

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4971380号
(P4971380)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.Cl. F I
GO2C 7/02 (2006.01) GO2C 7/02
GO2C 7/06 (2006.01) GO2C 7/06

請求項の数 13 (全 28 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-32749 (P2009-32749) (22) 出願日 平成21年2月16日(2009.2.16) (62) 分割の表示 特願平11-275077の分割 原出願日 平成11年9月28日(1999.9.28) (65) 公開番号 特開2009-237548 (P2009-237548A) (43) 公開日 平成21年10月15日(2009.10.15) 審査請求日 平成21年3月16日(2009.3.16) (31) 優先権主張番号 9812109 (32) 優先日 平成10年9月28日(1998.9.28) (33) 優先権主張国 フランス (FR) 前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 598142955 エシロール アンテルナショナル ESSILOR INTERNATION AL フランス国 シャラントンールーポン リ ュドパリ 147 147, rue de Paris, F- 94277 Charenton-le- Pont, France (74) 代理人 100099483 弁理士 久野 琢也 (74) 代理人 100112793 弁理士 高橋 佳大 (74) 代理人 100128679 弁理士 星 公弘</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼鏡レンズの決定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

乱視を患った眼鏡装着者に対する最適化した眼鏡レンズを決定するためのシミュレーション方法であって、

(a) 公知の後面の形状を有する出発レンズを選択し、前記出発レンズの後面の表面はトーリック面であり、

そして、前記出発レンズと等しい、シミュレーションのためのワーキング・レンズを定義し、

(b) 乱視を患っていない装着者に適応した基準レンズを選択し、

(c) 目と関連した基準フレームにおける複数の視線方向に対し、

前記ワーキング・レンズの残存非点収差と前記基準レンズの非点収差との差を最小化するように、前記ワーキング・レンズを修正するステップを有し、

前記残存非点収差は、前記目と関連した基準フレームにおける各視線方向に対し、前記眼鏡装着者のために処方された非点収差と、前記ワーキング・レンズによって生成された非点収差との差として定義される、

前記目に関連する基準フレームとは、目の回転の中心にその原点を有し、かつ、視線の方向に相応する第1の軸 x_m 、その垂直軸である第2の軸 y_m 、および、その水平軸である第3の軸 z_m を有する直交フレームである、

ことを特徴とする方法。

【請求項2】

10

20

前記パワー、非点収差及び残存非点収差は、光線追跡法によって計算される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記処方非点収差はゼルニケの多項式への拡張 (A_3, A_4, A_5) によって表され、各視線方向において前記ワーキング・レンズによって生成された波面はゼルニケの多項式への拡張 (a'_3, a'_4, a'_5) によって表され、

前記視線方向における前記残存非点収差は、

【数 1】

$$4\sqrt{(a'_3 - A_3)^2 + (a'_5 - A_5)^2}$$

10

に等しい、

ここで、 A_3, A_5 は処方非点収差に関連する係数であり、 a'_3, a'_5 はターゲット波面の非点収差に関連する係数である、

請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

各視線方向において、前記ワーキング・レンズによって生成された波面は、ゼルニケの多項式への拡張 (a'_3, a'_4, a'_5) によって表され、前記視線方向におけるパワーは $4 a'_4$ に等しい、請求項 1 ~ 3 の何れかーに記載の方法。

【請求項 5】

前記最適化した眼鏡レンズは、プログレッシブ・レンズである請求項 1 ~ 4 の何れかーに記載の方法。

20

【請求項 6】

前記最適化した眼鏡レンズは、近視用のレンズである請求項 1 ~ 5 の何れかーに記載の方法。

【請求項 7】

視線方向 () における目と関連した基準フレームの方位は、リスティングの法則によって方向 = 0 における基準フレームから推定される

請求項 1 ~ 6 の何れかーに記載の方法。

【請求項 8】

前記基準レンズは、球面レンズである請求項 1 ~ 7 の何れかーに記載の方法。

30

【請求項 9】

前記ワーキング・レンズを修正するステップは、前記差を減少すべく反復される請求項 1 ~ 8 の何れかーに記載の方法。

【請求項 10】

前記ワーキング・レンズを修正するステップは、その 1 つの面を修正することを含む請求項 1 ~ 9 の何れかーに記載の眼鏡レンズの方法。

【請求項 11】

乱視を患った眼鏡装着者に対する最適化した眼鏡レンズの製造方法であって、

(a) 加工のための半完成レンズを選択し、

(b) 公知の後面の形状を有する出発レンズを選択し、前記出発レンズの後面の表面はトーリック面であり、

40

そして、前記出発レンズと等しい、シミュレーションのためのワーキング・レンズを定義し、

(c) 乱視を患っていない装着者に適応した基準レンズを選択し、

(d) 目と関連した基準フレームにおける複数の視線方向に対し、

前記ワーキング・レンズの残存非点収差と前記基準レンズの非点収差との差を最小化するように、前記ワーキング・レンズを修正し、

前記残存非点収差は、前記目と関連した基準フレームにおける各視線方向に対し、前記眼鏡装着者のために処方された非点収差と、前記ワーキング・レンズによって生成された非点収差との差として定義される、

50

前記目に関連する基準フレームとは、目の回転の中心にその原点を有し、かつ、視線の方向に相応する第1の軸 x_m 、その垂直軸である第2の軸 y_m 、および、その水平軸である第3の軸 z_m を有する直交フレームである、

(e) 前記修正(d)後に得られたワーキング・レンズに基づき前記半完成レンズを加工する、

ことを特徴とする眼鏡レンズの製造方法。

【請求項12】

前記半完成レンズの加工は、前記半完成レンズの片面を加工する、請求項11記載の製造方法。

【請求項13】

前記最適化した眼鏡レンズの表面が、円環状又は球面状である、請求項11記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、乱視を患っている装着者に適合した個人用眼鏡レンズを決定する方法に関する。斯かるレンズは円環状眼鏡レンズ(toric ophthalmic lens)とも称される。それらは、乱視を患っていない人々による装着が意図された球面状の眼鏡レンズとは異なっている。本方法は、単焦点レンズおよび多焦点レンズの両者に対して適用され得る。

【背景技術】

【0002】

多焦点の眼鏡レンズは公知である。これらの多焦点レンズの中でも、プログレッシブ・レンズ(progressive lens)として公知のレンズ、および、特に近視(nearvision)専用のレンズが有名である。多焦点レンズは、乱視(astigmatism)の矯正を要する装着者に対して特定の問題を呈する。装着者に対してもたらされる非点収差は、3つの要素の結果である：

- ・ その振幅(もしくは係数)およびその軸心により特徴付けられるプログレッシブ表面の局部的円柱レンズ(local cylinder)；
- ・ 処方された円柱レンズおよびその軸心；
- ・ 傾斜非点収差(oblique astigmatism)。

【0003】

現在、乱視に苦しむ眼鏡装着者を矯正する為に提供されるレンズでは、球面処方の場合にはその前面が最適化されるがその後面は単純な円環面(torus)である。故に、この円環面により導入される劣化は考慮されておらず、傾斜非点収差に対しても前面のベース値(base value)を調節して対処し得るのがせいぜいである。また、経済的理由から、既に存在するベース値の数は増大し得ない。

【0004】

現在、多焦点式プログレッシブ眼鏡レンズは公知である。それらは遠視を矯正すべく使用されると共に、装着者が自身の眼鏡を取り外すこと無く広範囲の距離にわたり対象物を視覚するのを許容する。斯かるレンズは典型的に、レンズの頂部に配置された遠視領域(far vision region)、および、レンズの底部の近視領域を備え、上記遠視領域および近視領域は中間領域により接合され、プログレッション(progression)の主要メリディアン(main meridian)は上記の3つの領域を貫通している。

【0005】

フランス特許第2,699,294号は、その導入部分において斯かるプログレッシブ多焦点眼鏡レンズの種々の要素を記述すると共に、斯かるレンズの装着者の快適性を改良すべく本出願人により実現されたやり方に言及している。これらの種々の点の更なる詳細に関しては、上記公報を参照されたい。本出願人はまた、例えば米国特許第5,270,745号もしくは第5,272,495号において、メリディアンに変化量を導入し、特に、付加されたパワーおよび眼の異常(ametropy)の関数として、メリディアンを近視基準点に関してオフ・センタさ

10

20

30

40

50

せることを提案している。

【0006】

本出願人は更に、老眼の(遠視の)人の視覚要件をより良く満足すると共にプログレッシブ多焦点レンズの快適性を改良すべく、種々の改良を提案した(フランス特許第2,683,642号、第2,699,294号および第2,704,327号)。また、特に近視専用のレンズも存在し、これらのレンズは従来のプログレッシブ・レンズに見られる如く所定基準点による遠視領域を有していない。斯かるレンズは、遠視拡大能(far vision power)とは関わり無く、装着者が必要とする近視に対するパワーの関数として処方される。斯かるレンズは、1988年4月刊行の"Opticien Lunetier"における論文中に記載されると共に、Essilor Deltaの商標の下で本出願人により販売されており、該レンズは、使用が簡単で正にプログレッシブ・レンズとして容易に適合すると共に、プログレッシブ・レンズを装着しない老眼者の人気を博している。該レンズはまた、フランス特許出願第2,588,973号にも開示されている。それは、満足の行く近傍視野を確かなものとすべく、通常は遠視を矯正すべく使用される単焦点レンズに等しい中央部分を有している。それはさらに、上側部分におけるパワーを僅かに減少することにより、近傍視野の通常範囲を越えたところでも装着者が鮮明な視野を有するのを確実にする。最後に、上記レンズは、近視に対する公称パワー(nominal power)に等しいパワーの値における点(point)、レンズの下側部分において大きなパワーを有する領域、および、レンズの上側部分において低いパワーを有する領域、を有している。

10

【0007】

通常、プログレッシブであれ近視専用であれ多焦点レンズは、例えば眼鏡装着者側のひとつの非球面状多焦点面と、処方表面(prescription face)として知られるひとつの球面状もしくは円環状表面とを有している。この球面状もしくは円環状表面によればレンズはユーザーの眼の異常に適合し得ることから、一般的に多焦点レンズはその非球面状表面によってのみ定義される。公知の如く、斯かる非球面状表面は一般的に、その全ての点の高度(altitude)により定義される。更に、各点における最大および最小の曲率により構成されたパラメータ、または更に一般的にはそれらの合計半値(half-sum)および差が使用される。nをレンズ材料の屈折率とした場合、この合計半値および差と係数(n-1)を乗算したものは、平均球面(mean sphere)および円柱レンズ(cylinder)として公知である。

20

【0008】

故に、プログレッシブ多焦点レンズに対しては、(付加パワー、基線)の対、一組の非球面状多焦点面を選択することにより定義が行われる。従って、5のベース値と12の付加パワーとを定義することにより、合計60の多焦点面が与えられる。所定パワーに対し、すなわち、所定曲率を有する球面状処方表面に対して、各ベース値において最適化が実行される。

30

【0009】

最適と考えられる処方表面に近いパワーを有する球面もしくは円環状処方表面のこれらの多焦点面の1つを使用すれば、プログレッシブ多焦点レンズの装着者の要件を全て満足することが可能となる。この公知の方法に依れば、多焦点面のみが成形された半完成レンズから出発し、ひとつの球面もしくは円環状の処方表面を加工するだけで各装着者に適合したレンズを調製することが可能となる。

40

【0010】

近視専用のレンズの最適化および処方に対しても、同様の方法が使用される。然るに、この方法は近似に過ぎないという欠点を有しており、故に、最適化に対して使用されたものとは異なる処方表面により得られる結果は、最適化に対して採用された処方表面に対応するものよりも悪くなる。米国特許第5,444,503号は、多焦点表面および処方表面を有するレンズを開示している。遠視基準点における所定パワーを得るべく処方操作(prescription service)の定義を示唆する先行技術と比較して、特許においては、レンズの処方表面を、複数の基本面(elementary surface)において装着者により必要とされるパワーの関数として定義することが提案されている。

