



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 699 26 221 T2 2006.05.24

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 064 053 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 699 26 221.6

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US99/05856

(96) Europäisches Aktenzeichen: 99 913 930.6

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 99/047209

(86) PCT-Anmeldetag: 17.03.1999

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 23.09.1999

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 03.01.2001

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 20.07.2005

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 24.05.2006

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: A61N 7/00 (2006.01)

A61B 8/00 (2006.01)

B06B 1/02 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

40157 17.03.1998 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:

Exogen, Inc., Memphis, Tenn., US

(72) Erfinder:

TALISH, Roger, Hillborough, US; KOSCICA,  
Thomas, Clark, US; WINDER, Alan, Westport, US;  
ROSE, Emery, Astoria, US

(74) Vertreter:  
derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: STEUERUNG FÜR ULTRASCHALLTHERAPIEGERÄT

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 eingelebt, 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

### 1. Gebiet der Erfindung

**[0001]** Diese Offenbarung bezieht sich auf die Erzeugung von Ultraschallsignalen und insbesondere auf einen Ultraschallregler zur Verwendung mit einem 0 Ultraschallwandler, um den Heilungsvorgang in hartem sowie weichem Gewebe zu beschleunigen.

### 1. Beschreibung verwandter Techniken

**[0002]** Der therapeutische Wert von Ultraschallwellen ist bekannt. Verschiedene Techniken und Vorrichtungen werden verwendet, um Ultraschallwellen auf verschiedene Bereiche des Körpers zu applizieren. In einer bekannten Technik wird ein gepulstes Hochfrequenz-Ultraschallsignal mittels eines Wandlers auf die Haut eines Patienten appliziert und auf die Wundstelle gerichtet. Das Hochfrequenzsignal liegt in dem Bereich von 1,3 bis 2 MHz, und es besteht aus Impulsen mit einer Wiederholungsgeschwindigkeit von 100 bis 1 000 Hz, wobei jeder Impuls eine Dauer in dem Bereich von 10 bis 20 000 Mikrosekunden aufweist. Siehe z. B. U.S. Patent Nr. 4,530,360 an Duarte und U.S. Patent Nr. 5,520,612 an Winder et al.

**[0003]** U.S. Patente Nr. 5,003,965 und 5,186,162, beide an Talish und Lifshey („Talish '965“ bzw. „Talish '162“) beschreiben ein Ultraschallzuführungssystem, in dem sowohl der HF-Generator als auch der Wandler Teil einer an der Hautstelle platzierten modularen Applikatoreinheit sind. Die Signale, die die Dauer von Ultraschallimpulsen und die Impulsfolgefrequenz steuern, werden getrennt von der Applikatoreinheit erzeugt. Talish '965 und Talish '162 beschreiben ebenfalls ein Befestigungsgerät zum Befestigen der Applikatoreinheit, so dass die funktionsfähige Fläche an die Hautstelle anliegt. In Talish '965 und Talish '162 ist die Haut von einem Gipsverband umgeben, während in U.S. Patent Nr. 5,211,160 an Talish und Lifshey („Talish '160“) ein Befestigungsgerät zum Anbringen auf unbedeckten Körperteilen (d. h. ohne einen Gipsverband oder andere medizinische Umwicklung) beschrieben wird. Talish '160 beschreibt ebenfalls verschiedene Verbesserungen der Applikatoreinheit. Das Dokument US-A-4,708,127 offenbart ein Ultraschallerzeugungssystem zum Koppeln von schwingender Energie in eine Last.

**[0004]** Mit der zunehmenden Beliebtheit von Ultraschall-Selbstbehandlung entwickelt sich ein Bedarf an Ultraschallzuführungssystemen, die leichter und bequemer zu verwenden sind. Gegenwärtige Ultraschallwandler für die Verwendung zu Hause schaffen Möglichkeiten für den Patienten, der sich selbst behandelt, während er ihm gegenüber ausgesetzt ist, Fehler zu machen oder das Gerät unsachgemäß einzusetzen, zum Beispiel indem er auf der Grenzfläche zwischen dem Ultraschallwandler und der Haut über dem Bereich, auf dem der Defekt vorhanden ist, unangemessene Mengen an Ultraschall-Kopplungsgel verwendet. Eine tägliche Behandlungssitzung von 20 Minuten hat sich als wirksam zur Beschleunigung der Heilung von gewissen Knochenbrüchen erwiesen. Die Wirkungen einer längeren Behandlung stellen gewöhnlich keinen Nutzen für den Patienten dar. Für die Verwirklichung der wahren Nutzen der Ultraschallbehandlung ist jedoch Patienteneinhaltung (Compliance) notwendig. Deshalb sollten Selbstbehandlungsprogramme überwacht und geregelt werden.

**[0005]** Das strikte Befolgen eines Zeitverzugs von 24 Stunden zwischen Behandlungssitzungen bedeutet oftmals einen unrealistischen Zwang für einen Patienten mit einer Vorrichtung für selbstverabreichte Behandlung. Nicht routinemäßige Vorkommnisse oder unerwartete Ereignisse greifen oftmals störend ein und zwingen einen Patienten dazu, die Behandlung vor- oder aufzuschieben, anstatt die Behandlungssitzung ganz auszulassen. Bei Ultraschall wird für jede Behandlung eine zusammenhängende 20-minütige Sitzung bevorzugt, jedoch kann dieser Zeitraum durch gewöhnliche alltägliche Ereignisse, zum Beispiel das Klingeln an der Haustür, unterbrochen werden. Daher besteht der Bedarf an einem Behandlungssystem, das es einem Patienten ermöglicht, die Behandlung vor- oder aufzuschieben und das automatisch jegliche unnötige Überbehandlung verhindert. Es besteht auch Bedarf daran, Flexibilität beim Anhalten einer Behandlungssitzung und dem Wiederaufnehmen derselben innerhalb einer vernünftigen Zeitspanne, mit automatischem Schutz gegenüber einer Überbehandlung, bereitzustellen.

**[0006]** Damit eine Behandlungssitzung für einen Patienten von Nutzen ist, muss zumindest ein Teil der Ultraschallwelle den Körper durchdringen und die Verletzung erreichen, um den Heilungsprozess zu beschleunigen. Zur Minimierung der übermäßigen Schwächung der von dem Wandler produzierten Ultraschallwellen wird ein Ultraschallwellen-Kopplungsmaterial, z. B. ein Leitgel, zwischen der Hautoberfläche und dem Wandlerkopf verwendet. Wird eine unangemessene Menge an Gel verwendet oder wird dieses von dem Patienten nicht richtig aufgetragen, dann wird die Behandlungssitzung nicht so wirksam, wie sie sein sollte. Daher besteht ein

Bedarf daran, zu bestimmen, ob eine Gelschicht richtig appliziert wurde oder sogar, ob der Patient vergessen hat, das Gel vor der Behandlung zu applizieren.

**[0007]** Ultraschallbehandlungssysteme setzen sich aus vielen Komponenten zusammen. Zum Beispiel schaffen die Änderungen von Komponententoleranzen in den Ausgangstreibernschaltkreisen oder dem Ausgangswandler einen Bedarf daran, geringfügige Einstellungen an dem Ausgangsleistungspegel vorzunehmen, um den erforderlichen Einhaltungspegel zu erreichen. Obgleich herkömmlich eine manuelle Stimmkomponente funktioniert, erfordert ihre Verwendung einen arbeitsintensiven Vorgang, der die Kosten des Endproduktes in die Höhe treiben kann. Daher besteht ein Bedarf daran, Leistungspegel verlässlich festzusetzen und geringfügige Einstellungen für Ultraschallwandler vorzunehmen.

**[0008]** Patienten vergessen oftmals genaue Behandlungsprotokolle zu führen. Die Dauer jeder Behandlungssitzung und die Zeitabstände zwischen den Behandlungen können sich als wichtige Information für einen behandelnden Arzt oder einen Patienten erweisen. Es wäre vorteilhaft, eine Vorrichtung zu besitzen, die die Zeit effizient und genau protokollieren kann, um eine kumulative Behandlungsgeschichte zu schaffen, ohne darauf angewiesen zu sein, dass der Patient Aufzeichnungen erstellt.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0009]** Ein Regler zum Antreiben eines Ultraschallwandlers ist offenbart und umfasst einen auf ein Rückführungssignal reagierenden Prozessor zum Erzeugen von Steuersignalen an einen Ausgangstreiber, der auf die Steuersignale reagiert, um zu bewirken, dass der Ultraschallwandler Ultraschall mit einem Leistungspegel erzeugt, der dem Steuersignal entspricht. Der Regler ist vorzugsweise an einem wahrnehmenden Schaltkreis befestigt, um die Anwesenheit einer ausreichenden Menge an Ultraschall-Leitgel, das mit dem Ultraschallwandler verknüpft ist, zu erfassen und um das Rückführungssignal daraus zu erzeugen. Der Regler umfasst Datenprotokollierressourcen, um die Behandlungsdaten aufzuzeichnen und die unsachgemäße Behandlungszuführung zu verhindern. Der Prozessor erzeugt die erwünschte Betriebsfrequenz.

**[0010]** Der Regler erzeugt eine Umgebung für eine einfache, zuverlässige und wirksame Ultraschall-Selbstbehandlung von Patienten. Der in dem Regler verwendete Mikroprozessor erzeugt die Betriebsfrequenz und kann warnend auf eine schwache Batterie oder eine unzulängliche Menge an Ultraschall-Leitgel hinweisen. Er kann die Verwendung des Wandlers einschränken, um die Überbehandlung zu verhindern, indem die Verwendungsdaten mit annehmbaren Grenzwerten verglichen werden und indem der Wandler abgeschaltet wird, wenn die Grenzwerte überschritten wurden. Er kann auch als ein Schaltregler verwendet werden, um die Laufzeit der Lithiumbatterie zu verbessern. Es ist vorgesehen, dass die Vorrichtung für den einfachen Transport durch Patienten tragbar ist und konfiguriert werden kann, um mit einer breiten Vielfalt an Leistungsversorgungen an einer Anzahl von unterschiedlichen anatomischen Behandlungsbereichen verwendet zu werden.

