NEEDED)
278
SEND MESSAGES TO SERVO (AS NEEDED) AND STORE NEW DESTINATION
RETURN
280

FIG.7B

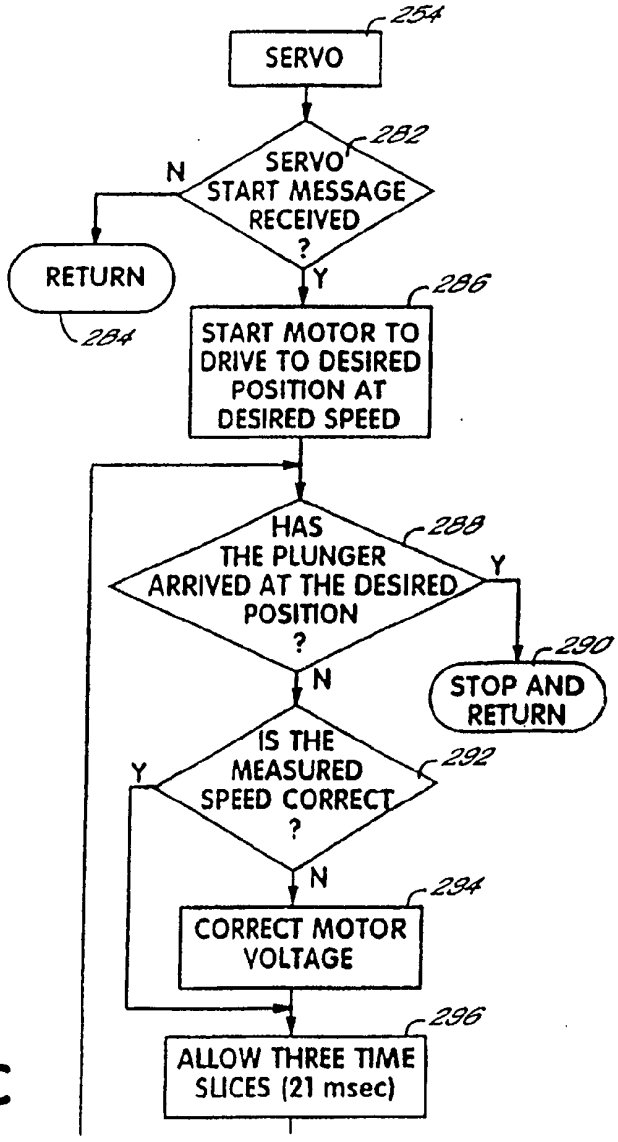

SERVO
254
282
SERVO START MESSAGE RECEIVED ?
N
RETURN
284
Y
286
START MOTOR TO DRIVE TO DESIRED POSITION AT DESIRED SPEED
288
HAS THE PLUNGER ARRIVED AT THE DESIRED POSITION ?
Y
290
STOP AND RETURN
N
292
IS THE MEASURED SPEED CORRECT ?
Y
N
294
CORRECT MOTOR VOLTAGE
296
ALLOW THREE TIME SLICES (21 msec)

FIG.7C

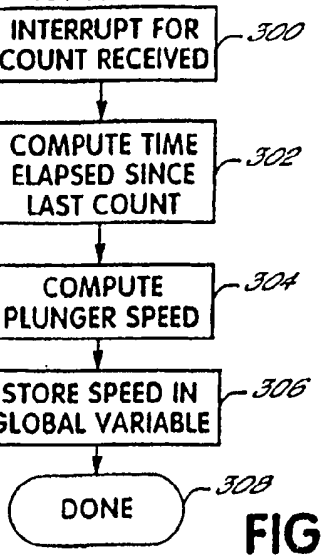

INTERRUPT FOR COUNT RECEIVED
300
COMPUTE TIME ELAPSED SINCE LAST COUNT
302
COMPUTE PLUNGER SPEED
304
STORE SPEED IN GLOBAL VARIABLE
306
DONE
308

