

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4945046号
(P4945046)

(45) 発行日 平成24年6月6日 (2012.6.6)

(24) 登録日 平成24年3月9日 (2012.3.9)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 N 1/05 (2006.01)	A 6 1 N 1/05
A 6 1 F 2/14 (2006.01)	A 6 1 F 2/14
A 6 1 F 9/00 (2006.01)	A 6 1 F 9/00 5 9 0

請求項の数 41 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-579897 (P2001-579897)	(73) 特許権者	510103244
(86) (22) 出願日	平成13年5月1日 (2001.5.1)		イーエムイー インテリгент メディカ
(65) 公表番号	特表2003-531697 (P2003-531697A)		ル インプランツ アクチエンゲゼルシャ
(43) 公表日	平成15年10月28日 (2003.10.28)		フト
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/014015		スイス ツェーハー 6 3 0 4 ツーク ゴ
(87) 国際公開番号	W02001/083026		ットハルトシュトラーセ 3
(87) 国際公開日	平成13年11月8日 (2001.11.8)	(74) 代理人	100107515
審査請求日	平成20年4月30日 (2008.4.30)		弁理士 廣田 浩一
(31) 優先権主張番号	09/564,841	(74) 代理人	100107733
(32) 優先日	平成12年5月4日 (2000.5.4)		弁理士 流 良広
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100115347
			弁理士 松田 奈緒子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 神経網膜の両側に刺激電極および接地帰路電極が配置された人工網膜装置およびその装着方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

眼の神経網膜を電気刺激して人工視力を生成する人工網膜装置であって、
電源と、

前記電源に接続される少なくとも1つの刺激電極と、

前記電源に接続される少なくとも1つの接地帰路電極と、

前記接地帰路電極を備え、前記神経網膜を介して前記刺激電極とは反対側にかつ湾曲して配置される接地帰路電極装置と
を備えている、人工網膜装置。

【請求項 2】

前記刺激電極と前記接地帰路電極とが、テール状絶縁導体により、物理的にかつ電氣的に接続された、請求項 1 に記載の人工網膜装置。

【請求項 3】

前記電源は、光検出器である、請求項 1 から 2 のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項 4】

前記刺激電極は神経網膜の網膜下空間または神経網膜の網膜上側に設置可能である、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項 5】

前記接地帰路電極は神経網膜の網膜上側に設置可能である、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの刺激電極は、配列状に構成された複数の刺激電極から成る、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項 7】

前記配列状に構成された複数の刺激電極は網状体上に作成されている、請求項 6 に記載の人工網膜装置。

【請求項 8】

前記網状体は複数の穿孔が設けられている、請求項 7 に記載の人工網膜装置。

【請求項 9】

前記網状体はシリコンから構成されている、請求項 7 に記載の人工網膜装置。

10

【請求項 10】

前記網状体は、網状体に成形可能な生体適合性材料から構成されている、請求項 7 に記載の人工網膜装置。

【請求項 11】

前記少なくとも 1 つの接地帰路電極は網状体上に作成されている、請求項 1 から 10 のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項 12】

前記接地帰路電極装置が全般に湾曲した形状である、請求項 1 から 11 のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項 13】

前記接地帰路電極は眼の硝子体腔に配置される、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の人工網膜装置。

20

【請求項 14】

前記接地帰路電極は眼の水晶体被膜の内側に配置される、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項 15】

前記接地帰路電極は前眼房に配置される、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項 16】

前記電源は少なくとも 1 つの光検出器と光起電装置とから構成されており、前記刺激電極配列の前記少なくとも 1 つの刺激電極は前記電源の 1 つの対応する光検出器および複数光起電装置の少なくとも一個から電圧および電流を受け取る、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の人工網膜装置。

30

【請求項 17】

前記光検出器と前記光起電装置は、前記刺激電極に隣接して互いに近位に配置される、請求項 16 に記載の人工網膜装置。

【請求項 18】

前記光検出器および光起電装置と、前記刺激電極とは神経網膜の網膜上側または網膜下側に配置され、眼に合焦される画像が生じる光検出器と光起電装置の刺激の領域が合焦画像に似ている、請求項 17 に記載の人工網膜装置。

40

【請求項 19】

前記刺激電極配列に少なくとも 1 つのバイアスフォトダイオードが電気接続されて、刺激電極配列に少なくとも 1 連の付加的な電圧と電流を供与するようにした、請求項 16 から 18 のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項 20】

前記少なくとも 1 つのバイアスフォトダイオードは、眼の水晶体被膜の後ろの硝子体腔か、水晶体被膜の内側か、虹彩の背部か、虹彩の前面のいずれか 1 つの位置に配置される、請求項 19 に記載の人工網膜装置。

【請求項 21】

前記少なくとも 1 つのバイアスフォトダイオードを光検出器および光起電装置のうちの少

50

なくとも1つに電気接続することにより、前記付加的な電圧および電流が前記刺激電極に供与される、請求項19から20のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項22】

少なくとも1つの光検出器と光起電装置からなる配列が神経網膜の網膜下空間に配置されている、請求項16から21のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項23】

前記刺激電極は神経網膜の個々の細胞、個々の細胞群、個々の細胞部分、個々の神経線維のいずれかに接触している、請求項1から22のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項24】

