

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	MG	Madagaskar
AU	Australien	FI	Finnland	ML	Mali
BB	Barbados	FR	Frankreich	MN	Mongolei
BE	Belgien	GA	Gabon	MR	Mauritanien
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BJ	Benin	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	PL	Polen
CA	Kanada	IT	Italien	RO	Rumänien
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CI	Côte d'Ivoire	LJ	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
DE	Deutschland	LU	Luxemburg	TG	Togo
DK	Dänemark	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika

Herzschríttmacher

B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft einen Herzschríttmacher nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus "Biomedizinische Technik, 34(1989), 191-196" ist ein Herzschríttmacher bekannt, der für die frequenzadaptive

Ein- und Zweikammerstimulation entwickelt wurde und dessen Ratensteuerung auf der Grundlage der Messung des tieffrequenten Schwingungsspektrum als die Aktivität des Patienten kennzeichnende Signale erfolgt. Dazu werden die Signale
5 le pegellimitiert und frequenzselektiv verstärkt und der Spektralanteil für die körperliche Belastung ausgewertet.

Mit Hilfe eines im Schrittmachergehäuse integrierten piezoelektrischen Wandlers sowie einer nachgeschalteten Signalverarbeitungs-
10 schaltung lassen sich die durch die körperliche Belastung auftretenden Bewegungsgrößen erfassen und eine optimale physiologische Anpassung des Schrittmachers an den gegebenen Belastungszustand des Patienten erzielen.

15 Die dem im Schrittmachergehäuse integrierten piezoelektrischen Wandler nachgeschaltete Signalverarbeitung erfordert jedoch einen zusätzlichen Strombedarf zu den übrigen Schaltungsteilen des Schrittmachers unabhängig vom Lebens-
20 rhythmus des Patienten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Herzschritt-
macher anzugeben, welcher sich an sich wiederholende Aktivitäten des Patienten anpaßt und insbesondere in
25 voraussehbaren Zyklen verminderter körperlicher Aktivität des Patienten auch den Energiebedarf des Schrittmachers herabsetzt.

Diese Aufgabe wird bei einem Herzschritt-
30 macher nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im Kennzeichen angegebenen Merkmale gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß der Tagesrhythmus eines Patienten meist zyklisch abläuft und sich somit Möglichkeiten ergeben, insbesondere auch die Schrittmacheraktivität diesen Zyklen anzupassen, so daß insbesondere bei verminderter Aktivität auch die Baugruppen zur Erfassung Anpassung der Herzrate an diese Aktivität mit verminderter Energie betrieben werden können, da Herzratenänderungen nicht oder nur sehr selten veranlaßt werden müssen.

10 Hierbei kann die Erkennung der Aktivität des Patienten entweder durch einen von dem Sensor zur Ermittlung der körperlichen Belastung für die Steuerung der Herzrate getrennten Sensor erfolgen, wie beispielsweise durch einen
15 Lagesensor für die Ermittlung der Position des Patienten im Raum (Liegen oder Stehen) oder aber durch den Sensor für die körperliche Belastung selbst. In diesem Fall wird bevorzugt die durchschnittliche Frequenz der Ermittlung der augenblicklichen Belastung mit der Belastung vergrößert, so daß sich in Ruhephasen nur eine langsamere
20 Anpassung erfolgt.

Die Baugruppe zur Veränderung der Herzrate kann während einer Ruhephase gegebenenfalls ganz abgeschaltet werden.
25 Wird die Herzrate über einen Sensor zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit des Patienten ermittelt, der von dem Aktivitätssensor getrennt ist, so kann dieser in einer Ruhephase ebenfalls mit abgeschaltet werden. Im anderen Fall genügt ein regelmäßiges kurzzeitiges Einschalten in relativ großen Zeiträumen.
30

Zur Ermittlung der Ruhephase des Patienten wird eine Schaltung herangezogen, welche die Periodizität der regelmäßigen Ruhephasen des Patienten ermittelt und daraus ein Steuersignal ableitet, welches eine Verringerung des Energieverbrauchs der die Stimulationsrate des Schrittmachers beeinflussenden Baugruppe veranlaßt. Damit kann dann gegebenenfalls auch die Wiederholungsrate des kurzzeitigen Wiedereinschaltens der Mittel zur Aktivitätserfassung während der regelmäßigen Ruhephasen herabgesetzt bleiben.

