

(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1月15日(15.01.2015)



(10) 国際公開番号  
WO 2015/005424 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 5/02 (2006.01) H01L 33/58 (2010.01)  
F21V 5/00 (2006.01) F21Y 101/02 (2006.01)  
G02B 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/068424
- (22) 国際出願日: 2014年7月10日(10.07.2014)
- (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:  
61/844,495 2013年7月10日(10.07.2013) US  
PCT/JP2014/053292 2014年2月13日(13.02.2014) JP
- (71) 出願人: ナルックス株式会社(NALUX CO., LTD.)  
[JP/JP]; 〒5330003 大阪府大阪市東淀川区南江口  
3丁目4番29号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 山口 達矢(YAMAGUCHI, Tatsuya); 〒  
6180001 大阪府三島郡島本町山崎2丁目1番7  
号、ナルックス株式会社 山崎本社内 Osaka  
(JP). 池田 賢元(IKEDA, Katsumoto); 〒6180001 大  
阪府三島郡島本町山崎2丁目1番7号、ナルッ

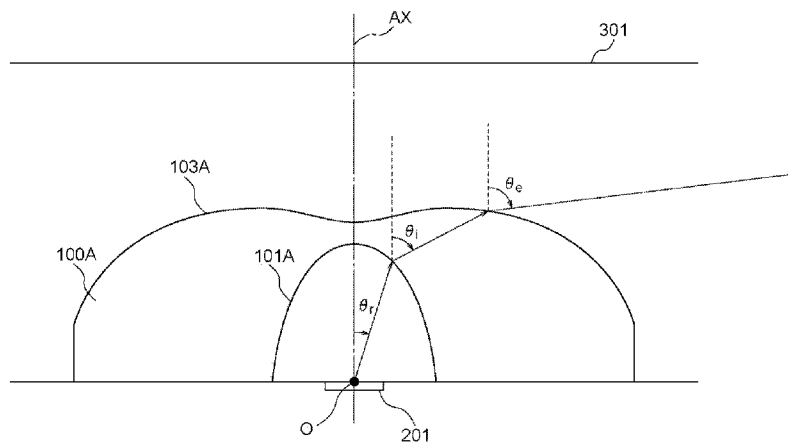
クス株式会社 山崎本社内 Osaka (JP). 関 大介  
(SEKI, Daisuke); 〒6180001 大阪府三島郡島本町山  
崎2丁目1番7号、ナルックス株式会社 山崎  
本社内 Osaka (JP).

- (74) 代理人: 伏見 直哉(FUSHIMI, Naoya); 〒2510054  
神奈川県藤沢市朝日町12-1 門倉ビル8  
2階 伏見特許事務所 Kanagawa (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, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL ELEMENT AND ILLUMINATION DEVICE INCLUDING OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 光学素子及び該光学素子を含む照明装置



(57) Abstract: Provided is an optical element which optimizes the illuminance distribution in a surface to be illuminated. The optical element includes an incidence surface and an emission surface covering the incidence surface. The central axis of the optical element is set to be the Z-axis. The point of intersection between the Z-axis and a surface parallel to the flat surface on which a virtual light source is placed is set to be the origin which includes the emission point of the virtual light source. The X-axis and the Y-axis are set to pass through the origin vertically with reference to the Z-axis. The incidence surface is formed into a cap shape with a point intersecting with the Z-axis as the apex. The emission surface is recessed toward the incidence surface near the Z-axis, including an outwardly protruding portion around the recess. A virtual beam, travelling from the origin at an angle of  $\theta_r$  with reference to the Z-axis, makes an angle of  $\theta_i$  with the Z-axis right after passing through the incidence surface in the cross-sectional surface including the z-axis. The beam further makes an angle of  $\theta_e$  with the Z-axis right after passing through the emission surface. The optical element is configured such that  $\theta_e / \theta_r \geq 3$  is always satisfied under the condition of  $\theta_r \leq 10^\circ$ , and the maximum value of  $\theta_e / \theta_r$  is four or more;  $\theta_e / \theta_r < 3$  is always satisfied under the condition of  $20^\circ \leq \theta_r$ .

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/005424 A1



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).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

被照射面における照度分布を最適にするような光学素子を提供する。入射面と、該入射面を覆う射出面と、を備えた光学素子であって、該光学素子の中心軸を  $z$  軸とし、仮想的な光源の発光箇所を含み、該平面に平行な面と  $z$  軸との交点を原点とし、原点を通り  $z$  軸に垂直な  $x$  軸及び  $y$  軸を定め、該入射面は、 $z$  軸との交点を頂点とするキャップ状であり、該射出面は、 $z$  軸の周辺で該入射面側に窪んでおり、その周囲に外側に凸の部分を含み、 $z$  軸を含む断面において、原点から出て  $z$  軸と  $\theta_r$  の角度の方向に進む仮想的な光線が、該入射面を通過した後に  $z$  軸方向となす角度を  $\theta_i$  とし、さらに該射出面を通過した後に  $z$  軸方向となす角度を  $\theta_e$  として、 $\theta_r \leq 10^\circ$  において、常に  $\theta_e / \theta_r \geq 3$  であり、 $\theta_e / \theta_r$  の最大値が 4 以上であり、 $20^\circ \leq \theta_r$  において、常に  $\theta_e / \theta_r < 3$  であるように構成された光学素子。

## 明 細 書

発明の名称：光学素子及び該光学素子を含む照明装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、光学素子及び該光学素子を含む照明装置に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、照明用にLED（発光ダイオード）光源が多く使用されている。LED光源は、前方に照射される光の割合が高いため、LED光源からの光を拡散させる光学素子がLED光源と組み合わせて使用される場合が多い。特に、広い範囲を照射する、バックライト用などの照明ユニットの光源としてLED光源を使用する場合には、少ない数のLED光源でコンパクトな照明ユニットを実現するために、LED光源からの光を広い角度に拡散させる光学素子を使用されている。

[0003] バックライト照明ユニットには、拡散板などの側面に光源を配置し導光板の原理で前面を照射するエッジライト方式と、被照射面の直下に複数の光源を配置する直下型方式との二つがある。

[0004] ここで、直下型方式のバックライト照明ユニットにおいて、被照射面を照射する光は、光源から放出された後、光学素子を通過して直上の被照射面に到達する直接光の他に、光源から放出された後、光学素子の面で反射され、さらに反射されて被照射面に到達する間接光を含む。

[0005] 光源からの光を拡散させる従来の光学素子は、直接光による被照射面における照度が、光源の直上位置からの距離にしたがって単調に減少するような分布になるように構成されたものであった（たとえば、特許文献1）。

[0006] しかし、本願発明者は、間接光の影響を考慮すると、直接光による被照射面における照度を、光源の直上位置からの距離にしたがって単調に減少するような分布とすることは必ずしも好ましいことではないとの新たな知見を得た。

[0007] このように、間接光の影響を考慮して、直接光と間接光を合わせた全体光

による被照射面における照度分布を最適にするような光学素子は開発されていない。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0008] 特許文献1：特開2009-44016号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0009] そこで、間接光の影響を考慮して、直接光と間接光を合わせた全体光による被照射面における照度分布を最適にするような光学素子及び照明装置に対するニーズがある。

### 課題を解決するための手段

[0010] 本発明の第1の態様の光学素子は、平面に配置された仮想的な光源を覆うように形成された入射面と、該入射面を覆う射出面と、を備え、該仮想的な光源からの光が該入射面及び該射出面を通過した後、外部に照射されるように構成された光学素子であって、z軸を該光学素子の中心軸とし、原点を、該仮想的な光源の発光箇所を含み、該平面に平行な面とz軸との交点とし、x軸及びy軸を、原点を通りz軸に垂直な互いに直交する2直線として、該入射面は、z軸との交点を頂点とするキャップ状であり、該射出面は、z軸の周辺で該入射面側に窪んでおり、その周辺に外側に凸の部分を含み、z軸を含む断面において、原点から出てz軸と $\theta_r$ の角度の方向に進む仮想的な光線が、該入射面を通過した後にz軸方向となす角度を $\theta_i$ とし、さらに該射出面を通過した後にz軸方向となす角度を $\theta_e$ として、 $\theta_r \leq 10^\circ$ において、常に $\theta_e / \theta_r > 3$ であり、 $\theta_e / \theta_r$ の最大値が4より大きく、 $20^\circ \leq \theta_r$ において、常に $\theta_e / \theta_r < 3$ であるように構成されている。

[0011] 本態様の光学素子は、 $\theta_r \leq 10^\circ$ において、常に $\theta_e / \theta_r > 3$ であり、 $\theta_e / \theta_r$ の最大値が4より大きく、 $20^\circ \leq \theta_r$ において、常に $\theta_e / \theta_r < 3$ であるように構成されているので、 $\theta_r \leq 10^\circ$ である光線が、 $20^\circ \leq \theta$

rである光線と比較して、光源から所定の範囲の距離に配置された被照射面のより外側まで到達し、両者が重なってz軸から所定の距離の位置で照度のピークが形成される。このため、光源から放出された後、光学素子を通過して被照射面に到達する直接光と、光源から放出された後、光学素子で反射され、さらに反射されて被照射面に到達する間接光とを合わせた光による、光源から所定の範囲の距離に配置された被照射面における照度が、z軸の周辺において高くなりすぎるのが防止され、より均一にすることができる。

