



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

PATENT A5

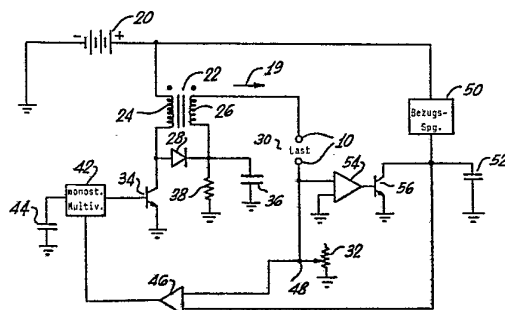
11

645 273

<p>21 Gesuchsnummer: 5612/82</p> <p>62 Teilgesuch von: 127/79</p> <p>22 Anmeldungsdatum: 08.01.1979</p> <p>30 Priorität(en): 18.10.1978 US 952341</p> <p>24 Patent erteilt: 28.09.1984</p> <p>45 Patentschrift veröffentlicht: 28.09.1984</p>	<p>73 Inhaber: Robert Tapper, Los Angeles/CA (US)</p> <p>72 Erfinder: Tapper, Robert, Los Angeles/CA (US)</p> <p>74 Vertreter: Walter F. Sax, Oberengstringen</p>
---	---

54 Vorrichtung zur Durchführung einer iontophoretischen Behandlung an einem lebenden Körper.

57 Die Vorrichtung weist zwei Elektroden (10) auf, die an den zu behandelnden Körper angelegt werden. Dieser bildet somit im Stromkreis eine Last (30). Durch sie fließt von einer Batterie (20) über die Primärwicklung (24) eines Transformators (22) und über eine Diode (28) ein Gleichstrom (19) über einen veränderlichen Widerstand (32) an Erde. Durch Zuschalten eines Transistors (34) entsteht mittels Induktion in der Sekundärwicklung (26) des Transformators (22) ein Stromanstieg, wobei ein Speicherkondensator (36) entladen wird. Beim Abschalten des Transistors (34) ändert dieser Strom seine Richtung, so dass an den Elektroden (10) ein Umkehrimpulsstrom erscheint, der auch den Speicherkondensator (36) wieder auflädt. Der Transistor (34) wird von einem monostabilen Multivibrator (42) gesteuert, der seinerseits von einer Vergleichsstufe (46) ausgelöst wird. Diese vergleicht die Spannung am Widerstand (32) mit derjenigen einer Bezugsspannungsquelle (50). Diese lädt jedoch zuerst einen Verzögerungskondensator (52) auf, so dass der Strom (19) am den Elektroden (10) erst einige Zeit nach der Inbetriebnahme seinen Betriebswert erreicht. Dadurch wird eine Schockwirkung vermieden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Anwendung einer iontophoretischen Behandlung an einem lebenden Körper unter Herabsetzung der damit verbundenen Bläschenbildung auf ein Minimum, gekennzeichnet durch ein Paar Elektroden (10), die kazu bestimmt sind, im Abstand voneinander die Haut des Körpers zu berühren, durch einen elektrisch an die Elektroden (10) angekuppelten Speicherkondensator (36) zur Abgabe eines elektrischen, zur Leitung durch den Körper von einer Elektrode zur anderen bestimmten Gleichstromes, ein Mittel (22, 34) zur nichtstetigen Aufladung des Speicherkondensators, einen elektrisch mit dem Speicherkondensator verbundenen Verzögerungskondensator (52), dessen Spannung diejenige des vom Speicherkondensator (36) abgegebenen Gleichstroms beeinflusst, und durch eine Bezugsspannungsquelle (50) zur langsamen Aufladung des Verzögerungskondensators (52) auf eine vorgeschriebene Bezugsspannung, wobei der letztere hierbei einen vollen Behandlungsstrom zur Leitung durch den Körper erst nach einer vorgeschriebenen zeitlichen Verzögerung nach erstmaligem Kontakt zwischen der Haut des Körpers und dem Elektrodenpaar (10) abgibt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Mittel (54) zur Abtastung eines offenen Stromkreiszustandes zwischen den beiden Elektroden (10) und zur Steuerung der Bezugsspannungsquelle (50) zwecks Beginns einer langsamen Aufladung des Verzögerungskondensators (52) nach Feststellung der Beendigung des genannten Zustandes.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Verzögerungskondensator (52) so ausgelegt ist, dass ihn die Bezugsspannungsquelle (50) innerhalb von etwa zwei Sekunden auf die vorgeschriebene Bezugsspannung aufladen kann.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zur nichtstetigen Aufladung einen Transformator (22) mit einer Primär- (24) und einer Sekundärwicklung (26) aufweist, wobei die Sekundärwicklung (26) zwischen den Speicherkondensator (36) und die Elektroden (10) geschaltet ist, dass ein Transistor (34) an die Primärwicklung (24) angeschlossen ist, und dass ein Mittel (42) zum einzeln erfolgenden Ein- und Ausschalten des Transistors (34) vorgesehen ist, um den Speicherkondensator (36) entsprechend aufzuladen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zur Abtastung des Stromkreiszustandes und Steuerung der Bezugsspannungsquelle (50) eine Vergleichsstufe (46) zur Feststellung dieses Zustandes und zur Erzeugung eines entsprechenden Steuersignals ist, und dass ein darauf ansprechender Transistor (56) zur raschen Entladung des Verzögerungskondensators (52) nach erstmaligem Kontakt zwischen der Haut des Körpers und dem Elektrodenpaar (10) vorhanden ist.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Anwendung einer iontophoretischen Behandlung an einem lebenden Körper unter Herabsetzung der damit verbundenen Bläschenbildung auf ein Minimum.