**[0011]** Ein Ultraschallzuführungsreglersystem zum Antreiben von Ultraschallwandlern umfasst eine Vielzahl von Steuerplatinen, wobei jede Platine zum Regeln eines Ultraschallwandlers dient, wobei eine der Vielzahl von Platinen eine Hauptplatine zum Regeln und Aufreihen der anderen Platinen ist.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0012]** Die Erfindung wird im Einzelnen in der folgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen mit Bezug auf die nachfolgenden Figuren beschrieben, wobei:

**[0013]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines beispielhaften, nicht aber erfinderischen Ultraschallwandlerreglers mit einem Wechselstromdetektor ist, der mit einem Ultraschallwandler verbunden ist;

**[0014]** [Fig. 1A](#) eine schematische Darstellung eines Ultraschallwandlerreglers mit einem Empfänger für reflektierte Signale ist, der mit einem Ultraschallwandler verbunden ist;

**[0015]** [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung des Wandlerreglers mit digitalen Ausgabeanschlüssen ist, die mit einem Ausgangstreiber verbunden sind;

**[0016]** [Fig. 3](#) eine grafische Zeitdarstellung von mehreren Steuersignalen ist, die unterschiedlichen Leistungspegeln bei einem konstanten Arbeitszyklus entsprechen;

**[0017]** [Fig. 4](#) ein Speicherzuweisungsschema zum Aufzeichnen der Behandlungszeit und der Abstände zwi-

schen Behandlungen darstellt;

[0018] [Fig. 5](#) den Ultraschallwandlerkopf vor der Installation in einem Einsatz, der in einem Gipsverband montiert ist, zeigt;

[0019] [Fig. 6](#) den Wandlerkopf in dem Einsatz installiert und durch eine Abdeckung gesichert zeigt;

[0020] [Fig. 7](#) ein Blockschaltbild eines Reglers mit einem darin vorhandenen Anzeigetreiber zum Antreiben einer Anzeige ist; und

[0021] [Fig. 8](#) ein Blockschaltbild ist, das ein Ultraschallzuführungsreglersystem zum Antreiben von Ultraschallwandlern zeigt und eine Vielzahl von Steuerplatinen umfasst.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0022] Die vorliegende Erfindung umfasst die Verwendung eines Mikroprozessors zum Empfangen und Ausgeben von elektrischen Signalen von einer Rückkopplungsschaltung an einen Ultraschallwandler. Der Mikroprozessor kann Signale von einem wahrnehmenden Schaltkreis empfangen und für den Benutzer der Ultraschallbehandlungsvorrichtung ein Warnzeichen produzieren. Der Mikroprozessor kann verwendet werden, um Behandlungszeiten und Abstände zwischen Behandlungen zu protokollieren. Der Mikroprozessor kann auch verwendet werden, um variierte Leistungspegel an den Ultraschallwandler auszugeben. Ein Einhaltungsanzeiger kann auch bereitgestellt werden, um, inter alia, den Patienten darüber zu informieren, ob er/sie der vorgeschriebenen Behandlungskur nachgekommen ist. In den Mikroprozessor können Behandlungs-, Verwendungs- und/oder Steuerparameter eingegeben werden, um z. B. die Einhaltung, Rückgabe und/oder Abschaltung der Einheit zu erleichtern. Der Mikroprozessor kann zum Beispiel für 1 Behandlungssequenz, zwei oder mehrere Sequenzen oder eine unbegrenzte Anzahl an Sequenzen programmiert werden. Der Mikroprozessor kann auch die Anzahl Male pro Tag, die die Einheit verwendet werden kann, einschränken, um den potentiellen falschen Gebrauch zu vermeiden. Weitere Einzelheiten werden hierin beschrieben.

[0023] Nun unter Bezugnahme, in genauen Einzelheiten, auf die Zeichnungen, in denen dieselben Bezugszahlen ähnliche oder identische Elemente kennzeichnen, zeigt [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Ultraschallwandlerreglers **10** mit einem Wechselstromdetektorschaltkreis **12**, der mit einem Ultraschallwandler **14** verbunden ist. Der Wandlerregler umfasst einen Prozessor **16**, der ein zusammen mit einem Ultraschallwandler **14** verwendet Mikroprozessor sein könnte. Der Prozessor **16** erzeugt Steuersignale, die von einem Ausgangstreiber **18** auf den erwünschten Leistungspegel erweitert und an den Ultraschallwandler **14** weitergegeben werden. Ein bevorzugter Wandler könnte ein luftunterstützter Viertelwellen angepasster Wandler (air backed quarter wave matched transducer) sein.

[0024] Die Zuführung von Ultraschall zu einem Ziel **20** erfordert einen wirksamen Kopplungsweg zwischen dem Wandler und der Haut und dem Weichgewebe des Patienten. Es wird ein Material zur Ultraschallkopplung verwendet; typische Charakteristiken umfassen Koppeln, hypoallergene Zusammensetzung und langsam trocknend. Allgemein verwendete Materialien sind akustisch leitfähige Materialien, wie etwa Glycerol, Wasser, Öle, Lotionen usw. Eine Schicht Gel **22** wird bevorzugt und oft verwendet, um eine richtige Grenzfläche herzurufen, um die Ultraschallwellen **24** in dem Körper **20** zu verbreiten. Die Applikation von Gel auf die Oberfläche eines Ultraschallwandlers ändert die Lastschallimpedanz auf dem Wandler, so dass der elektrische Strom, der durch den Wandler fließt, eher reduziert ist. Sollte Gel abwesend oder in unzureichender Menge anwesend sein, wird der Strom durch den Wandler überhöht sein. Die Menge an durch den Wandler fließenden Strom kann somit als Anzeige dienen, ob Gel vorhanden ist, um die Ultraschallwellen durch die Grenzfläche zwischen dem Wandler und dem Körper des Patienten zu koppeln. Umgekehrt kann es sein, dass es, wenn kein Strom fließt (Nullstrom), eine Störung des Wandlers oder häufiger eines Kabels oder einer Verbindung zu dem Wandler gab. Da Ultraschall außerdem von den Gel-/Gewebemedien reflektiert wird, kann ein Empfänger verwendet werden, um die reflektierten Ultraschallsignale wahrzunehmen. Wenn kaum ein oder gar kein reflektiertes Signal empfangen wird, kann ein Signal, Gel nicht ausreichend, gegeben werden.

[0025] Der Detektorschaltkreis **12** ist in Reihe mit dem Wandler **14**. Ein Strom wahrnehmender Widerstand **R1** ist zwischen einer Wandlerseite, die mit der Haut eines Patienten in Berührung steht, und einer elektrischen gemeinsamen Leitung verbunden. Wenn Strom durch den Wandler fließt, induziert er eine proportionale, aber kleine Spannung über den Strom wahrnehmenden Widerstand **R1**. Diese Spannung wird mit der elektrischen gemeinsamen Leitung in Bezug stehen, da der den Widerstand **R1** wahrnehmende Strom mit der elektrischen gemeinsamen Leitung verbunden ist. Die Strom wahrnehmende Funktion von **R1** kann mit entweder einem In-

duktor oder einem Kondensator durchgeführt werden, um eine äquivalente Impedanzgröße als R1 bereitzustellen. Während der Widerstand dissipativ ist, erfährt der Induktor oder Kondensator fast keinen Verlust. Dies hat den Vorteil, dass Batterie-Laufzeit gespart wird.

**[0026]** Der Strom wahrnehmende Widerstand R1 ist mit einem Scheitelwertdetektorschaltkreis **24** parallel verdrahtet. Der Scheitelwertdetektorschaltkreis **24** umfasst eine Diode D1 in Reihe mit einem Kondensator C1 und Widerstand R2, die parallel zueinander sind. Der Scheitelwertdetektorschaltkreis **24** steht auch mit der gemeinsamen Leitung in Bezug. Der Zweck des Scheitelwertdetektorschaltkreises **24** besteht darin, die periodische Wechselspannung über den Strom wahrnehmenden Widerstand R1 gleichzurichten. Das Wechselsignal wird gefiltert und eine proportionale Gleichstromgröße wird abgeleitet. Die Diode D1 richtet das Signal gleich, der Kondensator C1 glättet das Gleichstromsignal und der Widerstand R2 entlädt C1, wenn kein Signal auf R1 vorhanden ist. Die äquivalente Funktion von R2 kann in dem Prozessor **16** durchgeführt werden, wenn der A/D-Wahrnehmungsanschluss für den A/D-Wandler 26 selektiv in eine Digital-Boden-Entladung C1 geändert wird. Die Größe des Gleichstromsignals kann von dem Prozessor **16** abgetastet werden, um zu bestimmen, ob angemessenes Gel vorhanden ist oder ob der Wandler **14** nicht funktioniert. Ein Verfahren zur Erfassung umfasst die Umwandlung der analogen Gleichstromgröße, oder des Rückführungssignals, in einen digitalen Wert durch die Verwendung eines Analog-Digital-Wandlers **26** (hierin A/D-Wandler). Der A/D-Wandler **26** ist in dem Prozessor **16** integriert gezeigt. Alternativ dazu kann der A/D-Wandler **26** auf einer Leiterplatte (nicht gezeigt) zusammen mit anderen Komponenten des Prozessors **16** platziert werden. Aus Sicherheitsgründen ist der Softwarecode vorzugsweise verschlüsselt.

**[0027]** Das Rückführungssignal wird von einem Verbindungspunkt zwischen der Diode D1 und C1 des Scheitelwertdetektorschaltkreises gelesen. Das Rückführungssignal ist proportional zu dem Wandlerstrom und ist eine Funktion der Bewegungsimpedanz des Wandlers, die als Funktion der Schallimpedanz an der Vorderseite des Wandlers **28** variiert. Der Prozessor **16** nimmt die Schallimpedanz durch die Analog-Digital-Wandlung von dem Stromdetektorschaltkreis **12** wahr. Die Bewegungsimpedanz wird mit guter Hautberührung an der Vorderseite des Wandlers am niedrigsten sein. Sollte eine unbefriedigende akustische Kopplung erfasst werden, erhält der Benutzer mittels eines Alarms, zum Beispiel einer Leuchtdiode **34** auf der Einheit neben dem Wort „GEL“, einen Hinweis.