[0012] 本発明の第1の実施形態による光学素子においては、原点から、該入射面の該頂点までの距離をhとし、a及びcを定数として、x軸及びz軸を含む断面において、該入射面の、 $\theta r \leq 5^\circ$ の領域の断面形状を、最小二乗法によって、2次関数

$$z = Ax^2 + C$$

でフィッティングした場合に、

$$A/h < -0.2$$

を満足するように該入射面が構成されている。

[0013] 本実施形態によれば、光源からの直接光と間接光とを合わせた光による、光源から所定の範囲の距離に配置された被照射面における照度が、z軸の周辺において高くなりすぎるのが防止され、より均一にすることができる。

[0014] 本発明の第2の態様による照明装置は、平面に配置された光源と該光源を覆う、本発明の第1の態様による光学素子とを含む。

[0015] 本発明の第2の態様の第1の実施形態の光学素子は、光源から該入射面及び該射出面を通過して、光源から18ミリメートルの位置に配置された被照射面に到達する直接光のx軸方向の照度分布が、2個のピークを有するように構成されている。

[0016] 本実施形態によれば、光源からの直接光と間接光とを合わせた光による、光源から所定の範囲の距離に配置された被照射面における照度が、z軸の周辺において高くなりすぎるのが防止され、より均一にすることができる。

**図面の簡単な説明**

- [0017] [図1]本発明の一実施形態による光学素子(実施例1)の断面を示す図である。
- [図2]実施例1に対応する比較例1の光学素子の断面を示す図である。
- [図3]実施例1の光学素子と比較例1の光学素子との形状の違いを説明するための図である。
- [図4]実施例1及び比較例1について、 $\theta_r$ と $\theta_e$ との関係を示す図である。
- [図5]実施例1の光学素子による被照射面における照度の分布を示す図である。
- 。
- [図6]比較例1の光学素子による被照射面における照度の分布を示す図である。
- 。
- [図7]実施例1及び比較例1について、 $z$ 軸の座標 $x$ の変化量に対する直接光による照度 $I_D$ の変化量の比率を示す図である。
- [図8]本発明の他の実施形態による光学素子(実施例2)の断面を示す図である。
- [図9]実施例2について、 $\theta_r$ と $\theta_e$ との関係を示す図である。
- [図10]実施例2の光学素子による被照射面における照度の分布を示す図である。
- [図11]実施例1の光学素子と実施例2の光学素子との形状の違いを説明するための図である。
- [図12]実施例1の光学素子による被照射面における照度の分布、及び照度分布のパラメータを示す図である。
- [図13]実施例2の光学素子による被照射面における照度の分布、及び照度分布のパラメータを示す図である。
- [図14] $c/a = 1.6$ 、 $b/d = 2.0$ の照度分布の例を示す図である。
- [図15] $c/a = 1.6$ 、 $b/d = 7.0$ の照度分布の例を示す図である。
- [図16] $c/a = 1.0$ 、 $b/d = 2.4$ の照度分布の例を示す図である。
- [図17] $c/a = 1.0$ 、 $b/d = 10.0$ の照度分布の例を示す図である。

#### 発明を実施するための形態

- [0018] 図1は、本発明の一実施形態による光学素子100A(実施例1)の断面を

示す図である。光学素子100Aの入射面101Aは、キャップ状であり、光源201を覆うように形成され、射出面103Aは、入射面101Aを覆うように形成される。光源201の発光面から出た光は、入射面101A及び射出面103Aによって拡散された後、光学素子100Aの外側に放射される。

[0019] ここで、座標について説明する。光学素子100Aの中心軸AXをz軸とし、z軸と、光源201の発光面との交点を原点Oとする。また、発光面内に互いに直交するx軸及びy軸を定める。図1は、本実施形態のxz断面を示す図である。本実施形態の形状は、z軸に関して円対称であり、xz断面をz軸の周りに回転させた形状である。しかし、本発明は、後で説明するようにz軸に関して円対称の形状に限定されることはない。

[0020] 光源201は、z軸が発光面の中心を通過するように配置される。光源201は、発光ダイオード光源であり、ほぼランバート分布の光線を発光する。光源の直径は、2.6ミリメートルであり、z軸方向の厚さは0.6ミリメートルである。

[0021] 発光面から被照射面301までの距離は18ミリメートルである。光源201が固定される面には、反射シートが備わり、光源201から放出されて入射面101Aを通過した後、射出面103Aで反射された光線は、反射シートで反射された後、被照射面301に到達する。なお、図1において、光源201が固定される面は図示されていない。実際には、この面に光源201、及び光学素子101Aが固定される。光学素子101Aは、スペーサを介してこの面に固定されてもよい。

[0022] 光源201、反射シート、及び被照射面301は、以下の実施例及び比較例においても同様に配置される。

[0023] xz断面内において原点Oからz軸と $\theta_r$ の角度をなす方向に進行する光線が、入射面101Aを通過した後に進行する方向がz軸となす角度を $\theta_i$ とし、さらに、該光線が射出面103Aを通過した後に進行する方向がz軸となす角度を $\theta_e$ とする。射出面103Aを通過した光線は、被照射面30

1 に到達する。

[0024] 表 1 は、光学素子 100A の入射面 101A 及び射出面 103A の形状を示すデータである。具体的に、SAG\_X は、z 軸から、入射面 101A、または射出面 103A 上の点までの x 軸方向の距離を示し、SAG\_Z は、原点を含む x y 面から、入射面 101A、または射出面 103A 上の点までの z 軸方向の距離を示す。表 1 及びその他の表において、長さの単位はミリメートルである。

[0025]



[表1]

入射面				射出面					
SAG_x	SAG_z	SAG_x	SAG_z	SAG_x	SAG_z	SAG_x	SAG_z	SAG_x	SAG_z
0.000	3.0000	0.920	2.4697	0.000	3.4500	2.300	3.8194	4.600	3.1788
0.020	2.9961	0.940	2.4449	0.050	3.4506	2.350	3.8180	4.650	3.1475
0.040	2.9923	0.960	2.4195	0.100	3.4549	2.400	3.8166	4.700	3.1151
0.060	2.9885	0.980	2.3935	0.150	3.4643	2.450	3.8153	4.750	3.0814
0.080	2.9848	1.000	2.3670	0.200	3.4755	2.500	3.8139	4.800	3.0465
0.100	2.9808	1.020	2.3400	0.250	3.4870	2.550	3.8122	4.850	3.0103
0.120	2.9767	1.040	2.3126	0.300	3.4990	2.600	3.8099	4.900	2.9727
0.140	2.9723	1.060	2.2846	0.350	3.5114	2.650	3.8066	4.950	2.9336
0.160	2.9676	1.080	2.2559	0.400	3.5242	2.700	3.8023	5.000	2.8930
0.180	2.9624	1.100	2.2263	0.450	3.5374	2.750	3.7970	5.050	2.8507
0.200	2.9568	1.120	2.1956	0.500	3.5509	2.800	3.7907	5.100	2.8068
0.220	2.9509	1.140	2.1634	0.550	3.5652	2.850	3.7836	5.150	2.7609
0.240	2.9446	1.160	2.1293	0.600	3.5809	2.900	3.7757	5.200	2.7132
0.260	2.9380	1.180	2.0929	0.650	3.5980	2.950	3.7671	5.250	2.6633
0.280	2.9310	1.200	2.0533	0.700	3.6155	3.000	3.7580	5.300	2.6110
0.300	2.9238	1.220	2.0095	0.750	3.6322	3.050	3.7484	5.350	2.5563
0.320	2.9162	1.240	1.9621	0.800	3.6470	3.100	3.7384	5.400	2.4988
0.340	2.9084	1.260	1.9134	0.850	3.6603	3.150	3.7281	5.450	2.4383
0.360	2.9003	1.280	1.8660	0.900	3.6723	3.200	3.7173	5.500	2.3743
0.380	2.8920	1.300	1.8221	0.950	3.6833	3.250	3.7062	5.550	2.3065
0.400	2.8833	1.320	1.7814	1.000	3.6937	3.300	3.6948	5.600	2.2346
0.420	2.8742	1.340	1.7425	1.050	3.7037	3.350	3.6828	5.650	2.1580
0.440	2.8648	1.360	1.7039	1.100	3.7136	3.400	3.6705	5.700	2.0764
0.460	2.8550	1.380	1.6644	1.150	3.7234	3.450	3.6576	5.750	1.9891
0.480	2.8447	1.400	1.6225	1.200	3.7330	3.500	3.6443	5.800	1.8954
0.500	2.8340	1.420	1.5760	1.250	3.7425	3.550	3.6304	5.850	1.7944
0.520	2.8228	1.440	1.5226	1.300	3.7516	3.600	3.6160	5.900	1.6849
0.540	2.8110	1.460	1.4615	1.350	3.7604	3.650	3.6010	5.950	1.5669
0.560	2.7987	1.480	1.3927	1.400	3.7688	3.700	3.5855	6.000	1.4429
0.580	2.7858	1.500	1.3188	1.450	3.7767	3.750	3.5693	6.050	1.3170
0.600	2.7724	1.520	1.2440	1.500	3.7840	3.800	3.5524	6.080	1.2424
0.620	2.7584	1.540	1.1697	1.550	3.7907	3.850	3.5349		
0.640	2.7437	1.560	1.0953	1.600	3.7968	3.900	3.5168		
0.660	2.7285	1.580	1.0200	1.650	3.8023	3.950	3.4979		
0.680	2.7127	1.600	0.9431	1.700	3.8071	4.000	3.4783		
0.700	2.6962	1.620	0.8638	1.750	3.8113	4.050	3.4580		
0.720	2.6791	1.640	0.7813	1.800	3.8149	4.100	3.4369		
0.740	2.6613	1.660	0.6943	1.850	3.8178	4.150	3.4150		
0.760	2.6429	1.680	0.6023	1.900	3.8201	4.200	3.3924		
0.780	2.6237	1.700	0.5052	1.950	3.8218	4.250	3.3689		
0.800	2.6039	1.720	0.4035	2.000	3.8229	4.300	3.3445		
0.820	2.5833	1.740	0.2978	2.050	3.8234	4.350	3.3193		
0.840	2.5620	1.760	0.1897	2.100	3.8234	4.400	3.2932		
0.860	2.5400	1.780	0.0809	2.150	3.8228	4.450	3.2661		
0.880	2.5172	1.794	0.0054	2.200	3.8219	4.500	3.2380		
0.900	2.4938	1.795	0.0000	2.250	3.8208	4.550	3.2089		