50

【 0 0 1 1 】

上記特許は、公知の数学的最適化アルゴリズムを使用して、全体表面上の収差を計算する段階と、例えばスプライン(spline)により定義された表面などの連続的パラメータ化表面を変化させる段階とを含んでいる。実際に原理の記述を越えて上記特許は、処方表面を最適化すべく、基本面上における角膜までの距離、基本面上における対象物距離、フレーム内におけるレンズの傾斜、フレームの形状、およびレンズの曲率を使用することを提案している。上記特許は、処方表面の実際の計算に言及していない。該公報の解決策に依れば、最適化に対して使用された後面の交換に由来する欠点を、その近傍の後面により克服することが可能であろう。

【 0 0 1 2 】

上記解決策は、レンズの製造を複雑化するという不都合を有している。それは、非球面状の後面を決定して加工する段階を含んでいるからである。この場合、ふたつの複雑な表面を最適化して加工せねばならない。また、提案された方法は生理学的データに基づくとは思われない。国際出願WO-A-96/13748号は更に、多焦点レンズに対し、最適化に使用される処方表面に関する欠点を制限すべく非円環状の処方表面を使用することを開示している。該特許出願は処方表面を開示しているが、その主要断面は所定式により定義される半径を有すると共に、該式のパラメータは装着者の球体(sphere)および円柱レンズ(cylinder)に依存している。上記公報で開示された解決策は、上記米国特許第5,444,503号に関して記述されたのと同様の不都合がある。

【 0 0 1 3 】

国際出願WO-A-97/19382号は、球面もしくは回転の対称性を表す前面と、付加パワーを有するプログレッシブ表面と装着者の乱視に適合された円環面とを組合せて得られた後面とを有するプログレッシブ眼鏡レンズを開示している。これらのふたつの表面を組合せする為の公式は上記特許出願に開示されると共に、所定点の高度を、正規直交化(orthonormalized)基準フレームにおける座標と、該点のプログレッシブ表面の平均球面と、正規直交化基準フレームの方向におけるプログレッシブ表面に対する湾曲と、の関数として与えている。

【 0 0 1 4 】

組合せの為の所定公式を使用するという上記特許出願における2つの表面の代数的な組合せは、満足のいく光学的成果を与えない。この方法は製造業者に対し、レンズの前面を再傾斜させて満足の行く光学的品質を得ることを強いるものであり、レンズの美観を損なっている。上記先行技術の特許公報は、計算技術に関しては殆ど言及せず、または、計算技術に関して明らかにしていない。それらの技術は生理学的データに基礎を置くとは思われず、且つ、光線追跡法(ray tracing)を使用していない。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 5 】

【 特許文献 1 】 フランス特許第2,699,294号

【 特許文献 2 】 フランス特許第2,683,642号

【 特許文献 3 】 フランス特許第2,704,327号

【 特許文献 4 】 フランス特許第2,588,973号

【 特許文献 5 】 米国特許第5,444,503号

【 特許文献 6 】 国際出願WO-A-96/13748号

【 特許文献 7 】 国際出願WO-A-97/19382号

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 6 】

本発明は、生理学的法則に基づいて円環状レンズを決定し、視線の任意の所定方向に対する目のねじれを考慮することを可能にする。視線の各方向に対し、パワーおよび非点収差はそれらの値および方向の両者に関して、目と組合わせられた基準フレームにおける処

10

20

30

40

50

方に可及的に近い様に配置される。この基準フレームにおける非点収差の計算は、眼鏡装着者がオフ・センタ方向を見るときに目のねじれの効果を考慮することを可能とする。その方法は光線追跡法を採用し、結果として光学的方法を採用することとなる。

【0017】

本発明は、円環状処方(toric prescription)に適合されたレンズの定義を可能とする方法を開示し、目的は球面レンズの作用である。この点に関し、球面レンズを、非乱視装着者(non-astigmatic wearer) に対して処方されるに適したレンズと称し、すなわち全体円柱レンズを有するものでない。故に本発明は、先行技術のものよりも優れた光学的特性を有する、乱視用眼鏡装着者に適したレンズの獲得を可能とする。

【0018】

任意のタイプのレンズに適用され得る本開示方法は、従来の円環状処方における円環面に依る不都合を克服すると共に、球面処方と等しい知覚を与えることを可能とする。本発明はまた、各処方に対して固有なレンズの計算法も提供する。フレームの形状、角膜とレンズとの間の距離、二焦点角度(pantoscopic angle) などの他のパラメータを使用することにより、各装着者に対するレンズを計算することが可能である。

【課題を解決するための手段】

【0019】

より詳細には、本発明は、

乱視を患った眼鏡装着者に対する最適化した眼鏡レンズを決定するためのシミュレーション方法であって、

(a) 公知の後面を有する出発レンズを選択し、前記出発レンズの後面の表面はトーリック面であり、

そして、前記出発レンズと等しい、シミュレーションのためのワーキング・レンズを定義し、

(b) 乱視を患っていない装着者に適した基準レンズを選択し、

(c) 目と関連した基準フレームにおける複数の視線方向に対し、

前記ワーキング・レンズの残存非点収差と前記基準レンズの非点収差との差を最小化するように、前記ワーキング・レンズを修正するステップを有し、

前記残存非点収差は、前記目と関連した基準フレームにおける各視線方向に対し、前記眼鏡装着者のために処方された非点収差と、前記ワーキング・レンズによって生成された非点収差との差として定義される、

前記目に関連する基準フレームとは、目の回転の中心にその原点を有し、かつ、視線の方向に相応する第1の軸 x_m 、その垂直軸である第2の軸 y_m 、および、その水平軸である第3の軸 z_m を有する直交フレームである、
を開示する。

【0020】

好ましくは、パワー、非点収差および残存非点収差は、光線追跡法により計算される。好ましい実施形態において、処方非点収差はそのゼルニケの多項式(Zernike polynomials) への拡張(expansion) (A_3 , A_4 , A_5) により表され、各視線方向において、ワーキング・レンズにより生成された波面はそのゼルニケの多項式への拡張(a'_3 , a'_4 , a'_5) により表され、且つ、上記視線方向における残存非点収差は、

【数1】

$$4\sqrt{(a'_3 - A_3)^2 + (a'_5 - A_5)^2}$$

に等しい。

別の実施形態においては、各視線方向において、上記ワーキング・レンズにより生成された波面はゼルニケの多項式への拡張(a'_3 , a'_4 , a'_5) により表され、且つ、上記視線方向におけるパワーは $4a'_4$ に等しい。好ましくは、上記眼鏡レンズはプログレッシブ・レンズである。

10

20

30

40

50

【0021】

一実施形態において、上記眼鏡レンズは近視専用のレンズである。好ましくは、視線方向()において目と関連した基準フレームの方位は、リスティングの法則(Listing's law)により、方向(a'_3, a'_4, a'_5) = 0における基準フレームの方位から推定される。好ましくは、上記ターゲット・レンズは球面レンズである。

【0022】

一実施形態において、ワーキング・レンズを修正する上記段階は、上記差を減少すべく反復される。別の実施形態において、ワーキング・レンズを修正する上記段階は、そのひとつの単一表面を修正する段階から成る。上記方法により、表面が円環状もしくは球面状であるレンズが得られる。

10

【0023】

本発明の他の利点および特性は、添付図面を参照すると共に例示の為に幾つかの実施形態に関する以下の記述から更に明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】目及びレンズの光学系を示す図である。

【図2】目と関連した基準フレームを定義する図(その1)である。

【図3】目と関連した基準フレームを定義する図(その2)である。

【図4】先行技術のレンズの光学的特性を示す図(その1)である。

【図5】先行技術のレンズの光学的特性を示す図(その2)である。

20

【図6】先行技術のレンズの光学的特性を示す図(その3)である。

【図7】先行技術のレンズの光学的特性を示す図(その4)である。

【図8】基準レンズの光学的特性を示す図(その1)である。

【図9】基準レンズの光学的特性を示す図(その2)である。

【図10】基準レンズの光学的特性を示す図(その3)である。

【図11】前面が本発明に従って最適化されると共に、後面が先行技術のレンズとは実質的に異なるレンズの光学的特性を示す図(その1)である。

【図12】前面が本発明に従って最適化されると共に、後面が先行技術のレンズとは実質的に異なるレンズの光学的特性を示す図(その2)である。

【図13】前面が本発明に従って最適化されると共に、後面が先行技術のレンズとは実質的に異なるレンズの光学的特性を示す図(その3)である。

30

【図14】前面が本発明に従って最適化されると共に、後面が先行技術のレンズとは実質的に異なるレンズの光学的特性を示す図(その4)である。

【図15】本発明に従って最適化されたレンズの前面の表面特性を示す(その1)である。

【図16】本発明に従って最適化されたレンズの前面の表面特性を示す(その2)である。

【図17】本発明に従って最適化されたレンズの前面の表面特性を示す(その3)である。

【図18】本発明の第2の実施形態における出発レンズの後面の表面特性を示す(その1)である。

40

【図19】本発明の第2の実施形態における出発レンズの後面の表面特性を示す(その2)である。

【図20】本発明の第2の実施形態における出発レンズの後面の表面特性を示す(その3)である。

【図21】基準レンズの光学的特性を示す(その1)である。

【図22】基準レンズの光学的特性を示す(その2)である。

【図23】基準レンズの光学的特性を示す(その3)である。

【図24】本発明に従って後面が最適化されたレンズの光学的特性を示す(その1)である。

50

【図 2 5】本発明に従って後面が最適化されたレンズの光学的特性を示す（その 2）である。

【図 2 6】本発明に従って後面が最適化されたレンズの光学的特性を示す（その 3）である。

【図 2 7】本発明に従って後面が最適化されたレンズの光学的特性を示す（その 4）である。

【図 2 8】本発明に従って最適化されたレンズの後面の表面特性を示す（その 1）である。

【図 2 9】本発明に従って最適化されたレンズの後面の表面特性を示す（その 2）である。

【図 3 0】本発明に従って最適化されたレンズの後面の表面特性を示す（その 3）である。

【図 3 1】先行技術に類似したレンズの光学的特性を示す（その 1）である。

【図 3 2】先行技術に類似したレンズの光学的特性を示す（その 2）である。

【図 3 3】先行技術に類似したレンズの光学的特性を示す（その 3）である。

【図 3 4】先行技術に類似したレンズの光学的特性を示す（その 4）である。

【図 3 5】前面が本発明の第 3 の実施形態に従って最適化された単焦点レンズの光学的特性を示す図（その 1）である。

【図 3 6】前面が本発明の第 3 の実施形態に従って最適化された単焦点レンズの光学的特性を示す図（その 2）である。

【図 3 7】前面が本発明の第 3 の実施形態に従って最適化された単焦点レンズの光学的特性を示す図（その 3）である。

【図 3 8】前面が本発明の第 3 の実施形態に従って最適化された単焦点レンズの光学的特性を示す図（その 4）である。

【図 3 9】最適化された単焦点レンズの表面特性を示す図（その 1）である。

【図 4 0】最適化された単焦点レンズの表面特性を示す図（その 2）である。

【図 4 1】最適化された単焦点レンズの表面特性を示す図（その 3）である。

【図 4 2】先行技術に類似したレンズの光学的特性を示す図（その 1）である。

【図 4 3】先行技術に類似したレンズの光学的特性を示す図（その 2）である。

【図 4 4】先行技術に類似したレンズの光学的特性を示す図（その 3）である。

【図 4 5】先行技術に類似したレンズの光学的特性を示す図（その 4）である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