前記刺激電極は神経網膜の網膜上側の近位ではあるが接触せずに配置される、請求項1から23のいずれかに記載の人工網膜装置。

10

【請求項25】

前記接地帰路電極は脈絡毛細管板と網膜色素上皮の間に配置される、請求項1から24のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項26】

前記接地帰路電極は鞏膜と脈絡膜の間に配置される、請求項1から25のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項27】

前記接地帰路電極は眼の外側の鞏膜表面に配置される、請求項1から26のいずれかに記載の人工網膜装置。

20

【請求項28】

前記刺激電極と接地帰路電極のうちの一方が神経網膜の網膜上側に配置され、神経網膜の反対側に配置された他方の一部から延びたテール状絶縁導体により支持され、かつ、該テール状絶縁導体により設置される、請求項2から27のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項29】

前記接地帰路電極は脈絡毛細管板と網膜色素上皮の間に配置される、請求項28に記載の人工網膜装置。

【請求項30】

前記接地帰路電極は鞏膜と脈絡膜の間に配置される、請求項28に記載の人工網膜装置。

【請求項31】

前記接地帰路電極は眼の外側の鞏膜面に配置される、請求項28に記載の人工網膜装置。

30

【請求項32】

前記刺激電極は神経網膜の網膜上側と接触状態にある、請求項28から31のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項33】

前記刺激電極は脈絡毛細管板と網膜色素上皮の間に配置される、請求項28から31のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項34】

前記刺激電極は鞏膜と脈絡膜の間に配置される、請求項28から31のいずれかに記載の人工網膜装置。

40

【請求項35】

前記刺激電極は眼の外側の鞏膜面に配置される、請求項28から31のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項36】

前記接地帰路電極は神経網膜の網膜下空間に配置される、請求項28に記載の人工網膜装置。

【請求項37】

前記接地帰路電極がループ状である、請求項1から36のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項38】

50

前記接地帰路電極装置が設置穴を有する、請求項 1 から 37 のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項 39】

前記接地帰路電極装置が切欠きを有する、請求項 1 から 38 のいずれかに記載の人工網膜装置。

【請求項 40】

前記テール状絶縁導体が、周囲が絶縁された埋設導体を有してなり、一端に前記埋設導体の一部を露出したテール拡張接地電極を有し、他端に前記接地帰路電極を収容して前記埋設導体と電氣的に接触させるポケットを有する、請求項 2 から 39 のいずれかに記載の人工網膜装置。

10

【請求項 41】

前記テール状絶縁導体が、前記ポケットの内部に、前記接地帰路電極装置に設けられた切欠きと嵌合する突起部を有する、請求項 40 に記載の人工網膜装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般に医療装置を目的としている。特に、本発明は、部分的に損傷を受けている網膜の神経網膜細胞を電氣的により高い解像度で効率良く刺激して人工視力を生じようとした人工網膜医療装置とその方法を目的としている。本発明は、神経網膜の両側に配置された刺激電極と接地帰路電極とにより供与される経網膜電流刺激を利用することにより、効率と解像度とを向上させる。

20

【0002】

【従来の技術】

多様な網膜の疾病が原因で、脈絡膜や脈絡毛細管板などの眼の血管層や、ブルッフ膜や網膜色素上皮などの外側網膜層の破壊による視力喪失や失明が生じる。これら各層の損失には、通例は光受容体層である、神経網膜の外側部分の劣化が付随することが多い。眼神経外核、眼神経外叢、眼神経内核、眼神経神内叢、神経節細胞、および、神経線維の各層の不定残留が生じることがある。

複数刺激電極と一緒にそれらの接地帰路電極（単数または複数）を神経網膜の網膜上側または網膜下側のいずれかの全面に配置させた、網膜電気刺激用途の電極配列により視力を生成しようとの努力が公知の先行技術で試みられている。この様式で刺激電極と接地帰路電極と一緒に設置した結果として、神経網膜を直接貫いて電界を発生させることができないために、神経網膜の刺激の効力が無かった。各刺激電極ごとの電界の拡散した敷延のせいで、解像度も劣化していた。

30

【0003】

【発明の構成】

本発明の人工網膜は、2つの基本装置、すなわち、刺激電極装置と接地帰路電極装置から構成されているのが好ましい。一実施形態では、これら2つの装置は物理的にも電氣的にも連続しており、或いは、テール状の絶縁導体により物理的にも電氣的にも接続状態にあり、実施形態によっては、テール状絶縁導体は神経網膜の両側で2つの装置を互いに相関的に支持し、位置決めし、整合させていることもある。刺激電極装置は、例えば、直径が3mmで厚さが25ミクロンのシリコン製のディスク3であり、互いに分離した刺激用マイクロ電極の補体から構成されている。刺激電極装置は一方端縁から接地帰路電極装置が伸び出ているとともに、シリコン製のテール部を備えており、テール部の先端では、絶縁導体が接地帰路電極まで導通させられている。刺激電極装置の刺激用マイクロ電極補体は、例えば直列式に接続されるとともに補体内部に製造されている1個以上のマイクロフォトダイオードにより生成される電流を伝送する。1補体あたりのマイクロフォトダイオードの好ましい数は1個である。