**[0028]** [Fig. 1A](#) zeigt das Gel wahrnehmende Mittel gemäß der Erfindung, wobei ein Empfänger **31** für reflektierte Signale verwendet wird, um einen reflektierten Teil eines Ultraschallsignals zu empfangen. Wenn ein reflektiertes Signal von unzureichender Größe empfangen wird, so wird eine Warnung für wenig Gel erzeugt und das Signal kann unterbrochen werden.

**[0029]** Ein tragbarer Ultraschallwandler ist wünschenswert, so dass die Einheit dem Patienten, der sich selbst behandelt, überall zur Verfügung steht. In Anbetracht dieser Tatsache können ein Prozessor oder der Mikroprozessor **16** und der Wandler **14** mittels einer Energiespeichervorrichtung **30**, wie etwa einer Batterie, versorgt werden. Daher ist es notwendig, dem Patienten eine Warnung zu geben, wenn die Energiespeichervorrichtung leer wird. Es kann ein ähnliches Schema wie vorher verwendet werden. Es wird zum Beispiel die Leistung von der Energiespeichervorrichtung **30** abgetastet. Der Wert der Spannung wird mittels eines AID-Wandlers **32** von einem analogen Signal in ein digitales Signal umgewandelt. Das digitale Signal kann mit einem vorgegebenen Wert, der in dem Speicher des Mikroprozessors **16** gespeichert ist, verglichen werden. Wenn die Energiequelle leer ist, wird ein Alarm aktiviert, wie etwa eine Flüssigkristallanzeige **36**, die zum Beispiel „Bat Low“ (Batterie leer) anzeigt, oder eine Leuchtdiode.

**[0030]** Der Wandlerregler kann durch einen Schalter **38** oder eine Taste, die auf dem Prozessor oder in dessen Nähe angeordnet ist, aktiviert werden.

**[0031]** [Fig. 2](#) ist eine schematische Darstellung des Wandlerreglers **10** mit digitalen Ausgabeanschlüssen, die mit einem Ausgangstreiber **18** verbunden sind. Die Ausgangsbits  $b_0$ ,  $b_1$  und  $b_2$  können von dem Mikroprozessor **16** erzeugt werden oder in dem Speicher des Mikroprozessors zur Abfrage zum angemessenen Zeitpunkt gespeichert werden. Die Bits stellen eine hohe oder niedrige Spannung („1“ bzw. „0“) dar. Die Ausgangsbits  $b_0$ ,  $b_1$  und  $b_2$  werden durch Widerstände mit einer Größe, die proportional zu dem Bitstellenvwert ist, geführt, wodurch mehr Strom für einen gegebenen Bitwert „1“ erzeugt wird. Zum Beispiel erzeugt ein „hohes“ Bit auf Leitung  $b_3$  eine Spannung, die proportional größer als ein „hohes“ auf Leitung  $b_1$  ist, da der Widerstand in der Leitung größer als  $b_1$  ist. Die Widerstände R3, R4, R5 und die Diode D2 sind mit demselben Knoten oder derselben Steuersignalleitung **40** verbunden, um ein Ultraschallsteuersignal zu produzieren, das proportional zu den Ausgangsbits ist. Die Steuersignalleitung ist durch einen Kondensator C2 mit der gemeinsamen Leitung verbunden. Der Steuersignalstrom kann durch die Leitungswiderstände R3, R4 und R5 variiert werden,

welche die Stromaufnahme des Kondensators C2 festlegen.  $R_{idle}$  legt eine Mindeststromaufnahme fest. C2 treibt die Spannung in der Steuersignalleitung **40** an, die dann von einem Ausgangstreiber **18** verstärkt wird. Unterschiedliche Stromaufnahmen des Kondensators C2 erzeugen variierte Leistungspegel in dem Wandler **14**, nachdem das Signal vergrößert worden ist. Die Menge an Variation des Signals kann durch die Wortlänge an dem Ausgang des Reglers gesteuert werden. Wenn zum Beispiel das Wort drei Bits  $b_0$ ,  $b_1$  und  $b_2$  aufweist und jedes Bit einen möglichen Wert von hoch oder niedrig aufweist, dann gibt es  $2^3$  oder 8 Möglichkeiten. Für „N“ Bit Wörter gibt es  $2^N$  Möglichkeiten. Zur Verwendung von „N“ Bits sind „N“ digitale Anschlüsse mit gewichteten Widerständen erforderlich. In TABELLE 1, unten, ist für ein digitales Wort ein mögliches Ausgangsbitmuster, das 8 einzelne Leistungspegel erzeugt, gezeigt. Das Steuersignal wird erhalten, indem zyklisch zwischen den Codes für „EIN“ und „AUS“ auf einer Ultraschallträgerfrequenz alterniert wird. Es sei bemerkt, dass ein freier Anschlusstift,  $b_{idle}$ , immer zyklisch angetrieben wird.

**[0032]** Es können größere Wörter implementiert werden, indem mehr Ausgänge ( $b_3$ ,  $b_4$  usw.) von dem Prozessor **16** zugefügt werden. Es können mehr Widerstände mit diesen zusätzlichen Ausgängen verbunden sein, wobei Größen um einen Faktor 2 eingestellt werden, zum Beispiel R/2, R/4 usw.

TABELLE 1

Leistungspegel	EIN	AUS
	Ausgangsbits $b_2 \ b_1 \ b_0 \ b_{idle}$	Ausgangsbits $b_2 \ b_1 \ b_0 \ b_{idle}$
0  (Niedrige Leistung)	000 1	000 0
1	001 1	000 0
2	010 1	000 0
3	011 1	000 0
4	100 1	000 0
5	101 1	000 0
6	110 1	000 0
7  (Hohe Leistung)	111 1	000 0

**[0033]** Das Steuersignal muss verstärkt werden, bevor es über den Wandler **14** angewandt wird. Jeder stabile Wechselstromspannungsverstärker, der einen Gewinn in dem Bereich von ungefähr 3 bis 5 bereitstellt und dazu imstande ist, eine  $50 \Omega$  Last anzutreiben, ist möglich. In einer Ausführungsform könnte der Verstärker einen Feldeffekttransistor (FET) enthalten, dessen Steuerelektrode mit der Steuersignalleitung **40** gekoppelt ist. Die Diode D2 kann zwischen dem  $b_{idle}$  Bit Ausgang und einem Ende des Kondensators C2 gegenüber der Verbindung der gemeinsamen Leitung verbunden sein. D2 würde eine schnelle Entladung von C2 ermöglichen, nachdem eine vorbestimmte Zeit vergangen ist, die durch die digitalen, zyklisch zu AUS schaltenden Bits bestimmt sein kann. Dies würde den Ausgangstreiber **18** und somit den Wandler abschalten.

**[0034]** Ein Schaltregler **70** kann mit L1 des Ausgangstreibers **18** und den Widerständen an einem Knoten A verbunden sein. Der Schaltregler **70** wird durch die Batterie **30** mit Energie versorgt und durch den Prozessor **16** gesteuert, d. h. zur Behandlung eingeschaltet und zum Schlafen ausgeschaltet. Der Schaltregler **70** ermöglicht die Verwendung einer Batterie beliebiger Größe, da die gelieferte Ausgangsspannung,  $V_{variable \ supply}$  (variable Lieferung), reguliert werden kann. Daher können Nickeleisenbatterien usw. verwendet werden. Typische Batterien stellen 6-12 Volt bereit. Die Verwendung des Reglers ermöglicht das Einstellen der Batteriespannung auf einen höheren Wert, zum Beispiel 10-15 Volt. Dadurch wird ermöglicht, dass dem Ausgangstreiber **18** zur Ultraschallbehandlung eine höhere Spannung geliefert wird. Die Ausgabe des Schaltreglers **70** kann festgelegt werden, indem zum Beispiel die Werte der Widerstände R3-R5 eingestellt werden.

**[0035]** Eine bevorzugte Ausführungsform kann einen digitalen CMOS-Puffer **72** umfassen. Der Puffer **72** umfasst zwei Inverter, die in Reihe auf der Steuersignalleitung **40** verbunden sind. Die Steuersignalleitung **40** lässt sich mit dem FET des Ausgangstreibers **18** verbinden. Der Puffer **72** erhöht die Schalteffizienz des FET. Der Puffer schaltet von tief zu hoch, wenn die Steuersignalamplitude, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, auf ungefähr 50 der vollen Größe ansteigt, und aus, wenn sie unter ungefähr 50 % der Steuersignalamplitude fällt. Auf diese Weise werden die langsam ansteigenden Steuersignale in [Fig. 3](#) für den FET in ein Impulsbreite moduliertes Rechteckwellen-Treibsignal umgewandelt. Der Puffer **72** ist temperaturstabiler, da er CMOS-Transistoren beinhaltet, und reduziert die Temperaturabhängigkeit des FET zum Ein- und Ausschalten des Ausgangstreibers **18**. Dies ist in einem batteriebetriebenen System vorteilhaft, da der Batteriestrom in effizient geschalteten Systemen bewahrt wird.

**[0036]** In einer anderen Ausführungsform kann der wahrnehmende Schaltkreis einen Schätzwert und eine Steuerung der Eingangsleistung in den Wandler **14** bereitstellen. Der Schaltkreis umfasst einen Stromsensor, einen Spannungssensor, einen Multiplikator und eine Integrationsschaltung, wie etwa einen Tiefpassfilter. Der Schätzwert für die analoge Leistung an dem Ausgang des Summators wird mittels eines A/D-Wandlers **26** in dem Prozessor **16** in ein digitales Signal umgewandelt. Dieser digitale Wert kann dann mit einer gespeicherten Referenz und dem Differential, das verwendet wird, um das Steuersignal auf den FET des Ausgangstreibers einzustellen, verglichen werden, wodurch der Schallleistungsausgang des Wandlers innerhalb vorgeschriebener Grenzen gesteuert wird.

