

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 11 月 10 日(10.11.2011)

(10) 国際公開番号
WO 2011/138919 A1

PCT

- (51) 国際特許分類:
G11B 7/135 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
G02B 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/060282
- (22) 国際出願日: 2011 年 4 月 27 日(27.04.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-106448 2010 年 5 月 6 日(06.05.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): マクセルファインテック株式会社 (MAXELL FINETECH LTD.) [JP/JP]; 〒9892383 宮城県亶理郡亶理町逢隈田沢字神明 4 2 の 2 Miyagi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 上田 直史 (UEDA, Naofumi) [JP/JP]; 〒9892383 宮城県亶理郡亶理町逢隈田沢字神明 4 2 の 2 マクセル

ファインテック株式会社内 Miyagi (JP). 杉 靖幸(SUGI, Yasuyuki) [JP/JP]; 〒9892383 宮城県亶理郡亶理町逢隈田沢字神明 4 2 の 2 マクセルファインテック株式会社内 Miyagi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人第一国際特許事務所 (Patent Corporate Body Dai-ichi Kokusai Tokkyo Jimusho); 〒1080014 東京都港区芝 4 丁目 1 0 番 5 号 ダヴィンチ田町 Tokyo (JP).

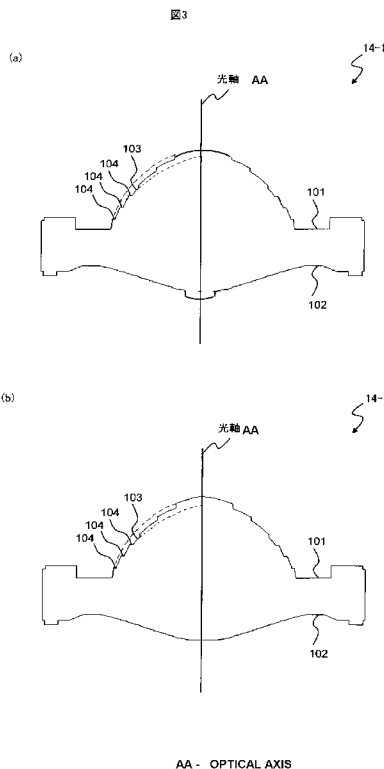
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL PICKUP LENS

(54) 発明の名称: 光ピックアップレンズ

[図3]



AA - OPTICAL AXIS

(57) Abstract: Provided is an optical pickup lens wherein an orbicular zone structure provided for preventing aberration deterioration due to a wavelength variation or a temperature change can be formed with higher accuracy. A plastic optical pickup objective lens (14) for focusing a light flux coming out of a laser light source (11) on an optical disc such as a Blu-ray disc, comprises an orbicular zone structure comprising a plurality of orbicular zones on both surfaces which are a lens surface (R1 surface) (101) on the laser light source (11) side and a lens surface (R2 surface) (102) on the optical disc side, wherein the lens surfaces are divided by steps into a plurality of concentric orbicular zones (103), connecting regions (104) are provided between the respective orbicular zones, and the plurality of steps are configured so as to have step heights which cause the input light flux to generate such phase differences as reducing the aberration produced in the optical pickup objective lens (14) when the ambient temperature changes, and to satisfy $NA \geq 0.8$ and $1.0 \leq f \leq 1.8$ wherein NA represents a numerical aperture of the optical pickup objective lens (14) and f (mm) represents a focal length.

(57) 要約: 波長変動や温度変化に基づく収差劣化を防ぐために輪帯構造を設ける際、より精度よく成形できる光ピックアップレンズを提供する。レーザ光源(11)から出射された光束をブルーレイディスクなどの光ディスクに集光するプラスチック製の光ピックアップ対物レンズ(14)が、レーザ光源(11)側のレンズ面(R1面)(101)及び光ディスク側のレンズ面(R2面)(102)の両面に複数の輪帯領域を有し、前記レンズ面が段差により同心円状の複数の輪帯領域(103)に分割され各輪帯領域の間に設けられる接合領域(104)を備えてなる輪帯構造を備え、複数の前記段差は、周囲温度が変化した場合に前記光ピックアップ対物レンズ(14)において発生する収差を低減するような位相差を入射光束に発生させる段差量を有し、前記光ピックアップ対物レンズ(14)の開口数をNA、焦点距離をf(mm)、とした場合に、 $NA \geq 0.8$ 、 $1.0 \leq f \leq 1.8$ 。

8となるように構成した。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : 光ピックアップレンズ

技術分野

[0001] 本発明は、光ディスクに対する記録または再生を行う光学系において用いられる光ピックアップレンズに関する。

背景技術

[0002] 近年、光ディスクの記録容量は増大し続けており、記録密度も増大し続けている。光ディスクに記録された情報の読出しは、光ディスク装置によって行われる。光ディスク装置のレーザ光源より出射されたレーザ光は、光路に配置された波長板やコリメータ等の透明部材を透過し、最終的に光ピックアップレンズに入射する。そして、光ピックアップレンズは、入射したレーザ光を光ディスク上に集光し、光ディスク上に光スポットを形成する。

[0003] これにより、光ディスクに記録された情報が読み取られる。通常、レーザ光源から出射されたレーザ光をコリメータレンズ等によって略平行光に変換し、当該略平行光が光ピックアップレンズに入射する。このような大容量の光ディスクに使用される光ピックアップレンズの開口数NAは、0.8以上または0.84以上となる場合が多い。また、当該大容量の光ディスクに使用されるレーザ光の波長は405nmである場合が多い。

[0004] 開口数NAが0.85以上のBlue-ray Disc (BD) 用の光ピックアップ

レンズの硝材としては、諸般の問題に対応するため、ガラスが使用される場合が多い。例えば、ガラスは、プラスチック等の樹脂材料よりも耐光性に優れる。

[0005] プラスチックが光を吸収し、この吸収エネルギーを放出するよりも先に、さらに光に曝され続けると、プラスチックが分解され、材料劣化につながる。また、一旦、材料劣化が生じると、壊れた樹脂が回りの樹脂を壊すため、材料劣化のスピードは加速度的に速くなってしまふ。そして、通常、BD用

の光ピックアップレンズには、エネルギーの強い短波長のレーザ光が入射する。そのため、BD用の光ピックアップレンズの硝材としては、プラスチックよりも耐光性に優れるガラスが用いられることが多い。

[0006] しかし、BD用のレーザ光の集光位置におけるパワーは、0.40mW弱である。そして、このレベルのレーザ光に対する耐光性を有する樹脂材料も存在する。現段階においても、記録用レーザのようなハイパワーのレーザ光に耐光性を有する樹脂も開発されつつあり、実現が想定される段階となっている。また、ガラス材料に比べて、プラスチックなどの樹脂材料の方が、成形性や生産性に優れる。

[0007] そこで、プラスチックなどの樹脂材料を用いて、NAが0.85以上のBD用の光ピックアップレンズの設計を試みると、以下の問題点が確認できた。

[0008] まず、ガラスの屈折率の変化量は少ないため、硝材としてガラスを用いた場合、波長変動や温度変化に基づく収差劣化の少ないレンズを製造することができる。例えば、ガラスを使用して、レーザ光源側とディスク面側のレンズ面をそれぞれ単一の非球面となるようにレンズを形成しても、BD用レーザ光源の製造ばらつきや使用環境で想定される波長の変動、使用環境で想定される温度変化に基づく収差劣化が少なく済む。

[0009] これに対して、プラスチック等の樹脂材料の屈折率の変化量はガラスに比べて大きいため、硝材として樹脂材料を用いた場合、波長変動や温度変化に基づく収差劣化が大きくなってしまう。すなわち、硝材として樹脂材料を用いて形成したレンズは、レーザ光源の製造ばらつきや使用環境で想定される波長変動、使用環境で想定される温度変化に十分に対応できるものとはいえない。したがって、波長変動や温度変化に十分対応できる樹脂材料からなる光ピックアップレンズを設計する必要がある。

[0010] そして、波長変動や温度変化に基づく収差劣化の問題を解決するため、光ピックアップレンズのレンズ面（光学機能面）に、特許文献1の図2に示すようなブレード型の回折構造が設計されることがある。一方、特許文献1の

図 1 に示すような回折構造とは異なる輪帯構造が光ピックアップレンズのレンズ面に設計されることもある。レンズ面に回折構造とは異なる輪帯構造が形成された光ピックアップレンズ（以下、非回折輪帯レンズと称する。）を図 7 に示す。

- [0011] 図 7 に示すように、当該非回折輪帯レンズにおいても、隣り合う輪帯間の段差量は大きく、また、レンズ外縁部においては突起部が形成される。そして、非回折輪帯レンズにおいても、当該輪帯間の段差量や突起部による成形上の問題が生じる場合がある。

先行技術文献

特許文献

- [0012] 特許文献 1：特許 4 1 9 3 9 1 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0013] しかしながら、非回折輪帯レンズにおいて、当該輪帯間の段差量や突起部による成形上の問題を解決することは、回折レンズに比べて非常に難しい。
- [0014] ここで、非回折輪帯レンズのレンズ中心からレンズ外縁部に向かって、各輪帯領域を、第 1 輪帯、第 2 輪帯、・・・、第 N 輪帯（N は正の整数）とする。図 7 に示すように、当該非回折輪帯レンズにおいて、各輪帯の非球面は、当該輪帯構造が形成されるレンズ面が凸となるような形状となっている。
- [0015] また、当該非回折輪帯レンズでは、レンズ中心から所定位置までの範囲では、隣り合う輪帯間に、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、レンズ中心厚が薄くなる方向に段差が形成され、当該所定位置からレンズ外縁部までの範囲では、隣り合う輪帯間に、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、レンズ中心厚が厚くなる方向に段差が形成される。
- [0016] ここで、 n 輪帯（ n は、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数）の非球面をレンズ中心に向かって仮想的に延長した場合、当該非球面とレンズ中心を通る光軸との交点を C_n （ n は、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数）とする。交点 C_1 と交点 C_n との

距離を軸上段差量 D_n （ n は、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数）とし、光軸に平行で光ディスク側に向かう方向を正の方向とすると、図7に示す非回折輪帯レンズでは、次の（４）式且つ（５）式を満たす第 m 輪帯を備えている。ただし、 m は、 $1 < m < N$ を満たす整数である。

$$|D_{m-1}| < |D_m| \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

$$|D_m| > |D_{m+1}| \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (5)$$

[0017] 換言すれば、図7に示す非回折輪帯レンズでは、第1輪帯から第 m 輪帯までの範囲では、隣り合う輪帯間に、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、軸上段差量 D_n が増加する方向に段差が形成され、第 m 輪帯から第 N 輪帯までの範囲では、隣り合う輪帯間に、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、軸上段差量 D_n が減少する方向に段差が形成されている。

[0018] すなわち、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、第1輪帯から第 m 輪帯までの範囲では、隣り合う輪帯間にレンズ中心厚が薄くなる方向に段差が形成され、第 m 輪帯から第 N 輪帯までの範囲では、隣り合う輪帯間にレンズ中心厚が厚くなる方向に段差が形成される。つまり、第 m 輪帯におけるレンズ中厚は最も薄くなるように輪帯構造が形成されている。そこで、以下、当該第 m 輪帯を谷輪帯と称する。

[0019] 樹脂材料から金型を用いて当該非回折輪帯レンズを形成する場合、金型の当該輪帯間の段差の転写不良が問題となる。ある隣り合う輪帯間において転写不良が生じた場合、当該転写不良に基づいて波面収差が劣化する。また、金型の当該谷輪帯に対応する部分への樹脂材料の充填が不十分になりやすい。さらには、金型の当該谷輪帯よりもレンズ中心側に対応する部分と、当該谷輪帯よりもレンズ外縁側に対応する部分とでは、樹脂の金型への食いつき度合いや、転写不良の向きが異なる。特に、この異なる転写性のつなぎ目となる谷輪帯で転写不良が問題となる。

[0020] もし、谷輪帯の輪帯領域全体において転写不良が生じた場合、当該転写不良に基づいて球面収差が発生する。また、当該球面収差の次数は、転写不良が生じた谷輪帯の位置によって異なる。また、谷輪帯の輪帯領域の一部にお

いて転写不良が生じた場合、当該転写不良に基づいてコマ収差や非点収差が発生する。また、当該コマ収差や非点収差の次数は、転写不良が生じた谷輪帯の位置によって異なる。したがって、谷輪帯を有する非回折輪帯レンズの成形においては、当該輪帯間の段差及び谷輪帯における転写精度を向上することが重要である。

[0021] 樹脂材料から金型を用いてレンズを形成する場合、融解された樹脂が金型に充填されて固められる。そして、樹脂は、金型に充填された時点から金型が冷えるとともに収縮する。この樹脂が収縮する程度は、金型の収縮の程度よりも大きい。そのため、樹脂が収縮した場合、谷輪帯よりレンズ中心側の部分における隣り合う輪帯間の段差部分の樹脂は、金型から外れやすい方向に収縮するが、谷輪帯よりレンズ外縁側の部分における隣り合う輪帯間の段差部分の樹脂は、金型に食いつく方向に収縮する。

[0022] そのため、成形後の樹脂が金型から外れにくくなる。そして、谷輪帯よりレンズ中心側の部分と、谷輪帯レンズ外縁側の部分とで、樹脂の金型からの外れにくさに差があることにより、谷輪帯の形状が歪んでしまったり、壊れてしまったりする。つまり、谷輪帯よりレンズ中心側の部分と、谷輪帯レンズ外縁側の部分とで、樹脂の金型からの外れにくさに差があることにより、収差を悪化させてしまう。

[0023] また、谷輪帯よりレンズ中心側の部分における隣り合う輪帯間の段差部分の樹脂は、金型から外れやすい方向に収縮するため、成形過程の早い段階で金型から外れてしまう場合があり、谷輪帯よりレンズ中心側の部分における転写性が悪くなってしまう場合がある。

[0024] そこで、金型から樹脂を外す時間を遅らせたり、樹脂に圧力をかけたりする手法がとられる。しかし、一方で、谷輪帯よりもレンズ外縁側の部分における隣り合う輪帯間の段差部分の樹脂は、金型に食いつく方向に収縮するため、金型から樹脂を外す時間を遅らせたり、樹脂に圧力をかけたりすると、谷輪帯よりもレンズ外縁側の部分の樹脂がさらに金型に食いつくこととなる。これにより、谷輪帯における転写性も悪くなってしまう。

[0025] つまり、図7に示す非回折輪帯レンズでは、谷輪帯よりレンズ中心側の部分、谷輪帯、及び谷輪帯よりもレンズ外縁側の部分における転写性が悪くなってしまう。

[0026] さらに、谷輪帯の輪帯幅が狭い場合、谷輪帯における転写性が一層悪化し、収差が悪化してしまう。そして、転写が良好ではないレンズをレーザ光が透過した場合、当該レーザ光は設計どおりの光路を通らず、不要光又は迷光として散乱してしまう。

[0027] 本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、波長変動や温度変化に基づく収差劣化を防ぐために輪帯構造を設ける際、より精度よく成形できる光ピックアップレンズを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0028] 本発明の光ピックアップレンズは、レーザ光を光ディスクに集光する開口数NAが0.8以上の光ピックアップレンズである。また、前記光ピックアップレンズは、レーザ光源側のレンズ面（R1面）及び光ディスク側のレンズ面（R2面）の両面に、前記レンズ面が段差により同心円状の複数の輪帯領域に分割されてなる輪帯構造を備える。

[0029] また、輪帯数の多い方の面の前記輪帯構造は、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、前記各輪帯領域を、第1輪帯、第2輪帯、・・・、第N輪帯（Nは正の整数）とし、第n輪帯（nは、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数）の非球面を前記レンズ中心に向かって仮想的に延長した場合に、前記非球面と前記レンズ中心を通る光軸との交点を C_n （nは、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数）とし、交点 C_1 と交点 C_n との距離を軸上段差量 D_n とし、前記光軸に平行で光ディスク側に向かう方向を正の方向とした場合、以下の（4）式且つ（5）式を満たす少なくとも1つの第m輪帯（mは、 $1 < m < N$ を満たす整数）を備える。

$$|D_{m-1}| < |D_m| \quad \cdots \cdots (4)$$

$$|D_m| > |D_{m+1}| \quad \cdots \cdots (5)$$

[0030] また、前記第m輪帯の前記レンズ中心側の境界の半径を R_b とし、前記第

m 輪帯の前記レンズ外縁側の境界の半径を R_e とし、輪帯幅を R_w ($=R_e - R_s$) とし、前記開口数 NA が 0.85 であるときの前記光ピックアップレンズの有効半径を R_s とした場合、以下の(6)式を満たすことが好ましい。

$$R_w / R_s \times 100 \geq 25 (\%) \quad \dots \dots (6)$$

[0031] 第 m 輪帯の輪帯幅が狭すぎると、当該第 m 輪帯に対応する金型部分へ樹脂を十分に充填できなくなり、レンズの収差性能の悪化をもたらす。一方、第 m 輪帯の輪帯幅 ($R_e - R_b$) が、当該光ピックアップレンズの有効半径 R_s の 25% 以上である場合、当該第 m 輪帯に対応する金型部分へ樹脂を十分に充填することができるだけでなく、金型部分に樹脂を充填する際における樹脂の乱れを防止する。これにより、レンズの収差性能の悪化をより確実に防止する。

[0032] さらに好ましくは、(16)式を満たすことである。

$$25 \leq R_w / R_s \times 100 \leq 35 (\%) \quad \dots \dots (16)$$

逆に、第 m 輪帯の輪帯幅が広すぎると、当該第 m 輪帯に対応する金型部分へ樹脂を十分に充填することは容易になるが、前記第 m 輪帯の波長変動や温度変化に基づく収差劣化を防ぐための輪帯構造を設ける際、隣接段差量を大きくとらなければいけなくなり、成形しづらくなる。ここで、隣接段差量とは、各輪帯領域間の段差の段差量の事である。

[0033] さらに好ましくは、(17)式を満たすことである。

$$27 \leq R_w / R_s \times 100 \leq 33 (\%) \quad \dots \dots (17)$$

これにより、さらにレンズの収差性能の悪化をより確実に防止する。

[0034] 本発明の光ピックアップレンズにおいては、 $D_n > 0$ の場合、 $D_{m-1} < D_m$ 且つ $D_m > D_{m+1}$ を満たし、又は、 $D_n < 0$ の場合、 $D_{m-1} > D_m$ 且つ $D_m < D_{m+1}$ を満たす第 m 輪帯を少なくとも1つ備えている。換言すれば、 $D_n > 0$ の場合、第 m 輪帯よりレンズ中心側の範囲では、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、軸上段差量 D_n が増加する方向に段差が形成され、第 m 輪帯よりレンズ外縁側の範囲では、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、軸上段差量

D_n が減少する方向に段差が形成されている。また、 $D_n < 0$ の場合、第 m 輪帯よりレンズ中心側の範囲では、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、軸上段差量 D_n が減少する方向に段差が形成され、第 m 輪帯よりレンズ外縁側の範囲では、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、軸上段差量 D_n が増加する方向に段差が形成されている。

[0035] すなわち、 $D_n > 0$ の場合、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、第 m 輪帯よりレンズ中心側の範囲では、隣り合う輪帯間にレンズ中心厚が薄くなる方向に段差が形成され、第 m 輪帯よりレンズ外縁側の範囲では、隣り合う輪帯間にレンズ中心厚が厚くなる方向に段差が形成されている。また、 $D_n < 0$ の場合、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、第 m 輪帯よりレンズ中心側の範囲では、隣り合う輪帯間にレンズ中心厚が厚くなる方向に段差が形成され、第 m 輪帯よりレンズ外縁側の範囲では、隣り合う輪帯間にレンズ中心厚が薄くなる方向に段差が形成されている。

[0036] つまり、 $D_n > 0$ の場合、第 m 輪帯におけるレンズ中心厚は最も薄くなるように輪帯構造が形成されており、 $D_n < 0$ の場合、第 m 輪帯におけるレンズ中心厚は最も厚くなるように輪帯構造が形成されている。

[0037] またさらに、レーザ光源側と反対側のディスク側面にも輪帯構造を備えることにより、各輪帯間を通る光線で所望の位相差を得ようとする事に関して、特に、波長変動や温度変化に基づく収差劣化を防ぐために輪帯構造を設ける際、成形が容易になるような輪帯構造を考慮しても、レーザ側面の輪帯間の隣接段差量は $3 \sim 11 \mu m$ 程度としなければならず、レーザ側面の輪帯間の隣接段差量、言い換えればレーザ側面の輪帯間の位相差の負担量を小さくする必然性が高まる。そこで、レーザ側面のみの輪帯だけで前記所望の位相差を得るのではなく、レーザ側面の輪帯とディスク側面の輪帯から前記所望の位相差を得るようにすることで、レーザ側面の輪帯間の位相差の負担量を小さくすることができるのでレーザ側面の輪帯の形成方法が容易になる。

[0038] 具体的には前記軸上段差や隣接段差の深さを浅くすることが可能になったり、後述する接合領域範囲を小さくすることが可能になったりして、成形が

より容易な光ピックアップレンズを提供できる。また、レーザ側面の前記輪帯段差の深さを浅くすることが可能になることから、レーザ側面のサグ量を小さくすることが可能になり、レーザ側面の小型化につながり、例えば光ピックアップのフォーカス動作の際に対物レンズが光ピックアップの立ち上げミラーなどの他部品と衝突してしまう可能性を低くすることが可能になる。

[0039] 本発明の第1の態様において、前記輪帯数の多い方の面の輪帯構造は、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす少なくとも1つの第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間に設けられる接合領域と、を備える。

[0040] そして、前記接合領域の面形状は、前記接合領域の面上の実質的に全ての点の前記光軸方向における位置が前記第 $n-1$ 輪帯の前記レンズ外縁側の境界の前記光軸方向における位置よりも前記光ディスク側となる形状である。

[0041] 従来、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯の間では、レーザ光源側に凸となる突起部が形成され、当該突起部のため、レンズの成形性が悪くなる。

[0042] 本発明の第1の態様において、当該輪帯構造は、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす少なくとも1つの第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間に接合領域を備えている。そして、当該接合領域の面形状は、当該接合領域の面上の実質的に全ての点の光軸方向における位置が、第 $n-1$ 輪帯のレンズ外縁側の境界の光軸方向における位置よりも光ディスク側となる形状となっている。換言すれば、接合領域の面形状は、第 $n-1$ 輪帯のレンズ外縁側の境界よりもレーザ光源側に突出しない形状となっている。そのため、隣り合う輪帯間に突起部が形成されることによる光ピックアップレンズの形成上の問題が生じにくくなっている。したがって、成型がより容易な光ピックアップレンズを提供できる。

[0043] 本発明の第2の態様において、前記輪帯数の多い方の面の輪帯構造は、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす全ての第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間に設けられる接合領域を備える。

[0044] そして、前記接合領域の面形状は、前記接合領域の面上の実質的に全ての点の前記光軸方向における位置が前記第 $n-1$ 輪帯の前記レンズ外縁側の境

界の前記光軸方向における位置よりも前記光ディスク側となる形状である。

[0045] また、従来、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間では、レーザ光源側に凸となる突起部が形成され、当該突起部のため、レンズの成形性が悪くなる。

[0046] 本発明の第2の態様において、当該輪帯構造は、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす全ての第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間に接合領域を備えている。そして、当該接合領域の面形状は、当該接合領域の面上の実質的に全ての点の光軸方向における位置が、第 $n-1$ 輪帯のレンズ外縁側の境界の光軸方向における位置よりも光ディスク側となる形状となっている。

[0047] 換言すれば、接合領域の面形状は、第 $n-1$ 輪帯のレンズ外縁側の境界よりもレーザ光源側に突出しない形状となっている。そのため、隣り合う輪帯間に突起部が形成されることによる光ピックアップレンズの形成上の問題が生じないようにしている。したがって、成型がさらに容易な光ピックアップレンズを提供できる。

[0048] 本発明の第3の態様にかかる光ピックアップレンズは、レーザ光を光ディスクに集光する開口数NAが0.8以上の光ピックアップレンズである。

[0049] また、前記輪帯数の多い方の面の輪帯構造は、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす第 n 輪帯の前記レンズ中心側の境界のレンズ径方向における位置が、当該光ピックアップレンズの前記レンズ面の接線角が 40° 以上となる範囲内であるとき、前記第 n 輪帯と隣り合う第 $n-1$ 輪帯と前記第 n 輪帯との間に設けられる接合領域を備える。

[0050] そして、前記接合領域の面形状は、前記接合領域の面上の実質的に全ての点の前記光軸方向における位置が前記第 $n-1$ 輪帯の前記レンズ外縁側の境界の前記光軸方向における位置よりも前記光ディスク側となる形状である。

[0051] また、従来、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間では、レーザ光源側に凸となる突起部が形成され、当該突起部のため、レンズの成形性が悪くなる。しかし、当該突起部による成形性の悪化の程度は、レンズの中心部分よりも外縁部分の方が大きい。そして、特に、光ピックアップレン

ズのレンズ面の接線角度が 40° 以上となる範囲において、当該突起部による成形性の悪化が生じることが分かった。

[0052] 本発明の第3の態様において、当該輪帯構造は、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす第 n 輪帯のレンズ中心側の境界のレンズ径方向における位置が当該光ピックアップレンズのレンズ面の接線角度が 40° 以上となる範囲内であるとき、当該第 n 輪帯と隣り合う第 $n-1$ 輪帯と当該第 n 輪帯との間に接合領域を備えている。そして、当該接合領域の面形状は、当該接合領域の面上の実質的に全ての点の光軸方向における位置が、第 $n-1$ 輪帯のレンズ外縁側の境界の光軸方向における位置よりも光ディスク側となる形状となっている。

[0053] 換言すれば、接合領域の面形状は、第 $n-1$ 輪帯のレンズ外縁側の境界よりもレーザ光源側に突出しない形状となっている。そのため、隣り合う輪帯間に突起部が形成されることによる光ピックアップレンズの形成上の問題が生じないようにしている。したがって、成型がさらに容易な光ピックアップレンズを提供できる。

[0054] 以上のように軸上段差量 D_n についての記述をしたが、本発明と同じ、またはほとんど同じレンズ形状は、輪帯構造のレンズにおいては軸上段差量 D_n を全く別な値にしても本発明と同じ効果を得ることができる。それは光軸から離れた位置の半径の値でのサグ量として同じサグ量を得るのに違う軸上段差量であっても得ることができてしまうからである。それは後述する面形状を規定する非球面式からも明らかである。

[0055] 本発明の光ピックアップレンズは、レーザ光を光ディスクに集光する開口数 NA が0.8以上の光ピックアップレンズである。また、前記光ピックアップレンズは、レーザ光源側のレンズ面（ R_1 面）及び光ディスク側のレンズ面（ R_2 面）の両面に、前記レンズ面が段差により同心円状の複数の輪帯領域に分割されてなる輪帯構造を備える。

[0056] また、輪帯数の多い方の面の輪帯構造は、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、前記各輪帯領域を、第1輪帯、第2輪帯、・・・、第 N 輪帯（ N は正の整数）とし、第 n 輪帯（ n は、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数）を通る光線

と光軸上を通る光線の光路差を $E_n(\lambda)$ とした場合、以下の(7)式且つ(8)式を満たす少なくとも1つの第 m 輪帯(m は、 $1 < m < N$ を満たす整数)を備える。

$$|E_{m-1}| < |E_m| \quad \dots \dots (7)$$

$$|E_m| > |E_{m+1}| \quad \dots \dots (8)$$

[0057] また、前記接合領域の面形状は、前記光軸に垂直な面から、レーザ光源側から光ディスク側に向かう方向に、角度 θ ($^\circ$)傾く平面形状であることが好ましい。

さらに、以下の(9)式を満たすことが好ましい。

$$0 \leq \theta \leq 15 \quad \dots \dots (9)$$

[0058] これにより、第 $n-1$ 輪帯の傾斜角度と接合領域の傾斜角度とを近い角度とすることができる。そして、成形時における第 $n-1$ 輪帯における収縮方向と接合領域における収縮方向とをできるだけ一致させることができる。そのため、光ピックアップレンズの寸法を精度良く出すための成形条件をより容易に見つけることができるようになる。

[0059] なお、1つの光ピックアップレンズに設けられる複数の接合領域の傾斜角度は、それぞれ、当該接合領域が設けられるレンズ径方向における位置に応じて異なってもよい。

[0060] また、 $D_{n-1} < D_n$ を満たす全ての第 $n-1$ 輪帯及び第 n 輪帯について、前記第 n 輪帯の軸上段差量 D_n と前記第 $n-1$ 輪帯の軸上段差量 D_{n-1} との差分の絶対値 $|d_{n0}|$ を加算して得られる値を α とし、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす全ての第 $n-1$ 輪帯及び第 n 輪帯について、前記第 n 輪帯の軸上段差量 D_n と前記第 $n-1$ 輪帯の軸上段差量 D_{n-1} との差分の絶対値 $|d_{n0}|$ を加算して得られる値を β とした場合に、以下の(14)式を満たすことが好ましい。

$$\alpha - \beta \geq 0 \quad \dots \dots (14)$$

[0061] 接合領域は、光学機能面ではない。そのため、隣り合う輪帯間に上述した接合領域を設けると、その分、光スポットの光量が低下してしまう。ここで、レンズに入射するレーザ光はレンズにおいて吸収されず、レンズ表面にお

ける反射はないものとし、光ピックアップレンズのレーザ光源側のレンズ面に輪帯構造が形成され、光ディスク側のレンズ面は連続的な形状を有するとした場合、光スポットの光量比（％）を、以下の（１８）式で表すことができる。

$$\text{光量比（％）} = \left(1 - \left(\left(\text{有効半径内のレンズ面の面積} \right) - \left(\text{光学機能面以外の面積} \right) \right) / \left(\text{有効変形内のレンズ面の面積} \right) \right) \times 100 \quad \dots \dots \cdot (18)$$

[0062] ここで、（１８）式における（光学機能面以外の面積）は、全ての接合領域の面積の和に略等しい。したがって、光ピックアップレンズに設けられる接合領域の数をできるだけ少なくすることにより、光スポットの光量を向上することができる。

[0063] そして、接合領域が設けられる部分は、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との輪帯間である。そのため、接合領域を設けない輪帯間の段差量の累積値を、接合領域を設ける輪帯間の段差量の累積値よりも大きくすることにより、光スポットの光量の向上を図ることができると考えられる。そこで、本発明では、（１４）式を満たすことにより、接合領域を設けない輪帯間の段差量の累積値である α を、接合領域を設ける輪帯間の段差量の累積値である β 以上とすることができ、光スポットの光量を向上させることができる。

[0064] 一方、レーザーダイオードの波長変化により前記光ピックアップレンズの屈折率が変化し、前記光ピックアップレンズで収束された光スポットの位置が急激に変化する。この変化を軸上色収差（以下、色収差と記述）と言う。光スポットの光量を向上させるために（１４）式を満たす構成をとると、色収差が劣化してしまい、前記光ピックアップレンズを使用した際に、光ディスクでの記録再生が出来なくなったり、フォーカス制御が外れてしまう事が生じてしまう。

[0065] 換言すれば、色収差の劣化を防ぐためには、以下の（１９）式を満たすことが好ましい。

$$\alpha - \beta \leq 0 \quad \cdots \cdots (19)$$

[0066] よって、光スポットの光量と色収差のバランスをとるためには、以下の（15）式を満たすことが好ましい。

$$0.8 \leq \alpha / \beta \leq 1.2 \quad \cdots \cdots (15)$$

[0067] また、前記光ピックアップレンズは、波長395nm以上415nm以下の範囲の波長のレーザ光を前記光ディスクに集光することが好ましい。

これにより、BDに対して良好に光スポットを形成する光ピックアップレンズを提供できる。BDの使用波長は405nmであるが、レーザ光源の製造バラツキを考慮して、本発明の光ピックアップレンズの使用波長の範囲を波長395nm以上415nm以下とした。

[0068] さらに、前記光ピックアップレンズのレーザ光源側のレンズ面（R1面）及び光ディスク側のレンズ面（R2面）の複数の前記段差は、設計波長及び設計温度時における入射光の位相が輪帶領域相互に波長の略整数倍で異なる段差量であることが好ましい。これにより、周囲温度が変化した場合に前記光ピックアップ対物レンズにおいて発生する収差を低減するような位相差を光束に発生させる段差量を有することができる。

[0069] また、第n輪帯（ $2 \leq n \leq m$ ）と前記第n-1輪帯の隣接段差量の絶対値を $|d_n|$ （mm）、波長を λ （mm）、前記光ピックアップ対物レンズの屈折率をNとした場合に、以下の（10）式を満たすことが好ましい。

$$3 \leq (N-1) \times |d_n| / \lambda \leq 15 \quad \cdots \cdots (10)$$

[0070] 換言すれば、隣接段差量 $\times$ （屈折率-1）が、設計波長の3倍以上15倍以下であることが好ましい。隣接段差量 $\times$ （屈折率-1）が設計波長の3倍未満である場合、収差を十分補正するためには、光ピックアップ対物レンズに形成する輪帶領域の数を増やす必要がある。そのため、光利用効率が低下してしまう。一方、隣接段差量 $\times$ （屈折率-1）が設計波長の15倍より大きい場合、段差量が大きくなるため、光ピックアップ対物レンズの製造が困難となる。従って、（10）式を満たすように段差を形成することにより、光利用効率の低下を防止するとともに、光ピックアップ対物レンズの製造を

容易にすることができる。

- [0071] また、前記第 n 輪帯 ($2 \leq n \leq N$) の軸上段差量 D_n と前記第 $n-1$ 輪帯の軸上段差量 D_{n-1} との差分の絶対値を $|d_{no}|$ (mm)、波長を λ (mm)、前記光ピックアップ対物レンズの屈折率を N とした場合に、以下の (11) 式を満たすことが好ましい。

$$3 \leq (N-1) \times |d_{no}| / \lambda \leq 12 \quad \cdots \cdots (11)$$

- [0072] 換言すれば、前記第 n 輪帯軸上段差量 D_n と前記第 $n-1$ 輪帯の軸上段差量 D_{n-1} との差分の絶対値 $|d_{no}| \times (\text{屈折率} - 1)$ が、設計波長の 3 倍以上 12 倍以下であることが好ましい。 $|d_{no}| \times (\text{屈折率} - 1)$ が設計波長の 3 倍未満である場合、収差を十分補正するためには、光ピックアップ対物レンズに形成する輪帯領域の数を増やす必要がある。そのため、光利用効率が低下してしまう。一方、 $|d_{no}| \times (\text{屈折率} - 1)$ が設計波長の 12 倍より大きい場合、段差量が大きくなるため、光ピックアップ対物レンズの製造が困難となる。従って、(11) 式を満たすように段差を形成することにより、光利用効率の低下を防止するとともに、光ピックアップ対物レンズの製造を容易にすることができる。