10

Andere Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der weiteren Beschreibung und der Zeichnung.

15 Um zu vermeiden, daß das relativ stromaufwendigen Auswerteprogramm der nachgeschalteten Signalverarbeitungsschaltung eines Aktivitätssensorsystems ohne Unterbrechung aktiviert ist, wird bevorzugt eine Schaltung verwendet, welche den periodischen Rhythmus von Aktivitäts- und
20 Ruhephasen des Patienten erkennt und die Energieversorgung der Schaltung zur aktivitätsabhängigen Steuerung der Herzrate nur während der Aktivitätsphasen auf den höchsten Wert schaltet. Vorzugsweise erfolgt auf diese Weise eine Anpassung an einen Tag/Nacht-Rhythmus (Aktivitäts- und
25 Ruhephasen) des Patienten im Hinblick auf das Zuschalten des Aktivitätssensorsystems während der Tagphase eines Patienten bzw. das Abschalten während der Nachtphase.

Wird ein einziges Aktivitätssensorsystem sowohl für die
30 Steuerung der Herabsetzung der Energieversorgung als auch für die Ratensteuerung benutzt, so ist es günstig, wenn in

Zeiten erhöhter Aktivität (Aktivitätsphase) die Häufigkeit der Aktivierung der Schaltung zur Aktivitätserkennung (und damit der Energieverbrauch) heraufgesetzt bzw. deren Ansprechpegel herabgesetzt ist, während in Zeiten niedriger Aktivität (Ruhephase) die Zahl der Aktivierungen der Schaltung pro Zeiteinheit (und somit auch der Energieverbrauch) herabgesetzt ist. Bei der zyklischen Steuerung in Abhängigkeit von den regelmäßigen Aktivitäts- und Ruhephasen des Patienten im 24-Stunden-Rhythmus wird diese "aktivitätsabhängige Aktivität"-Steuerung der Aktivitätserkennungsschaltung nur in den gemittelten Ruhephasen des Patienten ausgenutzt.

Durch die erfindungsgemäße Lösung wird auf vorteilhafte Weise sichergestellt, daß nur dann die Schaltungsmittel zur Aktivitätserkennung mit erhöhter Energie versorgt werden, wenn der Patient sich in einer Aktivitätsphase befindet, und eine schnelle Anpassung der Herzstimulationsrate an Belastungsänderungen erforderlich ist. Einzelne Bewegungen, wie sie beispielsweise während der Schlafphase vorkommen, führen somit nicht zu einer Umschaltung auf eine erhöhte Stimulationsrate des Herzschrittmachers.

Als vorteilhaft wird eine Lösung vorgeschlagen, die sich den ändernden Tag/Nachtrhythmen des Patienten, wie sie beispielsweise bei der Umstellung von Sommer- auf Winterzeit oder bei Flugreisen mit Zeitdifferenz eintreten sowie einem von eins verschiedenen Tag/Nacht-Verhältnis anpaßt. Dazu wird insbesondere ein phasenfolgendes System eingesetzt, wie beispielsweise ein PLL-System mit seiner An-

passungsfähigkeit an die Frequenz und Phasenlage sich
ändernder Referenzsignale. Als Bezugsphasenlage dient da-
bei beispielsweise der Übergang von der Aktivitäts- in die
Ruhephase, wobei dann die Länge der Ruhephase in einem
5 integrierenden Speicher für Zeitmittelwerte festgehalten
wird.

Bei einer anderen vorteilhaften Lösung wird ein Ereignis-
zähler verwendet, welcher für Aktivitätsphasen kennzeich-
10 nende Signale in einem in einem 24-Stunden-Rhythmus zy-
klisch adressierbaren Mittelwertspeicher jeweils im
aktuell adressierten Speicherplatz festhält, wobei die
Anzahl der in früheren 24h-Zyklen im Mittel aufgenommenen
Aktivitätsereignisse gleichzeitig ausgelesen wird. Dieje-
15 nigen Speicherplätze, welche im Mittel eine einen vorgege-
benen Mindestwert überschreitende Anzahl von Aktivitäts-
ereignissen festhalten, erzeugen beim Auslesen zu einem
aktuellen Zeitpunkt dabei ein einen Aktivitätszustand
anzeigendes Signal.