それ自体公知である如く、平均球面D は非球面状表面上の全ての点に対して次式により定義され得る：

【数 2】

$$D = \frac{n-1}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

【0026】

式中、R1およびR2はメートルで表された曲率の最大および最小半径であり、nはレンズを形成する材料の屈折率である。円柱レンズもまた次式により定義される：

【数 3】

$$C = (n-1) \left| \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right|$$

【0027】

所定のレンズ、例えば多焦点レンズに対しては、対応する光学的値、特にパワーおよび

10

20

30

40

50

非点収差が定義され、パワーは以下に記述される如く定義される。非点収差は、例えば、1990年におけるB. Bourdoncle et al.の"プログレッシブ眼鏡レンズを貫通する光線追跡法"、国際レンズ設計会議、D. T. Moore 編、写真光学機器技術試験学会(Proc. Soc. Photo. Opt. Instrum. Eng) に記述されている。故に、レンズが装着される条件下におけるレンズの光学的パワーおよび非点収差の可能な定義が得られる。レンズが装着される条件により、平均的眼鏡装着者の目に関するレンズの位置が定められるが、これは特に、約12°である二焦点角度、レンズと目との間の距離、および、各瞳孔間の距離により定義される。

【 0 0 2 8 】

波面の分解(decomposition) から帰着する係数から、これらの定義を使用するだけでなくパワーおよび非点収差を決定することが可能である。更に、装着条件を表す定義も獲得される。図1は、目およびレンズの光学系の図であり、この明細書の残の部分において使用される定義を示している。Q'は目の回転中心であり、Q'上に中心を置く頂点球(sphere of vertices)は、水平軸心内における点にてレンズの後面と接する半径q'を有するものと定義される。例えば、半径q'に対する27mmの値は一般的値に対応し、レンズが装着されたときに満足の行く結果を与える。

10

【 0 0 2 9 】

所定方向の視線は、頂点球上の点J に対応すると共に、ふたつの角度 および による球面座標を使用しても定義され得る。角度 は直線Q'J と点Q'を通る水平平面との間に形成される角度である一方、角度 は直線Q'J と点Q'を通る垂直平面との間に形成される角度である。故に、所定方向の視線は、頂点球上の点Jまたは対(,) に対応する。対象空間において、視線方向における所定物体距離における点のイメージは、最小および最大焦点距離に対応するふたつの点S およびT の間に形成されるが、これらの点は回転の表面の場合にはサジタル(sagittal)および接線方向の焦点距離である。対象空間内の光軸上において無限遠にある点は、点F'に形成される。距離D は、眼レンズ系(eye-lens system)における焦点距離である。

20

【 0 0 3 0 】

エルゴラマ(ergorama)という語句は、視線の各方向を、習慣的に視覚される物点の距離に対してマップする関数を記述すべく使用されるものとし、エルゴラマの可能な定義の更なる詳細に関しては、エルゴラマ、その定義およびモデル化プロセスを記述するフランス特許第2,753,805号を参照し得る。特定のエルゴラマは、無限遠における点を採用することにある。本発明の方法に関しては、無限遠における点または無限遠で無い点が考慮され得る。

30

【 0 0 3 1 】

図2は、視線の1次方向(primary direction)として公知の主要方向(main direction)すなわち $\theta = 0$ である方向における、目と、目と関連された基準フレームの位置を示している。図3は、方向(,) における、目と、目と関連された基準フレームの位置を示している。今、{ x, y, z } をQ'上に中心を置く固定基準平面(fixed reference plane) とすれば、x軸はレンズ中心を通過し、y軸は垂直であり、z軸は水平である。目と関連された基準フレームは、軸 x_m が視線方向により与えられると共にQ'上に中心を置く{ x_m, y_m, z_m }により識別され、且つ、視線の1次方向に対する基準フレーム{ x, y, z }と一致する。パリのRevue de l'optiqueにより1969年に刊行されたLegrand である"光学的生理学"に見られるように、各基準フレーム{ x, y, z }および{ x_m, y_m, z_m }の関係はリスティングの法則により与えられる。

40

【 0 0 3 2 】

今や、目と関連された基準フレーム内において且つ所定視線方向において、非点収差ならびにパワーの方位および値を、目の瞳孔に進入する波面の分解から定義することが可能であるが、それは単純化の為に単位半径を有すると仮定するものである。これらの値は、装着者により実際に知覚される非点収差ならびにパワーの値および方位に対応する。各視線方向において目の瞳孔に進入する波面は、光線追跡法による公知手法により求め得る。

50

【 0 0 3 3 】

それ自体公知の手法において、波面はゼルニケの多項式を使用して単位半径瞳孔上で分解され得る。眼科の分野 (ophthalmic field) においては一般的に、自分自身を該表現の第 1 項に限定する。波面は、次の形式の多項式の一次結合により近似され得る：

【数 1】

$$\underline{x}_m(y_m, z_m) = \sum_i a_i p_i$$

【 0 0 3 4 】

式中、 p_i はゼルニケの多項式であり、 a_i は実係数である。故に、各視線方向に対し、目の瞳孔に進入する波面は以下の関係により表現され得るが、式中、 p_i は目と関連された基準フレームへとマップされたゼルニケの多項式である：

$$p_3 = 2 \underline{z}_m y_m$$

$$p_4 = 2 (\underline{z}_m^2 + y_m^2) - 1$$

$$p_5 = \underline{z}_m^2 - y_m^2$$

【数 2】

$$\underline{x}_m(y_m, z_m) = \sum_i a_i p_i$$

【 0 0 3 5 】

本発明はこの拡張を、例えば上述の基準フレーム $\{ x_m, y_m, z_m \}$ などの、目と関連された基準フレームにおける多項式で実行する。この場合、係数 a_3 、 a_4 および a_5 は以下の関係による平均パワーおよび非点収差の代表値である：

- ・平均パワーにおける変数項は今や $4a_4$ により与えられ；

- ・非点収差の係数は

【数 6】

$$4\sqrt{a_3^2 + a_5^2}$$

により与えられ；且つ、

- ・非点収差の軸心は比率 a_3 / a_5 から求められる。

分解の他の係数を考慮すれば目と関連された基準フレーム内におけるパワーまたは非点収差の他の定義も採用され得るが、此处で採用するものは所定レンズに対して簡単であると共に光線追跡プログラムを使用して容易に計算され得るという利点を有している。

【 0 0 3 6 】

本発明は更に、装着者の生理学的データを考慮して、眼鏡レンズの定義に対してこの波面モデリングを各視線方向に採用する。この為に、遠視に対して装着者が必要とする処方をパワーおよび非点収差に関して考慮するが、これは係数 (A_3, A_4, A_5) に転換され得る。これらの係数は、装着者の遠視を完全に矯正する為に形成することが必要な波面を記述する。これを、目と関連されたリスティングの基準フレーム内において表現すると、これらの 3 つの係数の組は全ての視線方向に対して一定のままとなる。

【 0 0 3 7 】

次に、球面レンズ、すなわち、円環面もしくは非点収差を有さない基準レンズを考慮する。基準レンズとして、処方されたものと同じの付加パワーおよび平均パワーを有するレンズを利用し得る。プログレッシブ多焦点レンズの場合におけるひとつの解決策は、フランス特許出願第 2,683,642 号、第 2,699,294 号および第 2,704,327 号に開示されると共に Varilux の商標名で販売されているタイプの本出願人の球面レンズを考察することである。

【 0 0 3 8 】

この基準レンズに対し、各視線方向において、所定対象空間および所定レンズ取付条件

10

20

30

40

50

に対し波面が対応する。故に、これから、各視線方向に対して一組の3つの係数(A_3 , A_4 , A_5)を導き得る。所定対象空間に対し、または任意の対象空間に対し、上述したタイプのエルゴラマを考慮し得る。取付に関し、上述した本出願人の特許出願に記述された如き取付条件が考えられる。所定装着者に対する取付条件も考慮し得る。

【0039】

これらの種々の係数の組(a_3 , a_4 , a_5)および処方(A_3 , A_4 , A_5)から、各視線方向に対し、レンズを最適化すべく使用されるに適したターゲット波面を定義することが可能である。各視線方向において、ターゲット波面は次の如く一組の3個の係数(a'_3 , a'_4 , a'_5)により表され、そして

【数7】

$$4a'_4 = 4a_4 \quad (1)$$

$$4\sqrt{(a'_3 - A_3)^2 + (a'_5 - A_5)^2} = 4\sqrt{a_3^2 + a_5^2} \quad (2)$$

である。

【0040】

第1の関係式(1)は、基準レンズのパワーの作用を維持することが望ましいという事実を示している。第2の関係式は、レンズにより生成された非点収差と装着者に対して処方された非点収差との間の差に対応する、“残存(residual)”非点収差を表している。これは、円環面の存在は基準レンズの性能を阻害してはならないという事実を反映している。尚、本発明は、遠視に対する処方非点収差は実際に、目の基準フレーム内において各視線方向に適用される非点収差である、という仮定の下で記述されて来たことを注意されたい。また、非点収差の値と一組の係数(A_3 , A_4 , A_5)の変化とを、種々の視線方向の関数として適合させても良い。

【0041】

残存非点収差に適用される制約は、それが基準レンズの非点収差と等しくあるべきことである。理想的な場合、残存非点収差は各視線方向においてゼロとなるべきである。この理想的制約は常に物理的な解の獲得を可能とはしないことが証明されている。しかし上関係式(2)により課される制約は、理想的制約よりも厳密さが少なく、且つ、解の獲得を可能とする。提案された基準レンズを選択すれば、中心窩領域(foveal region)において、非点収差が実質的にゼロとなることが確かなものとされ、故に：

【数8】

$$4\sqrt{(a'_3 - A_3)^2 + (a'_5 - A_5)^2} = 0$$

であるが、これは、

$a'_3 = A_3$ 且つ、

$a'_5 = A_5$

であることを意味する。この故に、少なくとも中心窩領域において、非点収差の軸心およびその係数は、処方非点収差の軸心およびその係数に等しい。

【0042】

これらのふたつの関係式は実際にターゲット・レンズを定義するが、これは、以下に説明される如き最適化プログラムにおけるレンズ最適化に対して採用され得るものである。このターゲット・レンズは：・基準レンズの作用およびパワーを有し；
・基準レンズの非点収差と等しい残存非点収差を有する。

【0043】

上記で与えられた例において、基準レンズは処方されたレンズと同一のパワーおよび同一の付加パワーを有している。尚、処方されたものとは異なるパワーまたは付加パワーを有するレンズを基準レンズとして選択しても良い。この場合、関係式(1)は次式の如く書かれる：

10

20

30

40

50

$$a'_4 = m + na_4 \quad (1')$$

式中、 m および n は、遠視パワーおよび付加パワーが処方値を有する如く選択された実数値である。換言すると、 m および n は、処方が既知である、即ち遠視および近視に対する視線方向において、ふたつの未知数を有するふたつの方程式に対する解である。

【 0 0 4 4 】

本発明は、これらの目標値を使用すると共に、それ自体が公知である最適化方法を利用して、レンズを定義することを提案するものである。尚、本発明は、レンズがプログレッシブ多焦点レンズであるという最も複雑な場合に対して上述されたことに注意されたい。それは、

【数 9】

$$4\sqrt{A_3^2 + A_5^2} = 0$$

という特定の場合に対応する球面レンズの最適化にも適用される。

【 0 0 4 5 】

本発明はまた、

$$4A_4 = \text{定数}$$

に対応する単焦点レンズの場合にも適用される。最後に、本発明は好ましくは生理学的条件の下で最適化表面を決定する為に光線追跡プログラムを使用するものである。これによれば、所定の後面に対してレンズの前面を最適化すること、又はその逆、が可能となる。

