

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 9262/2009**
PCT/KR2009/003872

(51) Int. Cl.: **A61N 1/08** (2006.01),
A61F 2/02 (2006.01)

(22) Anmeldetag: **14.07.2009**

(43) Veröffentlicht am: **15.05.2011**

(30) Priorität:

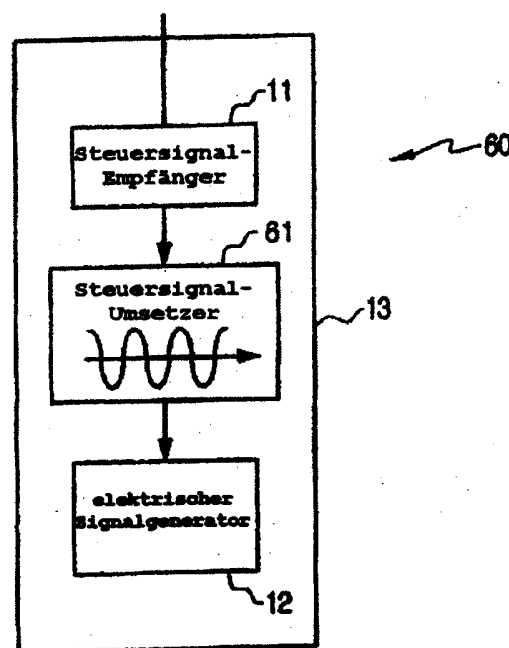
14.07.2008 KR 10-2008-0068248
beansprucht.

(73)Patentinhaber:

SNU R&DB FOUNDATION
151-742 SEOUL (KR)
NURO BIO-SYSTEMS CORP.
443-270 SUWON SI (KR)

(54) **INTEGRIERTER SCHALTKREIS FÜR NEURALPROTHESEN, DER MIT EINEM LOGISCHEN WECHSELSTROM-STEUERSIGNAL ANGESTEUERT WIRD**

(57) Es wird ein Neuralstimulator für Neuralprothesen geoffenbart, der aufweist: einen Steuersignal-Empfänger, der ein Steuersignal von außen empfängt und das empfangene Steuersignal an einen Schaltkreis legt, der einen elektrischen Signalgenerator aufweist, wobei der elektrische Signalgenerator ein elektrisches Neuralstimulations-Signal erzeugt, sowie ein Gehäuse, das den Steuersignal-Empfänger und den elektrischen Signalgenerator vor Körperflüssigkeiten schützt, wobei das vom Steuersignal-Empfänger an den Schaltkreis, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, angelegte Steuersignal ein logisches Wechselstrom-Steuersignal ist. In Übereinstimmung mit dieser Offenbarung wird ein Neuralstimulator mit verminderten Herstellungskosten, einem vereinfachten Herstellungsverfahren und von reduzierter Größe im Vergleich zu jenen des Stands der Technik geliefert, wobei er sicher ist.



ZUSAMMENFASSUNG

Es wird ein Neuralstimulator für Neuralprothesen geoffenbart, der aufweist: einen Steuersignal-Empfänger, der ein Steuersignal von außen empfängt und das empfangene Steuersignal an einen Schaltkreis legt, der einen elektrischen Signalgenerator aufweist, wobei der elektrische Signalgenerator ein elektrisches Neuralstimulations-Signal erzeugt, sowie ein Gehäuse, das den Steuersignal-Empfänger und den elektrischen Signalgenerator vor Körperflüssigkeiten schützt, wobei das vom Steuersignal-Empfänger an den Schaltkreis, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, angelegte Steuersignal ein logisches Wechselstrom-Steuersignal ist. In Übereinstimmung mit dieser Offenbarung wird ein Neuralstimulator mit verminderten Herstellungskosten, einem vereinfachten Herstellungsverfahren und von reduzierter Größe im Vergleich zu jenen des Stands der Technik geliefert, wobei er sicher ist.

Fig. 6

Beschreibung

Titel der Erfindung

Integrierter Schaltkreis für Neuralprothesen, der mit einem logischen Wechselstrom-Steuersignal (AC logic power) angesteuert wird.

Fachgebiet

Die Veröffentlichung betrifft einen Neuralstimulator für Neuralprothesen. Im Besonderen betrifft sie einen Neuralstimulator, der einfach mit einer Beschichtung versehen ist und kein hermetisch abgedichtetes Gehäuse verwendet, um die Herstellungskosten herabzusetzen, und der ein logisches Wechselstrom-Steuersignal verwendet, um die Sicherheit zu gewährleisten.

Stand der Technik

Bei Neuralprothesen handelt es sich um eine Reihe von mechanischen oder elektronischen künstlichen Einrichtungen, die am menschlichen Körper angebracht oder in ihn implantiert werden, um sensorische oder motorische Behinderungen zu ersetzen oder zu unterstützen, die durch angeborene oder erworbene neuronale Schäden hervorgerufen werden.

Technologien, die bei Neuralprothesen verwendet werden, umfassen Neuralstimulatoren, eine hermetisch abgedichtete Hülle, das Erlangen von Neuronsignalen, Elektroden zur Neuralstimulation, die Verarbeitung eines Neuronsignals, Biotelemetrie oder Ähnliches.

Dabei wird eine hermetisch abgedichtete Hülle benötigt, um den Stimulator oder anderer Teile einer Neuralprothese vor biologischen Flüssigkeiten oder Ionen zu schützen. Die Größe der Hülle ist ein wichtiger Faktor, um bei der Konstruktion ein leichteres Implantieren in den Körper und das Fehlen von Unbequemlichkeiten im täglichen Leben zu berücksichtigen. Weiters erfordert die hermetisch abgedichtete Hülle hohe Kosten und komplizierte Verfahren für die hermetische Abdichtung, um den Stimulator oder andere Teile zu schützen.

Die Herstellungskosten von Neuralprothesen steigen mit den Kosten für die Hülle. Da die meisten Leute, die Neuralprothesen benötigen, Leute sind, die nicht an der Konjunktur teilhaben können, ist es für sie schwierig, Hilfe bei teuren Neuralprothesen zu finden. Dementsprechend besteht der Bedarf, dass die Kosten für die Hülle der Neuralprothese herabgesetzt werden.

