



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 24 407 T2 2004.06.24**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 871 847 B1**

(51) Int Cl.7: **G01D 5/245**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 24 407.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/10978**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 932 268.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/019135**

(86) PCT-Anmeldetag: **24.06.1997**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **07.05.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.10.1998**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **27.08.2003**

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

(30) Unionspriorität:  
**9622434 29.10.1996 GB**

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

(73) Patentinhaber:  
**Baxter International Inc., Deerfield, Ill., US**

(72) Erfinder:  
**HUTCHINS, Geoffrey, Suffolk IP5 7XY, GB; ALLEN,  
Tim, Poole, Dorset BH13 7HQ, GB**

(74) Vertreter:  
**Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **KODIERER/DEKODIERER ZUR ÜBERWACHUNG EINER INFUSIONSPUMPE**

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

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

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Positionscodier-/decodier-Vorrichtungen zum Überwachen der Position von Motorwellen in medizinischen Infusionspumpen.

### Hintergrund der Erfindung

[0002] Die Verabreichung von intravenösen medizinischen Fluiden an einen Patienten ist im Stand der Technik wohlbekannt. Typischerweise wird eine Lösung, wie etwa Salzlösung, Glucose oder Elektrolyt, die in einem Glasbehälter oder einem flexiblen Behälter enthalten ist, durch eine Leitung, wie etwa einen intravenösen (IV-) Schlauch aus Polyvinylchlorid (PVC), die bzw. der über einen Katheter an einen Patienten angeschlossen ist, in das Venensystem des Patienten eingeführt.

[0003] Oftmals wird die Infusion des Fluids unter Schwerkrafteinwirkung durchgeführt, und die Durchflußrate wird durch eine Rollenklemme gesteuert, die so eingestellt ist, daß sie das Durchflußlumen des IV-Schlauches einengt, bis die gewünschte Durchflußrate erhalten ist.

[0004] Es ist auch bekannt, den Fluß aus dem Behälter zum Patienten mit anderen Mitteln als einer Rollenklemme zu regulieren. Allgemein setzt sich die Verwendung einer elektronisch gesteuerten Infusionspumpe durch. Solche Infusionspumpen umfassen beispielsweise Pumpen vom Peristaltiktyp und Pumpen vom Ventiltyp. Pumpen vom Ventiltyp verwenden Pumpenkammern sowie vor- und nachgeschaltete Ventile, welche das Fluid sequentiell weiterbewegen.

[0005] Pumpen vom Peristaltiktyp weisen typischerweise eine Anordnung von winkelmäßig beabstandeten Nocken auf, welche mit Druckfingern verbundene Nockenstößel antreiben. Diese Bauelemente wirken derart zusammen, daß sie den Druckfingern eine lineare Wellenbewegung mitteilen.

[0006] Diese lineare Wellenbewegung wird dazu verwendet, eine Kraft auf den IV-Schlauch aufzubringen, welcher die Bewegung an das Fluid im IV-Schlauch weitergibt, so daß das Fluid gefördert wird. Ein alternativer Typ einer Peristaltikpumpe wendet eine Vielzahl von Rollenelementen an, welche über den IV-Schlauch abrollen, um die Bewegung an das Fluid in dem IV-Schlauch weiterzugeben.

[0007] Solche Infusionspumpen beinhalten verschiedene Motoren. Beispiele für solche Motoren umfassen Antriebsmotoren, welche die Pumphardware antreiben, und Schlauchlademotoren, welche Schlauchladehardware antreiben. Bei solchen Antriebsmotoren kann es sich um Motoren mit regelbarer Drehzahl handeln.

[0008] Die genaue Überwachung der Motoren solcher Infusionspumpen mit geschlossenen Regelsystemen ist in vielen Bereichen wünschenswert. Beispielsweise besteht bei Infusionspumpen des Stan-

des der Technik die Möglichkeit, daß sich mechanische Effekte während der Pumpperioden auf die Drehung des Motors auswirken.

[0009] Solche mechanischen Effekte können beispielsweise durch Temperaturschwankungen, eine variable Batterieleistung, Motorreibung, Unregelmäßigkeiten des Schlauches und maximale Drehmomentanforderungen hervorgerufen werden. Bei ihrer Erfassung können solche mechanische Effekte abgestellt werden, indem die dem Motor zugeführte Leistung so eingestellt wird, daß die Drehzahlschwankung kompensiert wird.

[0010] Ein weiterer Bereich, in dem eine genaue Überwachung wichtig ist, liegt in der Überwachung der Richtung und Drehung des Motors. Beispielsweise kann die Drehrichtung von Pumpenmotoren aufgrund eines nicht ordnungsgemäß angelegten Ansteuersignals anormal sein. Beim Auftreten eines solchen anormalen Betriebs ist es wünschenswert, diesen anormalen Betrieb anzuzeigen, damit eine Korrektur vorgenommen werden kann.

[0011] Die Verwendung von geschlossenen Regelsystemen, die Positionsaufnehmer auf der Motorwelle zum Überwachen von Infusionspumpenmotoren anwenden, ist im Stand der Technik bekannt. Solche elektromechanische Positionscodier-/decodier-Vorrichtungen weisen im allgemeinen einen Quadratur-Wellencodierer bzw. Quadraturwellengeber auf, dessen zwei Ausgänge die Anwesenheit bzw. Abwesenheit einer Markierung oder eines Flags abtasten, um Motorwellen-Positionsinformationen in Bezug auf einen Anfangspunkt anzugeben.

[0012] Die Verwendung von zwei Kanälen, die Quadratursignale erzeugen, ermöglicht es, die Richtung wie auch den Betrag der Bewegung zu überwachen, und ist ebenfalls im Stand der Technik bekannt. Der Auflösungsgrad der Überwachungsinformationen wird durch die Anzahl von Flags auf dem Codierrad bestimmt. Ein Decoder, wie etwa ein Vor-Rückwärts-Zähler mit Vorschaltung einer geeigneten Zustandsdecodierschaltung, wird zum Verarbeiten der Signale vom Codierer verwendet.

[0013] Die Zustands-Decodierlogik tastet die Eingangssignale mit einer Rate ab, durch die gewährleistet ist, daß bei der maximalen Signalfrequenz aufeinanderfolgende Zustände zuverlässig abgetastet werden. Der Ausgang des Vor-Rückwärts-Zählers stellt Positionsinformationen bezogen auf die Ausgangsposition zur Verfügung.

[0014] Derartige Motorwellencodier-/decodier-Vorrichtungen des Standes der Technik sind jedoch mit mehreren Nachteilen behaftet. Die Eingangssignale sind asynchron zum Taktgeber des Decoders, und wenn die Zustandsdecodierlogik die Eingangssignale an der Signalfanke abtastet, kann der Decoder in einen metastabilen Zustand übergehen, der unbestimmt ist und zu einer unrichtigen Aktualisierung der Position führen kann.

[0015] Während die Wahrscheinlichkeit des Eintretens einer Metastabilität durch geeignete digitalisierte

Vorgehensweisen, die auf diesem Fachgebiet bekannt sind, auf akzeptable Niveaus reduziert werden kann, erhöht der Einsatz dieser Vorgehensweisen die Kosten solcher Systeme.

[0016] Es besteht folglich ein Bedarf nach einer Motorwellencodier-/decodier Vorrichtung, welche die Entstehung einer Metastabilität während Zustandsübergängen der Signale von einem Quadratur-Wellengeber vermeidet. Der Codier-/Decodier Vorrichtung sollte des weiteren auf effektive Weise Drehrichtungsinformationen erfassen. Des weiteren sollte eine solche Vorrichtung die Verwendung eines zusätzlichen Zählers oder Taktgebers vermeiden. Die Vorrichtung sollte diese Vorteile in einer kostengünstigen und wirkungsvollen Bauart zur Verfügung stellen.

#### Zusammenfassung der Erfindung

[0017] Die vorliegende Erfindung stellt eine Codier-/Decodier Vorrichtung zur Verfügung, die auf effektive Weise Drehrichtungsinformationen erfaßt. Die vorliegende Erfindung beseitigt die Notwendigkeit einer separaten Schaltung zum Zählen von Zustandsübergängen der Codier-/Decodier Vorrichtung. Die vorliegende Erfindung stellt diese Vorteile in einer wirkungsvollen, kostengünstigen Bauart zur Verfügung.

