

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4598570号
(P4598570)

(45) 発行日 平成22年12月15日(2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月1日(2010.10.1)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 3/10 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 3/10

Z

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2005-70381 (P2005-70381)
 (22) 出願日 平成17年3月14日 (2005.3.14)
 (65) 公開番号 特開2006-247234 (P2006-247234A)
 (43) 公開日 平成18年9月21日 (2006.9.21)
 審査請求日 平成20年1月11日 (2008.1.11)

(73) 特許権者 000220343
 株式会社トプコン
 東京都板橋区蓮沼町75番1号
 (74) 代理人 100083563
 弁理士 三好 祥二
 (72) 発明者 西尾 幸治
 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社
 トプコン内
 (72) 発明者 岡田 浩昭
 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社
 トプコン内
 (72) 発明者 渋谷 雅博
 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社
 トプコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】眼光学特性測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検眼眼底に視標像を投影する為の視標投影手段と、前記視標像を光電検出器上に導く受光手段と、前記光電検出器で得られた画像に基づき得られた光強度分布より被検眼の光学特性を演算する眼光学特性演算手段とを有する眼光学特性測定装置に於いて、前記眼光学特性演算手段は、前記光電検出器から複数の画像を取得し、得られた複数の画像の中から、画像中の所定輝度以上を有する範囲の形状に基づき演算対象とすべき画像を選択する構成したことを特徴とする眼光学特性測定装置。

【請求項 2】

画像中の所定輝度を有する範囲の形状が直交する2方向で大きさが最も近いものが選択される請求項1の眼光学特性測定装置。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検眼眼底に投影された視標像の光強度分布特性に基づき被検眼の眼光学特性を演算可能な眼光学特性測定装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、被検眼眼底に視標像を投影する為の視標投影手段と、前記視標像を光電検出器上に導く為の受光手段とを有し、前記光電検出器により検出された視標像の光強度分布に基

20

づき、被検眼の眼光学特性を演算により求める眼光学特性測定装置が知られている。

【0003】

又、特許文献1に示される様に本出願人は、求められた眼光学特性から被検眼眼底に視標像を投影した場合に形成されるであろう眼底上のシミュレーション画像を演算表示し、被検眼眼底にどの様な画像が形成されるか、被検者がどの様に視覚しているのかを他覚的に観察可能とした眼光学特性測定装置を提案している。

【0004】

該眼光学特性測定装置に於いては、測定の対象となる光強度分布画像を複数枚取得し、その内の1の画像から眼光学特性を求めている。

【0005】

従来、眼光学特性の演算の対象とする光強度分布画像の選択は、検者の主観的な判断に基づいており、複数の画像から検者が最も適当であると思うものが選択されている。

10

【0006】

この為、検者が異なると異なる画像が選択される場合があり、更に同一の検者であっても同一条件の画像が選択されるとは限らず、同一の被検眼であるにも拘らず、異なる測定結果となる可能性があった。更に、複数の画像を視覚により比較するので、時間が掛るという問題もあった。

【0007】

又、検者の主觀で画像が選択されるので、眼光学特性の演算の前提条件（撮影条件、画像選択条件）が検者毎に異なり、測定結果にバラツキを生じるという問題もあった。

20

【0008】

【特許文献1】特開2003-70741号公報

【0009】

【特許文献2】特開2002-209852号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は斯かる実情に鑑み、眼光学特性の演算の対象とする光強度分布画像が同一条件で選択され、光強度分布画像の選択が検者の個人差により左右されない様にし、又画像の選択が短時間で行われる様にするものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、被検眼眼底に視標像を投影する為の視標投影手段と、前記視標像を光電検出器上に導く受光手段と、前記光電検出器で得られた画像に基づき得られた光強度分布より被検眼の光学特性を演算する眼光学特性演算手段とを有する眼光学特性測定装置に於いて、前記眼光学特性演算手段は、前記光電検出器から複数の画像を取得し、得られた複数の画像の中から、画像中の所定輝度以上を有する範囲の形状に基づき演算対象とすべき画像を選択する様構成した眼光学特性測定装置に係り、又画像中の所定輝度を有する範囲の形状が直交する2方向で大きさが最も近いものが選択される眼光学特性測定装置に係るものである。