40

別な実施形態では、各マイクロ電極補体はディスク状に成形されたシリコン製の網状体の結節点に作成され、補体同士が互いに網状体の開放領域により分離されているのが好まし

50

い。網状体の開放領域により、外部網膜循環からの養分と酸素を神経網膜内に拡散させることができる。

【0004】

好ましい実施形態では、刺激電極装置の裏側、すなわち、入射光側とは反対側に、絶縁共通導体が構築配備され、マイクロ電極補体を電氣的に接地する。共通の接地導体は接地帰路電極装置の長さに沿って継続し、接地帰路電極装置の先端または先端付近に位置するとともに硝子体腔に配置された、露出した接地帰路電極で終端するのが好ましい。硝子体腔内の露出した接地帰路電極先端により、網膜下空間のマイクロ電極補体により生成される電界に網膜を貫いて神経網膜を刺激させることができるようになる。

第2の実施形態では、埋設された導体と電極先端とが設けられたまた別なテール部が接地電極装置の接地電極先端に接続されて、接地電極の位置を硝子体腔内へと更に拡張させている。

第3の実施形態では、接地電極装置の導体はまた別なバイアスフォトダイオード（単数または複数）で電氣的に接続されており、装置により生成される電圧および電流を増大させる。この後者の事例では、装置の接地電極は、硝子体腔内に配置されたまた別なバイアスフォトダイオード（単数または複数）に配備されているのが好ましい。

第4の実施形態では、バイアスフォトダイオード（単数または複数）は、水晶体核と皮質材を外科手術により除去した後で、眼の水晶体被膜嚢中に設置される。

本発明の上記とは別な特徴および利点は、詳細な説明と図面を参照すれば、当業者には明白となる。

【0005】

【発明の実施の形態】

図面を参照すると、図1Aおよび図1Bに例示されているように、網膜装置10の好ましい実施形態は刺激電極装置12と湾曲した接地帰路電極装置16が眼内移植用に構成されているため、網膜装置は完全に眼の内側に設置されて、神経網膜の反対側または実質的に反対の側を刺激する。これら2つの構成要素12、16は1個の薄いシリコンチップ基板11の上に物理的に作成されているのが好ましいが、別々に作成されてから一緒に接合されてもよい。刺激電極装置12は複数の刺激電極補体22の配列を有しており、補体は各々が光検出器（単数または複数）のような1個以上の電源から構成されている。好ましい実施形態では、光検出器は、電氣的に例えば直列に接続されたマイクロフォトダイオード23aとして移植することができる。

刺激電極23bは、神経網膜の個々の細胞、細胞群、細胞各部、神経線維のうちの少なくともいずれかと接触している。接地帰路電極14は接地帰路電極装置16の先端または先端付近に配置されているのが好ましい。刺激電極23bおよび接地帰路電極14は神経網膜の両側に配置され、或いは、神経網膜の一部が喪失されたか損傷を受けている場合には、神経網膜の残留部の両側に配置される。好ましい実施形態では、刺激電極23bは神経網膜の網膜下空間に配置されており、接地帰路電極14は神経網膜の網膜上側に配置されている。別な実施形態では、上述の各位置は逆にされ、接地帰路電極14は神経網膜の網膜下空間に配置され、刺激電極23bは神経網膜の網膜上側に配置される。

【0006】

図1Aおよび図1Bに例示されているように、網膜装置10の好ましい実施形態の具体的な構成要素としては、薄いシリコン基板11、刺激電極装置12、刺激電極補体22、刺激電極補体22内で電氣的に例えば直列に接続されたマイクロフォトダイオード23a、および、刺激電極補体22のイリジウム／酸化イリジウムの刺激電極23bが挙げられる。マイクロフォトダイオード23aまたはこれ以外の電源が眼の網膜下側および硝子体腔側から神経網膜に刺激を与えるのが好ましい。これに代わるものとして、入射光に反応して、眼の外側から刺激を与えることができる。例えば、電源は、検知された入射光に比例する信号を配線通信により眼の網膜下空間および硝子体腔の中へ送信することができる。別な実施形態では、電源は、例えば、高周波（RF）を利用して刺激電極と接地電極とに連絡状態である眼内に設置されたコイルに信号を送信することにより、眼に無線形式で信

10

20

30

40

50

号を送信することができる。これ以外の公知の機構を利用して、入射光に反応して眼に電気エネルギーを与えるようにしてもよい。

接地帰路電極装置 1 6 と共に亜硝酸シリコン応力層 1 7 も設けられており、この応力層は、全般に湾曲した形状に接地帰路電極装置 1 6 を成形して、接地帰路電極装置 1 6 を硝子体腔内に方向付けるのが好ましい。湾曲部は接地電極装置 1 6 を硝子体腔内へと方向付けるが、これ以外の形状を利用して、角度付けした接地電極などにより同一機能を実施することもできるが、製造するのが一層困難となるかもしれない。接地帰路電極 1 4 はイリジウム／酸化イリジウムから生成され、チタニウム粘着層 1 4 a と、チタニウム粘着層 1 4 a の下に配置された P+タブ 1 4 b とから構成されて、ドーピング処理したシリコン基板 1 1 との電気接触を可能にするのが好ましい。網膜装置 1 0 はまた、刺激電極装置 1 2 と接地帰路電極装置 1 6 とを絶縁する二酸化シリコン層 1 5 を備えているのも好ましい。