Da die Prothese in den menschlichen Körper eingesetzt wird, muss zusätzlich folgendes überlegt werden, wenn die Einrichtung oder das System für die Neuralprothese konstruiert werden. Da sie den Körperflüssigkeiten oder Ionen für längere Zeit ausgesetzt sind, müssen die Einrichtung oder das System eine gute Betriebssicherheit und Sicherheit besitzen, wobei sie für das menschliche Gewebe unschädlich sind.

Unter Betriebssicherheit ist zu verstehen, dass die Einrichtung oder das System für Neuralprothesen stabil für die erwartete Zeitdauer arbeiten, ohne dass sie im menschlichen Körper korrodieren. Das kann mit einer hermetischen Abdichtung des Schaltkreises, der Einrichtung oder des Systems erreicht werden, die mit einem Gehäuse in den Körper eingesetzt werden. Wie bereits oben beschrieben wurde, ist das hermetisch abgedichtete Gehäuse hinsichtlich der Kosten und der Verfahren unvorteilhaft.

Unter Sicherheit ist zu verstehen, dass der Neuralstimulator dann, wenn in den menschlichen Körper eingesetzt oder an ihm angebracht ist, dem menschlichen Körper nicht schadet. Um dem menschlichen Gewebe nicht zu schaden, darf der Schaltkreis keine toxischen Substanzen oder irreversiblen Reaktionen im menschlichen Körper erzeugen. Bei der irreversiblen Reaktion handelt es sich um eine chemische Reaktion, die zu einer Nekrose des naheliegenden Gewebes oder zum Verlust des elektrochemischen Gleichgewichts im menschlichen Körper führt.

Dementsprechend wird eine Neuralprothese geliefert, die betriebssicher und sicher ist, wobei auch die Wirtschaftlichkeit vorausgesetzt wird.

Offenbarung

Technisches Problem

Diese Offenbarung ist darauf gerichtet, einen Neuralstimulator für Neuralprothesen zu liefern, dessen Außenseite mit einem Material zum Schutz des Schaltkreises überzogen ist, statt dass sie eine vollständig hermetisch abgedichtete Hülle verwendet. Die Offenbarung ist auch darauf gerichtet, einen Neuralstimulator zu liefern, der ein logisches Wechselstrom-Steuersignal statt eines Gleichstrom-Steuersignals verwendet, um die Zellen oder das Gewebe sicher zu schützen.

Technische Lösung

Im Hinblick auf einen Gesichtspunkt wird ein Neuralstimulator für Neuralprothesen geliefert, der aufweist: einen Steuersignal-Empfänger, der ein Steuersignal von außen empfängt und das empfangene Steuersignal an einen Schaltkreis legt, der einen elektrischen Signalgenerator umfasst, wobei der elektrische Signalgenerator ein Neuralstimulations-Signal erzeugt, sowie ein Gehäuse, das den Steuersignal-Empfänger und den elektrischen Signalgenerator vor Körperflüssigkeiten schützt, wobei das vom Steuersignal-Empfänger gelieferte Steuersignal, das an den Schaltkreis gelegt wird, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, ein logisches Wechselstrom-Steuersignal ist.

Im Hinblick auf einen anderen Gesichtspunkt wird ein Neuralstimulator für Neuralprothesen geliefert, der aufweist: einen Steuersignal-Empfänger, der ein Steuersignal von außen empfängt und das empfangene Steuersignal an einen Steuersignal-Umsetzer legt, einen elektrischen Signalgenerator, der ein elektrisches Neuralstimulations-Signal erzeugt, wobei der Steuersignal-Umsetzer das vom Steuersignal-Empfänger empfangene Steuersignal in ein stabiles Wechselstrom-Steuersignal umsetzt und es an einen Schaltkreis legt, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, sowie ein Gehäuse, das den Steuersignal-Empfänger schützt, wobei der elektrische Signalgenerator und der Steuersignal-Umsetzer vor Körperflüssigkeiten geschützt sind, wobei das vom Steuersignal-Umsetzer für den Schaltkreis, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, gelieferte Steuersignal

ein logisches Wechselstrom- Steuersignal ist.

Vorteilhafte Auswirkungen

In Übereinstimmung mit dieser Offenbarung ist die Außenseite des Neuralstimulators für Neuralprothesen mit einem den Schaltkreis schützenden Material überzogen, statt dass er eine hermetisch abgedichtete Hülle enthält.

Weiters wird ein logisches Wechselstrom-Steuersignal statt eines Gleichstrom-Steuersignals verwendet, um die Zellen oder das Gewebe sicher zu schützen.

Damit kann im Vergleich zum Stand der Technik ein Neuralstimulator mit gesenkten Produktionskosten, einem vereinfachten Produktionsvorgang und einer reduzierten Größe geliefert werden, wobei er sicher ist.

Weiters wird ein logisches Wechselstrom- Steuersignal verwendet, um die Zellen oder das Gewebe im Falle eines Stromaustritts auch dann zu schützen, wenn die hermetisch abgedichtete Hülle versagt.

Beschreibung der Zeichnungen

Die oben genannten sowie andere Gesichtspunkte, Merkmale und Vorteile der geoffenbarten, beispielhaften Ausführungsformen werden aus der nun folgenden ausführlichen Beschreibung und im Zusammenhang mit den beiliegenden Zeichnungen ersichtlich, in denen zeigt:

Fig. 1 ein vereinfachtes Schaltbild, in dem ein Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß einer Ausführungsform dargestellt ist;

Fig. 2 die Beschädigung des Gewebes durch einphasige oder zweiphasige Schwingungsformen;

Fig. 3 das Schaltbild einer Doppelschicht, die als elektrischer Schaltkreis abgebildet ist;

Fig. 4 ein Schaltbild, das die Stimulation einer Doppelschicht darstellt, die als elektrischer Schaltkreis abgebildet ist;

Fig. 5 die Frequenzabhängigkeit der Spannung, die zwischen beiden Enden des Kondensators von Fig. 4

angelegt ist; und

Fig. 6 ein vereinfachtes Schaltbild, in dem ein Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß einer anderen Ausführungsform dargestellt ist, die mit einem Steuersignal-Umsetzer ausgestattet ist.