20

Auf diese Weise erhält der Schrittmacher eine Art "innerer
Uhr" welche ihn befähigt, seine eigene Tätigkeit an die
des Patienten anzupassen. So wird insbesondere die Wie-
derholrate bei zur Energieersparnis nur in Zeitabständen
25 durchgeführten Messungen oder Berechnungen in der Ruhe-
phase des Patienten weiter herabgesetzt.

Insbesondere läßt sich auch eine Schaltung, welche die An-
zahl der Messungen oder vom Prozessor ausgeführten Berech-
30 nungen an die augenblickliche Aktivität des Patienten
anpaßt, auf in ihrer Funktion auf die Ruhephasen des Pa-

5 tienten beschränken. Auf diese Weise erfolgt die Anpassung der Herzrate an die körperliche Belastung in der regelmäßigen Aktivitätsphase (also gewöhnlich tagsüber) relativ schnell, während in der Nachtphase, in der Belastungsänderungen in der Regel nicht zu erwarten sind, eine verzögerte Anpassung vorgenommen wird. Dies entspricht aber durchaus dem Verhalten des Patienten selbst, der in einem solchen Fall ebenfalls eher "schlaftrunken" reagieren wird. Erst wenn der Patient regelmäßig zu bestimmten (zu-

10 nächst ungewöhnlichen Zeiten) eine Aktivitätsphase entwickelt, stellt sich das System aufgrund seiner zeitlichen Anpassungsfähigkeit (Lernfähigkeit) auf diese Regelmäßigkeit ein.

15 Zur Detektion des Tag/Nacht-Rhythmus bzw. auch einem anderen sich ändernden beliebigen Wechsel zwischen Aktivitäts- und Ruhephasen des Patienten kann dabei insbesondere ein Sensorsystem verwendet werden, welches Aktivitäten des Patienten detektiert und bei Detektion die Herzratensteuerung einschaltet.

20

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der

25 Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm des zeitlichen Verlaufs der Aktivität eines Patienten im 24h-Rhythmus,

30 Fig. 2 eine Auswerteschaltung als Ausführungsbeispiel der Erfindung sowie

Fig. 3 ein Blockschaltbild eines mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen ausgestatteten ratengesteuerten Herzschrittmachers.

5 In Figur 1 soll zunächst anhand eines Diagramms der Wechsel zwischen den verschiedenen Aktivitätsphasen des Patienten dargestellt werden. Die Figur zeigt die Tag/Nachtaktivität eines Patienten mit t1 als aktive Zeit und t2 als Ruhezeit. Der Beginn der aktiven Zeit t1 kann
10 sich durch äußere Einflüsse wie Sommer/Winterzeit oder unterschiedliche Zeitzone verändern. Ebenfalls unterliegt das Tast-Verhältnis von Tag zu Nacht Veränderungen. Diese Veränderungen werden durch eine sogenannte "innere Uhr" eines Menschen erfaßt.

15

Fig. 2 zeigt eine Auswerteschaltung für die Veränderungen der Tag/Nachtaktivität, die hieraus ein Steuersignal für das Abschalten eines Ratensteuersystems 12 zur Energieeinsparung ableitet. Das Aktivitätskriterium kann von
20 einem Aktivitätssensor 10 des Ratensteuersystems 12 abgeleitet werden. Bei dem Ratensteuersystem kann es sich um jedes System handeln, welches die Schrittmacherrate der augenblicklichen Belastung des Patienten nachführt, also beispielsweise um einen Sensor zur Erfassung der
25 systolischen Intervalle, ein Aktivitätsauswertungssystem oder einen System zur Umsetzung der ermittelten Respirationsrate des Patienten in eine für die augenblickliche Belastung des Patienten repräsentative Größe. Dem Ratensteuersystem 12 ist ein Herzschrittmacher 14 nachgeschaltet,
30 der in Abhängigkeit der Belastung des Patienten eine optimale Schrittmacherfunktion erfüllt.