- [0073] また、第 n 輪帯 ($2 \leq n \leq m$) の隣接段差量の絶対値の累積値 $\Sigma |d|$ の最大値を $\Sigma |d|_{\max}$ 、と累積値 $\Sigma |d|$ の最小値を $\Sigma |d|_{\min}$ とした場合に、前記隣接段差量の累積値 $\Sigma |d|$ の最大値 $\Sigma |d|_{\max}$ と最小値 $\Sigma |d|_{\min}$ との差が 10λ 以上、 40λ 以下であることが好ましい。

- [0074] 隣接段差量の累積値 $\Sigma |d|$ の最大値 $\Sigma |d|_{\max}$ と最小値 $\Sigma |d|_{\min}$ との差が 10λ 未満の場合、周囲温度の変化によって生じる波面収差を十分に低減することが難しくなる。

- [0075] 一方、隣接段差量の累積値 $\Sigma |d|$ の最大値 $\Sigma |d|_{\max}$ と最小値 $\Sigma |d|_{\min}$ との差が 40λ より大きい場合、周囲温度の変化によって生じる波面収差を過剰に補正してしまうため、かえって、波面収差が劣化してしまう。また、段差量が大きくなってしまい、光ピックアップ対物レンズの製造が困難となる。

[0076] また、前記輪帯数の多い方の面の段差の軸上段差量を d_0 (mm) とした場合、前記軸上段差量 D_n の最大値 D_{max} と最小値 D_{min} との差が 10λ 以上、 40λ 以下であることが好ましい。

[0077] 軸上段差量 D_n の最大値 D_{max} と最小値 D_{min} との差が 10λ 未満の場合、周囲温度の変化によって生じる波面収差を十分に低減することが難しくなる。一方、軸上段差量 D_n の最大値 D_{max} と最小値 D_{min} との差が 40λ より大きい場合、周囲温度の変化によって生じる波面収差を過剰に補正してしまうため、かえって、波面収差が劣化してしまう。また、段差量が大きくなってしまい、光ピックアップ対物レンズの製造が困難となる。

[0078] また、前記開口数 NA が 0.85 であるときの有効半径 R_s は、前記光ピックアップレンズが搭載されるアクチュエータの開口半径と実質的に等しいことが好ましい。

[0079] 実際には、光ピックアップレンズが取り付けられるアクチュエータはプラスチック製であるため、アクチュエータの開口半径は製品毎で異なる。本発明では、光ピックアップレンズの開口数 NA が 0.85 であるときの有効半径 R_s は、当該アクチュエータの開口半径と実質的に等しいため、アクチュエータの開口半径を反映して、第 m 輪帯の輪帯幅を規定することができる。

[0080] さらに、前記光ピックアップレンズは、樹脂材料、又は、樹脂材料に無機材料若しくは主に無機材料からなる材料を分散させた材料から成形されることが好ましい。また、前記光ピックアップレンズは、ガラス材料から成形されることが好ましい。

これにより、一般的なレンズ材料から第 1 の態様乃至第 3 の態様の何れかと同様の効果を奏する光ピックアップレンズを製造することができる。

[0081] また、前記光ピックアップレンズは、BD 用のピックアップに搭載されることが好ましい。

発明の効果

[0082] 本発明によれば、波長変動や温度変化に基づく収差劣化を防ぐために輪帯構造を設ける際、より精度よく成形できる光ピックアップレンズを提供する

ことができる。

図面の簡単な説明

[0083] [図1] 図1は本発明の実施の形態にかかる光ピックアップ光学系の一例を示したものである。

[図2] 図2は設計波長及び設計温度時において本実施形態にかかるピックアップレンズを透過するレーザ光の波面（位相）を示す図（図2（a））であり、周囲温度が設計温度より低くなり、レーザ光の波長が設計波長より短くなった場合において本実施形態にかかるピックアップレンズを透過するレーザ光の波面（位相）を示す図（図2（b））、周囲温度が設計温度より高くなり、レーザ光の波長が設計波長より長くなった場合において本実施形態にかかるピックアップレンズを透過するレーザ光の波面（位相）を示す図（図2（c））である。

[図3] 図3は本発明の実施の形態にかかる光ピックアップレンズの一例を示す側面図（a）と、その本発明の実施の形態と類似した光ピックアップレンズの一例を示す側面図（b）である。

[図4] 図4は本発明の実施の形態にかかる光ピックアップレンズの一例を示す側面図（a）と、側面図（a）の一部を拡大して示す拡大図（b）である。

[図5] 図5は光ピックアップレンズのレンズ面形状を模式的に表す側面図である。

[図6] 図6は光ピックアップレンズのレンズ面形状を模式的に表す側面図である。

[図7] 図7は従来の非回折輪帯レンズを示す側面図である。

[図8] 図8は本発明の実施例1～4の波面収差図である。

[図9] 図9は本発明の実施例5～8の波面収差図である。

[図10] 図10は本発明の実施例9～12の波面収差図である。

[図11] 図11は本発明の実施例13～16の波面収差図である。

[図12] 図12は本発明の実施例17～20の波面収差図である。

[図13] 図13は本発明の実施例21～24の波面収差図である。

[図14] 図 1 4 は本発明の実施例 2 5 ～ 2 8 の波面収差図である。

[図15] 図 1 5 は本発明の実施例 2 9 ～ 3 0 の波面収差図である。

発明を実施するための形態

[0084] 以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明は、以下の実施の形態に限定されるものではない。図 1 は、本発明の実施の形態にかかる光ピックアップ光学系 1 の一例を示したものである。本実施形態にかかる光ピックアップ光学系 1 は、本発明にかかる光ピックアップ装置又は光ディスク装置に用いられる。

[0085] 光ピックアップ光学系 1 は、光源 1 1（レーザ光源）、ビームスプリッタ 1 2、コリメータレンズ 1 3、ピックアップレンズ 1 4（光ピックアップ対物レンズ）、検出系 1 6 等を備えている。なお、本実施形態では、光ディスク 1 5 として BD（ブルーレイディスク）を用いた。

[0086] 光源 1 1 は、BD 用に用いられる青色レーザーダイオード等を備えている。光源 1 1 から出射されたレーザ光（光束）の光路上にビームスプリッタ 1 2 が設けられている。

[0087] ビームスプリッタ 1 2 より出射したレーザ光の光路上にコリメータレンズ 1 3 が設けられている。コリメータレンズ 1 3 は、ビームスプリッタ 1 2 から出射されたレーザ光の発散度合いを調整して、当該レーザ光を出射する。

[0088] コリメータレンズ 1 3 を透過したレーザ光の光路上にピックアップレンズ 1 4 が設けられている。

[0089] ピックアップレンズ 1 4 は、入射された光を光ディスク（BD）1 5 の情報記録面に集光させる機能を有する。BD には、記録層を 1 層のみ有する単層 BD と、記録層を複数層有する多層 BD とが知られている。単層 BD の透明基板厚は 0.100 mm である。また、記録層を 2 層有する 2 層 BD の各記録層の透明基板厚は、0.075 mm と、0.100 mm である。

[0090] ピックアップレンズ 1 4 が 2 層 BD の記録層にレーザ光を集光する場合、各記録層間の基板厚差 0.025 mm によって、約 0.25 λ rms の大きな球面収差が発生してしまう。そこで、通常、コリメータレンズ 1 3 を光軸

に沿って移動させることにより、ピックアップレンズ 14 に入射する光束の発散度合いを調整することにより、当該球面収差を補正する。

[0091] ここで、コリメータレンズ 13 を光軸に沿って移動させることによって補正するという事は、ピックアップレンズ 14 に入射するレーザ光の発散度合いを調整する事である。これは、ピックアップレンズ 14 に入射する光の仮想的な発行点位置（物点の位置）を調整し、仮想的な発行点位置からコリメータレンズ 13 を介さずにピックアップレンズ 14 に入射させる事と等価である。換言すれば、ピックアップレンズ 14 の物体距離を調整することにより、当該球面収差を補正する。

[0092] そこで、本発明の実施の形態にかかるピックアップレンズ 14 は、2 層 BD における各記録層の透明基板厚（0.075mm、0.100mm）の中間の透明基板厚である 0.0875mm に良好に集光するように設計されている。これにより、前述の方法を用いる事により、各記録層間の透明基板厚（0.075mm、0.100mm）においても、基板厚差によって生じる球面収差を低減することができる。

[0093] よって、発明の実施の形態にかかるピックアップレンズ 14 が使用可能な透明基板厚は、本実施例で設計されている 0.0875mm に限られるものではない。

なお、本実施の形態では、光ディスク 15 の透明基板はポリカーボネイト（PC）とした。

[0094] ピックアップレンズ 14 は、さらに、光ディスク 15 の情報記録面で反射されたレーザ光を検出系 16 に導く機能も有する。

[0095] また、ピックアップレンズ 14 のレーザ光源側のレンズ面（R1 面）及び光ディスク側のレンズ面（R2 面）の両面には、ピックアップレンズ 14 の光軸を同心とする複数の輪帶領域が形成されている。また、隣り合う輪帶領域間には段差が形成されている。

[0096] 換言すれば、ピックアップレンズ 14 の少なくとも一方の面は、複数の段差により、ピックアップレンズ 14 の光軸を同心とする複数の輪帶領域に分

割されている。また、ピックアップレンズ 14 は、プラスチック素材から形成されている。

[0097] ピックアップレンズ 14 のレーザ光源側のレンズ面（R 1 面）及び光ディスク側のレンズ面（R 2 面）両面に形成された複数の段差の段差量は、設計波長及び設計温度時（レーザ光の波長が設計波長であり、周囲温度が設計温度であるとき）に入射したレーザ光の位相が隣接する輪帶領域相互に波長の略整数倍で異なるように設定されている。

[0098] また、ピックアップレンズ 14 に形成された複数の段差は、周囲温度が変化することによって発生する収差を低減するようにレーザ光に位相差を発生させる段差量を有する。

ここで、波長の略整数倍とは、波長の（整数） $\times 0.999$ 倍～波長の（整数） $\times 1.001$ 倍であることが好ましい。

[0099] たとえば、本実施の形態において、波長の略 10 倍とは、 $10 \times 0.999 = 9.99$ 、 $10 \times 1.001 = 10.01$ より、波長の 9.99 倍～ 10.01 倍を意味する。なお、波長の略整数倍とは、波長の（整数） $\times 0.995$ 倍～波長の（整数） $\times 1.005$ 倍であってもよい。この場合においても、ピックアップレンズ 14 に形成された段差により、周囲温度が変化した場合に発生する波面収差を十分に低減することができる。

[0100] フォーカスサーボ時、及びトラッキングサーボ時には、ピックアップレンズ 14 が図示されないアクチュエータにより動作する。

[0101] 次に、光源 11 から出射されたレーザ光が光ディスク 15 の情報記録面で反射され検出系 16 に検出されるまでの挙動について説明する。光源 11 から出射されたレーザ光はビームスプリッタ 12 を透過してコリメータレンズ 13 に入射する。

[0102] コリメータレンズ 13 は、ビームスプリッタ 12 から出射されたレーザ光の発散度合いを調整して、当該レーザ光を出射する。

[0103] コリメータレンズ 13 を透過したレーザ光はピックアップレンズ 14 に入射される。ここで、本実施の形態においては、周囲温度が変化した場合、こ

のピックアップレンズ 14 に設けられた複数の段差は、周囲温度の変化によって発生する収差を低減するようにレーザ光の位相を補正する。

[0104] そして、ピックアップレンズ 14 は、補正後のレーザ光を光ディスク 15 の情報記録面に集光させる。光ディスク 15 の情報記録面で反射されたレーザ光は、ピックアップレンズ 14 を介して検出系 16 に入射し、検出される。検出系 16 は、当該レーザ光を検出し、光電変換することによって、フォーカスサーボ信号、トラックサーボ信号、再生信号などを生成する。

[0105] 本実施の形態にかかる光ピックアップレンズは、BD（ブルーレイディスク）の情報記録面に対して、波長 395 nm～415 nm の範囲内の波長のレーザ光を集光させる。また、本実施の形態にかかる光ピックアップレンズの開口数 NA は 0.8 以上である。

[0106] また、本発明にかかる光ピックアップレンズは、レーザ光源側のレンズ面（R1 面）及び光ディスク側のレンズ面（R2 面）両面に、当該レンズ面が段差により同心円状の複数の輪帶領域に分割されてなる輪帯構造を備えている。換言すれば、本発明にかかる光ピックアップレンズのレーザ光源側のレンズ面（R1 面）及び光ディスク側のレンズ面（R2 面）両面は、同心円状に、複数の輪帶領域に分割されており、隣り合う輪帶領域の間には段差が形成されている。

[0107] 次に、本発明の実施の形態にかかる光ピックアップ光学系 1 において用いられる光ピックアップレンズ 14 について詳細に説明する。

[0108] 図 2 は、本実施の形態にかかる光ピックアップ光学系 1 における光ピックアップレンズ 14 を示す図である。図 2 の（a）は、設計波長及び設計温度時におけるレーザ光の波面（位相）を示し、図 2 の（b）は、周囲温度が設計温度より低くなりレーザ光の波長が設計波長より短くなった場合におけるレーザ光の波面（位相）を示し、図 2 の（c）は、周囲温度が設計温度より高くなりレーザ光の波長が設計波長より長くなった場合におけるレーザ光の波面（位相）を示している。本実施形態では、光ピックアップレンズ 14 の光源 11 側の面に、上述した複数の段差を設ける。

- [0109] そして、複数の段差の段差量は、透過したレーザ光の位相が隣接する輪帯領域相互に波長の略整数倍で異なるように設定されている。また、光ピックアップレンズ 14 の段差は、周囲温度が変化した場合に周囲温度の変化によって生じる収差を低減するようにレーザ光に位相差を発生させる段差量を有する。
- [0110] すなわち、設計波長及び設計温度時にレーザ光が光ピックアップレンズ 14 に入射する場合、各輪帯領域を透過したレーザ光の位相は相互に波長の整数倍だけ異なる。従って、図 2 (a) に示されるように、設計波長及び設計温度時には、異なる輪帯領域を透過したレーザ光には位相差が発生しない。そのため、光ピックアップレンズ 14 に入射したレーザ光は、同一位相のまま、出射する。従って、設計波長及び設計温度時において、光ピックアップレンズ 14 により集光されるレーザ光の収差は段差が形成されていない場合と同じとなる。
- [0111] 他方、図 2 の (b)、(c) に示されるように、周囲温度が変化し、波長が変化したレーザ光が光ピックアップレンズ 14 に入射する場合、各輪帯領域を透過したレーザ光の位相の違いは波長の整数倍とならない。従って、図 2 の (b)、(c) に示されるように、波長が変化した場合には、異なる輪帯領域を透過したレーザ光に位相差が発生する。
- [0112] そして、本発明においては、当該位相差は、周囲温度の変化によって発生する収差を低減するような大きさとなっている。そのため、周囲温度が変化した場合、従来では光ピックアップレンズにより集光される収差が増大してしまうが、本発明においては、光ピックアップレンズ 14 の各輪帯領域を透過したレーザ光の位相差により、周囲温度の変化に伴う収差の増大が抑制される。そして、光ピックアップレンズ 14 より出射したレーザ光は、光ディスク 15 の情報記録面に良好に集光する。
- [0113] また、当該輪帯構造は、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、各輪帯領域を、第 1 輪帯、第 2 輪帯、・・・、第 N 輪帯 (N は正の整数) とし、第 n 輪帯 (n は、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数) の非球面をレンズ中心に向かって

仮想的に延長した場合に、非球面とレンズ中心を通る光軸との交点を C_n (n は、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数) とし、交点 C_1 と交点 C_n との距離を軸上段差量 D_n とし、光軸に平行で光ディスク側に向かう方向 (レーザ光源から光ディスクに向かう方向) を正の方向とした場合、以下の (4) 式且つ (5) 式を満たす少なくとも 1 つの第 m 輪帯 (m は、 $1 < m < N$ を満たす整数) を備えている。

$$|D_{m-1}| < |D_m| \quad \dots \dots (4)$$

$$|D_m| > |D_{m+1}| \quad \dots \dots (5)$$

[0114] つまり、輪帯構造は、 $D_n > 0$ の場合、 $D_{m-1} < D_m$ 且つ $D_m > D_{m+1}$ を満たし、又は、 $D_n < 0$ の場合、 $D_{m-1} > D_m$ 且つ $D_m < D_{m+1}$ を満たす第 m 輪帯を少なくとも 1 つ備えている。換言すれば、 $D_n > 0$ の場合、第 m 輪帯よりレンズ中心側の範囲では、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、軸上段差量 D_n が増加する方向に段差が形成され、第 m 輪帯よりレンズ外縁側の範囲では、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、軸上段差量 D_n が減少する方向に段差が形成されている。

[0115] また、 $D_n < 0$ の場合、第 m 輪帯よりレンズ中心側の範囲では、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、軸上段差量 D_n が減少する方向に段差が形成され、第 m 輪帯よりレンズ外縁側の範囲では、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、軸上段差量 D_n が増加する方向に段差が形成されている。

[0116] すなわち、 $D_n > 0$ の場合、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、第 m 輪帯よりレンズ中心側の範囲では、隣り合う輪帯間にレンズ中心厚が薄くなる方向に段差が形成され、第 m 輪帯よりレンズ外縁側の範囲では、隣り合う輪帯間にレンズ中心厚が厚くなる方向に段差が形成されている。

[0117] また、 $D_n < 0$ の場合、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、第 m 輪帯よりレンズ中心側の範囲では、隣り合う輪帯間にレンズ中心厚が厚くなる方向に段差が形成され、第 m 輪帯よりレンズ外縁側の範囲では、隣り合う輪帯間にレンズ中心厚が薄くなる方向に段差が形成されている。つまり、 $D_n > 0$ の場合、第 m 輪帯におけるレンズ中心厚は最も薄くなるように輪帯構造が形

成されており、 $D_n < 0$ の場合、第 m 輪帯におけるレンズ中心厚は最も厚くなるように輪帯構造が形成されている。

[0118] また、輪帯構造は、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす少なくとも1つの第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間に設けられる接合領域を備えている。

[0119] そして、当該接合領域の面形状は、接合領域の面上の実質的に全ての点の光軸方向における位置が当該第 $n-1$ 輪帯のレンズ外縁側の境界の光軸方向における位置よりも光ディスク側となる形状となっている。

[0120] 従来、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯の間では、レーザ光源側に凸となる突起部が形成され、当該突起部のため、レンズの成形性が悪くなる。本実施の形態にかかる光ピックアップレンズにおいては、当該輪帯構造において、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす少なくとも1つの第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間に接合領域を備えている。そして、当該接合領域の面形状は、当該接合領域の面上の実質的に全ての点の光軸方向における位置が、第 $n-1$ 輪帯のレンズ外縁側の境界の光軸方向における位置よりも光ディスク側となる形状となっている。

[0121] 換言すれば、接合領域の面形状は、第 $n-1$ 輪帯のレンズ外縁側の境界よりもレーザ光源側に突出しない形状となっている。そのため、隣り合う輪帯間に突起部が形成されることによる光ピックアップレンズの形成上の問題が生じにくくなっている。したがって、成型がより容易な光ピックアップレンズを提供できる。

[0122] 本発明の実施の形態にかかる光ピックアップレンズの一例を図3の(a)に示す。図3の(a)に示す光ピックアップレンズ14-1において、レーザ光源側のレンズ面101に、輪帯構造が形成されている。また、光ピックアップレンズ14の光ディスク側のレンズ面102にも、輪帯構造が形成されている。

[0123] そして、光ピックアップレンズ14-1において、 $D_n > 0$ となっている。また、輪帯構造は、 $D_{m-1} < D_m$ 且つ $D_m > D_{m+1}$ を満たす第 m 輪帯103を1つ備えている。換言すれば、第 m 輪帯103よりレンズ中心側の範囲では、

レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、軸上段差量 D_n が増加する方向に段差が形成され、第 m 輪帯103よりレンズ外縁側の範囲では、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、軸上段差量 D_n が減少する方向に段差が形成されている。

[0124] すなわち、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、第 m 輪帯103よりレンズ中心側の範囲では、隣り合う輪帯間にレンズ中心厚が薄くなる方向に段差が形成され、第 m 輪帯103よりレンズ外縁側の範囲では、隣り合う輪帯間にレンズ中心厚が厚くなる方向に段差が形成されている。つまり、第 m 輪帯103におけるレンズ中心厚は最も薄くなるように輪帯構造が形成されている。

[0125] また、図3の(a)に示す光ピックアップレンズ14-1は、レーザ光源側面と反対側のディスク側面にも輪帯構造を備えることにより、各輪帯間を通る光線で所望の位相差を得ようとするに際して、レーザ側面のみの輪帯だけで前記所望の位相差を得るのではなく、レーザ側面の輪帯とディスク側面の輪帯から前記所望の位相差を得るようにすることで、レーザ側面の輪帯間の位相差の負担量を小さくすることができるのでレーザ側面の輪帯の形成方法が容易になる。

[0126] 比較するために、レーザ光源側のみに輪帯構造を備えた光ピックアップレンズ14-1を図3の(b)に示す。図3の(b)に示す光ピックアップレンズ14-1において、レーザ光源側のレンズ面101に、輪帯構造が形成されている。また、光ピックアップレンズ14の光ディスク側のレンズ面102には、輪帯構造は形成されておらず、光ディスク側のレンズ面102の面形状は、単一の非球面形状となっている。

[0127] 図3の(a)と図3の(b)はレーザ光源側と反対側のディスク側面の形状は異なるが、光学特性は同等となっている。図3の(a)と図3の(b)を比較すると、レーザ光源側に形成された第1輪帯と第2輪帯における輪帯段差の深さが浅くなっている事がわかる。

[0128] 以上のように軸上段差量 D_n についての記述をしたが、本発明と同じ、また

はほとんど同じレンズ形状は、輪帯構造のレンズにおいては軸上段差量 D_n を全く別な値にしても本発明と同じ効果を得ることができる。それは光軸から離れた位置の半径の値でのサグ量として同じサグ量を得るのに違う軸上段差量であっても得ることができてしまうからである。それは後述する面形状を規定する非球面式からも明らかである。

[0129] また、光ピックアップレンズ 14-1 において、輪帯構造は、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間に設けられる接合領域 104 を備えている。なお、接合領域 104 は、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす少なくとも 1 つの第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間に設けられればよい。

そして、当該接合領域 104 の面形状は、接合領域 104 の面上の実質的に全ての点の光軸方向における位置が当該第 $n-1$ 輪帯のレンズ外縁側の境界の光軸方向における位置よりも光ディスク側となる形状となっている。すなわち、接合領域 104 の面形状は、第 $n-1$ 輪帯のレンズ外縁側の境界よりもレーザ光源側に突出しない形状となっている。より具体的には、光ピックアップレンズ 14-1 において、接合領域 104 の面形状は、光軸に垂直な平面形状となっている。

[0130] 本発明の実施の形態にかかる光ピックアップレンズの他の例を図 4 の (a) に示す。図 4 の (a) に示す光ピックアップレンズ 14-2 は、図 3 の (a) の光ピックアップレンズ 1 とほぼ同様の構造を有している。具体的には、レーザ光源側のレンズ面 201 に、輪帯構造が形成され、光ディスク側のレンズ面 202 の面形状にも、輪帯構造が形成されている。

[0131] また、光ピックアップレンズ 14-2 においては、 $D_n > 0$ となっている。また、輪帯構造は、 $D_{m-1} < D_m$ 且つ $D_m > D_{m+1}$ を満たす第 m 輪帯 203 を 1 つ備えている。つまり、第 m 輪帯 203 におけるレンズ中心厚は最も薄くなるように輪帯構造が形成されている。

[0132] また、光ピックアップレンズ 14-2 において、輪帯構造は、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間に設けられる接合領域 204 を備えている。なお、接合領域 204 は、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす少なくとも 1 つの第

$n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間に設けられればよい。

[0133] そして、当該接合領域 204 の面形状は、第 $n-1$ 輪帯のレンズ外縁側の境界よりもレーザ光源側に突出しない形状となっている。

[0134] ここで、光ピックアップレンズ 14-2 において、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす部分（図 4 の（a）において一点鎖線で囲む部分）の拡大図を図 4 の（b）に示す。

[0135] 図 4 の（a）に示すように、光ピックアップレンズ 2 においては、接合領域 204 の面形状は、光軸に垂直な面から、レーザ光源側から光ディスク側に向かう方向に、角度 θ （°）傾く平面形状となっている。

[0136] さらに、接合領域 204 の面形状は、以下の（9）式を満たすようになっている。

$$0 \leq \theta \leq 15 \quad \cdots \cdots (9)$$

[0137] これにより、第 $n-1$ 輪帯の傾斜角度と接合領域 204 の傾斜角度とを近い角度とすることができる。そして、成形時における第 $n-1$ 輪帯における収縮方向と接合領域 204 における収縮方向とをできるだけ一致させることができる。そのため、光ピックアップレンズ 2 の寸法を精度良く出すための成形条件をより容易に見つけることができるようになる。

[0138] なお、図 4 の（b）に示すように、1つの光ピックアップレンズ 2 に設けられる複数の接合領域 204 の傾斜角度は、それぞれ、当該接合領域 204 が設けられるレンズ径方向における位置に応じて異なってもよい（例えば、図 4 の（b）に示す θ_1 、 θ_2 、 θ_3 ）。

[0139] 光ピックアップレンズ 14 の硝材としては、ポリオレフィン樹脂、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ABS樹脂に代表される透明樹脂材料やガラス等を用いることができる。ただし、BDの記録再生には、通常、波長 405 nm のレーザ光を用いるため、波長 395 nm から 415 nm の範囲の波長のレーザ光の透過率が高い透明樹脂材料用いることが好ましい。このような透明樹脂材料としては、シクロオレフィンポリマーや、環状オレフィンポリマーなどがある。

[0140] また、これらの透明樹脂材料に、耐光性を向上させる添加剤を加えてもよい。光ピックアップレンズ14は、これら透明樹脂材料を射出成形して製造することができる。また、光ピックアップレンズ14は、2P（Photo-Polymer）法により成形されてもよい。また、光ピックアップレンズ14は、ある特定の波長で硬化する樹脂、例えば、紫外線硬化樹脂を金型に流しこんだ後に紫外線を照射して硬化させてもよい。また、エポキシなどの樹脂材料を金型に流し込み混合させて硬化させ、光ピックアップレンズ14を成形してもよい。また、特定の温度で硬化する樹脂を金型に流し込み混合させて硬化させ、光ピックアップレンズ14を成形してもよい。光ピックアップレンズ14の材料として、光学ガラスを用いてもよく研磨、または成形などを用いてもよい。

[0141] 次に、図5を用いて、光ピックアップレンズ14のレンズ面形状を説明する。図5は、ピックアップレンズの一例である対物レンズを示す側面図である。光ピックアップレンズ14のレーザ光源側のレンズ面（R1面）及び光ディスク側のレンズ面（R2面）の面形状の定義について説明する。なお、本実施形態において、光ピックアップレンズ14を定義する場合、光軸に対して平行な方向であって、レーザ光源側のレンズ面（R1面）から光ディスク側のレンズ面（R2面）に向かう方向を正の方向とする。

[0142] 次に、本実施例における光ピックアップレンズ14のディスク側面（R2面）の面形状について説明する。図5において、対物レンズの光入射面R2の頂点をe、頂点eと接する接面上における光線高さhの点をc、この点cから光軸OAに平行な方向での光入射面R1上の点をdとすると、任意の光線高さh（mm）に対する点c，d間の距離 Z_B （mm）が

[数1]

$$Z_B = B + \frac{C h^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1) C^2 h^2}} + A_4 \cdot h^4 + A_6 \cdot h^6 + A_8 \cdot h^8 + A_{10} \cdot h^{10} + A_{12} \cdot h^{12} + A_{14} \cdot h^{14} + A_{16} \cdot h^{16} \dots (20)$$

で表されるように、ディスク側面（R2面）の面形状が形成される。

[0143] なお、本実施例にかかるピックアップレンズ 14 のディスク側面（R 2 面）の第 1 輪帶領域、第 2 輪帶領域の面形状を規定する場合、（20）式の光線高さ h には、それぞれ、表 5 に示す第 1 輪帶領域の輪帶領域位置の値を代入する。また、（20）式の係数 B は、それぞれ、表 5 に示す第 1 輪帶領域、第 2 輪帶領域の軸上段差量（mm）の値を代入する。そして、（20）式と表 5 に示す係数の値とにより、ピックアップレンズ 14 のディスク側面（R 2 面）の第 1 輪帶領域、第 2 輪帶領域の面形状が規定される。

[0144] なお、（20）式に、上記係数 C 、 K 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 、 A_{14} 、 A_{16} の値を代入して任意の光線高さ h （mm）（ $\neq 0$ ）に対する距離 Z_B （mm）を求め、その値が負の値となった場合は、点 d が、光ディスク側面（R 2 面）の光軸 OA が通る面頂点 e よりもレーザ側（図 5 での左側）に位置することを示している。距離 Z_B （mm）が正の値である場合には、点 d が頂点 e よりもディスク側（図 5 での右側）に位置することを示している。

[0145] 次に、光ピックアップレンズ 14 のレーザ側面（R 1 面）の面形状について説明する。図 5 において、対物レンズの光入射面 R_1 の頂点を f 、頂点 f と接する接面上における光線高さ h の点を a 、この点 a から光軸 OA に平行な方向での光入射面 R_1 上の点を b とすると、任意の光線高さ h （mm）に対する点 a 、 b 間の距離 Z_A （mm）が

[数2]

$$Z_A = B + \frac{C h^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1) C^2 \cdot h^2}} + A_4 \cdot h^4 + A_6 \cdot h^6 + A_8 \cdot h^8 + A_{10} \cdot h^{10} + A_{12} \cdot h^{12} + A_{14} \cdot h^{14} + A_{16} \cdot h^{16} \dots\dots (21)$$

で表されるように、レーザ側面（R 1 面）の面形状が形成される。

[0146] なお、本実施例にかかるピックアップレンズ 14 の第 1 輪帶領域、第 2 輪帶領域、 $\dots$ 、第 N 輪帶領域（ N は正の整数）の面形状を規定する場合、（21）式の光線高さ h には、それぞれ、表 5 に示す第 1 輪帶領域、第 2 輪帶領域、 $\dots$ 、第 N 輪帶領域の輪帶領域位置の値を代入する。また、実施例 1 にかかるピックアップレンズ 14 の第 1 輪帶領域、第 2 輪帶領域、 $\dots$

・、第N輪帶領域の面形状を規定する場合、(21)式と表5に示す係数の値とにより、実施例1にかかるピックアップレンズ14の第1輪帶領域～第N輪帶領域の面形状が規定される。

[0147] ここで、(21)式において、軸上段差量 D_n に対応する係数Bの値に関して、例えば第n輪帶領域($2 \leq n \leq N$)の係数Bを変更しても、残りの係数C, K, A_4 , A_6 , A_8 , A_{10} , A_{12} , A_{14} , A_{16} も変更することにより、 Z_A (mm)をほとんど同様の値をとることも可能となることがわかる。

[0148] また、第m輪帯(mは $1 < m < N$ を満たす整数)以降に形成されている接合領域についても、(21)式を用いることにより表現できる。本実施例における接合領域である第n-(n+1)輪帯間(nは、 $m \leq n \leq N$ を満たす整数)における(21)式と表5に示す係数の値とにより、実施例1にかかるピックアップレンズ14の接合領域の面形状も規定される。

[0149] 次に、ピックアップレンズ14の隣接段差量について定義する。図6に、ピックアップレンズ14を模式的に表す側面図を示す。隣接段差量とは、図6に示すように、各輪帶領域間における段差量のことである。尚、隣接段差量dの符号については、いわゆる幾何光学と同様の符号をとるものとし、レンズ中心側における輪帯の最外側地点から、次の輪帯の最内側地点がディスク側(図6での右側)となるときに+ (プラス)、レーザ側(図6での左側)になるときに- (マイナス)の符号をとるものとする。

[0150] なお、光ピックアップレンズ14のレーザ光源側のレンズ面(R1面)又は光ディスク側のレンズ面(R2面)は上述の面形状に限られるものではない。例えば、レーザ光源の(R1面)又は光ディスク側のレンズ面(R2面)に構造体が形成されていてもよい。また、光ピックアップレンズ14のレーザ光源側のレンズ面(R1面)の面形状も上述の面形状に限られない。例えば、レーザ光源側のレンズ(R1面)又は光ディスク側のレンズ面(R2面)に、ある一定の幅と深さをもった輪帯が同心円状にまたはスパイラル状に形成されていてもよい。

[0151] また、光ピックアップレンズ14のレーザ光源側のレンズ面(R1面)又

は光ディスク側のレンズ面（R2面）に、反射防止膜や反射膜のような入射光の透過率を制御する膜が成膜されていてもよい。これらの膜の膜厚や材料は、所望する光ピックアップレンズ14の透過率性能を達成できるように選定される。また、これらの膜は、1層の薄膜からなる単層の構成でもよいし、複数の薄膜が積層された複数層の構成であってもよい。これらの膜を複数層の薄膜から構成する場合は、異なる材料の薄膜を交互に積層させてもよい。