[0026] 表1から、入射面101Aの開口部の半径は、1.795ミリメートルであ

り、光学素子100Aの底面の半径は、6.080ミリメートルである。

[0027] 光学素子100Aの材料は、PMMA(ポリメタクリル酸メチル)であり、550ナノメートルの波長の光に対する屈折率は、1.493である。

[0028] 光学素子100Aの底面と側面(すなわち、底面に垂直な面)には、シボ加工を施してもよい。

[0029] 図2は、実施例1に対応する比較例1の光学素子100Xの断面を示す図である。光学素子100Xの入射面101Xは、キャップ状であり、光源201を覆うように形成され、射出面103Xは、入射面101Xを覆うように形成される。光源201の発光面から出た光は、入射面101X及び射出面103Xによって拡散された後、光学素子100Xの外側に放射される。

[0030] ここで、座標について説明する。光学素子100Xの中心軸AXと光源201の発光面との交点を原点Oとし、原点Oを通り該発光面に垂直な直線をz軸とする。また、該発光面内に互いに直交するx軸及びy軸を定める。図2は、本比較例のxz断面を示す図である。本実施形態の形状は、z軸に関して円対称であり、xz断面をz軸の周りに回転させた形状である。

[0031] 光源201は、z軸が発光面の中心を通過するように配置される。

[0032] xz断面内において原点Oから進む光線がz軸と $\theta_r$ の角度をなす方向に進行する光線が、入射面101Xを通過した後に進行する方向がz軸となす角度を $\theta_i$ とし、さらに、該光線が射出面103Xを通過した後に進行する方向がz軸となす角度を $\theta_e$ とする。

[0033] 光源201から放出されて入射面101Xを通過した後、射出面103Xで反射された光線は、反射シートで反射された後、被照射面301に到達する。

[0034] 表2は、比較例1の光学素子100Xの入射面101X及び射出面103Xの形状を示すデータである。具体的に、SAG\_Xは、z軸から、入射面101X、または射出面103X上の点までのx軸方向の距離を示し、SAG\_Zは、原点を含むxy面から、入射面101X、または射出面103X上の点までのz軸方向の距離を示す。

[表2]

入射面		射出面							
SAG_x	SAG_z	SAG_x	SAG_z	SAG_x	SAG_z	SAG_x	SAG_z	SAG_x	SAG_z
0	3	0.920	2.5504	0.000	3.4500	2.300	3.7225	4.600	3.1686
0.02	2.99875	0.940	2.5265	0.050	3.4509	2.350	3.7221	4.650	3.1442
0.04	2.99769	0.960	2.5019	0.100	3.4535	2.400	3.7214	4.700	3.1190
0.06	2.99675	0.980	2.4766	0.150	3.4570	2.450	3.7204	4.750	3.0928
0.08	2.99586	1.000	2.4507	0.200	3.4609	2.500	3.7189	4.800	3.0656
0.1	2.99496	1.020	2.4242	0.250	3.4663	2.550	3.7170	4.850	3.0373
0.12	2.99396	1.040	2.3970	0.300	3.4731	2.600	3.7146	4.900	3.0079
0.14	2.99281	1.060	2.3692	0.350	3.4810	2.650	3.7118	4.950	2.9773
0.16	2.99144	1.080	2.3409	0.400	3.4900	2.700	3.7084	5.000	2.9453
0.18	2.98977	1.100	2.3120	0.450	3.4995	2.750	3.7045	5.050	2.9119
0.2	2.98773	1.120	2.2826	0.500	3.5088	2.800	3.7000	5.100	2.8771
0.22	2.98525	1.140	2.2527	0.550	3.5183	2.850	3.6948	5.150	2.8406
0.24	2.98226	1.160	2.2220	0.600	3.5295	2.900	3.6891	5.200	2.8022
0.26	2.97875	1.180	2.1906	0.650	3.5428	2.950	3.6826	5.250	2.7620
0.28	2.97472	1.200	2.1583	0.700	3.5574	3.000	3.6755	5.300	2.7195
0.3	2.97018	1.220	2.1249	0.750	3.5721	3.050	3.6676	5.350	2.6747
0.32	2.96514	1.240	2.0903	0.800	3.5860	3.100	3.6589	5.400	2.6272
0.34	2.95961	1.260	2.0543	0.850	3.5991	3.150	3.6494	5.450	2.5766
0.36	2.95358	1.280	2.0165	0.900	3.6113	3.200	3.6391	5.500	2.5226
0.38	2.94708	1.300	1.9766	0.950	3.6229	3.250	3.6282	5.550	2.4645
0.4	2.9401	1.320	1.9340	1.000	3.6337	3.300	3.6165	5.600	2.4017
0.42	2.93264	1.340	1.8882	1.050	3.6438	3.350	3.6043	5.650	2.3338
0.44	2.92469	1.360	1.8380	1.100	3.6532	3.400	3.5914	5.700	2.2597
0.46	2.91625	1.380	1.7829	1.150	3.6621	3.450	3.5781	5.750	2.1785
0.48	2.9073	1.400	1.7221	1.200	3.6703	3.500	3.5642	5.800	2.0888
0.5	2.89782	1.420	1.6549	1.250	3.6779	3.550	3.5499	5.850	1.9881
0.52	2.8878	1.440	1.5810	1.300	3.6848	3.600	3.5353	5.900	1.8730
0.54	2.87722	1.460	1.5006	1.350	3.6911	3.650	3.5202	5.950	1.7368
0.56	2.86607	1.480	1.4144	1.400	3.6967	3.700	3.5049	6.000	1.5690
0.58	2.85432	1.500	1.3242	1.450	3.7016	3.750	3.4894	6.050	1.3733
0.6	2.84194	1.520	1.2328	1.500	3.7059	3.800	3.4737	6.080	1.2424
0.62	2.82891	1.540	1.1432	1.550	3.7095	3.850	3.4577		
0.64	2.8152	1.560	1.0580	1.600	3.7124	3.900	3.4415		
0.66	2.80077	1.580	0.9772	1.650	3.7147	3.950	3.4250		
0.68	2.78562	1.600	0.8991	1.700	3.7165	4.000	3.4082		
0.7	2.76977	1.620	0.8225	1.750	3.7179	4.050	3.3910		
0.72	2.7532	1.640	0.7449	1.800	3.7190	4.100	3.3734		
0.74	2.73593	1.660	0.6610	1.850	3.7197	4.150	3.3554		
0.76	2.71796	1.68	0.5639	1.900	3.7203	4.200	3.3370		
0.78	2.69931	1.7	0.4539	1.950	3.7207	4.250	3.3181		
0.8	2.68	1.72	0.3409	2.000	3.7211	4.300	3.2986		
0.82	2.66004	1.74	0.23614	2.050	3.7214	4.350	3.2786		
0.84	2.63944	1.76	0.14198	2.100	3.7218	4.400	3.2580		
0.86	2.61817	1.78	0.05765	2.150	3.7222	4.450	3.2367		
0.88	2.59624	1.795	0	2.200	3.7225	4.500	3.2148		
0.9	2.57365			2.250	3.7226	4.550	3.1921		

[0035] 表2から、入射面101Xの開口部の半径は、1.795ミリメートルであ

り、光学素子100Xの底面の半径は、6.080ミリメートルである。すなわち、光学素子100Xの入射面の開口部の半径及び底面の半径は、実施例1の光学素子100Aものと同じである。

[0036] 光学素子100Xの材料は、PMMA(ポリメタクリル酸メチル)であり、550ナノメートルの波長の光に対する屈折率は、1.493である。光学素子100Xの材料及び屈折率は、実施例1の光学素子100Aのものと同じである。