40

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、被検眼眼底に視標像を投影する為の視標投影手段と、前記視標像を光電検出器上に導く受光手段と、前記光電検出器で得られた画像に基づき得られた光強度分布より被検眼の光学特性を演算する眼光学特性演算手段とを有する眼光学特性測定装置に於いて、前記眼光学特性演算手段は、前記光電検出器から複数の画像を取得し、得られた複数の画像の中から、画像中の所定輝度以上を有する範囲の形状に基づき演算対象とすべき画像を選択する様構成したので、演算対象画像が眼光学特性測定装置の測定作動の過程で自動的に選択され、眼光学特性の演算の対象とする光強度分布画像が同一条件で選択され、選択が検者の個人差により左右されないので測定にバラツキがなくなり、測定精度が

50

向上し、又画像選択に入手が介入しないので極めて短時間に実施され、測定時間の短縮が図れ、被検者の負担が軽減する等の優れた効果を発揮する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、図面を参照しつつ本発明を実施する為の最良の形態を説明する。

【0014】

先ず、図1に於いて、本発明が実施される眼光学特性測定装置の光学系について説明する。

【0015】

図中、1は被検眼、2は被検眼に視標像を投影する投影光学系、3は被検眼眼底から反射して得られる視標像を受光器に導く為の受光光学系、4は光源5、リレーレンズ6から構成される光源部を示す。 10

【0016】

前記投影光学系2は光源5、該光源5から発せられた投影光束を集光するリレーレンズ6、該リレーレンズ6の光軸上に配設されたハーフミラー7、該ハーフミラー7を透過した投影光束を前記被検眼1に向け第1の偏光方向の直線偏光成分(5直線偏光)を反射して投影する偏光ビームスプリッタ8、該偏光ビームスプリッタ8の投影光軸に前記偏光ビームスプリッタ8側から配設されたリレーレンズ9、対物レンズ11、1/4波長板13を有する。前記投影光学系2の所要位置、例えば前記ハーフミラー7と前記偏光ビームスプリッタ8との間に投影系開口絞り14が設けられている。更に、前記ハーフミラー7に對向して固視標15、リレーレンズ16を有する固視標系17が配設されている。 20

【0017】

前記光源5、固視標15は前記被検眼1の眼底と共に役な位置にあり、後述する様に、前記光源5、固視標15は瞳18を通して眼底に結像される。該瞳18は前記投影系開口絞り14と共に役、或は略共役の位置となっている。前記固視標15には視力検査用の視標、例えばランドルト環が記されている。ここで、前記光源部4は前記光源5とリレーレンズ6とが一体的に構成され、前記光源部4は、後述の合焦レンズ19と連動して光軸方向に沿って移動可能となっている。

【0018】

前記受光光学系3は、前記偏光ビームスプリッタ8、該偏光ビームスプリッタ8の投影光軸に配設された前記リレーレンズ9、対物レンズ11、1/4波長板13を前記投影光学系2と共に用いている。 30

【0019】

前記偏光ビームスプリッタ8を透過する反射光軸上には反射光軸に沿って受光系開口絞り22、移動可能な合焦レンズ19、結像レンズ20が配設され、該結像レンズ20は光電検出器21上に反射光束を結像させる。該光電検出器21と前記被検眼1の眼底とは共役、又は略共役な位置となっている。

【0020】

図2は、前記投影系開口絞り14、前記受光系開口絞り22を示しており、本実施の形態では前記投影系開口絞り14と前記受光系開口絞り22とは同一のものが用いられている。以下、投影系開口絞り14について説明する。 40

【0021】

該投影系開口絞り14は円板に6つの絞り孔23a, 23b, 23c, 23d, 23e, 23fが穿設されたものであり、該絞り孔23a, 23b, 23c, 23d, 23e, 23fは同一円周上の6等分した位置に設けられ、孔径は瞳の大きさを考慮して1mm ~ 8mm程度となっている。例えば、1mm、2mm、3mm、4mm、5mm、6mmが選択される。

【0022】

前記投影系開口絞り14、前記受光系開口絞り22は回転可能に設けられ、前記絞り孔23a, 23b, 23c, 23d, 23e, 23fの中心が前記投影光学系2の光軸、前 50

