

(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
2015 年 10 月 8 日(08.10.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/152161 A1

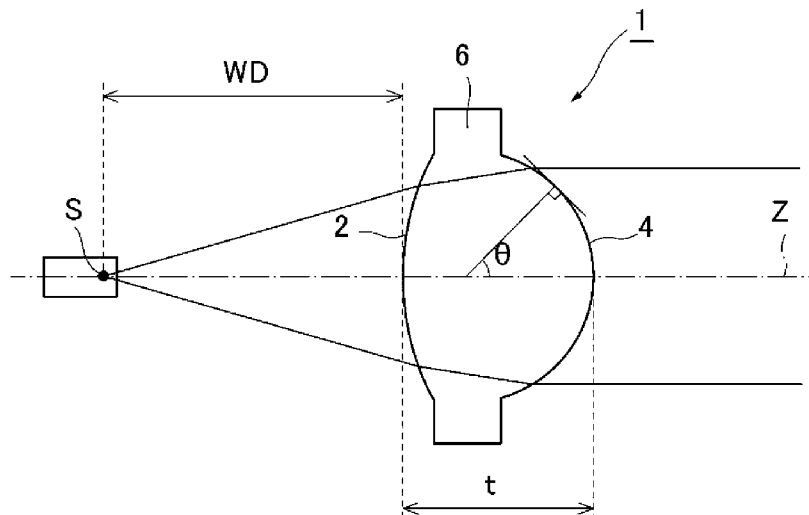
- (51) 国際特許分類:
G02B 13/00 (2006.01) *G02B 13/18* (2006.01)
G02B 3/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/059949
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 30 日(30.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-072424 2014 年 3 月 31 日(31.03.2014) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): H O Y A 株式会社(HOYA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (71) 出願人 (米国についてのみ): 寺嶋 保貴(TERASHIMA Yasutaka) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 H O Y A 株式会社内 Tokyo (JP). 山下 照夫(YAMASHITA Teruo) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 H O Y A 株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 辻居 幸一, 外(TSUJII Koichi et al.); 〒1008355 東京都千代田区丸の内 3 丁目 3 番 1 号 新東京ビル 中村合同特許法律事務所 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.
- (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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: COLLIMATOR LENS

(54) 発明の名称: コリメータレンズ

FIG.1



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a collimator lens having a high NA, and improved lens transmittance. According to the present invention, there is provided a collimator lens (1) comprising a glass material, for converting light rays of 380 to 700 nm wavelength outputted from a light source (S) into a parallel beam, wherein the opposite side from the surface facing the light source has a surface provided with a protruding portion; the numerical aperture (NA) is 0.6 or above; the ratio (t/f) of the center lens thickness to the focal distance (f) is 1.3 or below; the maximum surface angle of the surface provided with the protruding portion is 65° or less; the refractive index (n_d) is 1.59 or greater; and the total content of TiO_2 , WO_3 , Nb_2O_5 , and Bi_2O_3 of the glass material is 0-40 wt%.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/152161 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

高NA化とともに、レンズ透過率が向上したコリメータレンズを提供すること。本発明によれば、光源Sから射出された波長380nm～700nmの光線を平行光束に変換する、ガラス材料からなるコリメータレンズ1であって、光源に対向する面と反対側に、凸部が設けられた面を有し、開口数NAが0.6以上であり、焦点距離fに対する中心レンズ厚tの割合 t/f が1.3以下であり、凸部が設けられた面の最大面角度が65°以下であり、屈折率ndが1.59以上であり、ガラス材料のTiO₂、WO₃、Nb₂O₅、Bi₂O₃の合計含有量が0～40wt%である、コリメータレンズが提供される。

明 細 書

発明の名称： コリメータレンズ

技術分野

[0001] 本発明は、コリメータレンズに関連し、詳細には、光源からの光線を平行光に変換するために使用されるコリメータレンズに関連する。

背景技術

[0002] レーザ光源等の光源からの発散光束を平行光に変換するレンズであるコリメータレンズが知られている。

[0003] このようなコリメータレンズとしては、例えば、レーザ光源を用いた投射型画像表示装置の光学系に組み込まれるものが知られている（特許文献1、2）。

[0004] 特許文献1のコリメータレンズでは、温度上昇に伴う作動距離（ワーキングディスタンス）の変化を抑えるために色収差特性が改善されている。そして、このレンズは、レーザ光源からの波長が375nm以上750nm以下の光を対象とし、開口数が0.2以上0.75以下であり、（1）レンズの厚さをD、レンズの焦点距離をfとしたとき、 $D/f > 0.85$ が成立し、且つ（2）アッペ数を ν_d としたとき、 $\nu_d > 57$ が成立することを特徴としている。

[0005] また、特許文献2のコリメータレンズでは、コリメートされた平行光の像面スポットの増大を防ぐために、レンズの光源側面（第1面）及び射出側面（第2面）を凸形状とし、これらの少なくとも一方の面に回折構造が設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開WO2010/116862

特許文献2：特開2011-145387号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 例えば、投影型画像表示装置に用いられる場合、コリメータレンズは、レーザー光源等の光源から射出する発散光束を平行光束に変換することを主な機能とする。近年、投影画像の大型化や高精細化等の要求に伴い、画像表示装置に輝度向上が求められている。これに伴い、画像表示装置の光学系に用いられるコリメータレンズに対して、高NA化とともに、レンズ透過率の向上が求められている。

[0008] 本発明はこのような課題に対してなされたものであり、高NA化とともに、レンズ透過率が向上したコリメータ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