Verfahren der Erfindung

Beispielhafte Ausführungsformen sollen nunmehr ausführlich im Zusammenhang mit den beiliegenden Zeichnungen beschrieben werden, in denen beispielhafte Ausführungsformen dargestellt sind. Diese Offenbarung kann jedoch in vielen unterschiedlichen Formen ausgeführt werden und ist so zu verstehen, dass sie nicht auf die beispielhaften Ausführungsformen eingeschränkt ist, die hier gezeigt werden. Diese beispielhaften Ausführungsformen sind eher so vorgesehen, dass diese Offenbarung durchgehend und vollständig ist, wobei sie das Gebiet dieser Offenbarung für Fachleute vollständig abdeckt. Bei der Beschreibung können Details von bekannten Merkmalen und Verfahren weggelassen sein, um unnötige Verschleierungen der vorliegenden Ausführungsformen zu vermeiden.

Die hier verwendete Terminologie dient nur für die Beschreibung von bestimmten Ausführungsformen und ist nicht dazu vorgesehen, um diese Offenbarung einzuschränken. Die hier in der Einzahl verwendeten Ausdrücke "ein", "eine", "der", "die" und "das" sind so zu verstehen, dass sie auch die Formen im Plural einschließen, falls der Zusammenhang dies nicht anders verdeutlicht. Weiters kennzeichnet die Verwendung der Ausdrücke "ein", "eine" usw. nicht eine Mengeneinschränkung sondern eher das Vorhandensein von zu mindest einem der betreffenden Gegenstände. Die Verwendung des Ausdrucks "erster", "zweiter" und Ähnliches schließt nicht eine bestimmte Reihenfolge ein, sondern dient nur dazu, um einzelne Elemente zu kennzeichnen. Weiters bezeichnet der Ausdruck "erster", "zweiter" usw. keine Reihenfolge oder Wichtigkeit, sondern die Ausdrücke "erster", "zweiter" usw. werden dazu verwendet, um ein Element von anderen zu unterscheiden. Weiters ist ersichtlich, dass die Ausdrücke "umfassen" und/oder "enthalten" oder "aufweisen" und/oder "einschließen",

wenn sie in dieser Beschreibung verwendet werden, das Vorhandensein der betreffenden Merkmale, Bereiche, ganze Zahlen, Schritte, Arbeitsvorgänge, Elemente und/oder Bauteile kennzeichnet, wobei sie jedoch nicht das Vorhandensein oder das Hinzufügen von ein oder mehreren anderen Merkmalen, Bereichen, ganzen Zahlen, Schritten, Arbeitsvorgängen, Elementen, Bauteilen und/oder Gruppen davon ausschließen.

Wenn es nicht anders festgelegt ist, haben alle Ausdrücke (einschließlich von technischen und wissenschaftlichen Ausdrücken), die hier verwendet werden, die selbe Bedeutung, wie sie allgemein von Fachleuten verstanden wird. Es ist weiters ersichtlich, dass Ausdrücke, wie sie in Wörterbüchern allgemein verwendet werden, hier so zu interpretieren sind, dass sie eine Bedeutung besitzen, die mit ihrer Bedeutung im Zusammenhang mit der betreffenden Technik und der vorliegenden Offenbarung übereinstimmt, wobei sie nicht in einem idealisierten oder formalen Sinn zu interpretieren sind, falls dies hier nicht ausdrücklich so festgelegt ist.

In den Zeichnungen sind mit den gleichen Bezugsziffern gleichartige Elemente bezeichnet. Die Form, Größe und Bereiche und Ähnliches der Zeichnung können übertrieben dargestellt sein, um sie deutlicher zu machen.

Die wichtigsten Faktoren bei der Konstruktion eines Neuralstimulators für Neuralprothesen sind die Leistungsfähigkeit und die Sicherheit.

Die Leistungsfähigkeit betrifft die Möglichkeit, das gewünschte physiologische Ansprechverhalten auszulösen. Die Stimulation, die der ursprünglichen Neuralstimulation am ähnlichsten ist, kann gefunden werden, indem die Stärke der Stimulation gesteuert wird.

Die Sicherheit wird in zwei wichtigen die Zellen, an die die Stimulation angelegt wird, nicht beschädigt werden. Zweitens sollte die Elektrode des Stimulators nicht beschädigt werden, beispielsweise durch Korrosion. Die Sicherheitsfrage wird in der folgenden Beschreibung betrachtet.

Fig. 1 zeigt ein vereinfachtes Schaltbild, das einen

Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß einer Ausführungsform zeigt. Der Neuralstimulator für Neuralprothesen 10 umfasst: einen Steuersignal-Empfänger 11, der ein Steuersignal von außen empfängt und das empfangene Steuersignal an einen Schaltkreis legt, der einen elektrischen Signalgenerator aufweist, wobei der elektrische Signalgenerator 12 ein elektrisches Neuralstimulations-Signal erzeugt, sowie ein Gehäuse 13, das den Steuersignal-Empfänger und den elektrischen Signalgenerator vor Körperflüssigkeiten schützt, wobei das vom Steuersignal-Empfänger für den Schaltkreis, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, gelieferte Steuersignal ein logisches Wechselstrom-Signalsignal ist. Das Gehäuse bedeckt die Außenseite des Steuersignal-Empfängers und des elektrischen Signalgenerators mit einem den Schaltkreis schützenden Material.

Der Steuersignal-Empfänger 11 liefert das Steuersignal für die Ansteuerung des Neuralstimulators für Neuralprothesen. Das vom Neuralstimulator für Neuralprothesen verwendete Steuersignal kann von außen empfangen werden. Der Steuersignal-Empfänger 11 kann das empfangene Steuersignal ohne Umsetzung liefern. Da der Neuralstimulator für Neuralprothesen in den Körper implantiert wird, sind seine Größe und sein Volumen eingeschränkt, wodurch der Bedarf besteht, dass ein Schaltkreis ohne Umsetzeinrichtung für das Steuersignal konstruiert werden muss.

Der elektrische Signalgenerator 12 erzeugt ein elektrisches Neuralstimulations-Signal. Das vom elektrischen Signalgenerator 12 erzeugte Signal wird in Form eines elektrischen Stroms oder einer Spannung in Übereinstimmung mit einer gewünschten Stimulationsgröße erzeugt.