[0037] 光学素子100Xの底面と側面(すなわち、底面に垂直な面)には、シボ加工を施してもよい。

[0038] 図3は、実施例1の光学素子100Aと比較例1の光学素子100Xとの形状の違いを説明するための図である。図3(a)は、実施例1の光学素子100Aのxz断面のz軸周辺の形状を示す図であり、図3(b)は、比較例1の光学素子100Xのxz断面のz軸周辺の形状を示す図である。実施例1の光学素子100Aの、xz断面における入射面101Aのz軸周辺の勾配(zのxに関する導関数の絶対値)は、比較例1の光学素子100Xの、xz断面における入射面101Xのz軸周辺の勾配(zのxに関する導関数の絶対値)よりも大きい。

[0039] 実施例1の光学素子100Aの、xz断面における入射面101Aの、 $\theta \leq 5^\circ$ における形状を2次関数

$$z = Ax^2 + C$$

でフィッティングすると、

$$A = -0.843$$

である。ここで、光源201から入射面101Aの頂点までの距離をhとすると、

$$h = 3.0 \text{ であり、}$$

$$A/h = -0.281$$

である。

[0040] 他方、比較例1の光学素子100Xの、xz断面における入射面101X

の、 $\theta_r \leq 5^\circ$  における形状を2次関数

$$z = Ax^2 + C$$

でフィッティングすると、

$$A = -0.289$$

である。ここで、光源201から入射面101Aの頂点までの距離をhとすると、

$$h = 3.0 \text{ であり、}$$

$$A/h = -0.096$$

である。

[0041] この結果、光学素子100Aの入射面101Aのz軸周辺に入射し、入射面101A及び射出面103Aを通過した光線は、比較例1の光学素子100Xの入射面101Xのz軸周辺に入射し、入射面101X及び射出面103Xを通過した光線よりも、z軸から離れる方向へ向けられる。すなわち、小さな $\theta_r$ にたいして、光学素子100Aの $\theta_e$ は、光学素子100Xの $\theta_e$ よりも大きい。

[0042] 一般的に、入射面の形状は、

$$A/h < -0.2$$

を満たすのが好ましい。

[0043] 図4は、実施例1及び比較例1について、 $\theta_r$ と $\theta_e$ との関係を示す図である。図4の横軸は、 $\theta_r$ を示し、図4の縦軸は、 $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比を示す。図4の実線は実施例1を表し、図4の破線は比較例1を表す。実施例1の光学素子100Aについて、 $\theta_r$ が10度以下である領域において、 $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比は常に3より大きく、 $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比の最大値は約10である。一般的に、 $\theta_r$ が10度以下である領域において、 $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比の最大値は4より大きいのが好ましく、6より大きいのがより好ましい。また、 $\theta_r$ が20度以上である領域において、 $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比は常に3より小さい。比較例1の光学素子100Xについて、 $\theta_r$ が10度以下である領域において、 $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比の最小値は約2.2で

あり、 $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比の最大値は約3.5である。 $\theta_r$ が20度以上である領域において、実施例1の $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比は、比較例1の $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比とほぼ等しく、常に3より小さい。

[0044] 図5は、実施例1の光学素子100Aによる被照射面301における照度の分布を示す図である。図5の横軸は、z軸からの距離を示し、図5の縦軸は規格化照度を示す。図5の二点鎖線は、光学素子の入射面または射出面で反射されずに直接、被照射面301に到達する直接光による照度を示し、破線は、反射シートで反射された後、被照射面301に到達する間接光による照度を示し、実線は、直接光及び間接光を合わせた全体光による照度を示す。規格化照度は、全体光による照度の最大値を1とした。

[0045] 被照射面301における照度を計算する際に条件を以下のように定めた。光源201の発光面の輝度は一定である。光源201及び光学素子101Aが配置される面には反射シートが設置されている。反射シートに入射した光は、98%が反射し、反射光の分布はガウス関数で表現され、ガウス角1度のガウス散乱となる。光学素子101Aの底面及び側面（すなわち、底面に垂直な面）に入射した光は、表面で透過、およびフレネル反射し、透過光と反射光の分布はガウス関数で表現され、ガウス角15度でガウス散乱となる。

[0046] 図5において、直接光による照度は、z軸から所定の距離において、2個のピークを有する。その理由は、以下のとおりである。実施例1の光学素子100Aは、 $\theta_r \leq 10^\circ$ において、常に $\theta_e / \theta_r > 3$ であり、 $\theta_e / \theta_r$ の最大値が4より大きく、 $20^\circ \leq \theta_r$ において、常に $\theta_e / \theta_r < 3$ であるように構成されているので、 $\theta_r \leq 10^\circ$ である光線が、 $20^\circ \leq \theta_r$ である光線と比較して被照射面のより外側まで到達し、両者が重なってz軸から所定の距離の位置で照度のピークが形成される。

[0047] 図6は、比較例1の光学素子100Xによる被照射面301における照度の分布を示す図である。図6の横軸は、z軸からの距離を示し、図6の縦軸は規格化照度を示す。図6の二点鎖線は、反射シートで反射されずに直接、被照射面301に到達する直接光による照度を示し、破線は、反射シートで

反射された後、被照射面 301 に到達する間接光による照度を示し、実線は、直接光及び間接光を合わせた全体光による照度を示す。規格化照度は、全体光による照度の最大値を 1 とした。図 6 において、直接光による照度は、z 軸の位置において単一のピークを有する。

[0048] 図 7 は、実施例 1 及び比較例 1 について、z 軸の座標  $x$  の変化量に対する直接光による照度  $I_D$  の変化量の比率を示す図である。図 7 の横軸は、z 軸の座標  $x$  を表し、図 7 の縦軸は、z 軸の座標  $x$  の変化量  $\Delta x$  に対する直接光による照度  $I_D$  の変化量  $\Delta I_D(x)$  の比率  $\Delta I_D(x) / \Delta x$  を表す。図 7 の実線は、実施例 1 の  $\Delta I_D(x) / \Delta x$  を表し、図 7 の破線は、比較例 1 の  $\Delta I_D(x) / \Delta x$  を表す。

[0049] 実施例 1 の  $\Delta I_D(x) / \Delta x$  の符号は、横軸に沿って正から負、負から正、及び正から負と 3 回変化している。このことは、直接光による照度  $I_D$  が、z 軸を中心とする M 字の分布を有していることを表わしている。他方、比較例 1 における  $\Delta I_D(x) / \Delta x$  の符号は、横軸に沿って正から負に 1 回だけ変化している。このことは、直接光による照度  $I_D$  が、z 軸の位置に単一のピークを有する分布を有していることを表わしている。反射光による照度も z 軸の位置に単一のピークを有する分布を有するので、比較例 1 の直接光と間接光とを合わせた全体光による照度分布は、図 6 に示すように、z 軸周辺で急峻となり、複数の光源を組み合わせても、x 軸方向に均一な照度分布を得るのが困難となる。

[0050] 図 8 は、本発明の他の実施形態による光学素子 100B (実施例 2) の断面を示す図である。光学素子 100B の入射面 101B は、キャップ状であり、光源 201 を覆うように形成され、射出面 103B は、入射面 101B を覆うように形成される。光源 201 の発光面から出た光は、入射面 101B 及び射出面 103B によって拡散された後、光学素子 100B の外側に放射される。

[0051] ここで、座標について説明する。光学素子 100B の中心軸 AX と光源 201 の発光面との交点を原点 O とし、原点 O を通り該発光面に垂直な直線を

z軸とする。また、発光面内に互いに直交するx軸及びy軸を定める。図8は、本実施形態のxz断面を示す図である。本実施形態の形状は、z軸に関して円対称である。

- [0052] 光源201は、z軸が発光面の中心を通過するように配置される。
- [0053] xz断面内において原点Oから進む光線がz軸と $\theta_r$ の角度をなす方向に進行する光線が、入射面101Bを通過した後に進行する方向がz軸となす角度を $\theta_i$ とし、さらに、該光線が射出面103Bを通過した後に進行する方向がz軸となす角度を $\theta_e$ とする。射出面103Bを通過した光線は、被照射面301に到達する。
- [0054] 光源201から放出されて入射面101Bを通過した後、射出面103Bで反射された光線は、反射シートで反射された後、被照射面301に到達する。
- [0055] 表3は、光学素子100Bの入射面101B及び射出面103Bの形状を示すデータである。具体的に、SAG\_Xは、z軸から、入射面101B、または射出面103B上の点までのx軸方向の距離を示し、SAG\_Zは、原点を含むxy面から、入射面101B、または射出面103B上の点までのz軸方向の距離を示す。

[0056]



[表3]