[0009] 本発明によれば、

光源から射出された波長 $380\text{ nm} \sim 700\text{ nm}$ の光線を平行光束に変換する、ガラス材料からなるコリメータレンズであって、

前記光源に対向する面と反対側に、凸部が設けられた面を有し、

開口数NAが 0.6 以上であり、

焦点距離 f に対する中心レンズ厚 t の割合 t/f が 1.3 以下であり、

前記凸部が設けられた面の最大面角度が 65° 以下であり、

前記ガラス材料は屈折率 n_d が 1.59 以上であり、

前記ガラス材料の TiO_2 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Bi_2O_3 の合計含有量が $0 \sim 40\text{ wt}\%$ である、

コリメータレンズが提供される。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、高NA化とともに、レンズ透過率が向上したコリメータレンズが提供される。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の好ましい実施形態のコリメータレンズの形状を示す概略的な側面図である。

[図2]図1のコリメータレンズが組み込まれた投影型画像表示装置の光源部の構成を概略的に示すブロック図である。

[図3]図1のコリメータレンズが組み込まれた他の投影型画像表示装置の光源部の構成を概略的に示すブロック図である。

[図4]本発明の他の好ましい実施態様のコリメータレンズの形状を示す概略的な側面図である。

[図5]本発明の別の好ましい実施態様のコリメータレンズの形状を示す概略的な側面図である。

[図6]本発明の更に別の好ましい実施態様のコリメータレンズの形状を示す概略的な側面図である。

[図7]本発明のコリメータレンズで用いられる非球面の一例の構成を説明するための図面である。

[図8]本発明のNA0.6以上のレンズにおける、レンズの射出側面の最大面角度とレンズの透過率の関係を示す図面である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の好ましい実施形態を図面に沿って説明する。図1は、本発明の好ましい実施態様のコリメータレンズ1の形状を示す概略的な側面図である。本実施態様のコリメータレンズ1は、レーザ装置等の光源から射出される波長380nm乃至700nmの光線を平行光に変換するために使用されるガラスレンズである。具体的には、例えば、液晶プロジェクタ等の投影型画像表示装置の光学系で使用される。

[0013] 図1に示されているように、コリメータレンズ1は、単レンズであって、外縁に環状のコバ部が設けられた所謂両凸レンズ形状を有している。詳細には、使用時に光源Sに対向する面（光源側面）2と、この光源側面2と反対側の面（射出側面）4の両面が凸面形状を備えている。本実施態様では、光源側面2および射出側面4の両面が球面である。さらに、コリメータレンズ1は、外縁部に、フランジ状のコバ部6を備えている。なお、コバ部6は、投影型画像表示装置等に組み込む際に装置内のレンズ固定部材に固定するた

めには有用であるが、設けなくてもよい。

[0014] コリメータレンズ1は、射出側面2の最大面角度が 65° 以下が好ましい。この最大面角度は、 55° 以下が更に好ましく、 50° 以下が一層好ましい。尚、面角度 θ とは、レンズ面上有効径内の一位置における法線とレンズ中心軸Zとがなす角度を意味する。最大面角度が 65° 以下であると、プレス成形性や研削または研磨加工性等のレンズ加工性が良好なものとなり、さらにレンズの形状評価が容易になる効果がある。

[0015] さらに、コリメータレンズ1は、 t/f (t : 中心レンズ厚、 f : 焦点距離) が、1.3以下が好ましい。1.3を超えると実用上十分なワーキングディスタンス(作動距離)(Working Distance; WD)、例えば1mm以上のWDを確保することができなくなるためである。この t/f は、1.20以下がより好ましい。十分なWDの確保に加え、レンズ加工性の観点から、 t/f は好ましくは0.3~1.3、更に好ましくは0.3~0.85、一層好ましくは0.3~0.80である。

[0016] さらに、 t/f の上限と下限について詳述する。 t/f の上限は、WDの確保の観点から、1.20以下、1.00以下、0.80以下、0.70以下の順に好ましい。 t/f の下限は、レンズ加工性の観点から、0.30以上、0.40以上、0.50以上の順に好ましい。

[0017] 尚、本明細書において、「ワーキングディスタンス(作動距離)(Working Distance; WD)」とは、例えば、図1に示されているように、光源S、詳細には光源中の点状の発光部位と、コリメータレンズ1の光源側面2の最も光源に近い部位の間の距離を指す。

[0018] また、コリメータレンズ1の開口数NAは0.6以上である。NAの上限は、WDの確保と最大面角度を 65° 以下とするため、例えば0.9以下が好ましい。

[0019] さらに、NAの上限は、0.85以下、0.80以下、または0.75以下とすることができる。NAの下限は、0.6超($0.6 <$)、0.65以上、0.70以上、または0.71以上とすることができる。

[0020] コリメータレンズ 1 を製造する方法には、ガラス材料を用いた、精密プレス成形や研削加工、研磨加工による方法等がある。

コリメータレンズ 1 を形成する材料として、例えば以下の 2 種類の組成系を有するガラス材料（ガラス I、ガラス II）を用いることができる。

[0021] ガラス I は、 B_2O_3 を含有するとともに、 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、及び Y_2O_3 等の希土類酸化物から選択される少なくとも一種を含有するガラス材料である。

ガラス II は、 P_2O_5 を含有するとともに、 Nb_2O_5 、 WO_3 、 TiO_2 、及び Bi_2O_3 から選択される少なくとも一種を含有するガラス材料である。