In der Vergangenheit sind elektrotherapeutische Behandlungen mit Gleichstrom wegen ihrer polaren Wirkungen auf ionisierte Moleküle verwendet worden, wobei die ionisierten Moleküle durch die Haut geleitet wurden, und zwar üblicherweise oberflächlich. Die Erscheinung wird als Iontophorese bezeichnet und ist zur Einführung von Medikamenten

oder einfach von Feuchtigkeit in die Haut eines Patienten verwendet worden.

Bei der Behandlung gewisser Hautinfektionen können bestimmte Zink- und Kupfer-Ionen verwendet werden; Chlor-Ionen sind zur Ablösung oberflächlicher Narben verwendet worden. Ferner können gefässerweiternde Medikamente bei rheumatischen und peripheren Gefässinfektionen verwendet werden; Anästhesie der Haut lässt sich durch die Iontophorese örtlich eingesetzter anästhetischer Medikamente erzielen. Es wurde vermerkt, dass die Behandlung sorgfältig ausgewählter Gebiete eines lebenden Körpers mit Gleichstrom anästhetische Wirkungen haben kann (siehe Limoge, «An Introduction to Electroanesthesia» = Einführung in die elektrische Anästhesie), veröffentlicht vom Verlag University Park Press, 1975).

In der Zeitschrift «Archives of Dermatology», Band 98, Nr. 5, November 1968, berichtet F. Levitt auf Seiten 505-507 über die Erzeugung einer langdauernden Anhidrose durch iontophoretische Behandlung der Füße oder Hände. Die Ergebnisse seiner Versuche zeigen, dass die Behandlung das Schwitzen an den Stellen verhindert, an denen elektrischer Strom durchgeleitet wird.

Zwar wurde festgestellt, dass diese iontophoretischen Behandlungen wirkungsvoll sind, doch weiss man, dass sich bei ihnen unerwünschte Wirkungen ergeben, nämlich beispielsweise iontophoretische Verbrennungen in den Behandlungsgebieten, ferner aber auch die Ausbildung unerwünschter Bläschen und Rötung der Haut in den behandelten Gebieten.

Es bestand damit Bedarf an einer geeigneten, wirkungsvoll arbeitenden Vorrichtung zur Verhinderung der Ausbildung von Bläschen und der Rötung der Haut in einem iontophoretisch behandelten Gebiet, wobei unerwünschte Nebeneffekte stark verringert oder sogar völlig ausgeschaltet werden. Die erfindungsgemässe Vorrichtung soll vor allem auch zur Eigenbehandlung geeignet sein, was voraussetzt, dass nach Anlegen der Elektroden der Behandlungsstrom nicht sofort einsetzt, sondern seine volle Stärke erst nach einiger Zeit erreicht. Damit werden Schockwirkungen vermieden.

Eine solche Vorrichtung ist erfindungsgemäss durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gekennzeichnet.