【 0 0 4 6 】

次に、本発明を実施すべく採用され得る最適化方法を記述する。出発レンズから設計する最適化プロセスの目的は、ワーキング・レンズ(working lens)の各表面の少なくともひとつを定義するパラメータを、上記で定義された制約(1) および(2) を可及的に満足すべく変更することである。この為に、最適化されるべきレンズと、以下に定義されるターゲット・レンズとの間の差を表すメリット関数(merit function)を考慮し得る。変数 i により参照されるレンズ上の一組の点または一組の視線方向に対し、次の形態で書かれるメリット関数を考察する：

【数 10】

$$\sum_i p_i \sum_j w_{ij} (V_{ij} - C_{ij})^2$$

式中、

p_i は点 i に対する加重であり；

V_{ij} は、ワーキング・レンズに対する、点 i における残存非点収差もしくはパワーのいずれかの値であり；

C_{ij} は、ターゲット非点収差またはターゲットパワーのいずれかの値であり；

w_{ij} は、点 i における非点収差もしくはパワーの差に対する加重である。

【 0 0 4 7 】

この様にして、ターゲットおよびメリット関数を定義するが、これはレンズと上記ターゲットとの間の光学的特性の差を表している。斯かるメリット関数は明らかに正であり、最適化プロセスの間に最小化されるべきである。最適化を進展させる上では、出発レンズと、反復によりメリット関数の値を減少させ得る計算方法を選択するだけで十分である。この為に、好ましくは、減衰最小自乗法(damped least squares method)、または、それ自体が公知の任意の他の最適化方法を利用し得る。減衰最小自乗法および上記したタイプのメリット関数を使用すれば、多くの場合、良好な性能を有するレンズを得る上では10回程度の反復で十分である。

【 0 0 4 8 】

最適化を進展させる上では、最適化されるべきレンズに対し、上記に与えられた関係式(1) および(2) の形態の制約を直接的に採用し得るべくゼルニケの多項式を使用し、目の

10

20

30

40

50

瞳孔における波面の分解を好ましく使用することが可能である。この場合、出発レンズから設計すると共に、最適化されるべき層を対応表面に対して付加してから、この層のみを最適化プロセスにおいて修正することが可能であり、この層自体がゼルニケの多項式によりモデル化され得る。

【 0 0 4 9 】

次に、斯かるゼルニケの多項式への拡張を使用した最適化の例を与える。上記した処方は一組の係数(A_3, A_4, A_5)を提供し、基準レンズは、選択された点*i*に対応する視線方向において、3つの係数の(a_3, a_4, a_5)_{*i*}の各組を提供するものである。今、対応する係数の組(a_3, a_4, a_5)_{*i*}に対し、各視線方向もしくは各点*i*に対するターゲットを記述すると：

【数 1 1】

$$C_{i1} = 4a_4$$

$$C_{i2} = 4\sqrt{a_3^2 + a_5^2}$$

である。点*i*に対応する視線方向においてワーキング・レンズは、

$$V_{i1} = 4a'_4$$

の現在のパワー値(current power value)を有し、上述した残存非点収差である V_{i2} に対しては、

【数 1 2】

$$V_{i2} = 4\sqrt{(a'_3 - A_3)^2 + (a'_5 - A_5)^2}$$

を使用する。

【 0 0 5 0 】

次に、 a'_3, a'_4 および a'_5 の値を種々の点*i*で変化させ、上述の如くメリット関数を減少させる。最適化の最後において、提供されるべき表面を定義する、最適化表面の高度マップ(altitude map)が獲得される。

【実施例】

【 0 0 5 1 】

以下の例は、本発明の幾つかの実施形態を与えるものである。

【 0 0 5 2 】

実施形態 1

この実施形態においては、レンズの前面を最適化するものであり、該レンズの後面は先行技術で使用されたタイプの円環状表面(toric surface)であるが、該レンズは必ずしも眼鏡装着者に対する円環状処方に対応するものではない。次の処方に対する多焦点レンズの獲得が試行される：

- ・遠視パワー：3 ディオプトリー(diopter)；
- ・非点収差：2 ディオプトリー；
- ・非点収差の軸：135 °；
- ・付加量(addition)：2 ディオプトリー；
- ・屈折率：1.502 。

【 0 0 5 3 】

図 4 乃至図 7 は、先行技術レンズの光学的特性を示している。図 4 はメリディアンに沿ったパワーを示しているが、パワーの定義は上述してある。x 軸はディオプトリーで目盛付けされ、y 軸はレンズの高さを"度"で目盛付けされてある。実線はパワーを示し、点線は図 1 で定義された量 $1/JT$ 及び $1/JS$ を示しているが、これは各視線方向における物点の距離を表すエルゴラマに対応する物体距離に対するものであり、装着者に対する最適な快適さを確かなものとする為である。図 5 は、等しいパワーのライン、即ちパワーが同一の値を有する点により形成されたラインを示している。x 軸および y 軸は夫々、角度 および

10

20

30

40

50

を与える。図6は同一の軸を使用し、等傾斜非点収差(equal oblique astigmatism)のラインを示している。図7は、上記で定義した残存非点収差を示している。

【0054】

このレンズは先行技術のレンズであり、本出願人の各特許公報に開示された如く、後面は円環面を担持する一方、前面は多焦点プログレッシブ表面である。このレンズは、135°の軸心により、6.20ディオプトリーのベース(base)、2.97ディオプトリーの遠視パワー、1.97の付加パワー、および、2.11ディオプトリーの非点収差を有している。

【0055】

図8乃至図10は、最適化の為に使用される基準レンズの光学的特性を示している。このレンズは球面レンズであり、遠視に対する2.97ディオプトリーと等しいパワー、1.98ディオプトリーに等しい付加パワーを有し、非点収差は有していない。図8乃至図10は、同一の規約により図4乃至図6と同様に作成される。図4乃至図11は、本発明に従って最適化されたレンズの光学的特性を示すものである。図8至図11はまた、図4乃至図7と同一の規約を使用して作成されたものである。上述の如く、先行技術と同一の前面を有する出発レンズを使用して最適化されたのは前面であるが、該レンズは、ほぼ円環状の後面、および、図8乃至図10のレンズを基準レンズとして備えるものである。これらの図は、本発明に従って最適化されたレンズの光学的特性は、基準レンズの光学的特性に極めて近いものであることを示している。故に、先行技術のレンズの円環状後面により導入された収差が回避された。上記レンズは135°の軸上で、6.63ディオプトリーのベース値、3.02ディオプトリーの遠視拡大能、1.94ディオプトリーの拡大能付加、および、1.99ディオプトリーの非点収差を有している。

【0056】

図15乃至図17は、図11乃至図14のレンズの前面の表面特性を示している。図15は、上記で定義した表面パワーもしくは平均球面Dを示している。実線は平均球面を示し、点線は、R1およびR2を曲率の主半径とし、値 $C_1 = (n - 1) / R1$ および $C_2 = (n - 1) / R2$ を示している。x軸はディオプトリーで目盛付けられ、y軸はミリメートルで前面の高さを与えている。遠視基準点における平均球面は0.63ディオプトリーの円柱レンズに対して6.63ディオプトリーである。近視基準点における平均球面は0.64ディオプトリーの円柱レンズに対して8.63ディオプトリーである。この表示のみから、本発明は、最適化されたレンズの両表面上に分布された円柱レンズもしくは円環面につながることに注意されたい。

【0057】

図16は、レンズの前面に対する平均等球面(mean isosphere)のラインを示し、各軸はミリメートルで目盛付けされている。図17は、同一の軸を使用して、等円柱レンズ(isocylinder)を示している。これらの図は、本発明のレンズの前面が従来のレンズの前面とは極めて異なることを示している。この実施形態において実現された本発明は、先行技術の方法により導入された収差を示すと共に、眼鏡装着者の生理学的データを考慮し且つ光学的計算に依り、如何にして本発明がこれらの収差を減少するかを示した。故に、本発明は、先行技術レンズにおける円環面により導入された収差を修正すると共に、本発明は眼鏡装着者に対し、同一の付加パワーを備える正視眼鏡(emmetropic spectacle)のそれに等しい中心窩視野(foveal vision)を提供する。本発明はまた、出発レンズにおいて失われた円環状部分が前面へと移転されることを示している。

【0058】

実施形態2

この実施例において本発明は、円環面および遞減(degression)がレンズの後面に配置されたプログレッシブ多焦点レンズの後面の最適化に適用される。

処方は次の通りである。

- ・遠視パワー：3 ディオプトリー；
- ・非点収差：2 ディオプトリー；
- ・非点収差の軸：45°；
- ・付加量：2 ディオプトリー；

10

20

30

40

50

・屈折率：1.502 ディオプトリー。

【0059】

レンズの前面は球面状である。図18乃至図20は、図15乃至図17と同一の規約を使用して、出発レンズの後面の表面特性を示しており、前面は球面状である。後面は、前面を考慮し、従来式多焦点プログレッシブ表面および円環状表面の高度を合計することにより近似手法で計算された。より詳細には、次の3つの表面が考慮された：

S1：付加パワーが200 ディオプトリーでありベースが6.20ディオプトリーであるプログレッシブ表面；

S2：従来のプログレッシブ表面の遠視に対する半径と同一の半径の球面；

S3：考慮された前面に対して2.00ディオプトリーの非点収差および3.00ディオプトリーの拡大能を提供する円環状表面。

10

【0060】

後側開始表面上の点の高度は、

$$z = -z_1 + z_2 + z_3$$

により与えられ、式中、 z_1 、 z_2 および z_3 は、3つの表面 S_1 、 S_2 および S_3 の夫々の高度である。項 $-z_1 + z_2$ は遠視に対する平面と近視に対して逓減する表面とを概略的に定義し、項 z_3 は、期待された円環効果(toric effect)を付加する。この様にして本発明は、2.18ディオプトリーの減少で、3.34ディオプトリーに等しい遠視用の平均球面の後面を得る。遠視基準点において、上記後面は1.99ディオプトリーの円柱レンズを有し、近視基準点において、それは2.07ディオプトリーの円柱レンズを有している。レンズの前面は、半径6.20ディオプトリーの球面状表面を有している。

20

【0061】

図21乃至図23は、図8乃至図10と同一の規約を使用して基準レンズの光学的特性を示している。基準レンズに対して本発明は、従来のプログレッシブ前面および球面状後面を有するレンズを使用している。そのレンズは上述の如き、遠視に対するゼロパワー、2.19ディオプトリーの付加パワー、および、6.20ディオプトリーのベースを有している。

【0062】

図24乃至図27は、本発明に従って最適化されたレンズの光学的特性を図11乃至図14と同一の規約を使用して示している。最適化された該レンズは、遠視基準点において2.98ディオプトリーのパワー、同一点における1.94ディオプトリーの非点収差、近視基準点における5.12ディオプトリーのパワー、および、同一点における1.97ディオプトリーの非点収差を有している。このレンズは、採用された基準レンズに対して3 ディオプトリーのパワーを付加することにより得られる。

30

【0063】

図28乃至図30は、本発明に従って最適化されたレンズの後面の光学的特性を、図15乃至図17と同一の規約を使用して示している。後面は、遠視基準点における3.34ディオプトリーの平均球面と、1.79ディオプトリーの円柱レンズとを有している。近視基準点において、上記後面は1.49ディオプトリーの平均球面と、1.59ディオプトリーの円柱レンズとを有している。後面の逓減は、1.85ディオプトリーである。

【0064】

40

図31乃至図34は、先行技術レンズの光学的特性を比較の目的で示している。使用された規約は図24乃至図27と同一である。此处でも、図11の例と同様に、本発明に従い最適化されたレンズは先行技術レンズよりも小さな収差を有することに注意されたい。これに加え、眼鏡装着者により体験される如く、残存非点収差は基準レンズの非点収差に近いものである。