[0152] 薄膜の材料としては、 AlF_3 、 AlN 、 Al_2O_3 、 BaF_2 、 BeO 、 Bi_2O_3 、 BiF_3 、 CaF_2 、 CdSe 、 CdS 、 CdTe 、 CeF_3 、 CeO_2 、 CsI 、 Cr_2O_3 、 DyF_2 、 Fe_2O_3 、 GaAs 、 GdF_3 、 Gd_2O_3 、 Ge 、 HfO_2 、 HoF_3 、 In_2O_3 、 ITO 、 LaF_3 、 La_2O_3 、 LiF 、 MgF_2 、 MgO 、 NaF 、 Na_3AlF_6 、 $\text{Na}_5\text{Al}_3\text{F}_{14}$ 、 Nb_2O_5 、 NdF_3 、 Nd_2O_3 、 PbCl_2 、 PbF_2 、 PbTe 、 PbO 、 PbS 、 Pr_6O_{11} 、 Sb_2S_3 、 Sb_2O_3 、 $\text{Sc}_2\text{O}_3\text{Si}$ 、 Si_3N_4 、 SiO 、 Si_2O_3 、 SiO_2 、 SnO_2 、 SrO_2 、 SrF_2 、 Ta_2O_5 、 Te 、 Ti 、 TiN 、 TiN_xW_y 、 TiO_2 、 TiCl 、 ThF_4 、 ThO_2 、 V_2O_5 、 WO_3 、 YF_3 、 Y_2O_3 、 YbF_3 、 Yb_2O_3 、 ZnO 、 ZnS 、 ZnSe 、 ZrO_2 等が挙げられる。

[0153] 以下に、本発明にかかる実施例1乃至30を説明する。なお、本発明の範囲は、実施例により限定されるものではない。

[0154] 図8～15は、本発明の実施例1～30の波面収差図である。ここで、各図には、左右2つの図があるが、光軸に垂直な2つの方向を示すものであり、横軸は各実施例の有効半径を1としたときの相対瞳座標、縦軸は波面収差（ λ ）である。また、表示範囲は、横軸は ± 1 、縦軸は $\pm 50\lambda$ である。

[0155] 表1から3に、実施例1乃至30に用いた光ピックアップレンズ14及びディスク15の屈折率一覧を示す。尚、波面収差特性における各記号の意味は、以下の通りである。

TOTAL: TOTAL波面収差

S A 3 : 3 次球面収差

C O M A 3 : 3 次コマ収差

A S 3 : 3 次非点収差

[表1]

(表1)

項目	単位	基準状態	波長特性	温度特性
波長	nm	405	405.9	405
温度	°C	35	35	50
屈折率	対物レンズ (プラスチック)	1.524	1.523865	1.5222
	PC	1.621	1.62064	1.6195

[表2]

(表2)

項目	単位	基準状態	波長特性	温度特性
波長	nm	402	402.9	402
温度	°C	30	30	45
屈折率	対物レンズ (プラスチック)	1.525	1.522865	1.5212
	PC	1.6227	1.62234	1.6212

[表3]

(表3)

項目	単位	基準状態	波長特性	温度特性
波長	nm	408	408.9	408
温度	°C	40	40	55
屈折率	対物レンズ (プラスチック)	1.523	1.524865	1.5232
	PC	1.6193	1.61894	1.6178

[0156] 表 4 に、実施例 1 乃至 3 0 における構成を示す。

[表4]

(表4) 実施例構成

面番号	注釈	次の面との間の材質	屈折率	次の面との光軸上の 面間距離(mm)	有効径(mm)
0	物点	Air	1	∞	
1	絞り面	Air	1	0	別表(表8)
2	光ピックアップレンズ レーザー側面(R1面)	Plastic	別表 (表1~3)	中心厚: t_0 (別表(表8))	—
3	光ピックアップレンズ ディスク側面(R2面)	Air	1	作動距離:WD (別表(表8))	—
4	ディスク物体側面	PC	別表 (表1~3)	0.0875	—
5	ディスク情報記録面	—	—	0	—

[0157] （表 5）に、実施例 1 乃至 30 における光ピックアップレンズ 14 のレンズデータを示す。

[表5-1]

(表5) 各実施例における光ピックアップレンズデータ

実施例1 標準番号	R1面												R2面											
	1	2	3	4	5	7	8	8-9輪帯間	9	9-10輪帯間	10	1	2	3	4	5	7	8	8-9輪帯間	9	9-10輪帯間	10		
B(λ)=Dn(軸上経差(mm))	0	0.002318/02	0.005410305	0.008501908	0.011593511	0.014685115	0.017776718	0.020868321	0.017776718	0.020868321	0.014685115	0.017776718	0.020868321	0.017776718	0.020868321	0.014685115	0.017776718	0.020868321	0.017776718	0.020868321	0.014685115	0.017776718		
B(λ)=En(軸上位相経差(λ))	0	3	7	11	15	19	23	27	23	27	19	23	27	23	27	19	23	27	23	27	19	23		
Rb: 輪帯開始半径(mm)	0	0.3624	0.438	0.504	0.5844	0.7068	0.7692	0.8256	0.7692	0.8256	0.504	0.5844	0.7068	0.7692	0.8256	0.504	0.5844	0.7068	0.7692	0.8256	0.504	0.5844		
Rr: 輪帯終了半径(mm)	0.3624	0.438	0.504	0.5844	0.7068	0.7692	0.8256	0.8912	0.9568	1.0224	0.7068	0.7692	0.8256	0.8912	0.9568	0.7068	0.7692	0.8256	0.8912	0.9568	0.7068	0.7692		
R: 輪帯幅(mm)	0.3624	0.0756	0.0624	0.084	0.1224	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624	0.0624		
C: 曲率(mm)	9.13459E-01	9.11881E-01	9.10816E-01	9.09751E-01	9.08685E-01	9.07620E-01	9.06556E-01	9.05494E-01	9.04430E-01	9.03366E-01	9.02302E-01	9.01238E-01	9.00174E-01	9.00110E-01	9.00046E-01	9.00000E-01	9.00000E-01	9.00000E-01	9.00000E-01	9.00000E-01	9.00000E-01	9.00000E-01		
A4: 4次非球面係数(m ⁻³)	-9.04400E-01	-9.75168E-01	-1.00199E+00	-9.92437E-01	-1.00219E+00	-9.98888E-01	-9.96736E-01	-9.94584E-01	-9.92432E-01	-9.90280E-01	-9.88128E-01	-9.85976E-01	-9.83824E-01	-9.81672E-01	-9.79520E-01	-9.77368E-01	-9.75216E-01	-9.73064E-01	-9.70912E-01	-9.68760E-01	-9.66608E-01	-9.64456E-01		
A6: 6次非球面係数(m ⁻⁵)	6.80803E-03	7.09461E-02	7.38859E-02	7.68257E-02	7.97655E-02	8.27053E-02	8.56451E-02	8.85849E-02	9.15247E-02	9.44645E-02	9.74043E-02	1.00382E-01	1.03021E-01	1.05660E-01	1.08299E-01	1.10938E-01	1.13577E-01	1.16216E-01	1.18855E-01	1.21494E-01	1.24133E-01	1.26772E-01		
A8: 8次非球面係数(m ⁻⁷)	1.60976E-01	1.66284E-01	1.68031E-01	1.69862E-01	1.71693E-01	1.73524E-01	1.75355E-01	1.77186E-01	1.79017E-01	1.80848E-01	1.82679E-01	1.84510E-01	1.86341E-01	1.88172E-01	1.90003E-01	1.91834E-01	1.93665E-01	1.95496E-01	1.97327E-01	1.99158E-01	2.00989E-01	2.02820E-01		
A10: 10次非球面係数(m ⁻⁹)	-3.61358E-01	3.74032E-01	3.87033E-01	3.99233E-01	4.11433E-01	4.23633E-01	4.35833E-01	4.48033E-01	4.60233E-01	4.72433E-01	4.84633E-01	4.96833E-01	5.09033E-01	5.21233E-01	5.33433E-01	5.45633E-01	5.57833E-01	5.70033E-01	5.82233E-01	5.94433E-01	6.06633E-01	6.18833E-01		
A12: 12次非球面係数(m ⁻¹¹)	4.43073E-01	-4.50266E-01	-4.30676E-01	-4.36491E-01	-4.42306E-01	-4.48121E-01	-4.53936E-01	-4.59751E-01	-4.65566E-01	-4.71381E-01	-4.77196E-01	-4.83011E-01	-4.88826E-01	-4.94641E-01	-5.00456E-01	-5.06271E-01	-5.12086E-01	-5.17901E-01	-5.23716E-01	-5.29531E-01	-5.35346E-01	-5.41161E-01		
A14: 14次非球面係数(m ⁻¹³)	-2.20476E-01	2.56180E-01	2.60009E-01	2.63956E-01	2.67929E-01	2.71842E-01	2.75765E-01	2.79688E-01	2.83611E-01	2.87534E-01	2.91457E-01	2.95380E-01	2.99303E-01	3.03226E-01	3.07149E-01	3.11072E-01	3.14995E-01	3.18918E-01	3.22841E-01	3.26764E-01	3.30687E-01	3.34610E-01		
A16: 16次非球面係数(m ⁻¹⁵)	1.52497E-02	-6.26598E-02	-6.37212E-02	-6.48079E-02	-6.59058E-02	-6.69983E-02	-6.80907E-02	-6.91832E-02	-7.02757E-02	-7.13682E-02	-7.24607E-02	-7.35532E-02	-7.46457E-02	-7.57382E-02	-7.68307E-02	-7.79232E-02	-7.90157E-02	-8.01082E-02	-8.12007E-02	-8.22932E-02	-8.33857E-02	-8.44782E-02		
実施例2 標準番号	R1面												R2面											
B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
B(λ)	0	0.005410305	0.011593511	0.017776718	0.023960925	0.030145032	0.036329139	0.042513246	0.048697353	0.054881460	0.061065567	0.067249674	0.073433781	0.079617888	0.085801995	0.091986102	0.098170209	0.104354316	0.110538423	0.116722530	0.122906637	0.129090744		
Rb	0	0.4284	0.5628	0.7512	1.0992	1.703613	2.561806	3.784219	5.384219	7.384219	9.784219	12.584219	15.784219	18.984219	22.184219	25.384219	28.584219	31.784219	34.984219	38.184219	41.384219	44.584219		
Rr	0.4284	0.5628	0.7512	1.0992	1.703613	2.561806	3.784219	5.384219	7.384219	9.784219	12.584219	15.784219	18.984219	22.184219	25.384219	28.584219	31.784219	34.984219	38.184219	41.384219	44.584219	47.784219		
R	0.4284	0.1344	0.1884	0.348	0.604413	0.906626	1.262839	1.669052	2.125265	2.631478	3.187691	3.793904	4.350117	4.906330	5.462543	6.018756	6.574969	7.131182	7.687395	8.243608	8.799821	9.356034		
K	9.13459E-01	9.10822E-01	9.08691E-01	9.06562E-01	9.04433E-01	9.02304E-01	9.00175E-01	8.98046E-01	8.95917E-01	8.93788E-01	8.91659E-01	8.89530E-01	8.87401E-01	8.85272E-01	8.83143E-01	8.81014E-01	8.78885E-01	8.76756E-01	8.74627E-01	8.72498E-01	8.70369E-01	8.68240E-01		
A4	6.80803E-03	7.42487E-02	7.94510E-02	8.46533E-02	8.98556E-02	9.50579E-02	1.002602E-01	1.049605E-01	1.096608E-01	1.143611E-01	1.190614E-01	1.237617E-01	1.284620E-01	1.331623E-01	1.378626E-01	1.425629E-01	1.472632E-01	1.519635E-01	1.566638E-01	1.613641E-01	1.660644E-01	1.707647E-01		
A6	-7.88372E-03	7.09669E-02	7.21332E-02	7.31405E-02	7.41478E-02	7.51551E-02	7.61624E-02	7.71697E-02	7.81770E-02	7.91843E-02	8.01916E-02	8.11989E-02	8.22062E-02	8.32135E-02	8.42208E-02	8.52281E-02	8.62354E-02	8.72427E-02	8.82500E-02	8.92573E-02	9.02646E-02	9.12719E-02		
A8	1.60976E-01	1.68006E-01	1.71647E-01	1.74780E-01	1.77913E-01	1.81046E-01	1.84179E-01	1.87312E-01	1.90445E-01	1.93578E-01	1.96711E-01	1.99844E-01	2.02977E-01	2.06110E-01	2.09243E-01	2.12376E-01	2.15509E-01	2.18642E-01	2.21775E-01	2.24908E-01	2.28041E-01	2.31174E-01		
A10	-3.61358E-01	3.78656E-01	3.87698E-01	3.95921E-01	4.04144E-01	4.12367E-01	4.20590E-01	4.28813E-01	4.37036E-01	4.45259E-01	4.53482E-01	4.61705E-01	4.69928E-01	4.78151E-01	4.86374E-01	4.94597E-01	5.02820E-01	5.11043E-01	5.19266E-01	5.27489E-01	5.35712E-01	5.43935E-01		
A12	4.43073E-01	-4.46025E-01	-4.42250E-01	-4.33182E-01	-4.20000E-01	-4.03535E-01	-3.83854E-01	-3.61073E-01	-3.35292E-01	-3.06511E-01	-2.74730E-01	-2.40049E-01	-2.03468E-01	-1.64987E-01	-1.24606E-01	-8.22245E-02	-3.91884E-02	4.38477E-02	1.01036E-01	1.60595E-01	2.17154E-01	2.70713E-01		
A14	-2.20476E-01	2.59920E-01	2.67900E-01	2.75335E-01	2.83215E-01	2.91540E-01	3.00310E-01	3.09525E-01	3.19186E-01	3.29292E-01	3.39843E-01	3.50840E-01	3.62283E-01	3.74172E-01	3.86507E-01	3.99290E-01	4.12522E-01	4.26203E-01	4.40334E-01	4.54915E-01	4.69946E-01	4.85417E-01		
A16	1.52497E-02	-6.37144E-02	-6.58972E-02	-6.80537E-02	-7.01840E-02	-7.22883E-02	-7.43676E-02	-7.64219E-02	-7.84522E-02	-8.04585E-02	-8.24408E-02	-8.43991E-02	-8.63334E-02	-8.82437E-02	-9.01300E-02	-9.19923E-02	-9.38306E-02	-9.56449E-02	-9.74352E-02	-9.92015E-02	-1.00945E-01	-1.02838E-01		

[表5-2]

(表5) 各実施例における光ピックアップレンズデータ

実施例3									
輪番番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	0	0.008501908	0.017776718	0.008501908	0.008501908	0.008501908	0.008501908	0.008501908	0.008501908
B(λ)	0	11	23	11	11	11	11	11	11
Rb	0	0.4752	0.72	1.1088	1.115357	1.1724	1.178707	1.215	0.17
Rc	0.4752	0.72	1.1088	1.115357	1.1724	1.178707	1.215	0.17	1
Rd	0.4752	0.2448	0.3888	0.006557	0.006307	0.006307	0.006307	0.006307	0.83
R	9.13459E-01	9.09751E-01	9.06556E-01	1.00000E+00	9.09751E-01	1.00000E+00	9.12946E-01	-1.221008E+00	-1.230304E+00
K	-9.04400E-01	-9.92437E-01	-9.96363E-01	0.00000E+00	-9.92437E-01	0.00000E+00	-9.97170E-01	-1.390379E+00	-4.299260E-01
A4	6.80803E-02	7.40208E-02	7.53486E-02	0.00000E+00	7.40208E-02	0.00000E+00	7.41519E-02	1.702130E+00	1.706771E+00
A6	7.88372E-03	7.15554E-02	7.31473E-02	0.00000E+00	7.15554E-02	0.00000E+00	6.99900E-02	-6.440518E+00	-5.487143E+00
A8	1.60976E-01	-1.69862E-01	-1.74802E-01	0.00000E+00	-1.69862E-01	0.00000E+00	-1.64670E-01	2.280733E+01	1.408262E+01
A10	-3.61358E-01	3.83237E-01	3.95967E-01	0.00000E+00	3.83237E-01	0.00000E+00	3.70188E-01	-7.280362E+01	-2.657197E+01
A12	4.43073E-01	-4.36491E-01	-4.53234E-01	0.00000E+00	-4.36491E-01	0.00000E+00	-4.19627E-01	1.726456E+02	3.288161E+01
A14	-2.20478E-01	2.63956E-01	2.75566E-01	0.00000E+00	2.63956E-01	0.00000E+00	2.52452E-01	-2.470454E+02	-2.318810E+01
A16	1.52497E-02	-6.48079E-02	-6.80607E-02	0.00000E+00	-6.48079E-02	0.00000E+00	-6.16319E-02	1.541663E+02	6.982717E+00

実施例4									
輪番番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	0	0.005410305	0.011593511	0.01163827	0.011593511	0.005410305	0.005410305	0.005410305	0.005410305
B(λ)	0	7	15	23	15	7	7	7	7
Rb	0	0.41553	0.562545	0.718065	1.1178	1.172201	1.17128	1.184625	1.188845
Rs	0.41553	0.562545	0.718065	1.1178	1.172201	1.17128	1.175502	1.184625	1.188845
Rw	0.41553	0.147015	0.15552	0.399735	0.004401	0.004242	0.009123	0.00422	0.041155
R	9.21378E-01	9.19331E-01	9.17198E-01	9.15071E-01	1.00000E+00	9.19331E-01	1.00000E+00	1.00000E+00	1.00000E+00
K	-9.50483E-01	-9.56498E-01	-9.60623E-01	-9.55909E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
A4	6.76295E-02	6.87695E-02	6.98096E-02	6.94560E-02	0.00000E+00	6.98096E-02	6.81263E-02	1.702130E+00	1.706771E+00
A6	3.85595E-02	3.81713E-02	3.90663E-02	3.94305E-02	0.00000E+00	3.90663E-02	3.81713E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
A8	-5.68093E-02	-5.91162E-02	-5.44895E-02	0.00000E+00	-5.39221E-02	0.00000E+00	-5.19162E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
A10	1.51097E-01	1.41771E-01	1.46303E-01	1.48445E-01	0.00000E+00	1.46303E-01	1.41771E-01	0.00000E+00	0.00000E+00
A12	-1.73683E-01	-1.65511E-01	-1.70792E-01	-1.73308E-01	0.00000E+00	-1.70792E-01	-1.65511E-01	0.00000E+00	0.00000E+00
A14	1.09852E-01	1.06925E-01	1.10432E-01	1.12944E-01	0.00000E+00	1.10432E-01	1.06925E-01	0.00000E+00	0.00000E+00
A16	-2.87591E-02	-2.85395E-02	-2.95415E-02	-3.03661E-02	0.00000E+00	-2.95415E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

実施例5									
輪番番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	0	0.005410305	0.011593511	0.011776718	0.011593511	0.005410305	0.005410305	0.005410305	0.005410305
B(λ)	0	7	15	23	15	7	7	7	7
Rb	0	0.42126	0.53312	0.76874	1.10194	1.10633	1.15906	1.163285	1.1781
Rs	0.42126	0.53312	0.76874	1.10194	1.10633	1.15906	1.163285	1.1781	1.182305
Rw	0.42126	0.11186	0.23562	0.3332	0.00439	0.004225	0.004225	0.004225	0.004225
R	9.10596E-01	9.08234E-01	9.06122E-01	9.04008E-01	1.00000E+00	9.08234E-01	1.00000E+00	1.00000E+00	1.00000E+00
K	-1.04097E+00	-1.03417E+00	-1.04188E+00	-1.02757E+00	0.00000E+00	-1.03417E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
A4	8.64120E-02	7.99258E-02	8.19108E-02	8.01690E-02	0.00000E+00	8.19108E-02	7.99258E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
A6	4.15369E-02	4.48365E-02	4.84405E-02	4.7724E-02	0.00000E+00	4.84405E-02	4.83365E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
A8	-5.51788E-01	-2.10446E-01	-2.10069E-01	-2.10227E-01	0.00000E+00	-2.10069E-01	-2.10953E-01	0.00000E+00	0.00000E+00
A10	1.53351E-01	4.58204E-01	4.60822E-01	4.64408E-01	0.00000E+00	4.58204E-01	4.58204E-01	0.00000E+00	0.00000E+00
A12	-1.80263E-01	-5.09766E-01	-5.15780E-01	-5.22799E-01	0.00000E+00	-5.15780E-01	-5.09766E-01	0.00000E+00	0.00000E+00
A14	1.15350E-01	2.99840E-01	3.05228E-01	3.11188E-01	0.00000E+00	3.05228E-01	2.99840E-01	0.00000E+00	0.00000E+00
A16	-3.02039E-02	-7.19474E-02	-7.36830E-02	-7.55583E-02	0.00000E+00	-7.36830E-02	-7.19474E-02	0.00000E+00	0.00000E+00

[表5-3]

(表5) 各実施例における光ビクアップレンスデータ

実施例6		R1面											
輪帯番号	1	2	3	4	5	6	6・7輪帯間	7	7・8輪帯間	8	8・9輪帯間	9	
B	0	0.003091603	0.006956107	0.010820611	0.014685115	0.019322519	0.903424308	0.013139313	1.036423371	0.006956107	1.058431476	0.000772901	
B(λ)	0	4	9	14	19	25	—	17	—	9	—	1	
Rb	0	0.3756	0.4596	0.5424	0.6804	0.7656	1.1052	1.109585	1.1664	1.170612	1.1796	1.183798	
Rs	0.3756	0.4596	0.5424	0.6804	0.7656	1.1052	1.109585	1.1664	1.170612	1.1796	1.183798	1.215	
Rw	0.3756	0.084	0.0828	0.138	0.0852	0.3396	0.004385	0.056815	0.004212	0.008988	0.004198	0.031202	
R	9.13459E-01	9.11615E-01	9.10284E-01	9.08952E-01	9.07620E-01	9.06025E-01	1.00000E+20	9.08153E-01	1.00000E+20	9.10284E-01	1.00000E+20	9.12414E-01	
K	-9.04400E-01	-9.96219E-01	-1.00897E+00	-9.95002E-01	-9.98888E-01	-9.91976E-01	0.00000E+00	-9.90914E-01	0.00000E+00	-1.00897E+00	0.00000E+00	-9.67718E-01	
A4	6.80803E-02	7.42725E-02	7.66550E-02	7.46077E-02	7.55330E-02	7.47362E-02	0.00000E+00	7.40896E-02	0.00000E+00	7.66550E-02	0.00000E+00	6.94164E-02	
A6	-7.88372E-03	7.05490E-02	7.12561E-02	7.19972E-02	7.26925E-02	7.33322E-02	0.00000E+00	7.24148E-02	0.00000E+00	7.12561E-02	0.00000E+00	7.00530E-02	
A8	1.60976E-01	-1.66702E-01	-1.68934E-01	-1.71232E-01	-1.73390E-01	-1.75385E-01	0.00000E+00	-1.72553E-01	0.00000E+00	-1.68934E-01	0.00000E+00	-1.65471E-01	
A10	-3.61358E-01	3.75387E-01	3.80948E-01	3.86641E-01	3.92110E-01	3.97685E-01	0.00000E+00	3.89966E-01	0.00000E+00	3.80948E-01	0.00000E+00	3.72238E-01	
A12	4.43073E-01	-4.26408E-01	-4.33561E-01	-4.40868E-01	-4.47993E-01	-4.55662E-01	0.00000E+00	-4.45182E-01	0.00000E+00	-4.33561E-01	0.00000E+00	-4.22305E-01	
A14	-2.20476E-01	2.57106E-01	2.61970E-01	2.66936E-01	2.71842E-01	2.77342E-01	0.00000E+00	2.69895E-01	0.00000E+00	2.61970E-01	0.00000E+00	2.54293E-01	
A16	1.52497E-02	-6.29213E-02	-6.42613E-02	-6.56308E-02	-6.69883E-02	-6.85772E-02	0.00000E+00	-6.64533E-02	0.00000E+00	-6.42613E-02	0.00000E+00	-6.21425E-02	

実施例6		R2面	
輪帯番号	1	2	
B	0	-0.000772901	
B(λ)	0	-1	
Rb	0	0.16	
Rs	0.16	1	
Rw	0.16	0.84	
R	-1.221008E+00	-1.230304E+00	
K	-1.390379E+00	-4.299260E-01	
A4	1.702130E+00	1.706771E+00	
A6	-6.440518E+00	-5.487143E+00	
A8	2.280733E-01	1.408262E+01	
A10	-7.280362E+01	-2.657197E+01	
A12	1.726456E+02	3.288161E+01	
A14	-2.470454E+02	-2.318810E+01	
A16	1.541663E-02	6.982717E+00	

[表5-4]

(表5) 各実施例における光ピックアップレンズデータ

实例例7 轴带号	B	1	2	3	3-4輪帶間	4	R1面							7	7-8輪帶間
	B(A)	0	0.005410305	0.0115923511	0.805381585	0.005410305	0.88687112	-0.000772901	1.004654525	-0.006956107	1.026448974	-0.013139313	1.042595955		
		0	7	15	-	7	-	-1	-	-9	-	-17	-		
	Rb	0	0.462	0.7056	1.0644	1.068988	1.1076	1.11998	1.1628	1.167029	1.176	1.18021	1.1868		
	Rs	0.462	0.7056	1.0644	1.068988	1.1076	1.11998	1.1628	1.167029	1.176	1.18021	1.1868	1.190999		
	Rw	0.462	0.2436	0.3588	0.004388	0.004388	0.004398	0.005902	0.004229	0.008971	0.00421	0.00859	0.004199		
	R	9.13459F-01	9.10822E-01	0.08691E-01	1.00000E+20	9.10822E-01	1.00000E+20	9.12952E-01	1.00000E+20	9.15078E-01	1.00000E+20	9.17201E-01	1.00000E+20		
	K	-9.04400E-01	-9.95100E-01	-9.98418E-01	0.00000E+00	-9.95100E-01	0.00000E+00	-9.95875E-01	0.00000E+00	-9.93542E-01	0.00000E+00	-9.98912E-01	0.00000E+00		
	A4	6.80803E-02	7.42847E-02	7.52310E-02	0.00000E+00	7.42847E-02	0.00000E+00	7.38375E-02	0.00000E+00	7.30872E-02	0.00000E+00	7.34490E-02	0.00000E+00		
	A6	-7.88372E-03	7.09669E-02	7.21332E-02	0.00000E+00	7.09669E-02	0.00000E+00	6.98991E-02	0.00000E+00	6.90624E-02	0.00000E+00	6.85370E-02	0.00000E+00		
	A8	1.60976E-01	-1.68008E-01	-1.71647E-01	0.00000E+00	-1.68008E-01	0.00000E+00	-1.64669E-01	0.00000E+00	-1.62012E-01	0.00000E+00	-1.60435E-01	0.00000E+00		
	A10	-3.61358E-01	3.78656E-01	3.87698E-01	0.00000E+00	3.78656E-01	0.00000E+00	3.70175E-01	0.00000E+00	3.62015E-01	0.00000E+00	3.57433E-01	0.00000E+00		
	A12	4.430735E-01	-4.306295E-01	-4.22505E-01	0.00000E+00	-4.30625E-01	0.00000E+00	-4.19609E-01	0.00000E+00	-4.09903E-01	0.00000E+00	-4.01841E-01	0.00000E+00		
	A14	-2.20476E-01	2.59980E-01	2.7890E-01	0.00000E+00	2.59980E-01	0.00000E+00	2.52436E-01	0.00000E+00	2.45601E-01	0.00000E+00	2.39625E-01	0.00000E+00		
	A16	1.52497E-02	-6.37144E-02	-6.58972E-02	0.00000E+00	-6.37144E-02	0.00000E+00	-6.16278E-02	0.00000E+00	-5.97031E-02	0.00000E+00	-5.79682E-02	0.00000E+00		

實施例7 輪帶番号	R1面	R2面
B	8	1
B(λ)	-0.019322519	0
Rb	-25	-0.000772901
Rs	1.190989	-1
Rt	1.215	0.16
Rw	0.024001	0.16
R	9.19321E-01	-1.221008E+00
K	9.71549E-01	-1.230304E+00
A4	6.85010E-02	-4.299280E-01
A6	6.81768E-02	1.702130E+00
A8	-1.59581E-01	-6.440518E+00
A10	3.53439E-01	-5.487143E+00
A12	-3.95155E-01	2.807733E-01
A14	2.34383E-01	-7.280382E-01
A16	-5.63085E-02	-2.657197E+01
		1.726456E+02
		3.288161E+01
		-2.470454E-02
		-2.318810E+01
		1.541563E-02
		5.982717E+00

[表5-5]

(表5) 各実施例における光ビクアップレンスデータ

実施例8											
輪番番号	1	2	3	4	5	5-6輪番間	6	6-7輪番間	7	7-8輪番間	8
B	0	0.005410305	0.011593511	0.017776718	0.023959924	1.045615246	0.017776718	1.070582981	0.011593511	1.113419287	0.005410305
B(λ)	0	7	15	23	31	-	23	-	15	-	7
Rb	0	0.4044	0.516	0.6732	0.78	1.1628	1.167011	1.1772	1.181397	1.1988	1.202995
Rs	0.4044	0.516	0.6732	0.78	1.1628	1.167011	1.1772	1.181397	1.1988	1.202995	1.215
Rw	0.4044	0.1116	0.1572	0.1068	0.3828	0.004211	0.010189	0.004197	0.017403	0.004195	0.012005
R	9.13459E-01	9.10816E-01	9.08685E-01	9.06556E-01	9.04434E-01	9.02395E-01	9.00309E-01	8.98182E-01	8.96055E-01	8.93928E-01	8.91801E-01
K	-9.04400E-01	-1.00199E+00	-1.00219E+00	-9.96363E-01	-9.87757E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.00219E+00	0.00000E+00	-1.00199E+00
A4	6.80803E-02	7.53895E-02	7.58598E-02	7.53486E-02	7.44330E-02	7.34862E-02	7.24434E-02	7.14434E-02	7.04434E-02	6.94434E-02	6.84434E-02
A6	-7.88372E-03	7.09751E-02	7.21443E-02	7.31473E-02	7.36482E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	7.21443E-02	0.00000E+00	7.09751E-02
A8	1.60976E-01	-1.88031E-01	-1.71685E-01	-1.74802E-01	-1.76348E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.71685E-01	0.00000E+00	-1.68031E-01
A10	-3.61358E-01	3.78703E-01	3.87769E-01	3.95967E-01	4.01519E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	3.87769E-01	0.00000E+00	3.78703E-01
A12	4.43073E-01	-4.30676E-01	-4.42322E-01	-4.53234E-01	-4.61739E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.42322E-01	0.00000E+00	-4.30676E-01
A14	-2.20476E-01	2.60099E-01	2.67929E-01	2.75566E-01	2.82113E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	2.67929E-01	0.00000E+00	2.60099E-01
A16	1.52497E-02	-6.37212E-02	-6.59058E-02	-6.80607E-02	-7.00284E-02	0.00000E+00	-6.80607E-02	0.00000E+00	-6.59058E-02	0.00000E+00	-6.37212E-02

実施例8											
輪番番号	1	2	3	4	5	5-6輪番間	6	6-7輪番間	7	7-8輪番間	8
B	0	-0.000772901									
B(λ)	0	-1									
Rb	0	0.2									
Rs	0.2	1									
Rw	0.2	0.8									
R	-1.221008E+00	-1.230304E+00									
K	-1.390379E+00	-4.299260E-01									
A4	1.702130E+00	1.706771E+00									
A6	-6.440518E+00	-5.487143E+00									
A8	2.280733E+01	1.408262E+01									
A10	-7.280362E+01	-2.657197E+01									
A12	1.776845E+02	3.288161E+01									
A14	-2.470454E+02	-2.318810E+01									
A16	1.541663E+02	6.982711E+00									

実施例9												
輪番番号	1	2	3	4	4-5輪番間	5	5-6輪番間	6	6-7輪番間	7	7-8輪番間	8
B	0	0.003091603	0.009274809	0.015458015	0.021626031	0.009274809	1.028609376	0.003091603	1.050806088	-0.002091603	0	0
B(λ)	0	4	12	20	-	12	-	4	-	-4	0	-4
Rb	0	0.4284	0.5628	0.7512	1.0992	1.103613	1.1652	1.169415	1.1784	1.1826	0	0.1445
Rs	0.4284	0.5628	0.7512	0.9396	1.103613	1.1652	1.169415	1.1784	1.1826	1.215	0.1445	1
Rw	0.4284	0.1344	0.1884	0.2444	0.3000	0.061587	0.004215	0.008985	0.0042	0.0324	0.1445	0.8555
R	9.12946E-01	9.10822E-01	9.08691E-01	9.06562E-01	9.04434E+00	9.08691E-01	9.00000E+00	9.10822E-01	1.00000E+00	9.12946E-01	-1.187235E+00	-1.230304E+00
K	-9.55187E-01	-9.95100E-01	-9.98418E-01	-9.95296E-01	0.00000E+00	-9.98418E-01	0.00000E+00	-9.95100E-01	0.00000E+00	-9.95976E-01	-7.639834E-01	-4.299260E+00
A4	6.72015E-02	7.42487E-02	7.52310E-02	7.51689E-02	7.52310E-02	7.52310E-02	0.00000E+00	7.42487E-02	0.00000E+00	7.39375E-02	1.790496E+00	2.69771E+00
A6	6.99774E-02	7.09669E-02	7.21332E-02	7.31405E-02	0.00000E+00	7.21332E-02	0.00000E+00	7.09669E-02	0.00000E+00	6.98991E-02	-6.136434E+00	-5.487143E+00
A8	-1.65402E-01	-1.68008E-01	-1.71647E-01	-1.74780E-01	0.00000E+00	-1.71647E-01	0.00000E+00	-1.68008E-01	0.00000E+00	-1.64668E-01	1.682844E+01	1.408262E+01
A10	3.71235E-01	3.78656E-01	3.87698E-01	3.95921E-01	0.00000E+00	3.87698E-01	0.00000E+00	3.78656E-01	0.00000E+00	3.70175E-01	-3.403093E+01	-2.657197E+01
A12	-4.20471E-01	-4.30625E-01	-4.42250E-01	-4.53182E-01	0.00000E+00	-4.42250E-01	0.00000E+00	-4.30625E-01	0.00000E+00	-4.19605E-01	4.505744E+01	3.288161E+01
A14	2.52807E-01	2.59980E-01	2.67890E-01	2.75538E-01	0.00000E+00	2.67890E-01	0.00000E+00	2.59980E-01	0.00000E+00	2.52436E-01	-3.401816E+01	-2.318810E+01
A16	-6.16925E-02	-6.37144E-02	-6.58972E-02	-6.80537E-02	0.00000E+00	-6.58972E-02	0.00000E+00	-6.37144E-02	0.00000E+00	-6.16271E-02	1.099851E+01	6.982717E+00

[表5-6]