記受光光学系3の光軸に合致する様になっている。

【0023】

前記投影系開口絞り14、前記受光系開口絞り22は例えばステッピングモータ(図示せず)に取付けられ、該ステッピングモータが60°ずつ間欠回転することで前記絞り孔23a, 23b, 23c, 23d, 23e, 23fの所要の絞り孔が選択される様になっている。又、それぞれのステッピングモータは後述する制御部28によって独立して制御される。前記絞り孔23a, 23b, 23c, 23d, 23e, 23fの選択は、被検者の瞳径に合わせ選択され、又前記投影系開口絞り14で選択された絞り孔23の径と前記受光系開口絞り22で選択した絞り孔23の径を変えることで、例えば前記投影系開口絞り14で選択された絞り孔23の径に対し、前記受光系開口絞り22で選択した絞り孔23の径を小さく設定すると、前記光電検出器21で得られる画像からPTF(Phase Transfer Function)が算出可能である。10

【0024】

前記光電検出器21はCCD受光センサ等、受光面が画素の集合であり、受光信号に基づき受光面内の各画素の位置、受光面での像の形状等を検出可能となっている。各画素の位置、形状については、受光面上に座標を設定し、各画素の座標値を算出することで決定される。

【0025】

前記光電検出器21からの受光信号は信号処理部26を介して記憶部27に記憶される。前記信号処理部26から前記記憶部27へのデータの書き込みは制御部28によって制御され、該制御部28は上記した様に、駆動機構の制御を行うと共に眼光学特性演算手段として機能し、シミュレーション画像演算部と、視力演算部とを有し、前記記憶部27に記憶されたデータを基に所要の演算をし、又演算結果を表示部29に表示する。又、前記記憶部27には、測定を実行する為のシーケンスプログラム、前記光電検出器21からの信号に基づき受光像の状態を判定する受光画像判定プログラム、前記光電検出器21からの受光信号を基に眼光学特性の演算を行う演算プログラム等が格納されている。20

【0026】

以下、上記光学系の作用について説明する。

【0027】

前記被検眼1に前記固視標15を注視させた状態で、前記投影光学系2により投影光束を投影する。尚、前記固視標15に関しては可視光が用いられ、前記投影光束については赤外光が用いられる。30

【0028】

前記光源5から発せられた投影光束(赤外光)は、前記リレーレンズ6、ハーフミラー7を透過し、透過した投影光束は前記開口絞り14により光束径が決定され、前記偏光ビームスプリッタ8に至り、該偏光ビームスプリッタ8でS直線偏光分が反射され、前記リレーレンズ9を経て前記対物レンズ11により前記1/4波長板13を経て前記被検眼1の眼底に投影され、点像として第1次視標像が結像される。

【0029】

S直線偏光が前記1/4波長板13を透過することで、右円偏光となる。前記被検眼1の眼底で投影光束が反射され、反射光束は眼底で反射されることで、左円偏光となる。更に、反射光束が前記1/4波長板13を透過することで、前記S直線偏光とは偏光方向が90°異なるP直線偏光となる。40

【0030】

P直線偏光は、前記対物レンズ11、リレーレンズ9により前記偏光ビームスプリッタ8に導かれる。該偏光ビームスプリッタ8はS直線偏光を反射し、P直線偏光を透過するので、前記反射光束は該偏光ビームスプリッタ8を透過し、前記受光系開口絞り22により受光光束径が決定される。該受光系開口絞り22を通過した反射光束は前記合焦レンズ19、結像レンズ20により前記光電検出器21上に第2次視標像として結像される。

【0031】

該光電検出器 2 1 が受光した第 2 次視標像の光量強度分布は前記被検眼 1 の眼光学特性を反映しており、前記光電検出器 2 1 の受光状態を検出することで、眼光学特性を測定することができる。

【 0 0 3 2 】

次に、図 3 を参照して眼光学特性を測定する為の作動について説明する。

【 0 0 3 3 】

STEP : 0 1 被検眼のディオプター値（以下度数（D））に対応して目標位置を設定する。被検眼の度数については、他の測定器によって事前に測定された値が使用される。目標設定は、前記光源部 4、合焦レンズ 1 9 を手動で移動して行われる。尚、度数については本装置で測定して得られた度数の位置に自動的に設定される様にしてよい。