**[0037]** [Fig. 3](#) zeigt eine grafische Zeitdarstellung von mehreren Steuersignalen, die einem gegebenen Ausgangsleistungspegel entsprechen. Die Leistungspegelzahlen entsprechen dem oben in TABELLE 1 dargestellten Beispiel. Der höchste Leistungspegel, 7, wird durch die schnellste Afladung des Kondensators C2 erreicht. Daher die steile Anströmkante des Steuersignals **7**, wenn es gegen die Zeit abgebildet wird. Die Y-Achse stellt zum Beispiel Spannung dar und wird durch den Kondensator C2 und andere Schaltkreisparameter begrenzt. Die maximale Spannung wird schnell erreicht, wenn auf den größten Aufladstrom, der dem höchsten Bitwert entspricht, gestoßen wird. Für mittlere Leistungseinstellungen wird das Aufladen des Kondensators aufgeschoben, was in einem kürzeren Arbeitszyklus, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, resultiert.

**[0038]** Der Prozessor **16** weist Speichervermögen auf. [Fig. 4](#) veranschaulicht ein Speicherzuweisungsschema zum Aufzeichnen der Behandlungszeit und der Abstände zwischen Behandlungen. Es hat sich gezeigt, dass sich eine optimierte tägliche Behandlungszeit auf eine einheitliche 20-minütige Sitzung beläuft. Die Auswirkungen längerer täglicher Behandlungen (über 20 Minuten pro Sitzung) sind nicht im Gesamtbehandlungsplan für einen Patienten. Infolgedessen ist ein Mechanismus zur Gewährleistung einer richtigen Behandlungszeit wünschenswert. Durch den Prozessorspeicher kann Informationsaufzeichnung eingesetzt werden. Eine Vorrichtung für einen elektrisch löschen und programmierbaren Nur-Lese-Speicher (EEPROM) (nicht gezeigt) könnte zum Beispiel verwendet werden. Jeder aufgezeichnete Eintrag besteht aus 3 Byte oder 24 Bits Speicher. Ein erstes Byte **42** (8 Bits) würde die Anzahl der ganzen Tage, die seit der vorhergehenden Behandlung vergangen sind, enthalten. Acht (8) Bits ermöglichen das Speichern von ganzen Zahlen von 0 bis 255. Wenn die Anzahl Tage **255** überschreitet, dann kann es als 255 Tage aufgezeichnet werden. Dies kann auch als ein Anzeiger verwendet werden, um die Einheit nach einer festgelegten Anzahl an Tagen abzuschalten. Wenn die Behandlung zum Beispiel 3 Wochen dauern soll, kann eine Grenze von 21, zusammen mit einer Regel in der Software, die Einheit abzuschalten, verwendet werden.

**[0039]** Ein zweites Byte **44** und Teil eines dritten Bytes **48a** (11 Bits) können verwendet werden, um die Anzahl an Minuten, die seit der letzten Behandlung vergangen sind, zu speichern. Elf Bits (11) können eine ganze Zahl von 0 bis 2 047 speichern. Da ein Tag nur 1 440 Minuten hat, sind lediglich die ganzen Zahlen von 0 bis 1 439 in diesen Bits nötig. Auf diese Weise wird die Anzahl Tage und Minuten seit der letzten Behandlungssitzung aufgezeichnet. Die restlichen fünf (5) Bits der 24 würden die Menge an Zeit in Minuten einer gegebenen Sitzung darstellen. Die fünf Bits können eine äquivalente Binärzahl von 0 bis 31 enthalten, wobei nur 0 bis 20 davon nötig wären, da die Zeit der Sitzung von Software überwacht werden würde, um die Sitzung automatisch nach 20 Minuten zu beenden.

**[0040]** Die von dem Prozessor **16** gesammelten Daten können nicht nur zur Protokollierung der Behandlung des Patienten verwendet werden, sondern auch, um den Patienten daran zu hindern, die Behandlung zu verlängern. Ein erster Zähler (nicht gezeigt) ist in dem Prozessor bereitgestellt, der es einem Patienten ermöglicht, eine unterbrochene Sitzung erneut anzufangen. Sobald der Patient mit einer neuen 20-Minuten-Behandlung beginnt, wird eine Vier-Stunden-Uhr gestartet. Wird der Patient während der Sitzung unterbrochen, bleibt die restliche Behandlungszeit verfügbar, um mit der Behandlung innerhalb der Vier-Stunden-Grenze fortzufahren. Wenn der Vier-Stunden-Zeitraum abgelaufen ist, kann der Patient die Behandlung nicht mehr erhalten und die

restliche Zeit in der Sitzung ist nicht mehr verfügbar. Zum Beispiel beginnt ein Patient eine neue 20-Minuten-Behandlungssitzung; nach 10 Minuten wird der Patient unterbrochen. Die restlichen zehn Minuten der Behandlung müssen innerhalb der nächsten 3 Stunden und 50 Minuten verwendet werden, ansonsten geht die Behandlungszeit verloren. Zur Verhinderung übermäßiger Behandlung müssen zwischen Behandlungssitzungen mindestens 12 Stunden vergehen, es sollten aber innerhalb desselben 36-Stunden-Zeitraums nicht 2 Behandlungssitzungen stattfinden. Zähler (nicht gezeigt) auf dem Prozessor können die Behandlungshäufigkeit beobachten und den Wandler abschalten, wenn der Patient versucht, innerhalb des 12-Stunden-Zeitraums oder 2 Mal innerhalb von 36 Stunden Behandlungssitzungen durchzuführen. Wenn ein Patient zum Beispiel eine Behandlungssitzung von dem normalerweise vorgeschriebenen 24-Stunden-Zeitraum um 12 Stunden aufrücken möchte, ist dies möglich. Er muss jedoch 24 Stunden warten, bis die nächste Behandlung durchgeführt werden kann, um die Erfordernis von maximal 2 Sitzungen pro 36-Stunden-Zeitraum einzuhalten.

**[0041]** Eine weitere Verwendung für den Prozessor umfasst die Bereitstellung eines Mittels zur Definition einer Anzahl von Behandlungen, die eine gegebene Einheit durchführen kann, ohne dass sie aufgeladen oder umprogrammiert wird. In einer Ausführungsform wird eine Einheit unter Verwendung eines EEPROM programmiert, der keine Batterieleistung benötigt, um eine festgesetzte Anzahl an Sitzungen oder die Gesamtmenge an dem Patienten zur Verfügung stehender Zeit zu speichern. Unterschiedliche Arten von Verletzungen können eine unterschiedliche Anzahl von Behandlungssitzungen erfordern. Indem ein elektronischer Schlüssel (Eingangscode) oder eine intelligente Batterie (eine Batterie, die sich durch einen Eingangscode identifiziert) verwendet wird, könnte der Prozessor **16** freigegeben werden. Wenn jedoch die Anzahl an zugeordneten Minuten oder Anzahl an Sitzungen erloscht, wird der elektronische Schlüssel gelöscht, was den Schaltkreis abschaltet. Bei der intelligenten Batterie ist es notwendig, den Patienten daran zu hindern, die Batterie gegen eine andere, denselben elektronischen Schlüssel aufweisenden Batterie auszutauschen, was mehr Behandlungen ermöglichen oder die Menge an Zeit auf der Einheit erneuern würde. Mit anderen Worten sollte das Auswechseln der Batterie nicht die Einheit auffrischen, um mehr Zeit oder Sitzungen zu ermöglichen. Dieses Freigabemerkmak ermöglicht den Verkauf von Behandlungsminuten anstatt des Verkaufs des eigentlichen Geräts.

**[0042]** Der Prozessor kann auch Programmierung umfassen, die die Vorausbezahlung vor der Aktivierung oder die Bezahlung vor oder gleichzeitig mit einer Behandlung oder einer Behandlungsfolge erfordert. Dieses Merkmal könnte die Rückkehr der Einheit erleichtern und potentielle unbefugte Verwendung unterbinden. Auf ähnliche Weise kann ein Dateiend-Abschaltungs-Programm bereitgestellt werden, das die Einheit nach einer vorgegebenen Anzahl an Verwendungen und/oder dem Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne inaktiviert/abschaltet.

**[0043]** [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) zeigen eine bevorzugte Ausführungsform des Reglers in der praktischen Anwendung. Der Prozessor **16**, der Ausgangstreiber **18**, die Batterie **30**, der wahrnehmende Schaltkreis **12** und zugehörige Schaltkreise (nicht in [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) gezeigt) können alle im Gehäuse **54** zusammengesetzt werden. Ein „GEL“-Alarm 62, ein „BAT LOW“-Alarm 66 und ein Einhaltungsanzeiger **67** können auf der Oberseite des Gehäuses **54** in guter Sicht des Patienten positioniert werden. Zum leichten Zugang für den Patienten kann eine Leistungstaste **64** auf dem Gehäuse angeordnet werden. [Fig. 5](#) zeigt den Ultraschallwandlerkopf **50** vor der Installation in einem Einsatz **52**, der in einem Gipsverband **60** montiert ist. Die Einheit **68** kann mittels Riemens **56** an dem Patienten gesichert werden. Ein flexibles Kabel **58** kann verwendet werden, um die Einheit **68** mit dem Wandlerkopf **50** zu verbinden. [Fig. 6](#) zeigt den Wandlerkopf **50** in dem Einsatz **52** installiert und durch eine Abdeckung **62** gesichert. Der Einsatz **52** und daher der Wandlerkopf **50** werden über dem verletzten Bereich angeordnet und das leitfähige Ultraschallmaterial (nicht gezeigt) wird zwischen den Wandlerkopf **50** und die Haut des Patienten gelegt.