Aus dem Ausgangssignal des Aktivitätssensorsystems 12 wird mittels eines Dekoders 13 eine Referenzfrequenz für eine PLL-Schaltung gewonnen. Der Dekoder 13 erzeugt eine Fig. 1 entsprechenden Spannungsverlauf der Referenzfrequenz.

5
Durch einen Umschalter 19 kann die Referenzfrequenz auch aus einem Lagesensor 11 oder einem Bewegungssensor abgeleitet. Die Referenzfrequenz wird dann einer Phasenvergleichsschaltung 15 zugeführt. Als zweite Frequenz wird
10 dem Phasenvergleichsschaltung 15 das Ausgangssignal eines spannungsgesteuerten Oszillators 17 über einen Teiler 18 zugeführt. Das Ausgangssignal der Phasenvergleichsschaltung 15 wird über einen Tiefpaß 16 dem spannungsgesteuerten Oszillator 17 zugeführt. Das Ausgangssignal des span-
15 nungsgesteuerten Oszillators 17 wird gegebenenfalls über einen nicht gezeichneten Teiler als Steuersignal für einen steuerbaren Schalter 20 verwendet, der während der Tagphase das Aktivitätssensorsystem 12 an die Versorgungsspannung V anschaltet und während der Nachtphase dieses
20 von Versorgung abtrennt.

Der Schalter 20 kann statt völlig abgeschaltet zu werden auch periodisch mit einer verringerten Wiederholrate eingeschaltet werden, um auf diese Weise einer Energieersparnis zu erzielen.
25

Da das Tast-Verhältnis von Tag zu Nacht bei einem Patienten unterschiedlich sein kann, ist erfindungsgemäß zusätzlich ein integrierender Speicher 21 vorgesehen, der einen
30 dem Tast-Verhältnis proportionalen Spannungswert erzeugt. Dieser Spannungswert wird vorzugsweise dazu verwendet, das

- 10 -

Tastverhältnis der Frequenz des spannungsgesteuerten Oszillators 17 an das Tast-Verhältnis von Tag zu Nacht anzupassen.

5 Hierbei wird eine PLL-Schaltung mit einem spannungsgesteuerten Oszillator 17 mit niedriger Frequenz verwendet. Dadurch wird die Periodizität des morgendlichen Erwachens mit großer Wahrscheinlichkeit korrekt vorhergesagt. Das PLL-System erfaßt die Phasenlage des täglichen Anstiegs
10 bzw. Abfalls der körperlichen Aktivität zum Ende bzw. Beginn der täglichen Ruhephase und stellt die Schrittmacheraktivität entsprechend ein. Dabei ist lediglich ein Abgleich der Phasenlage erforderlich, da die 24h-Wiederholungsrate durch den Lauf der Erde um die Sonne - und
15 damit den natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus - bestimmt wird und damit für alle Patienten festliegt. Zu kompensierende Phasenverschiebungen ergeben sich aber beispielsweise durch Flugreisen (jet lag). Die vorbeschriebene Schaltung braucht nicht wie eine Uhr gestellt zu werden, da sie sich
20 auch in ihrer 24h-Frequenz dem Tagesrhythmus des Patienten anpaßt, so daß kein hochgenauer Zeitgeber erforderlich ist.

Bei einer anderen Ausführung der Erfindung werden die Bau-
25 gruppen 15 bis 18 und 21 ersetzt durch einen im 24-h-Rhythmus zyklisch adressierten Speicher, der für jedes einer ANzahl von Zeitintervallen jeweils einen Speicherplatz aufweist. Die aktuellen Aktivitätsereignisse werden dem gespeicherten Mittelwert für das aktuell adressierte
30 Zeitintervall bei der Mittelung hinzugefügt, während der beim vormaligen Erreichen des betreffenden dem Zeitinter-

vall zugeordneten Speicherplatz vorhandene Speicherinhalt ausgelesen wird und aus Ausgangssignal den Schalter V ansteuert, d.h. bei einem zu einer erhöhten Aktivität gehörenden Speicherwert schließt oder mit einer höheren Wiederholrate schließt, während bei einem zu einer niedrigen Aktivität gehörenden Speicherinhalt Schalter 20 geöffnet bzw. mit niedrigerer Frequenz geschlossen wird, um den Energiespeicher der Schrittmachers vor vorzeitiger Erschöpfung zu bewahren.