[0022] コリメータレンズ 1 を形成するガラス材料には、ガラス I またはガラス II において、 TiO_2 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Bi_2O_3 の合計含有量が 0～40 wt % であることが好ましい。 TiO_2 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Bi_2O_3 の合計含有量は、プレス性向上等の観点から、0～28 wt % がより好ましく、0～16 wt % が、更に好ましい。

[0023] また、コリメータレンズ 1 を形成するガラス材料として、ガラス I の中では、レンズ透過率の観点から、 $TiO_2 + WO_3 + Nb_2O_5 + Bi_2O_3 / ((\text{希土類酸化物の合計含有量}) + Ta_2O_5) \leq 1.1$ であることが好ましい。この割合は、0.9 以下がより好ましく、0.5 以下が更に好ましい。

[0024] コリメータレンズ 1 を形成するガラス材料は、屈折率 n_d が 1.59 以上である。この屈折率 n_d は、1.68 以上がより好ましく、1.75 以上が更に好ましく、1.80 以上がいっそう好ましい。このような屈折率 n_d にすることにより、射出側面の最大面角度を小さくすることができるからである。

[0025] コリメータレンズ 1 を形成するガラス材料のアッペ数は、屈折率 n_d が 1.59 以上の高屈折率化を維持する観点から、その上限は 57 以下であることが好ましい。さらに、アッペ数の上限は、高屈折率化の観点から、50 以下、または 45 以下がより好ましい。アッペ数の下限は、特に制限はないが、20 以上が挙げられる。

[0026] さらに、コリメータレンズ1を形成するガラス材料は、精密プレス成形への適性の観点から、ガラス転移温度 $T_g \leq 630^\circ\text{C}$ であることが好ましい。

これに関連し、コリメータレンズ1を形成するガラス材料では、 T_g 低下に寄与することから、ZnO含有量が3wt%以上が好ましく、8wt%以上が更に好ましく、10wt%以上であることがいっそう好ましい。

[0027] このような本実施態様のコリメータレンズ1では、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Bi_2O_3 の合計含有量を40wt%以下に抑えているため、レンズ透過率が向上し、レーザ光源からの射出光の利用効率を高めることができる。

[0028] また、コリメータレンズ1では、レーザ光源からの射出光の利用効率が高められるため、投影型画像表示装置における投影画像の輝度が向上する。

現在、レーザ光源（レーザ・ダイオード（Laser Diode；LD））、特に緑色レーザは高出力化が課題であるが、高出力化は容易ではない。しかしながら、コリメータレンズの透過率が向上すれば、レーザ出力が低くても投影画像の輝度が向上し、十分な投影画像が得られるようになる。さらに、低消費電力化も達成できる。

[0029] 図2は、本実施態様のコリメータレンズ1が組み込まれた投影型画像表示装置（例えば、液晶プロジェクタ）の光源部（照明光学系）10の構成を概略的に示すブロック図である。

[0030] 図2に示されているように、光源部10は、それぞれが赤色光、緑色光、および青色光を発生させる3つのレーザ装置R、G、Bを備え、各レーザ（LD）装置R、G、Bの下流側にコリメータレンズ1がそれぞれ配置されている。コリメータレンズ1は、各レーザ装置R、G、Bから射出された発散光を平行光に変換する。

[0031] この光源部10では、各コリメータレンズ1によって平行光とされた赤色光、青色光、および緑色光は、ダイクロイックプリズム等を備えた合波光学系12によって合波され、投影光学系に送られる。

[0032] 図3は、本実施態様のコリメータレンズ1が組み込まれた他の投影型画像表示装置（例えば、液晶プロジェクタ）の光源部（照明光学系）14の構成

を概略的に示すブロック図である。

[0033] 図3に示されているように、光源部14は、近紫外光レーザ装置のような単色光源(LD)16を備え、単色光源16の下流側にコリメータレンズ1が配置されている。コリメータレンズ1は、単色光源16から射出された光線を平行光に変換する。

[0034] この光源部14は、近紫外光を赤色光、青色光、および緑色光に変換する3つの部分を備えた変換部18を備えている。この変換部18では、赤色光、青色光、および緑色光に変換する3つの部分が順次、近紫外光の光路上に配置され、近紫外光を一定時間毎に、赤色光、青色光、および緑色光に変換していく。そして、これらの赤色光、青色光、および緑色光が、順次、投影光学系に送られる。

[0035] 例えば、この実施形態のコリメータレンズ1は、所謂両凸形状を備えたコリメータレンズであったが、本発明は、このような両凸形状のコリメータレンズに限定されるものではない。本発明のコリメータレンズは、光源に対向する面と反対側に凸部が設けられた面を有し、さらに所定の条件を備えていればよい。

[0036] したがって、例えば、図4ないし図6に示されているような外形を備えたものであってもよい。すなわち、図4に示されているような、コバ部を備えず、光源Sに対向する面が平面であり、光源Sに対向する面2と反対側の面4が凸面である平凸レンズ104でもよい。光源に対向する面を平坦にすることにより、ワーキングディスタンス(WD)の確保やレンズ加工性の点で有利になる。また、光源に対向する面2と反対側の面4との間での偏心(デイスンタ)の問題が発生しなくなる。

[0037] また、図5に示されているような、コバ部を備えず、光源Sに対向する面が凸面であり、光源Sに対向する面2と反対側の面4も凸面である両凸105レンズでもよい。さらに、図6に示されているような、コバ部を備えず、光源Sに対向する面2が凹面であり、光源Sに対向する面と反対側の面4が凸面である凸メニスカスレンズ106でもよい。