**[0044]** In anderen Ausführungsformen ist die Einheit **68** in unterschiedliche Gehäuse konfigurierbar. Der Ultraschallwandlerregler **10** ([Fig. 1](#)) kann in im Handel erhältliche Vorrichtungen eingeschlossen werden, zum Beispiel einem SAFHS 2000, das im Handel von Exogen, Inc., Piscataway, N. J. erhältlich ist. Der Ultraschallwandlerregler **10** ([Fig. 1](#)) kann mit angemessenen Eingängen und Ausgängen konfiguriert werden, um mit der SAFHS 2000 Einheit gemäß der vorliegenden Erfindung zu funktionieren oder diese zu steuern.

**[0045]** Der Mikroprozessor der vorliegenden Erfindung ist auch zur Verwendung in der Passivierung der Batterieleistungsversorgung vorgesehen. Lithiumbatterien unterliegen, obgleich sie eine lange Nutzungsdauer in er Größenordnung von ungefähr 8 Jahren aufweisen, einer Oxidbildung, was den Innenwiderstand der Batterie erhöht. Wenn der Innenwiderstand soweit erhöht wird, dass nicht mehr ausreichend Strom zum Antreiben des Reglers vorhanden ist, wird die Einheit nicht funktionieren. In einer Ausführungsform nimmt der Mikroprozessor diese Oxidschichtbildung, die auch Passivierungsschicht genannt wird, wahr und wendet einen Widerstand an, der weniger als der Widerstand des Reglers ist, um zumindest einen Teil der Passivierungsschicht wirksam

weg zu brennen, wodurch der vollständige Betrieb des Reglers ermöglicht wird, ohne dass die Batterie ersetzt werden muss. Der Mikroprozessor kann ferner mit zwei Taktenschaltkreisen versehen sein, wobei ein Schaltkreis der Zeiterfassung zugeordnet ist und der andere Schaltkreis den Prozessor bei einem reduzierten Leistungspegel auf periodischer Basis aktiviert, um die Passivierungsschicht zu entfernen. Der Prozessor könnte zum Beispiel einmal pro Tag aktiviert werden, um ungefähr 5 Sekunden lang bei einem Leistungspegel von 100 mA zu laufen. Dieser Schritt hält die Batteriechemie in guter Betriebsbedingung und maximiert die nützliche Laufzeit der Batterie.

**[0046]** Die Hauptbetriebseinheit ist zur Verwendung mit anderen Vorrichtungen konfigurierbar. Unter Bezugnahme auf [Fig. 7](#) umfasst eine bevorzugte Ausführungsform einer Hauptbetriebseinheit **100** eine Schnittstellenbaugruppe mit Flüssigkristallanzeige (LCD) oder einen Anzeigetreiber **102**. Ein Wandler **104** lässt sich mit der Einheit **100** verbinden, bei der Rückführung verarbeitet wird und an die Platine **102** überführt wird und an die Flüssigkristallanzeige **106** ausgegeben wird. Die Anzeige **106** ist vorzugsweise auf der Einheit **100** montiert. Auf der Anzeige **106** angezeigte Informationen umfassen die vergangene oder verbleibende Behandlungszeit, die Anzahl an Tagen, die in der Behandlungskur übrigbleiben, Warnungen oder Fehlermeldungen usw.

**[0047]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 8](#) kann eine Vielzahl von Steuerplatinen **202** in einer Hauptbetriebseinheit **200** eingeschlossen sein. Eine Hauptplatine **204** ist eingeschlossen und beinhaltet einen Schaltkreis zum Regeln, Synchronisieren und oder Aufreihen von Slaveplatinen **206**. Jede Platine steuert Ausgaben an einen Wandler **208**. Die Wandlere **208** können um eine Behandlungsstelle positioniert werden, um eine Anordnung von Wandlern zu bilden, die angemessen angeordnet sind, um eine Verletzung besser zu behandeln, zum Beispiel an unterschiedlichen Orten um den Schenkel eines Patienten, um eine Tibia zu behandeln. Die Wandlere **208** sind aufgereiht, um die Interferenz zwischen den von jedem Wandler gelieferten Ultraschallwellen zu minimieren. Um Ultraschall auf die Behandlungsstelle zu applizieren, führt die Hauptplatine **204** den Slaveplatinen **206** zeitverschobene Freigabesignale zu, um von den unterschiedlichen Wandlern eine zeitlich gestaffelte Behandlungszufuhr bereitzustellen. In einer bevorzugten Ausführungsform liegen Zeitverschiebungen zwischen Wandlern zwischen ungefähr 200 Mikrosekunden und ungefähr 800 Mikrosekunden.

**[0048]** Nach der Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen einer neuartigen Prozessorsteuerungsvorrichtung (die darstellend und nicht einschränkend sein sollen) sei bemerkt, dass Abwandlungen und Varianten von Fachpersonen angesichts der obigen Lehren vorgenommen werden können. Daher versteht es sich, dass die Änderungen in den bestimmten Ausführungsformen der offenbarten Erfindung vorgenommen werden können, die im Bereich der Erfindung, wie er in den angehängten Ansprüchen definiert ist, liegen.

### Patentansprüche

1. Ein Regler (**10**) zum Antreiben eines Ultraschallwandlers (**14**), der Folgendes beinhaltet: einen auf ein Rückführungssignal reagierenden Prozessor (**16**) zum Erzeugen von Steuersignalen (**40**); einen Ausgangstreiber (**18**), der auf die Steuersignale (**40**) reagiert, um zu bewirken, dass der Ultraschallwandler (**14**) Ultraschall mit einem Leistungspegel erzeugt, der einem empfangenen der Steuersignale (**40**) entspricht; und

ein Mittel zum Wahrnehmen einer Menge von leitfähigem Ultraschallmaterial, das mit dem Ultraschallwandler (**14**) verknüpft ist, und zum Erzeugen des Rückführungssignals aus diesem, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mittel zum Wahrnehmen einer Menge von leitfähigem Ultraschallmaterial (**22**) einen Empfänger zum Empfangen eines reflektierten Ultraschallsignals und ein Mittel zum Abschalten des Reglers (**10**), wenn kein reflektiertes Signal empfangen wird, beinhaltet.

2. Regler gemäß Anspruch 1, wobei: das Rückführungsmittel das Rückführungssignal an einen Eingabeanschluss des Prozessors ausgibt; und der Prozessor (**16**) einen Analog-Digital-Wandler umfasst, der mit dem Eingabeanschluss zum Digitalisieren des Rückführungssignals zur Verwendung bei der Erzeugung der Steuersignale (**40**) verbunden ist.

3. Regler (**10**) gemäß Anspruch 1, der ferner Folgendes beinhaltet: einen Speicher; und wobei der Prozessor (**16**) Folgendes umfasst: ein Mittel zur Zeitsteuerung der Erzeugung des Ultraschalls durch den Ultraschallwandler (**14**), um Zeitsteuerungsdaten, die in dem Speicher als Patienteneinhaltungsdaten gespeichert werden sollen, zu erzeugen.

4. Regler (**10**) gemäß Anspruch 1, der ferner einen Schaltregler zum einstellbaren Umwandeln einer Ver-

sorgungsspannung in den Ausgangstreiber, um die Eingangsspannung zu dem Ausgangstreiber während der Behandlung zu erhöhen, beinhaltet.

5. Regler (10) gemäß Anspruch 1, der ferner einen digitalen CMOS-Puffer beinhaltet, der mit einem Feldeffekttransistor des Ausgangstreibers verbunden ist, so dass Steuersignale zu einer Steuerelektrode des Feldeffekttransistors so konditioniert sind, dass sie während des Ein- und Ausschaltens des Feldeffekttransistors Leistungsverlust reduzieren.

6. Regler (10) gemäß Anspruch 1, der ferner einen Anzeigetreiber beinhaltet, um einer Anzeige ein visuelles Bild von Behandlungsinformationen bereitzustellen.

7. Ein Regler (10) gemäß Anspruch 1 zum Antreiben eines Ultraschallwandlers, der Folgendes beinhaltet: den Prozessor (16), der ferner Folgendes umfasst:

ein Speichermittel zum Speichern von Zeitsteuerungsdaten, und  
eine Vergleichsvorrichtung zum Vergleichen von Zeitsteuerungsdaten mit vorgegebenen Pegeln, so dass der Prozessor abgeschaltet wird, wenn die Zeitsteuerungsdaten nicht mit den vorgegebenen Pegeln übereinstimmen;  
einen Gel wahrnehmenden Schaltkreis (12) zum Wahrnehmen einer Menge von Leitgel (22) und zum Erzeugen des Rückführungssignals, das der wahrgenommenen Menge entspricht, wobei der Gel wahrnehmende Schaltkreis (12) einen Empfänger zum Empfangen eines reflektierten Ultraschallsignals und ein Mittel zum Abschalten des Reglers (10), wenn kein reflektiertes Signal empfangen wird, beinhaltet.

8. Regler (10) gemäß Anspruch 7, der ferner eine Vorrichtung gespeicherter Energie zum Versorgen des Reglers mit Leistung beinhaltet.

9. Regler (10) gemäß Anspruch 7, der ferner einen Speicher mit einem löschenbaren Code;  
ein Mittel zur Eingabe eines Codes;  
eine Vergleichsvorrichtung zum Vergleichen eines Eingabecodes mit dem gespeicherten Code, so dass beim Übereinstimmen der Codes der Prozessor freigegeben wird, beinhaltet.

10. Regler (10) gemäß Anspruch 9, wobei:  
das Mittel zur Eingabe von Code eine Batterie (30) ist.

11. Regler (10) gemäß Anspruch 7, der ferner einen Schaltregler zum einstellbaren Umwandeln einer Versorgungsspannung in den Ausgangstreiber, um die Eingangsspannung zu dem Ausgangstreiber während der Behandlung zu erhöhen, beinhaltet.

12. Regler (10) gemäß Anspruch 7, der ferner einen digitalen CMOS-Puffer beinhaltet, der mit einem Feldeffekttransistor des Ausgangstreibers verbunden ist, so dass Steuersignale zu einer Steuerelektrode des Feldeffekttransistors so konditioniert sind, dass sie während des Ein- und Ausschaltens des Feldeffekttransistors Leistungsverlust reduzieren.