10 Auf diese Weise erkennt der Schrittmacher den Lebensrhythmus des Patienten und paßt das Stimulationsverhalten wie eine "innere Uhr" entsprechend an, ohne daß es dazu zusätzlicher Meßwertaufnehmer bedarf.

15 In Figur 3 ist ein ratengesteuerter Herzschrittmacher 100 im Blockschaltbild dargestellt. Dieser Herzschrittmacher stimuliert über Steuerstufen 101 bzw. 102 und Ausgangsstufen 103 bzw. 104 Atrium 105 bzw. Ventrikel 106 des Herzens 107 mittels entsprechender an die Ausgangsschaltungen angeschlossener Elektroden. Diese Elektroden nehmen auch für Herzeigenaktionen charakteristische Signale aus dem Herzen auf und führen diese jeweils einer Eingangsstärker-Schaltung 108 bzw. 109 zu. Über nachgeschaltete 20 Detektionsstufen 110 bzw. 111 - jeweils getrennt für Atrium und Ventrikel - werden diese Signale aufbereitet.

Diese Daten werden einem Prozessorsystem 112 zugeleitet. Dieses Prozessorsystem ist mit der Steuerlogik über einen 30 Daten, einen Steuer und ein zusätzlichen Bus verbunden, so daß die von der Prozessoreinheit die digitalisierten im

- 12 -

- Atrium und Ventrikel aufgenommenen Signale abgefragt werden können und weiterhin digitale Steuersignale zu Auslösung von Stimulationsimpulsen im Atrium und Ventrikel abgegeben werden können. Die Steuerlogik 112 verhält sich
- 5 zum Prozessorteil 113 wie ein Steuerteil für eine periphere Einheit, beispielsweise als Interface zur Aufnahme und Abgabe von externen Analogsignalen mit AD-DA-Wandler, vielfach auch als Eingangs-Ausgangs-Einheit bezeichnet.
- 10 Weiterhin ist mit der Steuerlogik ein Zweirichtungsübertragungskanal 114, 115 verbunden, der mittels einer Induktivität 116 sowohl den Herzen aufgenommene Signale nach außerhalb des Patienten oder aber Steuersignale zur Programmierung des Herzschrittmachers von außerhalb des Patienten her zum Schrittmacher übertragen kann. Weiterhin ist
- 15 vorgesehen eine Batterie 117 zur Versorgung des gesamten Schrittmachers, ein Quarz 118 und ein Schwingkreis 119 als Zeitgeber bzw. Reservezeitgeber.
- 20 Ein Signalaufnahmeteil 120 dient zur Ermittlung eines physiologischen Parameters innerhalb des Körpers des Patienten, der ein Maß für die körperliche Belastung bildet. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich dabei um einen Impulsgeber zur Abgabe von Meßimpulsen (Stromimpulse
- 25 i) im rechten Ventrikel, aus denen über die im Ventrikel befindliche Elektrode der aktuelle elektrische Widerstand innerhalb des Ventrikels zu vorbestimmten Zeiten ermittelt werden kann. Weiterhin ist die Schaltung 120 versehen mit einer Leitung zum Abschalten dieser Baugruppe, so daß insbesondere die Abgabe von Stromimpulsen unterbunden wird.
- 30 Der Block 121 ist mittels eines Signals "off" von der

- 13 -

Steuerlogik 112 her abschaltbar. Diese Abschaltung erfolgt vom Prozessorteil 113 her.

