

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2410/93
 (22) Anmeldetag: 29.11.1993
 (42) Beginn der Patentdauer: 15. 4.1997
 (45) Ausgabetag: 25.11.1997

(51) Int.Cl.⁶ : A61B 5/04

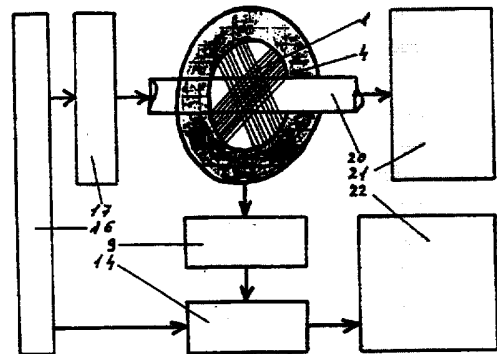
(56) Entgegenhaltungen:
 US 4793355A EP 466064A1

(73) Patentinhaber:
 BIRO FRANZ MAG.
 A-1170 WIEN (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERFASSEN SCHWACHER ELEKTROMAGNETISCHER FELDER, INSBESONDERE BIOELEKTRISCHER FELDER

(57) Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung und beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Erfassen schwacher elektromagnetischer Felder, insbesondere bioelektrischer Felder, die durch Ströme in Nervenfasern hervorgerufen werden, wird ein elektromagnetisches Gitter (1) erzeugt, das durch in einer Ebene liegende, einander kreuzende, sich periodisch wiederholende und zeitlich nacheinander erzeugte elektromagnetische Kraftlinien gebildet wird, und so angeordnet, daß die bioelektrischen Felder Änderungen in den elektromagnetischen Kraftlinien hervorrufen. Die bioelektrischen Felder werden durch auf auf einen menschlichen oder tierischen Körper von außen aufgebrachte Reize (16) mit Hilfe der Sinnesorgane (17), beispielsweise dem Tastsinn erfaßt und in Nervenbündeln (20) bis zum Gehirn (21) weitergeleitet. Die mit dem elektromagnetischen Netz erhaltenen Felder werden mit Hilfe einer Elektronenröhre (9) an eine Codiereinheit (14) weitergeleitet, wo die Signale mit einem dem äußeren Reiz entsprechenden Code an einen Computer (22) weitergeleitet werden, der die Signale auswertet und speichert.

Durch eine Umkehrung dieses Vorganges können die gespeicherten Daten über den Code vom Computer (22) abgerufen und den erfaßten bioelektrischen Feldern entsprechende bioelektrische Felder in Nervenbündel (20) erzeugt werden, was über eine weitere Elektronenröhre (18) und über das elektromagnetische Netz (1) erfolgt.



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erfassen schwacher elektromagnetischer Felder, insbesondere bioelektrischer Felder, die durch Ströme in Nervenfasern hervorgerufen werden.

Derartige Vorrichtungen sind beispielsweise aus der US-PS-4 793 355 und der EP A1 466 064 bekannt und arbeiten mit supraleitenden Detektoren (SQUID).

5 Aufgabe der Erfindung ist es, eine gattungsgemäße Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, die zum Erfassen schwacher elektromagnetischer Felder, insbesondere bioelektrischer Felder geeignet ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch einen aus Isoliermaterial hergestellten Träger, an dem zwei Gruppen zeitlich nacheinander angesteuerter Polpaare mit jeweils einer Anzahl $n = 10^{-1} \sqrt{\text{Anzahl der Nervenfasern im Bündel}}$ angeordnet sind, die in einer Ebene liegende, einander kreuzende und sich periodisch wiederholende elektromagnetische Kraftlinien erzeugen, wobei die Pole jeweils eines Polpaares elektromagnetisch durch einen für Hochfrequenz geeigneten Kern miteinander verbunden sind, und wobei jedem dieser Kerne eine elektromagnetische Spule zugeordnet ist, durch eine Elektronenröhre, die eine Elektronenkanone, eine Ablenkelektrode, sowie eine der Anzahl der Polpaare entsprechende Anzahl von Anoden enthält, auf welche die Strahlen der Elektronenkanone von einem Synchrongenerator geregelt periodisch 15 fallen, wobei jede Anode mit der Spule eines Polpaares verbunden ist, und wobei den Anoden eine Signalelektrode außerhalb der Elektronenröhre zugeordnet ist, die mit jeder Anode einen Mikrokapazitor bildet, um durch Entladen des Potentials der Anoden durch die Wicklungen der Spulen die elektromagnetischen Kraftlinien zu erzeugen, und durch eine Speicher- und/oder Auswerteeinheit, die mit der Signalelektrode verbunden ist.