13. Regler (10) gemäß Anspruch 7, der ferner einen Anzeigetreiber beinhaltet, um einer Anzeige ein visuelles Bild von Behandlungsinformationen bereitzustellen.

14. Ein Regler (10) gemäß Anspruch 1, der Folgendes beinhaltet: den Prozessor, der ferner Folgendes umfasst:  
einen Speicher,  
mindestens einen Analog-Digital-Wandler zum Digitalisieren von Eingabedaten,  
eine Vergleichsvorrichtung zum Vergleichen von Zeitsteuerungsdaten mit vorgegebenen Werten, so dass der Prozessor abgeschaltet wird, wenn die Zeitsteuerungsdaten nicht mit den vorgegebenen Pegeln übereinstimmen;  
einen Gel wahrnehmenden Schaltkreis (12) zum Wahrnehmen einer Menge von Leitgel (22) und zum Erzeugen des Rückführungssignals, das der wahrgenommenen Menge entspricht, wobei der Gel wahrnehmende Schaltkreis (12) einen Empfänger zum Empfangen eines reflektierten Ultraschallsignals und ein Mittel zum Abschalten des Reglers, wenn kein reflektiertes Signal empfangen wird, beinhaltet.

15. Regler (10) gemäß Anspruch 14, der ferner Folgendes beinhaltet:  
ein Gehäuse zum Unterbringen des Prozessors, des Speichers, des mindestens einen Analog-Digital-Wandlers, der Vergleichsvorrichtung, des Ausgangstreibers und des Gel wahrnehmenden Schaltkreises;

wobei das Gehäuse ein Sicherungsmittel zum Anbringen an einem Patienten umfasst und mit einem Kabel zum Senden und Empfangen von Signalen des Ultraschallwandlers verbunden ist.

16. Ein Ultraschallzuführungsreglersystem zum Antreiben von Ultraschallwandlern, das Folgendes beinhaltet:

eine Vielzahl von Steuerplatinen (**10**), wobei jede Platine zum Regeln eines Ultraschallwandlers (**14**) dient, wobei eine der Vielzahl von Platinen eine Hauptplatine zum Regeln und Aufreihen der anderen Platinen ist; wobei jede Platine eine Steuerplatine, wie in Anspruch 1 definiert, ist.

17. Ultraschallzuführungsreglersystem gemäß Anspruch 16, wobei die Wandler (**14**) in einer Anordnung um eine Behandlungsstelle herum angeordnet sind, wobei die Wandler (**14**) durch die Hauptplatine aufgereiht werden, um zu gestaffelten Zeiten Ultraschallbehandlung bereitzustellen.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