[0018] Die vorliegende Erfindung erzielt diese Vorteile durch die Nutzung eines Zustandsübergangs eines ersten Sensors zum Initiieren einer Abtastprobe eines Konstantsignals von einem zweiten Sensor, das der Mitte eines Flags oder eines Sektors entspricht, welcher das Blockieren von Licht bewirkt.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnung

[0019] **Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht einer Infusionspumpe, in der die vorliegende Erfindung angewendet werden kann;

[0020] **Fig. 2** ist eine perspektivische Ansicht eines Bereichs der Pumpenhardware-Anordnung der Infusionspumpe in **Fig. 1**;

[0021] **Fig. 3** ist eine auseinandergezogene Ansicht eines weiteren Bereichs der Infusionspumpenhardware-Anordnung der Infusionspumpe in **Fig. 1**;

[0022] **Fig. 4** ist eine auseinandergezogene Ansicht einer gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung ausgeführten Codieranordnung;

[0023] **Fig. 5** ist eine auseinandergezogene Aufsicht eines gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung ausgeführten Codierrades und von Sensoren;

[0024] **Fig. 6** ist eine Schemazeichnung der Zustandswellenform einer herkömmlichen Codier-/Decodier Vorrichtung;

[0025] **Fig. 7** ist eine Schemazeichnung der Zustandswellenform einer gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung ausgeführten Codier-/Decodier Vorrichtung; und

[0026] **Fig. 8** ist ein Ablaufdiagramm eines Überwachungsverfahrens gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung.

Detaillierte Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform

[0027] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** ist eine Infusionspumpe, bei der die vorliegende Erfindung verwendet werden kann, allgemein unter **10** gezeigt. Die Infusionspumpe **10** kann an einen standardmäßigen IV-Ständer **12** angeklemt werden. Die Infusionspumpe **10** weist einen Hauptkörper- bzw. Gehäusebereich **14** und mindestens einen Pumpenmodulbereich **16** auf. Bei der vorliegend abgebildeten und beschriebenen Ausführungsform sind zwei Pumpenmodulbereiche **16** vorgesehen.

[0028] Am oberen Umfang des Gehäusebereichs **14** ist ein Traggriff **20** ausgebildet. Das Gehäuse **14** weist des weiteren einen Flüssigkristallanzeige (LCD)-Bereich **23** auf, der dazu verwendet wird, dem Anwender verschiedene Informationen über die Infusionspumpe **10** mitzuteilen, und eine Anwenderschnittstelle mit der Infusionspumpe **10** zur Verfügung zu stellen. Das Gehäuse **14** weist Dateneingabetasten **25** auf. Das Pumpenmodul **16** weist eine Schlauchlade Passage **27** und einen Vakuumfluoreszenz-Displaybereich **29** auf. Die Schlauchlade Passage **27** wendet eine weiter unten beschriebene automatische Schlauchladeeinrichtung an.

[0029] Der Gehäusebereich **14** weist einen Slave-Mikroprozessor auf, der einem Master-Mikroprozessor untergeordnet ist. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Master-Mikroprozessor ein 80C186 EB, der von Intel Corporation, Santa Clara, California verfügbar ist, und der Slave-Mikroprozessor ist ein 80C552, der von Phillips Semiconductors, Sunnyvale, California verfügbar ist. Die Pumpenmodule **16** weisen des weiteren einen Pumpenmodul-Mikroprozessor auf.

[0030] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Pumpenmodul-Mikroprozessor ein 68 HC11, der von Motorola, Schaumburg, Illinois verfügbar ist. Der Pumpenmodul-Mikroprozessor beinhaltet Software in einem Festwertspeicher (ROM), der die unten beschriebenen Überwachungsfunktionen ansteuert.

[0031] Wie in den **Fig. 2** und **3** gezeigt ist, ist die Schlauchlade-Untereinheit auf zwei Wellen gelagert. Diese zwei Wellen sind die Schlauchlade-Nockenwelle **32** und die Schlauchlade-Vorgelegewelle **34**. Die Schlauchlade-Vorgelegewelle **34** stellt eine Achse zur Verfügung, um welche die von der Nockenwelle **32** angetriebenen Bauteile drehen. In einer stromaufwärtigen Richtung entlang der Vorgelegewelle **34** sind die am weitesten außen liegenden und damit in Verbindung stehenden Elemente die stromabwärtigen Schlauchladeklinken **36**. Die stromabwärtigen Schlauchladeklinken **36** bestehen jeweils aus einem Ringkörper **38**, der dazu ausgelegt ist, lagfest auf der Schlauchlade-Vorgelegewelle **34** zu sitzen.

[0032] In Vorwärtsrichtung vom Klinkenringkörper **38** erstreckt sich der Klinkenarm **40**. Der Klinkenarm **40** weist einen im wesentlichen geradlinigen Bereich **42** auf sowie einen bogenförmigen Bereich **44**, die sich vom Klinkenring **38** nach außen und unten erstreckt. Die Klinkenspitze **46** umfaßt eine Vielzahl von Bereichen. Die Innenseite der Klinkenspitze **46** begrenzt eine horizontale Schlaucheingriffsfläche **48**, eine abgewinkelte Schlaucheingriffsfläche **50**, eine vertikale Schlaucherfassungsfläche **52**, und eine horizontale Schlauchladefehler-Auslösefläche **54**.

[0033] Die Außenseite der Klinkenspitze **46** begrenzt eine nach außen gewendete Schlauchabweisefläche **55**. Diese Flächen wirken zusammen mit einer stromabwärts angeordneten Andruckplatte (nicht gezeigt). Die Formgebung des bogenförmigen Bereichs **44** der Klinke **36** ist derart, daß beim vollständigen Absenken der Klinke **36** der Schlauch an der stromabwärts angeordneten Andruckplatte festgeklebt ist. Die Bauform und Funktion der Schlauchladeklinkenspitze **46** wiederholen sich an der Unterkante einer oberen Pumpenbacke **57**.

[0034] Wenn eine Bedienperson einen Schlauch in die Infusionspumpe **10** lädt und den Schlauchladezyklus mit Hilfe eines geeigneten Betätigungselementes betätigt, werden die Schlauchladeklinkenspitzen **46** über den Schlauch in der Schlauchladepassage **27** abgesenkt, die in Kombination mit dem Absenken der oberen Backe **57** dazu dient, die Schlauchladepassage **27** an der Außenseite der Infusionspumpe **10** vollständig abzuschließen.

[0035] Falls daß ein Schlauch teilweise in die Infusionspumpe **10** eingesetzt ist, aber vollständig außerhalb der Schlauchladepassage **27** verbleibt, bewirkt die Schlauchabweisefläche **55** ein Ausstoßen des Schlauches aus der Infusionspumpe **10**. Falls ein Schlauch teilweise in die Schlauchladepassage **27** geladen wurde, hilft die Ladefehler-Auslösefläche **54** beim Einklemmen des Schlauches.

[0036] Wenn der Schlauch in den Schlauchladepassage **27** eingesetzt, aber nicht vollständig in die Infusionspumpe **10** eingezogen wurde, dient die Schlaucherfassungsfläche **52** dazu, den Schlauch nach hinten zu ziehen und somit ein ordnungsgemäßes Laden des Schlauches durchzuführen. Die Kombination aus Schlauchabweisefläche **44**, Ladefehler-Auslösefläche **54** und Schlaucherfassungsfläche **52** stellt eine scharfe Abgrenzung zwischen den verschiedenen Ladekonfigurationen zur Verfügung.

[0037] Die vertikale Schlaucherfassungsfläche **52** arbeitet darüber hinaus in Kombination mit der abgewinkelten Schlaucheingriffsfläche **50** und der horizontalen Schlaucheingriffsfläche **48**, um den Schlauch sicher in der Infusionspumpe **10** zu halten. Diese Kombination hilft auch dabei, eine Verformung des Schlauches durch ein Zusammenwirken der abgewinkelten Fläche **50** und der horizontalen Fläche **48** zur Verfügung zu stellen, um den Schlauch sicher in der Infusionspumpe **10** festzulegen.