20 Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es möglich insbesondere bioelektrische Felder von Strömen in Nervenfasern, die durch von außen kommende Reize hervorgerufen werden, sowohl hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs als auch hinsichtlich der Feldstärke bzw. des elektromagnetischen Spektrums und des Ortes, an dem die bioelektrische Ladung transportiert wird, d.h. der räumlichen Lage des Stromes in Bezug auf das Nervenbündel zu erfassen und weiter zu verarbeiten, auszuwerten und gegebenenfalls zu 25 speichern.

Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren zum Erfassen bioelektrischer Signale, das dadurch gekennzeichnet ist, daß ein elektromagnetisches Gitter, das durch in einer Ebene liegende, einander kreuzende, sich periodisch wiederholende und zeitlich nacheinander erzeugte, elektromagnetische Kraftlinien gebildet wird, so angeordnet wird, daß die bioelektrischen Felder Änderungen in den elektromagnetischen Kraftlinien hervorrufen, und daß diese Änderungen gemessen und anschließend als Signal gespeichert werden. 30

Um die erfaßten elektromagnetischen, insbesondere bioelektrischen Felder wieder in Nervenfasern "einspeisen" zu können, d.h. in Nervenfasern künstlich einen bioelektrischen Strom zu erzeugen, der im wesentlichen einem durch einen von außen kommenden Reiz erzeugten bioelektrischen Strom entspricht, kann die erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch weitergebildet sein, daß zur Wiedergabe der Signale eine weitere Elektronenröhre vorgesehen ist, die eine Elektronenkanone, eine Ablenkelektrode und eine der Anzahl von Polpaaren entsprechende Anzahl von Anoden aufweist, die über einen Verstärker mit je einem Polpaar verbunden sind. Mit Hilfe dieser Vorrichtung ist es möglich, den gespeicherten Signale wieder in Nervenfasern einzuspeisen. 35

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt Fig. 1 einen Träger für Polpaare mit denen ein Netz aus elektromagnetischen Kraftlinien erzeugt werden kann, Fig. 2 ein einzelnes Polpaar mit ihrer elektrischen Verbindung, Fig. 3 das elektromagnetische Grundprinzip, auf dem die Erfindung basiert, Fig. 4 eine Elektronenröhre, mit deren Hilfe die elektromagnetischen Felder aufgenommen werden können, Fig. 5 eine Elektronenröhre, mit deren Hilfe die elektromagnetischen Felder wiedergegeben werden können, Fig. 6 eine Prinzipdarstellung der 45 erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Erfassen der elektromagnetischen Felder und Fig. 7 eine Prinzipdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Wiedergeben der elektromagnetischen Felder.

Von außen auf einen menschlichen oder tierischen Körper aufgebrachte Reize, beispielsweise thermische, optische, akustische, olfaktorische oder mechanische Reize, werden von Nervenzellen in elektrische Signale umgewandelt, die in Bündeln von Nervenfasern weitergeleitet werden und dabei bioelektrische 50 Felder erzeugen, die mit Hilfe der in den Abbildungen dargestellten Vorrichtung erfaßt und wiedergegeben werden können und zwar sowohl hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufes und der Amplitude als auch hinsichtlich der örtlichen Anordnung der Nervenfasern im menschlichen oder tierischen Körper.