[0038] 前記実施態様のコリメータレンズ1では、光源に対向する面2および反対側の面4の両面が球面であったが、これらの面の一方または両方が非球面であっても良い。

[0039] 図7に示すように、特に、光源に対向する面の反対側の凸面4Aは、球面（点線）の近軸曲率半径（ R_0 ）よりも、近軸曲率半径の周辺の曲率半径（ R_1 または R_2 ）が大きくなるような非球面（実線）とすることが好ましい。レンズ周辺部での面角度が小さくなり、レンズ透過率向上に寄与するためである。この場合、図7に示されているように、レンズ中心軸Zから周辺（レンズ端部1a）に向かって曲率半径が増加していることが好ましい。ここで、近軸曲率半径とは、レンズの中心軸上における曲率半径のことを指す。

[0040] 光源に対向する面の反対側の面の凸面を非球面とするとともに、光源に対向する面の凸面または凹面を非球面としてもよい。これにより、収差特性が更に改善される。

[0041] 例えば、後述する実施例4の硝材が用いられ、以下のようなスペックを有する非球面レンズでもよい。

[0042]	焦点距離（mm）	2.14
	NA	0.7
	中心厚み（mm）	1.8
	平行光側有効直径（mm）	3

[0043] （非球面データ）

	光源側面	平行光側面
R	9.33	-1.947
K	0	-1.06
A4	-5.841E-02	-1.169E-02
A6	3.564E-02	-8.968E-04
A8	-1.211E-02	5.864E-05
A10	1.869E-03	4.951E-05

実施例

[0044] 表 1 は、図 4 のレンズ形状において、レンズ透過率の射出側面 4 の最大面角度依存性を求める際に用いた硝材の構成成分（組成）を示したものである。

[0045] 図 8 は、本発明の $NA = 0.6$ 以上のレンズにおける、レンズの射出側面（図 1 における射出側面 4）の最大面角度とレンズの透過率の関係（すなわち透過率の射出側面最大面角度依存性）を示す図面である。尚、 t/f は、1.3 以下である。 t/f は、 $NA = 0.60$ については、0.30、0.40、0.50、0.60、0.75、0.80、1.00、1.20、1.30、 $NA = 0.65$ については、0.30、0.40、0.50、0.60、0.75、0.80、1.00、1.20、1.30、 $NA = 0.71$ については、0.40、0.60、0.71、0.80、0.90、1.00、1.10、1.20、1.28、1.30 とした。

[0046] 具体的には、図 8 は、下記表 1 に示す各硝材について、波長 430 nm（青色）における $NA = 0.6$ 、0.65、0.71 の場合のレンズ透過率を示している。なお、波長 530 nm（緑色）、波長 650 nm（赤色）のデータは記載していないが、一般的にガラス材料の内部透過率は、短波長側である紫色の 450 nm 近辺以下になると急激に低下する。本明細書では、この波長域の波長（430 nm）でのレンズ透過率をレンズ透過率の指標としてレンズの特性を検討した。

なお、図 8 中で、点線で囲まれた領域のプロットは、本願発明の実施例である。

[0047] 図 8 の縦軸のレンズ透過率は、最大値を 1 として正規化している。図 8 に示されているように、レンズ透過率は、最大面角度が 55° 以下において良好なものとなるが、 65° を超えると急激に悪化する。波長 530 nm、波長 650 nm のデータも、図 8 の波長 430 nm と同様な傾向を示した。

[0048] なお、最大面角度が 65° を超えるコリメータレンズでは、中心部と周辺部とでレンズ透過率が大きく異なるため、コリメータレンズにより変換された平行光において、コリメータレンズの中心部を通過した光と中心部周辺の

周辺部を通過した光との間で輝度差が生じてしまう。輝度差を抑制しつつ、レンズ透過率を高める観点から、最大面角度の上限は、 65° 以下、 60° 以下、 55° 以下の順に好ましい。最大面角度の下限は、NAを0.6以上にする観点から、 20° 以上とすることが好ましい。

[0049] 表1には、各硝材の最大面角度とレンズ透過率の指標を示している。最大面角度は、図8の結果から 65° 以下の場合は○、 65° を超える場合は×で示す。

[0050]

[表1]

構成成分 (wt%)	実施例							比較例			
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4
SiO ₂	0.6	1.17	4.7	1.9	3.3		8.3	45.9			
B ₂ O ₃	14.9	11.04	20.6	23.6	22.2	2.9	32.9	11.7	1	3.1	1
P ₂ O ₅						34.8			16.9	25.1	20.9
Al ₂ O ₃						1.6		3.2		4.2	
Li ₂ O			0.7	0.7	1.2	2.6	4	7.4	1.1	6.9	2.7
Na ₂ O						15.7			2	1.4	3.6
K ₂ O								1.5	0.9		1.1
BaO								24.5	1.4	1.1	0.9
CaO							9.8				
ZnO	15.7	14.3	20.8	11.3	15.4	3.4	10.9	3.8		1.2	
La ₂ O ₃	31	26	34.4	26.7	37.5		20.2				
Gd ₂ O ₃	10.1	0.86		18.2			1.8	2			
Y ₂ O ₃							8				
ZrO ₂	3.5	2.72	3.7	4.6	5		3.9				
TiO ₂		1.3			3.3	4			2.6	2.9	3.2
Nb ₂ O ₅		9.8	5.7		9	23.4	0.2		21.8	35.3	27.2
WO ₃	11.8	18.81	5.7		3.1	11.7			8.7	8.5	10.7
Ta ₂ O ₅	12.4	10.8	3.8	11.1							
Bi ₂ O ₃									43.6	10.3	28.9
Sb ₂ O ₃	0.02		0.04	0.05	0.04	0.02	0.04	0.04	0.1	0.02	0.1
TiO ₂ +WO ₃ +Nb ₂ O ₅ +B ₂ O ₃ (A)	11.8	30.11	11.4	0	15.4	39.1	0.2	0	76.7	57	70
希土類酸化物 (La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃ +Y ₂ O ₃) +Ta ₂ O ₅ (B)	41.1	29.86	34.4	46.9	37.5	0	30	2	0	0	0
A/B	0.29	1.01	0.33	0.00	0.41	∞	0.007	0.00	∞	∞	∞
nd	1.88202	1.9515	1.8061	1.80139	1.83441	1.68895	1.6935	1.53313	2.00179	1.82115	1.92286
vd	37.22	29.8	40.73	45.45	37.28	31.16	53.2	59.46	19.32	24.06	20.88
T _g	604	590	567	594	567	454	525	500	483	454	468
最大面角度≤65°	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
レンズ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	×	×	×
透過率	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×
NA=0.6	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×
NA=0.65	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×
NA=0.71	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×	×