Schließlich ist noch der Ruhephasenschalter 121 dargestellt, der Phasen der körperlichen Aktivität bzw. Ruhe des Patienten erfaßt. Der Ruhephasenschalter ist mit dem Prozessorsystem 112 zum direkten Datenaustausch verbunden. Der Ruhephasenschalter 121 enthält die weiter oben dargestellte PLL-Einheit mit Positions- oder Bewegungssensor. Diese ist derart gestaltet, daß das Ausgangssignal des Positions- oder Bewegungssensors mit dem Ausgangssignal der den Aktivitätsrhythmus des Patienten erkennenden Einheit mittels UND-Gatter verknüpft ist. Sporadische Bewegungen oder Lageänderungen des Patienten werden erst dann als Beginn der Aktivitätsphase erkannt, wenn auch der Zyklus der zu erwartenden Aktivitätsphase begonnen hat, so daß verhindert ist, daß der Herzschrittmacher bereits bei einzelnen Lageänderungen, beispielsweise im Schlaf, eine Betriebsweise beginnt, die der aktiven Phase des Patienten (Tagesprogramm) zugeordnet ist. Nur wenn eine intensivere Aktivität des Patienten außerhalb in einer Phase erkannt wird, in der eigentlich eine Ruhephase zu erwarten wäre, schaltet der Schrittmacher ebenfalls auf sein der aktiven Phase zugeordnetes Programm um. Bei diesem Programm wird dann beispielsweise der Block 121 durch Unterdrückung des Signals "off" aktiviert, so daß die Stimulationsrate adäquat zur körperlichen Belastung verändert wird. Da diese Schaltung wegen der regelmäßig zu erzeugenden Stromimpulse erheblich Batterieenergie verbraucht, ist ihre Benutzung in Ruhephasen des Patienten entbehrlich. Durch die erfindungsgemäße Anordnung wird sichergestellt, daß die Akti-

- 14 -

vierung nur dann erfolgt, wenn die Bewegungen oder Lageänderungen des Patienten auch tatsächlich zu einer längerfristigen Aktivität gehören.

5 Mittels eines Reed-Schalters 122 läßt sich die Prozessor-
einheit 113 mittels eines externen Magneten in einen vor-
bestimmten Zustand setzen, in dem vorzugsweise mit einer
festen Rate stimuliert wird.

10 Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht
auf das vorstehend angegebene bevorzugte Ausführungsbei-
spiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar,
welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich
anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

15

* * * * *

20

25

30

A n s p r ü c h e

1. Ratengesteuerter Herzschrittmacher mit einer Baugruppe zur Anpassung der Stimulationsrate an die aktuelle körperliche Belastung des Patienten,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

die Schaltung zur Ermittlung der Aktivität des Patienten aus einer Schaltung besteht, deren Eingang mit dem Ausgang eines Sensors für den Aktivitätszustand des Patienten verbunden ist, welcher im Falle über einen längeren Zeitraum fehlender oder geringer Aktivität bzw. einen einen vorgegebenen Pegel überschreitender Aktivität ein Ausgangssignal an den Synchronisationseingang eines in einem, vorzugsweise 24-Stunden-, Rhythmus mit in kontinuierlichem Wechsel auftretenden Aktivitäts- und Ruhephase synchronisierbaren Zeitgebers abgibt, welcher auch unabhängig von einem derartigen Eingangssignal ein eine Ruhe- bzw. eine Aktivitätsphase anzeigendes Signal erzeugt, wobei der Wechsel zwischen Aktivitäts- und Ruhephase im Mittel dem Wechsel der in einem vorangehenden Zeitraum aufgenommenen Ausgangssignalen des folgt.

25

2. Herzschrittmacher nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Ausgangssignal des Sensors (10, 11) die Referenzfrequenz einer PLL-Schaltung (13, 15, 16, 17, 18) oder ein Ereignissignal zum Festhalten in einem periodisch in einem 24-Stunden Zyklus Speicherplätze für Ereignis-

30

- 16 -

signale adressierenden Ereigniszähler als eine in einem 24-Stunden-Rhythmus synchronisierbare zeitabhängige Steuerschaltung bildet.

5

3. Herzschrittmacher nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die die PLL-Schaltung (13, 15, 16, 17, 18) einen spannungsgesteuerten Oszillator (17) mit niedriger, im Bereich der Frequenz des Aktivi-
10 täts-/Ruhe-Rhythmus liegenden, Frequenz aufweist.

4. Herzschrittmacher nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß aus dem Ausgangssignal
15 des spannungsgesteuerten Oszillators (17) das Steuersignal erzeugt wird.