Physikalisch erfaßt werden die elektromagnetischen Felder mit Hilfe eines in Fig. 1 dargestellten Trägers 4, an dem zwei Gruppen von Polpaaren 5, 5' und 6, 6' angeordnet sind und die jeweils in einer Anzahl von $n = 10^{-1} \sqrt{\text{Anzahl der Nervenfasern im Bündel}}$ vorgesehen sind. Die Polpaare 5, 5', 6, 6' werden mit Hilfe der in Fig. 4 dargestellten Elektronenröhre 9 zeitlich nacheinander angesteuert und bilden auf diese Weise ein in einer Ebene liegendes, aus einander kreuzenden elektromagnetischen Kraftlinien 2, 3 gebildetes Netz 1. 55

Die Pole 5, 5'; 6, 6' jeweils eines Polpaares sind elektromagnetisch durch einen für Hochfrequenz geeigneten Kern 7 miteinander verbunden. Jedem der Kerne 7 ist eine elektromagnetische Spule 8 zugeordnet, die über einen Verstärker 15 mit jeweils einer Anode 12 in der Elektronenröhre 9 verbunden ist (Fig. 4).

5 Der Träger 4 wird bei Gebrauch so angeordnet, daß das elektromagnetische Gitter 1 im wesentlichen im rechten Winkel zur Längserstreckung des Nervenbündels angeordnet ist und dessen Querschnitt vollständig abdeckt. Fließt in einer Nervenfaser ein bioelektrischer Strom, so beeinflusst das so gebildete elektromagnetische Feld die benachbarten Kraftlinien 2, 3 wie in Fig. 3 dargestellt ist, indem es diese stärkt oder schwächt, was wiederum Rückwirkungen auf die Spule 8 an jedem Kern 7 des entsprechenden Polpaares
10 hat.

Diese Beeinflussungen der magnetischen Kraftlinien können mit Hilfe der in Fig. 4 schematisch dargestellten Elektronenröhre 9 erfaßt werden, die im wesentlichen aus einer Elektronenkanone 10, einer Ablenkelektrode 11 sowie eine der Anzahl der Polpaare 5, 5' und 6, 6' entsprechende Anzahl von Anoden 12 aufweist. Jede Anode 12 ist über einen Verstärker 15 mit der Spule 8 eines Polpaares 5, 5', 6, 6' verbunden. Den Anoden 12 ist weiters eine Signalelektrode 13 außerhalb der Elektronenröhre 9 zugeordnet,
15 die mit jeder Anode 12 einen Mikrokondensator bildet.

Die Strahlen der Elektronenkanone 10 werden von einem Synchrongenerator geregelt mit einer Frequenz von ca. 10 kHz periodisch auf die Anoden 12 gerichtet um durch Entladen des Potentials zwischen jeder Anode 12 und der Signalelektrode 13 durch die Wicklungen der Spulen 8 und die Kerne 7
20 die elektromagnetischen Kraftlinien 2, 3 zu erzeugen.

Die Signalelektrode 13 ist weiters über eine Codiereinheit mit einer Speicher- und/oder Auswerteeinheit 14 verbunden, in welche die durch die beschriebenen bioelektrischen Felder verursachten Potentialänderungen an den Polpaaren erfaßt und ausgewertet werden. Die auf diese Weise erhaltenen Signale können mit einem Code, der dem auslösenden Reiz entspricht, gespeichert und über den Code wieder abgerufen
25 werden.

Dadurch, daß alle Anoden 12 mit einer Frequenz von etwa 10 kHz beaufschlagt werden, werden die bioelektrischen Ströme in den Nervenfasern in ihrem zeitlichen und örtlichen Verlauf in ihrem gesamten Wellenspektrum genau erfaßt und können gespeichert werden.

