

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3721408号

(P3721408)

(45) 発行日 平成17年11月30日(2005.11.30)

(24) 登録日 平成17年9月22日(2005.9.22)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

A 6 1 B 10/00

F I

A 6 1 B 10/00

E

請求項の数 13 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2004-112315 (P2004-112315)	(73) 特許権者	504147243
(22) 出願日	平成16年4月6日(2004.4.6)		国立大学法人 岡山大学
(65) 公開番号	特開2005-296062 (P2005-296062A)		岡山県岡山市津島中一丁目1番1号
(43) 公開日	平成17年10月27日(2005.10.27)	(74) 代理人	100067828
審査請求日	平成16年4月6日(2004.4.6)		弁理士 小谷 悦司
早期審査対象出願		(74) 代理人	100075409
			弁理士 植木 久一
		(74) 代理人	100099955
			弁理士 樋口 次郎
		(72) 発明者	武田 吉正
			岡山県岡山市清輝橋一丁目5-12 新和ビル303
		(72) 発明者	森田 潔
			岡山県岡山市福浜町13-10

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脳の虚血監視モニタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

脳の外表面に向けて配置可能な先端部をそれぞれ有する一対の光ファイバと、一方の光ファイバの基端部に接続され、この光ファイバを介して脳の外表面に対して紫外線を照射可能な照射部と、

他方の光ファイバの基端部に接続され、この光ファイバを介して、上記紫外線により脳細胞が励起されて発光した蛍光を受光可能な受光部と、

上記照射部による紫外線の照射・照射停止を制御するとともに、受光部により受光した蛍光の強度を算出可能な制御部と、

この制御部により算出された蛍光強度を表示可能な表示部とを備え、

上記照射部は、光源と、この光源と光ファイバとの間に配置され、当該光源の光路を開放・遮断可能なシャッタとを備え、上記制御部は、シャッタの開放・遮断タイミングを制御するとともに、シャッタを開放する場合には少なくとも2秒以上開放し、この開放時間間に累積された蛍光強度を算出することを特徴とする脳の虚血監視モニタ。

【請求項2】

請求項1に記載の脳の虚血監視モニタにおいて、上記各光ファイバは、塑性変形可能な帯状部材に対して、その幅方向に沿って並列に配置された状態で長手方向に沿って内蔵されており、この帯状部材は、頭骨に形成された開口部を通して当該頭骨の内面に沿って配索可能な配索部と、この配索部の厚み方向へ略直角に屈曲した屈曲先端部とを備えていることを特徴とする脳の虚血監視モニタ。

10

20

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の脳の虚血監視モニタにおいて、上記制御部は、制御開始後の初回に算出された蛍光強度と、2 回目以降に算出された蛍光強度とに基づいて蛍光強度の変化率を算出し、この変化率を上記表示部に表示させることを特徴とする脳の虚血監視モニタ。

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載の脳の虚血監視モニタにおいて、上記制御部は、上記蛍光強度変化率が所定値以上である場合に、脳に対する酸素供給量が不足している旨の判定をすることを特徴とする脳の虚血監視モニタ。

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の脳の虚血監視モニタにおいて、上記制御部は、上記蛍光強度変化率が所定値以上である場合の時間を累積するように構成され、この累積時間が所定時間以上となった場合に、脳に対する酸素供給量が、脳に低酸素性障害が発生し得る程度に不足している旨の判定をすることを特徴とする脳の虚血監視モニタ。

## 【請求項 6】

請求項 5 に記載の脳の虚血監視モニタにおいて、上記蛍光強度変化率の所定値は 20 % であり、上記累積時間の所定時間は 18 分であることを特徴とする脳の虚血監視モニタ。

## 【請求項 7】

請求項 4 乃至請求項 6 の何れかに記載の脳の虚血監視モニタにおいて、上記受光部は、脳から反射した紫外線の反射光と、紫外線に応じて発光した蛍光とを個別に受光可能に構成され、上記制御部は、連続して算出された 2 の反射光強度について、前回算出された反射光強度よりも今回算出された反射光強度が増加している場合には、今回算出された蛍光強度についての上記蛍光強度変化率が所定値以上であっても、その時間を累積しないように構成されていることを特徴とする脳の虚血監視モニタ。

## 【請求項 8】

脳の外表面に向けて配置可能な先端部をそれぞれ有する一対の光ファイバと、一方の光ファイバの基端部に接続され、この光ファイバを介して脳の外表面に対して紫外線を照射可能な照射部と、

他方の光ファイバの基端部に接続され、この光ファイバを介して、上記紫外線により脳細胞が励起されて発光した蛍光を受光可能な受光部と、

上記照射部による紫外線の照射・照射停止を制御するとともに、受光部により受光した蛍光の強度を算出可能な制御部と、

この制御部により算出された蛍光強度を表示可能な表示部とを備え、

上記制御部は、制御開始後の初回に算出された蛍光強度と、2 回目以降に算出された蛍光強度とに基づいて蛍光強度の変化率を算出し、この変化率を上記表示部に表示させるとともに、上記蛍光強度変化率が所定値以上である場合に、脳に対する酸素供給量が不足している旨の判定をすることを特徴とする脳の虚血監視モニタ。

## 【請求項 9】

請求項 8 に記載の脳の虚血監視モニタにおいて、上記各光ファイバは、塑性変形可能な帯状部材に対して、その幅方向に沿って並列に配置された状態で長手方向に沿って内蔵されており、この帯状部材は、頭骨に形成された開口部を通して当該頭骨の内面に沿って配索可能な配索部と、この配索部の厚み方向へ略直角に屈曲した屈曲先端部とを備えていることを特徴とする脳の虚血監視モニタ。

## 【請求項 10】

請求項 8 又は請求項 9 に記載の脳の虚血監視モニタにおいて、上記照射部は、光源と、この光源と光ファイバとの間に配置され、当該光源の光路を開放・遮断可能なシャッタとを備え、上記制御部は、シャッタの開放・遮断タイミングを制御するとともに、シャッタを開放する場合には少なくとも 2 秒以上開放し、この開放時間の間に累積された蛍光強度を算出することを特徴とする脳の虚血監視モニタ。

## 【請求項 11】

10

20

30

40

50

請求項 8 乃至請求項 10 の何れかに記載の脳の虚血監視モニタにおいて、上記制御部は、上記蛍光強度変化率が所定値以上である場合の時間を累積するように構成され、この累積時間が所定時間以上となった場合に、脳に対する酸素供給量が、脳に低酸素性障害が発生し得る程度に不足している旨の判定をすることを特徴とする脳の虚血監視モニタ。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の脳の虚血監視モニタにおいて、上記蛍光強度変化率の所定値は 20 % であり、上記累積時間の所定時間は 18 分であることを特徴とする脳の虚血監視モニタ

【請求項 13】

請求項 8 乃至請求項 12 の何れかに記載の脳の虚血監視モニタにおいて、上記受光部は、脳から反射した紫外線の反射光と、紫外線に応じて発光した蛍光とを個別に受光可能に構成され、上記制御部は、連続して算出された 2 の反射光強度について、前回算出された反射光強度よりも今回算出された反射光強度が増加している場合には、今回算出された蛍光強度についての上記蛍光強度変化率が所定値以上であっても、その時間を累積しないように構成されていることを特徴とする脳の虚血監視モニタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、脳に対する酸素供給量の適否を判定するための装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、脳動脈瘤の治療として、図 11 に示すようなクリッピング手術が行われている。このクリッピング手術では、動脈瘤 100 の上流側で脳動脈 102 に対してクリップ 101 をかけることにより、脳動脈 102 の血流を一旦停止させ、この状態で、動脈瘤 100 の付け根部分にクリップ 103 をかけることにより、動脈瘤 100 に対する血液流入を防止して、当該動脈瘤 100 の破裂を防止するようにしている。