FIG.7D

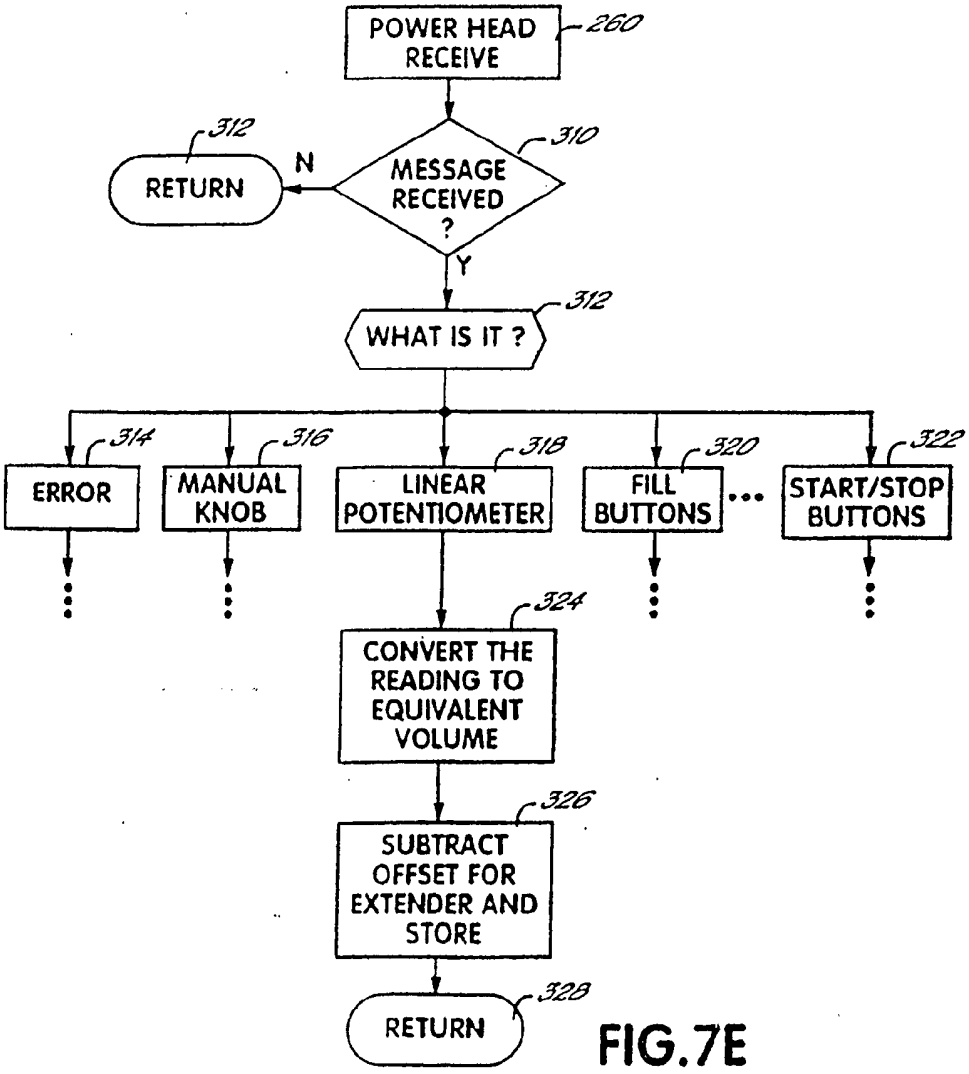

POWER HEAD RECEIVE
260
MESSAGE RECEIVED ?
310
N
RETURN
312
Y
WHAT IS IT ?
312
ERROR
314
MANUAL KNOB
316
LINEAR POTENTIOMETER
318
FILL BUTTONS
320
START/STOP BUTTONS
322
CONVERT THE READING TO EQUIVALENT VOLUME
324
SUBTRACT OFFSET FOR EXTENDER AND STORE
326
RETURN
328