入射面				射出面					
SAG_x	SAG_z	SAG_x	SAG_z	SAG_x	SAG_z	SAG_x	SAG_z	SAG_x	SAG_z
0.000	2.5810	0.920	2.0287	0.000	3.5010	2.300	3.8183	4.600	3.1965
0.020	2.5780	0.940	2.0026	0.050	3.5046	2.350	3.8175	4.650	3.1663
0.040	2.5754	0.960	1.9756	0.100	3.5079	2.400	3.8164	4.700	3.1350
0.060	2.5729	0.980	1.9478	0.150	3.5120	2.450	3.8150	4.750	3.1025
0.080	2.5704	1.000	1.9191	0.200	3.5175	2.500	3.8132	4.800	3.0687
0.100	2.5680	1.020	1.8896	0.250	3.5241	2.550	3.8108	4.850	3.0337
0.120	2.5654	1.040	1.8593	0.300	3.5320	2.600	3.8077	4.900	2.9974
0.140	2.5626	1.060	1.8282	0.350	3.5409	2.650	3.8039	4.950	2.9597
0.160	2.5595	1.080	1.7962	0.400	3.5504	2.700	3.7993	5.000	2.9205
0.180	2.5559	1.100	1.7634	0.450	3.5600	2.750	3.7941	5.050	2.8798
0.200	2.5517	1.120	1.7298	0.500	3.5697	2.800	3.7882	5.100	2.8375
0.220	2.5468	1.140	1.6953	0.550	3.5801	2.850	3.7817	5.150	2.7935
0.240	2.5410	1.160	1.6596	0.600	3.5912	2.900	3.7745	5.200	2.7476
0.260	2.5344	1.180	1.6227	0.650	3.6029	2.950	3.7668	5.250	2.6999
0.280	2.5271	1.200	1.5841	0.700	3.6149	3.000	3.7586	5.300	2.6500
0.300	2.5190	1.220	1.5437	0.750	3.6269	3.050	3.7499	5.350	2.5979
0.320	2.5102	1.240	1.5009	0.800	3.6388	3.100	3.7406	5.400	2.5434
0.340	2.5009	1.260	1.4552	0.850	3.6506	3.150	3.7309	5.450	2.4863
0.360	2.4911	1.280	1.4056	0.900	3.6622	3.200	3.7207	5.500	2.4262
0.380	2.4808	1.300	1.3509	0.950	3.6735	3.250	3.7100	5.550	2.3629
0.400	2.4702	1.320	1.2902	1.000	3.6845	3.300	3.6988	5.600	2.2962
0.420	2.4594	1.340	1.2227	1.050	3.6951	3.350	3.6871	5.650	2.2256
0.440	2.4482	1.360	1.1481	1.100	3.7053	3.400	3.6749	5.700	2.1510
0.460	2.4368	1.380	1.0669	1.150	3.7151	3.450	3.6621	5.750	2.0718
0.480	2.4250	1.400	0.9802	1.200	3.7244	3.500	3.6488	5.800	1.9876
0.500	2.4129	1.420	0.8877	1.250	3.7333	3.550	3.6350	5.850	1.8978
0.520	2.4004	1.440	0.7883	1.300	3.7418	3.600	3.6207	5.900	1.8015
0.540	2.3875	1.460	0.6810	1.350	3.7500	3.650	3.6058	5.950	1.6980
0.560	2.3741	1.480	0.5631	1.400	3.7577	3.700	3.5904	6.000	1.5881
0.580	2.3604	1.500	0.4246	1.450	3.7649	3.750	3.5744	6.050	1.4742
0.600	2.3461	1.520	0.2511	1.500	3.7718	3.800	3.5579	6.100	1.3593
0.620	2.3312	1.540	0.0672	1.550	3.7783	3.850	3.5407	6.130	1.2913
0.640	2.3158	1.546	0.0080	1.600	3.7843	3.900	3.5230		
0.660	2.2998	1.547	0.0000	1.650	3.7899	3.950	3.5046		
0.680	2.2832			1.700	3.7950	4.000	3.4856		
0.700	2.2659			1.750	3.7997	4.050	3.4658		
0.720	2.2479			1.800	3.8039	4.100	3.4454		
0.740	2.2293			1.850	3.8076	4.150	3.4243		
0.760	2.2099			1.900	3.8107	4.200	3.4024		
0.780	2.1899			1.950	3.8133	4.250	3.3798		
0.800	2.1691			2.000	3.8154	4.300	3.3563		
0.820	2.1476			2.050	3.8170	4.350	3.3320		
0.840	2.1254			2.100	3.8181	4.400	3.3068		
0.860	2.1024			2.150	3.8187	4.450	3.2807		
0.880	2.0786			2.200	3.8189	4.500	3.2536		
0.900	2.0541			2.250	3.8188	4.550	3.2256		

[0057] 表3から、入射面101Bの底面における開口部の半径は、1.547ミリメートルであり、光学素子100Bの底面の半径は、6.130ミリメートルである。

[0058] 光学素子の材料は、PMMA(ポリメタクリル酸メチル)であり、550ナノメートルの波長の光に対する屈折率は、1.493である。光学素子100Bの材料及び屈折率は、実施例1の光学素子100Aのものと同じである。

[0059] 光学素子100Bの底面と側面(すなわち、底面に垂直な面)には、シボ加工を施してもよい。

[0060] 実施例2の光学素子100Bの、xz断面における入射面101Bの、 $\theta_r \leq 5^\circ$ における形状を2次関数

$$z = Ax^2 + C$$

でフィッティングすると、

$$A = -0.616$$

である。ここで、光源201から入射面101Bの頂点までの距離をhとすると、

$$h = 2.58 \text{ であり、}$$

$$A/h = -0.239$$

である。

[0061] 図9は、実施例2について、 $\theta_r$ と $\theta_e$ との関係を示す図である。図9の横軸は、 $\theta_r$ を示し、図9の縦軸は、 $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比を示す。実施例2の光学素子100Bについて、 $\theta_r$ が10度以下である領域において、 $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比は常に3より大きく、 $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比の最大値は約6.5である。また、 $\theta_r$ が20度以上である領域において、 $\theta_r$ に対する $\theta_e$ の比は常に3より小さい。

[0062] 図10は、実施例2の光学素子100Bによる被照射面301における照度の分布を示す図である。図10の横軸は、z軸からの距離を示し、図10の縦軸は規格化照度を示す。図10の二点鎖線は、光学素子の入射面または射出面で反射されずに直接、被照射面301に到達する直接光による照度を

示し、破線は、反射シートで反射された後、被照射面301に到達する間接光による照度を示し、実線は、直接光及び間接光を合わせた全体光による照度を示す。規格化照度は、全体光による照度の最大値を1とした。図10において、直接光による照度は、z軸から所定の距離において、2個のピークを有する。

[0063] 図11は、実施例1の光学素子100Aと実施例2の光学素子100Bとの形状の違いを説明するための図である。図11の横軸は、x軸の座標を表し、図11の縦軸は、z軸の座標を表す。図11の実線は、実施例1の光学素子100Aのxz断面のz軸周辺の形状を示し、図11の破線は、実施例2の光学素子100Bのxz断面のz軸周辺の形状を示す図である。実施例1の光学素子100Aの芯厚（z軸に沿った厚さ）Tは、0.45ミリメートルであり、実施例2の光学素子100Bの芯厚Tは、0.92ミリメートルである。実施例1の光学素子100Aは、実施例2の光学素子100Bと比較して芯厚が短いため、入射面と射出面の位置関係から光線を外側に拡げる作用が強い。したがって、実施例1の光学素子100Aに関する図5における直接光の2個のピークの位置のz軸からの距離は、実施例2の光学素子100Bに関する図10における直接光の2個のピークの位置のz軸からの距離よりも長い。この結果、実施例1の光学素子100Aの全体光による照度分布の半値幅は、実施例2の光学素子100Bの全体光による照度分布の半値幅よりも広くなる。

[0064] 図12は、実施例1の光学素子100Aによる被照射面301における照度の分布、及び照度分布のパラメータを示す図である。図12の照度分布は、図5の照度分布と同じである。照度分布のパラメータa、b、c及びdは、以下のように定義する。被照射面における反射光による照度分布の半値半幅の値をaとし、反射光による照度分布のピーク照度の値をbとし、被照射面における直接光の照度分布の2個のピーク値の位置の、z軸からの距離をcとし、直接光の照度分布のピーク値とz軸における値との照度の差をdとする。図12からパラメータa、b、c及びdの値は以下のとおりである。

[0065]  $a = 13.5$  (mm)

$b = 0.47$

$c = 22.0$  (mm)

$d = 0.20$

[0066] ここで、 $c/a$ は、直接光の分布の広がりに対応する。 $c/a$ が大きいほど、直接光の分布の広がりが大きい。また、 $b/d$ は、直接光の2個のピークを有する分布の影響の大きさに対応する。 $b/d$ が小さいほど、直接光の2個のピークを有する分布の影響が大きい。 $c/a$ 及び $b/d$ の値は、以下のとおりである。

[0067]  $c/a = 1.6$

$b/d = 2.4$

したがって、

$$(c/a) \cdot (b/d) = 3.8$$

である。

[0068] 図13は、実施例2の光学素子100Bによる被照射面301における照度の分布、及び照度分布のパラメータを示す図である。図13の照度分布は、図10の照度分布と同じである。照度分布のパラメータ $a$ 、 $b$ 、 $c$ 及び $d$ は、図12の場合と同様に定義する。図13からパラメータ $a$ 、 $b$ 、 $c$ 及び $d$ の値は以下のとおりである。