10

【 0 0 3 4 】

STEP : 0 2 STEP : 0 1 で設定した位置を含めて、目標位置の前後複数の位置、例えば 0 . 0 3 D のステップで移動させ、ステップ毎の視標像について前記光電検出器 2 1 からの受光信号から複数枚の画像を取得する。

【 0 0 3 5 】

STEP : 0 3 取得した複数の画像から、画像の図形を基に焦点の状態が判断され、受光された視標像のベストフォーカス位置が求められ、ベストフォーカス位置の画像が選択される。

【 0 0 3 6 】

STEP : 0 4 , 0 5 選択された画像について、PSF 等眼光学特性が演算される。

20

【 0 0 3 7 】

STEP : 0 6 視標ギャップ方向のプロフィールが演算される。

【 0 0 3 8 】

STEP : 0 7 更に、Depression 値、Contrast 値が演算される。演算された Depression 値、Contrast 値は、前記表示部 2 9 に表示される。

【 0 0 3 9 】

ここで、STEP : 0 4 、STEP : 0 5 、STEP : 0 6 、STEP : 0 7 に於ける PSF 等の眼光学特性、視標ギャップ方向のプロフィール、Depression 値、Contrast 値の演算については、本出願人が既に出願した、特願 2 0 0 0 - 3 6 4 8 3 4 (特開 2 0 0 2 - 2 0 9 8 5 2 号公報) (特許文献 2) に於いて説明されている。

30

【 0 0 4 0 】

又、STEP : 0 3 に於ける視標像のベストフォーカス位置が求められる。図 4 により、ベストフォーカス位置の画像が選択される作用について説明する。

【 0 0 4 1 】

STEP : 3 0 1 , 3 0 2 取得した複数の画像から各画像に於ける最高輝度値を算出し、各最高輝度値が第 1 スライスレベル以上である画像が選択される。選択された画像は、例えば図 5 (A) ~ 図 5 (J) に示される。

【 0 0 4 2 】

STEP : 3 0 3 STEP : 3 0 2 で選択された画像の中から最高輝度値が最も高い画像が選択される。

40

【 0 0 4 3 】

STEP : 3 0 4 , 3 0 5 STEP : 3 0 3 で選択された画像が 1 枚かどうかが判断され、1 枚である場合は、該画像について第 1 スライスレベル以上の輝度値を示している画素数が求められる。

【 0 0 4 4 】

STEP : 3 0 6 , 3 0 7 STEP : 3 0 5 で得られた画素が形成する形状について、例えば、直交する 2 方向の大きさで形状の判断が行われる。例えば、前記光電検出器 2 1 の受光面の座標上で水平、垂直方向で略同等な大きさになっているかが判断され、略同等な大きさと判断された場合は、STEP : 3 0 3 で選択された 1 枚の画像が演算対象画

50

像（測定画像）として選択される。例えば、図5（F）が選択される。

【0045】

STEP：308 次に、STEP：306に於いて、画素の形成する形状が、水平、垂直方向で略同等な大きさとなっていない場合、STEP：305で選択された画像の前後の画像について、それぞれ第1スライスレベル以上の画素数が求められる。

【0046】

STEP：309 STEP：308で得られた画素が形成する形状の判断が行われる。受光面の座標上で水平、垂直方向の大きさが求められ、水平、垂直方向の大きさから形状が判断される。例えば、形状を判断するものとして、水平、垂直方向の大きさの比が求められる。

10

【0047】

STEP：310 選択された各画像それぞれについて、水平、垂直方向の大きさが最も近いもの、例えば求められた比が最も1に近いものが演算対象画像として決定される。

【0048】

更に、STEP：303で選択された画像が複数枚ある場合は、STEP：311の以降の作用により、演算対象画像が決定される。

【0049】

STEP：311 選択された複数の画像それぞれについて、第1スライスレベル以上の画素数が求められる。

【0050】

20

STEP：312 画素数が一番少ない画像が選択される。

【0051】

STEP：313, 314 選択された画像で、第1スライスレベル以上の画素が形成する形状について、座標上で水平、垂直方向で略同等な大きさになっているかが判断され、略同等な大きさと判断された場合は、STEP：312で選択された1枚の画像が演算対象画像として決定される。