【0003】

そして、上記手順が完了すると、クリップ 101 を取り外して脳動脈 102 の血流を復帰させた後、クリップ 103 を脳内に留置した状態で患者の開頭部を閉塞することになる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記クリッピング手術では、短時間ではあるものの、脳動脈 102 の血流を一時停止することにしてしているので、この血流停止の間、脳に対する酸素の供給量が不足することになる。そして、この酸素供給量の不足は、脳細胞を死滅させる、いわゆる虚血性神経細胞障害の要因となることが知られている。

【0005】

そこで、上記虚血性神経細胞障害の発生を抑制すべく、脳に対する酸素供給量の適否を監視可能な装置が要望されていた。

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、脳に対する酸素供給量の適否を監視可能な脳の虚血監視モニタを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために本発明は、脳の外表面に向けて配置可能な先端部をそれぞれ有する一対の光ファイバと、一方の光ファイバの基端部に接続され、この光ファイバを介して脳の外表面に対して紫外線を照射可能な照射部と、他方の光ファイバの基端部に接続され、この光ファイバを介して、上記紫外線により脳細胞が励起されて発光した蛍光を受光可能な受光部と、上記照射部による紫外線の照射・照射停止を制御するとともに、受光

10

20

30

40

50

部により受光した蛍光の強度を算出可能な制御部と、この制御部により算出された蛍光強度を表示可能な表示部とを備え、上記照射部は、光源と、この光源と光ファイバとの間に配置され、当該光源の光路を開放・遮断可能なシャッタとを備え、上記制御部は、シャッタの開放・遮断タイミングを制御するとともに、シャッタを開放する場合には少なくとも2秒以上開放し、この開放時間の間に累積された蛍光強度を算出することを特徴とする脳の虚血監視モニタである。

【0008】

上記脳の虚血監視モニタにおいて、上記各光ファイバは、塑性変形可能な帯状部材に対して、その幅方向に沿って並列に配置された状態で長手方向に沿って内蔵されており、この帯状部材は、頭骨に形成された開口部を通して当該頭骨の内面に沿って配索可能な配索部と、この配索部の厚み方向へ略直角に屈曲した屈曲先端部とを備えていることが好ましい。

10

【0009】

上記脳の虚血監視モニタにおいて、上記制御部は、制御開始後の初回に算出された蛍光強度と、2回目以降に算出された蛍光強度とに基づいて蛍光強度の変化率を算出し、この変化率を上記表示部に表示させることが好ましい。

【0010】

上記脳の虚血監視モニタにおいて、上記制御部は、上記蛍光強度変化率が所定値以上である場合に、脳に対する酸素供給量が不足している旨の判定をすることが好ましい。

【0011】

上記脳の虚血監視モニタにおいて、上記制御部は、上記蛍光強度変化率が所定値以上である場合の時間を累積するように構成され、この累積時間が所定時間以上となった場合に、脳に対する酸素供給量が、脳に低酸素障害が発生し得る程度に不足している旨の判定をすることが好ましい。

20

【0012】

上記脳の虚血監視モニタにおいて、上記蛍光強度変化率の所定値は20%であり、上記累積時間の所定時間は18分であることが好ましい。

【0013】

上記脳の虚血監視モニタにおいて、上記受光部は、脳から反射した紫外線の反射光と、紫外線に応じて発光した蛍光とを個別に受光可能に構成され、上記制御部は、連続して算出された2の反射光強度について、前回算出された反射光強度よりも今回算出された反射光強度が増加している場合には、今回算出された蛍光強度についての上記蛍光強度変化率が所定値以上であっても、その時間を累積しないように構成されていることが好ましい。

30

【0014】

また、本発明の別の態様は、脳の外表面に向けて配置可能な先端部をそれぞれ有する一対の光ファイバと、一方の光ファイバの基端部に接続され、この光ファイバを介して脳の外表面に対して紫外線を照射可能な照射部と、他方の光ファイバの基端部に接続され、この光ファイバを介して、上記紫外線により脳細胞が励起されて発光した蛍光を受光可能な受光部と、上記照射部による紫外線の照射・照射停止を制御するとともに、受光部により受光した蛍光の強度を算出可能な制御部と、この制御部により算出された蛍光強度を表示可能な表示部とを備え、上記制御部は、制御開始後の初回に算出された蛍光強度と、2回目以降に算出された蛍光強度とに基づいて蛍光強度の変化率を算出し、この変化率を上記表示部に表示させるとともに、上記蛍光強度変化率が所定値以上である場合に、脳に対する酸素供給量が不足している旨の判定をすることを特徴とする脳の虚血監視モニタである。

40

【0015】

上記脳の虚血監視モニタにおいて、上記各光ファイバは、塑性変形可能な帯状部材に対して、その幅方向に沿って並列に配置された状態で長手方向に沿って内蔵されており、この帯状部材は、頭骨に形成された開口部を通して当該頭骨の内面に沿って配索可能な配索部と、この配索部の厚み方向へ略直角に屈曲した屈曲先端部とを備えていることが好まし

50

い。

【0016】

上記脳の虚血監視モニタにおいて、上記照射部は、光源と、この光源と光ファイバとの間に配置され、当該光源の光路を開放・遮断可能なシャッタとを備え、上記制御部は、シャッタの開放・遮断タイミングを制御するとともに、シャッタを開放する場合には少なくとも2秒以上開放し、この開放時間の間に累積された蛍光強度を算出することが好ましい。

【0017】

上記脳の虚血監視モニタにおいて、上記制御部は、上記蛍光強度変化率が所定値以上である場合の時間を累積するように構成され、この累積時間が所定時間以上となった場合に、脳に対する酸素供給量が、脳に低酸素性障害が発生し得る程度に不足している旨の判定をすることが好ましい。

10

【0018】

上記脳の虚血監視モニタにおいて、上記蛍光強度変化率の所定値は20%であり、上記累積時間の所定時間は18分であることが好ましい。

【0019】

上記脳の虚血監視モニタにおいて、上記受光部は、脳から反射した紫外線の反射光と、紫外線に応じて発光した蛍光とを個別に受光可能に構成され、上記制御部は、連続して算出された2の反射光強度について、前回算出された反射光強度よりも今回算出された反射光強度が増加している場合には、今回算出された蛍光強度についての上記蛍光強度変化率が所定値以上であっても、その時間を累積しないように構成されていることが好ましい。

20

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、脳の外表面に対して照射した紫外線により脳細胞が励起されて発光した蛍光の強度を算出することになっている。ここで、「紫外線により脳細胞が励起する」のは、脳に対する酸素供給量が不足することに応じて、脳細胞のミトコンドリア内にNADH (nicotinamide adenine dinucleotide: (還元型)ニコチナマイド アデニン ジヌクレオチド)が増加し、このNADHが、紫外線により励起して青色蛍光を発光する特性を有しているためである。