(表5) 各実施例における光ピックアップレンズデータ

実施例10		R1面										R2面	
輪番番号		1	2	3	4	4-5輪番間	5	5-6輪番間	6	6-7輪番間	7	1	2
B	0	0.006183206	0.009274809	0.015458015	0.085476463	0.003274809	1.028603376	0.003091603	1.05058068	-0.003091603	0	0	-0.003091603
B(λ)	0	0	0.5628	0.7512	1.03613	1.1652	1.169415	1.1784	1.1826	1.1826	0	0	0.2
Rb	0	0.4284	0.5628	0.7512	1.03613	1.1652	1.169415	1.1784	1.1826	1.1826	0.2	0.2	1
Rs	0.4284	0.1344	0.1884	0.348	0.004413	0.061587	0.004215	0.00895	0.0042	0.00324	0.2	0.2	0.8
Rw	9.17948E-01	9.10822E-01	9.08691E-01	9.06362E-01	1.00000E+00	9.08691E-01	1.00000E+00	1.00000E+00	9.12952E-01	1.00000E+00	9.12952E-01	-1.187235E+00	-1.230304E+00
K	-9.55187E-01	-9.95100E-01	-9.98418E-01	-9.95296E-01	1.00000E+00	-9.98418E-01	1.00000E+00	1.00000E+00	-9.95876E-01	1.00000E+00	-9.95876E-01	-7.63937E-01	-4.299260E-01
A4	6.72015E-02	7.42487E-02	7.52310E-02	7.51689E-02	0.00000E+00	7.52310E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	7.42487E-02	0.00000E+00	7.39375E-02	1.790496E+00	1.706771E+00
A6	6.99774E-02	7.09695E-02	7.21332E-02	7.31405E-02	0.00000E+00	7.21332E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	7.09695E-02	0.00000E+00	6.98991E-02	-6.136434E+00	-5.487143E+00
A8	-1.65402E-01	-1.68008E-01	-1.71647E-01	-1.74780E-01	0.00000E+00	-1.71647E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.68008E-01	0.00000E+00	-1.64668E-01	1.882844E+01	1.408262E+01
A10	3.71235E-01	3.78656E-01	3.87698E-01	3.95921E-01	0.00000E+00	3.87698E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	3.78656E-01	0.00000E+00	3.70175E-01	-3.403093E+01	-2.857197E+01
A12	-4.20471E-01	-4.30625E-01	-4.42250E-01	-4.53182E-01	0.00000E+00	-4.42250E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.30625E-01	0.00000E+00	-4.19605E-01	4.505744E+01	3.288161E+01
A14	2.52807E-01	2.59980E-01	2.67890E-01	2.75536E-01	0.00000E+00	2.67890E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	2.59980E-01	0.00000E+00	2.52438E-01	-3.401816E+01	-2.318810E+01
A16	-6.16925E-02	-6.37144E-02	-6.58572E-02	-6.80537E-02	0.00000E+00	-6.58572E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	-6.37144E-02	0.00000E+00	-6.16276E-02	1.099851E+01	6.982717E+00

実施例11		R1面										R2面	
輪番番号		1	2	3	4	5	6	7	8	8-9輪番間	9	9-10輪番間	10
B	0	0.002318702	0.005410305	0.008501908	0.011593511	0.014685115	0.017776718	0.020888321	0.023935844	0.026935844	0.029935844	0.032935844	0.035935844
B(λ)	0	0.3245	0.4092	0.4741	0.5423	0.6248	0.7018	0.7832	0.8656	0.95014	1.0208	1.09057	1.1603
Rb	0	0.3245	0.4092	0.4741	0.5423	0.6248	0.7018	0.7832	0.8656	0.95014	1.0208	1.09057	1.1603
Rs	0.3245	0.0947	0.0649	0.0682	0.0825	0.077	0.0814	0.0856	0.0898	0.0940	0.0982	0.1024	0.1066
Rw	8.46606E-01	8.45738E-01	8.44874E-01	8.44010E-01	8.43146E-01	8.42282E-01	8.41418E-01	8.40554E-01	8.39690E-01	8.38826E-01	8.37962E-01	8.37098E-01	8.36234E-01
K	-7.88646E-01	-7.35464E-01	-7.37438E-01	-7.39412E-01	-7.41386E-01	-7.43360E-01	-7.45334E-01	-7.47308E-01	-7.49282E-01	-7.51256E-01	-7.53230E-01	-7.55204E-01	-7.57178E-01
A4	7.08283E-02	4.39701E-02	4.45123E-02	4.50545E-02	4.55967E-02	4.61389E-02	4.66811E-02	4.72233E-02	4.77655E-02	4.83077E-02	4.88499E-02	4.93921E-02	4.99343E-02
A6	1.08436E-01	6.61019E-02	6.57060E-02	6.71607E-02	6.76063E-02	6.80519E-02	6.84975E-02	6.89431E-02	6.93887E-02	6.98343E-02	7.02799E-02	7.07255E-02	7.11711E-02
A8	-3.53074E-01	-1.83153E-01	-1.84625E-01	-1.86097E-01	-1.87569E-01	-1.89041E-01	-1.90513E-01	-1.91985E-01	-1.93457E-01	-1.94929E-01	-1.96401E-01	-1.97873E-01	-1.99345E-01
A10	9.41388E-01	5.01849E-01	5.06469E-01	5.09968E-01	5.11791E-01	5.11791E-01	5.09926E-01	5.06447E-01	5.02968E-01	5.00000E+00	5.00000E+00	5.00000E+00	5.00000E+00
A12	-1.30998E+00	-6.91541E-01	-6.99245E-01	-7.05488E-01	-7.09767E-01	-7.12205E-01	-7.12611E-01	-7.11118E-01	-7.08625E-01	-7.06132E-01	-7.03639E-01	-7.01146E-01	-6.98653E-01
A14	9.77540E-01	5.21935E-01	5.28793E-01	5.34842E-01	5.39799E-01	5.43717E-01	5.46486E-01	5.48193E-01	5.49840E-01	5.51487E-01	5.53134E-01	5.54781E-01	5.56428E-01
A16	-3.02757E-01	-1.64815E-01	-1.67372E-01	-1.69757E-01	-1.71904E-01	-1.73828E-01	-1.75514E-01	-1.76960E-01	-1.78266E-01	-1.79532E-01	-1.80758E-01	-1.81944E-01	-1.83090E-01

実施例11		R1面										R2面	
輪番番号		10-11輪番間	11	11-12輪番間	12	12-13輪番間	13	13-14輪番間	14	14-15輪番間	15	1	2
B	0.879483521	0.011593511	0.008501908	0.005410305	0.002318702	0.000104891	0.000104891	0.000104891	0.000104891	0.000104891	0.000104891	0	-0.00072901
B(λ)	1.0505	1.052721	1.0604	1.0628153	1.0681	1.070314	1.0747	1.076913	1.0813	1.083515	1.085717	0	0.11
Rb	1.052721	1.0604	1.0628153	1.0681	1.070314	1.0747	1.076913	1.0813	1.083515	1.085717	1.087919	0.11	0.89
Rs	0.002221	0.007679	0.0022153	0.0054847	0.002214	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.11	0.89
R	1.00000E+00	8.42550E-01	1.00000E+00	8.43611E-01	1.00000E+00	8.44674E-01	1.00000E+00	8.45738E-01	1.00000E+00	8.46801E-01	1.00000E+00	-9.598357E-01	-9.701909E-01
K	0.00000E+00	-7.44776E-01	0.00000E+00	-7.39664E-01	0.00000E+00	-7.37438E-01	0.00000E+00	-7.35212E-01	0.00000E+00	-7.32986E-01	0.00000E+00	-2.187757E+01	-1.843359E+01
A4	0.00000E+00	4.6383E-02	0.00000E+00	4.51323E-02	0.00000E+00	4.45123E-02	0.00000E+00	4.39701E-02	0.00000E+00	4.34281E-02	0.00000E+00	4.535957E-01	7.869020E-01
A6	0.00000E+00	6.76033E-02	0.00000E+00	6.71607E-02	0.00000E+00	6.67060E-02	0.00000E+00	6.62611E-02	0.00000E+00	6.58166E-02	0.00000E+00	1.287657E+00	-2.097443E+00
A8	0.00000E+00	-1.85301E-01	0.00000E+00	-1.85439E-01	0.00000E+00	-1.84625E-01	0.00000E+00	-1.83811E-01	0.00000E+00	-1.82999E-01	0.00000E+00	-1.973600E+01	6.071042E+01
A10	0.00000E+00	5.11719E-01	0.00000E+00	5.09968E-01	0.00000E+00	5.06469E-01	0.00000E+00	5.02968E-01	0.00000E+00	5.00000E+00	5.00000E+00	8.207171E+01	7.292304E+01
A12	0.00000E+00	-7.05767E-01	0.00000E+00	-7.05488E-01	0.00000E+00	-7.05209E-01	0.00000E+00	-7.04930E-01	0.00000E+00	-7.04651E-01	0.00000E+00	-1.789135E+02	-1.51370E+01
A14	0.00000E+00	5.39799E-01	0.00000E+00	5.34842E-01	0.00000E+00	5.28793E-01	0.00000E+00	5.21935E-01	0.00000E+00	5.14440E-01	0.00000E+00	2.075088E+01	1.152134E+01
A16	0.00000E+00	-1.71904E-01	0.00000E+00	-1.69757E-01	0.00000E+00	-1.67372E-01	0.00000E+00	-1.64815E-01	0.00000E+00	-1.62123E-01	0.00000E+00	-1.013300E+02	-2.658659E+00

[表5-7]

(表5) 各実施例における光ビクアップレンズデータ

実施例12		R1面										R2面	
輪番番号		1	2	3	4	4-5輪番間	5	5-6輪番間	6	6-7輪番間	7	1	2
B	0	0.005410305	0.011593511	0.017776718	0.021169985	0.011593511	0.011593511	0.896104891	0.005410305	0.917559972	-0.000772901	0	-0.000772901
B(λ)	0					15			7	-	-1	0	-1
Rb	0	0.4092	0.5423	0.7018	1.0208	1.064831	1.0604	1.079126	1.07126	1.0747	1.115	0	0.14
Rs	0.4092	0.5423	0.7018	1.0208	1.064831	1.0604	1.064831	1.079126	1.07126	1.0747	1.115	0.14	1
Rw	0.4092	0.5423	0.7018	1.0208	1.064831	1.0604	1.064831	1.079126	1.07126	1.0747	1.115	0.14	1
R	8.46606E-01	8.44674E-01	8.42550E-01	8.40434E-01	1.00000E+00	8.42550E-01	8.42550E-01	1.00000E+00	8.44674E-01	1.00000E+00	8.46803E-01	-9.598357E-01	-9.701909E-01
K	-8.78646E-01	-7.37438E-01	-7.44776E-01	-7.42681E-01	0.00000E+00	-7.44776E-01	-7.44776E-01	0.00000E+00	-7.37438E-01	0.00000E+00	-7.36478E-01	-2.187757E-01	-1.843359E-01
A4	7.08283E-02	4.45123E-02	4.63893E-02	4.64197E-02	0.00000E+00	4.63893E-02	4.63893E-02	0.00000E+00	4.45123E-02	0.00000E+00	4.40638E-02	4.535957E-01	7.869020E-01
A6	1.08436E-01	6.67060E-02	6.76033E-02	6.68970E-02	0.00000E+00	6.76033E-02	6.76033E-02	0.00000E+00	6.67060E-02	0.00000E+00	6.55931E-02	1.287657E+00	-2.097443E-01
A8	-3.53074E-01	-1.84625E-01	-1.85301E-01	-1.82792E-01	0.00000E+00	-1.85301E-01	-1.85301E-01	0.00000E+00	-1.84625E-01	0.00000E+00	-1.81088E-01	-1.973600E+01	6.071042E-01
A10	9.41386E-01	5.06469E-01	5.11719E-01	5.09926E-01	0.00000E+00	5.11719E-01	5.11719E-01	0.00000E+00	5.06469E-01	0.00000E+00	4.95811E-01	8.207171E+01	7.292304E+00
A12	-1.30896E+00	-6.99245E-01	-7.09767E-01	-7.12611E-01	0.00000E+00	-7.09767E-01	-7.09767E-01	0.00000E+00	-6.99245E-01	0.00000E+00	-6.82673E-01	-1.789135E+02	-1.513770E+01
A14	9.77540E-01	5.28793E-01	5.39799E-01	5.46486E-01	0.00000E+00	5.39799E-01	5.39799E-01	0.00000E+00	5.28793E-01	0.00000E+00	5.14440E-01	2.075088E+02	1.152134E+01
A16	-3.02757E-01	-1.67372E-01	-1.71904E-01	-1.75514E-01	0.00000E+00	-1.71904E-01	-1.71904E-01	0.00000E+00	-1.67372E-01	0.00000E+00	-1.62123E-01	-1.013300E+02	-2.658659E+00

実施例13		R1面										R2面		
輪番番号		1	2	3	3-4輪番間	4	4-5輪番間	5	5-6輪番間	6	6-7輪番間	7	1	2
B	0	0.008501908	0.017776718	0.021169985	0.008501908	0.008501908	0.008501908	-0.000772901	0	0	-0.000772901	0	-0.000772901	
B(λ)	0					11			-1	0	-1	0	-1	
Rb	0	0.4741	0.7018	1.0208	1.027566	1.0681	1.07474	1.115	0.16	0.16	0.9	0.16	0.16	
Rs	0.4741	0.7018	1.0208	1.027566	1.0681	1.07474	1.115	0.16	0.16	0.16	0.9	0.16	0.16	
Rw	0.4741	0.7018	1.0208	1.027566	1.0681	1.07474	1.115	0.16	0.16	0.16	0.9	0.16	0.16	
R	8.46606E-01	8.43611E-01	8.40434E-01	1.00000E+00	8.43611E-01	1.00000E+00	1.00000E+00	8.46803E-01	-9.598357E-01	-9.701909E-01	-1.843359E+01	-1.843359E+01	-1.843359E+01	
K	-8.78646E-01	-7.39664E-01	-7.42681E-01	0.00000E+00	-7.39664E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	-7.36478E-01	-2.18775E+01	-1.843359E+01	-2.18775E+01	-2.18775E+01	-2.18775E+01	
A4	7.08283E-02	4.51323E-02	4.64197E-02	0.00000E+00	4.51323E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	4.40638E-02	4.535957E-01	7.869020E-01	7.869020E-01	7.869020E-01	7.869020E-01	
A6	1.08436E-01	6.71607E-02	6.68970E-02	0.00000E+00	6.71607E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	6.55931E-02	1.287657E+00	-2.097443E+00	-2.097443E+00	-2.097443E+00	-2.097443E+00	
A8	-3.53074E-01	-1.85439E-01	-1.82792E-01	0.00000E+00	-1.85439E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.81088E-01	-1.973600E+01	6.071042E-01	6.071042E-01	6.071042E-01	6.071042E-01	
A10	9.41386E-01	5.09968E-01	5.09926E-01	0.00000E+00	5.09968E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	4.95811E-01	8.207171E+01	7.292304E+00	7.292304E+00	7.292304E+00	7.292304E+00	
A12	-1.30896E+00	-7.05488E-01	-7.12611E-01	0.00000E+00	-7.05488E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	-6.82673E-01	-1.789135E+02	-1.513770E+01	-1.513770E+01	-1.513770E+01	-1.513770E+01	
A14	9.77540E-01	5.28793E-01	5.46486E-01	0.00000E+00	5.28793E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	5.14440E-01	2.075088E+02	1.152134E+01	1.152134E+01	1.152134E+01	1.152134E+01	
A16	-3.02757E-01	-1.69757E-01	-1.75514E-01	0.00000E+00	-1.69757E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.62123E-01	-1.013300E+02	-2.658659E+00	-2.658659E+00	-2.658659E+00	-2.658659E+00	

実施例14		R1面										R2面	
輪番番号		1	2	3	4	4-5輪番間	5	5-6輪番間	6	6-7輪番間	7	1	2
B	0	0.006125714	0.013017143	0.019908571	0.020269817	0.013017143	0.013017143	0.916329888	0.006125714	0.934525127	-0.000765714	0	-0.000765714
B(λ)	0					17			8	-	-1	0	-1
Rb	0	0.41769	0.558025	0.70941	1.013285	1.013285	1.013285	1.076776	1.08511	1.09004	1.12	0	0.14
Rs	0.41769	0.558025	0.70941	1.013285	1.013285	1.013285	1.013285	1.076776	1.08511	1.09004	1.12	0.14	0.9
Rw	0.41769	0.558025	0.70941	1.013285	1.013285	1.013285	1.013285	1.076776	1.08511	1.09004	1.12	0.14	0.9
R	8.51930E-01	8.49023E-01	8.46656E-01	0.303875	0.005068	0.005068	0.005068	0.004926	0.008334	0.004926	0.02996	0.14	0.76
K	-7.23176E-01	-7.16428E-01	-7.20616E-01	8.44289E-01	1.00000E+00	1.00000E+00	1.00000E+00	1.00000E+00	8.49023E-01	1.00000E+00	8.51395E-01	-9.965104E-01	-1.008616E-00
A4	4.64339E-02	3.99330E-02	4.11955E-02	4.13211E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-7.16428E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.269975E+01	-1.859164E-01
A6	3.44888E-02	5.44381E-02	5.44977E-02	5.29712E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	3.99330E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	3.374127E-01	6.790345E-01
A8	-1.10881E-01	-1.51968E-01	-1.50347E-01	-1.44809E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	5.44381E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	5.52314E-02	-1.086060E-00
A10	3.91107E-01	4.40660E-01	4.41206E-01	4.33387E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.51968E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.037061E-01	-3.293486E-00
A12	-5.90538E-01	-6.28780E-01	-6.33918E-01	-6.30440E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	4.40660E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	4.34416E-01	1.516629E+01
A14	4.70162E-01	4.89453E-01	4.98138E-01	5.01736E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-6.28780E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	-6.16017E-01	-2.360290E-01
A16	-1.52382E-01	-1.57790E-01	-1.61974E-01	-1.65081E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	4.89453E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	4.71799E-01	1.585288E-01
									-1.57790E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.52805E-01	-3.369115E-00

[表5-8]

(表5) 各実施例における光ビックアップレンズデータ

実施例15		R1面										R2面	
輪番番号		1	2	3	4	4-5輪帯間	5	5-6輪帯間	6	6-7輪帯間	7	1	2
B	0	0.005480803	0.011701721	0.017942639	0.017942639	0.798279372	0.011701721	0.864102639	0.005480803	0.891861099	-0.000780115	0	-0.000780115
B(λ)	0	0	15	23	23	-	15	-	7	-	-1	0	-1
Rb	0	0.39277	0.515375	0.704165	0.704165	1.009293	1.009293	1.040515	1.045007	1.057875	1.062353	0	0.14
Rb	0.39277	0.515375	0.704165	1.00471	1.00471	1.009293	1.040515	1.045007	1.057875	1.062353	1.1	0.14	0.9
Rw	0.39277	0.515375	0.704165	0.300545	0.300545	0.004583	0.031222	0.004492	0.012868	0.004478	0.037647	0.14	0.76
R	8.41244E-01	8.39069E-01	8.36924E-01	8.34784E-01	8.34784E-01	1.00000E+00	8.36924E-01	1.00000E+00	8.39069E-01	1.00000E+00	-8.98872E-01	-8.98872E-01	-9.091378E-01
K	-8.75178E-01	-8.92992E-01	-8.90132E-01	-8.81427E-01	-8.81427E-01	0.00000E+00	-8.90132E-01	0.00000E+00	-8.92992E-01	0.00000E+00	-9.07367E-01	-1.992083E+01	-1.741847E+01
A4	7.15920E-02	7.50557E-02	7.49423E-02	7.36770E-02	7.36770E-02	0.00000E+00	7.49423E-02	0.00000E+00	7.50557E-02	0.00000E+00	7.76509E-02	7.267452E-01	9.841707E-01
A6	1.18025E-01	1.12363E-01	1.13899E-01	1.14358E-01	1.14358E-01	0.00000E+00	1.13899E-01	0.00000E+00	1.12363E-01	0.00000E+00	1.10615E-01	-1.133362E+00	-3.636544E+00
A8	-3.77140E-01	-3.32667E-01	-3.38867E-01	-3.41719E-01	-3.41719E-01	0.00000E+00	-3.38867E-01	0.00000E+00	-3.32667E-01	0.00000E+00	-3.24292E-01	-7.697239E+00	-6.698708E+00
A10	9.63141E-01	8.60822E-01	8.79572E-01	8.91364E-01	8.91364E-01	0.00000E+00	8.79572E-01	0.00000E+00	8.60822E-01	0.00000E+00	8.37725E-01	4.383889E+01	-7.012986E+00
A12	-1.26872E+00	-1.15458E+00	-1.18388E+00	-1.20540E+00	-1.20540E+00	0.00000E+00	-1.18388E+00	0.00000E+00	-1.15458E+00	0.00000E+00	-1.12046E+00	-1.023044E+02	4.985391E+00
A14	8.94739E-01	8.34657E-01	8.59178E-01	8.79347E-01	8.79347E-01	0.00000E+00	8.59178E-01	0.00000E+00	8.34657E-01	0.00000E+00	8.07542E-01	1.191147E+02	-4.450206E+00
A16	-2.63034E-01	-2.51655E-01	-2.60185E-01	-2.67786E-01	-2.67786E-01	0.00000E+00	-2.60185E-01	0.00000E+00	-2.51655E-01	0.00000E+00	-2.42613E-01	-5.661688E+01	2.982694E+00

実施例16		R1面										R2面	
輪番番号		1	2	3	4	5	6	6-7輪帯間	7	7-8輪帯間	8	8-9輪帯間	9
B	0	0.003091603	0.006956107	0.010820611	0.010820611	0.014685115	0.019322519	0.851305069	0.013139313	0.903284169	0.006956107	0.922357883	0.000772901
B(λ)	0	4	9	14	14	19	25	-	17	-	9	-	1
Rb	0	0.3498	0.4422	0.5236	0.5236	0.6248	0.7194	1.034	1.038472	1.0626	1.067029	1.0758	1.080227
Rb	0.3498	0.4422	0.5236	0.6248	0.6248	0.7194	1.034	1.038472	1.0626	1.067029	1.0758	1.080227	1.115
Rw	0.3498	0.0924	0.0814	0.1012	0.1012	0.0946	0.3146	0.004472	0.024128	0.004429	0.008771	0.004427	0.034773
R	8.46606E-01	8.45472E-01	8.44143E-01	8.42815E-01	8.42815E-01	8.41491E-01	8.39905E-01	1.00000E+00	8.42020E-01	1.00000E+00	8.44143E-01	1.00000E+00	8.46271E-01
K	-8.78646E-01	-7.32847E-01	-7.28198E-01	-7.32072E-01	-7.32072E-01	-7.47775E-01	-7.49445E-01	0.00000E+00	-7.40667E-01	0.00000E+00	-7.38198E-01	0.00000E+00	-7.36774E-01
A4	7.08283E-02	4.34585E-02	4.47452E-02	4.36836E-02	4.36836E-02	4.72383E-02	4.79878E-02	0.00000E+00	4.56338E-02	0.00000E+00	4.47452E-02	0.00000E+00	4.41814E-02
A6	1.08438E-01	6.60400E-02	6.69310E-02	6.66519E-02	6.66519E-02	6.71260E-02	6.71260E-02	0.00000E+00	6.72551E-02	0.00000E+00	6.69310E-02	0.00000E+00	6.59178E-02
A8	-3.53074E-01	-1.83704E-01	-1.85138E-01	-1.85796E-01	-1.85796E-01	-1.84406E-01	-1.81407E-01	0.00000E+00	-1.85151E-01	0.00000E+00	-1.85138E-01	0.00000E+00	-1.82135E-01
A10	9.41386E-01	5.03026E-01	5.08412E-01	5.11506E-01	5.11506E-01	5.11791E-01	5.06388E-01	0.00000E+00	5.12023E-01	0.00000E+00	5.08412E-01	0.00000E+00	4.98810E-01
A12	-1.30896E+00	-6.93702E-01	-7.02586E-01	-7.09122E-01	-7.09122E-01	-7.12205E-01	-7.11984E-01	0.00000E+00	-7.11361E-01	0.00000E+00	-7.02586E-01	0.00000E+00	-6.87184E-01
A14	9.77540E-01	5.23777E-01	5.31940E-01	5.38790E-01	5.38790E-01	5.43717E-01	5.47412E-01	0.00000E+00	5.41963E-01	0.00000E+00	5.31940E-01	0.00000E+00	5.18229E-01
A16	-3.02757E-01	-1.65487E-01	-1.68591E-01	-1.71437E-01	-1.71437E-01	-1.73828E-01	-1.76244E-01	0.00000E+00	-1.72919E-01	0.00000E+00	-1.68591E-01	0.00000E+00	-1.63476E-01

実施例16		R2面	
輪番番号		1	2
B	0	0	-0.000772901
B(λ)	0	0	-1
Rb	0	0	0.11
Rb	0.11	0.11	0.9
Rw	0.11	0.11	0.79
R	-9.598357E-01	-9.701909E-01	-9.701909E-01
K	-2.18775E+01	-1.843359E+01	-1.843359E+01
A4	4.535957E-01	7.869020E-01	7.869020E-01
A6	1.287657E+00	2.097443E+00	2.097443E+00
A8	-1.973600E+01	6.071042E-01	6.071042E-01
A10	8.207171E+01	7.292304E+00	7.292304E+00
A12	-1.789135E+02	-1.513770E+01	-1.513770E+01
A14	2.075088E+02	1.152134E+01	1.152134E+01
A16	-1.013300E+02	-2.658659E+00	-2.658659E+00

[表5-9]

(表5) 各実施例における光ビクアップレンスデータ

実施例17												
輪帯番号	1	2	3	3-4輪帯間	4	4-5輪帯間	5	5-6輪帯間	6	6-7輪帯間	7	7-8輪帯間
B	0	0.005410305	0.011593511	0.687179938	0.005410305	0.838938504	-0.000772901	0.879274157	-0.006956107	0.898310257	-0.013139313	0.91977853
B(λ)	0	7	15	-	7	-	-1	-	-9	-	-17	-
Rb	0	0.4455	0.6402	0.957	0.961819	1.0373	1.041778	1.0615	1.065935	1.0747	1.079126	1.089
Rs	0.4455	0.6402	0.957	0.961819	1.0373	1.041778	1.0615	1.065935	1.0747	1.079126	1.089	1.093429
Rw	0.4455	0.1947	0.3168	0.004819	0.075481	0.004478	0.019722	0.004435	0.008765	0.004426	0.009874	0.004429
R	8.46606E-01	8.44674E-01	8.42550E-01	1.00000E+20	8.44674E-01	1.00000E+20	8.46803E-01	1.00000E+20	8.48936E-01	1.00000E+20	8.51069E-01	1.00000E+20
K	-8.78646E-01	-7.37438E-01	-7.44776E-01	0.00000E+00	-7.37438E-01	0.00000E+00	-7.36478E-01	0.00000E+00	-7.48867E-01	0.00000E+00	-7.48776E-01	0.00000E+00
A4	7.08283E-02	4.45123E-02	4.63893E-02	0.00000E+00	4.45123E-02	0.00000E+00	4.40638E-02	0.00000E+00	4.63992E-02	0.00000E+00	4.61836E-02	0.00000E+00
A6	1.08436E-01	6.76060E-02	6.76060E-02	0.00000E+00	6.76060E-02	0.00000E+00	6.55931E-02	0.00000E+00	6.50596E-02	0.00000E+00	6.34929E-02	0.00000E+00
A8	-3.53074E-01	-1.84625E-01	-1.85301E-01	0.00000E+00	-1.84625E-01	0.00000E+00	-1.81089E-01	0.00000E+00	-1.75687E-01	0.00000E+00	-1.70157E-01	0.00000E+00
A10	9.41386E-01	5.06469E-01	5.11719E-01	0.00000E+00	5.06469E-01	0.00000E+00	4.95811E-01	0.00000E+00	4.82166E-01	0.00000E+00	4.67577E-01	0.00000E+00
A12	-1.30896E+00	-6.99245E-01	-7.09767E-01	0.00000E+00	-6.99245E-01	0.00000E+00	-6.82673E-01	0.00000E+00	-6.62677E-01	0.00000E+00	-6.41892E-01	0.00000E+00
A14	9.77540E-01	5.28793E-01	5.39799E-01	0.00000E+00	5.28793E-01	0.00000E+00	5.14440E-01	0.00000E+00	4.98264E-01	0.00000E+00	4.81753E-01	0.00000E+00
A16	-3.02757E-01	-1.67372E-01	-1.71904E-01	0.00000E+00	-1.67372E-01	0.00000E+00	-1.62123E-01	0.00000E+00	-1.56503E-01	0.00000E+00	-1.50890E-01	0.00000E+00

実施例17												
輪帯番号	R1面	8	1	R2面	2							
B	-0.019322519	0	0	-0.000772901								
B(λ)	-25	0	0	-1								
Rb	1.093429	0	0	0.15								
Rs	1.115	0.15	0.15	0.9								
Rw	0.021571	0.15	0.15	0.75								
R	8.53202E-01	-9.598357E-01	-9.701909E-01									
K	-7.39942E-01	-2.187757E+01	-1.843359E+01									
A4	4.42020E-02	4.535957E-01	7.869020E-01									
A6	6.13856E-02	1.287657E+00	-2.097443E+00									
A8	-1.65107E-01	-1.973600E+01	6.071042E-01									
A10	4.53530E-01	8.207171E+01	7.292304E+00									
A12	-6.21906E-01	-1.789135E+02	-1.513770E+01									
A14	4.65825E-01	2.075088E+02	1.152134E+01									
A16	-1.45486E-01	-1.012200E+02	-2.658650E+00									

[表5-10]

(表5) 各実施例における光ビクアップレンズデータ

実施例18		R1面										
輪帯番号	1	2	3	4	5	5-6輪帯間	6	6-7輪帯間	7	7-8輪帯間	8	
B	0	0.005410305	0.011593511	0.017776718	0.023959924	0.908171346	0.017776718	0.932024553	0.011593511	0.979312608	0.005410305	
B(λ)	0	7	15	23	31	-	23	-	15	-	7	
Rb	0	0.3817	0.4972	0.6215	0.7381	1.0571	1.061529	1.0725	1.076928	1.0989	1.103381	
Rs	0.3817	0.4972	0.6215	0.7381	1.0571	1.0571	1.061529	1.0725	1.076928	1.0989	1.103381	
Rw	0.3817	0.1155	0.1243	0.1166	0.319	0.004429	0.010971	0.004428	0.021972	0.004481	0.011619	
R	8.46606E-01	8.44674E-01	8.42550E-01	8.40434E-01	8.38322E-01	1.00000E+20	8.40434E-01	1.00000E+20	8.42550E-01	1.00000E+20	8.44674E-01	
K	-8.78646E-01	-7.37438E-01	-7.44776E-01	-7.42681E-01	-7.42641E-01	0.00000E+00	-7.42681E-01	0.00000E+00	-7.44776E-01	0.00000E+00	-7.37438E-01	
A4	7.08283E-02	4.45123E-02	4.63893E-02	4.64197E-02	4.69787E-02	0.00000E+00	4.64197E-02	0.00000E+00	4.63893E-02	0.00000E+00	4.45123E-02	
A6	1.08436E-01	6.67060E-02	6.76033E-02	6.68970E-02	6.55836E-02	0.00000E+00	6.68970E-02	0.00000E+00	6.76033E-02	0.00000E+00	6.67060E-02	
A8	-3.53074E-01	-1.84625E-01	-1.85301E-01	-1.82792E-01	-1.77279E-01	0.00000E+00	-1.82792E-01	0.00000E+00	-1.85301E-01	0.00000E+00	-1.84625E-01	
A10	9.41386E-01	5.06469E-01	5.11719E-01	5.09926E-01	5.02111E-01	0.00000E+00	5.09926E-01	0.00000E+00	5.11719E-01	0.00000E+00	5.06469E-01	
A12	-1.30896E+00	-6.99245E-01	-7.09767E-01	-7.12611E-01	-7.08720E-01	0.00000E+00	-7.12611E-01	0.00000E+00	-7.09767E-01	0.00000E+00	-6.99245E-01	
A14	9.77540E-01	5.28793E-01	5.39799E-01	5.46486E-01	5.49395E-01	0.00000E+00	5.46486E-01	0.00000E+00	5.39799E-01	0.00000E+00	5.28793E-01	
A16	-3.02757E-01	-1.67372E-01	-1.71904E-01	-1.75514E-01	-1.78309E-01	0.00000E+00	-1.75514E-01	0.00000E+00	-1.71904E-01	0.00000E+00	-1.67372E-01	

実施例18		R2面	
輪帯番号	1	2	
B	0	-0.000772901	
B(λ)	0	-1	
Rb	0	0.13	
Rs	0.13	0.9	
Rw	0.13	0.77	
R	-9.598357E-01	-9.701909E-01	
K	-2.187757E+01	-1.843359E+01	
A4	4.535957E-01	7.869020E-01	
A6	1.287657E+00	-2.097443E+00	
A8	-1.973600E+01	6.071042E-01	
A10	8.207171E+01	7.292304E+00	
A12	-1.789135E+02	-1.513770E+01	
A14	2.075088E+02	1.152134E+01	
A16	-1.013300E+02	-2.658659E+00	

[表5-11]