10

【0007】

図 1 A および図 1 B に例示されているように、刺激電極装置 1 2 は複数の刺激電極補体 2 2 を備えており、1 個以上のマイクロフォトダイオード 2 3 a が各電極補体 2 2 の内部で電氣的に例えば直列に接続されている。マイクロフォトダイオード 2 3 a の好ましい個数は 1 マイクロ電極補体 2 2 あたり 1 単位である。マイクロフォトダイオードの層は、例えば、入射光面、イリジウム／酸化イリジウム電極 2 3 b、チタニウム粘着層 2 3 c、N+タブ 2 3 d、真性型層 2 3 e、および、シリコン基板 1 1 から構成されている。マイクロ電極補体が電流を生成することができるサブユニットである上述以外の構成を利用することもできることを、当業者なら正しく認識するだろう。

20

また、図 1 A および図 1 B に例示されているように、接地帰路電極装置 1 6 は設置穴 2 4 を備えており、この穴により、網膜装置 1 0 を外科手術中に機具類と一緒に設置することができるようにするのが好ましい。別な実施形態における接地帰路電極装置 1 6 は切欠き 2 6 を有しており、この切欠き 2 6 により、後段でより詳細に説明されるように、切欠きに嵌合する対応した突起部を有している取り付け部に堅固に係合できるようにしている。

【0008】

図 2 A および図 2 B に例示されているように、接地帰路電極装置 1 6 (図 1 A および図 1 B に例示されている) に取り付けて接地帰路電極 1 4 (図 1 A および図 1 B に例示されている) の電氣的終端部を硝子体腔内へと更に拡張しているテール拡張部 3 0 が開示されている。硝子体腔内へ接地電極を更に拡張させることは、刺激電極から接地電極に向けて移動する電界の望ましくない斜曲を低減するのに必要となることがある。このような歪んだ電界は、神経網膜面に直交する方向に配置された電界と比較して、神経網膜を刺激する際の効率が悪い。

30

図 2 A はテール拡張部 3 0 の平面図であり、図 2 B はその側面図である。テール拡張取り付け部 3 0 は、パリレンまたはこれに類似する生体適合性材料などの、生体適合性材料 3 1 から構成されており、湾曲部を設けて作成されるのが好ましい。テール拡張取り付け部 3 0 はまた埋設導体 3 4 を備えており、これは、周囲の材料 3 1 により絶縁されており、テール拡張取り付け部 3 0 の位置またはその端部付近のテール拡張接地帰路電極 3 2 で終端し、硝子体腔内で可能な限り遠くに電極を設置するのが好ましい。テール拡張取り付け部 3 0 の導体 3 4 は、テール拡張取り付け部 3 0 が接地帰路電極装置 1 6 (図 1 A および図 1 B に例示されている) に装着されると、接地帰路電極 1 4 に電気接触するように設計されている。テール拡張接地電極 3 2 は、イリジウム／酸化イリジウムか、または、これ以外の好適な電極材料から構成されるのが好ましい。

40

【0009】

図 1 A および図 1 B も参照すると、テール拡張取り付け部 3 0 は、接地電極装置 1 6 上に嵌合して接地帰路電極 1 4 と電気接触するポケット 3 6 を有している。ポケット 3 6 の内側には突起部 3 8 が設けられており、これら突起部が接地帰路電極装置の切欠き 2 6 に嵌合する。突起部 3 8 は、パリレンまたはこれに類似する生体適合性材料などの、生体適合性材料から構成されているのが好ましい。テール拡張取り付け部 3 0 はスロット 4 0 を備えており、このスロットにより、接地帰路電極装置 1 6 の設置穴 2 4 に機器 (図示せず)

50

を接近させることができるようにする。

図 3 は、テール拡張部 30（図 2 A および図 2 B に例示されている）が網膜装置 10 の接地帰路電極装置 16 と通電装着しているのを例示する斜視図である。テール拡張部 30 の導体 34 は、接地帰路電極装置 16 の接地帰路電極 14 に接触している。テール拡張部 30 はその接地帰路電極 32 を眼の硝子体腔内に設置するように湾曲しているのが好ましい。テール拡張部の上述以外の形状も、その形状が眼の硝子体腔内に接地帰路電極を設置するのに適するのであれば、採用することができる。刺激電極装置 12 も図示されている。

【0010】

図 4 は、図 1 A および図 1 B に例示された網膜装置 10 の別な実施形態の斜視図である。同じ構成要素は同一参照番号の後に英文字を付したものを利用して標識化されている。代替の実施形態の網膜装置 10 a は、図 1 A および図 1 B に例示された好ましい実施形態の網膜装置 10 に類似しているが、但し、刺激電極装置 12 a はディスク状の網状体 17 として作成されて、脈絡膜と神経網膜の間で養分を流動させることができるようにしている点と、刺激電極補体 22 a が網状体 17 の交差結節点に作成されている点とを例外とする。網状体はシリコンから製造されているのが好ましく、穿孔が設けられていてもよい。従って、この代替の実施形態の網膜装置 10 a は、好ましい実施形態の網膜装置 10 に類似しているが、養分導入口 13 が作成されているという付加要素を有する。