【0021】

したがって、本発明では、酸素供給量が不足することに応じて増加する蛍光強度を表示することができるので、例えば、酸素供給量不足時のデータとして予め用意された基準蛍光強度と、表示された蛍光強度とを比較することによって、脳に対する酸素供給量の適否を医療従事者に判定させることができる。

30

【0022】

なお、上記表示部は、蛍光強度を数値として表示するものに限定されることはなく、例えばプロットのようにグラフ表示するものも含まれる。

【0023】

さらに、本発明では、2秒以上に設定されたシャッタ開放時間内の蛍光の累積強度を算出するようにしているので、患者の一心拍(2秒未満)間に累積された蛍光の強度を算出することができ、より安定して蛍光強度を算出することができる。

40

【0024】

各光ファイバが帯状部材に内蔵された構成によれば、帯状部材の可塑性により各光ファイバの形態を比較的自由に变形させることができるとともに、配索部を頭骨に沿って配索した場合に、屈曲先端部により各光ファイバの先端部を脳の外表面に対して略垂直に向けることができる。

【0025】

すなわち、患者の心拍により生じる血流に応じて脳が収縮・弛緩すると、位置決めされた光ファイバの先端部と脳の外表面との間の距離が変動してしまい、この距離に応じて受光された蛍光強度が変動してしまうことになるが、上記のようにシャッタ開放時間を2秒

50

以上とすることにより、脳の収縮・弛緩の双方の状態での蛍光強度を含むデータとして蛍光強度を算出することができるので、受光蛍光強度の瞬間的な増減を加味してしまうといった事態を抑制することができる。

【0026】

制御開始後の初回に算出された蛍光強度と2回目以降に算出された蛍光強度の変化率を表示するようにした構成によれば、脳動脈の血流停止の直近のタイミングにおいて初回の算出を実行させるようにすることにより、NADH量について一患者に対する相対的な増加率を表示することができるので、患者の体質等の個体差に起因する誤差の要因を省いた情報を医療従事者に提供することができる。

【0027】

このとき、上記蛍光強度変化率が所定値以上となった場合に、脳に対する酸素供給量が不足していると判定することにすれば、脳に対する酸素供給量の不足を装置自体で判定することができる。

【0028】

さらに、蛍光強度が所定値以上である場合の時間を累積し、この累積時間をパラメータとすれば、脳の低酸素性障害を未然に防止することができる。

【0029】

具体的に、変化率20%、累積時間18分を超えると、脳の低酸素性障害(虚血性神経細胞障害)の発生率が高くなることが知られているため、これらの値を利用して脳に対する酸素供給量の適否を判定することが好ましい。

【0030】

紫外線の反射光の強度が増加している場合に時間を累積しないようにした構成によれば、より精緻に脳に対する酸素供給量の不足を判定することができる。

【0031】

すなわち、脳動脈の血流を停止すると、脳に対する血流が停止する一方、脳から全身へ向かう血流(静脈血流)は阻害されないため、脳動脈の血流停止に伴い、直ちに脳血管内の血液が減少し、これに応じて、脳の血液中のヘモグロビンが減少することになる。

【0032】

そして、ヘモグロビンは、比較的幅広い吸収波長域を有しているため、脳内でその量が減少すると、吸収し得る紫外線量も減少する結果、照射された紫外線について、脳の外表面からの反射光が増大することになる。一方、脳内のヘモグロビン量が減少すると、NADHにより発光する蛍光についても、ヘモグロビンによる吸収量が減少するため、蛍光強度も増加することになる。

【0033】

そして、所定時間(約2分間)血流停止が持続すると、脳細胞は、低酸素状態となり、内部のNADH量が増加して、蛍光強度が急速に増加する。このとき、反射光強度は変化しない。

【0034】

したがって、脳動脈の血流停止から暫らくの間は、ヘモグロビン量の減少により、紫外線の反射光及び、蛍光の強度が増加することになる。換言すると、血流停止から暫らくの間は、NADH量の増加とは関係なく蛍光強度が増加することになり、さらに、NADH量が増加するのは、反射光強度が上記のように増加した状態で安定した後であることが知られているので、上記のように反射光強度が増加中である場合に時間を累積しないようにすれば、ヘモグロビン量減少に伴う蛍光強度の増加をNADH量の増加として判定してしまうといった事態を抑制することができる。

【0035】

また、本発明の別の態様に係る脳の虚血監視モニタによれば、脳の外表面に対して照射した紫外線により脳細胞が励起されて発光した蛍光の強度を算出することにしている。ここで、「紫外線により脳細胞が励起する」のは、脳に対する酸素供給量が不足することに応じて、脳細胞のミトコンドリア内にNADH(nicotinamide adenine dinucleotide:

10

20

30

40

50

(還元型)ニコチナマイド アデニン ジヌクレオチド)が増加し、このNADHが、紫外線により励起して青色蛍光を発光する特性を有しているためである。

【0036】

したがって、本発明では、酸素供給量が不足することに応じて増加する蛍光強度を表示することができるので、例えば、酸素供給量不足時のデータとして予め用意された基準蛍光強度と、表示された蛍光強度とを比較することによって、脳に対する酸素供給量の適否を医療従事者に判定させることができる。

【0037】

なお、上記表示部は、蛍光強度を数値として表示するものに限定されることはなく、例えばプロッタのようにグラフ表示するものも含まれる。

10

【0038】

さらに、本発明では、制御開始後の初回に算出された蛍光強度と2回目以降に算出された蛍光強度の変化率を表示するようにしているので、脳動脈の血流停止の直近のタイミングにおいて初回の算出を実行させるようにすることにより、NADH量について一患者に対する相対的な増加率を表示することができ、患者の体質等の個体差に起因する誤差の要因を省いた情報を医療従事者に提供することができる。

【0039】

そして、本発明では、上記蛍光強度変化率が所定値以上となった場合に、脳に対する酸素供給量が不足していると判定するようにしているので、脳に対する酸素供給量の不足を装置自体で判定することができる。

20

【0040】

各光ファイバが带状部材に内蔵された構成によれば、带状部材の可塑性により各光ファイバの形態を比較的自由に变形させることができるとともに、配索部を頭骨に沿って配索した場合に、屈曲先端部により各光ファイバの先端部を脳の外表面に対して略垂直に向けることができる。

【0041】

2秒以上に設定されたシャッタ開放時間内の蛍光の累積強度を算出するようにした構成によれば、患者の一心拍(2秒未満)間に累積された蛍光の強度を算出することができるので、より安定して蛍光強度を算出することができる。

【0042】

すなわち、患者の心拍により生じる血流に応じて脳が収縮・弛緩すると、位置決めされた光ファイバの先端部と脳の外表面との間の距離が変動してしまい、この距離に応じて受光された蛍光強度が変動してしまうことになるが、上記のようにシャッタ開放時間を2秒以上とすることにより、脳の収縮・弛緩の双方の状態での蛍光強度を含むデータとして蛍光強度を算出することができるので、受光蛍光強度の瞬間的な増減を加味してしまうといった事態を抑制することができる。

30

【0043】

さらに、蛍光強度が所定値以上である場合の時間を累積し、この累積時間をパラメータとすれば、脳の低酸素性障害を未然に防止することができる。

【0044】

具体的に、変化率20%、累積時間18分を超えると、脳の低酸素性障害(虚血性神経細胞障害)の発生率が高くなることが知られているため、これらの値を利用して脳に対する酸素供給量の適否を判定することが好ましい。