[0038] Unter Bezugnahme auf **Fig. 3** sind zwei

Schrägstirnräder **59**, **61** in einer zueinander senkrechten Anordnung vorgesehen, um eine Drehung von einem Schlauchlademotor **63** auf die querliegende Schlauchlade-Nockenwelle **32** zu übertragen. Der Schlauchlademotor **63** ist ein Motor.

[0039] Der Schlauchlademotor **63** weist des weiteren ein Untersetzungsgetriebe **65** auf, das die Funktion hat, ein ausreichendes Drehmoment zum Drehen der Nockenwelle **32** gegen den Widerstand zur Verfügung zu stellen, der durch die mit dieser in Berührung stehenden und auf der Vorgelegewelle **34** sitzenden Bauteile auf der Nockenwelle entsteht. Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** erstreckt sich eine Schlauchlademotorwelle **67** vom Schlauchlademotor **63** nach vorn und durchsetzt die Schlauchlademotorhalterung **69** durch eine mittige Aussparung **71**.

[0040] Die Schlauchlademotorwelle **67** weist eine in ihr ausgebildete Abflachung **73** auf, welche die Funktion hat, einen Sitz für die Schlauchlade-Antriebsradstellschraube **75** zur Verfügung zu stellen, die durch eine mit Gewinde versehene Stellschraubenöffnung **77** im Schlauchlade-Antriebsrad **59** eingesetzt ist und somit das Schlauchlade-Antriebsrad **59** drehfest an der Schlauchlademotorwelle **67** befestigt.

[0041] Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 3** ist das Schlauchlade-Antriebsrad **59** ein Schräg Zahnrad, bei dem die Zähne um dessen Umfangsseite angeordnet sind. Diese Zähne greifen in entsprechende Zähne auf der Oberfläche des Schlauchlade-Nockenwellenrades **61** ein, so daß sie eine senkrechte Betätigung der querliegend dazu angeordneten Nockenwelle **32** durch den in Längsrichtung angeordneten Schlauchlademotor **63** ermöglichen.

[0042] Es ist ein Handrad **79** vorgesehen, das ein Gehäuse für eine verschwenkbare Kupplungsglasche **80** aufweist. Im Betrieb führt dann eine Betätigung der Kupplungsglasche **80** dazu, daß die Nockenwelle **32** mit Hilfe eines Handrades **79** von Hand frei gedreht werden kann, ohne daß das Nockenwellenrad **61** mitgedreht wird.

[0043] Die Nockenwelle **32** trägt zwei Verbundnocken, die als stromabwärtige Nocken **82** bzw. stromaufwärtige Nocken **84** bezeichnet sind. Der stromabwärtige Nocken und der stromaufwärtige Nocken **82**, **84** weisen in der Richtung aus dem Gehäuse hinaus jeweils ein Nockenwellenarretierelement **86**, **88**, die einen Anschlag für die Drehung der Nockenwelle bilden, Schlauchladeklinkennocken **90**, **92**, die dazu dienen, die Schlauchladeklinken **36** zu betätigen, Ventilladenocken **94**, **96**, die dazu dienen, während des Ladevorganges Ventile wegzuheben, und Sensorarmnocken **98**, **100** mit der Funktion auf, den stromabwärtigen Sensor anzuheben oder abzusenken.

[0044] Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 4** ist eine auseinandergesogene Ansicht einer gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung erstellten Codieranordnung **101** zu sehen. Die Codieranordnung **101** weist ein an der Ankerwelle **105** des Motors **63** angebrachtes Codierrad **103** auf. Die Codieran-

ordnung **101** ist ein einem Pumpenmotorcodierer-Tragbund **107** untergebracht, der eine Gleitpassung über dem Motorgehäuse **63** bildet und an diesem mittels einer Schelle **109** befestigt ist. Zwei Optokoppler **111**, **113** sind vorgesehen, die mit der dazugehörigen Signalverarbeitungselektronik durch einen als Pumpensensorstreifen **115** bezeichneten Streifen in Form einer gedruckten Schaltung elektrisch verbunden sind.

[0045] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5** ist das Codier-**rad 103** im Detail zu sehen. Das Codier-**rad 103** weist bei der beschriebenen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zwei **Flags 117** auf, welche sich in Radialrichtung von seiner Nabe **121** nach außen erstrecken.

[0046] Zwischen den **Flags** befindet sich eine Vielzahl von Abstandssektoren **119** mit einer gleichen Größe. Während bei der vorliegend beschriebenen Ausführungsform jeder Sektor **119** eine Breite von  $90^\circ$  besitzt, zieht die vorliegende Erfindung die Verwendung von Codier-**rädern** mit einer beliebigen Anzahl von **Sektoren** und somit jeglicher Breite in Betracht.

[0047] Auch während bei der vorliegend beschriebenen Ausführungsform jedes **Flag 117** zwischen den jeweiligen **Sektoren 119** eine Breite von  $90^\circ$  besitzt, zieht die vorliegende Erfindung die Verwendung von Codier-**rädern** mit einer beliebigen Anzahl von **Flags** und somit jeglicher Breite in Betracht. Die **Sektoren 119** haben die Funktion, Licht durchzulassen, während die **Flags 117** die Funktion haben, Licht zu blockieren.

[0048] Blockiertem Licht kann ein digitales logisches Hoch bzw. ein Bezugswert **1** zugeordnet werden, während durchgelassenem Licht ein digitales logisches Tief bzw. ein Bezugswert **0** zugeordnet werden kann. Diese **Flags** weisen eine Vielzahl von optischen Bildern auf. Das erste dieser Bilder ist durch die Kante **118** des einzelnen **Flags 117** begrenzt. Das zweite Bild ist durch den Mittenbereich des **Flags 117** begrenzt.

[0049] Die **Flags 117** wirken in Verbindung mit den zwei Optokopplern **111**, **113**, um die Anordnung der Ankerwelle **105** des Pumpenmotors **63** festzulegen. Der Abstand zwischen den beiden Optokopplern **111**, **113** ist so vorgesehen, daß die gewünschten Quadratsignale erhalten werden, wobei die Signale nominal um  $90^\circ$  phasenverschoben sind. Daher sind die Optokoppler **111**, **113** so positioniert, daß dann, wenn einer mit der Kante eines **Flags 118** fluchtet, der andere Optokoppler mit der Mitte eines **Flags 120** fluchtet.

[0050] Bei der vorliegend beschriebenen Ausführungsform sind die Optokoppler entweder um  $45^\circ$  oder um  $135^\circ$  beabstandet. Bei Verwendung von vier **Flags** und vier **Sektoren** wären die Optokoppler dann um  $22\frac{1}{2}^\circ$ ,  $67\frac{1}{2}^\circ$ ,  $112\frac{1}{2}^\circ$  oder  $157\frac{1}{2}^\circ$  beabstandet, um die nominale Phasenverschiebung von  $90^\circ$  zu erzeugen.

[0051] Bei einer bevorzugten Ausführungsform wei-

sen die Optokoppler **111**, **113** einen fotoelektrischen Schalter auf. Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weisen die fotoelektrischen Schalter eine erste Fotodiode **123** und eine erste Fotozelle **125** auf. Die Optokoppler **111**, **113** sind so ausgerichtet, daß sie der Vielzahl von **Flags 117** auf dem Codier-**rad 103** entsprechen und somit das optische Ablesen der **Flags 117** und **Sektoren 119** bewirken. Wie weiter unten detailliert beschrieben ist, kann der Zeittakt der von den Optokopplern **111**, **113** genommenen Ableesungen durch den Pumpenmodul-Mikroprozessor gesteuert werden oder durch Änderungen in den Ableesungen selbst initiiert werden.

[0052] Die optischen Ableesungen der Optokoppler werden mit Hilfe von Rechteckformern in Digitalsignale umgewandelt und in einen im Mikroprozessor enthaltenen Digitalprozessor eingegeben. Bei dieser gegenwärtig bevorzugten Ausführungsform hat die Auflösung des Codierers **103** einen Wert von  $1/960$  einer Drehung der Schlauchlade-Nockenwelle **32**.

[0053] Wie für den Fachmann ersichtlich ist, kann die genaue Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform unter Beibehaltung der erwünschten Effekt der vorliegenden Vorrichtung jederzeit geändert werden. Beispielsweise können die Optokoppler in eine gleichwertige Position bewegt werden, die immer noch den gewünschten Effekt zur Verfügung stellt. Darüber hinaus werden Codier-**räder** mit einer beliebigen Anzahl von **Flags** und **Sektoren** als innerhalb des Schutzbereiches der vorliegenden Erfindung liegend angesehen.