(表5) 各実施例における光ビクアップレンズデータ

実施例19														R1面																			
輪帯番号	1	2	3	4	5	6	7	7-8輪帯間	8	8-9輪帯間	9	9-10輪帯間																					
B	0	0.002318702	0.005410305	0.008501908	0.011593511	0.014685115	0.017776718	0.671779204	0.014685115	0.746681633	0.011593511	0.793996782																					
B(λ)	0	3	7	11	15	19	23	—	19	—	15	—																					
Rb	0	0.283	0.356	0.414	0.483	0.589	0.656	0.889	0.891331	0.928	0.930235	0.952																					
Rs	0.283	0.356	0.414	0.483	0.589	0.656	0.889	0.891331	0.928	0.930235	0.952	0.954196																					
Rw	0.283	0.073	0.058	0.069	0.106	0.067	0.233	0.002331	0.036669	0.002235	0.021765	0.002196																					
R	7.70807E-01	7.70295E-01	7.69233E-01	7.68172E-01	7.67112E-01	7.66054E-01	7.64997E-01	1.00000E+20	7.66054E-01	1.00000E+20	7.67112E-01	1.00000E+20																					
K	-9.69691E-01	-9.77745E-01	-9.73661E-01	-9.73272E-01	-9.48684E-01	-9.60955E-01	-9.65721E-01	0.00000E+00	-9.60955E-01	0.00000E+00	-9.48684E-01	0.00000E+00																					
A4	1.16086E-01	1.22513E-01	1.21901E-01	1.22316E-01	1.16074E-01	1.20054E-01	1.22008E-01	0.00000E+00	1.20054E-01	0.00000E+00	1.16074E-01	0.00000E+00																					
A6	1.93020E-01	1.65224E-01	1.65942E-01	1.66455E-01	1.66348E-01	1.66584E-01	1.66766E-01	0.00000E+00	1.66584E-01	0.00000E+00	1.66348E-01	0.00000E+00																					
A8	-8.80682E-01	-5.74105E-01	-5.77487E-01	-5.79748E-01	-5.81172E-01	-5.80864E-01	-5.78811E-01	0.00000E+00	-5.80864E-01	0.00000E+00	-5.81172E-01	0.00000E+00																					
A10	2.01435E+00	1.79391E+00	1.80923E+00	1.82188E+00	1.83237E+00	1.83879E+00	1.84090E+00	0.00000E+00	1.83879E+00	0.00000E+00	1.83237E+00	0.00000E+00																					
A12	-3.13816E+00	-2.88603E+00	-2.91799E+00	-2.94653E+00	-2.97219E+00	-2.99251E+00	-3.00711E+00	0.00000E+00	-2.99251E+00	0.00000E+00	-2.97219E+00	0.00000E+00																					
A14	2.65438E+00	2.50822E+00	2.54295E+00	2.57555E+00	2.60628E+00	2.63353E+00	2.65698E+00	0.00000E+00	2.63353E+00	0.00000E+00	2.60628E+00	0.00000E+00																					
A16	-9.32844E-01	-9.00374E-01	-9.15505E-01	-9.30159E-01	-9.44392E-01	-9.57768E-01	-9.70191E-01	0.00000E+00	-9.57768E-01	0.00000E+00	-9.44392E-01	0.00000E+00																					

実施例19														R2面															
輪帯番号	10	10-11輪帯間	11	11-12輪帯間	12	12-13輪帯間	13	1	2																				
B	0.008501908	0.81807863	0.005410305	0.83565914	0.002318702	0.848793034	-0.000772901	0	-0.000772901																				
B(λ)	11	—	7	—	3	—	-1	0	-1																				
Rb	0.954196	0.965	0.967183	0.975	0.977178	0.983	0.985177	0	0.1																				
Rs	0.965	0.967183	0.975	0.977178	0.983	0.985177	1.015	0.1	0.8																				
Rw	0.010804	0.002183	0.007817	0.002178	0.005822	0.002177	0.029823	0.1	0.7																				
R	7.68172E-01	1.00000E+20	7.69233E-01	1.00000E+20	7.70295E-01	1.00000E+20	7.71357E-01	-8.744733E-01	-8.805518E-01																				
K	-9.73272E-01	0.00000E+00	-9.73661E-01	0.00000E+00	-9.77745E-01	0.00000E+00	-9.64209E-01	-2.082398E+01	-2.063765E+01																				
A4	1.22316E-01	0.00000E+00	1.21901E-01	0.00000E+00	1.22513E-01	0.00000E+00	1.18333E-01	8.300332E-01	8.675661E-01																				
A6	1.66455E-01	0.00000E+00	1.65942E-01	0.00000E+00	1.65224E-01	0.00000E+00	1.64148E-01	-1.191180E+00	-1.736754E+00																				
A8	-5.79748E-01	0.00000E+00	-5.77487E-01	0.00000E+00	-5.74105E-01	0.00000E+00	-5.70102E-01	-8.942296E+00	-5.710128E+00																				
A10	1.82188E+00	0.00000E+00	1.80923E+00	0.00000E+00	1.79391E+00	0.00000E+00	1.77708E+00	5.245746E+01	3.361850E+01																				
A12	-2.94653E+00	0.00000E+00	-2.91799E+00	0.00000E+00	-2.88603E+00	0.00000E+00	-2.85215E+00	-1.146605E+02	-6.660846E+01																				
A14	2.57555E+00	0.00000E+00	2.54295E+00	0.00000E+00	2.50822E+00	0.00000E+00	2.47235E+00	1.244712E+02	5.924955E+01																				
A16	-9.30159E-01	0.00000E+00	-9.15505E-01	0.00000E+00	-9.00374E-01	0.00000E+00	-8.85035E-01	-5.522262E+01	-1.873535E+01																				

実施例20														R1面																			
輪帯番号	1	2	3	4	4-5輪帯間	5	5-6輪帯間	6	6-7輪帯間	7	1	2																					
B	0	0.004637404	0.01004771	0.015458015	0.733079515	0.01004771	0.80710843	0.004637404	0.838940541	-0.000772901	0	-0.000772901																					
B(λ)	0	6	13	20	—	13	—	6	—	-1	0	—																					
Rb	0	0.34	0.445	0.608	0.921	0.924935	0.959	0.962828	0.977	0.98081	0	0.12																					
Rs	0.34	0.445	0.608	0.921	0.924935	0.959	0.962828	0.977	0.98081	0.98081	0.12	0.8																					

[表5-12]

(表5) 各実施例における光ビックアップレンズデータ

実施例21 輪帯番号	R1面											7-8輪帯間	8
	1	2	3	4	5	5-6輪帯間	6	6-7輪帯間	7				
B	0	0.003091603	0.006956107	0.010820611	0.015458015	0.741505198	0.01004771	0.816044584	0.004637405	0.845707376	-0.000772901		
B(λ)	0	4	9	14	20	-	13	-	6	-	-1		
Rb	0	0.315	0.394	0.482	0.618	0.925	0.928919	0.963	0.966822	0.98	0.983809		
Rs	0.315	0.394	0.482	0.618	0.925	0.928919	0.963	0.966822	0.98	0.983809	1.015		
Rw	0.315	0.079	0.088	0.136	0.307	0.003919	0.034081	0.003822	0.013178	0.003809	0.031191		
R	7.70807E-01	7.70029E-01	7.68702E-01	7.67377E-01	7.65790E-01	1.00000E+20	7.67642E-01	1.00000E+20	7.69498E-01	1.00000E+20	7.71357E-01		
K	-9.69691E-01	-9.56862E-01	-9.72646E-01	-9.60785E-01	-9.71934E-01	0.00000E+00	-9.62496E-01	0.00000E+00	-9.71988E-01	0.00000E+00	-9.64209E-01		
A4	1.16086E-01	1.16924E-01	1.21885E-01	1.19289E-01	1.23262E-01	0.00000E+00	1.19622E-01	0.00000E+00	1.21312E-01	0.00000E+00	1.18333E-01		
A6	1.93020E-01	1.65095E-01	1.66229E-01	1.66533E-01	1.6687E-01	0.00000E+00	1.66515E-01	0.00000E+00	1.65766E-01	0.00000E+00	1.64148E-01		
A8	-6.80662E-01	-5.74952E-01	-5.78798E-01	-5.80874E-01	-5.80482E-01	0.00000E+00	-5.80678E-01	0.00000E+00	-5.76800E-01	0.00000E+00	-5.70102E-01		
A10	2.01435E+00	1.79772E+00	1.81598E+00	1.82993E+00	1.83967E+00	0.00000E+00	1.82767E+00	0.00000E+00	1.80577E+00	0.00000E+00	1.77708E+00		
A12	-3.13816E+00	-2.89399E+00	-2.93280E+00	-2.96602E+00	-2.99663E+00	0.00000E+00	-2.96005E+00	0.00000E+00	-2.91045E+00	0.00000E+00	-2.85215E+00		
A14	2.65438E+00	2.51688E+00	2.55960E+00	2.59876E+00	2.63971E+00	0.00000E+00	2.59136E+00	0.00000E+00	2.53456E+00	0.00000E+00	2.47235E+00		
A16	-9.32844E-01	-9.04142E-01	-9.22913E-01	-9.40871E-01	-9.60953E-01	0.00000E+00	-9.37385E-01	0.00000E+00	-9.11789E-01	0.00000E+00	-8.85035E-01		

実施例21 輪帯番号	R2面	
	1	2
B	0	-0.000772901
B(λ)	0	-1
Rb	0	0.11
Rs	0.11	0.8
Rw	0.11	0.89
R	-8.744733E-01	-8.805518E-01
K	-2.082398E+01	-2.063765E+01
A4	8.300332E-01	8.679661E-01
A6	-1.191180E+00	-1.736754E+00
A8	-9.942296E+00	-5.710128E+00
A10	5.245746E+01	3.361850E+01
A12	-1.146605E+02	-6.660846E+01
A14	1.244712E+02	5.924995E+01
A16	-5.522262E+01	-1.873535E+01

[表5-13]

[表5-14]

(表5) 各表施例における光ビクアップレンズデータ

実施例23		R1面										R2面	
輪帯番号		1	2	3	4	5	5-6輪帯間	6	6-7輪帯間	7	7-8輪帯間	8	
B	0	0.004637404	0.01004771	0.015438015	0.015438015	0.020868321	0.806365906	0.015458015	0.849359388	0.01004771	0.896933596	0.004637404	
B(λ)	0	0	6	13	20	27	—	20	—	13	—	6	
Rb	0	0.322	0.416	0.533	0.533	0.646	0.951	0.954836	0.974	0.97781	0.999	1.002837	
Rs	0.322	0.322	0.416	0.533	0.646	0.951	0.951	0.954836	0.974	0.97781	0.999	1.002837	
Rw	0.322	0.322	0.094	0.117	0.113	0.305	0.003836	0.019164	0.00381	0.02119	0.003837	0.012163	
R	7.0807E-01	7.69498E-01	7.67642E-01	7.65790E-01	7.63943E-01	7.63943E-01	1.00000E+20	7.65790E-01	1.00000E+20	7.67642E-01	1.00000E+20	7.69498E-01	
K	-9.69691E-01	-9.71988E-01	-9.62496E-01	-9.71934E-01	-9.64807E-01	-9.64807E-01	0.00000E+00	-9.71934E-01	0.00000E+00	-9.62496E-01	0.00000E+00	-9.71988E-01	
A4	1.16086E-01	1.21312E-01	1.19622E-01	1.23262E-01	1.22454E-01	1.22454E-01	0.00000E+00	1.23262E-01	0.00000E+00	1.19622E-01	0.00000E+00	1.21312E-01	
A6	1.93020E-01	1.65766E-01	1.66515E-01	1.66887E-01	1.65192E-01	1.65192E-01	0.00000E+00	1.66887E-01	0.00000E+00	1.66515E-01	0.00000E+00	1.65766E-01	
A8	-6.80662E-01	-5.76800E-01	-5.80678E-01	-5.80482E-01	-5.73807E-01	-5.73807E-01	0.00000E+00	-5.80482E-01	0.00000E+00	-5.80678E-01	0.00000E+00	-5.76800E-01	
A10	2.01435E+00	1.80577E+00	1.82767E+00	1.83967E+00	1.83594E+00	1.83594E+00	0.00000E+00	1.83967E+00	0.00000E+00	1.82767E+00	0.00000E+00	1.80577E+00	
A12	-2.13816E+00	-2.91045E+00	-2.96005E+00	-2.93663E+00	-3.01250E+00	-3.01250E+00	0.00000E+00	-2.93663E+00	0.00000E+00	-2.96005E+00	0.00000E+00	-2.91045E+00	
A14	2.65438E+00	2.53456E+00	2.59136E+00	2.63971E+00	2.67434E+00	2.67434E+00	0.00000E+00	2.63971E+00	0.00000E+00	2.59136E+00	0.00000E+00	2.53456E+00	
A16	-9.32844E-01	-9.11789E-01	-9.37385E-01	-9.60953E-01	-9.81051E-01	-9.81051E-01	0.00000E+00	-9.60953E-01	0.00000E+00	-9.37385E-01	0.00000E+00	-9.11789E-01	

実施例23		R1面										R2面	
輪帯番号		1	2	3	4	4-5輪帯間	5	5-6輪帯間	6	6-7輪帯間	7	8	
B	0	0.001091603	0.008501908	0.013912214	0.013912214	0.73153714	0.005501908	0.805562628	0.003091803	0.83139474	-0.002318702	0	
B(λ)	0	0	4	11	18	—	11	—	4	—	-3	0	
Rb	0	0.34	0.445	0.608	0.608	0.921	0.924935	0.959	0.962828	0.977	0.98081	0	
Rs	0.34	0.445	0.608	0.608	0.921	0.921	0.924935	0.959	0.962828	0.977	0.98081	0.1054	
Rw	0.34	0.105	0.163	0.313	0.313	0.003935	0.034065	0.003928	0.014172	0.00381	0.03419	0.1054	
R	7.71354E-01	7.69498E-01	7.67642E-01	7.65790E-01	7.65790E-01	1.00000E+20	1.00000E+20	1.00000E+20	7.69498E-01	1.00000E+20	7.71357E-01	-8.515214E-01	
K	-9.67861E-01	-9.71988E-01	-9.62496E-01	-9.71934E-01	-9.62496E-01	0.00000E+00	-9.62496E-01	0.00000E+00	-9.71988E-01	0.00000E+00	-9.64209E-01	-1.994632E-01	
A4	1.19268E-01	1.21312E-01	1.19622E-01	1.23262E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	1.19622E-01	0.00000E+00	1.21312E-01	0.00000E+00	1.18333E-01	9.107022E-01	
A6	1.64657E-01	1.65766E-01	1.66515E-01	1.66887E-01	1.65192E-01	1.65192E-01	1.66515E-01	0.00000E+00	1.65766E-01	0.00000E+00	1.64148E-01	-2.197657E+00	
A8	-5.71818E-01	-5.76800E-01	-5.80678E-01	-5.80482E-01	-5.73807E-01	-5.73807E-01	-5.80678E-01	0.00000E+00	-5.76800E-01	0.00000E+00	-5.77102E-01	-2.621802E+00	
A10	1.78067E+00	1.80577E+00	1.82767E+00	1.83967E+00	1.83967E+00	1.83967E+00	1.82767E+00	0.00000E+00	1.80577E+00	0.00000E+00	1.77708E+00	2.099991E+01	
A12	-2.85635E+00	-2.91045E+00	-2.96005E+00	-2.93663E+00	-3.01250E+00	-3.01250E+00	-2.96005E+00	0.00000E+00	-2.91045E+00	0.00000E+00	-2.85215E+00	-3.591080E+01	
A14	2.47483E+00	2.53456E+00	2.59136E+00	2.63971E+00	2.67434E+00	2.67434E+00	2.59136E+00	0.00000E+00	2.53456E+00	0.00000E+00	2.47239E+00	5.924995E+01	
A16	-8.85681E-01	-9.11789E-01	-9.37385E-01	-9.60953E-01	-9.81051E-01	-9.81051E-01	-9.37385E-01	0.00000E+00	-9.11789E-01	0.00000E+00	-8.85035E-01	4.393274E-00	

実施例24		R1面										R2面	
輪帯番号		1	2	3	4	4-5輪帯間	5	5-6輪帯間	6	6-7輪帯間	7	8	
B	0	0.001091603	0.008501908	0.013912214	0.013912214	0.73153714	0.005501908	0.805562628	0.003091803	0.83139474	-0.002318702	0	
B(λ)	0	0	4	11	18	—	11	—	4	—	-3	0	
Rb	0	0.34	0.445	0.608	0.608	0.921	0.924935	0.959	0.962828	0.977	0.98081	0	
Rs	0.34	0.445	0.608	0.608	0.921	0.921	0.924935	0.959	0.962828	0.977	0.98081	0.1054	
Rw	0.34	0.105	0.163	0.313	0.313	0.003935	0.034065	0.003928	0.014172	0.00381	0.03419	0.1054	
R	7.71354E-01	7.69498E-01	7.67642E-01	7.65790E-01	7.65790E-01	1.00000E+20	1.00000E+20	1.00000E+20	7.69498E-01	1.00000E+20	7.71357E-01	-8.515214E-01	
K	-9.67861E-01	-9.71988E-01	-9.62496E-01	-9.71934E-01	-9.62496E-01	0.00000E+00	-9.62496E-01	0.00000E+00	-9.71988E-01	0.00000E+00	-9.64209E-01	-1.994632E-01	
A4	1.19268E-01	1.21312E-01	1.19622E-01	1.23262E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	1.19622E-01	0.00000E+00	1.21312E-01	0.00000E+00	1.18333E-01	9.107022E-01	
A6	1.64657E-01	1.65766E-01	1.66515E-01	1.66887E-01	1.65192E-01	1.65192E-01	1.66515E-01	0.00000E+00	1.65766E-01	0.00000E+00	1.64148E-01	-2.197657E+00	
A8	-5.71818E-01	-5.76800E-01	-5.80678E-01	-5.80482E-01	-5.73807E-01	-5.73807E-01	-5.80678E-01	0.00000E+00	-5.76800E-01	0.00000E+00	-5.77102E-01	-2.621802E+00	
A10	1.78067E+00	1.80577E+00	1.82767E+00	1.83967E+00	1.83967E+00	1.83967E+00	1.82767E+00	0.00000E+00	1.80577E+00	0.00000E+00	1.77708E+00	2.099991E+01	
A12	-2.85635E+00	-2.91045E+00	-2.96005E+00	-2.93663E+00	-3.01250E+00	-3.01250E+00	-2.96005E+00	0.00000E+00	-2.91045E+00	0.00000E+00	-2.85215E+00	-3.591080E+01	
A14	2.47483E+00	2.53456E+00	2.59136E+00	2.63971E+00	2.67434E+00	2.67434E+00	2.59136E+00	0.00000E+00	2.53456E+00	0.00000E+00	2.47239E+00	5.924995E+01	
A16	-8.85681E-01	-9.11789E-01	-9.37385E-01	-9.60953E-01	-9.81051E-01	-9.81051E-01	-9.37385E-01	0.00000E+00	-9.11789E-01	0.00000E+00	-8.85035E-01	4.393274E-00	

[表5-15]

(表5) 各実施例における光ピックアップレンズデータ

実施例25		R1面										R2面	
輪番番号		1	2	3	4	4-5輪番間	5	5-6輪番間	6	6-7輪番間	7	1	2
B		0	0.005410305	0.008501908	0.013912214	0.73153714	0.008501908	0.805562628	0.03091603	0.83739474	-0.002318702	0	-0.002318702
B(λ)		0	7	11	18	-	11	-	4	-	-3	0	-3
Rb		0	0.34	0.445	0.608	0.921	0.924935	0.959	0.962828	0.977	0.98081	0	0.1445
Rs		0.34	0.445	0.608	0.921	0.921	0.924935	0.959	0.962828	0.977	0.98081	0.1445	0.8
Rw		0.34	0.105	0.163	0.313	0.003935	0.003935	0.034065	0.014172	0.00381	0.03419	0.1445	0.6355
R		7.71354E-01	7.69498E-01	7.67642E-01	7.65790E-01	1.00000E+00	1.00000E+00	1.00000E+00	7.69498E-01	1.00000E+00	7.71357E-01	-8.515214E-01	-8.805518E-01
K		-9.67861E-01	-9.71988E-01	-9.62496E-01	-9.71934E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-9.71988E-01	0.00000E+00	-9.64209E-01	-1.994632E+01	-2.063765E+01
A4		1.19268E-01	1.21312E-01	1.19622E-01	1.23262E-01	0.00000E+00	1.19622E-01	0.00000E+00	1.21312E-01	0.00000E+00	1.18333E-01	9.107022E-01	8.675661E-01
A6		1.84657E-01	1.65768E-01	1.66515E-01	1.66687E-01	0.00000E+00	1.66515E-01	0.00000E+00	1.65768E-01	0.00000E+00	1.64148E-01	-2.197657E+00	-1.736754E+00
A8		-5.71818E-01	-5.76800E-01	-9.80678E-01	-5.80482E-01	0.00000E+00	-5.80678E-01	0.00000E+00	-5.76800E-01	0.00000E+00	-5.70102E-01	-2.621802E+00	-5.710128E+00
A10		1.78067E+00	1.80577E+00	1.82767E+00	1.83967E+00	0.00000E+00	1.82767E+00	0.00000E+00	1.80577E+00	0.00000E+00	1.77708E+00	2.099991E+01	3.361850E+01
A12		-2.85635E+00	-2.91045E+00	-2.96005E+00	-2.93963E+00	0.00000E+00	-2.96005E+00	0.00000E+00	-2.91045E+00	0.00000E+00	-2.85215E+00	-3.591080E+01	-6.660846E+01
A14		2.47493E+00	2.53456E+00	2.59136E+00	2.63971E+00	0.00000E+00	2.59136E+00	0.00000E+00	2.53456E+00	0.00000E+00	2.47235E+00	1.827948E+01	5.974995E+01
A16		-8.85681E-01	-9.11789E-01	-9.37385E-01	-9.60953E-01	0.00000E+00	-9.37385E-01	0.00000E+00	-9.11789E-01	0.00000E+00	-8.85035E-01	4.393274E+00	-1.873535E+01

実施例26		R1面										R2面	
輪番番号		1	2	3	4	5	6	7	8	8-9輪番間	9	9-10輪番間	10
B		0	0.001545802	0.003864504	0.006183206	0.008501908	0.010820611	0.013139313	0.015458015	0.43974124	0.013139313	0.616936624	0.010820611
B(λ)		0	2	5	8	11	14	17	20	-	17	-	14
Rb		0	0.26265	0.30685	0.34255	0.3808	0.4607	0.5389	0.5763	0.68	0.681983	0.7803	0.781984
Rs		0.26265	0.30685	0.34255	0.3808	0.4607	0.5389	0.5763	0.68	0.681983	0.7803	0.781984	0.79815
Rw		0.26265	0.0442	0.0337	0.03825	0.0799	0.0374	0.0374	0.1037	0.001983	0.098317	0.001684	0.016166
R		6.56293E-01	6.56152E-01	6.55355E-01	6.54559E-01	6.53783E-01	6.52969E-01	6.52175E-01	6.51383E-01	1.00000E+00	6.52175E-01	1.00000E+00	6.52969E-01
K		-1.01324E+00	-1.01826E+00	-1.04334E+00	-9.87034E-01	-9.88587E-01	-1.00434E+00	-1.00444E+00	-1.00264E+00	0.00000E+00	-1.00444E+00	0.00000E+00	-1.00434E+00
A4		1.96711E-01	2.09725E-01	2.21595E-01	1.97232E-01	1.98788E-01	2.06659E-01	2.07395E-01	2.08163E-01	0.00000E+00	2.07395E-01	0.00000E+00	2.06659E-01
A6		5.99978E-01	4.93565E-01	4.95505E-01	4.98483E-01	5.00178E-01	5.01583E-01	5.02150E-01	5.02153E-01	0.00000E+00	5.02150E-01	0.00000E+00	5.01583E-01
A8		-3.23141E+00	-2.66123E+00	-2.68055E+00	-2.69608E+00	-2.70682E+00	-2.71934E+00	-2.72497E+00	-2.72685E+00	0.00000E+00	-2.72497E+00	0.00000E+00	-2.71934E+00
A10		1.27276E+01	1.10567E+01	1.11590E+01	1.12487E+01	1.13294E+01	1.14025E+01	1.14594E+01	1.15035E+01	0.00000E+00	1.14594E+01	0.00000E+00	1.14025E+01
A12		-2.68130E+01	-2.40953E+01	-2.43668E+01	-2.46169E+01	-2.48510E+01	-2.50711E+01	-2.52624E+01	-2.54303E+01	0.00000E+00	-2.52624E+01	0.00000E+00	-2.50711E+01
A14		3.04585E+01	2.81831E+01	2.85624E+01	2.89237E+01	2.92712E+01	2.96069E+01	2.99169E+01	3.02058E+01	0.00000E+00	2.99169E+01	0.00000E+00	2.96068E+01
A16		-1.43394E+01	-1.35842E+01	-1.37990E+01	-1.40083E+01	-1.42136E+01	-1.44155E+01	-1.46089E+01	-1.47954E+01	0.00000E+00	-1.46089E+01	0.00000E+00	-1.44155E+01

実施例26		R1面										R2面	
輪番番号		10-11輪番間	11	11-12輪番間	12	12-13輪番間	13	13-14輪番間	14	14-15輪番間	15	1	2
B		0.65375675	0.008501908	0.678380437	0.006183206	0.008501908	0.003864504	0.010820611	0.01545802	0.43974124	-0.000772901	0	-0.000772901
B(λ)		-	11	11-12輪番間	8	12-13輪番間	5	-	2	-	-1	-	-1
Rb		0.78815	0.799803	0.8109	0.812538	0.82025	0.821881	0.82705	0.828679	0.8347	0.836329	0.09	0.09
Rs		0.799803	0.8109	0.812538	0.82025	0.821881	0.82705	0.828679	0.8347	0.836329	0.865	0.09	0.7
Rw		0.001653	0.011097	0.001638	0.007712	0.001631	0.005169	0.001629	0.006021	0.001629	0.028671	0.09	0.61
R		1.00000E+00	6.53763E-01	1.00000E+00	6.54559E-01	1.00000E+00	6.55355E-01	1.00000E+00	6.56152E-01	1.00000E+00	6.56949E-01	-7.917892E-01	-7.984101E-01
K		0.00000E+00	-9.88587E-01	0.00000E+00	-9.87034E-01	0.00000E+00	-1.04334E+00	0.00000E+00	-1.01826E+00	0.00000E+00	-1.01510E+00	-2.360210E+01	-2.310806E+01
A4		0.00000E+00	1.98788E-01	0.00000E+00	1.97323E-01	0.00000E+00	2.21595E-01	0.00000E+00	2.09725E-01	0.00000E+00	2.07611E-01	8.454703E-01	9.420891E-01
A6		0.00000E+00	5.00178E-01	0.00000E+00	4.98483E-01	0.00000E+00	4.95505E-01	0.00000E+00	4.93565E-01	0.00000E+00	4.90815E-01	3.318248E+00	1.744231E+00
A8		0.00000E+00	-2.70882E+00	0.00000E+00	-2.69608E+00	0.00000E+00	-2.68055E+00	0.00000E+00	-2.66123E+00	0.00000E+00	-2.64126E+00	-6.368855E+01	-4.963938E+01
A10		0.00000E+00	1.13294E+01	0.00000E+00	1.12487E+01	0.00000E+00	1.11590E+01	0.00000E+00	1.10567E+01	0.00000E+00	1.09523E+01	3.230000E+02	2.498075E+02
A12		0.00000E+00	-2.48510E+01	0.00000E+00	-2.46169E+01	0.00000E+00	-2.43668E+01	0.00000E+00	-2.40953E+01	0.00000E+00	-2.38199E+01	8.357031E+02	-6.149557E+02
A14		0.00000E+00	2.92712E+01	0.00000E+00	2.89237E+01	0.00000E+00	2.85624E+01	0.00000E+00	2.81831E+01	0.00000E+00	2.78015E+01	1.124818E+03	7.683264E+02
A16		0.00000E+00	-1.42136E+01	0.00000E+00	-1.40083E+01	0.00000E+00	-1.37990E+01	0.00000E+00	-1.35842E+01	0.00000E+00	-1.33697E+01	-6.263723E+02	-3.882565E+02

[表5-17]

(表5) 各実施例における光ビックアップレンズデータ

実施例29	R1面										R2面	
	1	2	3	4	4-5輪帯間	5	5-6輪帯間	6	6-7輪帯間	7	1	2
輪帯番号	0	0.006183206	0.013139313	0.02009542	1.065252151	0.013139313	1.238608532	0.006183206	1.269056758	-0.000772901	0	-0.000772901
B(λ)	0	8	17	26	-	17	-	8	-	-1	-	-1
Rb	0	0.546	0.6855	0.9495	1.365	1.370097	1.449	1.453953	1.467	1.471833	0	0.18
Rs	0.546	0.6855	0.9495	1.365	1.370097	1.449	1.453953	1.467	1.471833	1.515	0.18	1.1
Rw	0.546	0.1395	0.264	0.4155	0.005097	0.078903	0.004853	0.013147	0.004833	0.043167	0.18	0.92
R	1.15345E+00	1.15116E+00	1.14878E+00	1.14642E+00	1.00000E+00	1.14878E+00	1.00000E+00	1.15116E+00	1.00000E+00	1.15353E+00	-1.315488E+00	-1.323800E+00
K	-7.88009E-01	-7.90550E-01	-7.83279E-01	-7.94258E-01	0.00000E+00	-7.83279E-01	0.00000E+00	-7.90550E-01	0.00000E+00	-8.16207E-01	6.253651E-01	4.679096E-01
A4	2.01372E-02	2.02026E-02	1.97997E-02	2.09461E-02	0.00000E+00	1.97997E-02	0.00000E+00	2.02026E-02	0.00000E+00	2.21084E-02	1.382836E+00	1.345623E+00
A6	2.29750E-02	2.33124E-02	2.30816E-02	2.29267E-02	0.00000E+00	2.30816E-02	0.00000E+00	2.33124E-02	0.00000E+00	2.36985E-02	-3.930844E+00	-3.718787E+00
A8	-3.96208E-02	-3.95967E-02	-3.93760E-02	-3.87922E-02	0.00000E+00	-3.93760E-02	0.00000E+00	-3.95967E-02	0.00000E+00	-3.96615E-02	9.625694E+00	8.580764E+00
A10	5.58684E-02	5.59073E-02	5.60027E-02	5.57640E-02	0.00000E+00	5.60027E-02	0.00000E+00	5.59073E-02	0.00000E+00	5.56705E-02	-1.640019E+01	-1.362559E+01
A12	-4.05570E-02	-4.07824E-02	-4.11084E-02	-4.12419E-02	0.00000E+00	-4.11084E-02	0.00000E+00	-4.07824E-02	0.00000E+00	-4.03690E-02	1.793611E+01	1.371751E+01
A14	1.54002E-02	1.55791E-02	1.57987E-02	1.59641E-02	0.00000E+00	1.57987E-02	0.00000E+00	1.55791E-02	0.00000E+00	1.53344E-02	-1.111203E+01	-7.743821E+00
A16	-2.36076E-03	-2.40230E-03	-2.45032E-03	-2.49237E-03	0.00000E+00	-2.45032E-03	0.00000E+00	-2.40230E-03	0.00000E+00	-2.35168E-03	3.001592E+00	1.880381E+00

実施例30	R1面										R2面	
	1	2	3	4	4-5輪帯間	5	5-6輪帯間	6	6-7輪帯間	7	1	2
輪帯番号	0	0.005410305	0.011593511	0.017776718	0.887795166	0.011593511	1.030928078	0.008	1.052899382	-0.000772901	0	-0.000772901
B(λ)	0	7	15	23	-	15	-	7	-	-1	0	-1
Rb	0	0.4284	0.5628	0.7512	1.0992	1.103613	1.1652	1.169415	1.1784	1.1826	0	0.16
Rs	0.4284	0.5628	0.7512	1.0992	1.103613	1.1652	1.169415	1.1784	1.1826	1.215	0.16	1
Rw	0.4284	0.1344	0.1884	0.348	0.004413	0.061587	0.004215	0.008985	0.0042	0.0324	0.16	0.84
R	9.13459E-01	9.10822E-01	9.08691E-01	9.06562E-01	1.00000E+00	9.08691E-01	1.00000E+00	9.14189E-01	1.00000E+00	9.12952E-01	-1.221008E+00	-1.230304E+00
K	-9.04400E-01	-9.95100E-01	-9.98418E-01	-9.95296E-01	0.00000E+00	-9.98418E-01	0.00000E+00	-9.93597E-01	0.00000E+00	-9.98876E-01	-1.390379E+00	-4.299280E-01
A4	6.80803E-02	7.42487E-02	7.52310E-02	7.51689E-02	0.00000E+00	7.52310E-02	0.00000E+00	7.33383E-02	0.00000E+00	7.39375E-02	1.702130E+00	1.706771E+00
A6	-7.88372E-03	7.09669E-02	7.21332E-02	7.31405E-02	0.00000E+00	7.21332E-02	0.00000E+00	7.09168E-02	0.00000E+00	6.98991E-02	-6.440518E+00	-5.487143E+00
A8	1.60976E-01	-1.69008E-01	-1.71647E-01	-1.74780E-01	0.00000E+00	-1.71647E-01	0.00000E+00	-1.67750E-01	0.00000E+00	-1.64668E-01	2.280733E+01	1.408262E+01
A10	-3.61358E-01	3.78656E-01	3.87698E-01	3.95921E-01	0.00000E+00	3.87698E-01	0.00000E+00	3.78563E-01	0.00000E+00	3.70175E-01	-7.280362E+01	-2.657197E+01
A12	4.43073E-01	-4.30625E-01	-4.42250E-01	-4.53182E-01	0.00000E+00	-4.42250E-01	0.00000E+00	-4.30790E-01	0.00000E+00	-4.19605E-01	1.726456E+02	3.288161E+01
A14	-2.20476E-01	2.59980E-01	2.67890E-01	2.75536E-01	0.00000E+00	2.67890E-01	0.00000E+00	2.59999E-01	0.00000E+00	2.52436E-01	-2.470454E+02	-2.318810E+01
A16	1.52497E-02	-6.37144E-02	-6.58972E-02	-6.80537E-02	0.00000E+00	-6.58972E-02	0.00000E+00	-6.38170E-02	0.00000E+00	-6.16276E-02	1.541663E+02	6.982717E+00

[0158] （表 6）に、実施例 1 乃至 30 における隣接段差量（但し、谷輪帯より内側の輪帯間のみ）を示す。

[表6-1]

(表6) 各実施例における隣接段差量(谷輪帯より内側輪帯のみ)

実施例1

輪帯番号	R1面							
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4-5輪帯間	5-6輪帯間	6-7輪帯間	7-8輪帯間	8 総和
輪帯半径(mm)	0.3624	0.438	0.5004	0.5844	0.7068	0.7692	0.8256	0.9336
隣接段差量(mm)	0.002391808	0.00325164	0.003271428	0.003349334	0.00350539	0.003612821	0.003732369	
隣接段差量(λ)	3.094585757	4.172805099	4.232662702	4.33345968	4.533569147	4.674365664	4.829039829	
隣接段差量の累積値(λ)	7.267390856	11.50005356	15.83351324	20.36888239	25.04324805	29.87228788	29.87228788	