図 4 A は、図 4 に例示された網膜装置 10 a の代替の実施形態の拡大平面図であり、図 4 B は図 4 A の切片 III-III に沿って破断された断面図である。図 4 に例示されている刺激電極装置 12 a の刺激電極補体 22 a は、各々が、第 1、第 2、および、第 3 のマイクロフォトダイオード 24、25、26 から構成されており、これらダイオードは刺激電極補体 22 a の内部で電氣的に例えば直列に接続されて、各刺激電極補体 22 a ごとの出力電圧を増大させるようにしている。刺激電極補体 22 a は接点パッド 28 c を介して共通の接地導体 28 d に接触している。

共通の接地導体 28 d と接点パッド 28 c は製造中は、例えば、二酸化シリコン 29 を堆積させることにより、絶縁されている。明瞭にするために、電氣的に直列接続されたマイクロフォトダイオードのうちの 1 個の各層のみに標識が付されており、それぞれを、N+層 24 a、N 型シリコン基板 24 b、真性型層 24 c、および、P+層 24 d としている。導体 27 b、28 b は二酸化シリコン 27 a、28 a の絶縁層上に堆積されて、互いに隣接するマイクロフォトダイオード 24、25、26 を電氣的に接続するのが好ましい。二酸化シリコン 27 c の絶縁層が導体 27 b を被覆している。各刺激電極補体 22 a ごとの刺激電極は、チタニウム粘着層上に堆積されたイリジウム／酸化イリジウムから作成されているのが好ましい。当業者ならば、上記以外の電極材料で、例えば、プラチナおよびタンタルのような貴金属材料を利用してもよいことを正しく評価するだろう。刺激電極補体 22 a の共通接地導体 28 d は、例えば、図 4 に例示された接地帰路電極装置 16 a の接地帰路電極 14 a またはその付近で電氣的に終端する。

【0011】

図 5 は、眼 6 に移植された図 1 A および図 1 B の好ましい実施形態の網膜装置 10 の刺激電極装置 12 が神経網膜 50 と網膜色素上皮 52 の間の網膜下空間に配置され、接地帰路電極装置 16 が硝子体腔 54 に配置されているのを例示した断面図である。光画像 56 が角膜 58 と水晶体 60 を通して眼 6 に入り、刺激電極装置 12 上で合焦される。次いで、パターン化された電気刺激が電極補体 22（図 1 A）のマイクロフォトダイオードにより生成されるが、これらダイオードは、それらの上に位置する神経網膜 50 に画像というパターンで刺激を与える。参考のため、図示されている眼の他の諸構造体は、虹彩 62、鞏膜 64、および、視神経 66 である。

図 6 は代替の実施形態の網膜装置 10 b の断面図を例示しており、図 1 A および図 1 B に記載されているような好ましい実施形態の網膜装置 10 とそれ以外の特徴部分とを含んでいる。代替の実施形態の網膜装置 10 b の刺激電極装置 12 は神経網膜 50 と網膜色素上皮 52 の間の網膜下空間に配置され、接地帰路電極装置 16 は硝子体腔に設置され、後者には図 2 A および図 2 B のテール拡張部 30 が装着されている。テール拡張部 30 の目的

10

20

30

40

50

は、接地帰路電極の位置を硝子体腔 5 4 内へ更に電氣的に拡張し、電界が神経網膜 5 0 を貫いて縦走した場合に、刺激電極装置 1 2 と接地帰路電極装置 1 6 の間で経網膜電界が斜曲するのを防止することである。神経網膜硝子体対向面に直交する歪みの無い電界は残留神経網膜細胞を効率的に刺激する。参考のため、図示されている眼の上記以外の要素と構造体は、角膜 5 8、虹彩 6 2、水晶体 6 0、鞏膜 6 4、視神経 6 6、および、入射光画像 5 6 がある。

【0012】

図 7 は網膜装置 1 0 c の別な実施形態の断面図を例示しており、図 1 A および図 1 B に記載されているような好ましい実施形態の網膜装置 1 0 とこれ以外の特徴部を含んでいる。この刺激電極装置 1 2 は神経網膜 5 0 と網膜色素上皮 5 2 の間の網膜下空間に配置されており、接地帰路電極装置 1 6 は硝子体腔 5 4 に配置されており、後者は、略ループ状の接地電極を有しているテール拡張部 3 0 a を備えている。刺激電極装置 1 2 が網膜下空間に設置されていると同時に、接地帰路電極装置 1 6 が硝子体腔に設置されているが、他の実施形態では、刺激電極装置 1 2 および接地電極装置 1 6 の位置決めは逆にされてもよい。テール拡張部 3 0 a のループ電極の目的は接地帰路電極の位置を更に硝子体腔 5 4 内へと、一様な態様で電氣的に拡張することである。網膜下刺激電極配列に相関する、硝子体腔内の一様に配置された接地電極は、経網膜刺激電界を神経網膜面に対して直交方向に維持するのを支援する。神経網膜面に相対する電界のこのような整合は、例えば、神経網膜面に対して斜曲状態にある経網膜電界に比べて、神経網膜を効率良く刺激する。参考のため、図示されている眼の上記以外の要素と構造体は、角膜 5 8、虹彩 6 2、水晶体 6 0、鞏膜 6 4、視神経 6 6、および、入射光画像 5 6 である。