【0052】

STEP：315, 316 STEP：312で選択された画像に関し、第1スライスレベル以上の画素が形成する形状が、水平、垂直方向で略同等な大きさでない場合、STEP：312で得られた前後の画像について第1スライスレベル以上の画素数が求められ、更に画素が形成する形状について、座標上で水平、垂直方向の大きさが求められ、水平、垂直方向の大きさから形状が判断される。

30

【0053】

STEP：317 選択された各画像それぞれについて、水平、垂直方向の大きさが最も近いものが演算対象画像として決定される。

【0054】

上述した、画像の判断により、フォーカス状態が最もよく、更に最も最小錯乱円に近い画像が演算対象画像として選択される。従って、演算対象画像の選択に検者の個人差による影響が排除される。

【0055】

40

選択された画像は、前記表示部29に表示され、検者により確認され、STEP：04に於いてPSF等眼光学特性が演算され、或は選択されると直ちに演算が実行される。

【0056】

尚、STEP：306, 309, 316等の座標上での水平、垂直方向の大きさの判断は、様々な方法で判断可能である。上述の選択された画像中の第1スライスレベル以上の画素が形成する形状について水平、垂直方向の大きさを比較する方法のみではなく、例えば画素が形成する画像の重心位置を求め、該重心位置を中心として形状の長径及び短径を比較する方法（画素による形状を橢円と近似してもよいし、しなくてもよい）を用いてもよい。

【0057】

50

又、図6に示す様に選択された1枚の画像とその前後の画像の3枚各々についての画素が形成する形状の水平、垂直方向の大きさの比較から、最小錯乱円がより理想的な円形になるであろうディオプター値を求めることが出来る。従って、選択された1枚の画像が理想的な円形からずれている場合は、再度測定することも可能である。この時、円形の度合いに閾値等を設けることにより自動で行うこともできる。その際に、該ディオプター値により測定するだけでなく、その前後のディオプター値を含めて先の測定と同様に複数枚測定し、再度選択することもできる。これにより、検者の個人差により左右されず、更に測定精度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

10

【図1】本発明の実施の形態を示す概略構成図である。

【図2】本実施の形態に使用される開口絞りの一例を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態に於ける眼光学特性を測定する為の作動を示すフローチャートである。

【図4】眼光学特性測定に於いて、演算対象画像を選択する作動を示すフローチャートである。

【図5】(A) (B) (C) (D) (E) (F) (G) (H) (I) (J) は本発明の実施の形態に於いて撮像された画像を示す図である。

【図6】選択された画像を含む複数の画像からより適正な画像を選択する場合の説明図である。

20

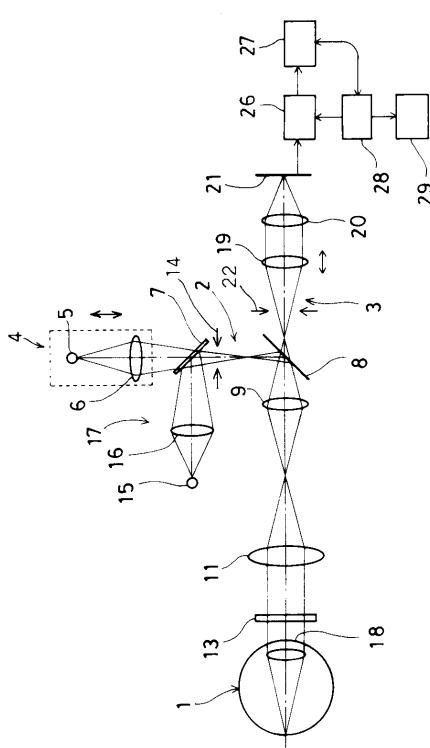
【符号の説明】

【0059】

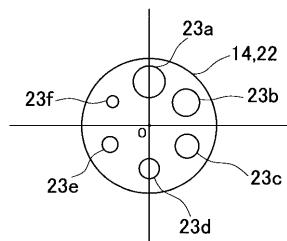
1	被検眼
2	投影光学系
3	受光光学系
5	光源
1 5	固視標
1 7	固視標系
1 9	合焦レンズ
2 1	光電検出器
2 6	信号処理部
2 7	記憶部
2 8	制御部