[0054] Die vorliegende Vorrichtung kann mit der Verwendung verschiedener Typen von Antriebsmotoren, wie etwa des Antriebsmotors für die Pumpbewegung, koordiniert werden. Diese verschiedenen Konfigurationen werden selbstverständlich als innerhalb des Schutzbereiches der vorliegenden Erfindung liegend angesehen.

[0055] Wie aus **Fig. 6** hervorgeht, weist die Wellenform einer herkömmlichen Codier-/Decodier-**vorrichtung** zwei Kanäle (A, B) auf, wobei jeder Kanal einen ersten digitalen logischen Hochzustand und einen zweiten digitalen logischen Tiefzustand aufweist. Somit entspricht bei der herkömmlichen Bauart die Zustandsdefinition vier unterschiedlichen Zuständen. Im ersten Zustand, der als Zustand 0 definiert ist, befinden sich beide Kanäle (A, B) in einem digitalen logischen Tiefzustand (z. B. A, B).

[0056] Im Zustand 1 befindet sich der erste Kanal (A) in einem digitalen logischen Hochzustand, während sich der zweite Kanal (B) in einem digitalen logischen Tiefzustand (z. B. A, B) befindet. Der Zustandsübergang vom Zustand 0 zum Zustand 1 findet statt, wenn der erste Optokoppler **111** den Übergang von einem Sektor **119** zu einem **Flag 117** erfaßt.

[0057] Im Zustand 2 befindet sich der erste Kanal (A) in einem digitalen logischen Hochzustand, und der zweite Kanal (B) befindet sich in einem digitalen logischen Hochzustand (z. B. A, B). Der Übergang vom Zustand 1 zum Zustand **2** findet statt, wenn der

zweite Optokoppler **113** den Übergang von einem Sektor **119** zu einem Flag **117** erfaßt.

[0058] Im Zustand 3 befindet sich der erste Kanal (A) in einem digitalen logischen Tiefzustand, während sich der zweite Kanal (B) in einem digitalen logischen Hochzustand befindet (z. B. A, B). Der Zustandsübergang vom Zustand 2 zum Zustand 3 findet statt, wenn der erste Optokoppler **111** den Übergang von einem Flag **117** zu einem Sektor **119** erfaßt.

[0059] Nach dem Zustand 3 kehrt die Zustandsdefinition zum Zustand 0 zurück, wobei sich beide Kanäle (A, B) in einem digitalen logischen Tiefzustand befinden (z. B. A, B). Der Zustandsübergang vom Zustand 3 zum Zustand 0 findet statt, wenn der zweite Optokoppler **113** den Übergang von einem Flag **117** zu einem Sektor **119** erfaßt. Darauf folgende Zustandsübergänge wiederholen diese Muster. Diese herkömmliche Bauart erfordert die Verwendung einer Taktzustandsmaschine, wie etwa eines Decodierzählers, um aufeinanderfolgende Zählwerte in einem internen Register aufzubewahren.

[0060] Ein in herkömmlichen Bauarten verwendeter typischer Decodierzähler war z. B. ein Hewlett Packard HTCL 2000. Der Decodierzähler weist eine Einrichtung zum Adressieren der Metastabilitätszustände auf, die sich in der internen Logik des Decodierzählers während Zustandsübergängen ereignen können.

[0061] Bei der vorliegenden Erfindung liefern zwei Zustandswellenformen (A', B') zwei Codiererausgänge. Bei der vorliegenden Erfindung ist die Zustandsbestimmung jedoch selbsttaktend. Bei der vorliegenden Erfindung wird eine Zustandsänderung in einer der Wellenformen (A', B') als Unterbrechung oder internes Steuersignal im Mikroprozessor registriert. Anstelle der Verwendung eines externen Taktgebers oder Registers erkennt die dazugehörige Software jede Unterbrechung und bewirkt eine Zustandsänderung im Mikroprozessor selbst.

[0062] Unter Bezugnahme **Fig. 7** ist gemäß der Bestimmung durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung der Zustand 0 dadurch definiert, daß der zweite Optokoppler **113** den Übergang von einem Flag **117** zu einem Sektor **119** oder umgekehrt erfaßt, und der erste Optokoppler **111** den Mittelpunkt eines Sektors **119** erfaßt.

[0063] Der Zustand 1 ist dadurch definiert, daß der erste Optokoppler **111** einen Übergang von einem Sektor **119** zu einem Flag **117** oder umgekehrt erfaßt, und der zweite Optokoppler **113** den Mittelpunkt eines Sektors **119** erfaßt.

[0064] Der Zustand 2 ist dadurch definiert, daß der zweite Optokoppler **113** einen Übergang von einem Sektor **119** zu einem Flag **117** oder umgekehrt erfaßt, und der erste Optokoppler **111** den Mittelpunkt eines Flags **117** erfaßt.

[0065] Der Zustand 3 ist dadurch definiert, daß der erste Optokoppler **111** einen Übergang von einem Flag **117** zu einem Sektor **119** oder umgekehrt erfaßt, und der zweite Optokoppler **113** den Mittelpunkt ei-

nes Flags **117** erfaßt. Nach dem Zustand 3 kehrt die Zustandsdefinition zum Zustand 0 zurück. Dies findet statt, wenn der zweite Optokoppler **113** einen Übergang von einem Flag **117** zu einem Sektor **119** erfaßt und der erste Optokoppler **111** den Mittelpunkt eines Sektors **119** erfaßt.

[0066] Da die Kante eines Flags **117** bzw. Sektors **119** verwendet wird, um eine Ablesung des Zustands basierend auf dem entgegengesetzten, sich nicht verändernden Signal zu takten, und zwar im Gegensatz zur Verwendung der Kante eines Flags oder Sektors zum Definieren des Zustandsübergangs, vermeidet die vorliegende Erfindung somit die Problematik der Metastabilität ohne die Verwendung von kostspieliger Hardware. Darüber hinaus behält die vorliegende Erfindung die Fähigkeit der Codier-/Decodier Vorrichtung zum Erstellen von Drehrichtungsinformationen bei.

[0067] Unter Bezugnahme **Fig. 8** wird das Verfahren der vorliegenden Erfindung beschrieben. Während des Betriebs in einer kontinuierlichen Schleife tasten die optischen Sensoren Änderungen in den Wellenformen A' oder B' ab. Dies findet statt, wenn der optische Sensor einen Übergang von einem Flag **117** zu einem Sektor **119** oder von einem Sektor **119** zu einem Flag **117** erfaßt.

[0068] Wenn im Schritt 1 eine Änderung in der Wellenform A' erfaßt wird, wird im Schritt 3 die Wellenform B abgetastet. Wenn im Schritt 1 keine Änderung der Wellenform A' erfaßt wird, wird im Schritt 2 die Wellenform B' erfaßt. Wenn im Schritt 2 eine Änderung der Wellenform B' erfaßt wird, wird im Schritt 4 die Wellenform A' abgetastet.

[0069] Das Verfahren beinhaltet drei Größen bzw. Variable: die Neuzustandsvariable, die Altzustandsvariable und die Positionsvariable. Wenn sich im Schritt 5 die Wellenform B' in einem digitalen Hochzustand befindet, wird im Schritt 7 der Neuzustand als Drei (3) definiert. Wenn sich im Schritt 5 die Wellenform B' in einem digitalen Tiefzustand befindet, wird im Schritt 9 der Neuzustand als Eins (1) definiert. [0070] Wenn sich im Schritt 6 die Wellenform A' in einem digitalen Hochzustand befindet, wird im Schritt 8 der Neuzustand als Zwei (2) definiert. Wenn sich in Schritt 6 die Wellenform A' in einem digitalen Tiefzustand befindet, wird im Schritt 10 der Neuzustand als Null (0) definiert.

[0071] Wenn der Neuzustand im Schritt 7 als Drei (3) definiert ist, wird im Schritt 11 der Altzustand abgelesen. Wenn der Altzustand Zwei (2) ist, wird im Schritt 13 die Positionsvariable um Eins inkrementiert, und die Altzustandsvariable wird im Schritt 28 auf den Wert der Neuzustandsvariable von Drei (3) eingestellt.