Das Gehäuse 13 schützt den Schaltkreis, der den Neuralstimulator für Neuralprothesen bildet, beispielsweise den Steuersignal-Umsetzer oder den elektrischen Signalgenerator, vor Körperflüssigkeiten oder Ionen. Der Schutz vor Körperflüssigkeiten oder Ionen wird später ausführlich beschrieben.

Im Allgemeinen ist die Außenseite einer Neuralprothese, die

einen Stimulator-Chip für Neuralprothesen umfasst, hermetisch abgedichtet, um einen Austausch mit Körperflüssigkeiten oder Ionen von außen zu verhindern. Dazu besteht das Gehäuse aus einem Material, das korrosionsbeständig gegenüber Körperflüssigkeiten oder Ionen ist. Im Allgemeinen werden Titan oder keramische Werkstoffe verwendet.

Es gibt eine Reihe von Problemen, die mit der hermetischen Abdichtung des Gehäuses in Zusammenhang stehen. Das größte Problem ist die Abdichtung der elektrischen Leitung. Da die elektrische Leitung vom Gehäuse isoliert sein muss, sind weitere Kosten für einen komplizierten Isolierungsvorgang erforderlich. Dementsprechend besteht der Bedarf, dass die Neuralprothese ohne ein hermetisch abgedichtetes Gehäuse sicher arbeitet, um eine kostengünstige Neuralprothese herzustellen.

Dazu muss das Gehäuse 13 einen einfacheren und kostengünstigeren Aufbau besitzen, als dies bei einem Gehäuse mit einer hermetisch abgedichteten Hülle der Fall ist. Es kann ein Verfahren, bei dem einfach ein Isoliermaterial aufgebracht wird, das einen integrierten Schaltkreis schützen kann, überlegt werden, obwohl es hier zu kleinen Leckbildungen kommen kann. Das Verfahren zum einfachen Beschichten betrifft einfach das Einschließen des Schaltkreises, statt dass eine hermetisch abgedichtete Hülle verwendet wird, so dass es für eine Massenfertigung geeignet ist. Beispielsweise kann ein Verfahren zum Aufbringen von Schichten in einem Halbleiterverfahren verwendet werden.

Im Besonderen sind Silikonelastomere oder Polyurethan beim Schutz von Siliziumoxid oder Metalloxidsystemen wirksam. Da sich Silizium stark an die Moleküle bindet und molekulare Flächen stabilisiert, verhindert es die Korrosion von Siliziumoxid oder anderen Oxiden. Dementsprechend kann das Gehäuse 13 mit Silikonelastomeren oder Polyurethan den Schaltkreis oder die davon eingeschlossenen Einrichtungen bedecken.

Wenn die Außenseite des Schaltkreises mit einem den Schaltkreis schützenden Material überzogen ist, ohne dass eine

hermetisch abgedichtete Hülle verwendet wird, können das Steuersignal oder das Stimulationssignal nicht in den menschlichen Körper austreten. Das Austreten des Steuersignals oder des Stimulationssignals in den menschlichen Körper kann zu einer Beschädigung des naheliegenden Gewebes oder der Zellen führen. Im Besonderen dann, wenn ein Gleichstrom-Steuersignal verwendet wird, kann eine Ladungsansammlung an der Grenzfläche zwischen Metall und Gewebe durch eineinphasige Stimulationen im nahen Gewebe oder den Zellen schwerwiegende Auswirkungen besitzen.

Fig. 2 vergleicht die Beschädigung von Geweben durch einphasige oder zweiphasige Schwingungsformen. Die einphasige Schwingungsform beschädigt das Gewebe, während die zweiphasige Schwingungsform das Gewebe nicht beschädigt.

Im Diagramm kann die einphasige Schwingungsform einem Gleichstrom-Steuersignal entsprechen, wobei die zweiphasige Schwingungsform einem logischen Wechselstrom-Steuersignal entsprechen kann, bei dem sich positive und negative Werte abwechseln.

Wie Fig. 2 zeigt, kann die Verwendung eines Gleichstrom-Steuersignals im Vergleich zur Verwendung eines logischen Wechselstrom-Steuersignals bei der Sicherheit von Geweben oder Zellen zu Problemen führen. Wenn man daher überlegt, dass ein Austreten des Steuersignals möglich ist, da eine hermetisch abgedichtete Hülle fehlt, kann die Verwendung eines logischen Wechselstrom-Steuersignals für das Gewebe oder die Zellen sicherer als ein Gleichstrom-Steuersignal sein. Wenn daher ein logisches Wechselstrom-Steuersignal für einen Neuralstimulator verwendet wird, kann dies erwägenswert sein.

Es kann bei der Ladungsübertragung an der Grenzfläche zwischen einer Elektrode und einem Elektrolyt entweder zu einer Nicht-Faraday-Reaktion oder zu einer Faraday-Reaktion kommen. Die Nicht-Faraday-Reaktion betrifft eine Reaktion, bei der keine Übertragung von Elektronen zwischen der Elektrode und dem Elektrolyt stattfindet, während die Faraday-Reaktion eine Reaktion betrifft, bei der eine Übertragung der Elektronen zwischen der Elektrode und dem Elektrolyt stattfindet, wodurch

es zu einer Oxidation und Reduktion kommt. Die Faraday-Reaktion ist in reversible und irreversible Reaktionen unterteilt.

Die irreversible Reaktion betrifft eine Reaktion, bei der eine Reaktion in eine Richtung vorherrscht und in der anderen kaum auftritt. Im Allgemeinen handelt es sich bei einer Reaktion, bei der Gas oder eine Ausfällung gebildet werden, um eine irreversible Reaktion. Wenn das Gas oder die Ausfällung, die durch die Reaktion eines Ions oder einer Substanz gebildet werden, im reagierenden System vorkommen, tritt eine reversible Reaktion kaum auf. Die irreversible Reaktion führt zu einer Veränderung in der chemischen Umgebung, wodurch es zu einer Beschädigung des Gewebes, der Zellen oder der Elektrode kommt. Es ist daher wichtig, dass das Auftreten von irreversiblen Reaktionen verhindert wird, wenn ein Neuralstimulator für Neuralprothesen konstruiert wird.