[0069]  $a = 13.5$  (mm)

$b = 0.40$

$c = 13.9$  (mm)

$d = 0.09$

[0070]  $c/a$ 及び $b/d$ の値は、以下のとおりである。

$c/a = 1.0$

$b/d = 4.4$

[0071] したがって、

$$(c/a) \cdot (b/d) = 4.4$$

である。

[0072] 図14は、 $c/a = 1.6$ 、 $b/d = 2.0$ の照度分布の例を示す図である。図14の場合に  $(c/a) \cdot (b/d) = 3.2$  である。

[0073] 図15は、 $c/a = 1.6$ 、 $b/d = 7.0$ の照度分布の例を示す図である。図15の場合に  $(c/a) \cdot (b/d) = 7.0$  である。

[0074] 図16は、 $c/a = 1.0$ 、 $b/d = 2.4$ の照度分布の例を示す図である。図16の場合に  $(c/a) \cdot (b/d) = 2.4$  である。

[0075] 図17は、 $c/a = 1.0$ 、 $b/d = 10.0$ の照度分布の例を示す図である。図17の場合に  $(c/a) \cdot (b/d) = 10.0$  である。

[0076] 図14及び図15の照度分布の $c/a$ は、実施例1の場合と同じく1.6である。上述のように $c/a = 1.6$ の場合は、直接光の分布の広がり大きい。 $c/a = 1.6$ の場合に、 $b/d$ が2.0から7.0まで変化しても、全体光の分布は、広がり大きく好ましい分布である。

[0077] 図16及び図17の照度分布の $c/a$ は、実施例2の場合と同じく1.0である。上述のように $c/a = 1.0$ の場合は、直接光の分布の広がりが比較的小さい。 $c/a = 1.0$ の場合に、 $b/d$ が小さいと、図16に示すように、全体光の分布において、直接光の2個のピークを有する分布の影響が大きくなり好ましくない。

[0078] 全体光の分布において、直接光の2個のピークを有する分布の影響が目立たないようにするには、

$$3 < (c/a) \cdot (b/d)$$

であるのが好ましい。

[0079] 他の好ましい実施形態として、 $z$ 軸に関して円対称ではない形状でもよい。たとえば、 $z$ 軸の周りのある角度範囲は、第1の形状（たとえば、実施例1の形状）であり、他の角度範囲は、第1の形状とは異なる第2の形状（たとえば、実施例2の形状）である光学素子であってもよい。

## 請求の範囲

### [請求項1]

平面に配置された仮想的な光源を覆うように形成された入射面と、該入射面を覆う射出面と、を備え、該仮想的な光源からの光が該入射面及び該射出面を通過した後、外部に照射されるように構成された光学素子であって、

z軸を該光学素子の中心軸とし、原点を、該仮想的な光源の発光箇所を含み、該平面に平行な面とz軸との交点とし、x軸及びy軸を、原点を通りz軸に垂直な互いに直交する2直線として、

該入射面は、z軸との交点を頂点とするキャップ状であり、該射出面は、z軸の周辺で該入射面側に窪んでおり、その周囲に外側に凸の部分を含み、

z軸を含む断面において、原点から出てz軸と $\theta_r$ の角度の方向に進む仮想的な光線が、該入射面を通過した後にz軸方向となす角度を $\theta_i$ とし、さらに該射出面を通過した後にz軸方向となす角度を $\theta_e$ として、

$\theta_r \leq 10^\circ$  において、常に $\theta_e / \theta_r > 3$ であり、 $\theta_e / \theta_r$ の最大値が4より大きく、

$20^\circ \leq \theta_r$  において、常に $\theta_e / \theta_r < 3$ であるように構成された光学素子。

### [請求項2]

原点から、該入射面の該頂点までの距離をhとし、a及びcを定数として、x軸及びz軸を含む断面において、該入射面の、 $\theta_r \leq 5^\circ$ の領域の断面形状を、最小二乗法によって、2次関数