Die gespeicherten Signale können anschließend mit der in Fig. 5 dargestellten Elektronenröhre 18 wieder in die Nervenfasern "eingespeist" werden, indem ein Elektronenstrahl im gleichen Takt und mit der gleichen Intensität wie bei der Aufnahme auf die Anoden 12 fällt, die über einen Verstärker 19 mit den Spulen 8 der Polpaare 5, 5', 6, 6' verbunden sind und somit Kraftlinien des magnetischen Netzes erzeugen, die wiederum im Nervenbündel ein bioelektrisches Feld erzeugen, das dem ursprünglich aufgenommenen Spektrum entspricht.
30

Ein mögliches Anwendungsgebiet für die Erfindung ist die "Wiederbelebung" von durch eine Durchtrennung von Nervenbahnen gelähmten Gliedmaßen, indem bioelektrische Signale vor der Trennstelle erfaßt und nach der Trennstelle wieder eingespeist werden, wodurch nicht nur die Bewegungsfähigkeit sondern beispielsweise auch der Tastsinn wieder hergestellt werden kann.
35

In den Fig. 6 und 7 ist das grundlegende Prinzip der Erfindung schematisch nochmals dargestellt, wobei in Fig. 6 die Aufnahme und in Fig. 7 die Wiedergabe eines bioelektrischen Feldes dargestellt ist.
40

In Fig. 6 ist durch den Block 16 ein beliebiger, auf einen menschlichen oder tierischen Körper wirkender Reiz, z.B. ein mechanischer oder thermischer Reiz, symbolisiert, der von einem Sinnesorgan, beispielsweise dem Tastsinn (symbolisiert durch den Block 17), erfaßt und über ein Nervenbündel 20 an das Gehirn 21 weitergeleitet wird. Das dabei entstehende bioelektrische Feld wird durch das elektromagnetische Netz 1 erfaßt und über die Elektronenröhre 9 an eine Codiereinheit 14 weitergeleitet. In der Codiereinheit 14 wird das erfaßte bioelektrische Signal mit einem dem Reiz entsprechenden Code zusammen an einen Computer 22 weitergeleitet, der diese Daten auswertet und speichert.
45

Wie in Fig. 7 dargestellt ist, können diese Daten über den Code wieder aus dem Computer 22 abgerufen und somit das bioelektrische Signal mittels der Elektronenröhre 18 und des Verstärkers 19 über das elektromagnetische Netz 1 wieder an ein Nervenbündel 20 abgegeben werden.
50

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erfassen schwacher elektromagnetischer Felder, insbesondere bioelektrischer Felder, die durch Ströme in Nervenfasern hervorgerufen werden, gekennzeichnet durch einen aus Isoliermaterial hergestellten Träger (4), an dem zwei Gruppen zeitlich nacheinander angesteuerter Polpaare (5, 5'; 6, 6') mit jeweils einer Anzahl $n = 10^{-1} \sqrt{\text{Anzahl der Nervenfasern im Bündel}}$ angeordnet sind, die in einer Ebene liegende, einander kreuzende und sich periodisch wiederholende elektromagnetische
55