Typische irreversible Reaktionen, die an der Grenzfläche zwischen der Elektrode und dem Elektrolyt auftreten, sind folgende:

Mathematische Fig. 1



Mathematische Fig. 2



Die Oxidation oder Reduktion von Wasser ergibt Sauerstoffgas oder Wasserstoffgas. Während ein Proton und ein Sauerstoffion spontan Wasser erzeugen, ist die Erzeugung von Sauerstoff und Wasserstoff aus Wasser nicht spontan und sollte nicht auftreten. Dazu sollte die Spannung zwischen der Elektrode, die dem Wasser und den Ionen im menschlichen Körper ausgesetzt ist, und der Körperflüssigkeit einen vorgegebenen Wert nicht überschreiten. Der Spannungswert bedeutet eine Schwellwertspannung, bei der die Reaktionen der Reaktionsformel 1 und 2 in der Körperflüssigkeit auftreten. Die Spannung kann eine Spannung sein, die zwischen beiden Enden des Kondensators C_{d1} im Schaltkreis angelegt wird, der so

aufgebaut ist, wie dies später beschrieben werden soll.

Fig. 3 zeigt ein Schaltbild eines zweischichtig aufgebauten elektrischen Schaltkreises. Da sich Doppelschicht wie ein Kondensator verhält, kann sie als Kondensator C_{d1} dargestellt werden. In Fig. 3 stehen Δf für das Gleichgewichtspotential, R_s für den Flüssigkeitswiderstand und Z_{Faraday} für die Faraday-Impedanz.

Fig. 4 zeigt ein Schaltbild, in dem eine Simulation einer Doppelschicht dargestellt ist, die als elektrischer Schaltkreis von Fig. 3 abgebildet ist. Es soll angenommen werden, dass zwischen den Elektroden eines Neuralstimulators für Neuralprothesen, die einer Körperflüssigkeit ausgesetzt sind, eine Spannung V_s angelegt wird. Das bedeutet, dass ein Steuersignal aus dem Neuralstimulator für Neuralprothesen austritt.

Es soll angenommen werden, dass im Ersatzschaltbild von Fig. 4 eine Spannung V_p an die Doppelschicht C_{d1} angelegt wird. Die oben erwähnte irreversible Reaktion tritt nur dann nicht auf, wenn die Spannung V_p unter einem Bezugswert liegt. Eine Stimulation wurde mit verschiedenen Frequenzen ausgeführt, während die an den Schaltkreis von Fig. 4 angelegte Spannung konstant gehalten wurde.

Fig. 5 zeigt den Frequenzgang der Spannung V_p , die zwischen beiden Enden des Kondensators im Ersatzschaltbild von Fig. 4 angelegt wird. Das Diagramm zeigt den Frequenzgang eines Tiefpassfilters.

Nunmehr wird auf Fig. 5 Bezug genommen. Wenn sich die Frequenz dem Wert 0 nähert (d.h. einer Gleichspannung), ist die Spannung V_p gleich der an den Schaltkreis angelegten Spannung V_s . Das bedeutet, dass die Ableitung der Gleichspannung in den Körper sehr leicht zu einer irreversiblen Reaktion führen kann. Die Spannung V_p nimmt ab, wenn die Frequenz ansteigt (d.h. eine Wechselspannung). Das bedeutet, dass das Austreten der Wechselspannung in den Körper relativ seltener zu einer irreversiblen Reaktion führt, als dies bei einer Gleichspannung der Fall ist. Im Zusammenhang mit Fig. 2 unterstützt dies die Sicherheit des Neuralstimulators für

Neuralprothesen, der ein logisches Wechselspannungs-Steuersignal verwendet.

Bei einer anderen Ausführungsform gemäß dieser Offenbarung wird ein logisches Wechselspannungs-Steuersignal von einem Steuersignal-Umsetzer geliefert, um mit einem Leckstrom zusammenzuwirken, auch wenn ein Neuralstimulator in eine hermetisch abgedichtete Hülle verpackt ist. Das Gehäuse besteht aus Titan oder aus keramischen Werkstoffen.

Ein Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß dieser Ausführungsform umfasst: einen Steuersignal-Empfänger 11, der ein Steuersignal von außen empfängt und das empfangene Steuersignal an einen Schaltkreis legt, der einen elektrischen Signalgenerator aufweist, wobei der elektrische Signalgenerator 12 ein elektrisches Neuralstimulations-Signal erzeugt, sowie ein Gehäuse 13, das den Steuersignal-Empfänger und den elektrischen Signalgenerator vor Körperflüssigkeiten schützt, wobei der Steuersignal-Empfänger ein logisches Wechselspannungs-Steuersignal für den Schaltkreis liefert, der den elektrischen Signalgenerator aufweist. Das Gehäuse kann eine hermetisch abgedichtete Hülle sein, die Titan oder keramische Werkstoffe verwendet.

Der Austritt des elektrischen Stroms kann auch dann auftreten, wenn ein Gehäuse zum Schutz des Steuersignal-Empfängers und des elektrischen Signalgenerators vor Körperflüssigkeiten oder Ionen verwendet wird. In diesem Fall kann die Verwendung eines Gleichstrom-Steuersignals für naheliegendes Gewebe oder Zellen schwerwiegend sein, da die einphasige Stimulation durch ein Gleichstrom-Steuersignal im Gewebe oder den Zellen gesammelt wird. Es kann daher ein logisches Wechselstrom-Steuersignal als Steuersignal-Quelle verwendet werden, um die Sicherheit des Gewebes oder der Zellen zu gewährleisten.

Fig. 6 zeigt ein vereinfachtes Schaltbild, das einen Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß einer anderen Ausführungsform darstellt, die mit einem Steuersignal-Umsetzer ausgestattet ist.

Nunmehr wird auf Fig. 6 Bezug genommen. Der Neuralstimulator für Neuralprothesen umfasst: einen Steuersignal-Empfänger 11,

der ein Steuersignal von außen empfängt und das empfangene Steuersignal an einen Steuersignal-Umsetzer legt, einen elektrischen Signalgenerator 12, der ein elektrisches Neuralstimulations-Signal erzeugt, den Steuersignal-Umsetzer 61, der das vom Steuersignal-Empfänger empfangene Steuersignal in ein stabiles logisches Wechselstrom-Steuersignal umsetzt und das stabile logische Wechselstrom-Steuersignal an einen Schaltkreis legt, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, sowie ein Gehäuse 13, das den Steuersignal-Empfänger, den elektrischen Signalgenerator und den Steuersignal-Umsetzer vor Körperflüssigkeiten schützt, wobei das Steuersignal, das vom Steuersignal-Umsetzer an den Schaltkreis gelegt wird, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, ein logisches Wechselstrom-Steuersignal ist. Wie oben beschrieben wurde, kann das Gehäuse eine hermetisch abgedichtete Hülle sein, die Titan oder keramische Werkstoffe verwendet, oder das Gehäuse kann die Außenseite des Schaltkreises mit Silizium oder Polyurethan beschichten.