[0051] レンズ透過率は指標として◎○×で示す。ここで、◎はグレードA（0.985以上）、○はグレードB（0.970以上、かつ0.985未満）、×はグレードC（0.970未満）である。前記（ ）内の値はレンズ透過率を正規化した値である。最大面角度の要件とレンズ透過率の双方の指標を満たす硝材は実施例、満たさない硝材は比較例として示す。

[0052] 表1から、実施例1～7に示す硝材では、最大面角度を 65° 以下とし、 $n_d = 1.59$ 以上、 TiO_2 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Bi_2O_3 の合計含有量を40wt%以下に抑えることで良好なレンズ透過率特性を得ることができることがわかる。

[0053] 表1から、比較例1の硝材は、最大面角度の要件を満たしていないことがわかる。また、表1から、ガラス中の TiO_2 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Bi_2O_3 の合計含有量が多い比較例2の硝材は、レンズ透過率が不十分であることがわかる。ガラス中でのこれら金属イオンは紫外線吸収が大きく、レンズ透過率を悪化させていると考えられる。

[0054] 本発明の前記実施形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範囲内で種々の変更、変形が可能である。

[0055] 以下、図面を参照しながら、本発明を総括する。

第1の実施形態のコリメータレンズ1は、図1に示されているように、光源Sから射出された波長 $380\text{nm} \sim 700\text{nm}$ の光線を平行光束に変換する、ガラス材料からなるコリメータレンズである。コリメータレンズ1は、光源Sに対向する面2と反対側に凸部が設けられた面4を有している。このコリメータレンズ1では、開口数NAが0.6以上であり、 t/f が1.3以下（ t ：中心レンズ厚、 f ：焦点距離）である。さらに、凸部が設けられた面4の最大面角度 θ が 65° 以下である。またコリメータレンズ1を形成するガラス材料は、屈折率 n_d が1.59以上であり、 TiO_2 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Bi_2O_3 の合計含有量が0～40wt%である。