[0072] Nach dem Einstellen der Altzustandsvariable wird die Schleife fortgeführt. Wenn der Altzustand im Schritt 11 nicht Zwei (2) ist, wird der Altzustand im Schritt 15 erneut überprüft. Wenn der Altzustand im Schritt 15 Null (0) ist, wird im Schritt 17 die Positionsvariable um Eins dekrementiert, und die Altzustands-

variable wird im Schritt **28** auf den Wert der Neuzustandsvariable von Drei (**3**) zurückgesetzt.

[0073] Nach dem Einstellen der Altzustandsvariable wird die Schleife fortgeführt. Wenn der Altzustand im Schritt **15** nicht Null (**0**) ist, wurde eine Zustandsänderung der Wellenform übergangen, oder die Wellenform wurde falsch gelesen, und ein Fehlerzustand tritt ein.

[0074] Wenn der Neuzustand im Schritt **9** als Eins (**1**) definiert ist, wird der Altzustand im Schritt **19** überprüft. Wenn der Altzustand Null (**0**) ist, wird im Schritt **21** die Positionsvariable um Eins inkrementiert, und die Altzustandsvariable wird im Schritt **28** auf den Wert Null (**0**) der Neuzustandsvariable gesetzt.

[0075] Nach dem Einstellen der Altzustandsvariable wird die Schleife fortgeführt. Wenn im Schritt **19** der Altzustand nicht Null (**0**) ist, wird der Altzustand im Schritt **23** erneut überprüft. Wenn im Schritt **23** der Altzustand Zwei (**2**) ist, wird im Schritt **25** die Positionsvariable um Eins dekrementiert, und die Altzustandsvariable wird im Schritt **28** auf den Wert Null (**0**) der Neuzustandsvariablen zurückgesetzt.

[0076] Nach dem Einstellen der Altzustandsvariable wird die Schleife fortgeführt. Wenn im Schritt **23** der Altzustand nicht Zwei (**2**) ist, wurde eine Zustandsänderung der Wellenform übergangen, oder die Wellenform wurde falsch gelesen, und ein Fehlerzustand tritt ein.

[0077] Wenn der Neuzustand im Schritt **8** als Zwei (**2**) definiert ist, wird der Altzustand im Schritt **12** überprüft. Wenn der Altzustand Eins (**1**) ist, wird die Positionsvariable im Schritt **14** um Eins inkrementiert, und die Altzustandsvariable wird im Schritt **28** auf den Wert der Neuzustandsvariable von Zwei (**2**) gestellt.

[0078] Nach dem Einstellen der Altzustandsvariable wird die Schleife fortgeführt. Wenn der Altzustand im Schritt **12** nicht Eins (**1**) ist, wird der Altzustand im Schritt **16** erneut überprüft. Wenn der Altzustand im Schritt **16** Drei (**3**) ist, wird im Schritt **18** die Positionsvariable um Eins dekrementiert, und die Altzustandsvariable wird im Schritt **28** auf den Wert der Neuzustandsvariablen von Zwei (**2**) eingestellt.

[0079] Nach dem Einstellen der Altzustandsvariable wird die Schleife fortgeführt. Wenn im Schritt **16** der Altzustand nicht Drei (**3**) ist, dann wurde eine Zustandsänderung in der Wellenform übergangen, oder die Wellenform wurde falsch gelesen, und ein Fehlerzustand wird angegeben.

[0080] Wenn der Neuzustand im Schritt **10** als Null (**0**) definiert ist, wird im Schritt **20** der Altzustand überprüft. Wenn der Altzustand Drei (**3**) ist, wird im Schritt **22** die Positionsvariable um Eins inkrementiert, und die Altzustandsvariable wird im Schritt **28** auf den Wert der Neuzustandsvariable von Null (**0**) eingestellt. Nach dem Einstellen der Altzustandsvariablen wird die Schleife fortgeführt. Wenn der Altzustand im Schritt **20** nicht Drei (**3**) ist, wird der Altzustand im Schritt **24** erneut überprüft.

[0081] Wenn im Schritt **24** der Altzustand Eins (**1**) ist, wird im Schritt **26** die Positionsvariable um Eins

dekrementiert, und die Altzustandsvariable wird im Schritt **28** auf den Wert der Neuzustandsvariable von Null (**0**) gestellt. Nach dem Einstellen der Altzustandsvariable wird die Schleife fortgeführt. Wenn im Schritt **24** der Altzustand nicht Eins (**1**) ist, wurde eine Zustandsänderung in der Wellenform übergangen, oder die Wellenform wurde falsch gelesen, und ein Fehlerzustand wird angegeben.

## Patentansprüche

1. Monitor zum Überwachen der Position einer Motorwelle, der folgendes aufweist:

- ein Codierrad, das mit der Motorwelle verbindbar ist, wobei das Codierrad mindestens einen Blockierbereich und mindestens einen Nichtblockierbereich definiert;
- einen ersten Detektor zum Detektieren der Anwesenheit oder Abwesenheit des Blockierbereichs des Codierrades;
- einen zweiten Detektor, der in Bezug auf den ersten Detektor versetzt ist, zum Detektieren der Anwesenheit oder Abwesenheit des Blockierbereichs des Codierrades;
- eine Einrichtung zum Korrelieren der Position der Motorwelle mit einem von einer Vielzahl von Zuständen, die durch die Ablesewerte des ersten und des zweiten Detektors definiert sind; und
- eine Einrichtung innerhalb der Korreliereinrichtung für den Übergang von einem Zustand in einen anderen Zustand, wenn von dem einen Detektor ein Übergang zwischen einem Blockierbereich und einem Nichtblockierbereich detektiert wird, und zum Bestimmen des Zustands durch die von dem zweiten Detektor detektierte Anwesenheit oder Abwesenheit des Blockierbereichs, wenn der Übergang von dem ersten Detektor detektiert wird.

2. Verfahren zum Überwachen der Position einer Motorwelle, das die folgenden Schritte aufweist:

- Definieren von mindestens einem Blockierbereich und mindestens einem Nichtblockierbereich eines Codierrades, das mit der Motorwelle verbunden ist;
- Detektieren der Anwesenheit oder Abwesenheit des Blockierbereichs des Codierrades;
- Detektieren, an einer zweiten Stelle, der Anwesenheit oder Abwesenheit des Blockierbereichs des Codierrades;
- Korrelieren der Position der Motorwelle mit einem von einer Vielzahl von Zuständen, die durch die Ablesewerte des ersten und des zweiten Detektiervorgangs definiert werden; und
- Durchführen eines Überganges von einem Zustand in einen anderen Zustand, wenn durch einen Detektiervorgang ein Übergang zwischen einem Blockierbereich und einem Nichtblockierbereich detektiert wird, und Bestimmen des Zustands durch die durch den zweiten Detektiervorgang detektierte Anwesenheit oder Abwesenheit des Blockierbereichs, wenn der Übergang durch den ersten Detektiervorgang de-

tektiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, das ferner die Schritte des Definierens von mindestens zwei Zuständen aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, das ferner die Schritte des Definierens von mindestens vier Zuständen aufweist.

5. Monitor zum Überwachen der Position einer Motorwelle, der folgendes aufweist:

- ein Codierrad, das an die Motorwelle anschließbar ist, wobei das Codierrad mindestens einen Blockierbereich und mindestens einen Nichtblockierbereich aufweist;
- einen ersten Detektor, der die Anwesenheit oder Abwesenheit des Blockierbereichs des Codierrades detektiert;
- einen zweiten Detektor, der in Bezug auf den ersten Detektor versetzt ist und die Anwesenheit oder Abwesenheit des Blockierbereichs des Codierrades detektiert;
- eine Korreliereinrichtung, die die Position der Motorwelle mit einem von einer Vielzahl von Zuständen korreliert, die durch die Ablesewerte des ersten und des zweiten Detektors definiert sind; und
- wobei die Korreliereinrichtung folgendes aufweist: eine Übergangseinrichtung, die einen Übergang von einem Zustand in einen anderen Zustand vornimmt, wenn von dem einen Detektor ein Übergang zwischen einem Blockierbereich und einem Nichtblockierbereich detektiert wird, und eine Bestimmungseinrichtung, die den Zustand durch die von dem zweiten Detektor detektierte Anwesenheit oder Abwesenheit des Blockierbereichs bestimmt, wenn der Übergang von dem ersten Detektor detektiert wird.