Nunmehr soll eine ausführlichere Beschreibung der Ausführungsform von Fig. 6 gegeben werden.

In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform kann das vom Steuersignal-Empfänger empfangene Steuersignal in ein logisches Wechselstrom-Steuersignal umgesetzt werden, das stabiler und für den Schaltkreis geeigneter ist, worauf es an den inneren Schaltkreis des Neuralstimulators für Neuralprothesen gelegt wird.

Der Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß der Ausführungsform umfasst: einen Steuersignal-Empfänger, der ein Steuersignal von außen empfängt und das empfangene Steuersignal an einen Steuersignal-Umsetzer legt, einen elektrischen Signalgenerator, der ein Neuralstimulations-Signal erzeugt, wobei der Steuersignal-Umsetzer das vom Steuersignal-Empfänger empfangene Steuersignal in ein stabiles logisches Wechselstrom-Steuersignal umsetzt und das stabile logische Wechselstrom-Steuersignal an einen Schaltkreis legt, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, sowie ein Gehäuse, das den Steuersignal-Empfänger, den elektrischen Signalgenerator und den Steuersignal-Umsetzer vor

Körperflüssigkeiten schützt, wobei das vom Steuersignal-Umsetzer gelieferte Steuersignal für den elektrischen Schaltkreis, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, ein logisches Wechselstrom-Steuersignal ist. Wie oben beschrieben wurde, kann das Gehäuse die Außenseite des Steuersignal-Empfängers, des elektrischen Signalgenerators und des Steuersignal-Umsetzers mit Silizium oder Polyurethan beschichten.

Das logische Wechselstrom-Steuersignal kann beispielsweise eine Sinusschwingung, eine Impulsschwingung und eine Dreieckschwingung sein. Das Hinzufügen des Steuersignal-Umsetzers kann die elektrischen Signalgeneratoren verändern, die im Neuralstimulator für Neuralprothesen verwendet werden. Das bedeutet, dass eine Vielfalt von Steuersignal-Quellen verwendet werden kann, um den elektrischen Signalgenerator zu betreiben.

Bei einer anderen Ausführungsform gemäß dieser Offenbarung umfasst ein Neuralstimulator für Neuralprothesen einen Steuersignal-Umsetzer, der das vom Steuersignal-Empfänger empfangene Steuersignal in ein logisches Wechselstrom-Steuersignal umsetzt, das stabiler und für den Schaltkreis geeigneter ist, worauf er das logische Wechselstrom-Steuersignal an den internen Schaltkreis des Neuralstimulators für Neuralprothesen legt, wenn eine hermetisch abgedichtete Hülle verwendet wird.

Der Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß der Ausführungsform umfasst: einen Steuersignal-Empfänger, der von außen ein Steuersignal empfängt und das empfangene Steuersignal an einen Steuersignal-Umsetzer legt, einen elektrischen Signalgenerator, der ein elektrisches Neuralstimulations-Signal erzeugt, wobei der Steuersignal-Umsetzer, der das vom Steuersignal-Empfänger empfangene Steuersignal in ein stabiles logisches Wechselstrom-Steuersignal umsetzt und das stabile logische Wechselstrom-Steuersignal an einen Schaltkreis legt, den elektrischen Signalgenerator aufweist, sowie ein Gehäuse, das den Steuersignal-Empfänger, den elektrischen Signalgenerator und den Steuersignal-Umsetzer vor Körperflüssigkeiten schützt,

wobei das vom Steuersignal-Umsetzer an den Schaltkreis, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, gelegte Steuersignal ein logisches Wechselstrom-Steuersignal ist. Das Gehäuse kann eine hermetisch abgedichtete Hülle sein, die Titan oder keramische Werkstoffe verwendet.

Wie bereits oben beschrieben wurde, kann das logische Wechselstrom-Steuersignal beispielsweise eine Sinusschwingung, eine Impulsschwingung und eine Dreiecksschwingung sein. Das Beifügen des Steuersignal-Umsetzers kann die elektrischen Signalgeneratoren verändern, die in dem Neuralstimulator für Neuralprothesen verwendet werden. Das bedeutet, dass eine Vielfalt von Steuersignal-Quellen verwendet werden kann, um den elektrischen Signalgenerator zu betreiben.

Der Steuersignal-Empfänger kann das Steuersignal, das von der Einrichtung verwendet wird, von außen über eine drahtlose Kommunikationsverbindung empfangen. In diesem Fall kann das Steuersignal über eine drahtlose Kommunikationsverbindung und durch die Induktion eines Stroms in einer Spule empfangen werden.

Weiters kann der Steuersignal-Empfänger ein Steuersignal von außen über eine durch Licht induzierte Energieübertragung empfangen.

Bei einer anderen Ausführungsform kann der Steuersignal-Empfänger das Steuersignal von einer Batterie empfangen, die ein Gleichstrom-Steuersignal liefert. Das empfangene Gleichstrom-Steuersignal wird vom Steuersignal-Umsetzer in ein logisches Wechselstrom-Steuersignal umgesetzt und dann an den elektrischen Signalgenerator gelegt.

Wie bei den anderen oben erwähnten Ausführungsformen können die Sicherheit und die Betriebssicherheit des elektrischen Signalgenerators dadurch verbessert werden, dass das vom elektrischen Signalgenerator verwendete Steuersignal in das logische Wechselstrom-Steuersignal umgesetzt wird.

Die bestehenden Neuralprothesen-Systeme, die ein Gleichstrom-Steuersignal verwenden, erfordern, dass das gesamte System einschließlich der Batterie und des elektrischen



Signalgenerators unter Verwendung von Titan oder keramischen Werkstoffen hermetisch abgedichtet verpackt wird. Weiters sind alle Stellen, die mit der Elektrode verbunden sind, der Gefahr eines Auslaufens von Körperflüssigkeiten ausgesetzt.