Die nichtstetige Aufladung des Speicherkondensators hat zur Folge, dass an den Elektroden Stromimpulse auftreten, wovon derjenige bei der Aufladung des Speicherkondensators entgegengesetzt zum normalen Behandlungsstrom fliesst. Dieser Umkehrimpulsstrom verringert die Ausbildung von Bläschen und die Rötung der Haut.

Die Vorrichtung kann so eingeregelt werden, dass die iontophoretische Behandlung mit jeder gewünschten Gleichstromstärke durchgeführt werden kann. Ausserdem muss sie so ausgebildet sein, dass der Behandlungsstrom am Beginn jedes Behandlungsabschnitts allmählich angelegt wird. Die Vorrichtung lässt sich deshalb sicher für die Eigenbehandlung durch Durchschnittspersonen in ihrem eigenen Heim verwenden.

Weitere Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, die anhand eines Beispiels die Grundprinzipien der Erfindung darstellen.

Fig. 1 ist eine graphische Darstellung des Stromverlaufs, wie er bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann.

Fig. 2 ist schliesslich das Schaltbild einer vorzugsweisen Vorrichtung zur Durchführung der iontophoretischen Behandlung.

Bei dieser Behandlung wird Gleichstrom über zwei schematisch in Fig. 2 dargestellte Elektroden 10 an die Haut angelegt. Je nach der Art der durchzuführenden iontophoreti-

schen Behandlung weist der Strom eine Stärke auf, die zwischen einem kleinen Bruchteil eines Milliampères und etwa 15 mA schwanken kann. Bei einer iontophoretischen Behandlung zur Erzeugung von Anhidrose wird beispielsweise ein Behandlungsstrom von vorzugsweise etwa 4–15 mA verwendet.

Der in Fig. 1 dargestellte Stromverlauf als Funktion der Zeit umfasst einen Behandlungsabschnitt 14, der im Beispiel dieses Stromverlaufs 12 aus einem verhältnismässig lang anhaltenden, konstanten Strom von etwa 8 mA in positiver Richtung oder Vorwärtsrichtung besteht. Bisher wurde ein reiner Gleichstrom für iontophoretische Behandlungen verwendet.

Der für die iontophoretische Behandlung verwendete Abschnitt 14 des Stromverlaufs 12 wird periodisch durch einen verhältnismässig kurzen Stromimpuls 16 in umgekehrter Richtung unterbrochen, um die Ausbildung unerwünschter Bläschen oder die Rötung der Haut im behandelten Gebiet zu verhindern. Dabei ist jedoch zu beachten, dass der kurze Umkehrimpuls 16 nicht als eine an sich bekannte Wechselstromform aufgefasst werden darf. Der Stromverlauf 12 entspricht vielmehr im wesentlichen einer Behandlung mit Gleichstrom, bei der in regelmässigen Zeitabschnitten durch einen Umkehrimpuls 16 eine Unterbrechung stattfindet, wodurch der asymmetrische Stromverlauf 12 entsteht.

Wie im folgenden noch im einzelnen beschrieben wird, ist die Vorrichtung so ausgebildet, dass der Behandlungsstrom am Beginn jedes Behandlungsabschnitts langsam angelegt wird. Hierdurch werden unbeabsichtigte elektrische Schläge vermieden, so dass die Vorrichtung zur Eigenbehandlung im Haus von Personen mit durchschnittlicher Intelligenz verwendet werden kann. Die Vorrichtung ist ausserdem verhältnismässig preisgünstig herzustellen und arbeitet einwandfrei und zuverlässig.

Es ist festgestellt worden, dass die unerwünschte Bildung von Bläschen und die Rötung der Haut in den iontophoretisch behandelten Gebieten stark reduziert oder sogar völlig ausgeschaltet werden können, wenn der Umkehrimpuls 16 in den Stromverlauf 12 einbezogen wird. Es wurde insbesondere festgestellt, dass diese unerwünschten Effekte völlig ausgeschaltet werden, wenn der Stromverlauf 12 so eingestellt wird, dass der Energieinhalt der über der dem Strom Null entsprechenden Bezugslinie 18 verlaufenden Stromphase wenigstens annähernd gleich dem Energieinhalt der unterhalb der Bezugslinie 18 verlaufenden Stromphase ist. Die oberhalb bzw. unterhalb der Bezugslinie 18 verlaufende Stromphase gibt ein Mass für den Betrag der in Vorwärts- bzw. Rückwärtsrichtung zugeführten Energie.