- Kraftlinien (2, 3) erzeugen, wobei die Pole (5, 5'; 6, 6') jeweils eines Polpaares elektromagnetisch durch einen für Hochfrequenz geeigneten Kern (7) miteinander verbunden sind, und wobei jedem dieser Kerne (7) eine elektromagnetische Spule (8) zugeordnet ist, durch eine Elektronenröhre (9), die eine Elektronenkanone (10), eine Ablenkelektrode (11), sowie eine der Anzahl der Polpaare (5, 5'; 6, 6') entsprechende Anzahl von Anoden (12) enthält, auf welche die Strahlen der Elektronenkanone (10) von einem Synchrongenerator geregelt periodisch fallen, wobei jede Anode (12) mit der Spule (8) eines Polpaares (5, 5'; 6, 6') verbunden ist, und wobei den Anoden (12) eine Signalelektrode (13) außerhalb der Elektronenröhre (9) zugeordnet ist, die mit jeder Anode (12) einen Mikrocondensator bildet, um durch Entladen des Potentials der Anoden (12) durch die Wicklungen der Spulen (8) die elektromagnetischen Kraftlinien (2, 3) zu erzeugen, und durch eine Speicher- und/oder Auswerteeinheit (14), die mit der Signalelektrode (13) verbunden ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Kraftlinien (2, 3) der beiden Gruppen von Polpaaren (5, 5'; 6, 6') in einem Winkel von etwa 90° schneiden.
 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Träger (4) kreisförmig ausgebildet ist.
 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen jede Spule (8) und der damit verbundenen Anode (12) ein Verstärker (15) vorgesehen ist.
 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Verstärker zum Verstärken der von der Signalelektrode (13) kommenden Signale vorgesehen ist.
 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie einen Speicher für die von der Signalelektrode (13) kommenden Signale vorgesehen ist.
 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Speicher einander zugeordnete Speicherplätze für einen Code, für die erfaßten Signale und für die Speicherung eines "Begriffes" aufweist, der dem Reiz, der die erfaßten bioelektrischen Signale auslöst, entspricht.
 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Wiedergabe der Signale eine weitere Elektronenröhre (18) vorgesehen ist, die eine Elektronenkanone (10), eine Ablenkelektrode (11) und eine der Anzahl von Polpaaren (5,5', 6, 6') entsprechende Anzahl von Anoden aufweist, die über einen Verstärker (19) mit je einem Polpaar (5, 5', 6, 6') verbunden sind.
 9. Verfahren zum Erfassen bioelektrischer Signale, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein elektromagnetisches Gitter, das durch in einer Ebene liegende, einander kreuzende, sich periodisch wiederholende und zeitlich nacheinander erzeugte, elektromagnetische Kraftlinien gebildet wird, so angeordnet wird, daß die bioelektrischen Felder Änderungen in den elektromagnetischen Kraftlinien hervorrufen, und daß diese Änderungen gemessen und anschließend als Signal gespeichert werden.
 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das elektromagnetische Netz so angeordnet wird, daß die Nervenfasern das elektromagnetische Netz etwa im rechten Winkel schneiden.
 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zeitliche Verlauf der Amplitude und Verteilung der bioelektrischen Signale erfaßt und gespeichert wird.
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erfaßten Signale zusammen mit einem Code und einem Begriff für den Reiz, der die erfaßten bioelektrischen Signale ausgelöst hat, gespeichert werden.
 13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erfaßten bioelektrischen Signale mit bereits gespeicherten Signalen dahingehend verglichen werden, ob ein dem erfaßten Signal im wesentlichen entsprechendes Signal bereits gespeichert ist.
 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die gespeicherten Signale aus ihrem Speicher abgerufen und über elektromagnetische Kraftlinien wieder abgegeben werden.