【0013】

図 8 は、図 1 A および図 1 B に記載されているような好ましい実施形態の網膜装置 1 0 にテール拡張部 3 0 b が装着されている、また別な実施形態の網膜装置 1 0 d の断面図である。テール拡張部は、眼 6 の水晶体被膜 6 0 b 内に配置された少なくとも 1 個のバイアスフォトダイオード 3 0 c と電気接続状態にあり、バイアスフォトダイオード 3 0 c は接地帰路電極 3 2 b の拡張位置を包含している。バイアスフォトダイオード 3 0 c は、網膜下空間の刺激電極装置 1 2 に付加的な電圧および／または電流を供与する。付加的な刺激電圧と、その結果として生じる電流は、損傷の程度がそれ程酷くない網膜と比較して、より酷く損傷した網膜を刺激するのに必要となることがある。バイアスフォトダイオードは、一連のフォトダイオード 3 0 c の場合もあるが、当該技術で公知のように、直列構成または並列構成で一緒に電気接続されて、増大させられた電圧および／または電流を供与する。参考のため、図示されている眼 6 の上述以外の要素および構造体は、角膜 5 8、虹彩 6 2、鞏膜 6 4、神経網膜 5 0、網膜色素上皮 5 2、視神経 6 6、および、入射光画像 5 6 である。

【0014】

図 9 はまた別な実施形態の網膜装置 1 0 e の断面図であり、図 1 A および図 1 B に記載されているような好ましい実施形態の網膜装置 1 0 と、そこに装着された、眼 6 の虹彩の前面に配置されるのが好ましい少なくとも 1 個のバイアスフォトダイオード 3 0 e と電気接続しているテール拡張部 3 0 d とを含んでいる。この位置に少なくとも 1 個のバイアスフォトダイオードを設置することにより、虹彩の背部に 1 個のバイアスフォトダイオードを配置した場合と比較して、全てのバイアスフォトダイオードを光に曝すことができる。バイアスフォトダイオード 3 0 e は接地帰路電極 3 2 c の拡張位置を含み、バイアスフォトダイオード 3 0 e (単数または複数) は網膜下空間の刺激電極装置 1 2 に付加的な電圧および／または電流を供与する。バイアスフォトダイオード 3 0 e (単数または複数) は一緒に直列構成または並列構成に電気接続されて、当該技術で公知のように、増大させられた電圧および／または電流を供与する。参考のために、図示された眼 6 の上述以外の要素および構造体は、角膜 5 8、水晶体 6 0、鞏膜 6 4、神経網膜 5 0、網膜色素上皮 5 2、視神経 6 6、および、入射光画像 5 6 である。

【0015】

上述の各実施形態への変更および修正は当業者には明白であって、予想できることを理解すべきである。よって、先の詳細な説明は限定的というよりはむしろ例示と見なすべきであり、本発明の精神および範囲を限定するのは、前掲の特許請求の範囲の各請求項とそれら全ての均等物であると理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 Aは刺激電極装置および接地帰路電極装置を例示した、好ましい実施形態の平面図であり、図 1 Bは刺激電極装置および接地帰路電極装置を例示した図 1 Aの側面図である。

【図 2】 図 2 Aは図 1 Aおよび図 1 Bの接地帰路電極装置へ物理的および電氣的に接続して接地帰路電極の位置を眼の硝子体腔内へと更に拡張している、好ましい実施形態のテール拡張部の平面図であり、図 2 Bは好ましい実施形態のテール拡張部の断面図である。

10

【図 3】 図 2 Aおよび図 2 Bのテール拡張部が図 1 Aおよび図 1 Bの接地帰路電極装置に取り付けられているのを例示している斜視図である。

【図 4】 図 4 は脈絡膜と神経網膜の間で養分が流動できるように円形シリコン網状体として刺激電極装置が作成されているとともに、刺激電極補体が網状体の交差結節点において作成されているのを例示した、別な実施形態の斜視図であり、図 4 Aおよび図 4 Bはそれぞれ、刺激電極装置の刺激電極補体が、各々、電氣的に直列に接続されている 3 つのマイクロフォトダイオードから構成されて各々の刺激電極補体の電圧出力を増大させるようにした、図 4 の実施形態の拡大平面図と拡大断面図である。