40

【0045】

紫外線の反射光の強度が増加している場合に時間を累積しないようにした構成によれば、より精緻に脳に対する酸素供給量の不足を判定することができる。

【0046】

すなわち、脳動脈の血流を停止すると、脳に対する血流が停止する一方、脳から全身へ向かう血流(静脈血流)は阻害されないため、脳動脈の血流停止に伴い、直ちに脳血管内の血液が減少し、これに応じて、脳の血液中のヘモグロビンが減少することになる。

50

## 【0047】

そして、ヘモグロビンは、比較的幅広い吸収波長域を有しているので、脳内でその量が減少すると、吸収し得る紫外線量も減少する結果、照射された紫外線について、脳の外表面からの反射光が増大することになる。一方、脳内のヘモグロビン量が減少すると、NADHにより発光する蛍光についても、ヘモグロビンによる吸収量が減少するため、蛍光強度も増加することになる。

## 【0048】

そして、所定時間（約2分間）血流停止が持続すると、脳細胞は、低酸素状態となり、内部のNADH量が増加して、蛍光強度が急速に増加する。このとき、反射光強度は変化しない。

10

## 【0049】

したがって、脳動脈の血流停止から暫らくの間は、ヘモグロビン量の減少により、紫外線の反射光及び、蛍光の強度が増加することになる。換言すると、血流停止から暫らくの間は、NADH量の増加とは関係なく蛍光強度が増加することになり、さらに、NADH量が増加するのは、反射光強度が上記のように増加した状態で安定した後であることが知られているので、上記のように反射光強度が増加中である場合に時間を累積しないようにすれば、ヘモグロビン量減少に伴う蛍光強度の増加をNADH量の増加として判定してしまうといった事態を抑制することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0050】

以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照して説明する。

20

## 【0051】

図1は、本発明の実施形態に係る脳の虚血監視モニタ1を、脳動脈瘤のクリッピング手術時に使用した状態で示す全体概略図であり、図2の(a)は、図1のII-II線断面図、(b)は、図1のケーブル帯2を拡大して示す平面図である。

## 【0052】

各図を参照して、虚血監視モニタ1は、上記クリッピング手術のために開頭された状態にある患者Jの頭骨J1内に挿入可能な先端部を有するケーブル帯2と、このケーブル帯2の基端部に接続された監視装置本体3とを備えている。

## 【0053】

ケーブル帯2は、アルミニウム等の塑性変形可能な材質に対してフッ素樹脂等からなる被膜が形成され、全体として帯状に形成された部材である。このケーブル帯2は、頭骨J1に形成された開頭部J2を通して当該頭骨J1の内面に沿って配索可能な配索部4と、この配索部4の厚み方向へ略直角に屈曲した屈曲先端部5とを備えている。

30

## 【0054】

上記ケーブル帯2には、その幅方向に沿って並列に配置された一対の光ファイバ6、7が長手方向に沿って内蔵されている。これら光ファイバ6、7の先端部は、それぞれ屈曲先端部5に沿って屈曲して、当該屈曲先端部5の端面に形成された開口5aを介してケーブル帯2の外部に開放されている。そのため、上記配索部4を頭骨J1の内面に沿って配索した場合に、各光ファイバ6、7の先端部を、頭骨J1に対して略直交する方向、すなわち、図2の(a)に示すように、脳J3の外周面に対して略垂直に配置することが可能となる。

40

## 【0055】

上記光ファイバ6は、その基端部に照射装置8が接続され、この照射装置8により照射された紫外線を先端部まで案内するようになっている。一方、光ファイバ7は、その基端部に受光装置9が接続され、先端部から取り込まれた光を受光装置9まで案内するようになっている。

## 【0056】

そして、各光ファイバ6、7は、図2の(a)に示すように、上記ケーブル帯2を頭骨J1と脳J3との間に挿入した状態で、光ファイバ6を介して脳J3の外表面に対して紫

50



外線を照射した場合に、当該紫外線により脳細胞が励起されて発光した蛍光及び、脳 J 3 の外表面から反射した反射光を、光ファイバ 7 を介して受光装置 9 へ案内し得るように、ケーブル帯 2 に対して位置決めされている。

【 0 0 5 7 】

図 3 及び図 4 は、図 2 に示す照射装置 8 及び受光装置 9 の構成を概略的に示すブロック図である。

【 0 0 5 8 】

図 3 を参照して、照射装置 8 は、紫外線を照射可能な光源 1 0 と、この光源 1 0 の光路を開放・遮断可能なシャッタ 1 1 と、このシャッタ 1 1 を通過した紫外線の中から所望の波長の光を抽出するフィルタ 1 2 とを備え、このフィルタ 1 2 を通過した光を上記光ファイバ 6 の基端部へ案内するようになっている。

10

【 0 0 5 9 】

光源 1 0 は、出力 2 0 0 W 程度のキセノンランプや水銀ランプ等と、このランプから照射された紫外線を反射する反射鏡とを備えた周知のものである。この光源 1 0 による紫外線の照射強度は、上記光ファイバ 6 の先端部から照射される紫外線の照射強度が  $0.3 \text{ mW/cm}^2$  となるように設定されている。

【 0 0 6 0 】

シャッタ 1 1 は、上記光源 1 0 とフィルタ 1 2 との間に配置され、後述する制御部 2 0 によりその開放・遮断タイミングが制御されるようになっている。フィルタ 1 2 は、光源 1 0 から照射された紫外線の中から  $360 \text{ nm}$  の波長を有する光を通過させるようになっている。

20

【 0 0 6 1 】

図 4 を参照して、受光装置 9 は、上記光ファイバ 7 に取り込まれた光を可視光線と紫外線との 2 系統に分岐させるダイクロックミラー 1 3 と、分岐された紫外線の中から  $360 \text{ nm}$  の波長を有する光を抽出するフィルタ 1 4 と、可視光線の中から  $450 \text{ nm}$  の波長を有する光を抽出するフィルタ 1 5 と、これら両フィルタ 1 3、1 4 により抽出された光をそれぞれ撮像する撮像部（例えば、CCD、冷却 CCD、CMOS センサ等）1 6、1 7 とを備え、これら撮像部 1 6、1 7 により撮像された撮像データを後述する制御部 2 0 へそれぞれ入力するようになっている。

30

【 0 0 6 2 】

再び図 1 を参照して、監視装置本体 3 は、LCD (Liquid Crystal Display) 等からなるディスプレイ (表示部) 1 8 と、スタートキー 1 9 a やテンキー 1 9 b 等を有する入力部 1 9 と、これらディスプレイ 1 8 及び入力部 1 9 に接続された制御部 2 0 とを備えている。

【 0 0 6 3 】

図 5 は、図 1 の虚血検査装置 1 に内蔵された制御部 2 0 の構成を概略的に示すブロック図である。

【 0 0 6 4 】

図 5 を参照して、制御部 2 0 は、各種演算処理を実行する CPU、初期設定等を記憶する ROM、及び入力された設定情報等を上書き可能に記憶する RAM を基本構成として備えた周知のものである。