【0065】

実施形態3

この実施形態においては、単焦点レンズの前面が最適化され、その後面は従来の円環面を含んでいた。

処方は次の通りである：

50

- ・球面：0 ディオプトリー；
- ・円柱レンズ：2.75；
- ・円柱レンズの軸：90°；
- ・屈折率：1.604。

【0066】

出発レンズは、ベースが4.58ディオプトリーに等しい球面状前面を有していた。また、後面は、先行技術に係る処方に対応していた。この極めて単純な場合、残存非点収差に対するターゲットはゼロと仮定され、且つ、パワーに対するターゲットは全て同一であり1.375 ディオプトリーに等しい。

【0067】

図35乃至図38は、図4乃至図7と同一の規約を使用し、本発明に従って最適化されたレンズの光学的特性を示している。制御点において、拡大能は1.39ディオプトリーであり、非点収差は2.74ディオプトリーである。図39乃至図41は、図28乃至図30と同一の規約を使用して、最適化された単焦点レンズの前面の表面特性を示している。制御点における平均球面は4.58ディオプトリーであり、円柱レンズは0.02ディオプトリーである。

【0068】

比較の為に図42乃至図45は、同一の処方に対する先行技術の非球面状レンズの光学的特性を示している。同一の規約が図35乃至図38で使用されている。本発明に従えば、収差を減少すると共に、眼鏡装着者により体験された残存非点収差が実質的にゼロであるレンズを得ることが可能とされることに再度注意されたい。

【0069】

本発明は、多焦点レンズまたは単焦点レンズに対し、非点収差に対する処方に関わらず、先行技術の最善のレンズのものと同様の光学的特性を獲得することを可能とする。本発明の方法は上記国際出願WO-A-97/19382号に提案された解決策よりも良好な成果を提供するものである。実際、本発明に従えば、装着者により実際に体験されるレンズの光学的特性を考慮することが可能となり、必然的に近似である代数的計算だけでない。

【0070】

これらの全ての実施形態においては、前面と後面の役割を容易に逆転し得ることは明らかである。同様に、パワー、円環面およびプログレッション(progression)を、ふたつのレンズ表面の一方もしくは他方、または、部分的に一方の表面および部分的に他方の表面に、分散させることも可能である。プログレッシブ・レンズの場合、同一の付加パワーを有する平面レンズが実施形態1におけるターゲットとして使用され得るものである。処方されたパワーと等しいパワーを有するプログレッシブ・レンズを使用することも可能である。

【0071】

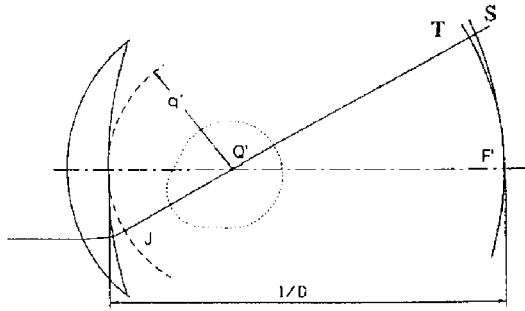
尚、提案方法およびゼルニケの多項式へと分解された波面に関する表示とは異なる、他の最適化方法および他の表面表示方法を採用し得ることは明らかである。