Wenn die Rückwärtsenergie im wesentlichen der Vorwärtsenergie gleicht, sodass die oben erwähnten unerwünschten Effekte beseitigt sind, findet aber auch nicht mehr die gewünschte iontophoretische Behandlung statt. Es wurde ferner festgestellt, dass eine gewünschte Behandlungswirkung eintritt, wenn der Stromverlauf 12 so eingestellt wird, dass die Vorwärtsenergie die Rückwärtsenergie übersteigt.

Selbst wenn die Vorwärtsenergie nur geringfügig die Rückwärtsenergie übersteigt, werden die unerwünschten Bläschen und die Rötung der Haut vermieden. Der Zeitabschnitt, der zur Erzielung der erwünschten Ergebnisse bei der iontophoretischen Behandlung benötigt wird, wird jedoch so lang, dass die Anordnung im allgemeinen nicht mehr als brauchbar betrachtet würde. Es wurde festgestellt, dass ein zufriedenstellender Kompromiss zwischen Vorwärtsenergie für die Behandlung und Rückwärtsenergie zur Verhinderung der Nebeneffekte erreicht wird, wenn das Verhältnis von Vorwärtsenergie zu Rückwärtsenergie zwischen etwa 2 : 1 und 7 : 1 beträgt.

Wenn insbesondere bei der Behandlung ein Strom von etwa 14 mA verwendet wird, ergab sich, dass das Verhältnis von Vorwärtsenergie zu Rückwärtsenergie von etwa 2,3 : 1 die erwünschten Ergebnisse liefern kann. Natürlich können andere Verhältnisse bei der praktischen Anwendung der Erfindung verwendet werden, doch wurde festgestellt, dass die im obigen Bereich liegenden Werte am günstigsten für die Verhinderung der Bläschenbildung und der Rötung der Haut sind.

Die in Fig. 2 dargestellte Schaltung dient dazu, den Stromverlauf 12 an den Elektroden wirksam werden zu lassen. Verschiedene elektronische Einrichtungen können verwendet werden, um einen ständigen Stromfluss in einer Richtung mit verhältnismässig kurzen Umkehrimpulsen in regelmässigen Zeitintervallen zu unterbrechen. Die in Fig. 2 dargestellte Schaltung ist ein Beispiel derartiger elektronischer Einrichtungen und stellt eine bevorzugte Ausführungsform dar.

Um einen stetigen Stromfluss in einer Richtung durch die Elektroden 10 zu erhalten (die Vorwärtsrichtung ist schematisch durch den Pfeil 19 angedeutet), ist eine Gleichstromquelle, z.B. die Batterie 20, an einen Transformator 22 angeschlossen. Der Transformator 22 besteht aus einer Primärwicklung 24 und einer Sekundärwicklung 26. Die Batterie ist an einen Anschluss der Primärwicklung 24 angeschlossen. Zwischen den anderen Anschluss der Primärwicklung und einen Anschluss der Sekundärwicklung ist eine Diode 28 geschaltet; ihre Anode ist an den Anschluss der Primärwicklung, ihre Kathode an den Anschluss der Sekundärwicklung angeschlossen. Ein Kondensator 36 und ein dazu parallelschalteter Widerstand 38 sind zwischen den Kathodenanschluss der Diode und Erde geschaltet. Dadurch wird ein Gleichstromweg von Batterie 20 an Kondensator 36 über die Primärwicklung 24 und die Diode 28 geschaffen.

Wenn eine Last 30 an die Elektroden 10 angelegt wird, fliesst ständig ein Gleichstrom von Batterie 20 durch die Primärwicklung 24, die Diode 28, die Sekundärwicklung 26, die Last 30 und den veränderlichen Widerstand 32 an Erde. Mit dem veränderlichen Widerstand 32 wird die Stärke des durch Last 30 fliessenden Stromes eingestellt.

Um intermittierend einen Umkehrimpuls 16 an Last 30 zu erzeugen, ist ein Shunt-Transistor 34 an das der Batterie 20 abgelegene Ende der Primärwicklung 24 angeschlossen. Wenn der Transistor 34 kurzzeitig eingeschaltet ist, fliesst ein starker Strom durch die Primärwicklung 24 und ergibt durch Induktion einen ähnlichen Stromanstieg in der Sekundärwicklung 26 und damit durch Last 30, wobei der Kondensator 36 entladen wird. Wenn Transistor 34 plötzlich abgeschaltet wird, hört die durch den Stromanstieg erzeugte Magnetisierung im Transformator 22 plötzlich auf, wodurch der Strom durch die Sekundärwicklung 26 plötzlich umgekehrt wird. Dadurch wird der Kondensator 36 aufgeladen.