AT 403 120 B

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

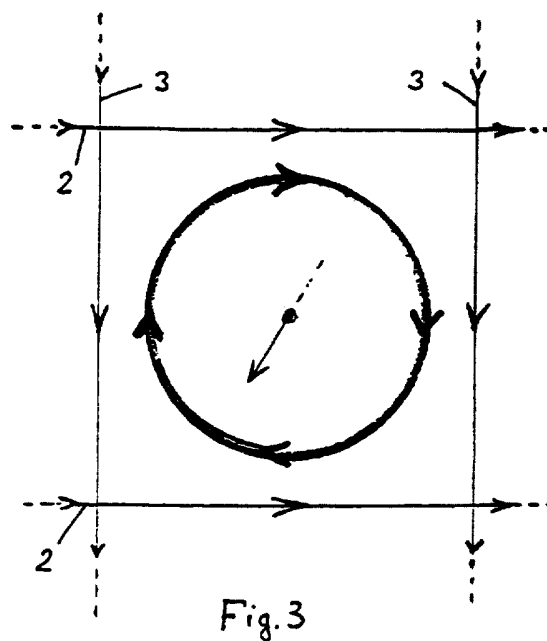
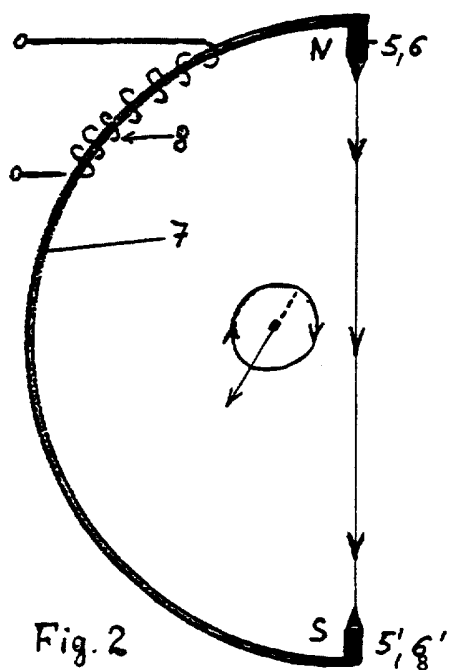
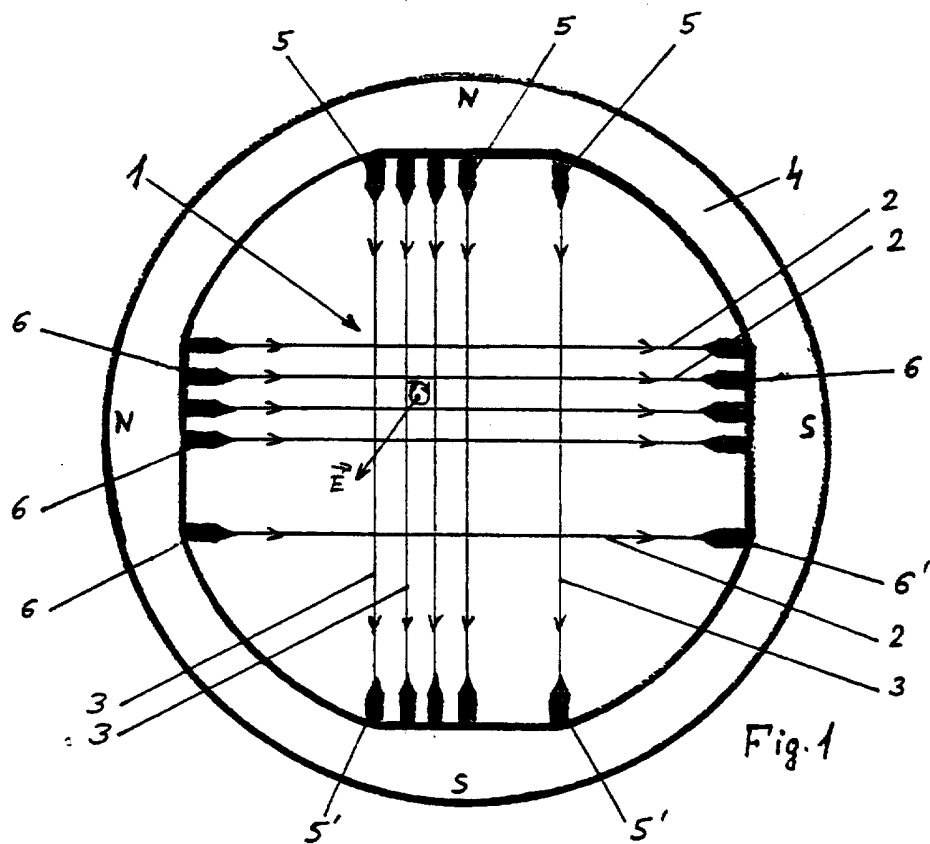
35