$$z = Ax^2 + C$$

でフィッティングした場合に、

$$A/h < -0.2$$

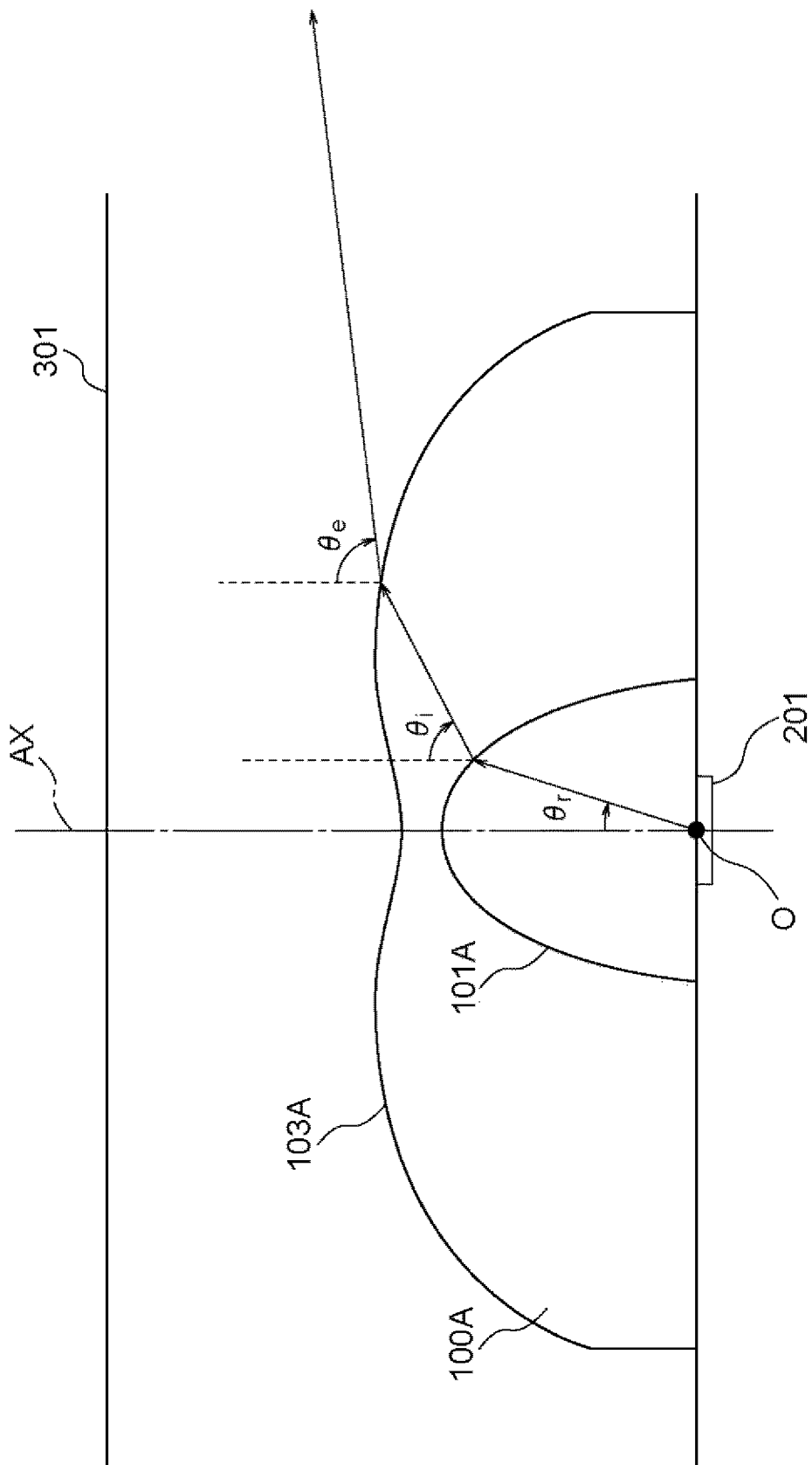
を満足するように該入射面が構成された請求項1に記載の光学素子。

### [請求項3]

平面に配置された光源と該光源を覆う請求項1または2に記載の光学素子とを含む照明装置。

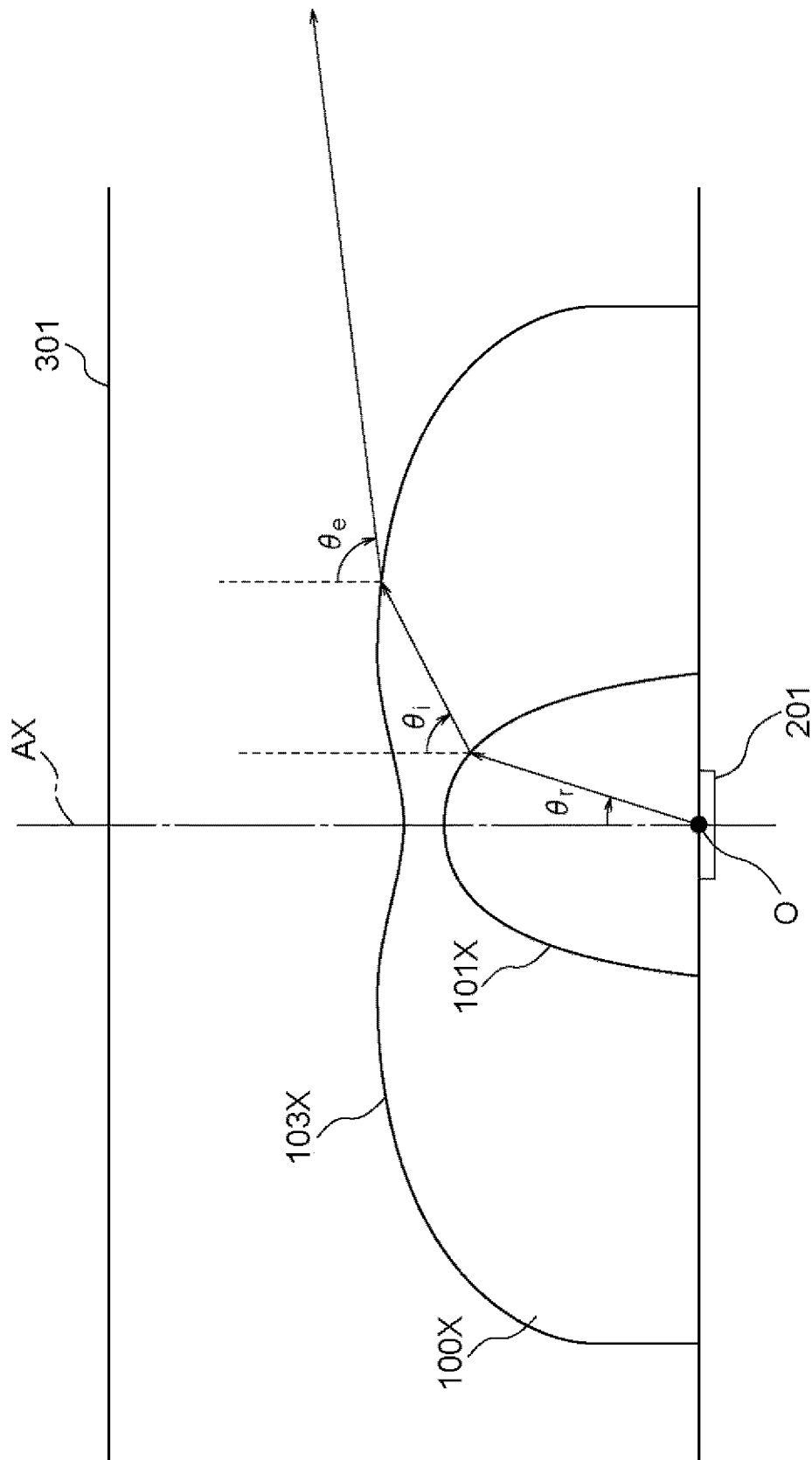
[請求項4]           光源から該入射面及び該射出面を通過して、光源から18ミリメートルの位置に配置された被照射面に到達する直接光のx軸方向の照度分布が、2個のピークを有するように構成された請求項3に記載の照明装置。

[図1]

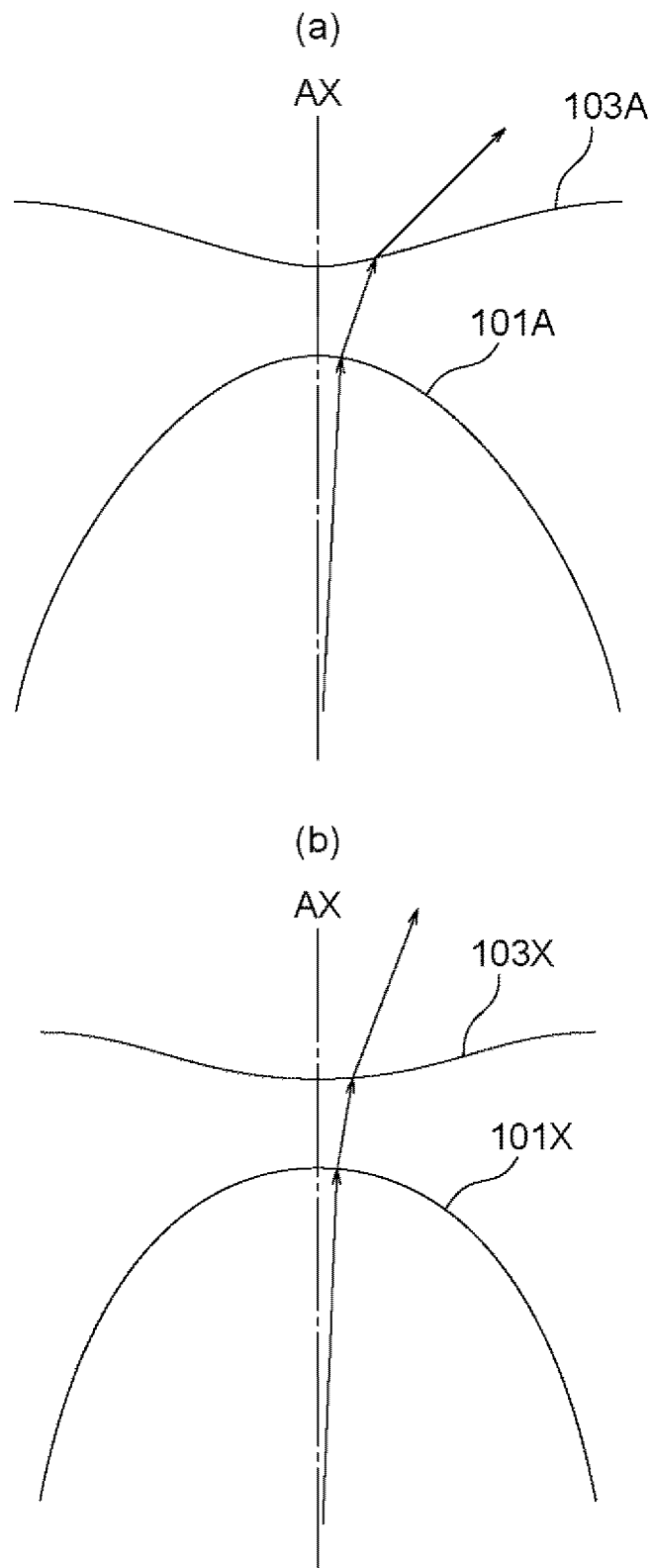




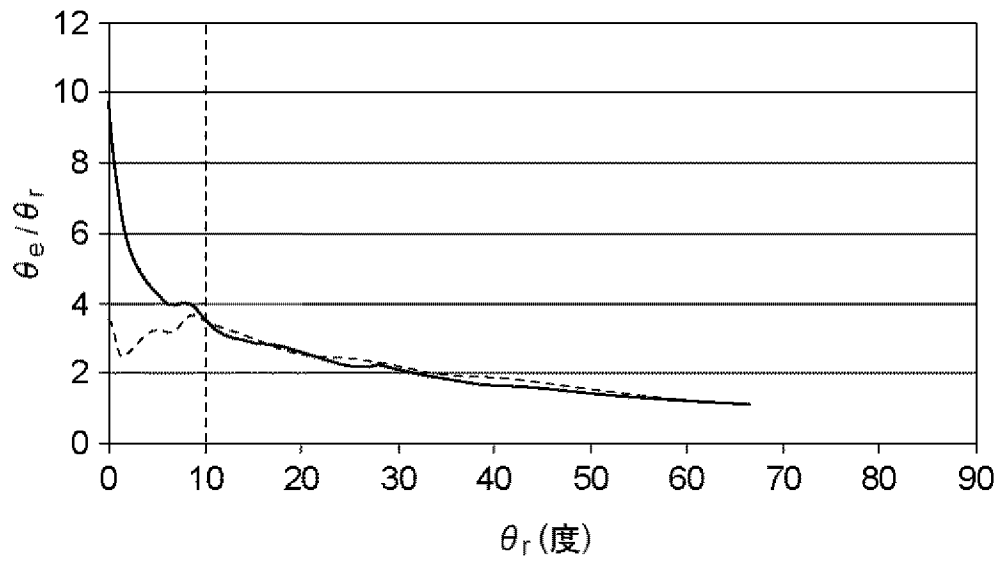
[図2]