[0056] コリメータレンズ1では、光源Sに対向する面と反対側の面4に設けられた凸部を非球面とすることができる。

[0057] また、コリメータレンズ 1 において、光源 S に対向する面が平坦面でもよい。

[0058] さらに、コリメータレンズ 1 では、例えば図 1 に示されているように、光源 S に対向する面に、凸部が設けられている。

この光源に対向する面に設けられた凸部が非球面でもよい。

[0059] また、本発明は、図 6 に示されている実施態様のコリメータレンズ 106 のように、光源 S に対向する面に、凹部が設けられている構成でもよい。

[0060] 本発明のコリメータレンズでは、光源 S は照明光学系に使用される光源であってもよい。

また、本発明のコリメータレンズでは、この照明光学系が、投影型画像表示装置の照明光学系であってもよい。

[0061] 図 2 および図 3 に示されているように、本発明のコリメータレンズでは、光源 S がレーザ光源であってもよい。

[0062] さらに、本発明は、上記総括した各コリメータレンズを使用して照明光学系でもよい。

さらにまた、本発明は、このような照明光学系を備えた投写型画像表示装置でもよい。

符号の説明

[0063] 1 : コリメータレンズ

2 : 光源側面

4 : 射出側面

S : 光源

t : 中心レンズ厚

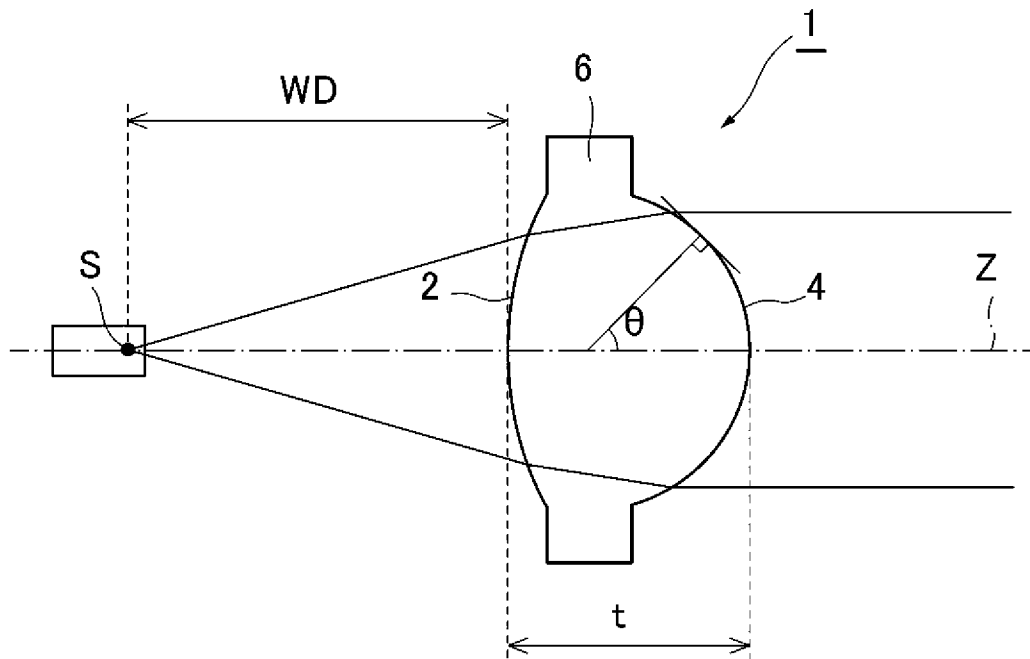
f : 焦点距離

請求の範囲

- [請求項1] 光源から射出された波長380nm～700nmの光線を平行光束に変換する、ガラス材料からなるコリメータレンズであって、
前記光源に対向する面と反対側に、凸部が設けられた面を有し、
開口数NAが0.6以上であり、
焦点距離fに対する中心レンズ厚tの割合 t/f が1.3以下であり、
前記凸部が設けられた面の最大面角度が 65° 以下であり、
前記ガラス材料は屈折率ndが1.59以上であり、
前記ガラス材料の TiO_2 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 Bi_2O_3 の合計含有量が0～40wt%である、
コリメータレンズ。
- [請求項2] 前記光源に対向する面と反対側の面に設けられた凸部が非球面である、
請求項1に記載のコリメータレンズ。
- [請求項3] 前記光源に対向する面が平坦面である、
請求項1または2に記載のコリメータレンズ。
- [請求項4] 前記光源に対向する面に、凸部が設けられている、
請求項1または2に記載のコリメータレンズ。
- [請求項5] 前記光源に対向する面に設けられた凸部が非球面である、
請求項4に記載のコリメータレンズ。
- [請求項6] 前記光源に対向する面に、凹部が設けられている、
請求項1または2に記載のコリメータレンズ。
- [請求項7] 前記光源に対向する面に設けられた凹部が非球面である、
請求項6に記載のコリメータレンズ。

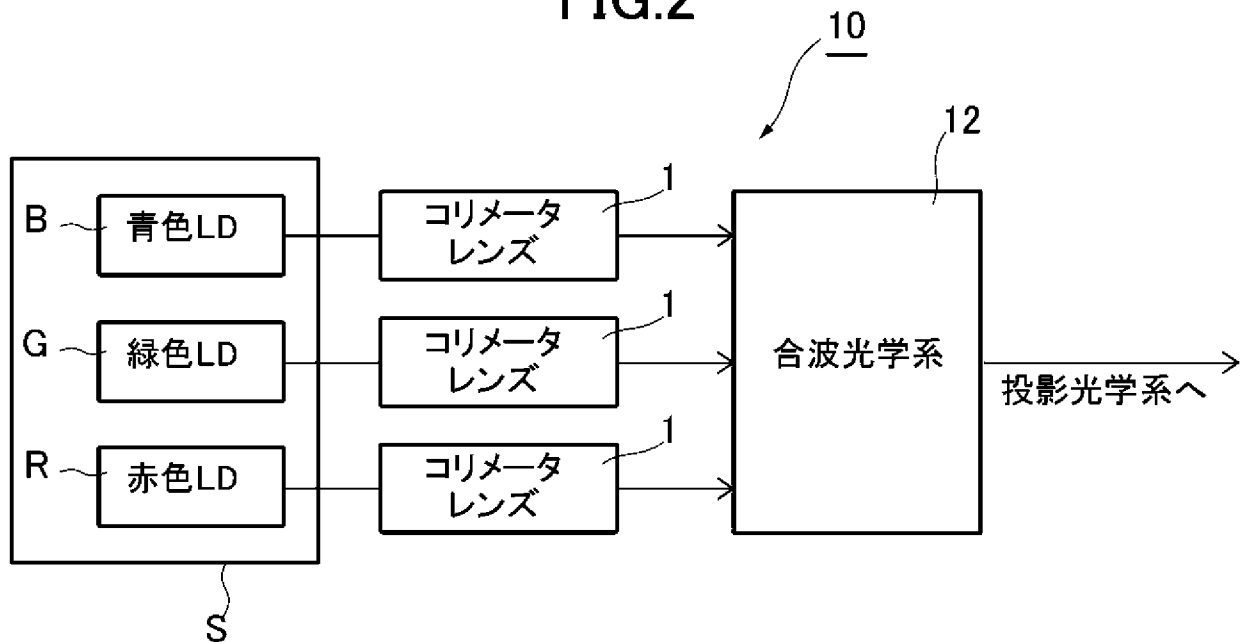
[図1]