40

45

50

55



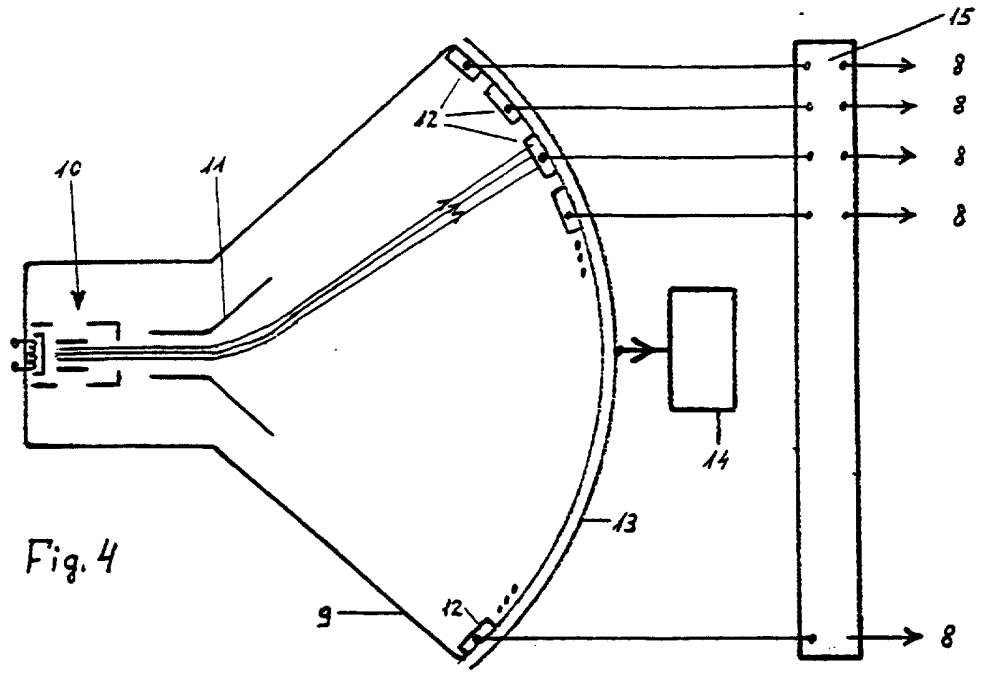


Fig. 4

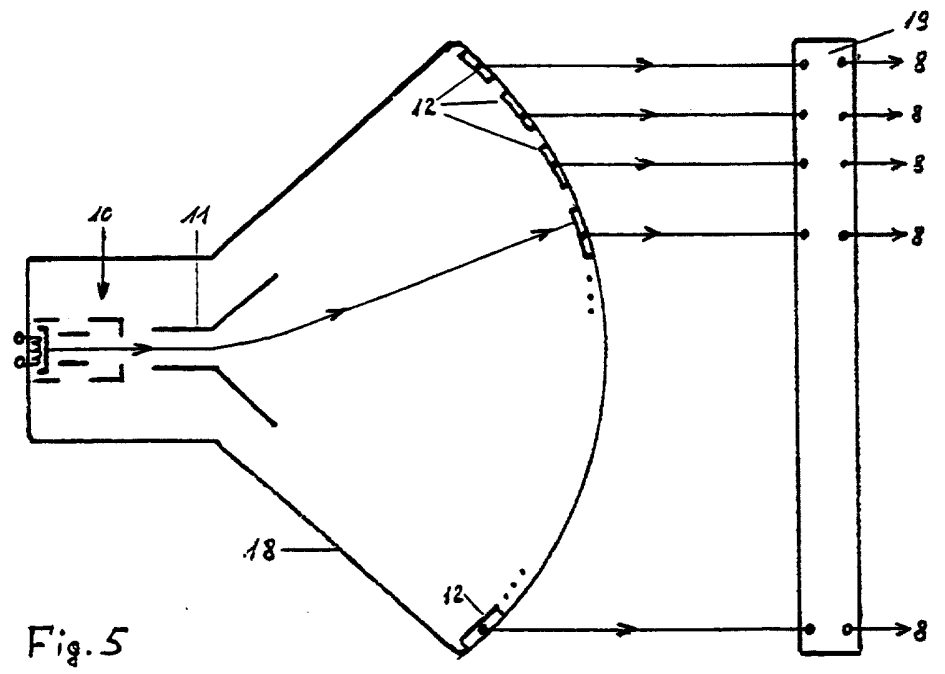