FIG.7E

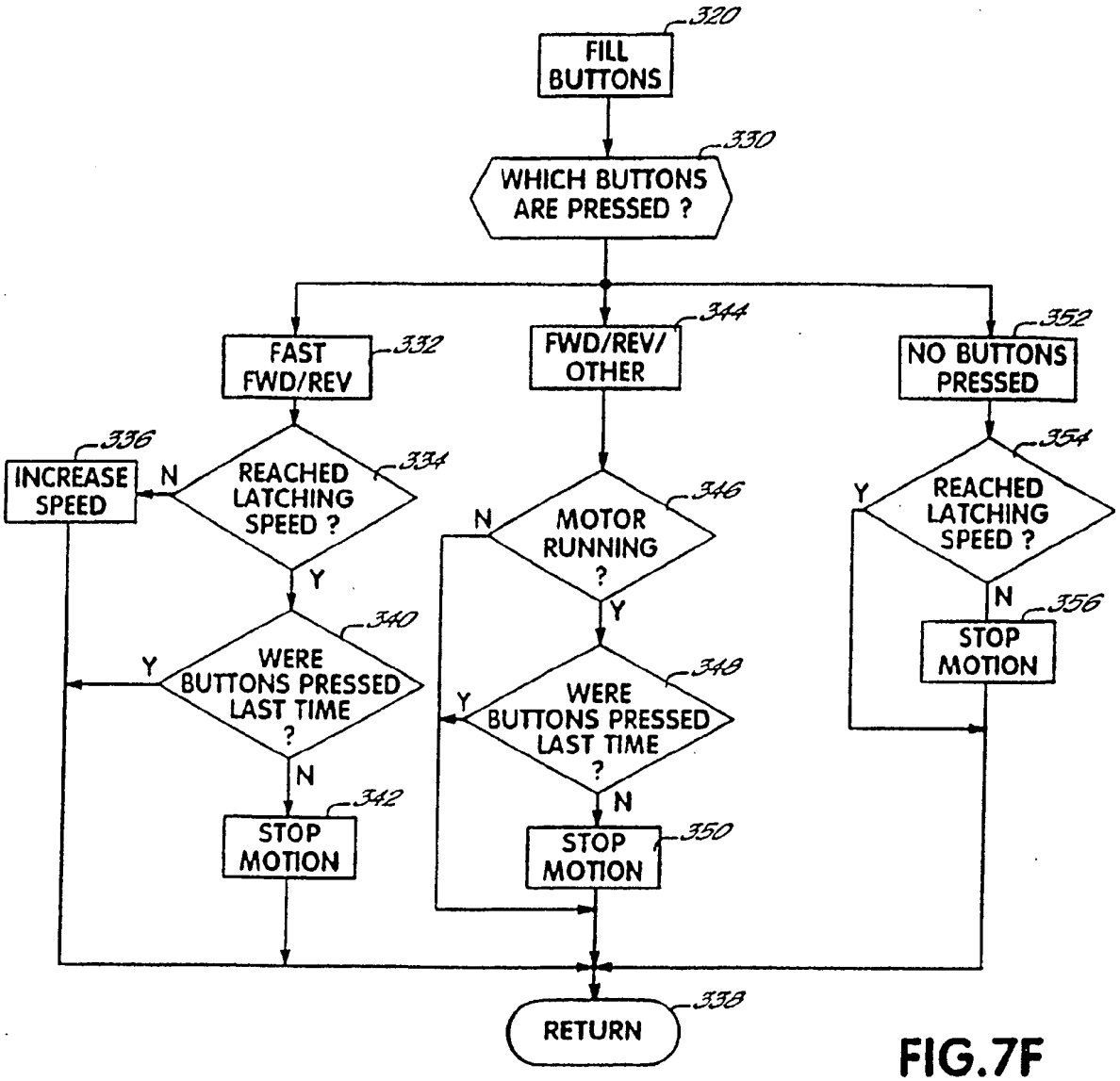

320
FILL BUTTONS
330
WHICH BUTTONS ARE PRESSED ?
FAST FWD/REV
332
FWD/REV/ OTHER
344
NO BUTTONS PRESSED
352
INCREASE SPEED
336
N
REACHED LATCHING SPEED ?
334
Y
N
MOTOR RUNNING ?
346
Y
N
REACHED LATCHING SPEED ?
354
Y
N
STOP MOTION
356
Y
WERE BUTTONS PRESSED LAST TIME ?
340
Y
N
WERE BUTTONS PRESSED LAST TIME ?
348
Y
N
STOP MOTION
342
STOP MOTION
350
RETURN
338

FIG.7F

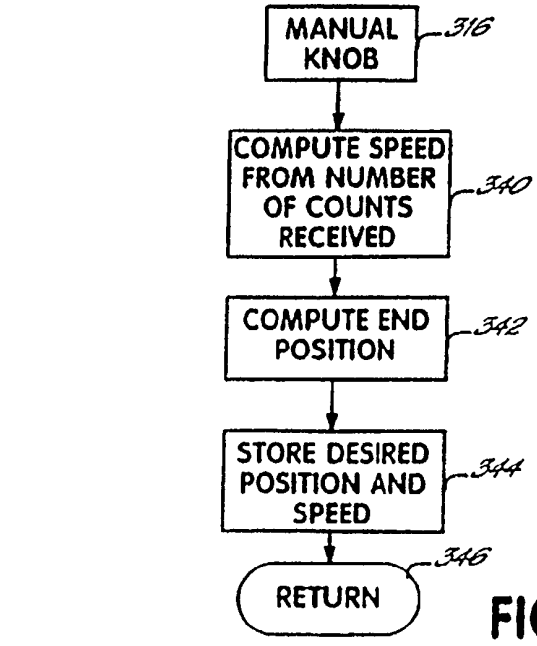

MANUAL KNOB
316
COMPUTE SPEED FROM NUMBER OF COUNTS RECEIVED
340
COMPUTE END POSITION
342
STORE DESIRED POSITION AND SPEED
344
RETURN
346

FIG.7G