Gemäß dieser Beschreibung kann im Gegensatz dazu der elektrische Signalgenerator vollständig mit einem den Schaltkreis schützenden Material überzogen sein, wobei die Stellen, die der Gefahr eines Auslaufens ausgesetzt sind, lediglich zwei Anschlusspunkte der hermetisch abgedichteten Batterie und des Steuersignal-Umsetzers für die Lieferung des Steuersignals sind.

Da weiters die Batterie, die ein großes Volumen einnimmt, vom elektrischen Signalgenerator getrennt ist, kann die Batterie frei und getrennt vom elektrischen Signalgenerator angeordnet werden.

Obwohl die beispielhaften Ausführungsformen gezeigt und beschrieben wurden, ist für Fachleute ersichtlich, dass verschiedene Änderungen in der Form und den Details vorgenommen werden können, ohne dadurch vom Geist und Bereich dieser Offenbarung abzuweichen, wie sie in den angeschlossenen Ansprüchen festgelegt ist.

Zusätzlich können viele Abänderungen ausgeführt werden, um eine bestimmte Situation oder ein Material an die Lehren dieser Offenbarung anzupassen, ohne vom wesentlichen Gebiet abzuweichen. Es ist daher beabsichtigt, dass diese Offenbarung nicht auf die bestimmten beispielhaften Ausführungsformen beschränkt ist, die geoffenbart wurden, sondern dass diese Offenbarung alle Ausführungsformen aufweist, die in das Gebiet der angeschlossenen Ansprüche fallen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Neuralstimulator für Neuralprothesen, wobei der Neuralstimulator umfasst:
einen Steuersignal-Empfänger, der ein Steuersignal von außen empfängt und das empfangene Steuersignal an einen Schaltkreis legt, der einen elektrischen Signalgenerator aufweist,
wobei der elektrische Signalgenerator ein elektrisches Neuralstimulations-Signal erzeugt, sowie
ein Gehäuse, das den Steuersignal-Empfänger und den elektrischen Signalgenerator vor Körperflüssigkeiten schützt,
wobei das vom Steuersignal-Empfänger an den Schaltkreis, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, gelegte Steuersignal ein logisches Wechselstrom-Steuersignal ist.
2. Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß Anspruch 1, wobei das Gehäuse eine hermetisch abgedichtete Hülle ist, die Titan oder keramische Werkstoffe verwendet.
3. Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß Anspruch 1, wobei das Gehäuse die Außenseite des Steuersignal-Empfängers und des elektrischen Signalgenerators mit einem Schutzmaterial für den Schaltkreis überzieht.
4. Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Steuersignal-Empfänger ein Steuersignal von außen über eine drahtlose Kommunikationsverbindung oder eine durch Licht induzierte Energieübertragung empfängt.
5. Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß Anspruch 3, wobei das Material zum Schutz des Schaltkreises ein Isoliermaterial umfasst.
6. Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß Anspruch 5, wobei das Material zum Schutz des Schaltkreises ein Silikonelastomer oder Polyurethan umfasst.

7. Neuralstimulator für Neuralprothesen, wobei der Neuralstimulator umfasst:
einen Steuersignal-Empfänger, der von außen ein Steuersignal empfängt und das empfangene Steuersignal an einen Schaltkreis legt, der einen Steuersignal-Umsetzer aufweist,
einen elektrischen Signalgenerator, der ein elektrisches Neuralstimulations-Signal erzeugt,
einen Steuersignal-Umsetzer, der das vom Steuersignal-Empfänger empfangene Steuersignal in ein stabiles logisches Wechselstrom-Steuersignal umsetzt und dieses an den elektrischen Signalgenerator legt, sowie
ein Gehäuse, das den Steuersignal-Empfänger, den elektrischen Signalgenerator und den Steuersignal-Umsetzer vor Körperflüssigkeiten schützt,
wobei das vom Steuersignal-Umsetzer an einen Schaltkreis, der den elektrischen Signalgenerator aufweist, angelegte Steuersignal ein logisches Wechselstrom-Steuersignal ist.
8. Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß Anspruch 7, wobei das Gehäuse eine hermetisch abgedichtete Hülle ist, die Titan oder keramische Werkstoffe verwendet.
9. Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß Anspruch 7, wobei das Gehäuse die Außenseite des Steuersignal-Empfängers, des elektrischen Signalgenerators und des Steuersignal-Umsetzers mit einem den Schaltkreis schützenden Material überzieht.
10. Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß Anspruch 8 oder 9, wobei das logische Wechselstrom-Steuersignal irgendein Signal einer Sinusschwingung, einer Impulsschwingung und einer Dreieckschwingung ist.
11. Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß Anspruch 8 oder 9, wobei der Steuersignal-Empfänger ein Steuersignal von außen über eine drahtlose Kommunikationsverbindung oder eine durch Licht induzierte Energieübertragung empfängt.

12. Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß Anspruch 9, wobei das Material zum Schutz des Schaltkreises ein Isoliermaterial umfasst.
13. Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß Anspruch 12, wobei das Material zum Schutz des Schaltkreises ein Silikonelastomer oder Polyurethan umfasst.
14. Neuralstimulator für Neuralprothesen gemäß Anspruch 7, wobei der Steuersignal-Empfänger ein Steuersignal von einer Batterie empfängt, die ein Gleichstrom-Steuersignal liefert.