30

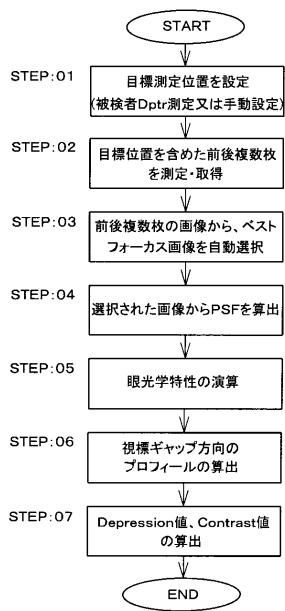
【図1】



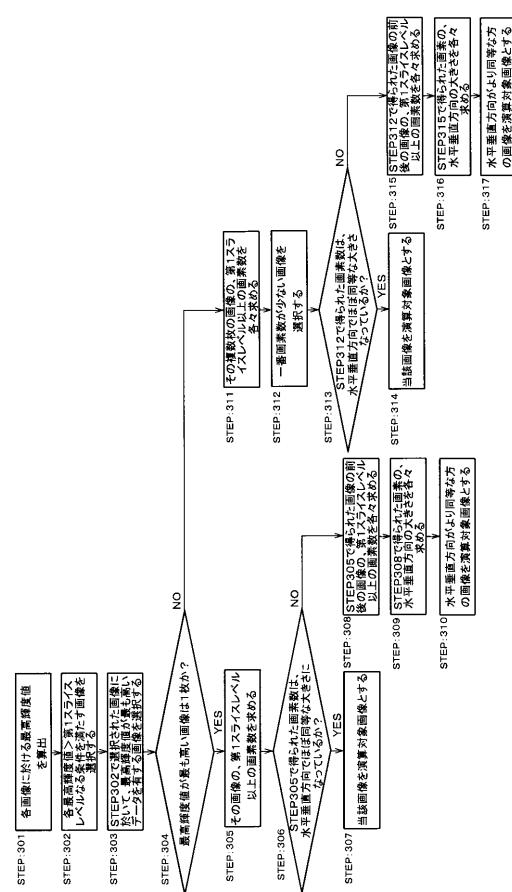
【図2】



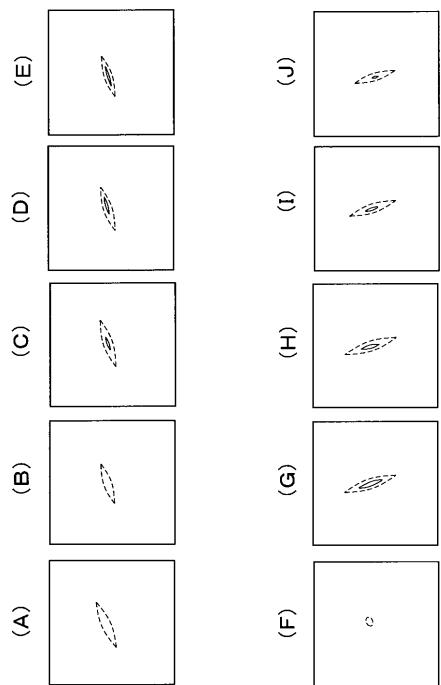
【図3】



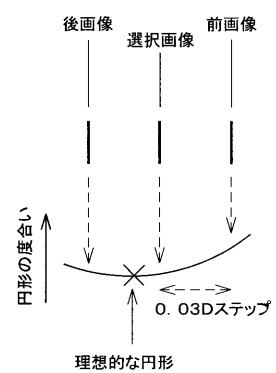
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

審査官 宮川 哲伸

(56)参考文献 特開2003-235802(JP,A)

特開2003-235801(JP,A)

特開2003-70741(JP,A)

特開2002-209852(JP,A)

特開2002-112964(JP,A)

特開2001-95760(JP,A)

特開2001-120503(JP,A)

特開2000-116602(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 3 / 10