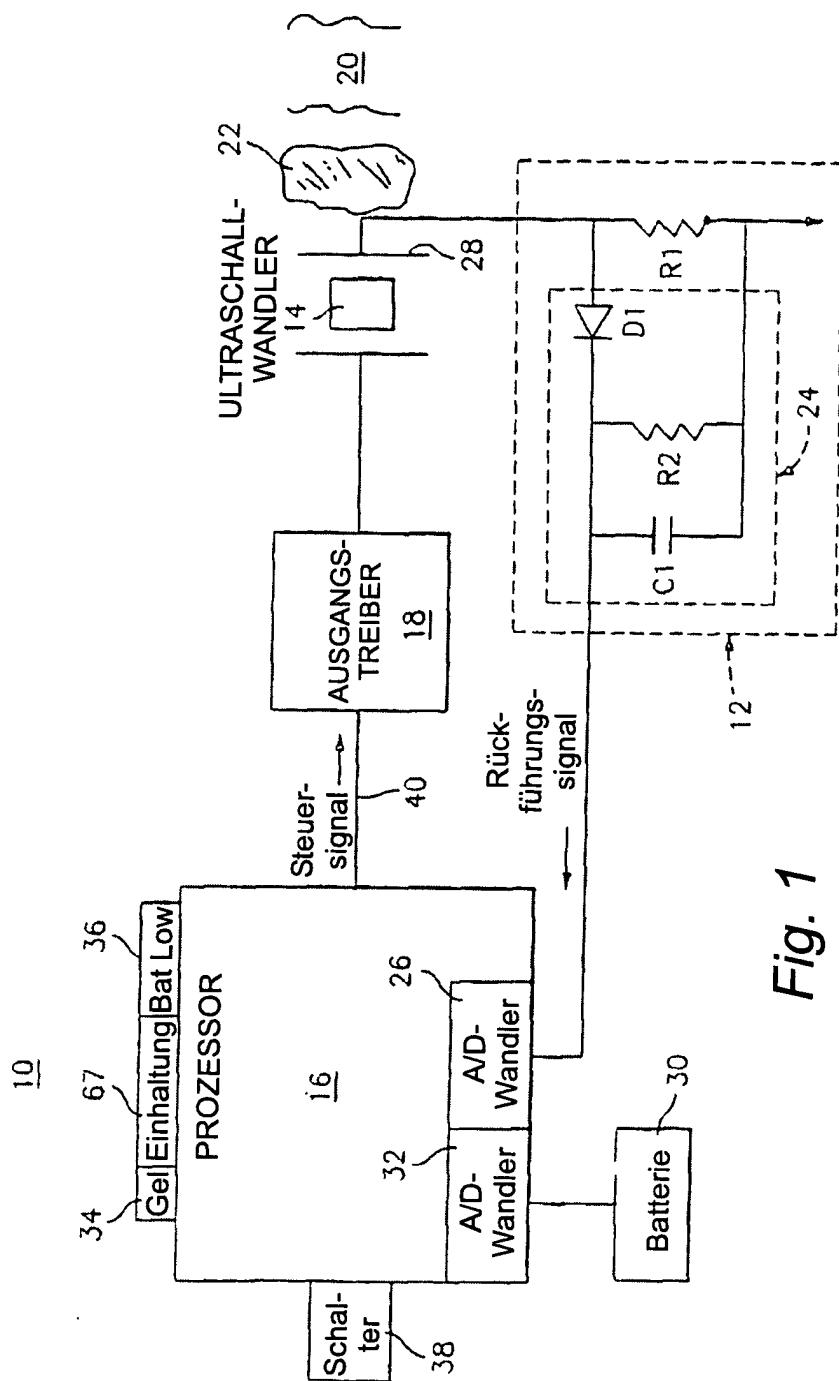


Fig. 1

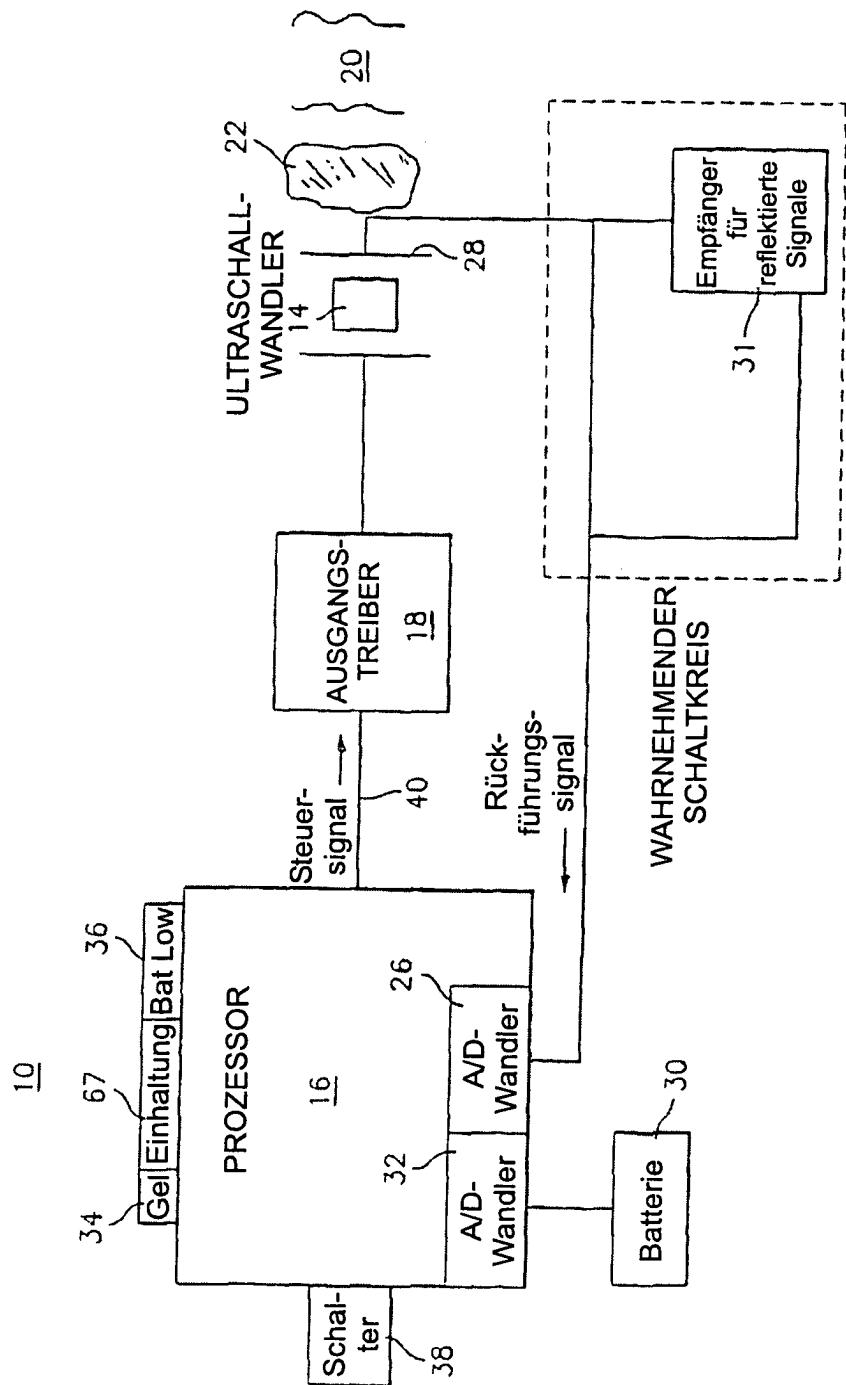


Fig. 1A

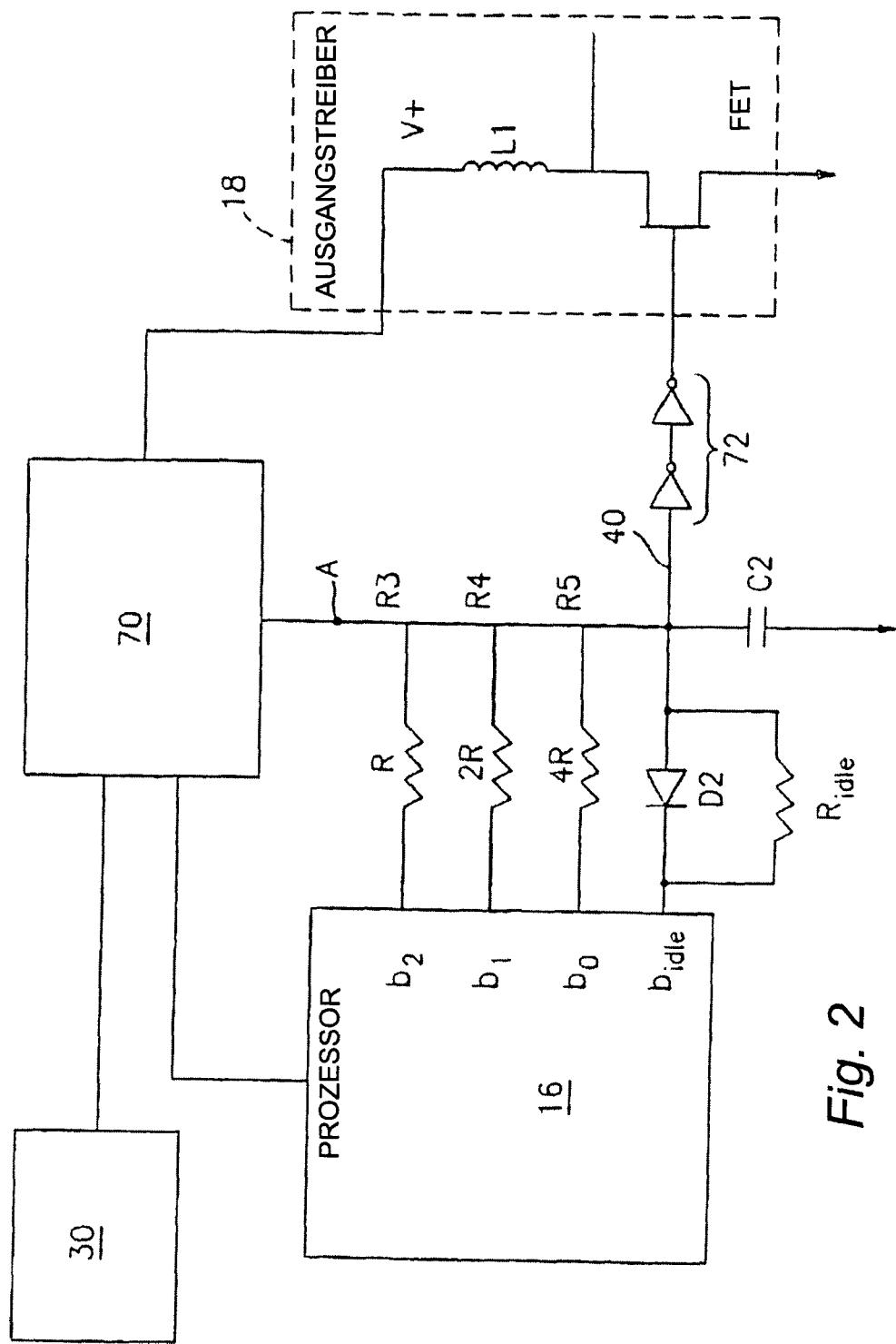


Fig. 2

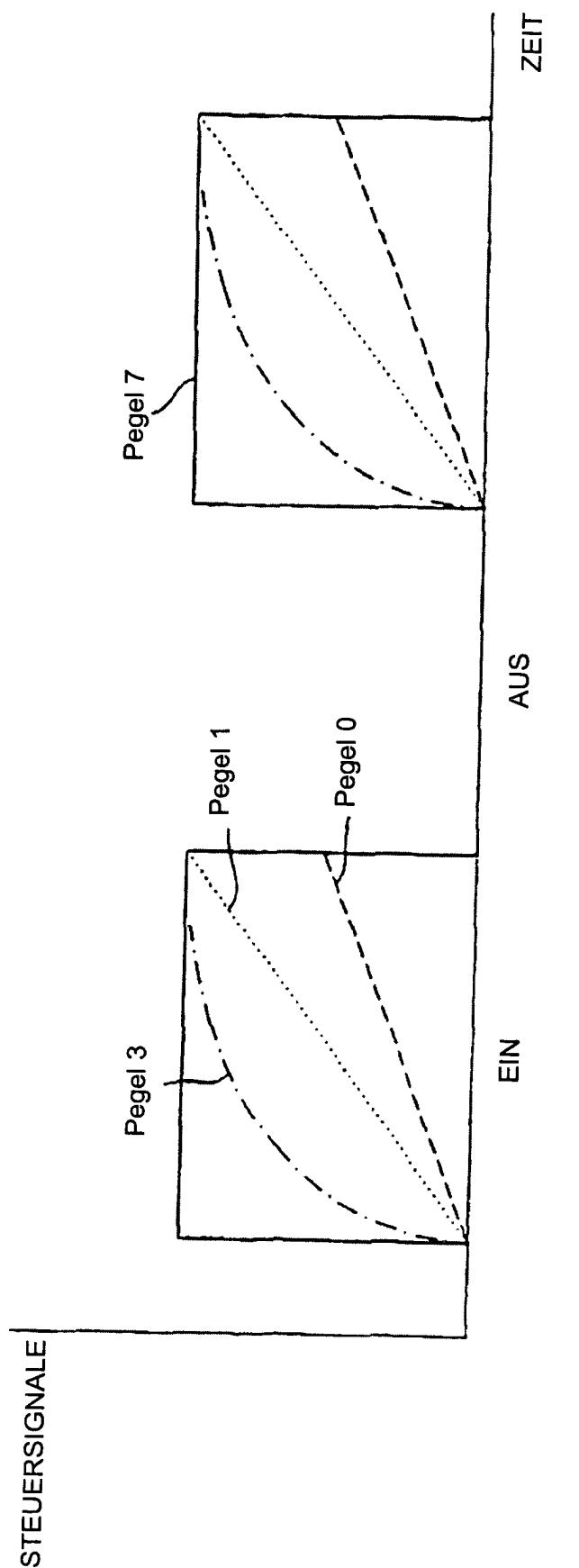


Fig. 3

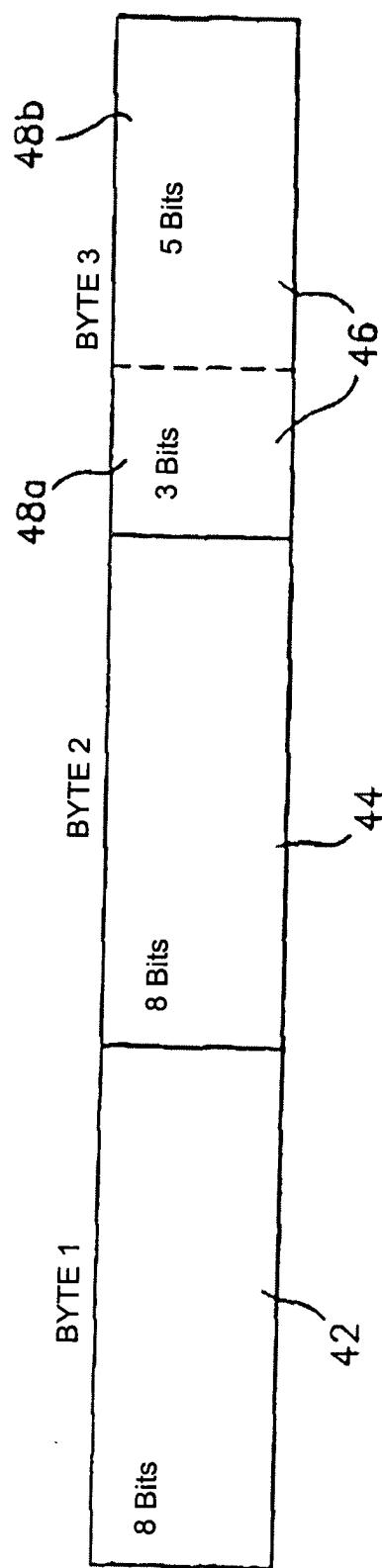
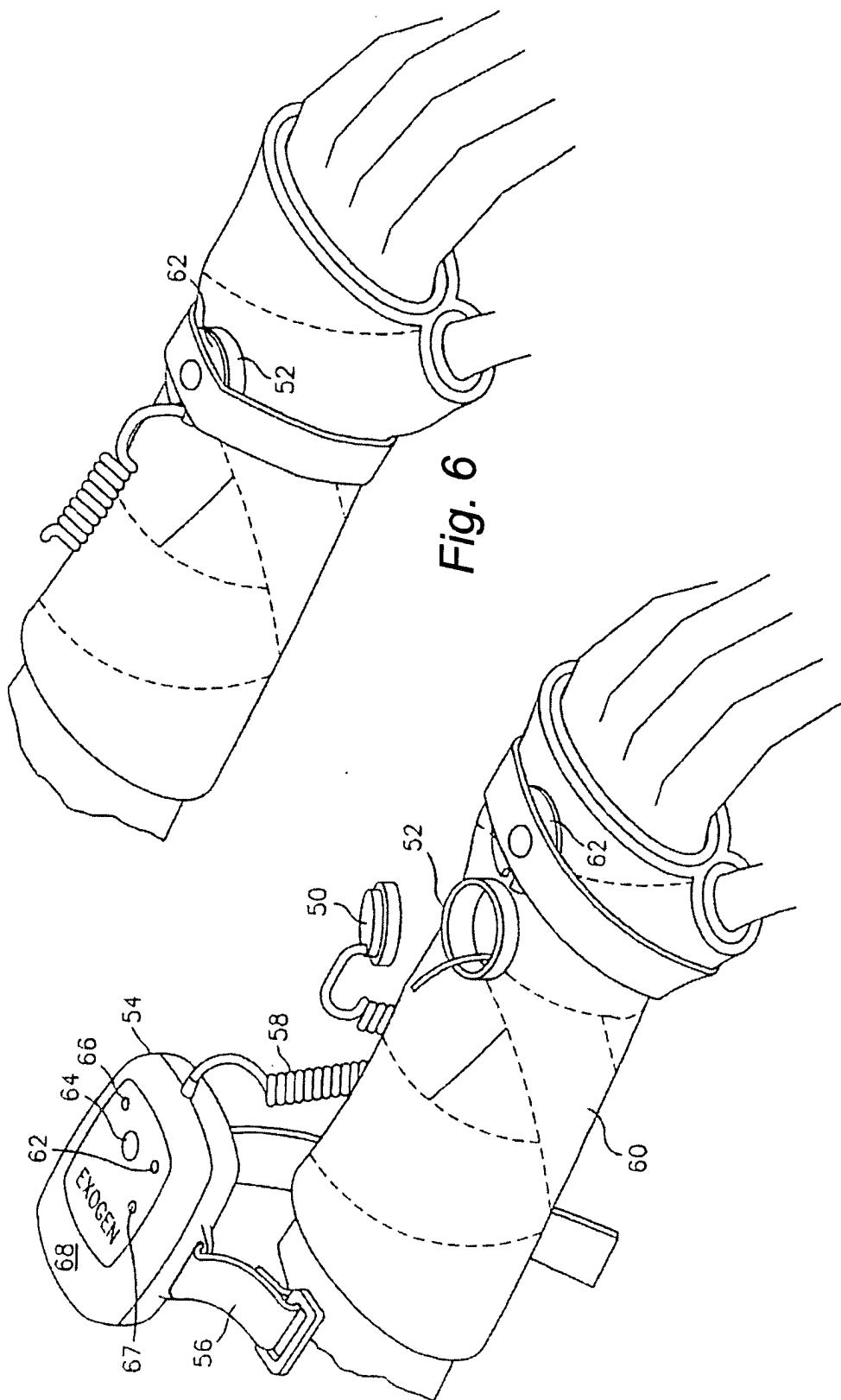