【図 5】 眼内で、刺激電極装置が網膜下空間に位置しており、接地帰路電極装置の接地帰路電極が硝子体腔内で露出している、図 1 Aおよび図 1 Bの断面図である。

20

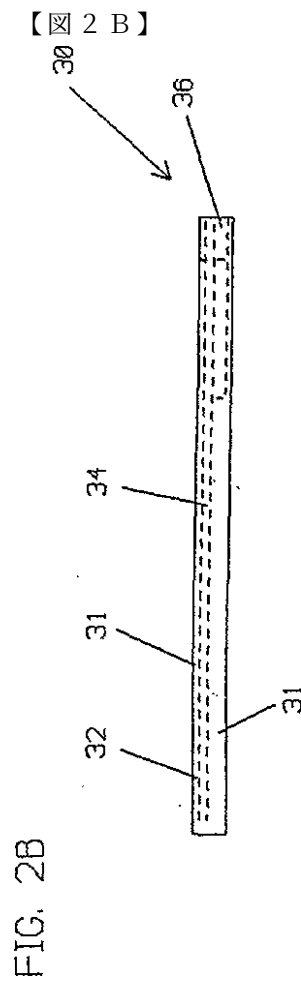
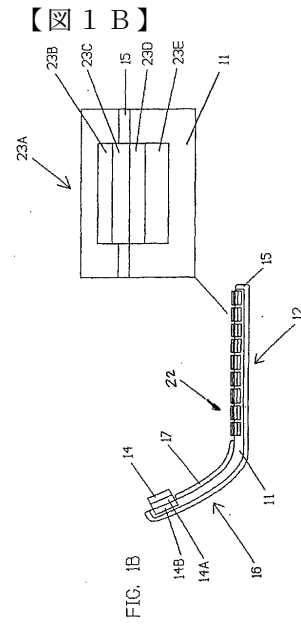
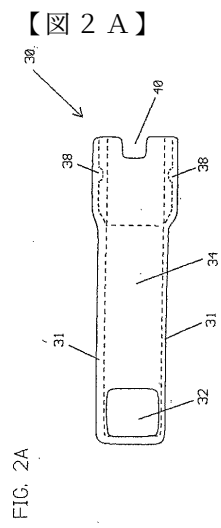
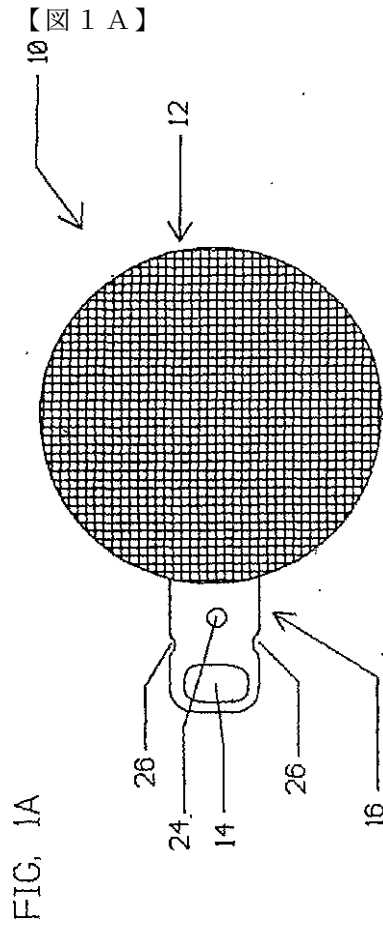
【図 6】 図 2 Aおよび図 2 Bの取り付け式のテール拡張部を有している図 5 の装置の断面図である。

【図 7】 刺激電極装置が網膜下空間内に移植されており、接地帰路電極装置の接地帰路電極ループが硝子体腔内に配置されている、図 1 Aおよび図 1 Bの装置を例示している、別な実施形態の断面図である。

【図 8】 刺激電極装置が網膜下空間に移植されており、バイアスフォトダイオードに電気接続しているテール拡張部が眼の水晶体被膜に配置されており、バイアスフォトダイオードが接地帰路電極の拡張位置を含んでおり、バイアスフォトダイオードが網膜下空間内の電極刺激装置に付加的な電圧および／または電流を供与する図 1 Aおよび図 1 Bの装置を例示している、別な好ましい実施形態の断面図である。

30

【図 9】 その刺激電極装置が網膜下空間に移植されており、バイアスフォトダイオードに電気接続しているテール拡張部が前眼房の虹彩の前面に配置されており、バイアスフォトダイオードは接地帰路電極の拡張位置を含んでおり、バイアスフォトダイオードが網膜下空間内の刺激電極装置に付加的な電圧および／または電流を供与する図 1 Aおよび図 1 Bの装置を例示している、別な実施形態の断面図である。