10

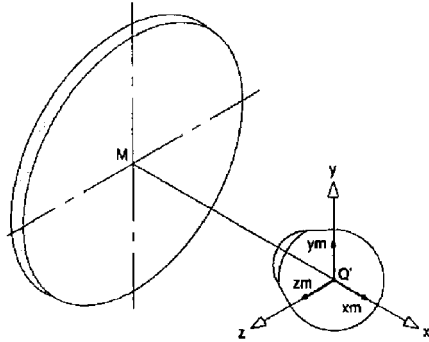
20

30

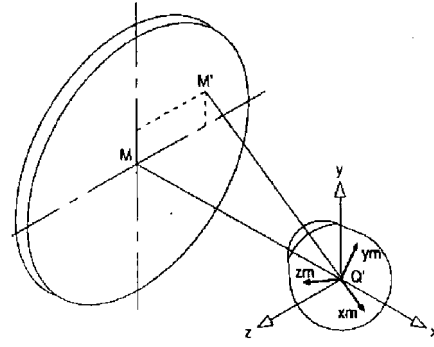
【図1】



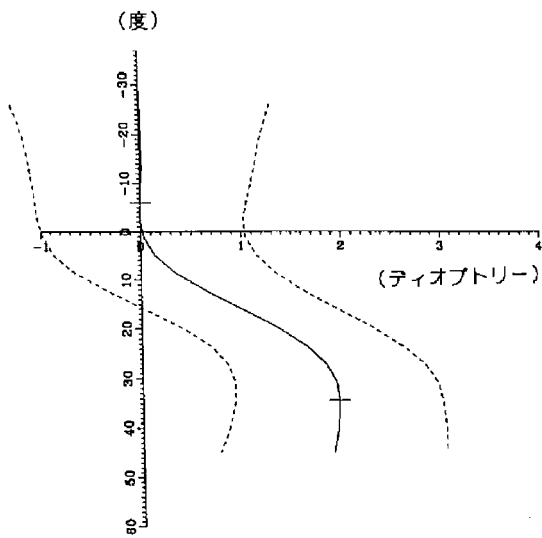
【図2】



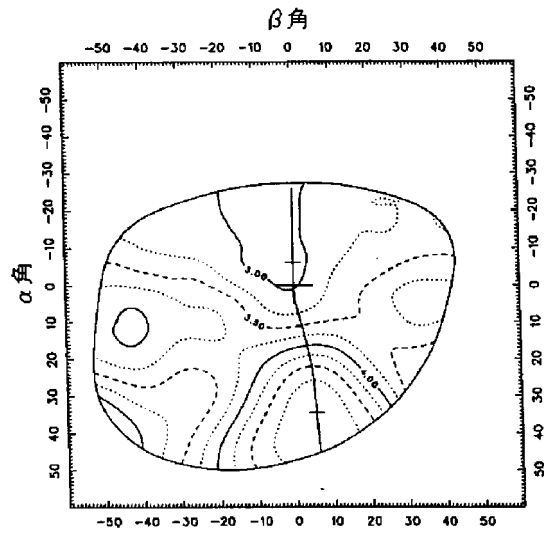
【図3】



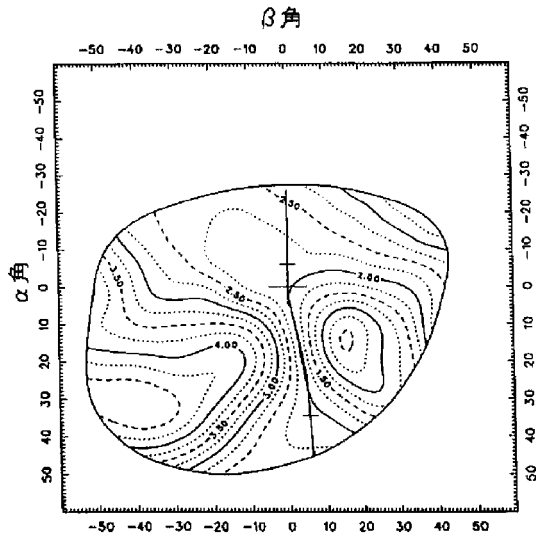
【図4】



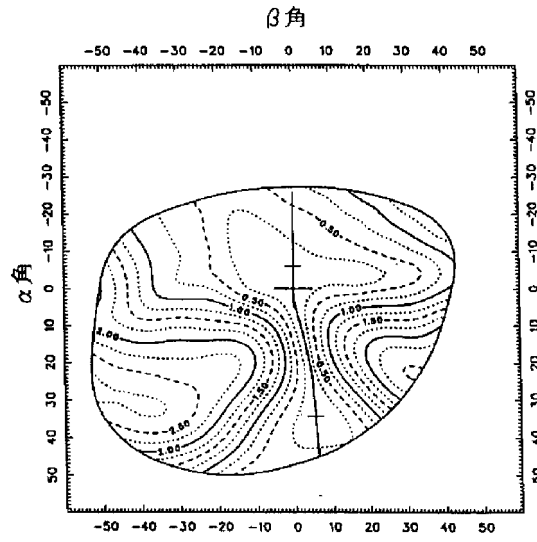
【図5】



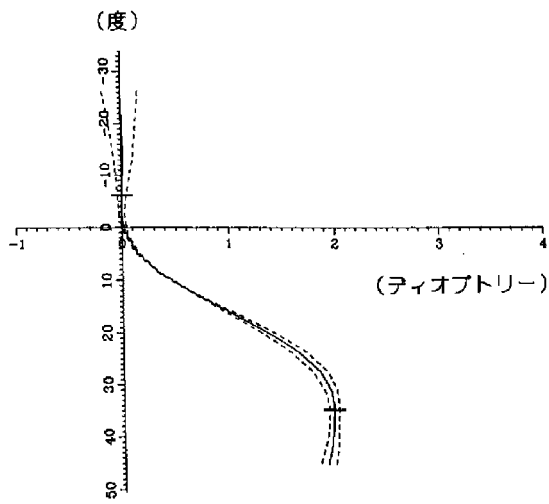
【図6】



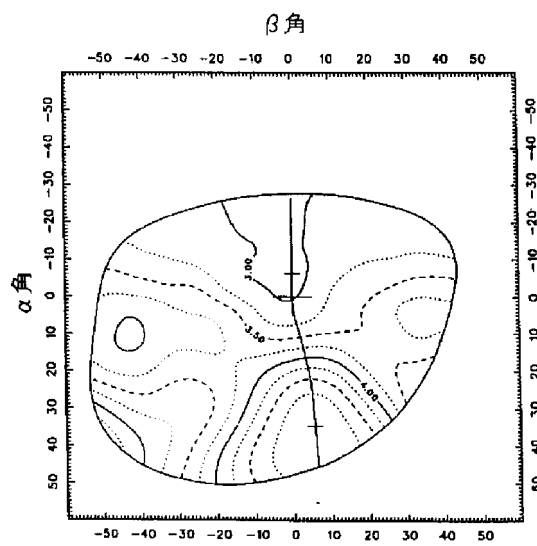
【図7】



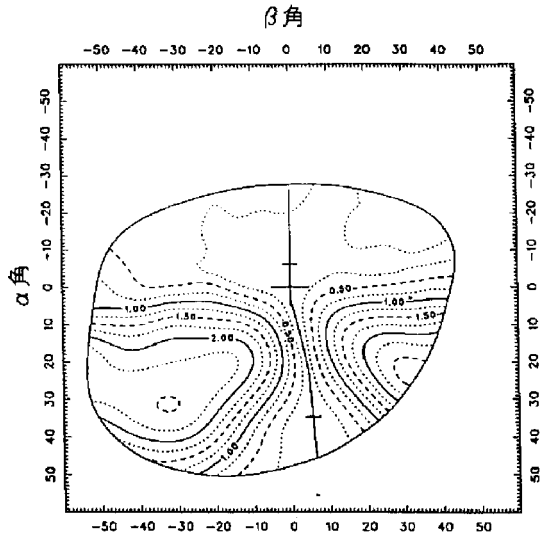
【図8】



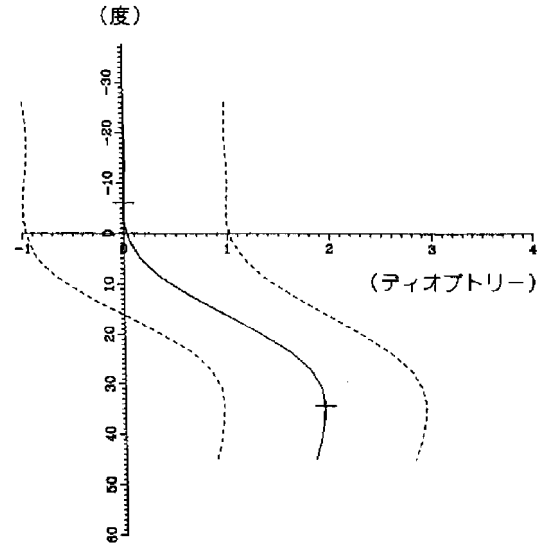
【図9】



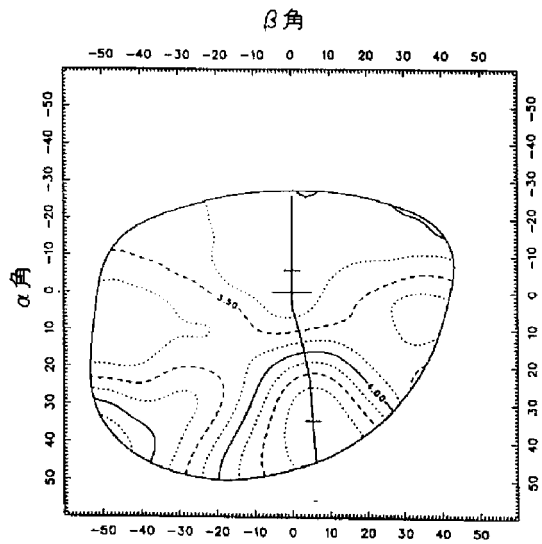
【図10】



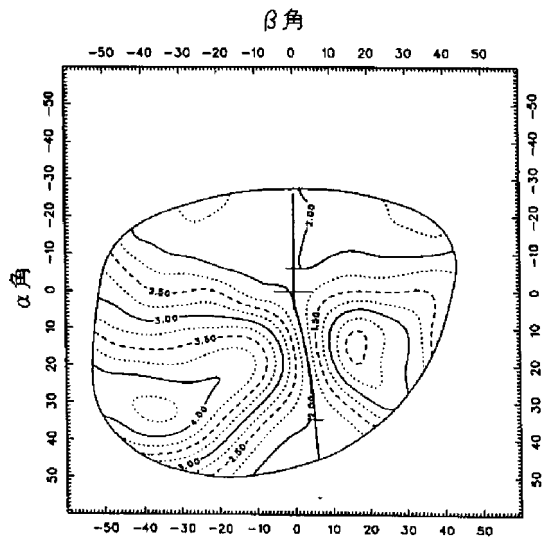
【図11】



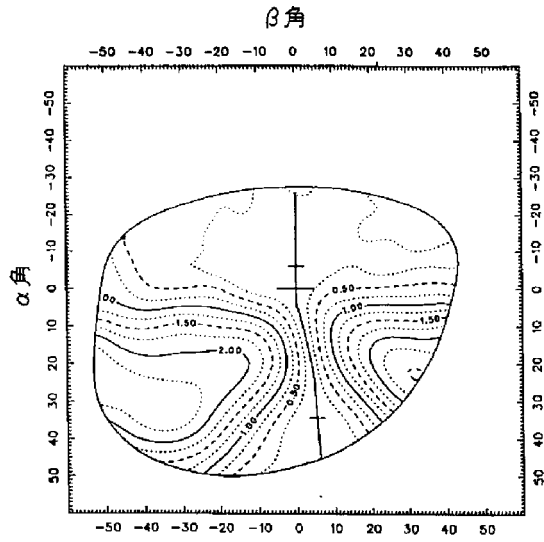
【図12】



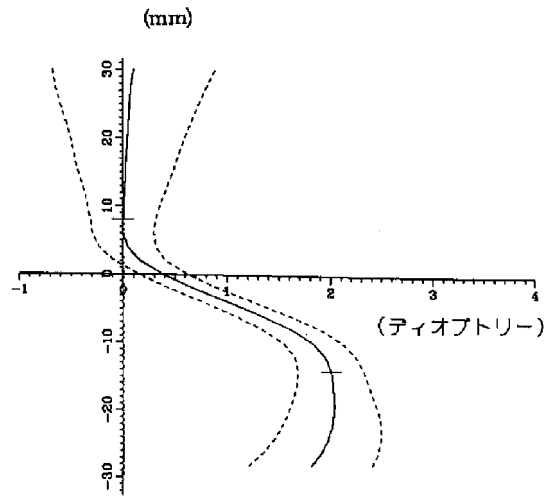
【図13】



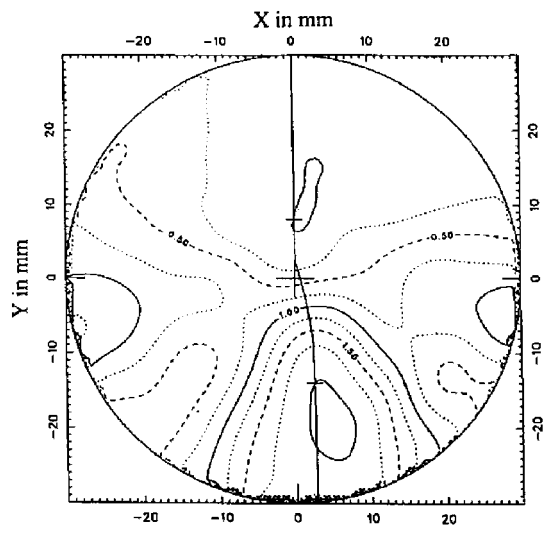
【図14】



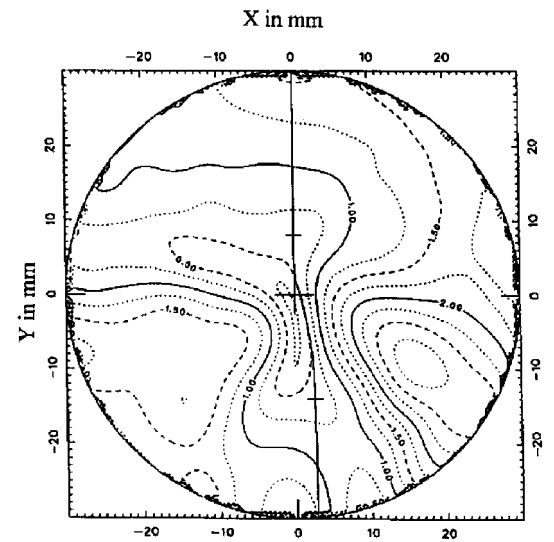
【図15】



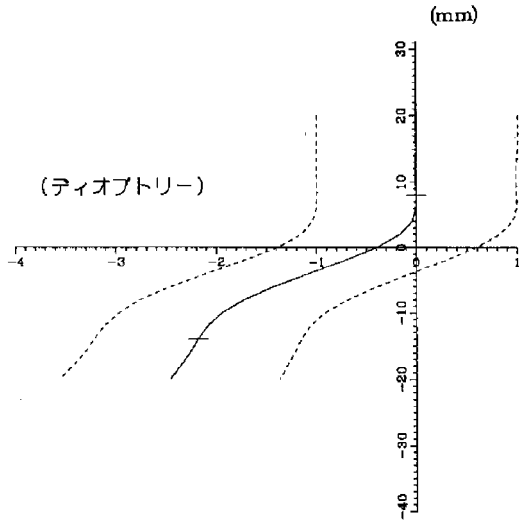
【図16】