Fig. 4



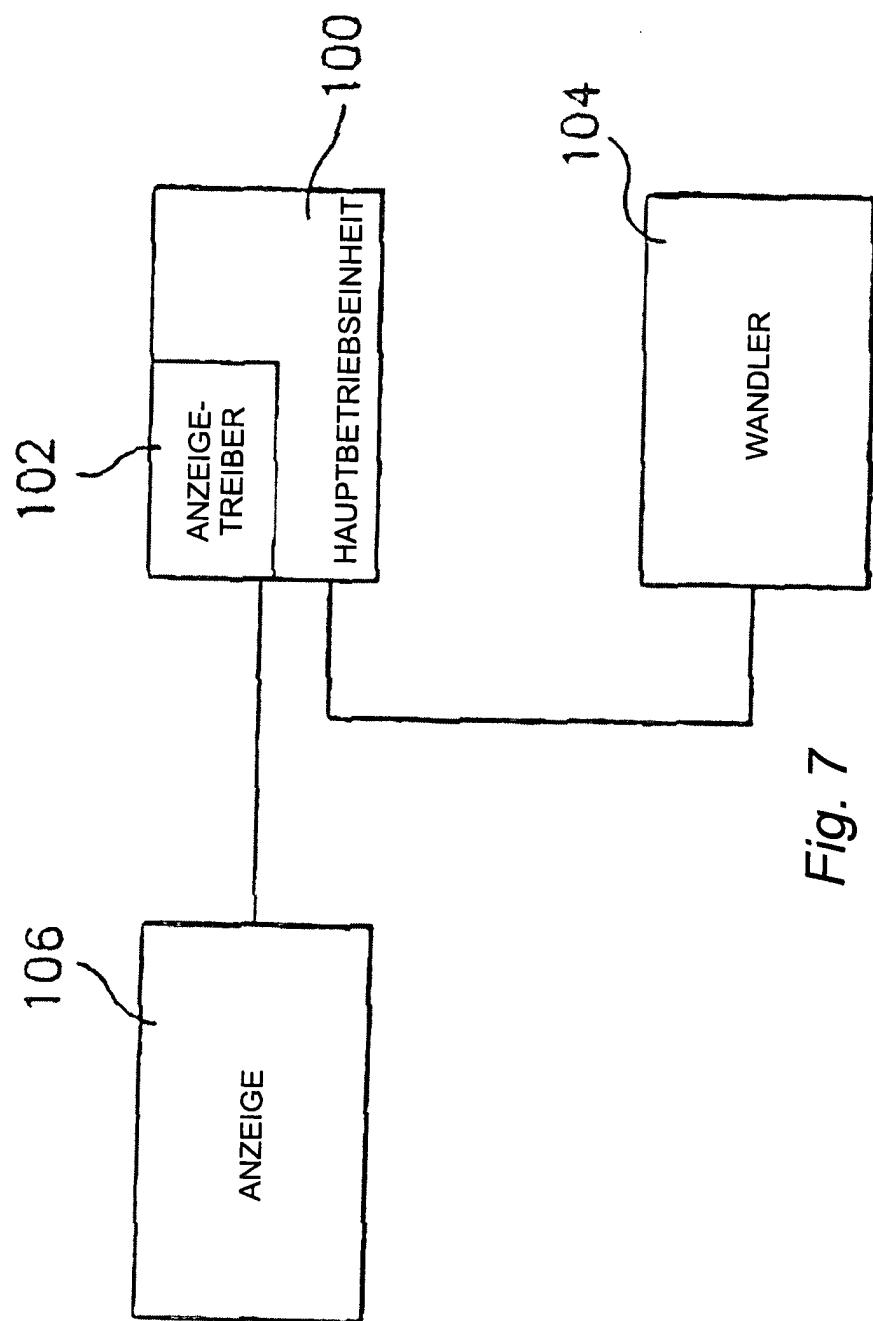


Fig. 7

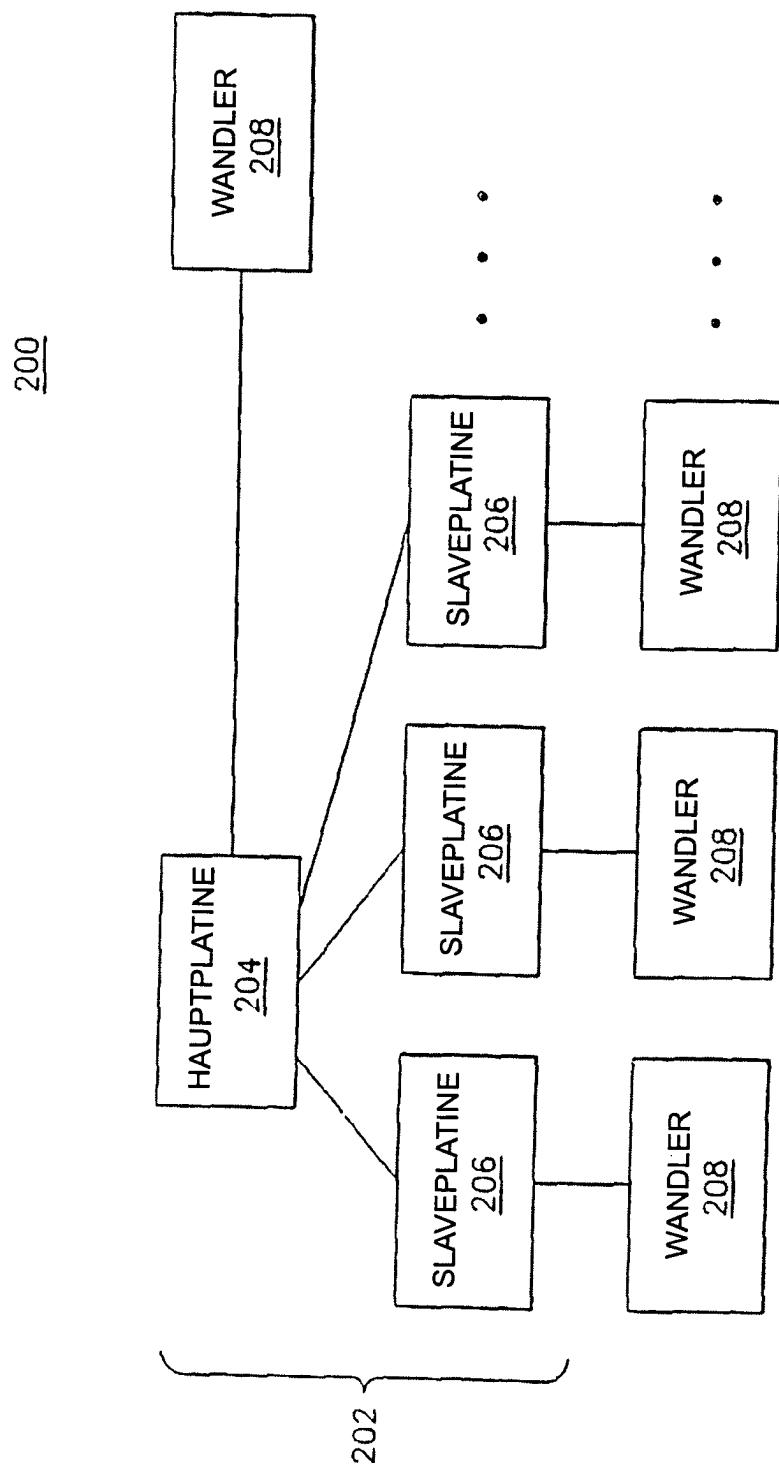


Fig. 8