FIG.1



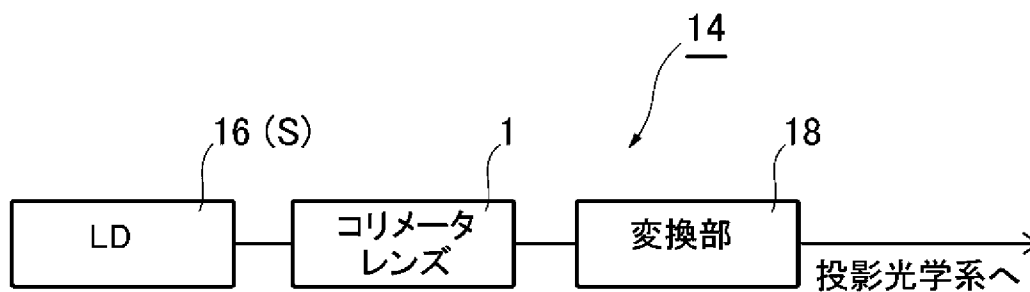
[図2]

FIG.2



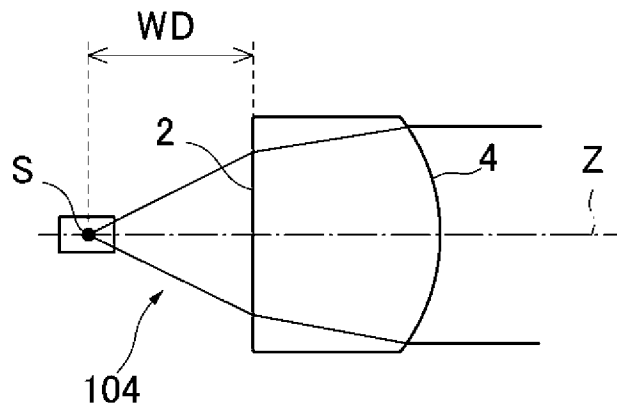
[図3]

FIG.3



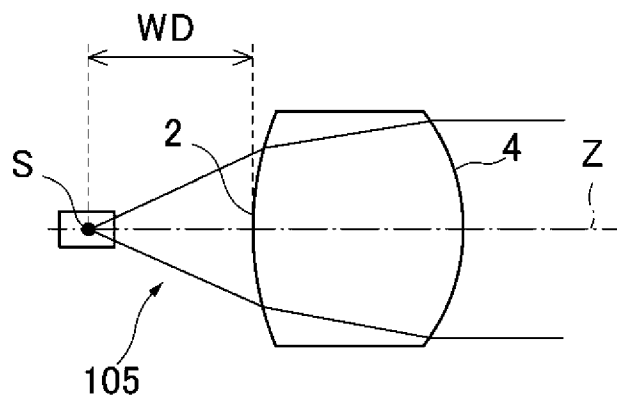
[図4]

FIG.4



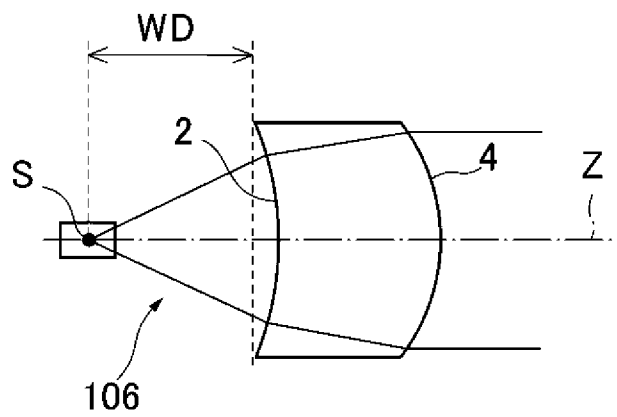
[図5]

FIG.5



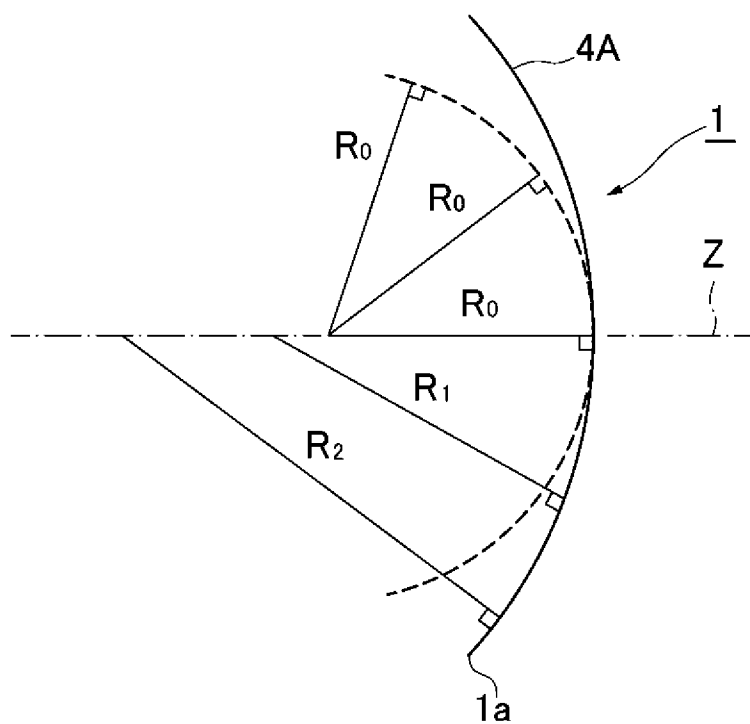
[図6]