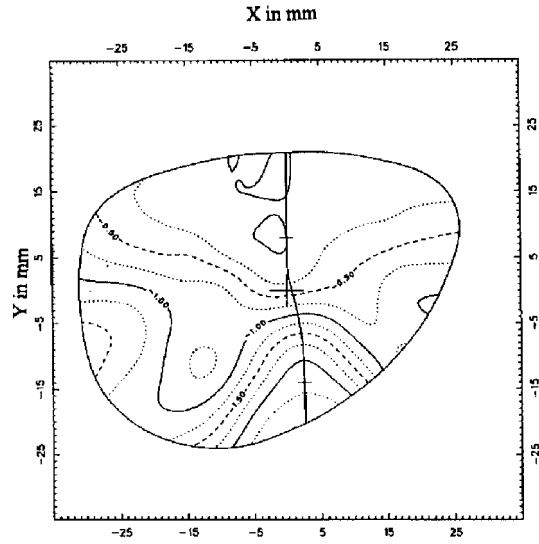
【図17】



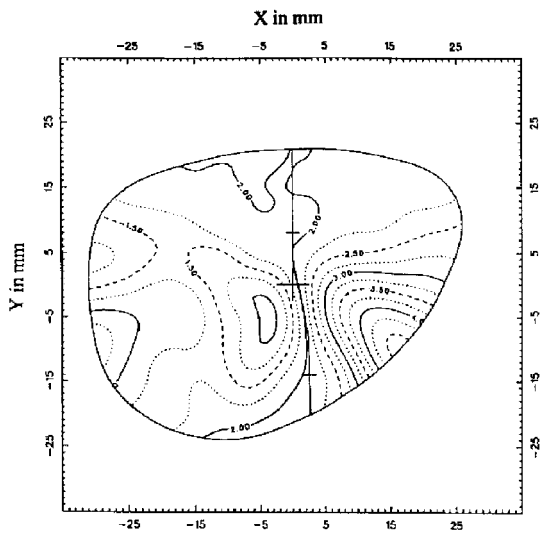
【図18】



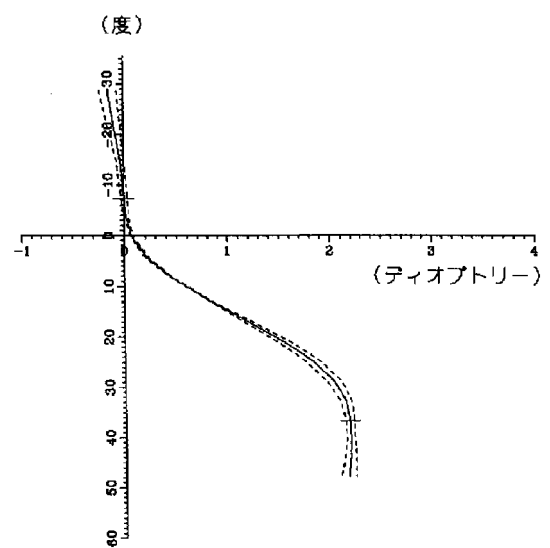
【図19】



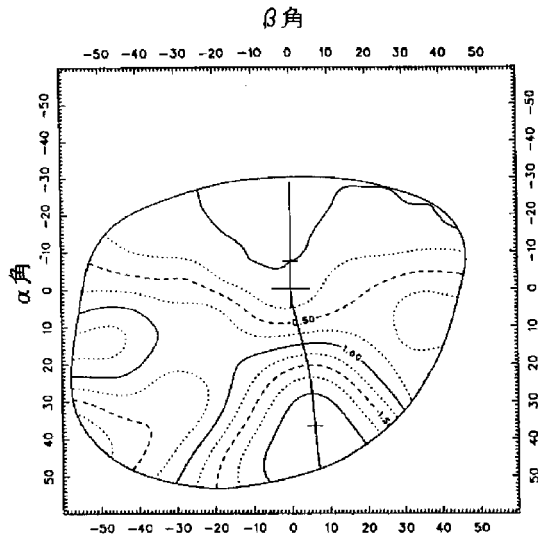
【図20】



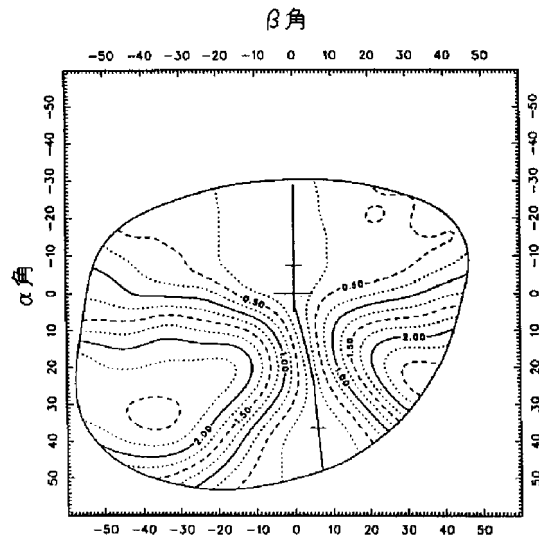
【図21】



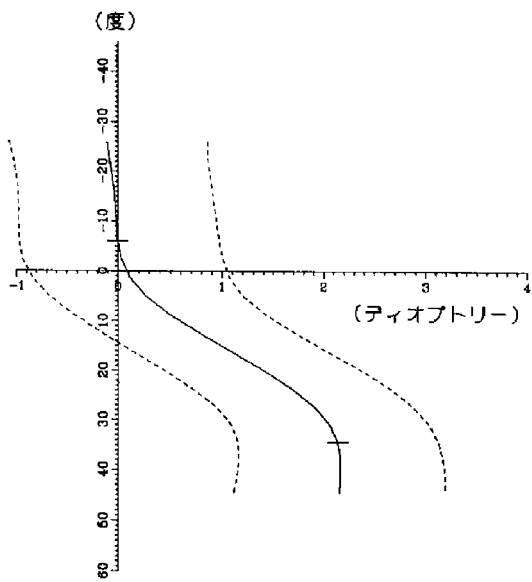
【図 2 2】



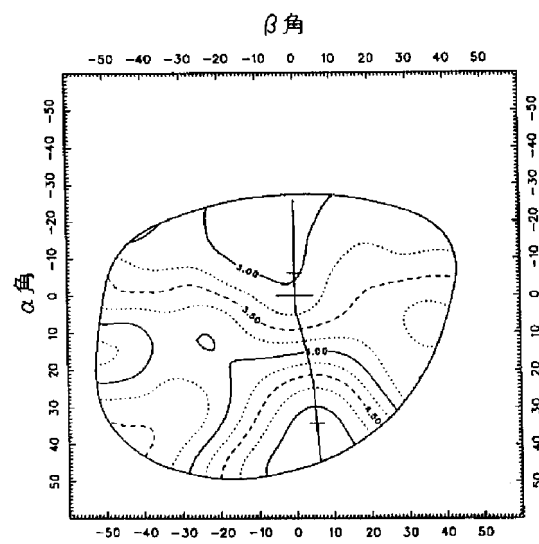
【図 2 3】



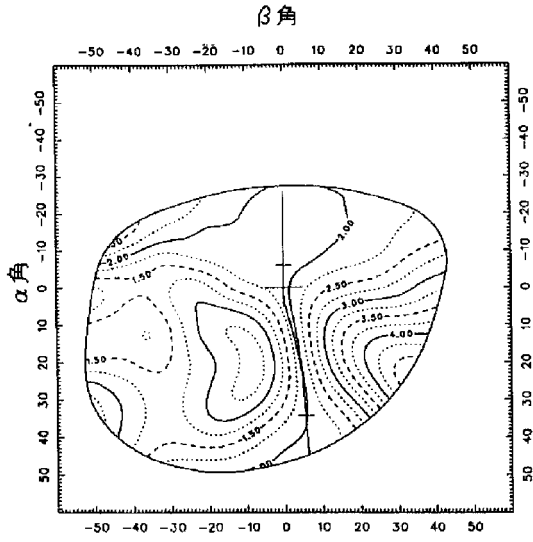
【図 2 4】



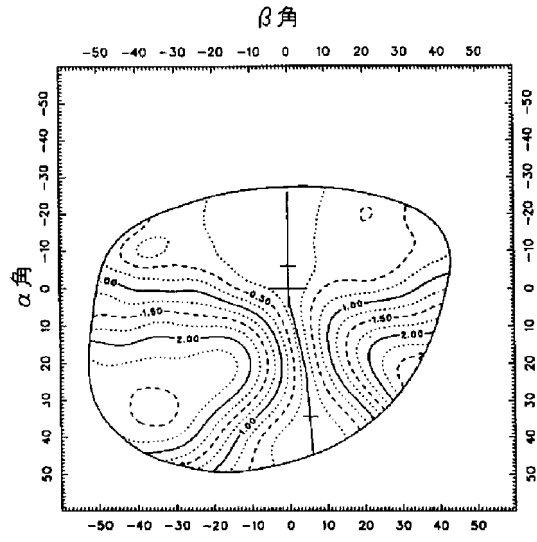
【図 2 5】



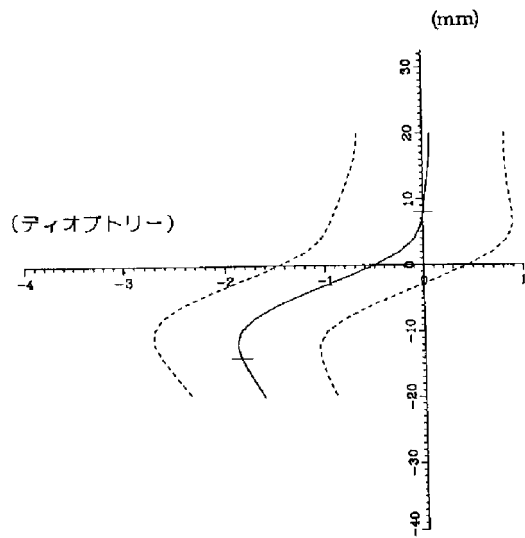
【図 26】



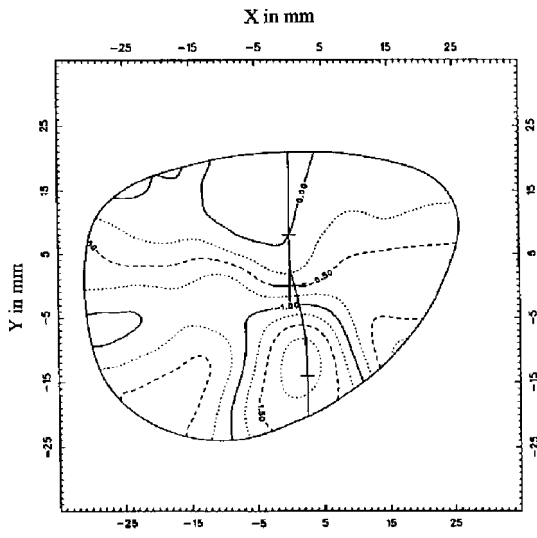
【図 27】



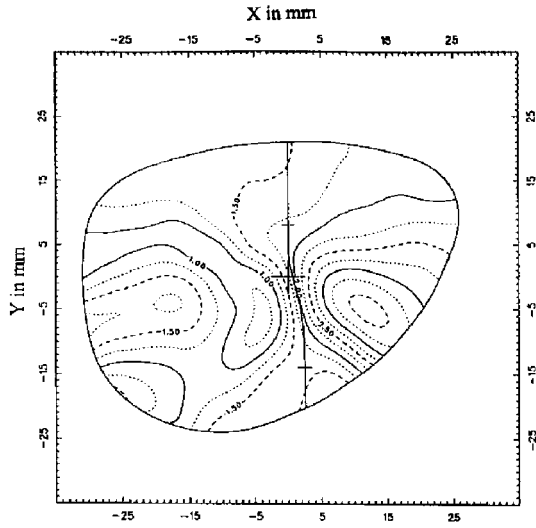
【図 28】



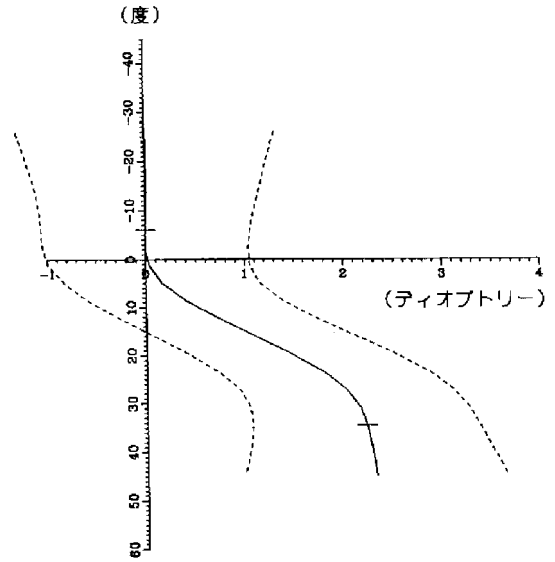
【図 29】



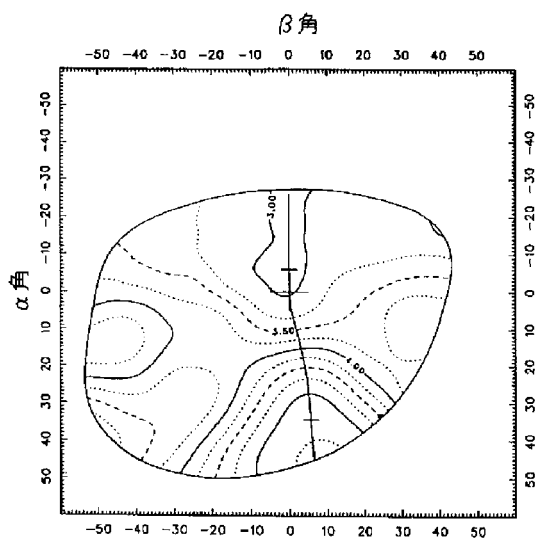
【図 30】



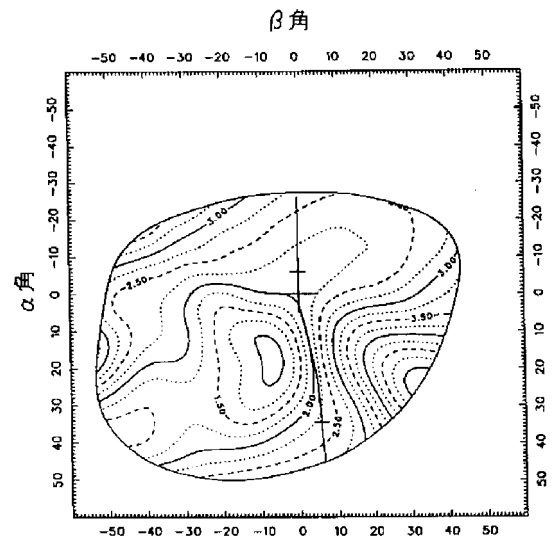
【図 31】



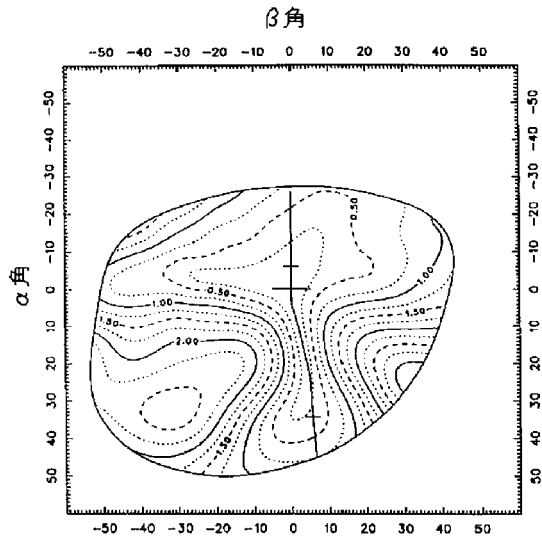
【図 32】



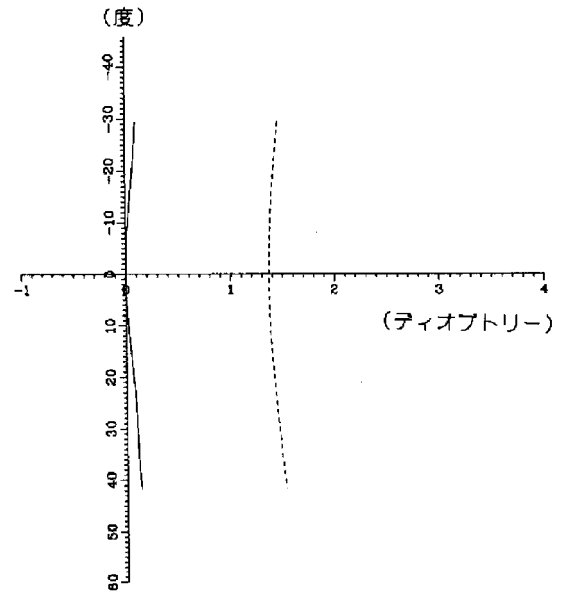
【図 33】