5. Herzschrittmacher nach Anspruch 4, d a d u r c h
20 g e k e n n z e i c h n e t , daß ein integrierender Speicher (21) aus dem Aktivitäts-/Ruhe-Rhythmus einen diesem Tast-Verhältnis proportionalen Spannungswert erzeugt, und daß dieser Spannungswert das Tastverhältnis der Frequenz des spannungsgesteuerten Oszillators (17) an das
25 Verhältnis von Tag zu Nacht anpaßt.

6. Herzschrittmacher nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Ausgangssignal der
30 Schaltung zur Ermittlung des Aktivitäts-/Ruhe-Rhythmus mittels UND-Verknüpfung logisch verknüpft ist mit dem Aus-

gangssignal eines Bewegungs- oder Lagesensors, so daß ein die Aktivitätsphase des Patienten kennzeichnendes Signal erst abgegeben wird, wenn ein eine Bewegung- oder Lageänderung des Patienten kennzeichnendes Signal mit einem eine
5 Aktivitätsphase kennzeichnenden Signal des Zeitgebers zusammenfällt.

7. Herzschrittmacher nach einem der vorangehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
10 eine zu überschreitende Schwelle für die Auswertung der Aktivitätssignale vorgesehen ist, welche während der Ruhephase erhöht ist.

15 8. Herzschrittmacher nach einem der vorangehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß während der Ruhephase die Anzahl der Einschaltungen der Baugruppe für die Aktivitätssteuerung herabgesetzt ist.

20 9. Herzschrittmacher nach Anspruch 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß während der Ruhepause die Anzahl der Einschaltungen der Baugruppe für die Aktivitätssteuerung dann herabgesetzt ist, wenn die Schaltung
25 zur Ermittlung der Aktivität des Patienten ein Ausgangssignal abgibt, d.h., wenn ein vorgegebene Mindestaktivität für einen vorgegebenen Mindestzeitraum unterschritten ist oder die Summe dieser Zeiträume innerhalb eines vorgegebenen
30 Zeitintervalls einen vorgegebenen Wert überschreitet.