Wie aus dem Stromverlauf 12 der Fig. 1 ersichtlich ist, ergibt sich ein Abschnitt 40 von erhöhter Stromstärke, wenn Shunt-Transistor 34 fünfzehn Mikrosekunden lang eingeschaltet ist. Der starke Stromfluss hält an, während Transistor 34 eingeschaltet ist. Eine leichte Abnahme tritt ein, da die Veränderung des Stroms in der Primärwicklung 24 des Transformators 22 sich allmählich weniger stark erweist und da der Kondensator 36 allmählich entladen wird.

Im Stromverlauf 12 erscheint der oben erwähnte umgekehrte Stromfluss durch die Sekundärwicklung 26 als Umkehrimpuls 16. Die Amplitude dieses Umkehrimpulses nimmt ab, da die Abnahme des Stroms in Primärwicklung 24 langsam zurückgeht, wenn der magnetische Fluss im Transformator zusammenbricht, und da die Last 30, die gewöhnlich menschliche Haut ist, eine gewisse Kapazität darstellt. Das elektrische Modell der menschlichen Haut mit

dieser Kapazität ist in dem Artikel von Erich A. Pfeiffer unter dem Titel «Electrical Stimulation of Sensory Nerves with Skin Electrodes for Research, Diagnosis, Communication and Behavioral Condition: A Survey» (= «Elektrische Stimulierung von sensorischen Nerven mit Hautelektroden für Forschung, Diagnose, Nachrichtenübertragung und Verhaltenskonditionierung – ein Überblick») in der Zeitschrift *Medical and Biological Engineering*, Band 6, Seiten 637–651, 1968, beschrieben worden.

Der Transistor 34 wird durch einen monostabilen Multivibrator 42 eingeschaltet, der so ausgelegt ist, dass er den Transistor für einen kurzen Zeitabschnitt einschaltet. Wie oben erwähnt, wird in diesem Beispiel der Transistor fünfzehn Mikrosekunden lang eingeschaltet und dann plötzlich abgeschaltet. Durch Anschluss des Taktkondensators 44 wird ferner erreicht, dass der monostabile Multivibrator 42 einen weiteren Zeitabschnitt nach dem Abschalten des Transistors 34 unwirksam bleibt, ehe der Multivibrator wieder ausgelöst werden kann, um den Transistor einzuschalten. Der Wert des Taktkondensators 44 wird so gewählt, dass sich die gewünschte Warteperiode für den monostabilen Multivibrator 42 ergibt. In dem Beispiel der Fig. 1 beträgt die Warteperiode 45 Mikrosekunden und umfasst den Umkehrimpuls 16 mit einer Länge von etwa 10 Mikrosekunden. Die iontophoretische Mindestbehandlungsdauer beträgt hierbei 45 Mikrosekunden.

Der monostabile Multivibrator 42 wird von einer steuernden Vergleichsstufe 46 ausgelöst, die die an Klemme 48 des veränderlichen Widerstands 32 auftretende Spannung mit einer vorgegebenen, inneren Bezugsspannung vergleicht, die von Bezugsspannungsquelle 50 geliefert wird. Die Vergleichsstufe 46 löst den monostabilen Multivibrator 42 immer dann aus, wenn die an Klemme 48 auftretende Spannung unter den von der Bezugsspannungsquelle 50 gelieferten Wert absinkt.

Wenn die Vorrichtung mit einem verhältnismässig starken Behandlungsstrom 14 betrieben wird, nimmt die an der Klemme 48 auftretende Spannung unter den Wert der Bezugsspannung ab, ehe die Warteperiode abgelaufen ist. Der monostabile Multivibrator wird deshalb immer sofort nach Ablauf der Warteperiode ausgelöst. Wenn andererseits die Vorrichtung mit einem verhältnismässig niedrigen Behandlungsstrom 14 arbeitet, hat die Kapazität der Last 30 zur Folge, dass die Spannung an der Klemme 48 langsamer abnimmt; dementsprechend löst die Vergleichsstufe 46 den monostabilen Multivibrator eine gewisse Zeit nach dem Ablauf der Warteperiode aus.