40

【 0 0 6 5 】

この制御部 2 0 は、上記入力部 1 9 によって入力された情報に基づいて照射装置 8 の駆動を制御する照射装置制御部 2 1 と、上記各撮像部 1 6、1 7 から入力された撮像データから受光した光の強度を算出する強度算出部 2 2 と、この強度算出部 2 2 により算出された光の強度に基づいて脳に対する酸素供給量の適否を判定する判定部 2 3 と、この判定部 2 3 により酸素供給量が不足していると判定された状態にある時間を累積する超過時間累積部 2 4 と、上記判定部 2 3 による判定結果及び超過時間累積部 2 4 による累積時間をディスプレイ 1 8 に表示させる出力部 2 5 として主に機能するようになっている。

【 0 0 6 6 】

50

照射装置制御部 2 1 は、上記スタートキー 1 9 a の押下に応じてシャッタ 1 1 を開放して光源 1 0 による紫外線を光ファイバ 6 側へ照射するようになっている。具体的に、照射装置制御部 2 1 は、上記テンキー 1 9 b の数値入力に応じてシャッタ 1 1 の開放時間及び閉鎖時間を設定可能な照射時間設定部 2 6 を備えている。

【 0 0 6 7 】

照射時間設定部 2 6 は、図 6 に示すように、テンキー 1 9 b により入力されたシャッタ 1 1 の開放時間  $t_1$  及び閉鎖時間  $t_2$  を記憶して、これら両時間  $t_1$ 、 $t_2$  に対応してシャッタ 1 1 を閉鎖するようになっている。なお、詳しくは後述するが、照射時間設定部 2 6 は、開放時間  $t_1$  が 2 秒以下に設定されることを禁止するようになっている。

【 0 0 6 8 】

強度算出部 2 2 は、本実施形態において、上記開放時間  $t_1$  内に蓄積された撮像データ内の光の強度（電荷）を算出するようになっている。

【 0 0 6 9 】

判定部 2 3 は、脳動脈の血流停止時の蛍光強度  $K$ （図 7 参照）に対する今回算出された蛍光強度  $K_1$  の割合（ $K_1 / K \times 100$ ）が 120% 以上であるか否かを判定し、120% である場合に超過時間累積部 2 4 に対して時間累積を指示する一方、この超過時間累積部 2 4 による累積時間が 18 分を超えているか否かを判定し、超えている場合に、脳に対する酸素供給量が脳の低酸素性障害を発生し得る程度に不足していると判定するようになっている。

【 0 0 7 0 】

ところで、反射光強度  $H$  は、図 7 に示すように、脳動脈の血流停止から暫らくの間に、若干増加して強度  $H_a$  となる。これは、脳動脈の血流停止からヘモグロビン量が減少するためであり、ヘモグロビン量が減少すると、脳細胞からの蛍光強度も増加することになる。

【 0 0 7 1 】

すなわち、血流停止から暫らくの間に算出される蛍光強度の中には、ヘモグロビン量の減少に起因する蛍光強度の増加量が含まれているため、上記判定部 2 3 は、反射光強度が増加中である場合には、上記超過時間累積部 2 4 による時間の累積を停止する一方、反射光強度が増加した状態（反射光強度  $H_a$ ）で安定している場合には、蛍光強度の増加量に応じて上記超過累積部 2 4 により時間を累積し得るようになっている。

【 0 0 7 2 】

一方、蛍光強度  $K$  は、上記ヘモグロビン量の減少に応じて増加して強度  $K_a$  となり、ヘモグロビン量が安定した後（脳動脈の血流停止から約 2 分が経過した後）に、さらに増加して強度  $K_b$  となる一方、脳動脈の血流を復帰させると、これに応じて再び強度  $K_a$ 、若しくは  $K_a$  以下に減少することになる。そして、上記判定部 2 3 は、算出された蛍光強度が一旦強度  $K_b$  に上昇した後、強度  $K_a$  以下に減少したか否かを判定して、減少した場合には、脳動脈の血流が復帰したとみなして、反射光強度及び蛍光の計測を終了するようになっている。

【 0 0 7 3 】

また、脳動脈の血流を復帰させると、ヘモグロビン量及び反射光強度も、血流停止前と略同一の状態へ復帰する（ヘモグロビン量が増加し、反射光強度が減少する）ことになる。

【 0 0 7 4 】

以下、図 8 を参照して、上記制御部 2 0 が実行する処理について説明する。

【 0 0 7 5 】

図 8 は、図 5 の制御部 2 0 が実行する処理を示すフローチャートである。

【 0 0 7 6 】

まず、医療従事者は、図略の電源スイッチを ON にする。電源スイッチが ON にされると、制御部 2 0 は、光源 1 0 に対して電力を供給して（ステップ S 1）、光源 1 0 の初期設定を実行する（光源 1 0 の種類にもよるが、この初期設定には 15 分程度要する）。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 7 】

次いで、医療従事者は、脳動脈の血流停止処置を施す前（血流停止の直近タイミング）に図 1 に示すように虚血監視モニタ 1 をセットする。

## 【 0 0 7 8 】

そして、制御部 2 0 は、テンキー 1 9 b によるシャッタの開放時間  $t_1$  及び閉鎖時間  $t_2$  が入力されたか否かを判定する（ステップ S 2）。

## 【 0 0 7 9 】

両時間  $t_1$ 、 $t_2$  が入力されていないと判定すると（ステップ S 2 で N O）、繰り返しステップ S 2 を実行する一方、両時間  $t_1$ 、 $t_2$  が入力されたと判定すると（ステップ S 2 で Y E S）、入力された開放時間  $t_1$  が 2 秒以上であるか否かを判定する（ステップ S 3）。ここで、2 秒未満であると判定すると（ステップ S 3 で N O）、ディスプレイ 1 8 にエラーである旨を表示して（ステップ S 4）、繰り返しステップ S 3 を実行する。

10

## 【 0 0 8 0 】

一方、ステップ S 3 で 2 秒以上であると判定すると（ステップ S 3 で Y E S）、スタートキー 1 9 a が押下されたか否かを判定する（ステップ S 5）。ここで、スタートキー 1 9 a が押下されていないと判定すると（ステップ S 5 で N O）、繰り返しステップ S 5 を実行する一方、スタートキー 1 9 a が押下されたと判定すると（ステップ S 5 で Y E S）、これから実行する受光の回数が 2 回目以降であるか否かを判定する（ステップ S 6）。

## 【 0 0 8 1 】

なお、医療従事者は、スタートキー 1 9 a を押下した後に、脳動脈の血流停止の処置（脳動脈にクリップをかける等）を施すことになる。

20

## 【 0 0 8 2 】

そして、上記ステップ S 6 で受光回数が 1 回目であると判定すると（ステップ S 6 で N O）、受光処理 U を実行する。

## 【 0 0 8 3 】

図 9 は、図 8 の受光処理を示すフローチャートである。

## 【 0 0 8 4 】

図 9 を参照して、受光処理 U を開始すると、まず、シャッタ 1 1 を開放し（ステップ U 1）、照射された紫外線により脳細胞が励起され発光した蛍光、及び脳 J 3 からの紫外線の反射光を個別に受光する（ステップ U 2）。

30

## 【 0 0 8 5 】

次いで、シャッタ 1 1 の閉鎖時間  $t_2$  の開始時期が到来したか否か（開放時間  $t_1$  が満了したか否か）を判定し（ステップ U 3）、ここで、未だ開放時間  $t_1$  中であると判定すると（ステップ U 3 で N O）、繰り返しステップ U 2 を実行する。