* * * * *

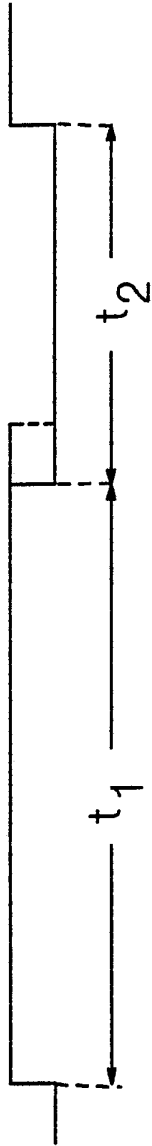


Fig. 1

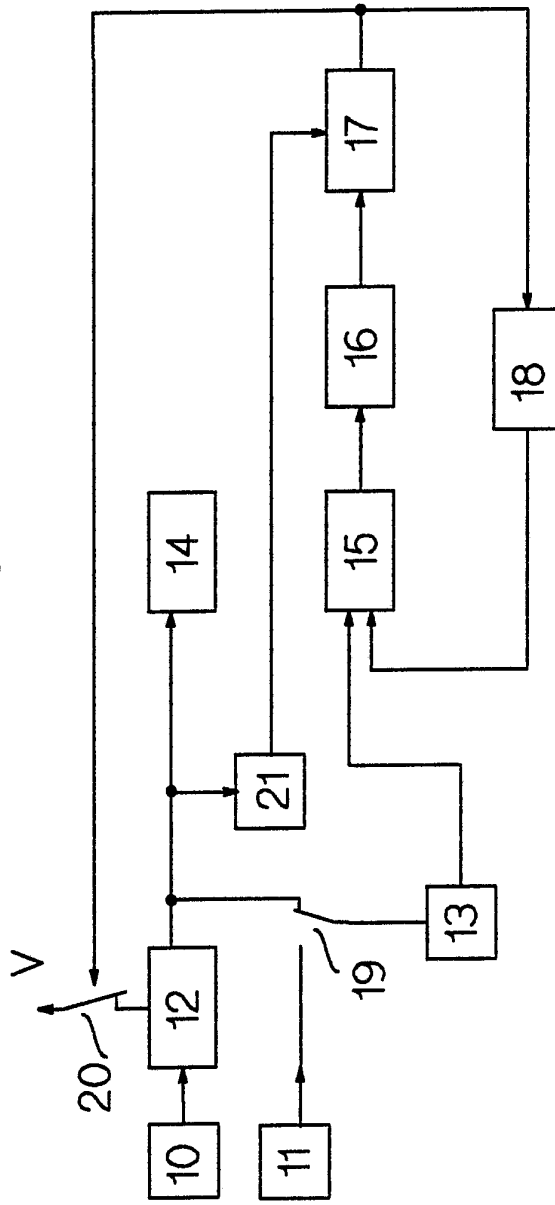


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 90/00929

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ⁶				
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC				
Int.Cl. ⁵	A 61 N 1/36			
II. FIELDS SEARCHED				
Minimum Documentation Searched ⁷				
Classification System	Classification Symbols			
Int.Cl. ⁵	A 61 N			
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸				
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹				
Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³		
P, Y A Y A A	EP, A, 0392800 (INTERMEDICS INC) 17 October 1990, see the whole document --- WO, A, 8203780 (BIOTRONIK) 11 November 1982, see abstract see page 2, line 30 - page 3, line 21 see page 6, lines 9-24 see page 11, lines 1-15 see page 13, lines 5-8 see page 14, lines 5-24 see page 19, line 21 - page 21, line 6 see page 31, lines 17-31 see page 33, lines 4-20; figures 1,3a --- DE, A, 3709022 (E. ALT) 29 September 1988, see the whole document --- US, A, 4381552 (J.D. NOCILINI ET AL.) 26 April 1983, see the whole document -----	1-6,8,9 7 1-6,8,9 1-5 1,8		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> <p>[*] Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>[*] Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
<p>[*] Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>			
IV. CERTIFICATION				
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report			
11 March 1991 (11.03.91)	3 April 1991 (03.04.91)			
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer			
European Patent Office				

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

DE 9000929
SA 42249

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 11/03/91

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0392800	17-10-90	US-A- 4922930	08-05-90
WO-A-8203780	11-11-82	DE-A- 3217199 DE-A- 3277612 EP-A, B 0077799	09-12-82 17-12-87 04-05-83
DE-A-3709022	29-09-88	None	
US-A-4381552	26-04-83	CA-A- 1127314	06-07-82

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. 5 A61N1/36		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	A61N	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art. ^o	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
P, Y A Y A	<p>EP, A, 0392800 (INTERMEDICS INC) 17 Oktober 1990 siehe das ganze Dokument</p> <p>---</p> <p>WO, A, 8203780 (BIOTRONIK) 11 November 1982 siehe Zusammenfassung siehe Seite 2, Zeile 30 - Seite 3, Zeile 21 siehe Seite 6, Zeilen 9 - 24 siehe Seite 11, Zeilen 1 - 15 siehe Seite 13, Zeilen 5 - 8 siehe Seite 14, Zeilen 5 - 24 siehe Seite 19, Zeile 21 - Seite 21, Zeile 6 siehe Seite 31, Zeilen 17 - 31 siehe Seite 33, Zeilen 4 - 20; Figuren 1, 3a</p> <p>---</p> <p>DE, A, 3709022 (E.ALT) 29 September 1988 siehe das ganze Dokument</p> <p>---</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	<p>1-6, 8, 9 7</p> <p>1-6, 8, 9</p> <p>1-5</p>
<p>^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
11. MAERZ 1991		- 3. 04. 91
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
EUROPAISCHES PATENTAMT		FERRIGNO A. <i>J. Ferrigno</i>

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,4381552 (J.D. NOCILINI ET AL.) 26 April 1983 siehe das ganze Dokument ---	1, 8

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

DE 9000929
 SA 42249

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11/03/91

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0392800	17-10-90	US-A- 4922930	08-05-90
WO-A-8203780	11-11-82	DE-A- 3217199 DE-A- 3277612 EP-A, B 0077799	09-12-82 17-12-87 04-05-83
DE-A-3709022	29-09-88	Keine	
US-A-4381552	26-04-83	CA-A- 1127314	06-07-82

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82