Der Zeitabschnitt zwischen der Auslösung des Multivibrators 42 und dem Einschalten des Transistors 34 hängt damit von der Stärke des vom Benutzer gewählten Behandlungsstroms und der tatsächlichen Kapazität der die Last 30 darstellenden Haut ab. Dieser veränderliche Zeitabschnitt ist im Stromverlauf 12 durch die gestrichelte Zeitskala und die Anmerkung «veränderlich» dargestellt.

Ausserdem erkennt man, dass durch diese Anordnung Umkehrimpulse 16 verhältnismässig häufig auftreten, wenn ein starker Behandlungsstrom 14 verwendet wird; dagegen sind die Umkehrimpulse 16 bei einem niedrigeren Behandlungsstrom 14 weniger häufig. Diese Veränderung in der Frequenz der Umkehrimpulse 16 ergibt ein veränderliches Verhältnis von Energie in Vorwärtsrichtung zu Energie in Rückwärtsrichtung bei verschiedenen Behandlungsströmen 14. Der Wert des Taktkondensators 44 wird hierbei so gewählt, dass das Verhältnis, wie oben beschrieben, in dem Bereich gehalten wird, in dem zufriedenstellende Ergebnisse erhalten werden.

Ein weiterer wichtiger Vorteil der vorliegenden Erfindung ist es, dass sie von Personen mit durchschnittlicher Intelligenz zur Eigenbehandlung zuhause verwendet werden kann. Dies ist wünschenswert, denn falls der Behandlungsstrom 14 zu rasch wirksam wird, kann der Benutzer unangenehme elektrische Schläge erfahren. Die Vorrichtung weist deshalb ein Verzögerungsmittel auf, das so angeordnet ist, dass der Behandlungsstrom graduell jedesmal wirksam wird, wenn eine Last 30 an die Elektroden 10 angelegt ist und die Vorrichtung eingeschaltet wird. Wenn ausserdem die Last von den Elektroden beim Betrieb der Vorrichtung entfernt und dann wieder angelegt wird, erhöht die Vorrichtung den Strom allmählich, bis wieder die Stärke des Behandlungsstromes 14 erreicht worden ist.

Zu diesen Zwecken lädt, wenn die Vorrichtung erstmalig mit einer Last 30 an den Elektroden 10 in Betrieb genommen wird, die an der Batterie 20 angeschlossene Bezugsspannungsquelle 50 den Verzögerungskondensator 52 langsam auf die Bezugsspannung auf. Der von der Batterie durch die Last 30 fliessende Strom nimmt daher bei der Aufladung des Kondensators 52 langsam zu. Der Kapazitätswert des Verzögerungskondensators 52 wird vorzugsweise so gewählt, dass der durch die Last 30 fliessende Strom in etwa zwei Sekunden auf den für die Behandlung benötigten Wert ansteigt. Wenn der Verzögerungskondensator voll aufgeladen ist, wird die vorgeschriebene Bezugsspannung an die Vergleichsstufe 46 angelegt, und es findet dann der normale Betrieb der Vorrichtung in der oben beschriebenen Weise statt.

Wenn die Last 30 beim Betrieb der Vorrichtung entfernt wird, wodurch der Schaltkreis zwischen den Elektroden 10 unterbrochen wird, weist eine Vergleichsstufe 54 mit Schaltbereich die Unterbrechung des Stromkreises nach und entlädt den Verzögerungskondensator 52 rasch durch einen Transistor 56. Durch die Entladung des Verzögerungskondensators 52 wird die an der Vergleichsstufe 46 auftretende Bezugsspannung rasch auf Null gebracht, und dadurch wird der monostabile Multivibrator 42 nicht mehr ausgelöst.

Wenn die Last wieder an die Elektroden 10 angelegt wird, wird der Verzögerungskondensator 52 wieder allmählich auf die vorgeschriebene Bezugsspannung aufgeladen, wodurch ein entsprechender, allmählicher Stromanstieg in der Last stattfinden kann.