実施例2

輪帯番号	R1面				R2面			
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4 総和	1-2輪帯間	1-2輪帯間	1-2輪帯間	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.4284	0.5628	0.7512	1.0992	0.16	0.16	0.16	0.16
隣接段差量(mm)	0.005640739	0.00665441	0.007158269		-0.000720643	-0.000720643	-0.000720643	-0.000720643
隣接段差量(λ)	7.298141273	8.609655806	9.261562413		0.932387285	0.932387285	0.932387285	0.932387285
隣接段差量の累積値(λ)	7.298141273	15.90779708	25.16935949					

実施例3

輪帯番号	R1面				R2面			
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3 総和	4 総和	1-2輪帯間	1-2輪帯間	1-2輪帯間	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.4752	0.72	1.088		0.17	0.17	0.17	0.17
隣接段差量(mm)	0.008951831	0.010577994			-0.000716267	-0.000716267	-0.000716267	-0.000716267
隣接段差量(λ)	11.58212227	13.68609546			0.926725584	0.926725584	0.926725584	0.926725584
隣接段差量の累積値(λ)	11.58212227	25.26821773						

実施例4

輪帯番号	R1面				R2面			
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4 総和	1-2輪帯間	1-2輪帯間	1-2輪帯間	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.41553	0.562545	0.718065	1.178	0.16	0.16	0.16	0.16
隣接段差量(mm)	0.0056265	0.006642958	0.007023713		-0.000727918	-0.000727918	-0.000727918	-0.000727918
隣接段差量(λ)	7.279718659	8.594839848	9.087471073		0.941799621	0.941799621	0.941799621	0.941799621
隣接段差量の累積値(λ)	7.279718659	15.87455851	24.96202958					

実施例5

輪帯番号	R1面				R2面			
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4 総和	1-2輪帯間	1-2輪帯間	1-2輪帯間	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.42126	0.53312	0.76874	1.10194	0.16	0.16	0.16	0.16
隣接段差量(mm)	0.005625543	0.006602153	0.007235283		-0.000722262	-0.000722262	-0.000722262	-0.000722262
隣接段差量(λ)	7.278480659	8.542044389	9.361205666		0.934482392	0.934482392	0.934482392	0.934482392
隣接段差量の累積値(λ)	7.278480659	15.82052505	25.18173071					

実施例6

輪帯番号	R1面						R2面	
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4-5輪帯間	5-6輪帯間	6 総和	1-2輪帯間	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.3756	0.4596	0.5424	0.6804	0.7656	1.1052	0.16	0.16
隣接段差量(mm)	0.003194145	0.004050221	0.004134958	0.004333207	0.005409731		-0.000720643	-0.000720643
隣接段差量(λ)	4.132671687	5.240286124	5.349921355	5.606421134	6.999256933		0.932387285	0.932387285
隣接段差量の累積値(λ)	4.132671687	9.37295781	14.72287917	20.3293003	27.32855728			

実施例7

輪帯番号	R1面				R2面			
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3 総和	4 総和	1-2輪帯間	1-2輪帯間	1-2輪帯間	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.462	0.7056	1.0644		0.16	0.16	0.16	0.16
隣接段差量(mm)	0.005681965	0.007003428			-0.000720643	-0.000720643	-0.000720643	-0.000720643
隣接段差量(λ)	7.351480879	9.061225292			0.932387285	0.932387285	0.932387285	0.932387285
隣接段差量の累積値(λ)	7.351480879	16.41270617						

[表6-2]

(表6) 各実施例における隣接段差量(谷輪帯より内側輪帯のみ)

実施例8

輪帯番号	R1面					R2面	
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4-5輪帯間	5	1-2輪帯間	総和
輪帯半径(mm)	0.4044	0.516	0.6732	0.78	1.1628	0.16	
隣接段差量(mm)	0.005614351	0.006568179	0.006914462	0.007272401		-0.000720643	
隣接段差量(λ)	7.26399964	8.4939382554	8.946118147	9.409230448		0.9323687283	
隣接段差量の累積値(λ)	7.26399964	15.76338219	24.70950034	34.11873079			34.11873079

実施例9

輪帯番号	R1面					R2面	
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4		1-2輪帯間	総和
輪帯半径(mm)	0.4284	0.5628	0.7512	1.0992		0.2	
隣接段差量(mm)	0.003345634	0.00665441	0.007158268			-0.003091603	
隣接段差量(λ)	4.328930709	8.609655806	9.261561119			3.999999931	
隣接段差量の累積値(λ)	4.328930709	12.93858652	22.20014763				22.20014763

実施例10

輪帯番号	R1面					R2面	
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4		1-2輪帯間	総和
輪帯半径(mm)	0.4284	0.5628	0.7512	1.0992		0.2	
隣接段差量(mm)	0.006437437	0.003562807	0.007158268			-0.003091603	
隣接段差量(λ)	8.32893064	4.609655875	9.261561119			3.999999931	
隣接段差量の累積値(λ)	8.32893064	12.93858652	22.20014763				22.20014763

実施例11

R1面								R2面
輪帯番号	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4-5輪帯間	5-6輪帯間	6-7輪帯間	7-8輪帯間	8 総和
輪帯半径(mm)	0.3245	0.4092	0.4741	0.5423	0.6248	0.7018	0.7832	0.9526
隣接段差量(mm)	0.002389789	0.003227562	0.003280669	0.003350134	0.003457702	0.003589375	0.00377472	0.011
隣接段差量(λ)	3.091974488	4.175907877	4.244618069	4.334495003	4.473669063	4.644030485	4.883835756	-0.00072881
隣接段差量の累積値(λ)	3.091974488	7.267882365	11.51250043	15.84699544	20.3206645	24.96469499	29.84853074	0.942954183

実施例12

輪帯番号	R1面					R2面	
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4		1-2輪帯間	総和
輪帯半径(mm)	0.4092	0.5423	0.7018	1.0208		0.14	
隣接段差量(mm)	0.005654645	0.006699525	0.00717707			-0.000713549	
隣接段差量(λ)	7.316132986	8.668026961	9.28588656			0.923208485	
隣接段差量の累積値(λ)	7.316132986	15.98415995	25.2700486				25.2700486

実施例13

輪帯番号	R1面					R2面	
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	3		1-2輪帯間	総和
輪帯半径(mm)	0.4741	0.7018	1.0208			0.16	
隣接段差量(mm)	0.009022001	0.010763096				-0.000703625	
隣接段差量(λ)	11.67290998	13.9258532				0.910368769	
隣接段差量の累積値(λ)	11.67290998	25.59849529					25.59849529

実施例14

輪帯番号	R1面					R2面	
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4		1-2輪帯間	総和
輪帯半径(mm)	0.41769	0.558025	0.70941	1.013285		0.14	
隣接段差量(mm)	0.006416784	0.007499634	0.008016289			-0.000704242	
隣接段差量(λ)	8.302209084	9.703230093	10.37169227			0.911167547	
隣接段差量の累積値(λ)	8.302209084	18.00543918	28.37713145				28.37713145

[表6-3]

(表6) 各実施例における隣接段差量(谷輪帯より内側輪帯のみ)

實施例15

[illegible]

实施例16

補審番号	R1面				総和
	1-2補審間	2-3補審間	3-4補審間	5-6補審間	
補審番号(mm)	0.3498	0.4422	0.5236	0.6248	6
補審長さ(mm)	0.003197485	0.004066335	0.004161818	0.005437347	1.034
補審長さ差量(λ)	4.136993086	5.261135122	5.384673513	7.034986966	
補審長さ差量の累積値(λ)	4.136993086	9.398128709	14.78280172	20.374655641	
補審長さ差量の累積値(λ)				27.40964337	

寒施例17

R1面				R2面			
備考番号	1-2輪 spacing	2-3輪 spacing	3				
輪著半径(mm)	0.4455	0.6402	0.957				総和
歯頂段差量(mm)	0.005700867	0.006958431					0.15
歯頂段差量(λ)	7.375936188	9.003006458					-0.0007086
歯頂段差量(μm)	7.375936188	16.37894265					0.916805777
歯頂段差量(μm)の累積値(μm)	7.375936188	16.37894265					16.37894265

实施例18

備註番号	R1面					総和
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4-5輪帯間	5	
輪帯半径(mm)	0.3817	0.4972	0.6215	0.7381	1.0571	
輪帯段長さ(mm)	0.005622842	0.006605165	0.006906824	0.007334453		
輪帯段差量(μ)	7.274985846	8.545942363	8.936236756	9.489514275		-0.000718535
総差段差量(μ)	7.274985846	15.82092821	24.75716497	34.24667924		0.9296659638
総差段差率(%)	7.274985846	15.82092821	24.75716497	34.24667924		34.24667924
1-2輪帯間						
2-3輪帯間						
3-4輪帯間						
4-5輪帯間						
5						
総和						

实施例19

編號	R1面						總和	
	1-2輪帶間	2-3輪帶間	3-4輪帶間	4-5輪帶間	5-6輪帶間	6-7輪帶間		
輪帶半徑(mm)	0.283		0.356	0.414	0.483	0.589	0.656	
齒座段半徑(mm)	0.002369814	0.003214829	0.003283963	0.003337633	0.003449312	0.003629695	0.0037763	0.889
齒座段重量(g)	3.066129832	4.159433341	4.22300406	4.318319586	4.519535025	4.6961198	4.8961198	-0.000739179
齒座段重量(λ)	3.066129832	7.2255563173	11.448567292	15.766886592	20.28642184	24.982671084	29.982671084	0.956398964

实施例20

R1面				R2面	
輪番番号	1-2輪帶間	2-3輪帶間	3-4輪帶間	4	總和
輪帶半徑(mm)	0.34	0.445	0.608	0.921	
齒牙段差量(mm)	0.004799486	0.005765546	0.008173383		0.12
齒牙段差量(μ)	6.209705568	7.459619591	7.987290985		-0.000726895
齒牙段差量(μ)	6.209705568	7.459619591	7.987290985		0.940606344
齒牙段差量(μ)	6.209705568	7.459619591	7.987290985		0.12

实施例21

[illegible]

[表6-4]

(表6) 各実施例における隣接段差量(谷輪帯より内側輪帯のみ)

実施例22

輪帯番号	R1面				R2面
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3	総和	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.367	0.531	0.852		0.12
隣接段差量(mm)	0.004829629	0.005948747			-0.000726995
隣接段差量(λ)	6.248705489	7.696650874			0.940606344
隣接段差量の累積値(λ)	6.248705489	13.94535636		13.94535636	

実施例23

輪帯番号	R1面				R2面
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	5	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.322	0.416	0.533	0.646	0.11
隣接段差量(mm)	0.00478098	0.005715327	0.005956882	0.00631477	-0.000733208
隣接段差量(λ)	6.18576239	7.394645021	7.707149768	8.170220313	0.948644746
隣接段差量の累積値(λ)	6.18576239	13.58040741	21.28755718	29.45777749	

実施例24

輪帯番号	R1面				R2面
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.34	0.445	0.608	0.921	0.1054
隣接段差量(mm)	0.00328647	0.005765545	0.006173384		-0.002281789
隣接段差量(λ)	4.252124023	7.459618298	7.987292279		2.952240351
隣接段差量の累積値(λ)	4.252124023	11.71174232	19.6990346		

実施例25

輪帯番号	R1面				R2面
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.34	0.445	0.608	0.921	0.1445
隣接段差量(mm)	0.005605172	0.003446843	0.006173384		-0.002256831
隣接段差量(λ)	7.252123648	4.459618673	7.987292279		2.919949632
隣接段差量の累積値(λ)	7.252123648	11.71174232	19.6990346		

実施例26

輪帯番号	R1面							R2面
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4-5輪帯間	5-6輪帯間	6-7輪帯間	7-8輪帯間	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.26265	0.30885	0.34255	0.3808	0.4607	0.5389	0.5763	0.09
隣接段差量(mm)	0.001584088	0.002413545	0.002439872	0.002472976	0.002561681	0.002684492	0.002761966	-0.000738536
隣接段差量(λ)	2.049536686	3.12271035	3.156772848	3.199603359	3.314372379	3.473268106	3.573508052	0.95553826
隣接段差量の累積値(λ)	2.049536686	5.172247036	8.329019883	11.52862324	14.84299562	18.31626373	21.88976978	

実施例27

輪帯番号	R1面				R2面
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.3043	0.3774	0.5304	0.7837	0.11
隣接段差量(mm)	0.004012989	0.004939277			-0.000725443
隣接段差量(λ)	5.192114762	6.390571203			0.938597498
隣接段差量の累積値(λ)	5.192114762	11.58268596	11.58268596		

実施例28

輪帯番号	R1面							R2面
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4-5輪帯間	5-6輪帯間	6-7輪帯間	7	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.483	0.564	0.6405	0.7845	0.9375	1.005	1.2075	0.18
隣接段差量(mm)	0.003188126	0.004039255	0.004096933	0.004238693	0.004455987	0.004583794		-0.000723092
隣接段差量(λ)	4.124883379	5.22609833	5.300722872	5.484136321	5.765277169	5.930637634		0.935556064
隣接段差量の累積値(λ)	4.124883379	9.350981709	14.65170438	20.1358409	25.90111807	31.8317557		

[表6-5]

(表6) 各実施例における隣接段差量(谷輪帯より内側輪帯のみ)

実施例29

輪帯番号	R1面				R2面
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.546	0.6855	0.9495	1.365	0.18
隣接段差量(mm)	0.006445116	0.007443716	0.008055652		-0.000717524
隣接段差量(λ)	8.33886621	9.630881393	10.42262183		0.928351946
隣接段差量の累積値(λ)	8.33886621	17.9697476	28.39236943		
					28.39236943

実施例30

輪帯番号	R1面				R2面
	1-2輪帯間	2-3輪帯間	3-4輪帯間	4	1-2輪帯間
輪帯半径(mm)	0.4284	0.5628	0.7512	1.0992	0.16
隣接段差量(mm)	0.005640739	0.00665441	0.007158269		-0.000720643
隣接段差量(λ)	7.298141273	8.609655806	9.261562413		0.932387285
隣接段差量の累積値(λ)	7.298141273	15.90779708	25.16935949		
					25.16935949

[0159] （表 7）に、実施例 1 乃至 30 における各請求項と対応する比較表を示す
。

[表7]

(表7)実施例比較(請求項対応)

項番	式番号	項目	単位	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15
#1	(1)	開口数	NA	0.8506	0.8506	0.8506	0.8506	0.8515	0.8506	0.8506	0.8506	0.8554	0.8554	0.8546	0.8546	0.8546	0.8514	0.8549
#2	(2)	焦点距離	f	1.411	1.411	1.411	1.425	1.398	1.411	1.411	1.411	1.403	1.403	1.287	1.287	1.287	1.298	1.269
#3		輪帯数	輪帯数	15	7	5	2	2	9	9	9	7	7	15	7	5	7	2
#4			輪帯数	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
#5			輪帯数	15	7	5	7	7	9	9	9	7	7	15	7	5	7	7
#6			輪帯数	3.933	7.857	11.800	7.857	7.857	7.556	7.857	7.889	7.429	7.429	3.933	7.857	11.800	8.857	7.857
#7			輪帯数	λ	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1
#8		$RN(R1) \times d_{pm}(R1)$	mm	59	55	59	55	55	68	55	71	52	52	59	55	59	62	55
#9	(3)	$RN(R2) \times d_{pm}(R2)$	mm	2	2	2	2	2	2	2	2	8	8	2	2	2	2	2
#10	(6)	輪帯幅/有効径	Rw/Rs	9.0%	29.0%	32.4%	32.9%	28.0%	28.3%	29.9%	31.9%	29.0%	29.0%	15.4%	29.0%	29.0%	27.5%	27.7%
#11	(9)	接合領域平面の傾き角度	°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#12	(10)	$(N-1) \times \{dn / \lambda\}$	第1輪帯	λ	3.095	7.298	11.582	7.280	7.278	7.351	7.264	4.329	8.329	3.092	7.316	11.673	8.302	7.363
#13	(11)	$(N-1) \times \{dn_0 / \lambda\}$	最終輪帯	λ	3	7	11	7	7	4	7	4	8	3	7	11	8	7
#14			最終輪帯	λ	4	8	12	8	8	8	8	8	8	4	8	12	9	8
#15		$(N-1) \times \sum d_{max} / \lambda $	λ	29.872	25.169	25.268	24.962	25.182	27.329	16.413	34.119	22.200	22.200	29.849	25.270	25.598	28.377	25.457
#16		$(N-1) \times \sum d_{min} / \lambda $	λ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
#17	(12)	$(N-1) \times (\sum d_{max} - \sum d_{min} / \lambda)$	λ	29.872	25.169	25.268	24.962	25.182	27.329	16.413	34.119	22.200	22.200	29.849	25.270	25.598	28.377	25.457
#18		$(N-1) \times D_{max} / \lambda$	λ	27	23	23	23	23	25	15	31	20	20	27	23	23	26	23
#19		$(N-1) \times D_{min} / \lambda$	λ	-1	-1	-1	-1	-1	1	-25	7	-4	-4	-1	-1	-1	-1	-1
#20	(13)	$(N-1) \times (D_{max} - D_{min}) / \lambda$	λ	28	24	24	24	24	24	40	24	24	24	28	24	24	27	24
#21		$\alpha (=D_{max})$	mm	0.02068	0.01777	0.01777	0.01777	0.01777	0.019323	0.01594	0.023960	0.015458	0.015458	0.02068	0.01777	0.01777	0.01909	0.017943
#22		$\beta (=D_{max} - D_{min})$	mm	0.021641	0.018550	0.018550	0.018550	0.018550	0.030916	0.030916	0.018550	0.018550	0.018550	0.021641	0.018550	0.018550	0.020674	0.018723
#23	(14)	$\alpha \cdot \beta (=D_{min})$	mm	-0.000773	-0.000773	-0.000773	-0.000773	-0.000773	0.000773	0.000773	0.005410	-0.003092	-0.003092	-0.000773	-0.000773	-0.000773	-0.000766	-0.000780
#24	(15)	α / β		0.964266	0.958333	0.958333	0.958333	0.958333	1.041667	0.375000	1.291667	0.833333	0.833333	0.964266	0.958333	0.958333	0.962963	0.958333

項番	式番号	項目	単位	実施例16	実施例17	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21	実施例22	実施例23	実施例24	実施例25	実施例26	実施例27	実施例28	実施例29	実施例30
#1	(1)	開口数	NA	0.8546	0.8546	0.8546	0.8540	0.8540	0.8540	0.8540	0.8540	0.8586	0.8586	0.8522	0.8522	0.8515	0.8515	0.8506
#2	(2)	焦点距離	f	1.287	1.287	1.287	1.171	1.171	1.171	1.171	1.171	1.165	1.165	0.997	0.997	1.762	1.762	1.411
#3		輪帯数	輪帯数	9	8	8	13	7	8	8	8	7	7	13	7	13	7	7
#4			輪帯数	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
#5			輪帯数	9	8	8	13	7	8	8	8	7	7	13	7	13	7	7
#6			輪帯数	λ	7.556	7.875	3.923	6.857	6.625	6.875	6.875	6.571	6.571	2.923	5.857	4.923	8.857	7.857
#7			輪帯数	λ	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1
#8		$RN(R1) \times d_{pm}(R1)$	mm	68	63	63	51	48	53	55	55	46	46	38	41	64	62	55
#9		$RN(R2) \times d_{pm}(R2)$	mm	2	2	2	2	2	2	2	2	6	6	2	2	2	2	2
#10	(6)	輪帯幅/有効径	Rw/Rs	28.6%	28.8%	29.0%	23.3%	31.3%	30.7%	32.1%	30.5%	31.3%	31.3%	12.2%	29.8%	13.5%	27.7%	29.0%
#11	(9)	接合領域平面の傾き角度	°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#12	(10)	$(N-1) \times \{dn / \lambda\}$	第1輪帯	λ	4.137	7.376	7.275	3.066	6.210	4.116	6.249	6.186	4.252	2.050	5.192	4.125	8.339	7.298
#13	(11)	$(N-1) \times \{dn_0 / \lambda\}$	最終輪帯	λ	4	7	7	3	6	4	6	6	4	7	2	5	4	7
#14			最終輪帯	λ	8	8	8	4	7	7	7	7	7	3	6	5	8	8
#15		$(N-1) \times \sum d_{max} / \lambda $	λ	27.410	16.379	34.247	24.983	21.657	21.644	13.945	29.458	19.699	19.699	21.890	11.583	31.832	28.392	25.169
#16		$(N-1) \times \sum d_{min} / \lambda $	λ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
#17	(12)	$(N-1) \times (\sum d_{max} - \sum d_{min} / \lambda)$	λ	27.410	16.379	34.247	24.983	21.657	21.644	13.945	29.458	19.699	19.699	21.890	11.583	31.832	28.392	25.169
#18		$(N-1) \times D_{max} / \lambda$	λ	25	31	31	23	20	20	13	27	18	18	20	17	29	26	23
#19		$(N-1) \times D_{min} / \lambda$	λ	1	-25	7	-1	-1	-1	-22	22	-3	-3	-1	-1	-1	-1	-1
#20	(13)	$(N-1) \times (D_{max} - D_{min}) / \lambda$	λ	24	40	24	24	21	21	35	21	21	21	21	18	30	27	24
#21		$\alpha (=D_{max})$	mm	0.019323	0.011594	0.023960	0.01777	0.015458	0.015458	0.010048	0.02068	0.013912	0.013912	0.015458	0.013139	0.022414	0.020095	0.017777
#22		$\beta (=D_{max} - D_{min})$	mm	0.018550	0.030916	0.018550	0.018550	0.016231	0.016231	0.027082	0.016231	0.016231	0.016231	0.016231	0.016231	0.023187	0.020868	0.015550
#23	(14)	$\alpha \cdot \beta (=D_{min})$	mm	0.000773	-0.019323	0.005410	-0.000773	-0.000773	-0.000773	-0.017004	0.004637	-0.002319	-0.002319	-0.000773	-0.000773	-0.000773	-0.000773	-0.000773
#24	(15)	α / β		1.041667	0.375000	1.291667	0.958333	0.952381	0.952381	0.371429	1.285714	0.857143	0.857143	0.952381	0.944444	0.966667	0.962963	0.958333

[0160] (表 8) に、実施例 1 乃至 30 における光学特性の比較表を示す。

[表8]

(表8) 実施例比較(光学特性)

項目	單位	實施例1	實施例2	實施例3	實施例4	實施例5	實施例6	實施例7	實施例8	實施例9	實施例10	實施例11	實施例12	實施例13	實施例14	實施例15
開口數	NA	0.8506	0.8506	0.8506	0.8506	0.8506	0.8506	0.8506	0.8506	0.8554	0.8554	0.8546	0.8546	0.8546	0.8514	0.8549
焦點距離	f	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
輪帶數	RN	15	7	5	7	7	9	7	9	7	7	15	7	5	7	7
設計波長	λ	nm	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	402	408
設計溫度	T	°C	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	30	40
有效半徑	Rs	mm	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.105	1.085
中心厚	t_0	mm	2.4	2.4	2.4	2.43	2.38	2.4	2.4	2.4	2.4	2.2	2.2	2.2	2.21	2.17
作動距離	WD	mm	0.390	0.390	0.404	0.383	0.390	0.390	0.390	0.388	0.388	0.319	0.319	0.319	0.326	0.309
標準狀態	Total	λ rms	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005	0.006	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005
	SA3	λ rms	-0.001	0.000	-0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	-0.001	0.001
面角0.3°	Total	λ rms	0.013	0.013	0.016	0.014	0.014	0.014	0.019	0.017	0.025	0.014	0.014	0.014	0.014	0.013
	AS3	λ rms	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
色散差	AS3	μ m/nm	0.340	0.341	0.338	0.344	0.339	0.345	0.296	0.375	0.340	0.306	0.306	0.307	0.309	0.298
波長特性	Total	λ rms	0.015	0.014	0.016	0.015	0.014	0.015	0.017	0.014	0.015	0.014	0.016	0.018	0.017	0.017
(設計波長+0.9nm)	SA3	λ rms	0.014	0.013	0.013	0.013	0.013	0.014	0.012	0.013	0.013	0.016	0.015	0.015	0.015	0.015
溫度特性	Total	λ rms	0.045	0.046	0.045	0.049	0.044	0.045	0.042	0.048	0.047	0.034	0.036	0.036	0.036	0.031
(設計溫度+15°C)	SA3	λ rms	-0.043	-0.044	-0.043	-0.047	-0.042	-0.044	-0.041	-0.046	-0.044	-0.033	-0.035	-0.034	-0.034	-0.029

項目	單位	實施例16	實施例17	實施例18	實施例19	實施例20	實施例21	實施例22	實施例23	實施例24	實施例25	實施例26	實施例27	實施例28	實施例29	實施例30
開口數	NA	0.8546	0.8546	0.8546	0.8540	0.8540	0.8540	0.8540	0.8540	0.8586	0.8586	0.8522	0.8522	0.8515	0.8515	0.8506
焦點距離	f	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
輪帶數	RN	9	8	8	13	7	8	8	8	7	7	13	7	13	7	7
設計波長	λ	nm	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405
設計溫度	T	°C	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
有效半徑	Rs	mm	1.1	1.1	1.1	1	1	1	1	1	1	0.85	0.85	1.5	1.5	1.2
中心厚	t_0	mm	2.2	2.2	2.2	2	2	2	2	2	2	1.7	1.7	3	3	2.4
作動距離	WD	mm	0.319	0.319	0.319	0.287	0.287	0.287	0.287	0.286	0.286	0.255	0.255	0.447	0.448	0.390
標準狀態	Total	λ rms	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.006	0.004	0.004	0.006	0.006	0.004
	SA3	λ rms	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000
面角0.3°	Total	λ rms	0.015	0.016	0.017	0.010	0.011	0.014	0.014	0.013	0.018	0.011	0.012	0.014	0.014	0.013
	COMA3	λ rms	0.002	-0.008	0.008	0.000	0.001	-0.009	0.007	0.000	-0.001	-0.002	-0.002	0.000	0.002	0.003
色散差	AS3	λ rms	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003
波長特性	Total	μ m/nm	0.309	0.264	0.337	0.269	0.269	0.227	0.295	0.269	0.269	0.230	0.232	0.405	0.412	0.341
(設計波長+0.9nm)	SA3	λ rms	0.016	0.016	0.016	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.014	0.019	0.018	0.014
溫度特性	Total	λ rms	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.016	0.014	0.013	0.013	0.014	0.013	0.018	0.016	0.013
(設計溫度+15°C)	SA3	λ rms	0.036	0.033	0.039	0.028	0.031	0.027	0.032	0.031	0.031	0.021	0.022	0.051	0.052	0.046
	SA3	λ rms	-0.035	-0.032	-0.036	-0.027	-0.029	-0.025	-0.030	-0.029	-0.029	-0.020	-0.021	-0.049	-0.050	-0.044

[0161] (表9)に、実施例2の第6輪帯のサグ (Z_A) と実施例30の第6輪帯のサグの比較表を示す。

[表9]

(表9) 実施例2と実施例30の第6輪帯のサグ比較

第6輪帯の 光線高さ (mm)	実施例2	実施例30	サグ差 (mm)
1.169415	1.0309294	1.0309294	0.000000005
1.17	1.0323549	1.0323549	0.000000002
1.1705	1.0335739	1.0335739	0.000000000
1.171	1.0347934	1.0347934	-0.000000001
1.1715	1.0360134	1.0360134	-0.000000001
1.172	1.037234	1.037234	-0.000000002
1.1725	1.0384551	1.0384551	-0.000000001
1.173	1.0396767	1.0396767	-0.000000001
1.1735	1.0408988	1.0408988	0.000000000
1.174	1.0421214	1.0421214	0.000000000
1.1745	1.0433445	1.0433445	0.000000001
1.175	1.044568	1.044568	0.000000002
1.1755	1.045792	1.045792	0.000000003
1.176	1.0470164	1.0470164	0.000000003
1.1765	1.0482413	1.0482413	0.000000003
1.177	1.0494665	1.0494665	0.000000002
1.1775	1.0506922	1.0506922	0.000000002
1.178	1.0519183	1.0519183	0.000000000
1.1784	1.0528994	1.0528994	-0.000000002

[0162] ここで、実施例30についてのみ詳細に説明する。実施例30は、実施例2からR1面の第6輪帯の軸上段差量B ($=D_6$) 及び非球面係数のみ変更し、両実施例は、ほぼ同一の形状としたものである。

[0163] 具体的には、(表5)に示す実施例2のB ($=D_6$) を0.005410305mmから0.008mmに変更して設計した。実施例2の第6輪帯のサグ (Z_A) と実施例30の第6輪帯のサグを比較したものが(表10)である。

[0164] (表9)から明らかなように、軸上段差量 D_6 は2.6 μ mも異なるのに、サグ量については、最大でも $h=1.169415$ mmにおいて5 μ mしか変わっていない。また、光学特性についても表8において比較すると明らかなように、実施例2と30は同等となっている。よって、輪帯構造のレンズ

において、ある輪帯における軸上段差量 $B (=D_n)$ を全く別な値にしても、本発明と同じ効果を得ることは可能である。

符号の説明

- [0165] 1 1 光源（レーザ光源）
 1 2 ビームスプリッタ
 1 3 コリメータレンズ
 1 4 ピックアップレンズ（光ピックアップ対物レンズ）
 1 4－1 ピックアップレンズ
 1 4－2 ピックアップレンズ
 1 5 光ディスク
 1 6 検出系
 1 0 1 レンズ面
 1 0 2 レンズ面
 1 0 3 第 m 輪帯
 1 0 4 接合領域
 2 0 1 レンズ面
 2 0 2 レンズ面
 2 0 3 第 m 輪帯
 2 0 4 接合領域

請求の範囲

[請求項1] レーザ光源から出射された光束をBD（ブルーレイディスク）などの光ディスクに集光するプラスチック製の光ピックアップ対物レンズであって、前記光ピックアップ対物レンズは、レーザ光源側のレンズ面（R1面）及び光ディスク側のレンズ面（R2面）の両面に複数の輪帯領域を有し、前記レンズ面が段差により同心円状の複数の輪帯領域に分割され各輪帯領域の間に設けられる接合領域を備えてなる輪帯構造を備え、複数の前記段差は、周囲温度が変化した場合に前記光ピックアップ対物レンズにおいて発生する収差を低減するような位相差を入射光束に発生させる段差量を有し、前記光ピックアップ対物レンズの開口数をNA、焦点距離をf（mm）、とした場合に、数式（1）、（2）を満たす光ピックアップ対物レンズ。

$$NA \geq 0.8 \quad \dots \dots (1)$$

$$1.0 \leq f \leq 1.8 \quad \dots \dots (2)$$

[請求項2] 前記光ピックアップ対物レンズの開口数をNAとした場合に、数式（1）'を満たす請求項1記載の光ピックアップ対物レンズ。

$$NA \geq 0.84 \quad \dots \dots (1)'$$

[請求項3] 前記レーザ光源側のレンズ面（R1面）の輪帯数をRN（R1）、光ディスク側のレンズ面（R2面）の輪帯数をRN（R2）、R1面軸上段差量の絶対値の平均値をd_{0m}（R1）（mm）、R2面軸上段差量の絶対値の平均値をd_{0m}（R2）とした場合に、数式（3）を満たす請求項1記載の光ピックアップ対物レンズ。

$$RN(R1) \times d_{0m}(R1) \geq RN(R2) \times d_{0m}(R2) \quad \dots \dots (3)$$

[請求項4] 前記輪帯数の多い方の面の輪帯構造は、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、前記各輪帯領域を、第1輪帯、第2輪帯、・・・、第N輪帯（Nは正の整数）とし、第n輪帯（nは、1 ≤ n ≤ Nを満たす整数）の非球面を前記レンズ中心に向かって仮想的に延長した場合に

、前記非球面と前記レンズ中心を通る光軸との交点を C_n (n は、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数)とし、交点 C_1 と交点 C_n との距離を軸上段差量 D_n とし、前記光軸に平行で光ディスク側に向かう方向を正の方向とした場合、以下の(4)式且つ(5)式を満たす少なくとも1つの第 m 輪帯 (m は、 $1 < m < N$ を満たす整数)を備え、

$$|D_{m-1}| < |D_m| \quad \dots\dots (4)$$

$$|D_m| > |D_{m+1}| \quad \dots\dots (5)$$

前記第 m 輪帯の前記レンズにおいて、中心側の境界の半径を R_b 、外縁側の境界の半径を R_e 、輪帯幅を $R_w (= R_e - R_s)$ 、開口数 NA が0.85であるときの前記光ピックアップレンズの有効半径を R_s とした場合、以下の(6)式を満たす事の特徴とする請求項1記載の光ピックアップレンズ。

$$R_w / R_s \times 100 \geq 25 (\%) \quad \dots\dots (6)$$

[請求項5]

前記輪帯数の多い方の面の輪帯構造は、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、前記各輪帯領域を、第1輪帯、第2輪帯、 $\dots$ 、第 N 輪帯 (N は正の整数)とし、第 n 輪帯 (n は、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数)を通る光線と光軸上を通る光線の光路差を $E_n(\lambda)$ としたとき、以下の(7)式且つ(8)式を満たす少なくとも1つの第 m 輪帯 (m は、 $1 < m < N$ を満たす整数)を備え、

$$|E_{m-1}| < |E_m| \quad \dots\dots (7)$$

$$|E_m| > |E_{m+1}| \quad \dots\dots (8)$$

前記第 m 輪帯の前記レンズにおいて、中心側の境界の半径を R_b 、外縁側の境界の半径 R_e 、輪帯幅を $R_w (= R_e - R_s)$ 、開口数 NA が0.85であるときの前記光ピックアップレンズの有効半径を R_s とした場合、以下の(6)式を満たす事の特徴とする請求項1記載の光ピックアップレンズ。

$$R_w / R_s \times 100 \geq 25 (\%) \quad \dots\dots (6)$$

[請求項6]