FIG.6



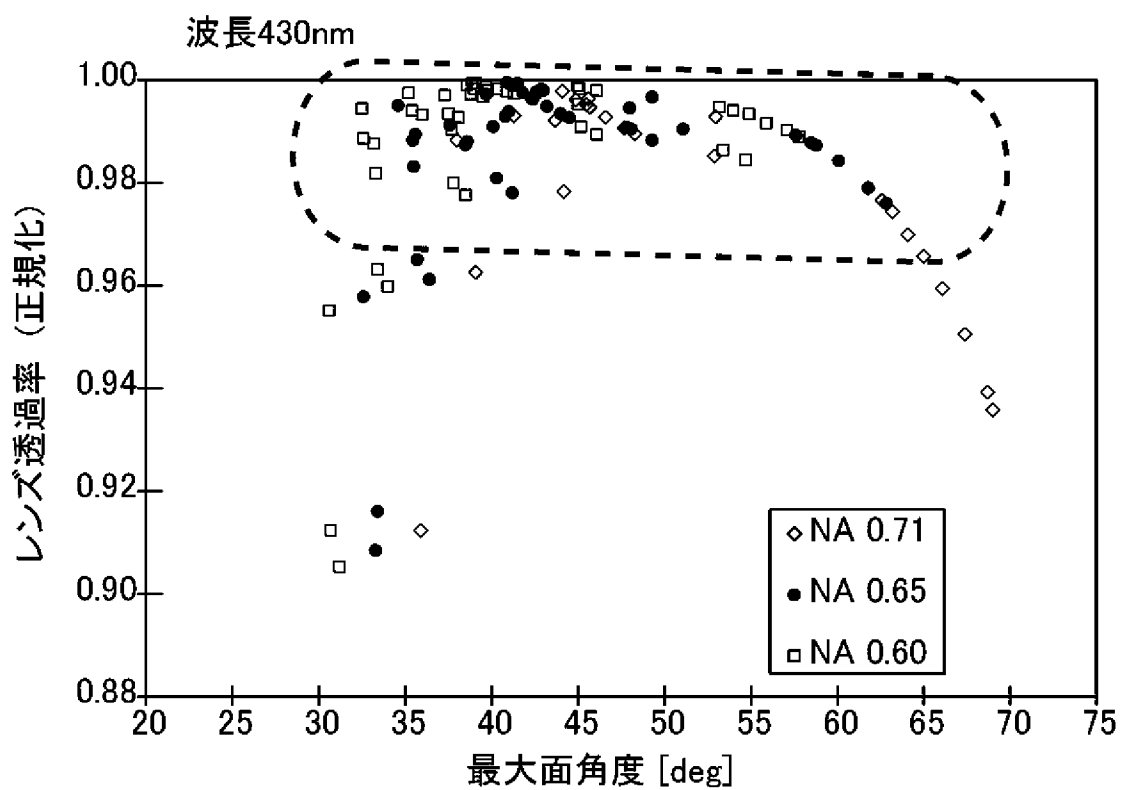
[図7]

FIG.7



[図8]

FIG.8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/059949

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/00(2006.01)i, G02B3/02(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

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)

G02B13/00, G02B3/02, 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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2013-246255 A (Olympus Corp.), 09 December 2013 (09.12.2013), claims; examples 1 to 4; fig. 1, 3, 6, 8 & US 2013/0314777 A1	1-7
Y	JP 11-64724 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 05 March 1999 (05.03.1999), claims; 1st, 2nd examples; fig. 1 (Family: none)	1-7
Y	JP 2-236513 A (Hoya Corp.), 19 September 1990 (19.09.1990), claims; examples 1 to 4; fig. 1 & US 5087115 A	1-7

☒ 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
15 June 2015 (15.06.15)

Date of mailing of the international search report
23 June 2015 (23.06.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/059949

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 2004-126588 A (Eastman Kodak Co.), 22 April 2004 (22.04.2004), claims; paragraphs [0015], [0016], [0038]; examples 1 to 3; fig. 10a, 10b, 10c & US 2004/0061954 A1 & EP 1406101 A2 & KR 10-2004-0030343 A & CN 1497280 A & TW 200411215 A	1-7
Y	JP 2010-265164 A (Hoya Corp.), 25 November 2010 (25.11.2010), claims; paragraph [0040]; each example & CN 101857362 A	1-7
Y	JP 2010-248057 A (Hoya Corp.), 04 November 2010 (04.11.2010), claims; paragraph [0055]; each example & CN 101844866 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B13/00(2006.01)i, G02B3/02(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

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 (IPC))

Int.Cl. G02B13/00, G02B3/02, 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 2013-246255 A (オリンパス株式会社) 2013.12.09, 特許請求の範囲, 実施例 1-4, 図 1, 3, 6, 8 & US 2013/0314777 A1	1-7
Y	JP 11-64724 A (松下電器産業株式会社) 1999.03.05, 特許請求の範囲, 第 1 の実施例, 第 2 の実施例, 図 1 (ファミリーなし)	1-7

☒ 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

15.06.2015

国際調査報告の発送日

23.06.2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
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)

堀井 康司

2V

3713

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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 2-236513 A (ホーヤ株式会社) 1990. 09. 19, 特許請求の範囲, 実施例 1-4, 第 1 図 & US 5087115 A	1-7
Y	JP 2004-126588 A (イーストマン コダック カンパニー) 2004. 04. 22, 特許請求の範囲, 【0015】, 【0016】, 【0038】, 例 1-3, 図 10a, 10b, 10c & US 2004/0061954 A1 & EP 1406101 A2 & KR 10-2004-0030343 A & CN 1497280 A & TW 200411215 A	1-7
Y	JP 2010-265164 A (HOYA株式会社) 2010. 11. 25, 特許請求の範囲, 【0040】, 各実施例 & CN 101857362 A	1-7
Y	JP 2010-248057 A (HOYA株式会社) 2010. 11. 04, 特許請求の範囲, 【0055】, 各実施例 & CN 101844866 A	1-7