6. Monitor nach Anspruch 1 oder 5, wobei das Codierrad eine Vielzahl von Blockierbereichen und Nichtblockierbereichen aufweist.

7. Monitor nach Anspruch 1 oder 5, wobei die Detektoren Optokoppler sind.

8. Monitor nach Anspruch 7, wobei der Optokoppler eine Fotodiode und eine Fotozelle aufweist.

9. Monitor nach Anspruch 1 oder 5, wobei mindestens zwei Zustände definiert sind.

10. Monitor nach Anspruch 1 oder 5, wobei vier Zustände definiert sind.

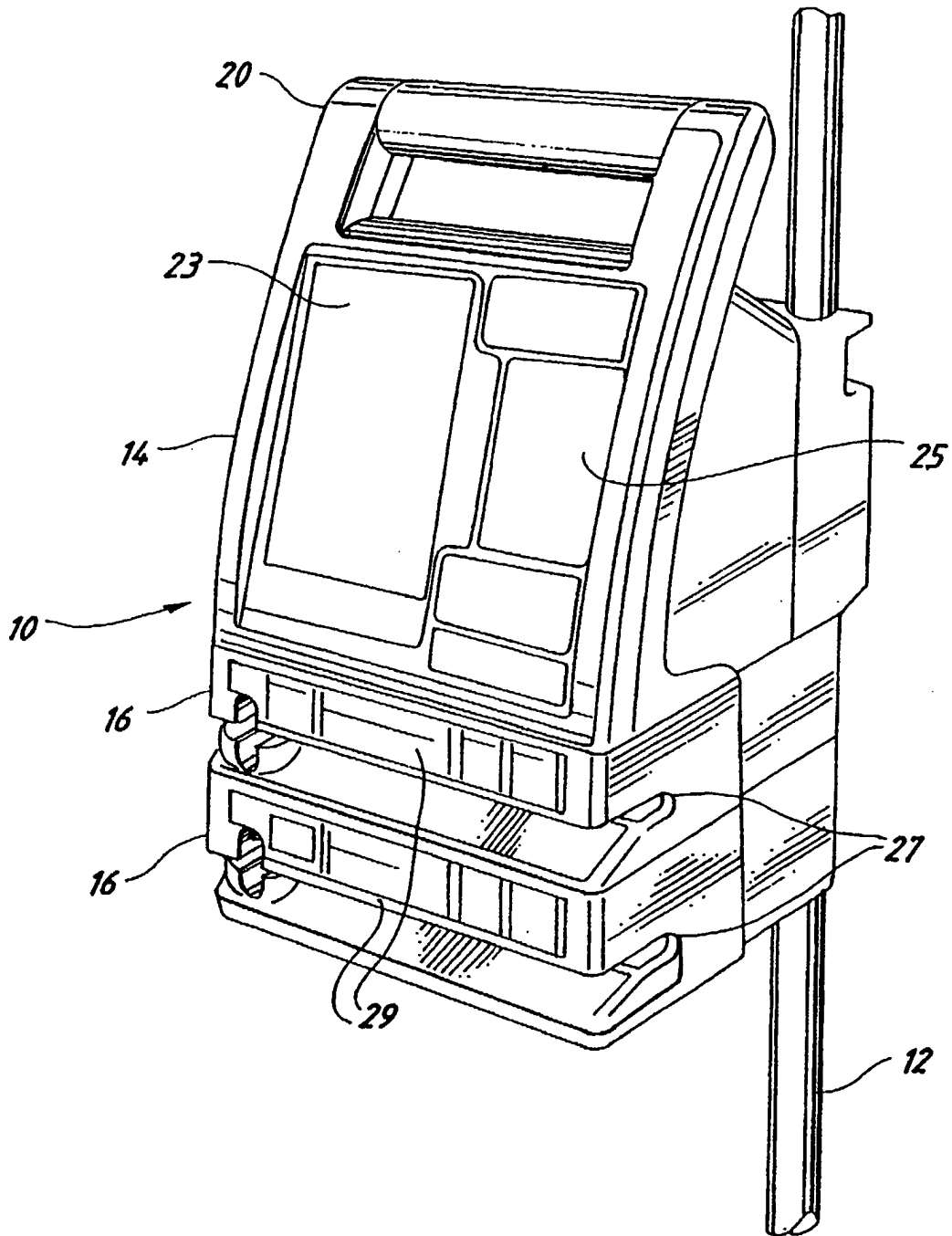
11. Monitor nach Anspruch 1 oder 5, wobei die Korreliereinrichtung ein Mikroprozessor ist.

12. Monitor nach Anspruch 1 oder 5, wobei das Codierrad an eine Motorwelle in einer Infusionspumpe anschließbar ist.

13. Monitor nach Anspruch 12, wobei ferner die Motorwelle mit einem Schlauchlademotor verbunden ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG. 1



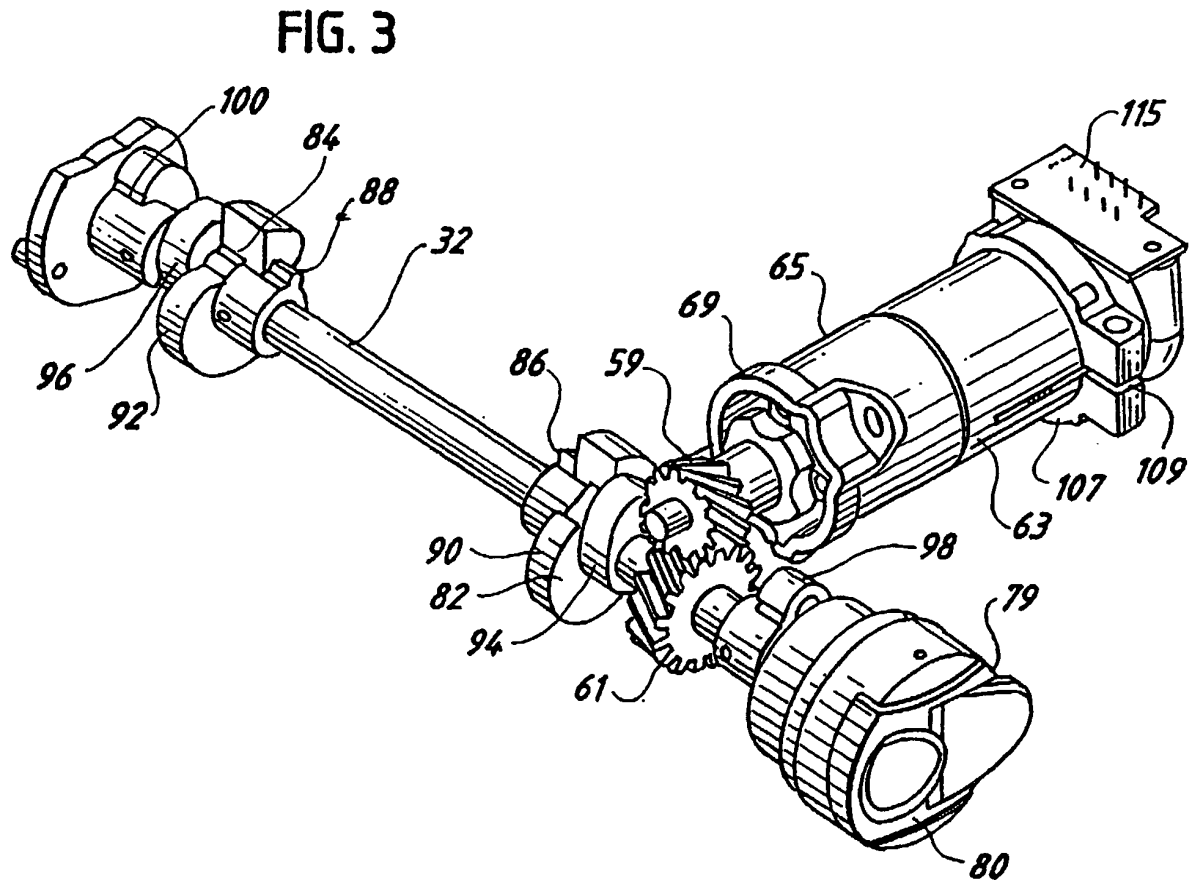
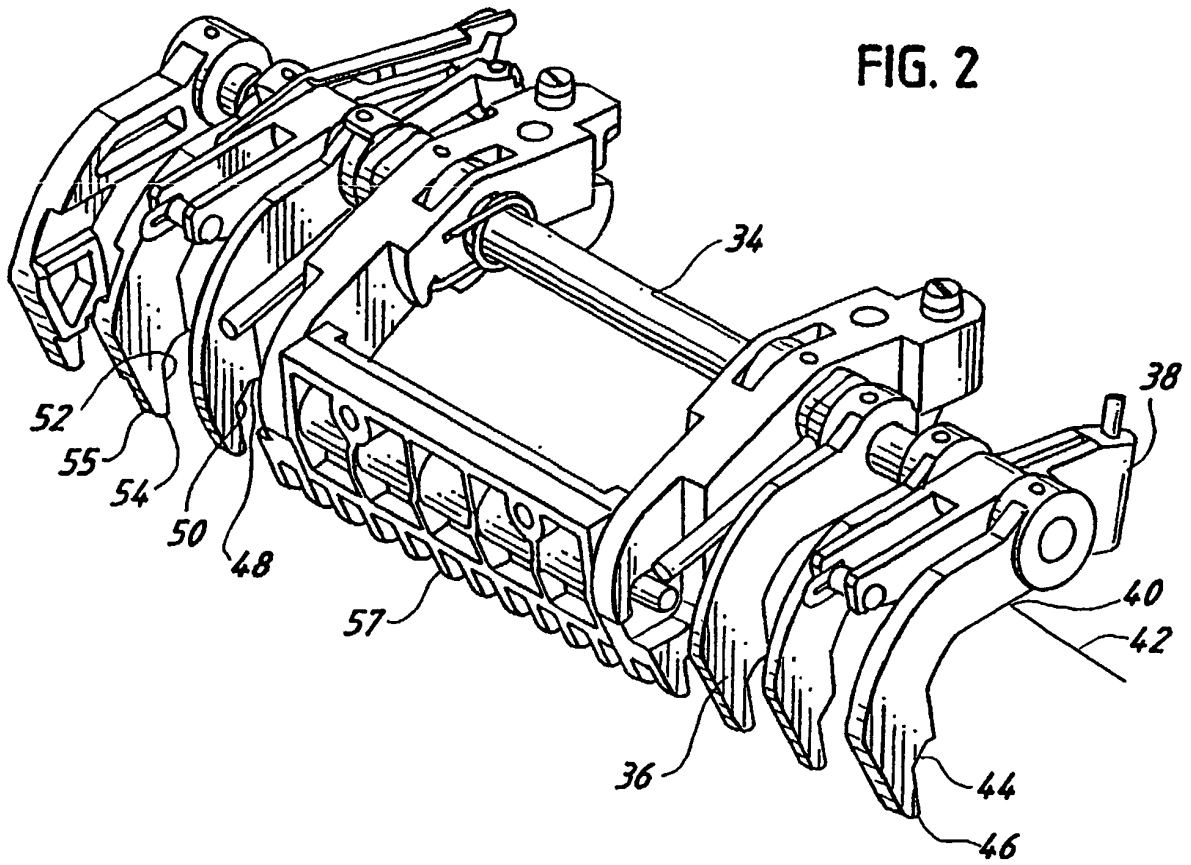