前記輪帯数の多い方の面の輪帯構造は、レンズ中心からレンズ外縁

部に向かって、前記各輪帶領域を、第1輪帯、第2輪帯、・・・、第N輪帯（Nは正の整数）とし、第n輪帯（nは、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数）の非球面を前記レンズ中心に向かって仮想的に延長した場合に、前記非球面と前記レンズ中心を通る光軸との交点を C_n （nは、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数）とし、交点 C_1 と交点 C_n との距離を軸上段差量 D_n とし、前記光軸に平行で光ディスク側に向かう方向を正の方向とした場合、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす少なくとも1つの第n-1輪帯と第n輪帯との間に設けられる接合領域を備え、

前記接合領域の面形状は、前記接合領域の面上の実質的に全ての点の前記光軸方向における位置が前記第n-1輪帯の前記レンズ外縁側の境界の前記光軸方向における位置よりも前記光ディスク側となる形状となる請求項1に記載の光ピックアップ対物レンズ。

[請求項7]

前記輪帯数の多い方の面の輪帯構造は、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、前記各輪帶領域を、第1輪帯、第2輪帯、・・・、第N輪帯（Nは正の整数）とし、第n輪帯（nは、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数）の非球面を前記レンズ中心に向かって仮想的に延長した場合に、前記非球面と前記レンズ中心を通る光軸との交点を C_n （nは、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数）とし、交点 C_1 と交点 C_n との距離を軸上段差量 D_n とし、前記光軸に平行で光ディスク側に向かう方向を正の方向とした場合、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす全ての第n-1輪帯と第n輪帯との間に設けられる接合領域を備え、

前記接合領域の面形状は、前記接合領域の面上の実質的に全ての点の前記光軸方向における位置が前記第n-1輪帯の前記レンズ外縁側の境界の前記光軸方向における位置よりも前記光ディスク側となる形状となる請求項1に記載の光ピックアップ対物レンズ。

[請求項8]

前記輪帯数の多い方の面の輪帯構造は、レンズ中心からレンズ外縁部に向かって、前記各輪帶領域を、第1輪帯、第2輪帯、・・・、第N輪帯（Nは正の整数）とし、第n輪帯（nは、 $1 \leq n \leq N$ を満たす

整数)の非球面を前記レンズ中心に向かって仮想的に延長した場合に、前記非球面と前記レンズ中心を通る光軸との交点を C_n (n は、 $1 \leq n \leq N$ を満たす整数)とし、交点 C_1 と交点 C_n との距離を軸上段差量 D_n とし、前記光軸に平行で光ディスク側に向かう方向を正の方向とした場合、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす第 n 輪帯の前記レンズ中心側の境界のレンズ径方向における位置が、当該光ピックアップレンズの前記レンズ面の接線角が 40° 以上となる範囲内であるとき、第 $n-1$ 輪帯と第 n 輪帯との間に設けられる接合領域を備え、

前記接合領域の面形状は、前記接合領域の面上の実質的に全ての点の前記光軸方向における位置が前記第 $n-1$ 輪帯の前記レンズ外縁側の境界の前記光軸方向における位置よりも前記光ディスク側となる形状となる請求項1に記載の光ピックアップ対物レンズ。

[請求項9] 前記接合領域の面形状は、前記光軸に垂直な面から、レーザ光源側から光ディスク側に向かう方向に、角度 θ ($^\circ$) 傾く平面形状である請求項6に記載の光ピックアップレンズ。

[請求項10] 以下の(9)式を満たす請求項9に記載の光ピックアップレンズ。

$$0 \leq \theta \leq 15 \quad \dots \dots (9)$$

[請求項11] 前記光ピックアップ対物レンズは、波長 395 nm 以上 415 nm 以下の範囲にあるレーザ光を、前記光ディスクに集光することを特徴とする、請求項1に記載の光ピックアップ対物レンズ。

[請求項12] レーザ光源側のレンズ面($R1$ 面)及び光ディスク側のレンズ面($R2$ 面)の複数の前記段差は、設計波長及び設計温度時における入射光の位相が輪帯領域相互に波長の略整数倍で異なる段差量であって、周囲温度が変化した場合に前記光ピックアップ対物レンズにおいて発生する収差を低減するような位相差を光束に発生させる段差量を有する請求項1に記載の光ピックアップ対物レンズ。

[請求項13] 前記第 n 輪帯($2 \leq n \leq m$)と前記第 $n-1$ 輪帯の隣接段差量の絶対値を $|d_n|$ (mm)、設計波長を λ (mm)、設計波長及び設計

温度時における前記光ピックアップ対物レンズの屈折率を N とした場合に、数式(10)を満たす請求項1に記載の光ピックアップ対物レンズ。

$$3 \leq (N-1) \times |d_n| / \lambda \leq 15 \quad \dots \dots (10)$$

[請求項14] 前記第 n 輪帯($2 \leq n \leq N$)の軸上段差量 D_n と前記第 $n-1$ 輪帯の軸上段差量 D_{n-1} との差分の絶対値を $|d_{n0}|$ (mm)、設計波長を λ (mm)、設計波長及び設計温度時における前記光ピックアップ対物レンズの屈折率を N とした場合に、数式(11)を満たす請求項1に記載の光ピックアップ対物レンズ。

$$3 \leq (N-1) \times |d_{n0}| / \lambda \leq 12 \quad \dots \dots (11)$$

[請求項15] 前記第 n 輪帯($2 \leq n \leq m$)と前記第 $n-1$ 輪帯の隣接段差量の絶対値の累積値 $\Sigma |d|$ の最大値を $\Sigma |d|_{max}$ 、と累積値 $\Sigma |d|$ の最小値を $\Sigma |d|_{min}$ とした場合に、数式(12)を満たす請求項1に記載の光ピックアップ対物レンズ。

$$10 \leq (N-1) \times (\Sigma |d|_{max} - \Sigma |d|_{min}) / \lambda \leq 40 \quad \dots (12)$$

[請求項16] 前記第 n 輪帯($1 \leq n \leq N$)の軸上段差量 D_n の最大値を D_{max} と最小値を D_{min} とした場合に、数式(13)を満たす請求項1に記載の光ピックアップ対物レンズ。

$$18 \leq (N-1) \times (D_{max} - D_{min}) / \lambda \leq 40 \quad \dots \cdot (13)$$

[請求項17] 前記 $D_{n-1} < D_n$ を満たす全ての第 $n-1$ 輪帯及び第 n 輪帯について、第 n 輪帯の軸上段差量 D_n と前記第 $n-1$ 輪帯の軸上段差量 D_{n-1} との差分の絶対値 $|d_{n0}|$ を加算して得られる値を α とし、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす全ての第 $n-1$ 輪帯及び第 n 輪帯について、前記第 n 輪帯の軸上段差量 D_n と前記第 $n-1$ 輪帯の軸上段差量 D_{n-1} との差分の絶対値 $|d_{n0}|$ を加算して得られる値を β とした場合に、以下の(14)式を満たす請求項1に記載の光ピックアップレンズ。

$$\alpha - \beta \geq 0 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (14)$$

[請求項18] 前記 $D_{n-1} < D_n$ を満たす全ての第 $n-1$ 輪帯及び第 n 輪帯について、第 n 輪帯の軸上段差量 D_n と前記第 $n-1$ 輪帯の軸上段差量 D_{n-1} との差分の絶対値 $|d_{no}|$ を加算して得られる値を α とし、 $D_{n-1} > D_n$ を満たす全ての第 $n-1$ 輪帯及び第 n 輪帯について、前記第 n 輪帯の軸上段差量 D_n と前記第 $n-1$ 輪帯の軸上段差量 D_{n-1} との差分の絶対値 $|d_{no}|$ を加算して得られる値を β とした場合に、以下の (15) 式を満たす請求項 1 に記載の光ピックアップレンズ。

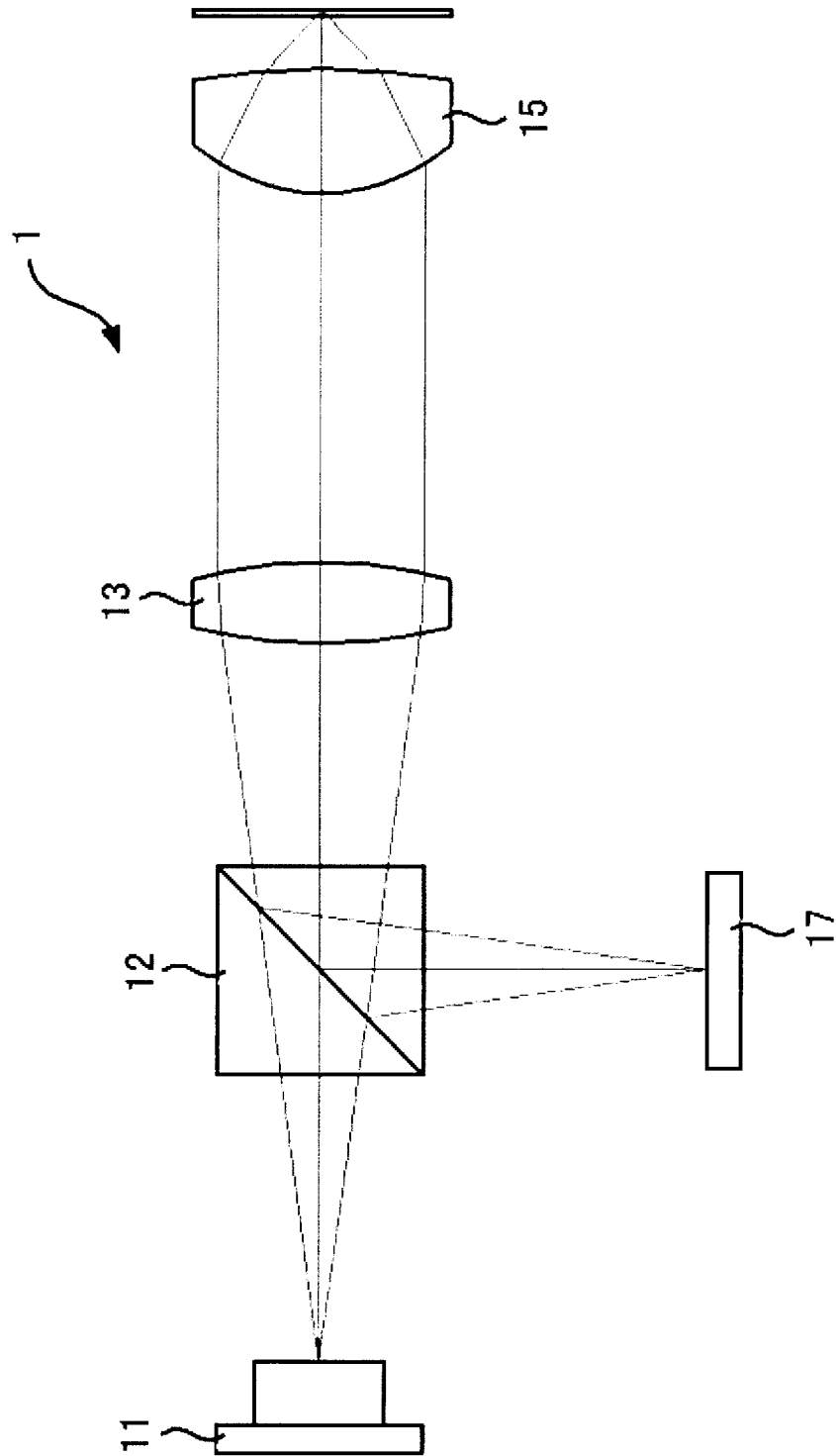
$$0.8 \leq \alpha / \beta \leq 1.2 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (15)$$

[請求項19] 請求項 1 に記載の対物レンズを用いた事の特徴とする光ピックアップ装置。

[請求項20] 請求項 1 に記載の対物レンズを用いた事の特徴とする光ディスク装置。

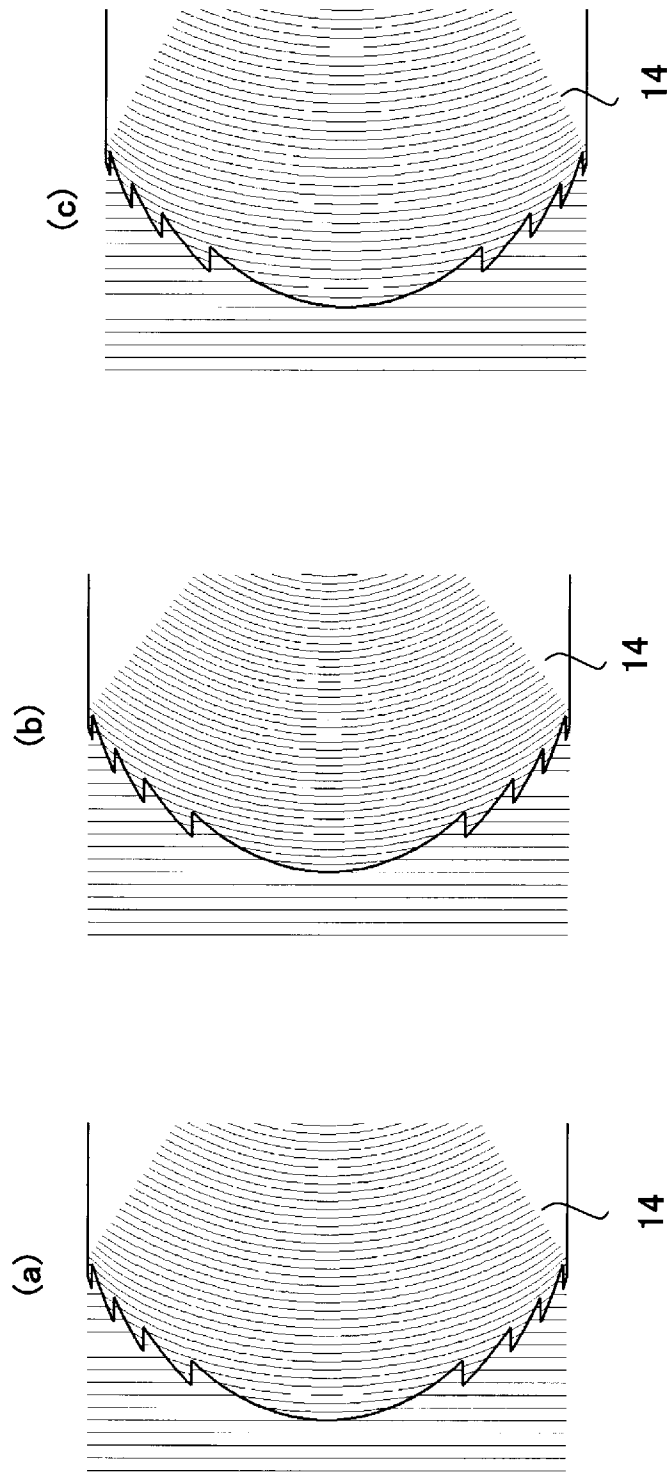
[図1]

図1



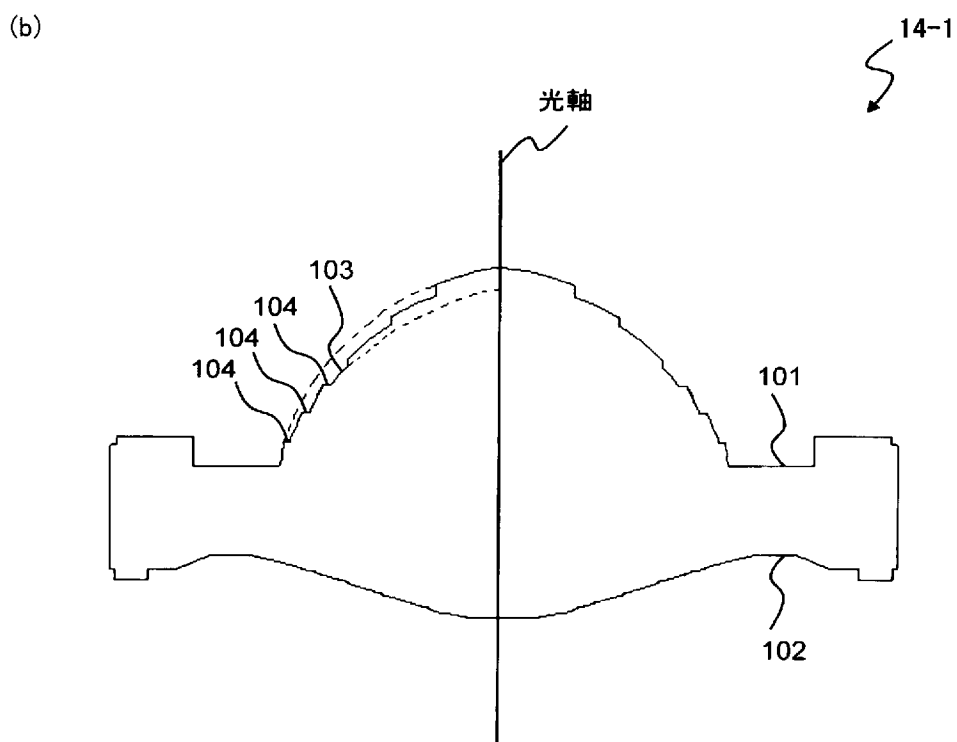
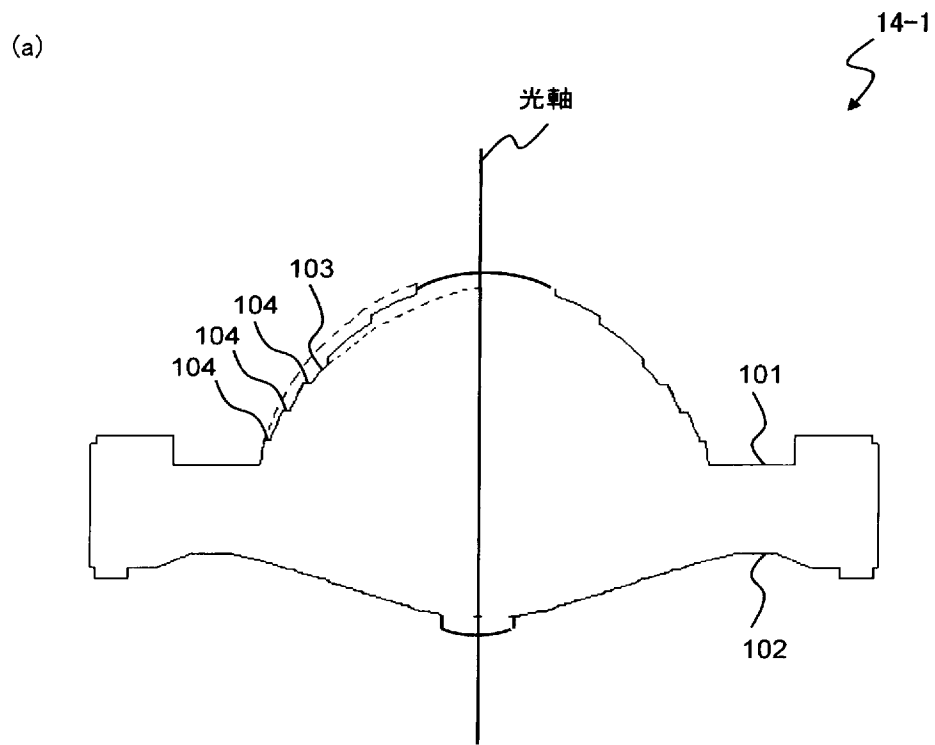
[図2]

図2



[図3]

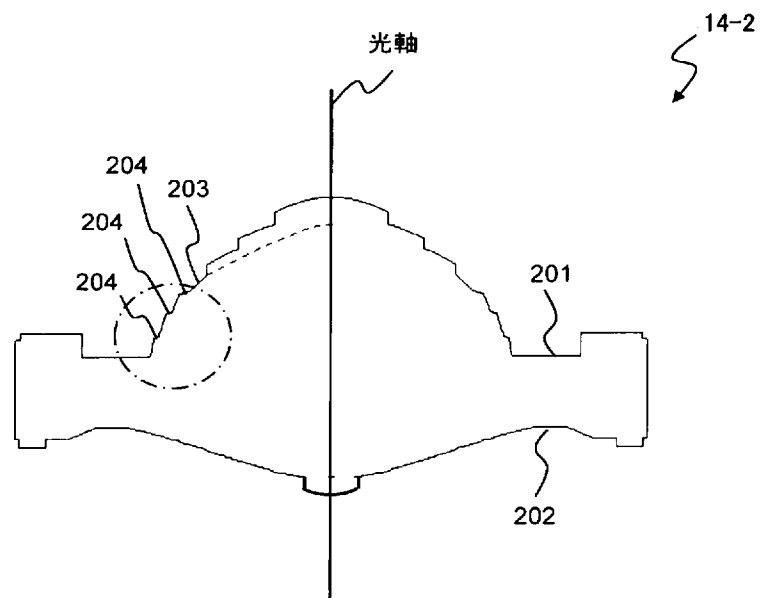
図3



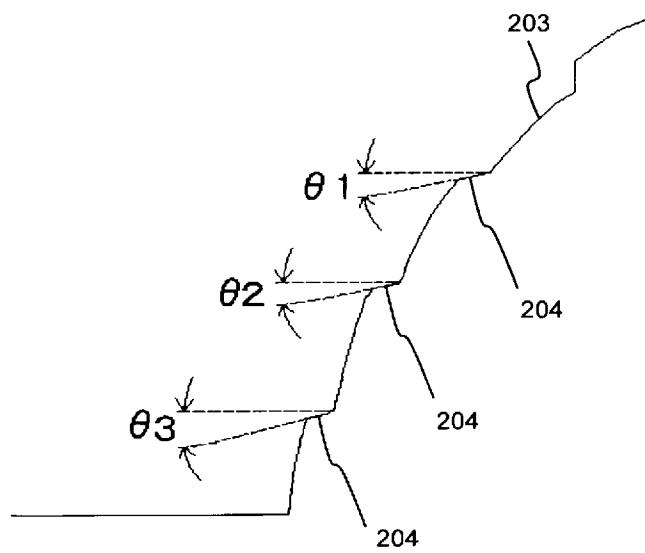
[図4]

図4

(a)

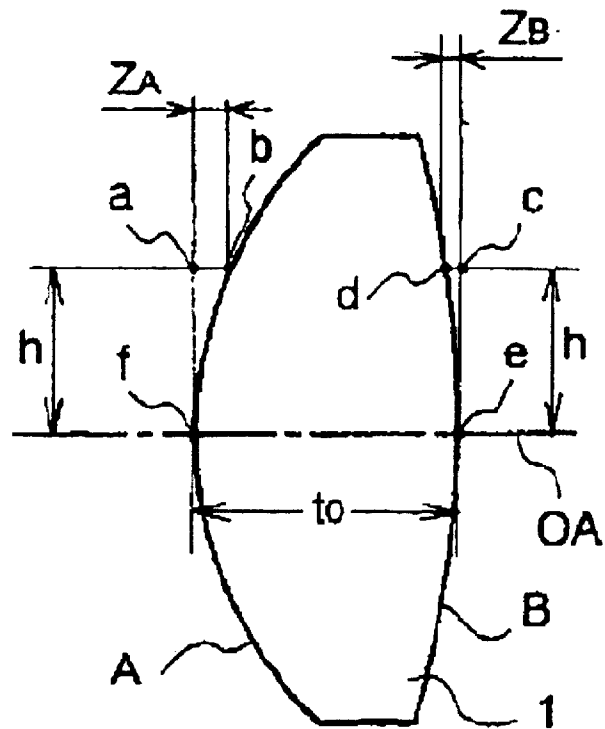


(b)



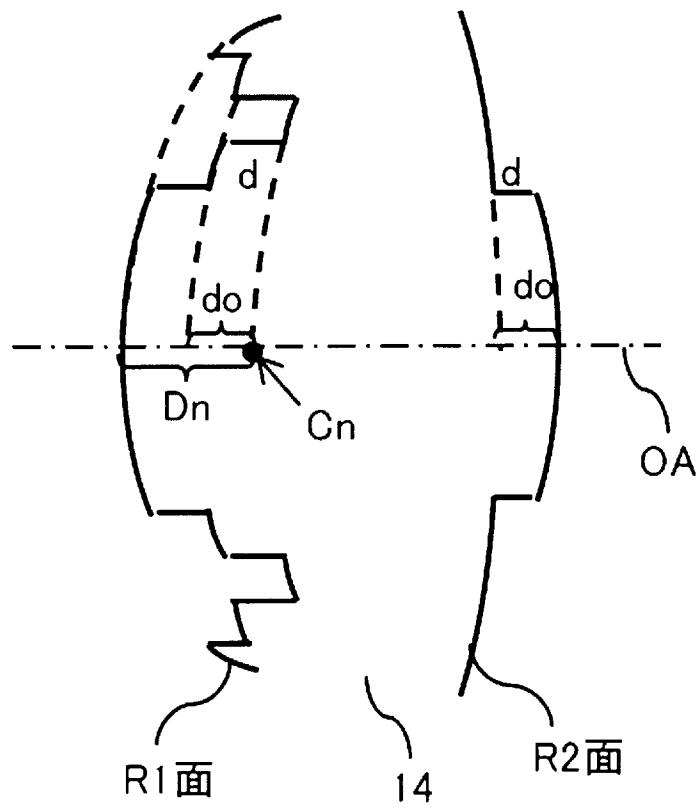
[図5]

図5



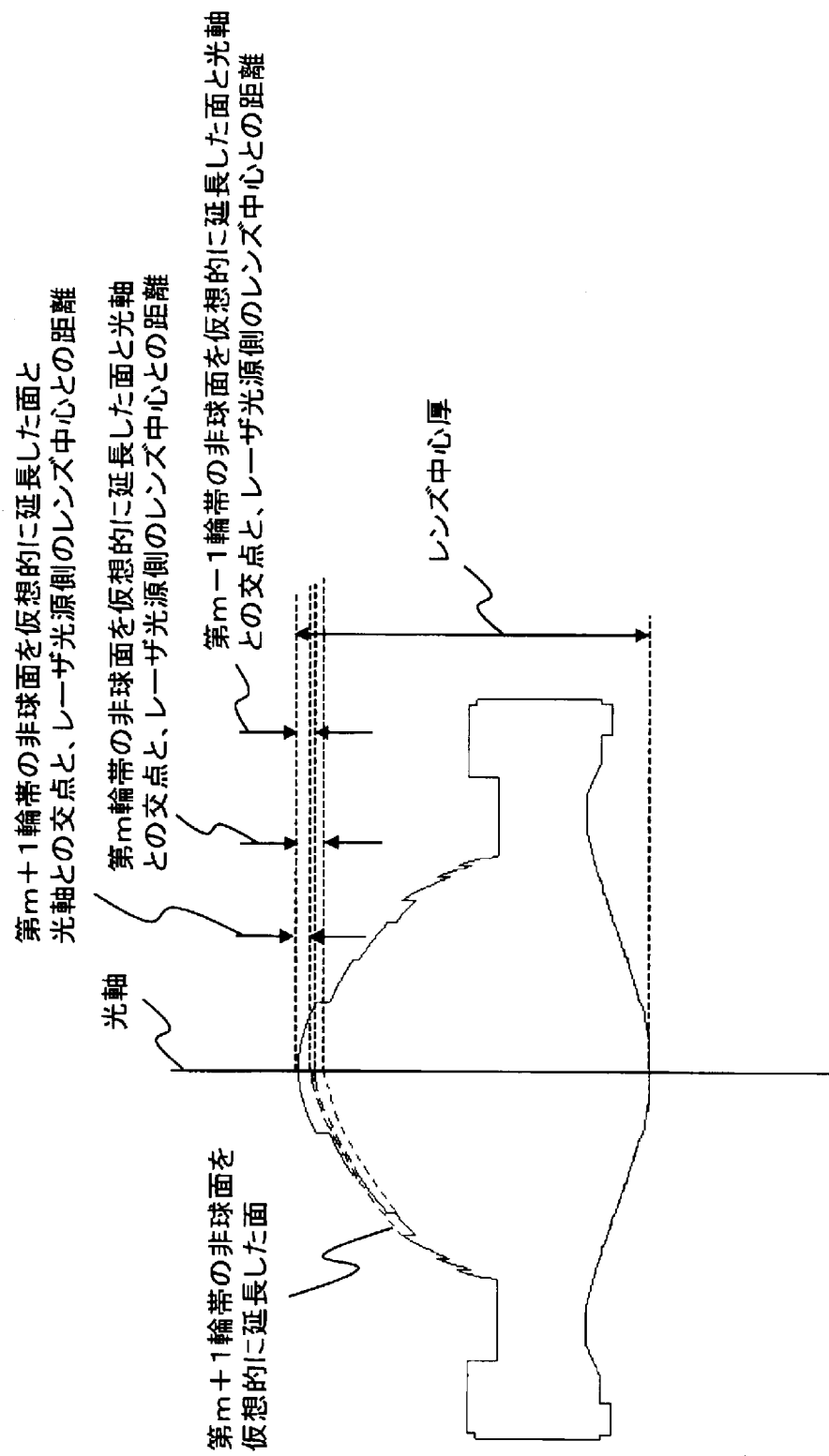
[図6]

図6



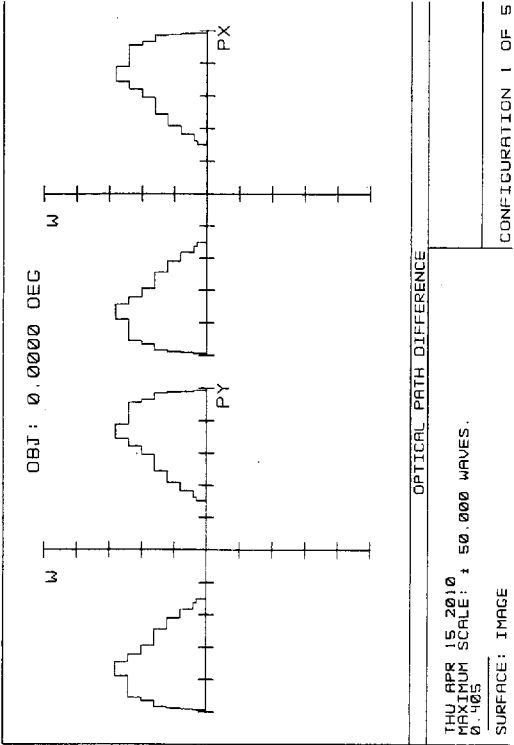
[図7]

図7

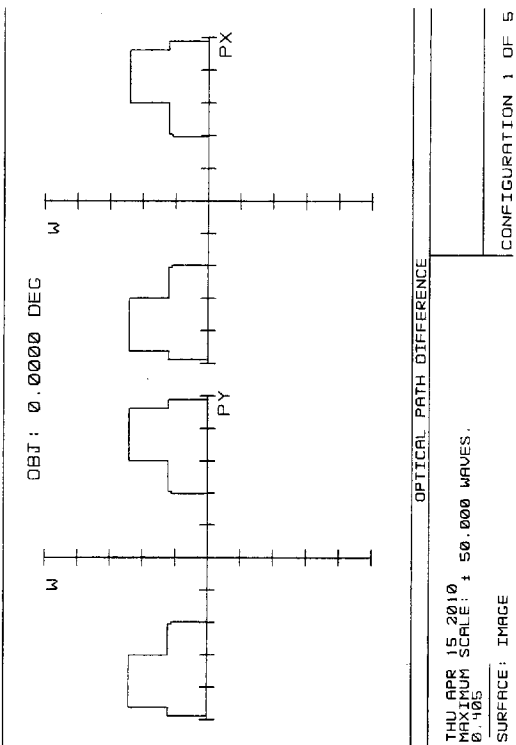


[図8]

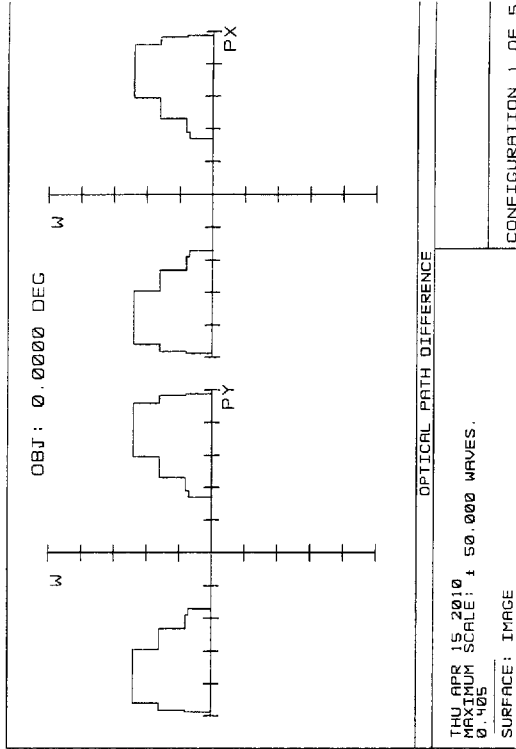
図8 実施例1~4の波面収差図
(実施例1) (実施例2)



(実施例3)



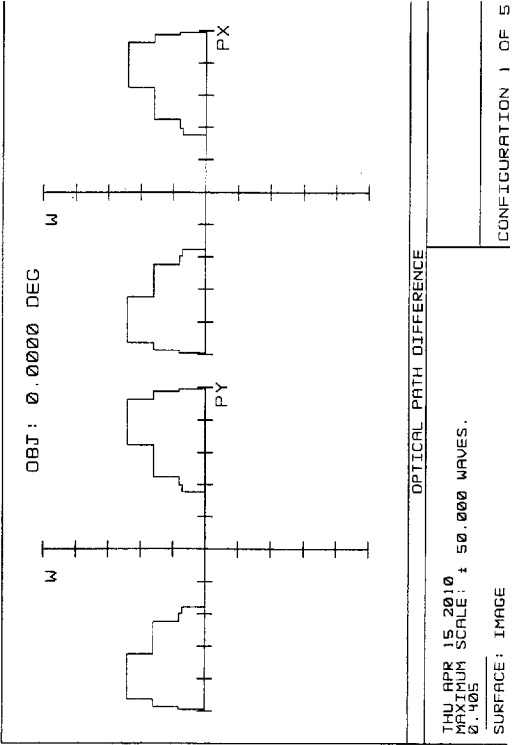
(実施例4)