Fig. 5

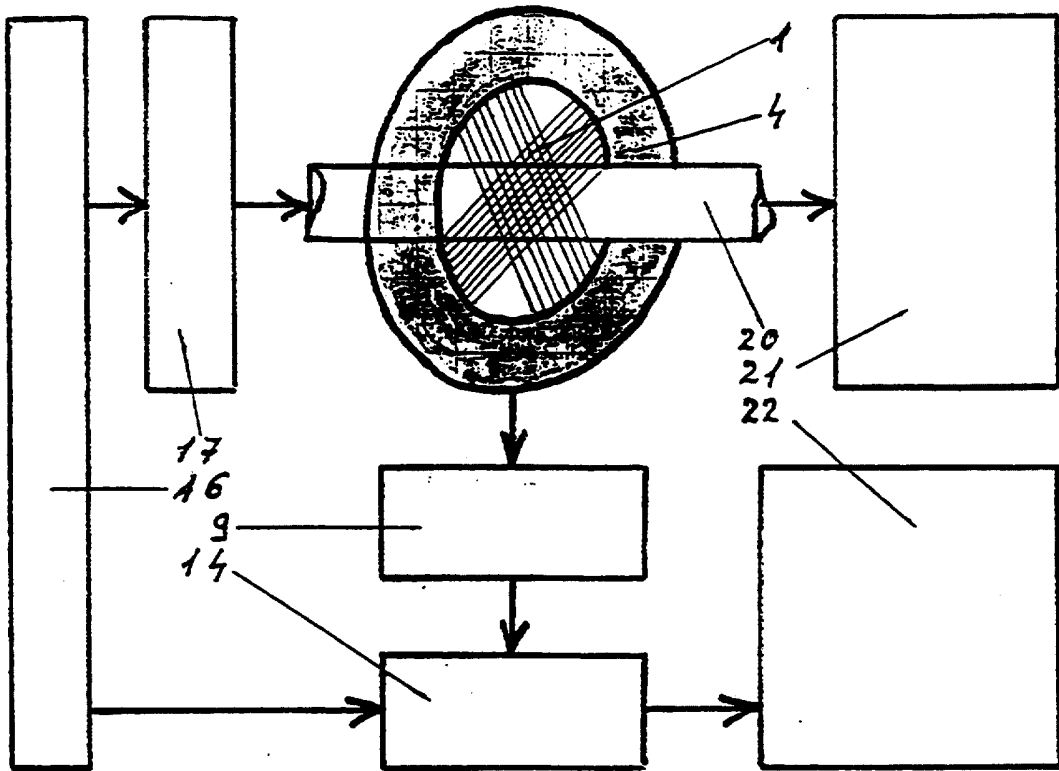


Fig. 6

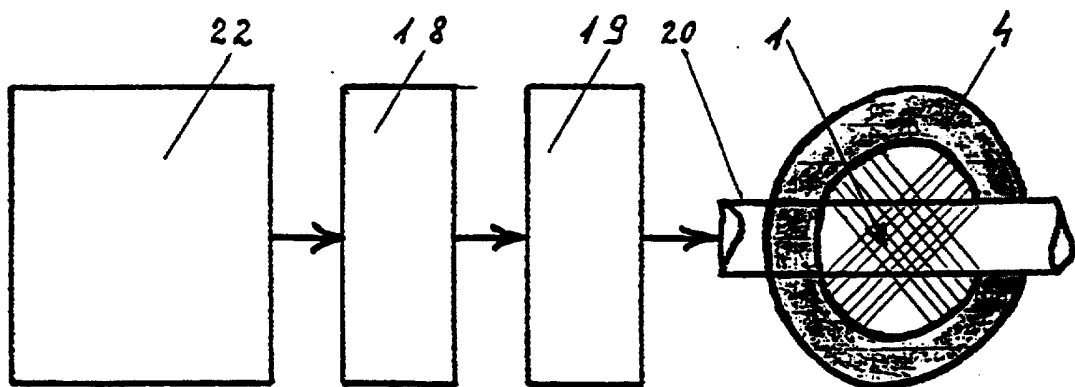


Fig. 7