FIG. 4

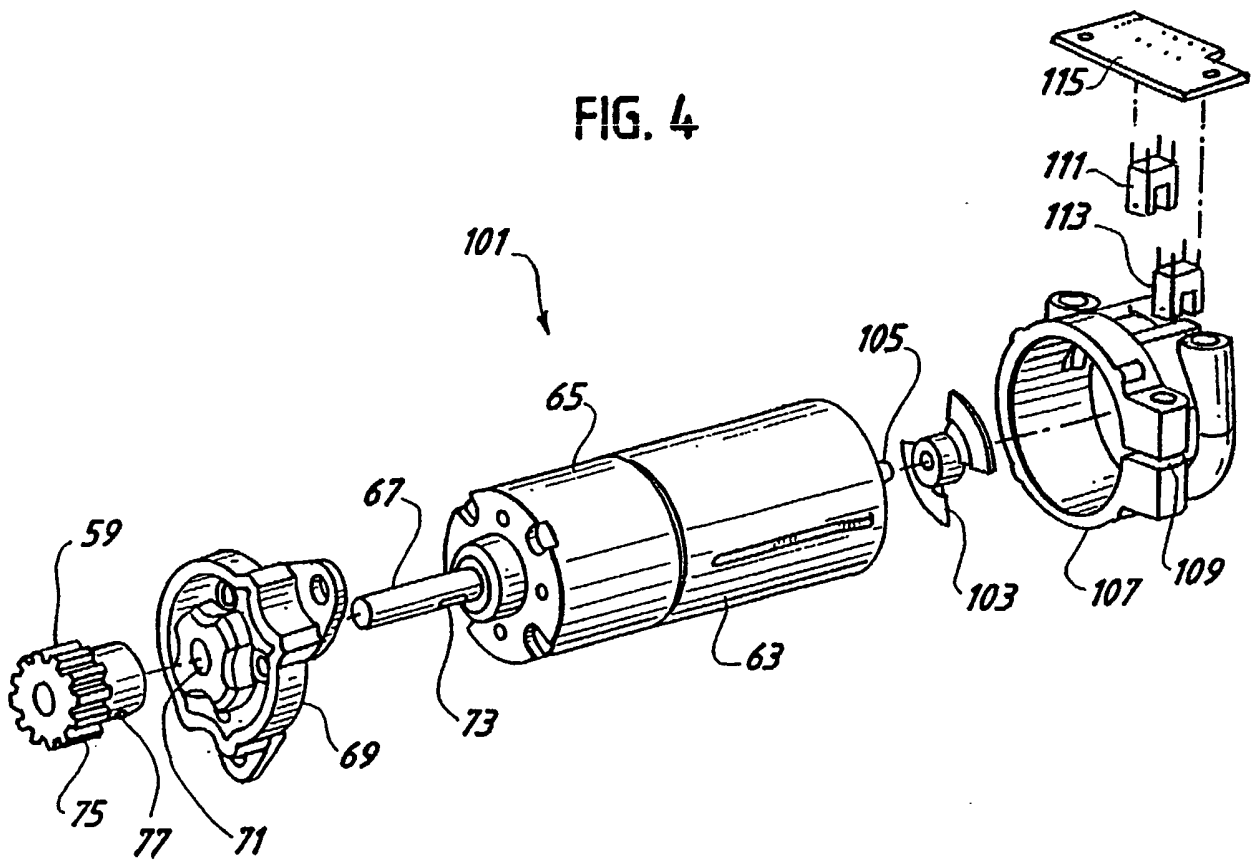


FIG. 5

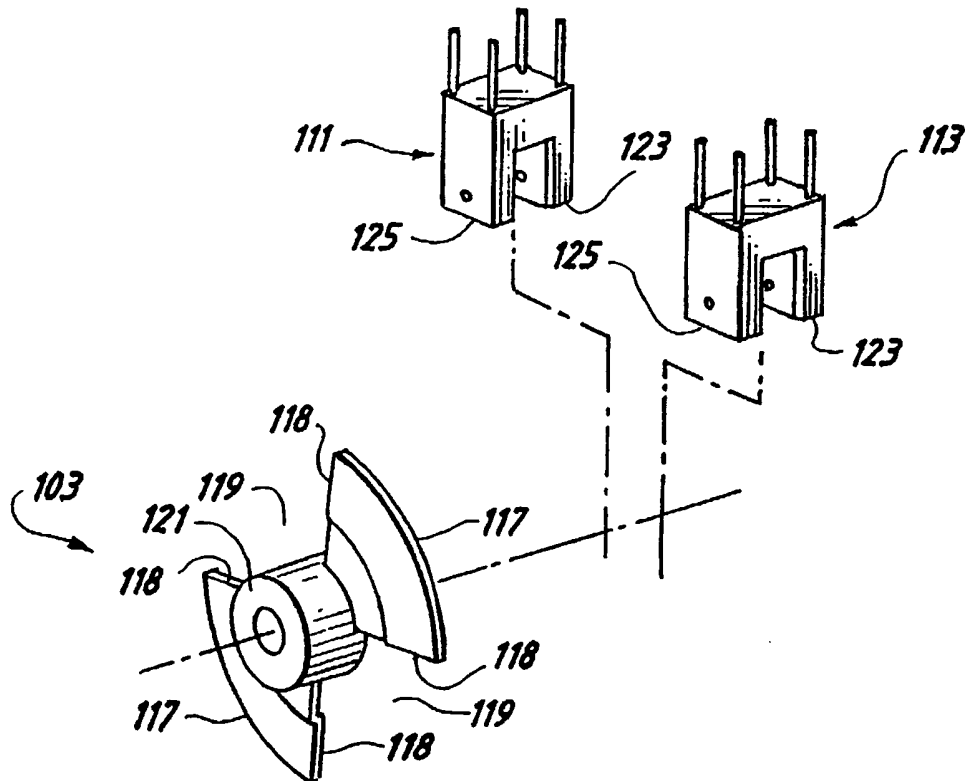


FIG. 6

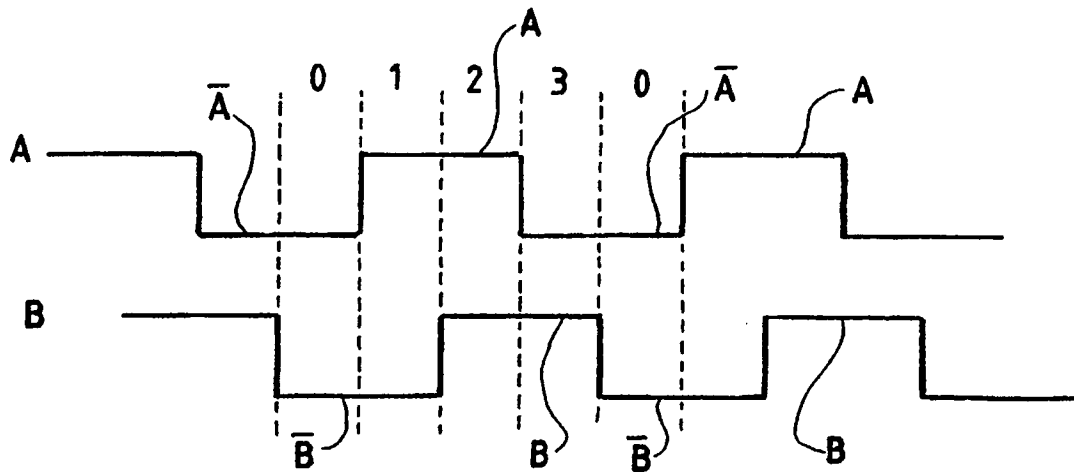