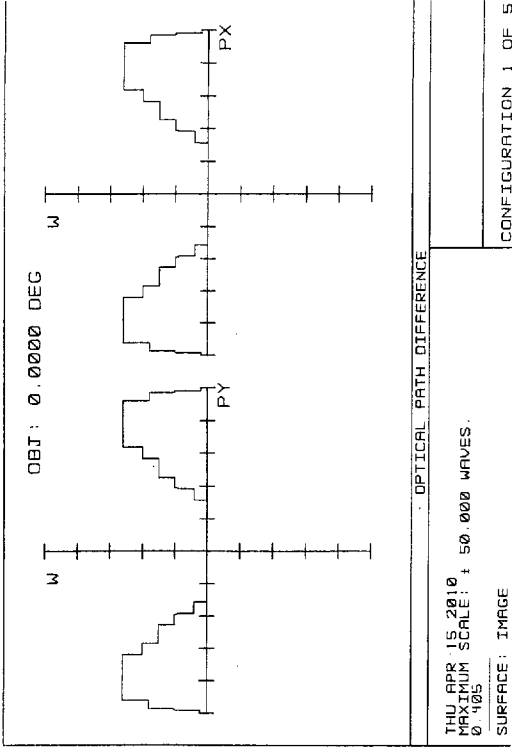
[9]

図9 実施例5～8の波面収差図

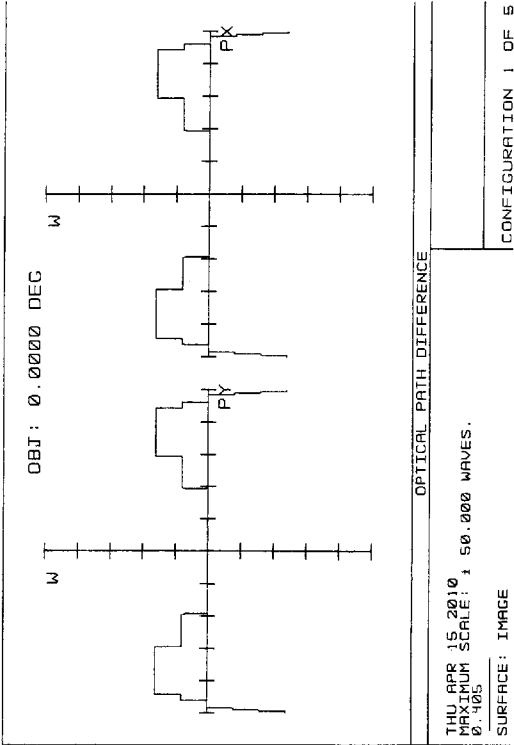
(実施例5)



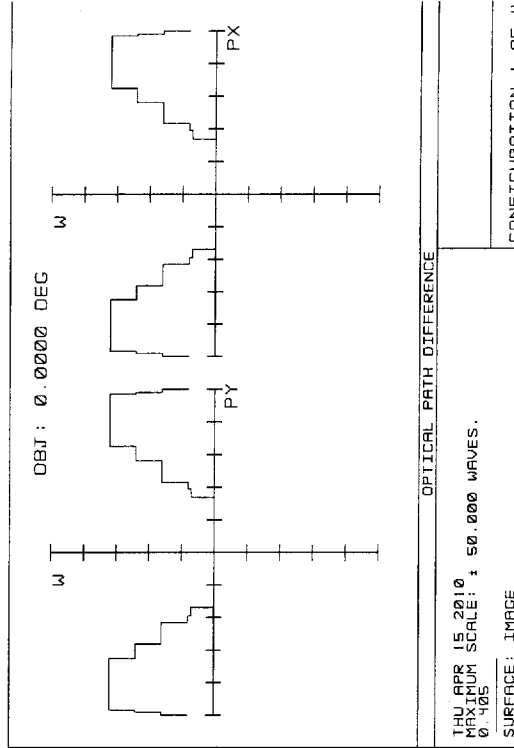
(実施例6)



(実施例7)



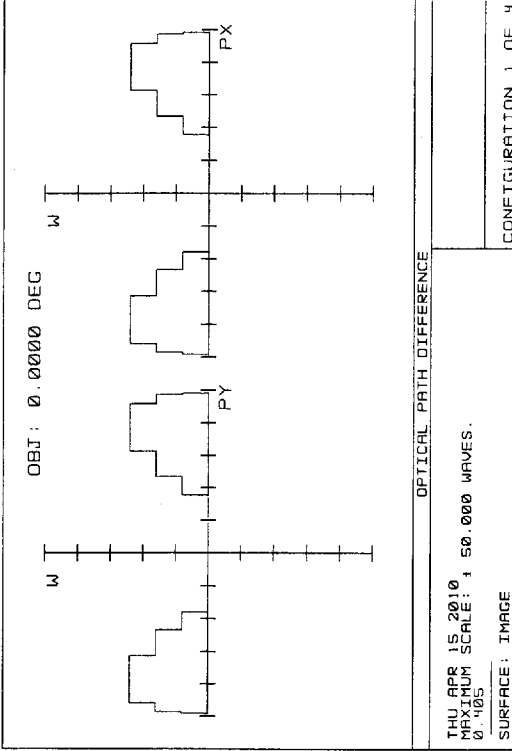
(実施例8)



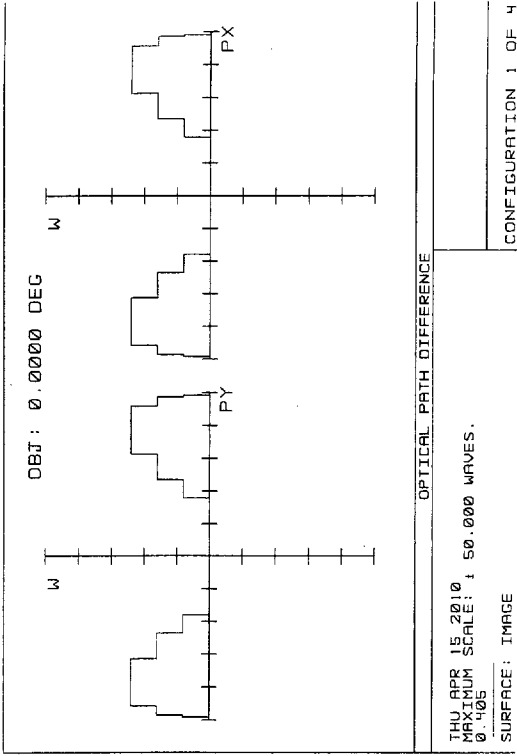
[図10]

図10 実施例9~12の波面収差図

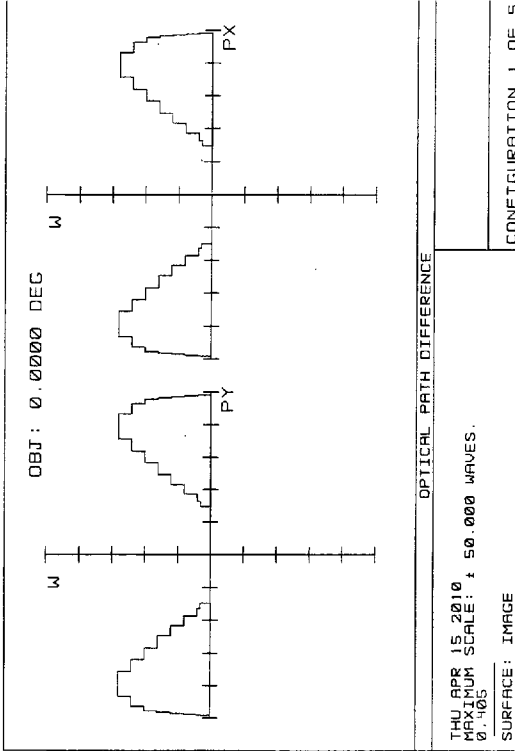
(実施例9)



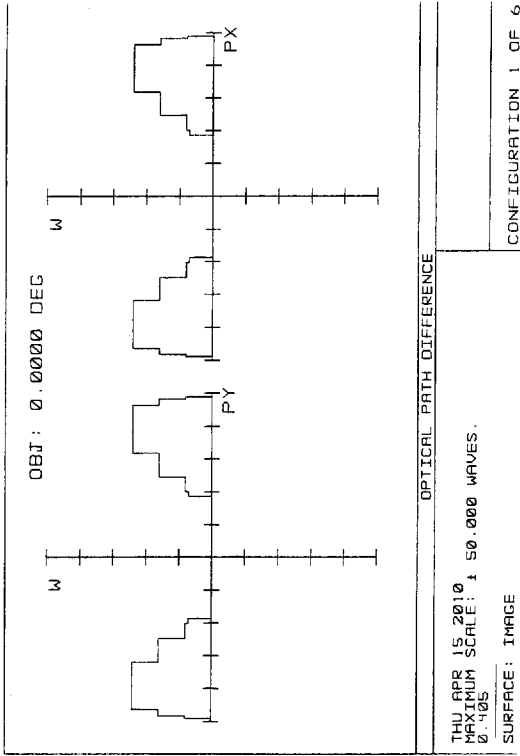
(実施例10)



(実施例11)



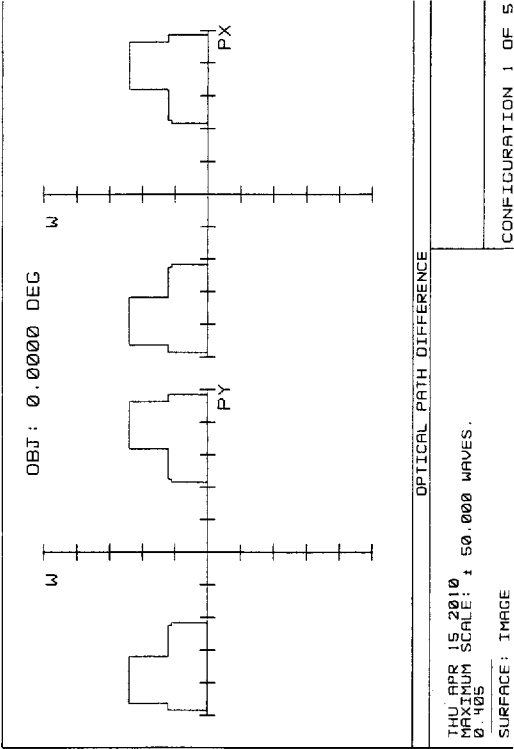
(実施例12)



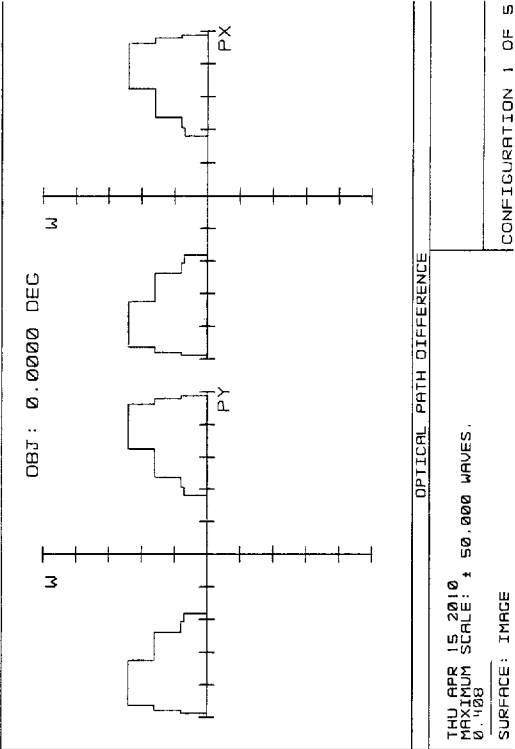
[図11]

図11 実施例13～16の波面収差図

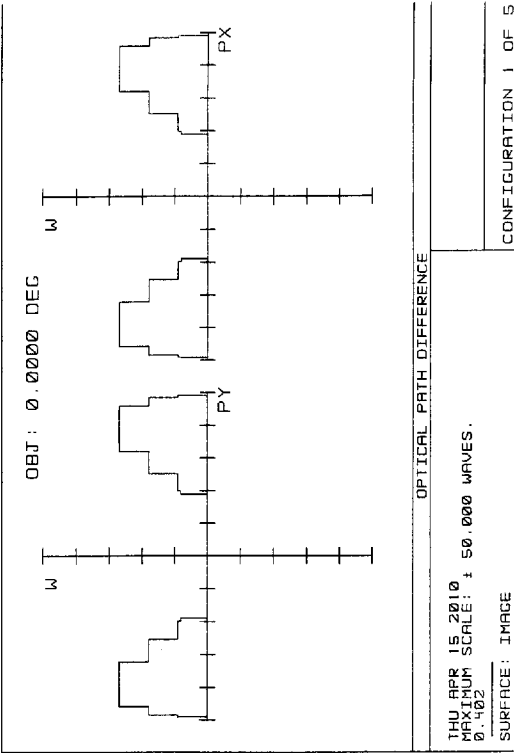
(実施例13)



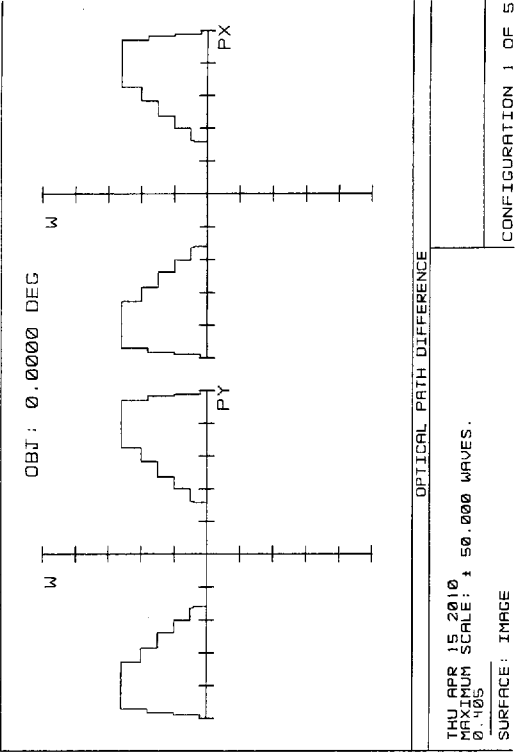
(実施例15)



(実施例14)



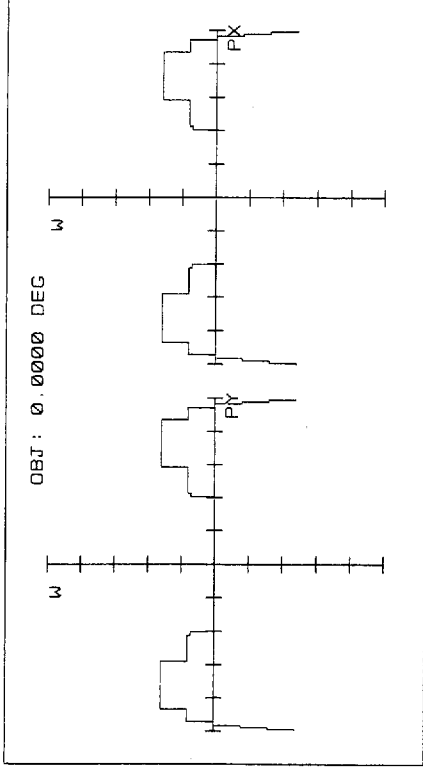
(実施例16)



[図12]

図12 実施例17~20の波面収差図

(実施例17)



OPTICAL PATH DIFFERENCE

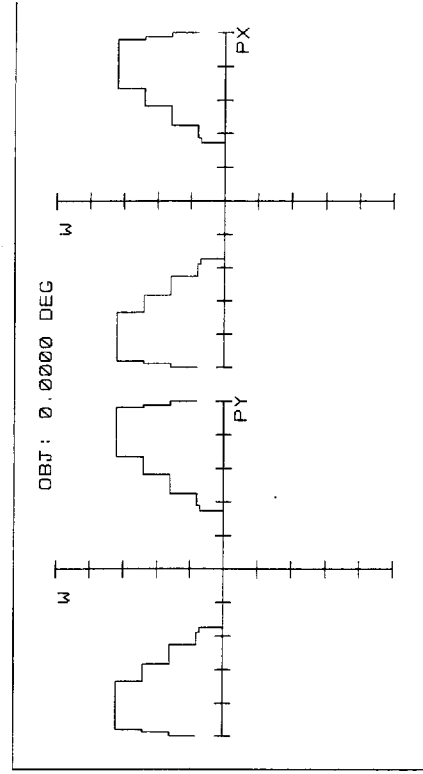
THU APR 15 2010
MAXIMUM SCALE: ± 50.000 WAVES.
0.105

SURFACE: IMAGE

CONFIGURATION 1 OF 5

(実施例19)

(実施例18)



OPTICAL PATH DIFFERENCE

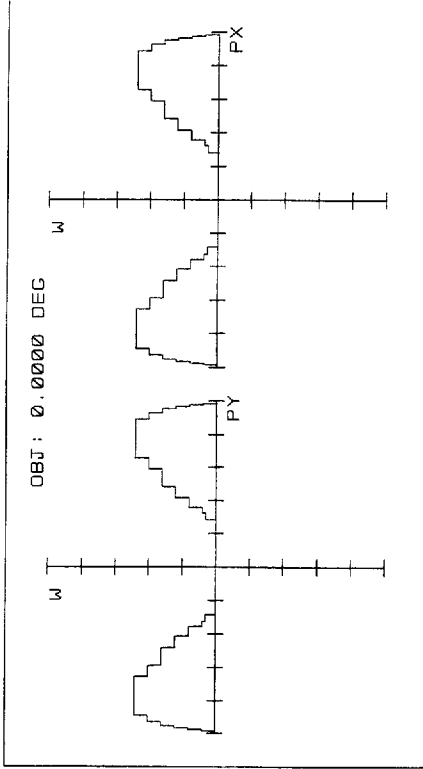
THU APR 15 2010
MAXIMUM SCALE: ± 50.000 WAVES.
0.105

SURFACE: IMAGE

CONFIGURATION 1 OF 5

(実施例20)

(実施例19)



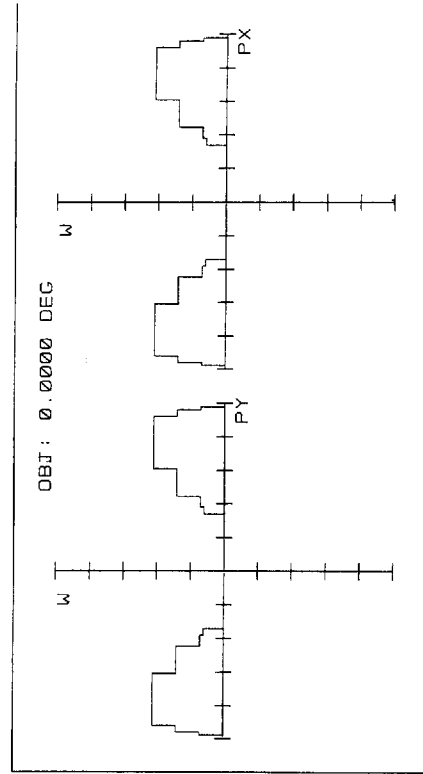
OPTICAL PATH DIFFERENCE

THU APR 15 2010
MAXIMUM SCALE: ± 50.000 WAVES.
0.105

SURFACE: IMAGE

CONFIGURATION 1 OF 5

(実施例20)



OPTICAL PATH DIFFERENCE

THU APR 15 2010
MAXIMUM SCALE: ± 50.000 WAVES.
0.105

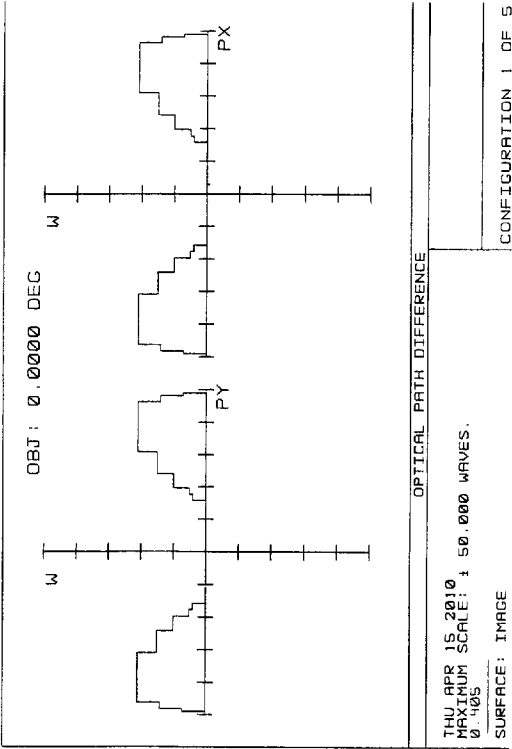
SURFACE: IMAGE

CONFIGURATION 1 OF 4

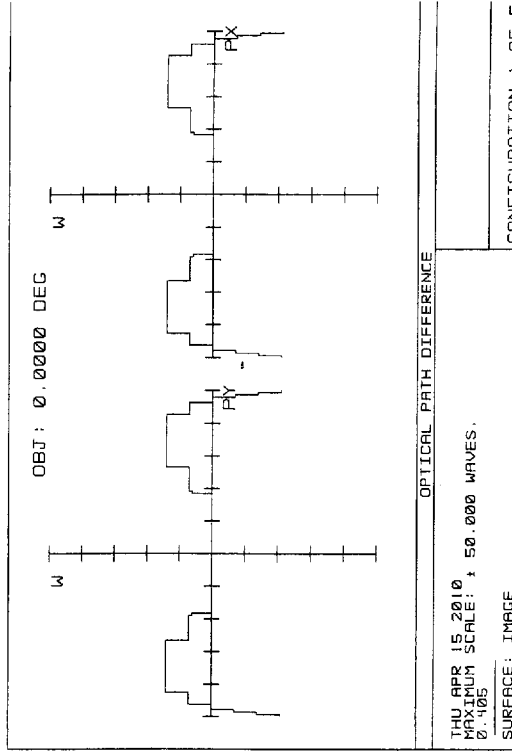
[図13]

図13 実施例21～24の波面収差図

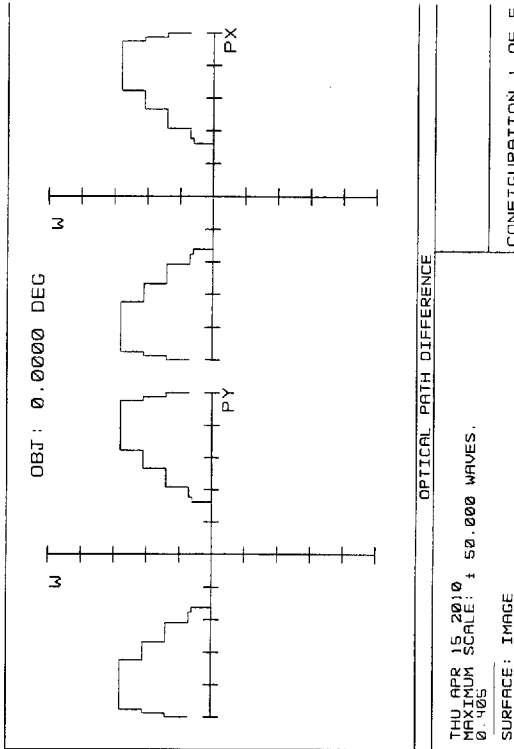
(実施例21)



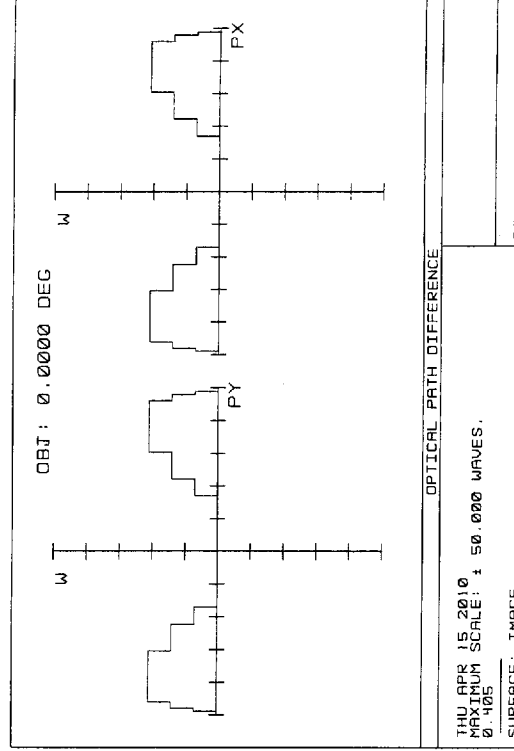
(実施例22)



(実施例23)



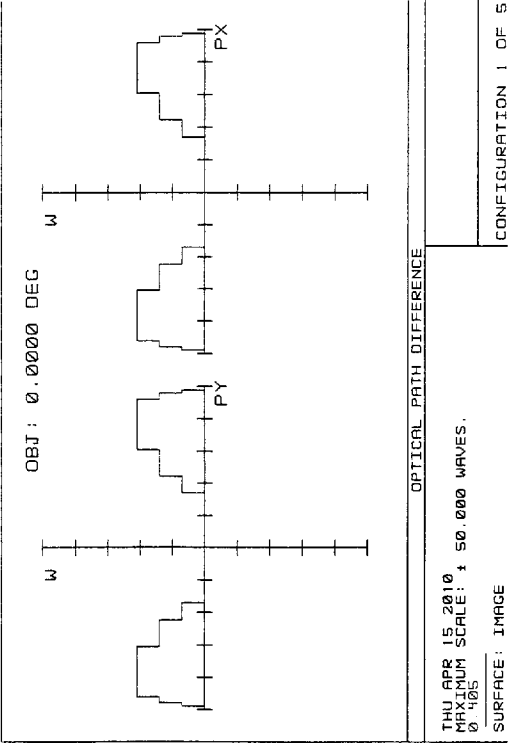
(実施例24)



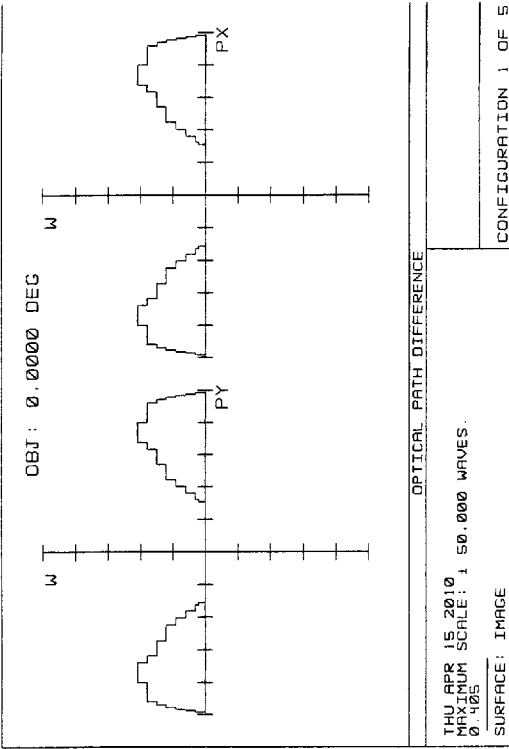
[図14]

図14 実施例25~28の波面収差図

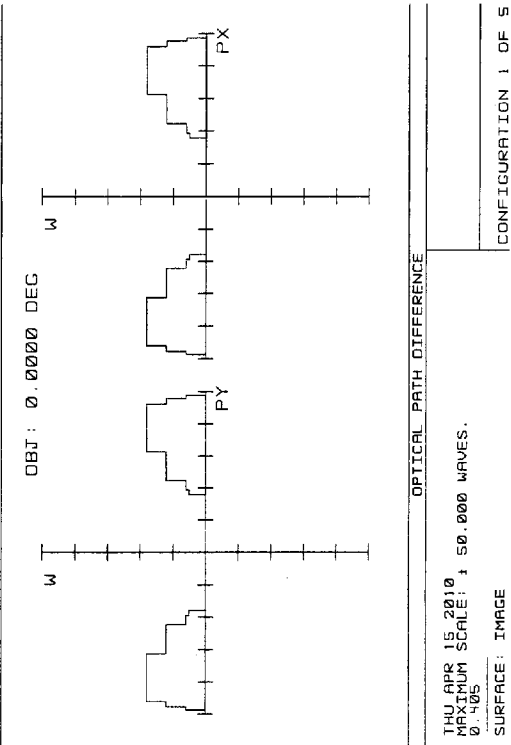
(実施例25)



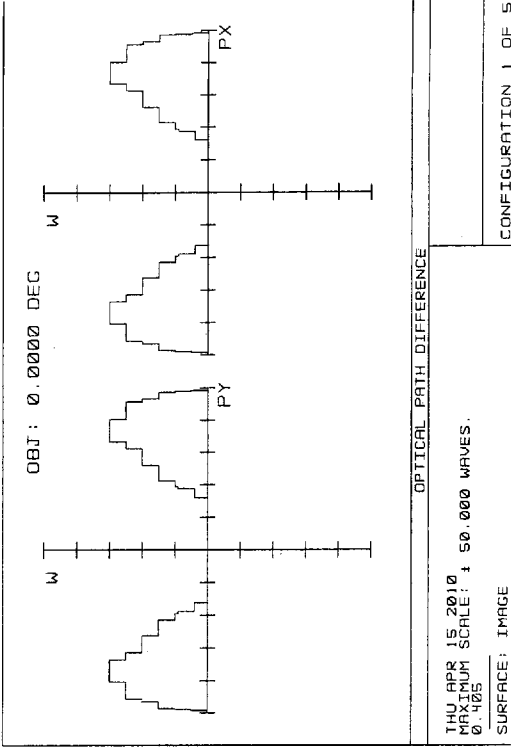
(実施例26)



(実施例27)



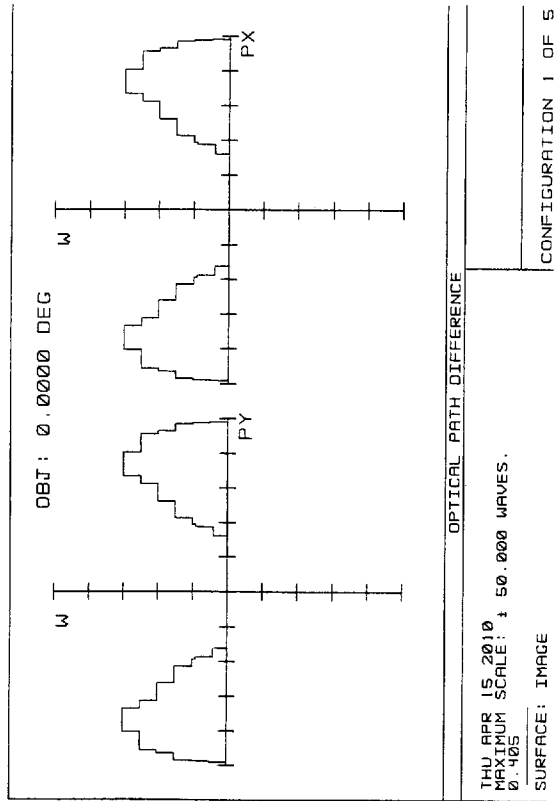
(実施例28)



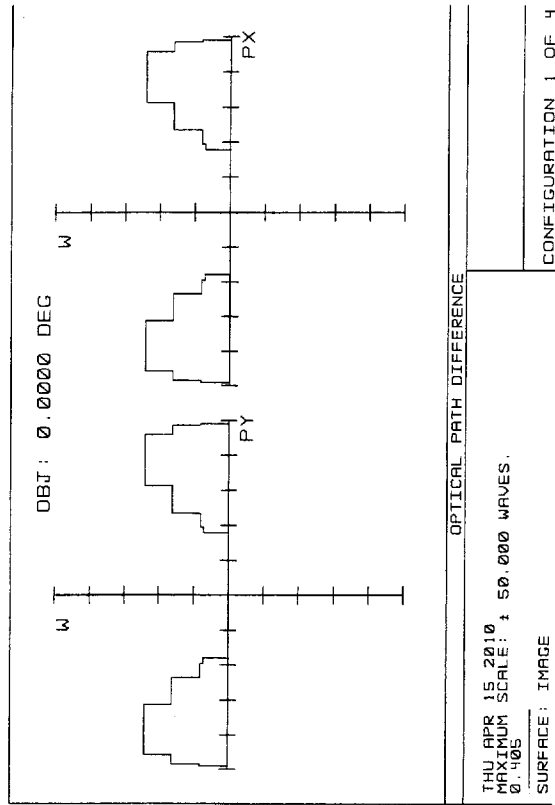
[図15]

図15 実施例29～30の波面収差図

(実施例29)



(実施例30)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/060282

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/135(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G11B7/135, G02B13/00, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-80040 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 08 April 2010 (08.04.2010), entire text; all drawings & US 2009/0257338 A1	1-20
Y	JP 2004-310976 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 04 November 2004 (04.11.2004), claims; paragraph [0020]; fig. 11 (Family: none)	1-20
Y	JP 2009-295244 A (Ricoh Co., Ltd.), 17 December 2009 (17.12.2009), paragraph [0060] (Family: none)	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 July, 2011 (28.07.11)

Date of mailing of the international search report

09 August, 2011 (09.08.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/060282

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-101954 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 02 April 2004 (02.04.2004), paragraphs [0022] to [0027]; fig. 1, 2 (Family: none)	6-10
A	JP 2006-24344 A (NIDEC Nisshin Corp.), 26 January 2006 (26.01.2006), entire text; all drawings & US 2006/0002279 A1	1-20
A	JP 2005-50433 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 24 February 2005 (24.02.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/135(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/135, G02B13/00, G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-80040 A (日立マクセル株式会社) 2010.04.08 全文, 全図 & US 2009/0257338 A1	1-20
Y	JP 2004-310976 A (旭硝子株式会社) 2004.11.04 特許請求の範囲, 段落【0020】, 図 11 (ファミリーなし)	1-20

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 0 7 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中野 浩昌

5 D

9 2 9 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-295244 A (株式会社リコー) 2009. 12. 17 段落【0060】 (ファミリーなし)	1-20
Y	JP 2004-101954 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2004. 04. 02 段落【0022】 - 【0027】 , 図 1 , 2 (ファミリーなし)	6-10
A	JP 2006-24344 A (日本電産ニッシン株式会社) 2006. 01. 26 全文, 全図 & US 2006/0002279 A1	1-20
A	JP 2005-50433 A (旭硝子株式会社) 2005. 02. 24 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-20