【図 3】

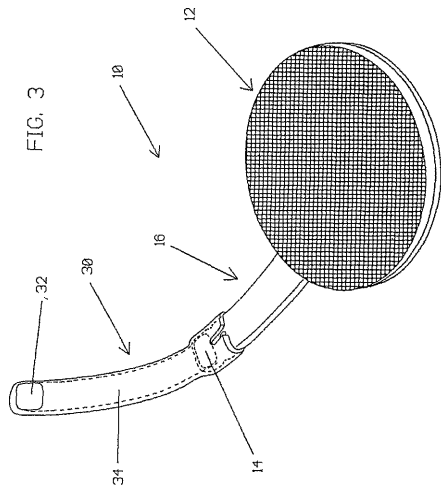


FIG. 3

【図 4】

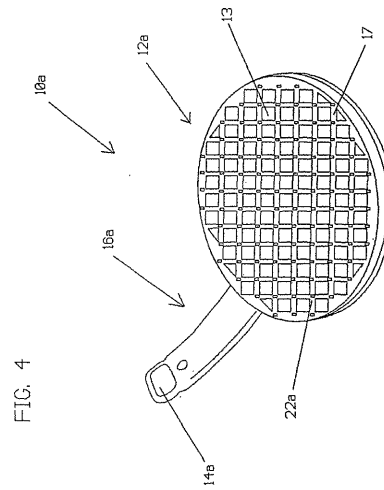


FIG. 4

【図 4 A】

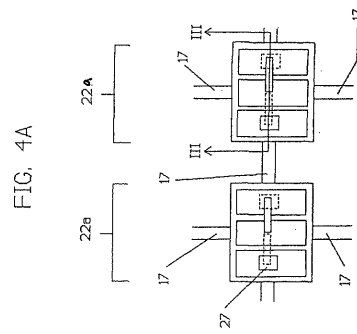


FIG. 4A

【図 4 B】

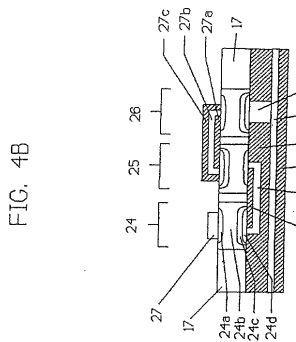


FIG. 4B

【図 5】

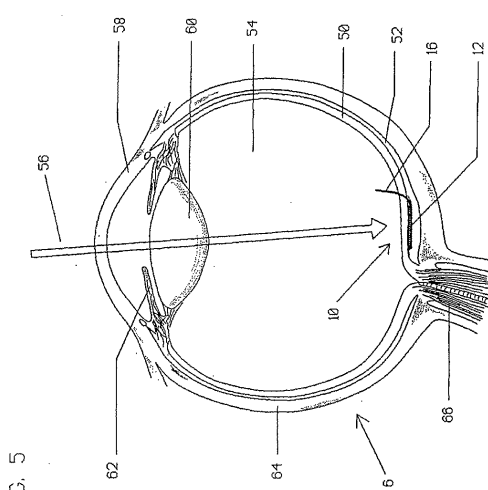


FIG. 5

【図 6】

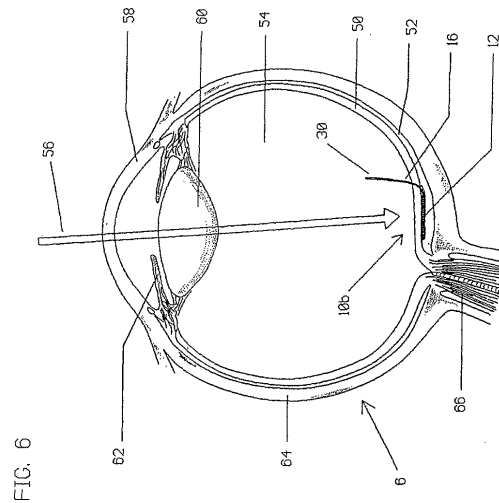
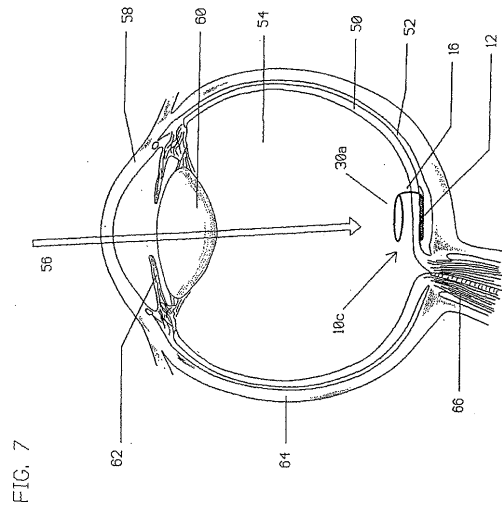
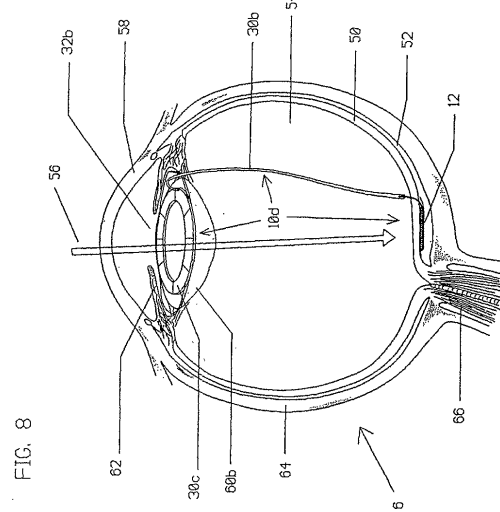


FIG. 6

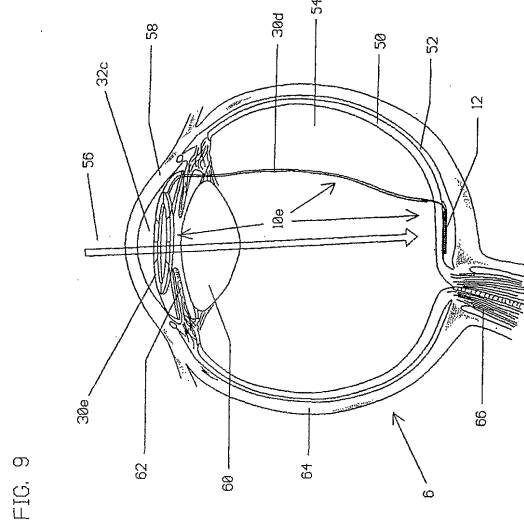
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 チョウ アラン ワイ

アメリカ合衆国 イリノイ州 60187 ウィートン パロミノ プレイス 191

(72)発明者 チョウ ヴィンセント ワイ

アメリカ合衆国 イリノイ州 60103 ハノーヴァー パーク キングスバリー ドライヴ
7980

審査官 小原 深美子

(56)参考文献 米国特許第05109844 (US, A)

米国特許第05895415 (US, A)

米国特許第04628933 (US, A)

特表2002-543878 (JP, A)

米国特許第02760483 (US, A)

米国特許第05024223 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61N 1/05

A61F 2/14

A61F 9/007