## 【 0 0 8 6 】

一方、閉鎖時間  $t_2$  の開始時期が到来したと判定すると（ステップ U 3 で Y E S）、シャッタ 1 1 を閉鎖して（ステップ U 4）、当該処理が図 8 のメインルーチンへリターンする。

## 【 0 0 8 7 】

図 8 を再び参照して、次いで、受光した蛍光及び反射光の強度  $K$ 、 $H$ （図 7 参照）を算出し（ステップ S 7）、各強度  $K$ 、 $H$  を記憶して（ステップ S 8）、開放時間  $t_1$  の開始時期が到来したか否か（閉鎖時間  $t_2$  が満了したか否か）を判定する（ステップ S 1 0）。

40

## 【 0 0 8 8 】

ここで、未だ閉鎖時間  $t_2$  中であると判定すると（ステップ S 1 0 で N O）、繰り返しステップ S 1 0 を実行する一方、開放時間  $t_1$  の開始時期が到来したと判定すると（ステップ S 1 0 で Y E S）、上記ステップ S 6 を実行する。

## 【 0 0 8 9 】

一方、上記ステップ S 6 で受光回数が 2 回目以降であると判定すると（ステップ S 6 で Y E S）、上記受光処理 U を実行して、この受光処理 U で受光された蛍光及び反射光の強

50

度  $K_1$ 、 $H_1$  を算出し (ステップ  $S_9$ )、次いで、判定処理  $V$  を実行する。なお、 $K_1$ 、 $H_1$  とは、初回 (血流停止の直近タイミング) に算出された強度  $K$ 、 $H$  と区別するために付した符号であり、2 回目以降に受光された蛍光及び反射光の強度は、全て  $K_1$ 、 $H_1$  であることを意味している。

【0090】

図 10 は、図 8 の判定処理  $V$  を示すフローチャートである。

【0091】

図 10 を参照して、判定処理  $V$  を実行すると、まず、連続して算出された 2 の反射光の強度について、今回と前回に算出された反射光の強度同士を比較して (今回の受光が 2 回目であれば強度  $H$  と、 $H_1$  とを比較することになる)、前回算出された強度よりも今回算出された強度が増加しているか否かを判定する (ステップ  $V_1$ )。 10

【0092】

ここで、反射光の強度が増加していると判定すると (ステップ  $V_1$  で  $NO$ )、後述するステップ  $V_4$  が以前に実行されている場合 (超過時間が累積中である場合) には、その累積を停止して (ステップ  $V_2$ )、図 8 のメインルーチンへリターンする。

【0093】

一方、反射光の強度が増加していないと判定すると (ステップ  $V_1$  で  $YES$ )、初回の蛍光の強度  $K$  に対する今回の強度  $K_1$  の増加率を算出し、これが 120% 以上であるか否かを判定する (ステップ  $V_3$ )。ここで、120% 以上であると判定すると (ステップ  $V_3$  で  $YES$ )、時間の累積を開始する (ステップ  $V_4$ ) 一方、120% 未満であると判定すると、以前に上記ステップ  $V_4$  が実行されている場合には、その累積を停止する (ステップ  $V_5$ )。 20

【0094】

なお、上記ステップ  $V_5$  の実行時においては、反射光強度が増加中でなく (ステップ  $V_1$  で  $YES$ )、かつ蛍光強度の増加率が 20% 未満である (ステップ  $V_3$  で  $NO$ ) 状態、すなわち、算出された蛍光強度  $K_1$  が、図 7 の  $K_a$  に相当する値になっていることになる。そこで、上記ステップ  $V_5$  では、上記の処理とともに今回算出された蛍光強度  $K_1$  を  $K_a$  として記憶するようになっている。ここで、強度  $K_a$  を記憶するのに際し、今回の強度  $K_1$  と前回の強度  $K_1$  とを比較して、これら強度  $K_1$  同士が略同一である場合 (図 7 のように蛍光強度が略フラットになっている場合) に、この強度  $K_1$  を  $K_a$  として記憶するの 30  
がより好ましい。

【0095】

上記ステップ  $V_4$  又はステップ  $V_5$  を実行すると、次いで、現在の累積時間及び蛍光強度の増加率をディスプレイ 18 に表示し (ステップ  $V_6$ : 図 1 参照)、累積時間が 18 分未満であるか否かを判定する (ステップ  $V_7$ )。

【0096】

ここで、累積時間が 18 分以上であると判定すると (ステップ  $V_7$  で  $NO$ )、ディスプレイ 18 に累積時間が規定値をオーバーしている旨を表示し (ステップ  $V_8$ )、当該処理を終了する。

【0097】

なお、上記判定処理  $V$  では、累積時間が規定値をオーバーしている旨を表示した (ステップ  $V_8$ ) 後に、処理を終了するようにしているが、これに限定されることはなく、例えば、ステップ  $V_8$  の後に、図 8 のメインルーチンのステップ  $S_{10}$  へリターンするようにしてもよい。 40

【0098】

一方、累積時間が 18 分未満であると判定すると (ステップ  $V_7$  で  $YES$ )、当該処理を開始してから (スタートキー 19a が押下されてから)、現時点までの間に時間累積の実績があるか、すなわち、図 7 の  $K_b$  に相当する強度まで蛍光強度  $K_1$  が増加したことがあるか否かを判定する (ステップ  $V_9$ )。

【0099】

ここで、時間累積の実績がないと判定すると（ステップV9でNO）、図8のメインルーチンのステップS10を実行する一方、時間累積の実績があると判定すると（ステップV9でYES）、今回算出された強度K1が上記ステップV5で記憶したKa（図7参照）以下であるか否かを判定する（ステップV10）。

【0100】

K1がKa以上であると判定すると（ステップV10でNO）、図8のメインルーチンのステップS10を実行する一方、K1がKa以下であると判定すると（ステップV10YES）、脳動脈の血流が復帰したものとみなして、当該処理を終了する。

【0101】

以上説明したように、虚血監視モニタ1によれば、酸素供給量が不足することに応じて増加する蛍光強度を表示することができるので、例えば、酸素供給量不足時のデータとして予め用意された基準蛍光強度と、表示された蛍光強度とを比較することによって、脳に対する酸素供給量の適否を医療従事者に判定させることができる。

10

【0102】

各光ファイバ6、7がケーブル帯2に内蔵された構成によれば、ケーブル帯2の可塑性により各光ファイバ6、7の形態を比較的自由に變形させることができるとともに、配索部4を頭骨J1に沿って配索した場合に、屈曲先端部5により各光ファイバ6、7を脳J3の外表面側に向けることができる。

【0103】

2秒以上に設定されたシャッタ11の開放時間t1内の蛍光の累積強度を算出するようにした構成によれば、患者の一心拍間に累積された蛍光の強度を算出することができるので、より安定して蛍光強度を算出することができる。

20

【0104】

制御部20の制御開始後の初回に算出された蛍光強度と2回目以降に算出された蛍光強度の変化率をディスプレイ18に表示するようにした構成によれば、NADH量について一患者に対する相対的な増加率を表示することができるので、患者の体質等の個体差に起因する誤差の要因を省いた情報を医療従事者に提供することができる。