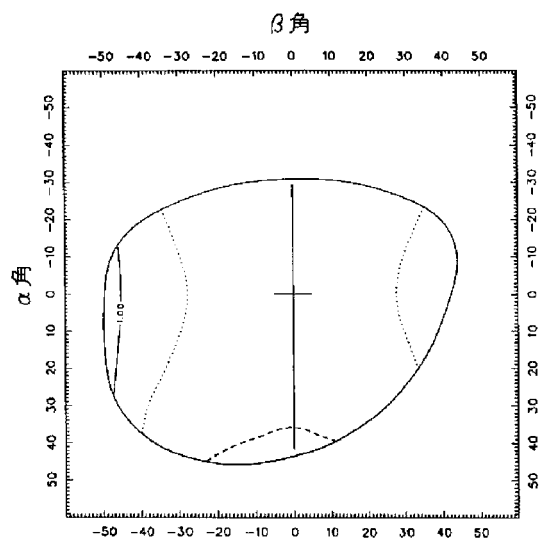
【図 3 4】



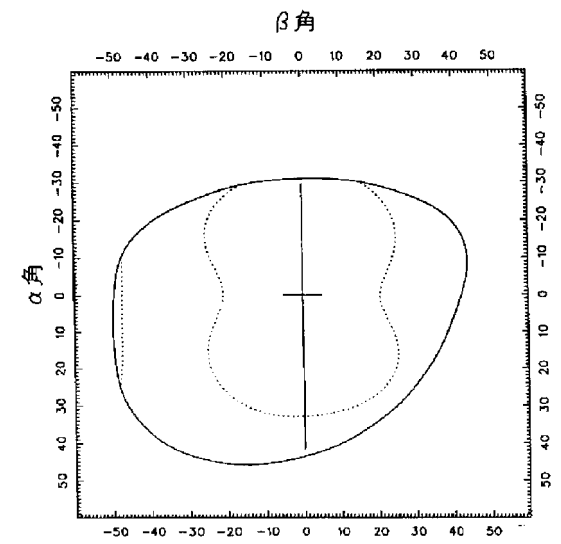
【図 3 5】



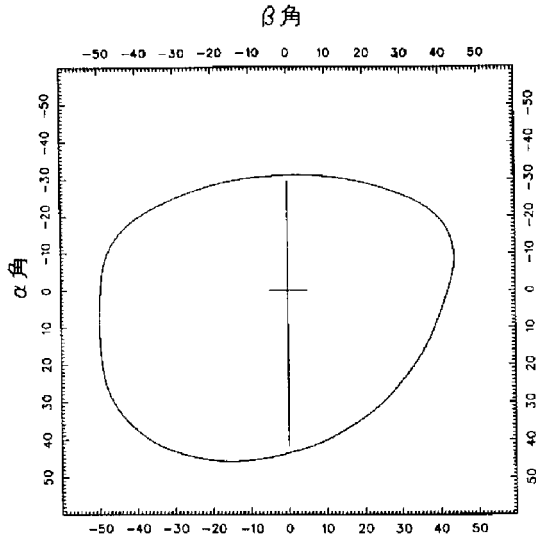
【図 3 6】



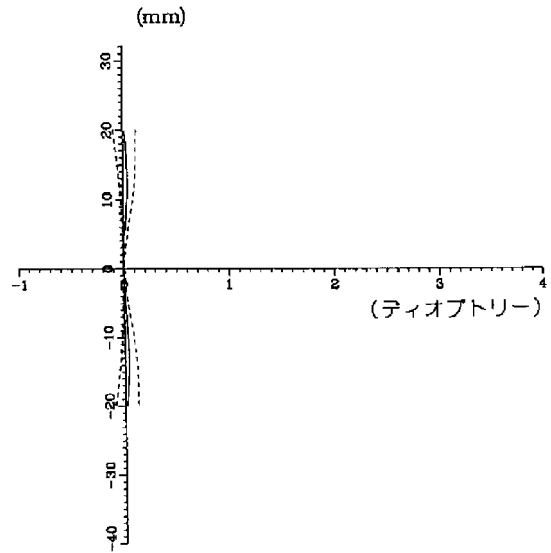
【図 3 7】



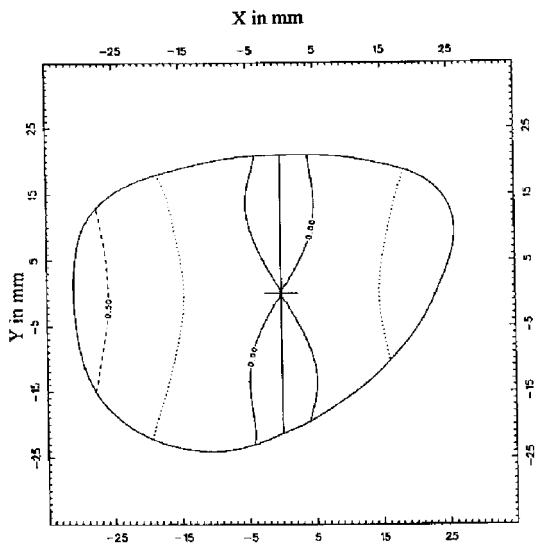
【図38】



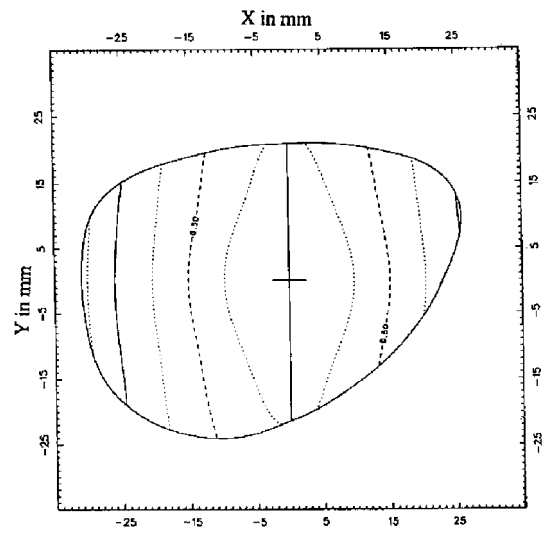
【図39】



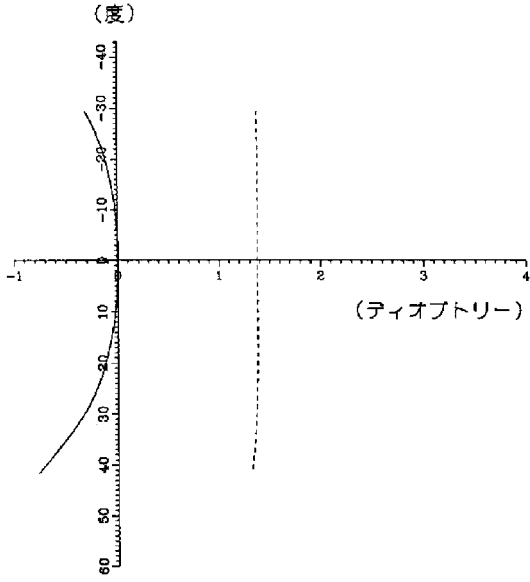
【図40】



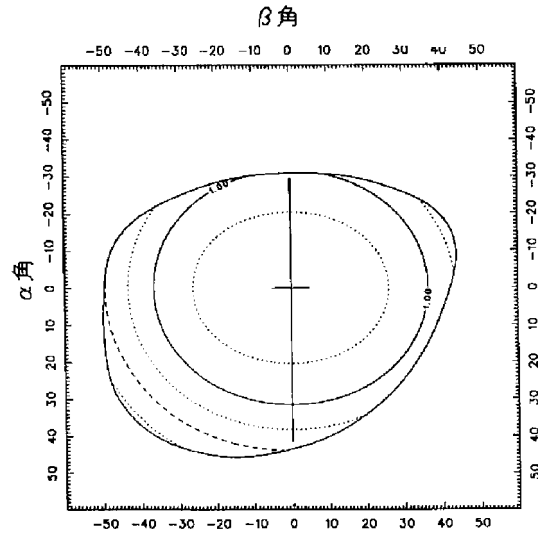
【図41】



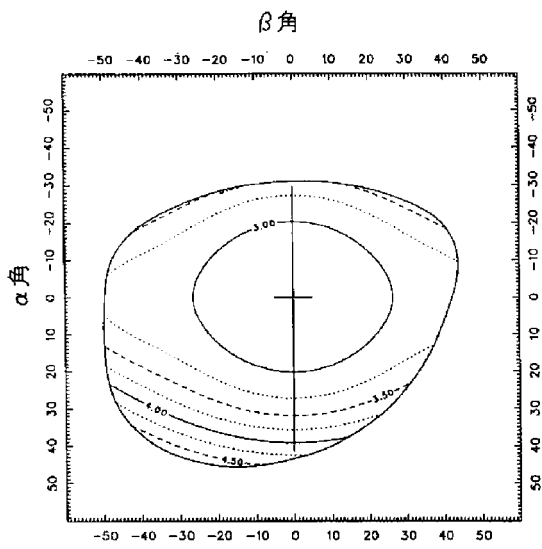
【図 4 2】



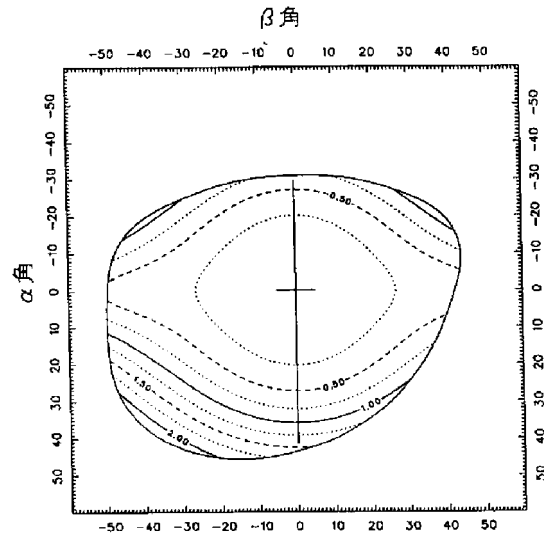
【図 4 3】



【図 4 4】



【図 4 5】



フロントページの続き

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(72)発明者 ティエリー ボーダルト

フランス国, 9 4 3 4 0 ジョアンビル ル ボン, アブニュ デュ パール 1 4

(72)発明者 ギル ル ソークス

フランス国, 7 5 0 1 0 パリ, リュ イベ トゥーディ 1 9

審査官 堀井 康司

(56)参考文献 国際公開第98/012590(WO, A1)

特表2000-506628(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 C 7 / 0 2

G 0 2 C 7 / 0 6