000034

1/4

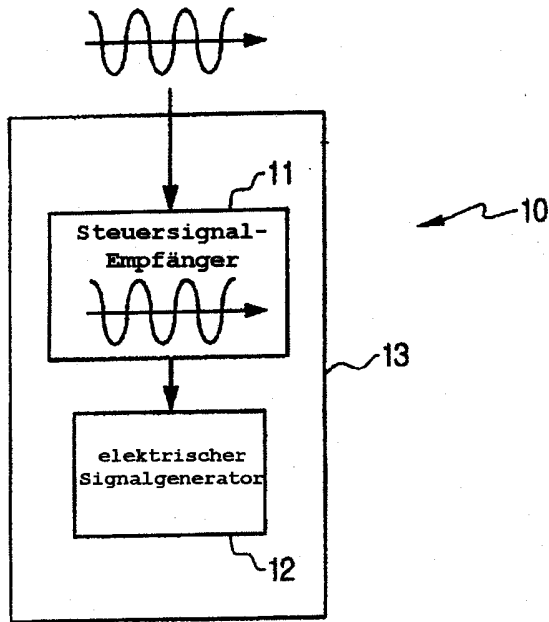
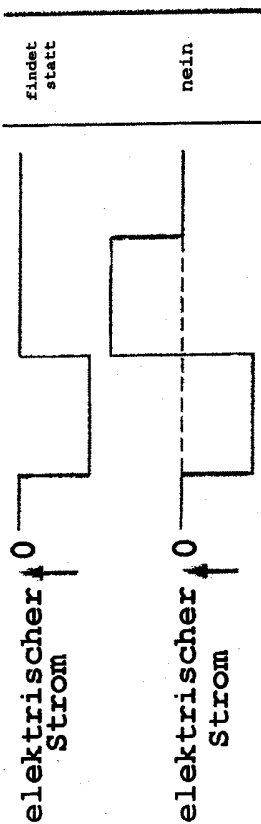


Fig. 1

Beschädigung
des Gewebes



(a) einphasige Schwingungsform

(b) ladungssymmetrische
zweiphasige Schwingungsform

Fig. 2

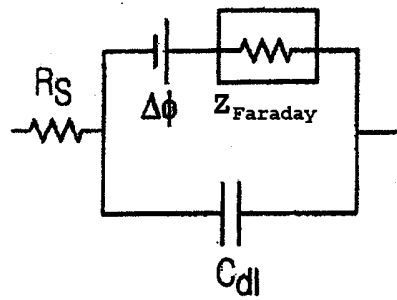


Fig. 3

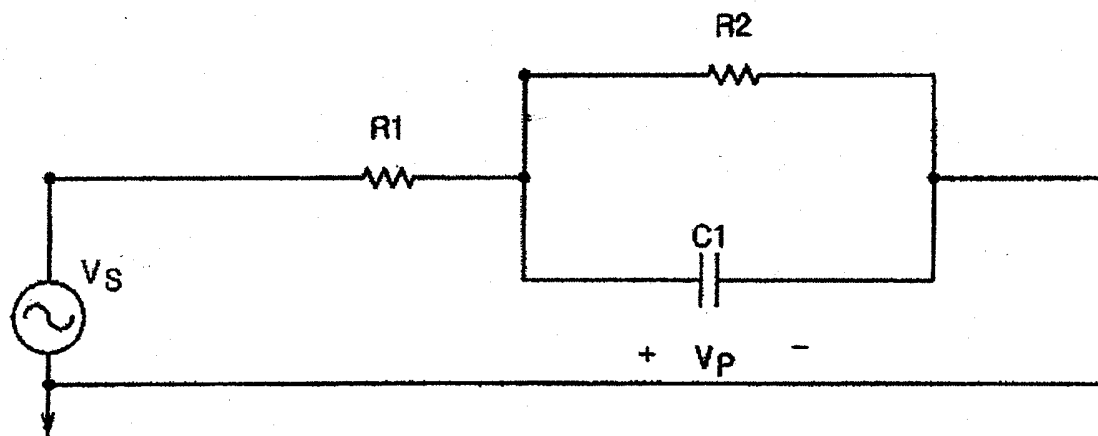


Fig. 4

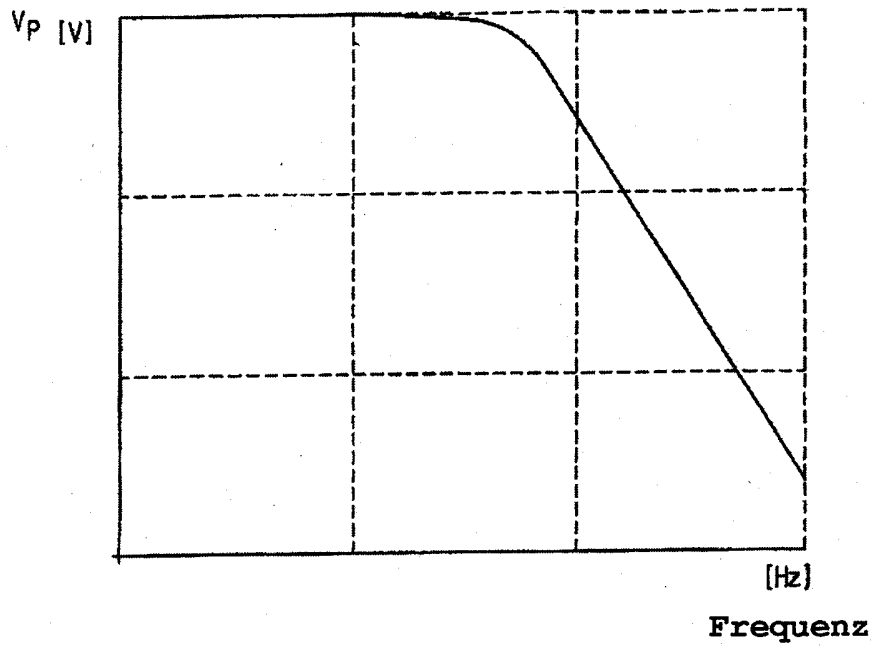


Fig. 5

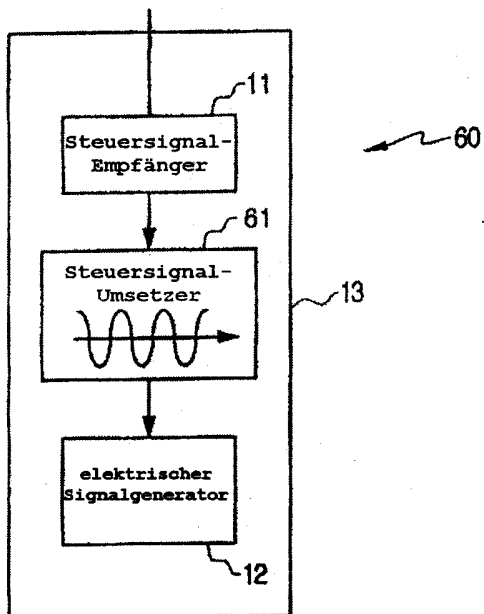


Fig. 6