【0105】

また、上記虚血監視モニタ1では、上記蛍光強度変化率が20%以上となった状態の累積時間が18分以上となった場合に、脳に対する酸素供給量が脳の低酸素性障害を発生し得る程度に不足していると判定することができる。なお、これら変化率20%、累積時間18分は、これらに限定されることはなく、脳に対する酸素供給量が不足しない範囲、すなわち、上記各設定値よりも小さな値に調整することができる。

30

【0106】

紫外線の反射光の強度が増加している場合に時間を累積しないようにした構成によれば、より精緻に脳に対する酸素供給量の不足を判定することができる。

【0107】

なお、上記実施形態のステップV1（図10参照）では、今回算出された反射光強度が前回算出されたものよりも増加している場合に、時間の累積を停止するようにしているが、これに限定されることはなく、例えば、反射光強度が所定の割合（例えば、5%）以上で増加している場合に、時間の累積を停止するようにすることもできる。

40

【0108】

また、上記実施形態では、ディスプレイ18に蛍光強度の増加率及び累積時間を表示させるようにしているが、これに限定されることはなく、例えば、図7に示すように、上記各パラメータをグラフ表示させることもでき、さらに、表示部は、LCD等のディスプレイ18に限定されることはなく、上記グラフを印刷可能なプロッタ等により構成することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0109】

【図1】本発明の実施形態に係る脳の虚血監視モニタの全体構成を示す概略図である。

50

【図2】(a)は、図1のII-II線断面図、(b)は、図1のケーブル帯を拡大して示す平面図である。

【図3】図2に示す照射装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図4】図2に示す受光装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図5】図1の虚血検査装置に内蔵された制御部の構成を概略的に示すブロック図である。