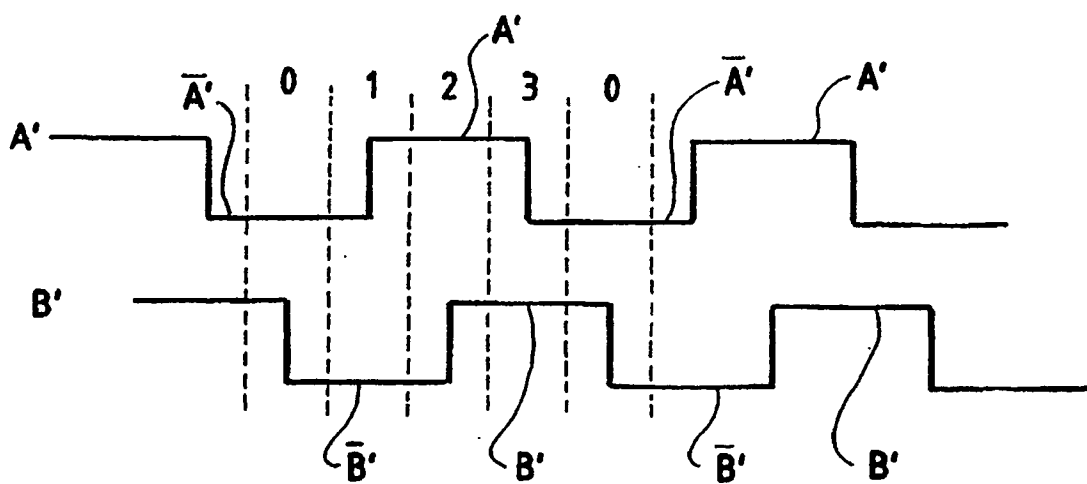


FIG. 7



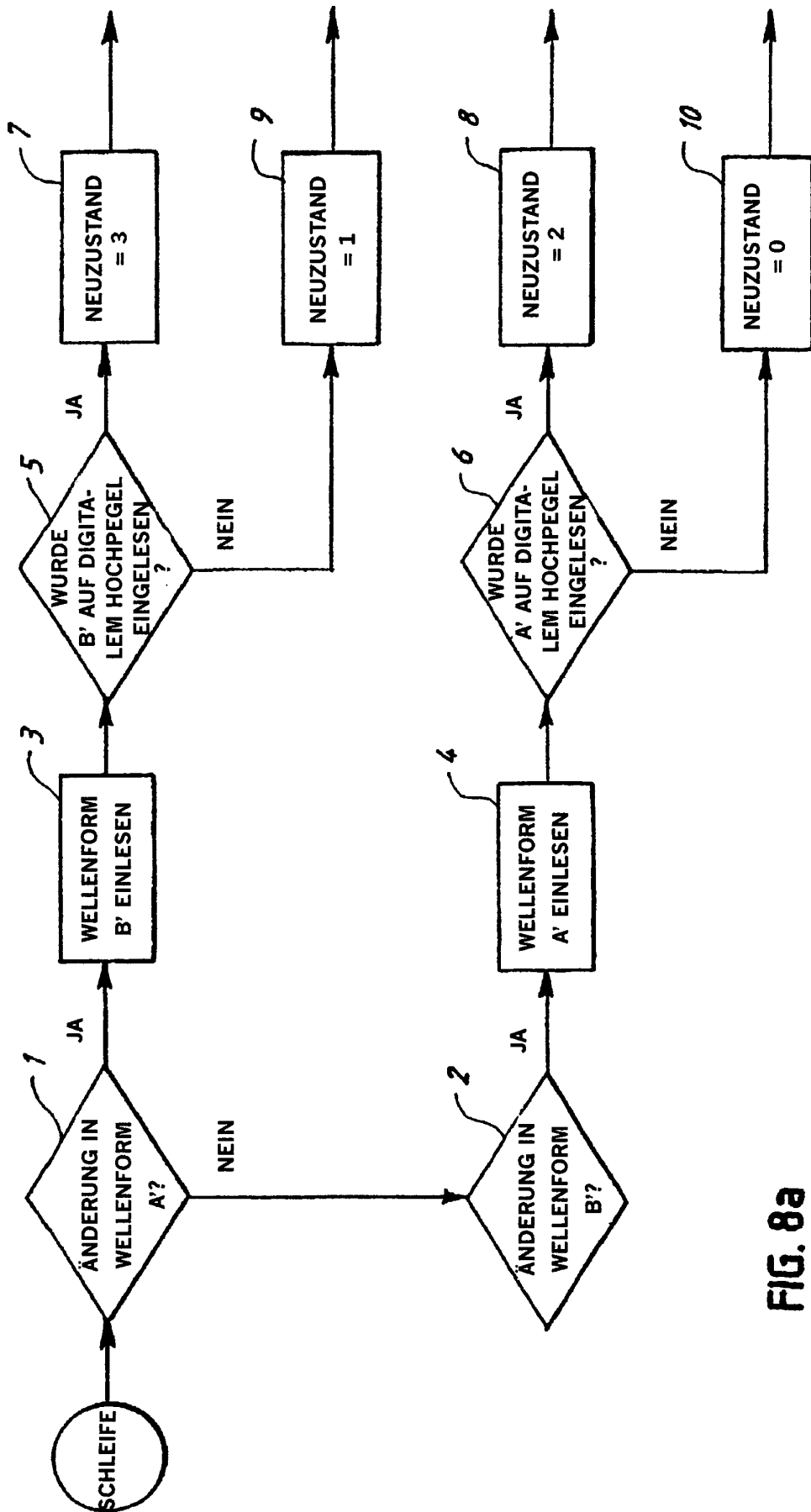


FIG. 8a

FIG. 8b