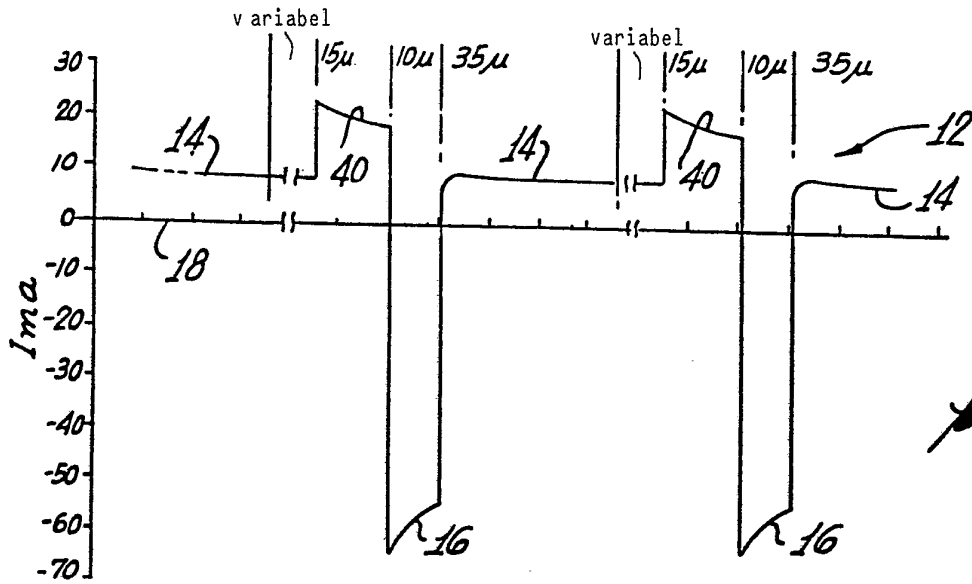


Fig. 1

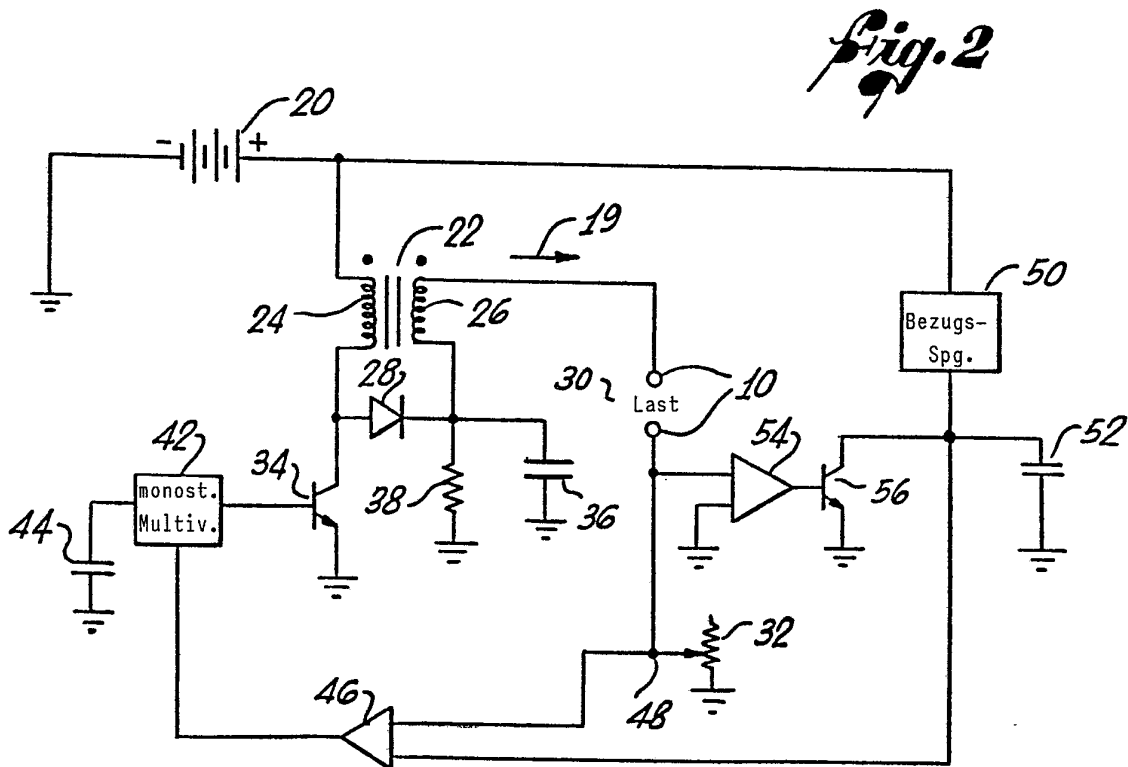


Fig. 2