【図6】制御部によるシャッタの開閉制御を示すタイミングチャートである。

【図7】ヘモグロビン量、反射光強度及び、蛍光強度の増減を示すグラフである。

【図8】図5の制御部が実行する処理を示すフローチャートである。

【図9】図8の受光処理を示すフローチャートである。

10

【図10】図8の判定処理を示すフローチャートである。

【図11】クリッピング手術の手順を示すための概略図である。

【符号の説明】

【0110】

1 虚血監視装置

2 ケーブル帯

4 配索部

5 屈曲先端部

6、7 光ファイバ

8 照射装置

20

9 受光装置

10 光源

11 シャッタ

18 ディスプレイ

20 制御部

21 照射装置制御部

22 強度算出部

23 判定部

24 超過時間累積部

25 出力部

30

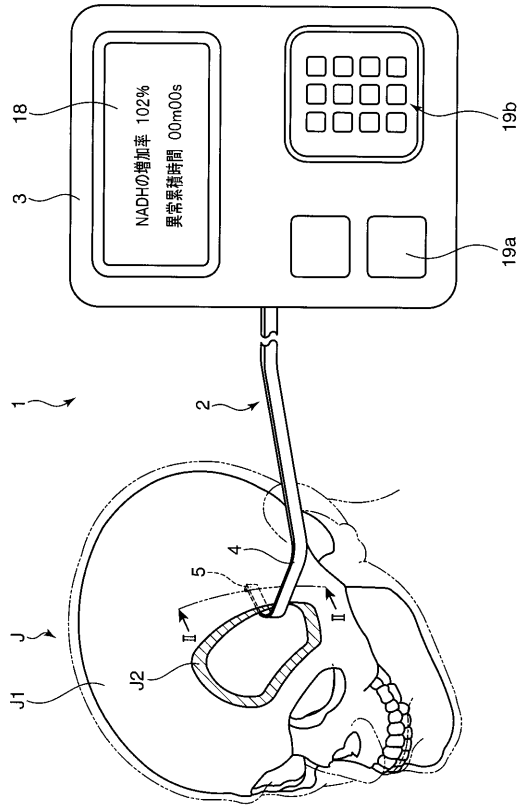
26 照射時間設定部

J1 頭骨

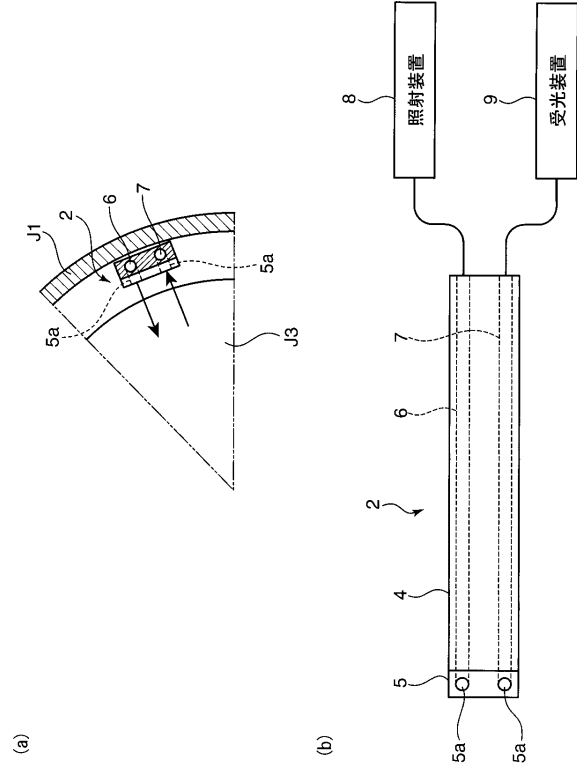
J2 開口部

J3 脳

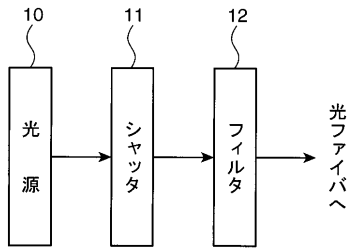
【 図 1 】



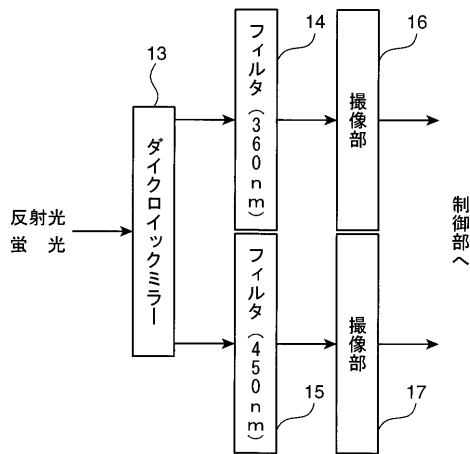
【 図 2 】



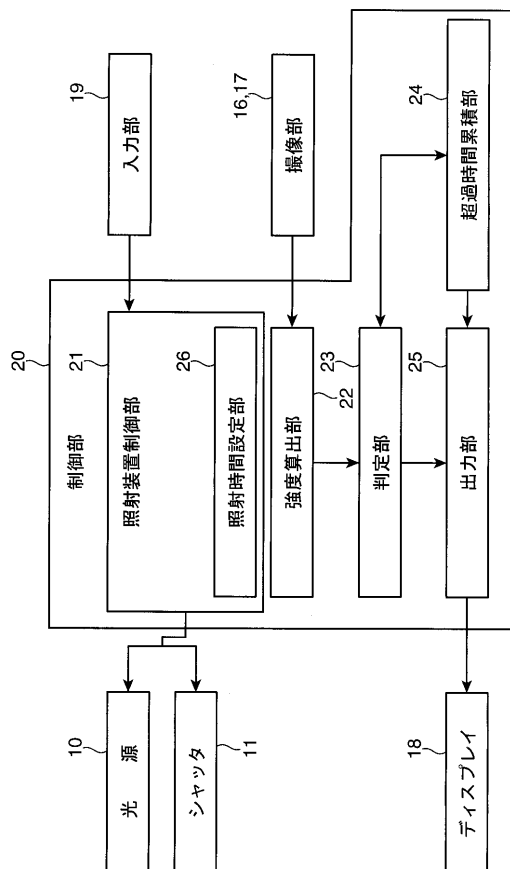
【 図 3 】



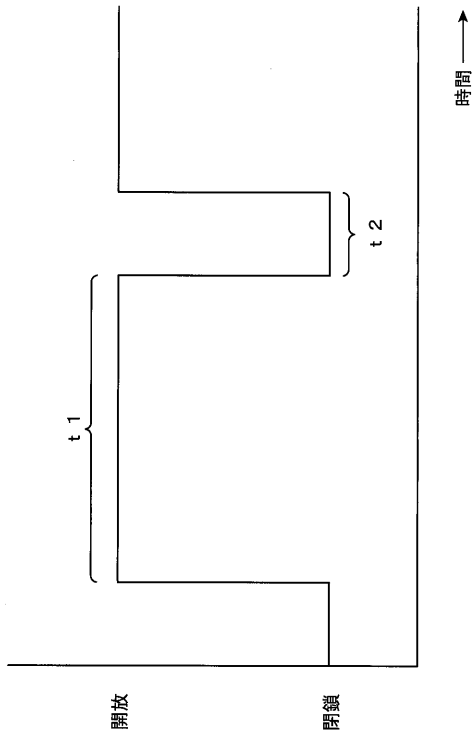
【 図 4 】



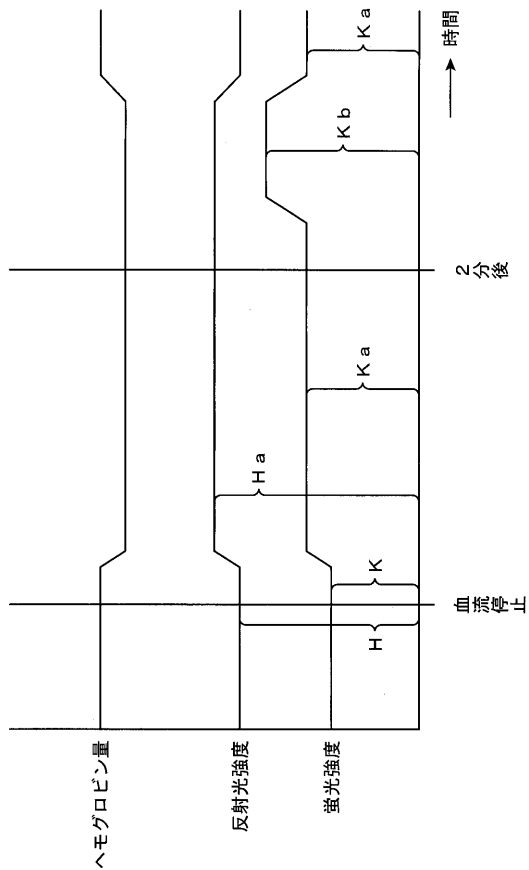
【 図 5 】



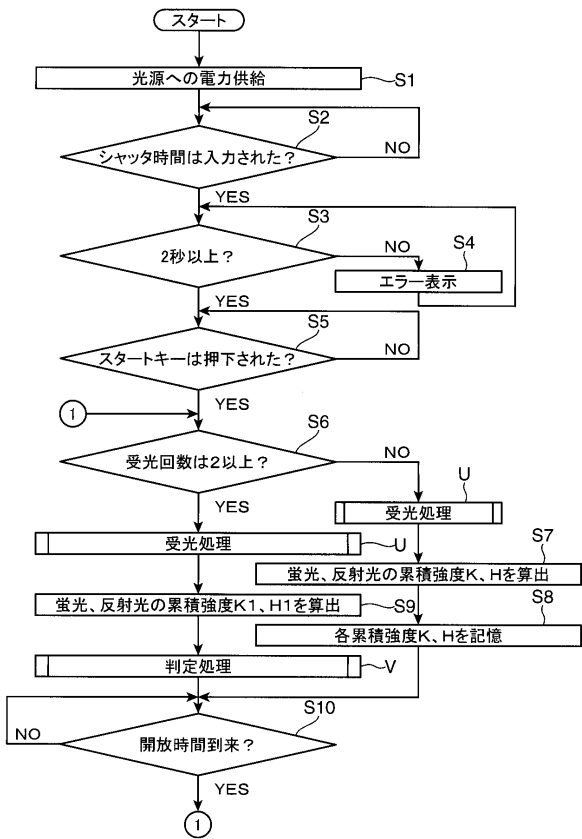
【図6】



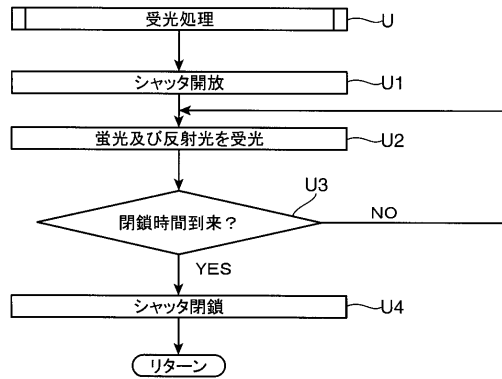
【図7】



【図8】

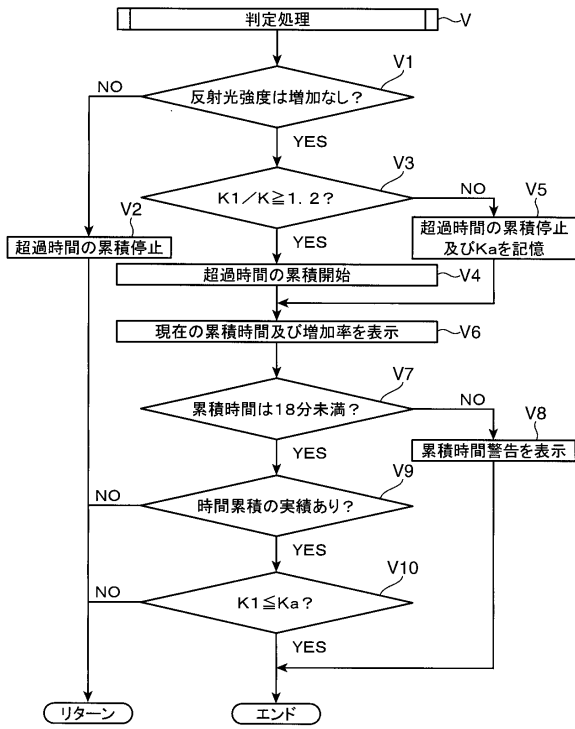


【図9】

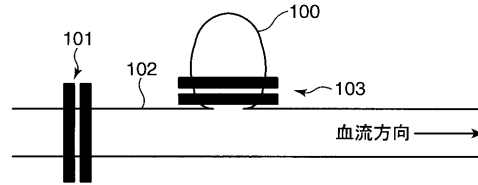




【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

審査官 小田倉 直人

(56)参考文献 特表平10-508763(JP,A)  
特表2004-504092(JP,A)  
特表2001-509589(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
A61B 10/00