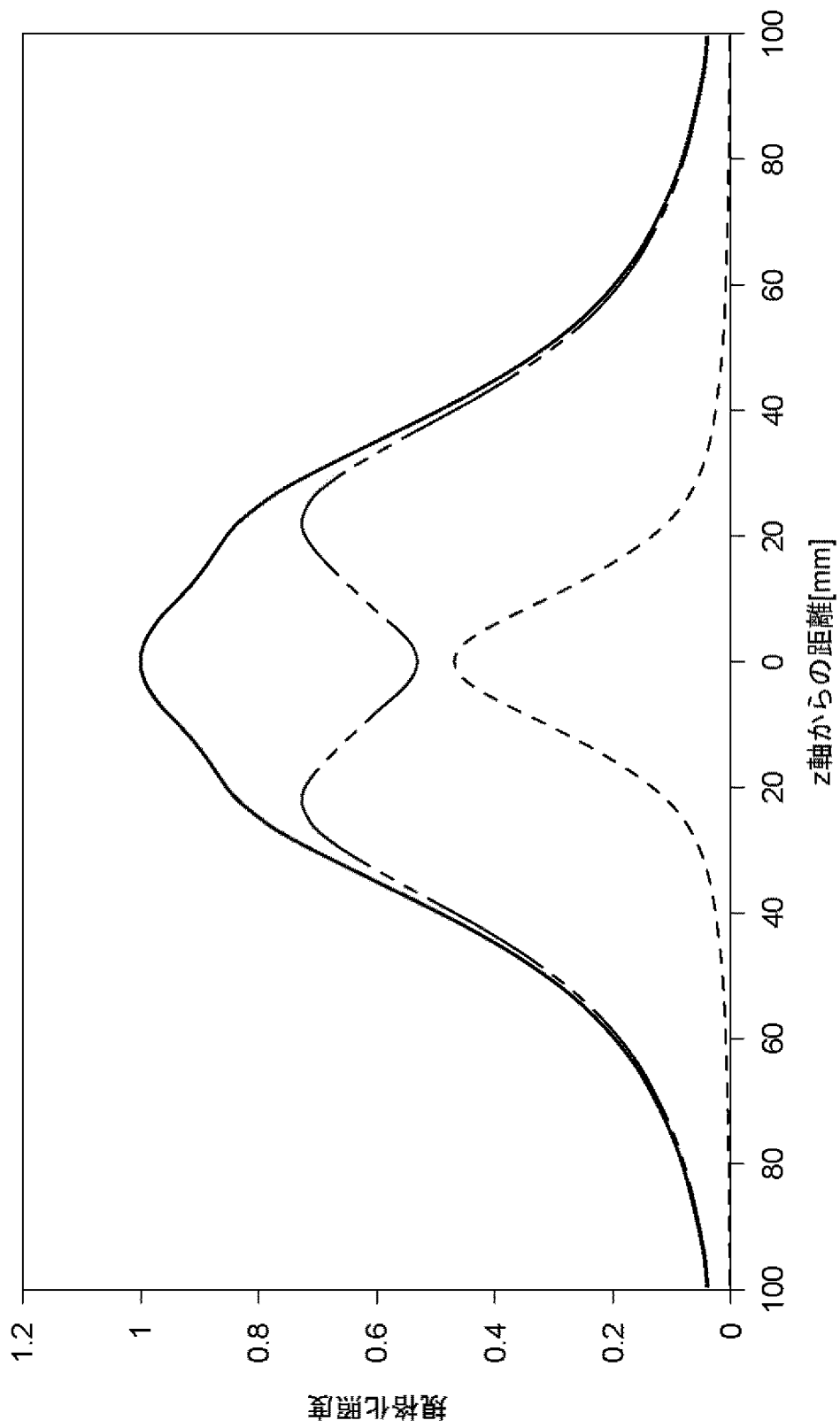
[図3]



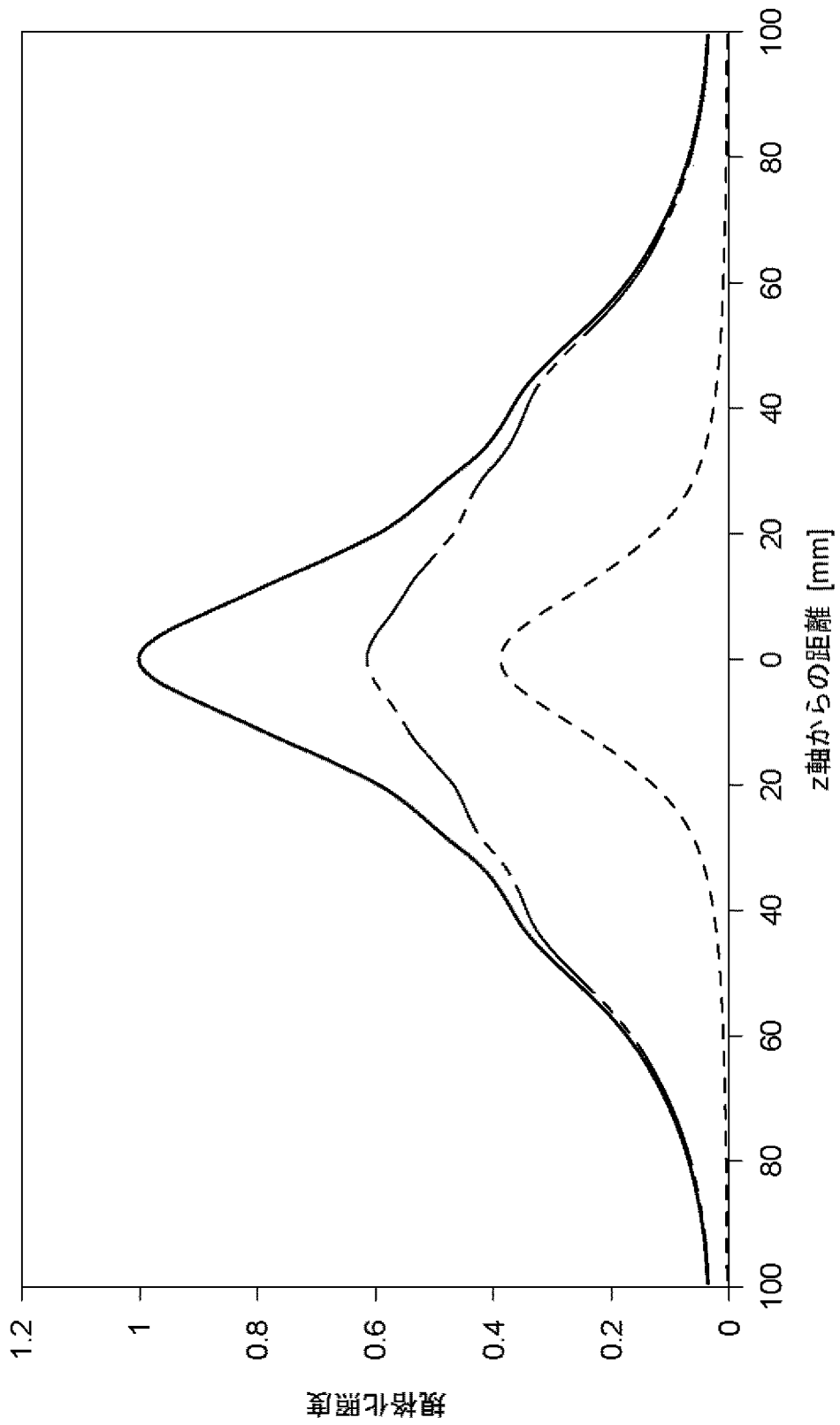
[図4]



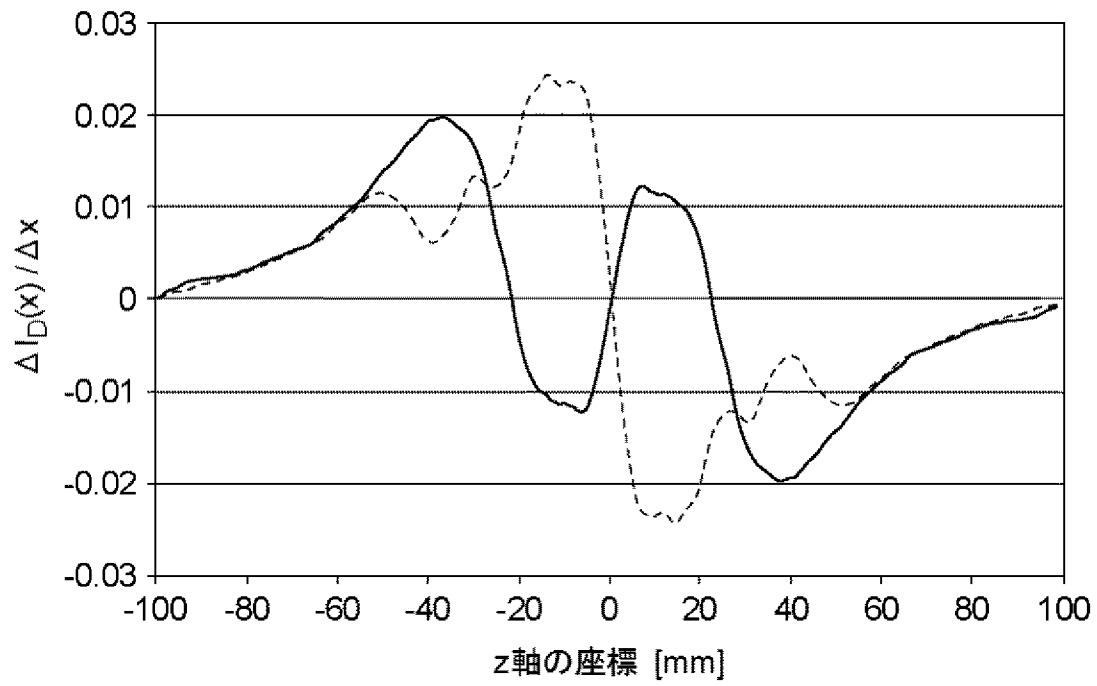
[図5]



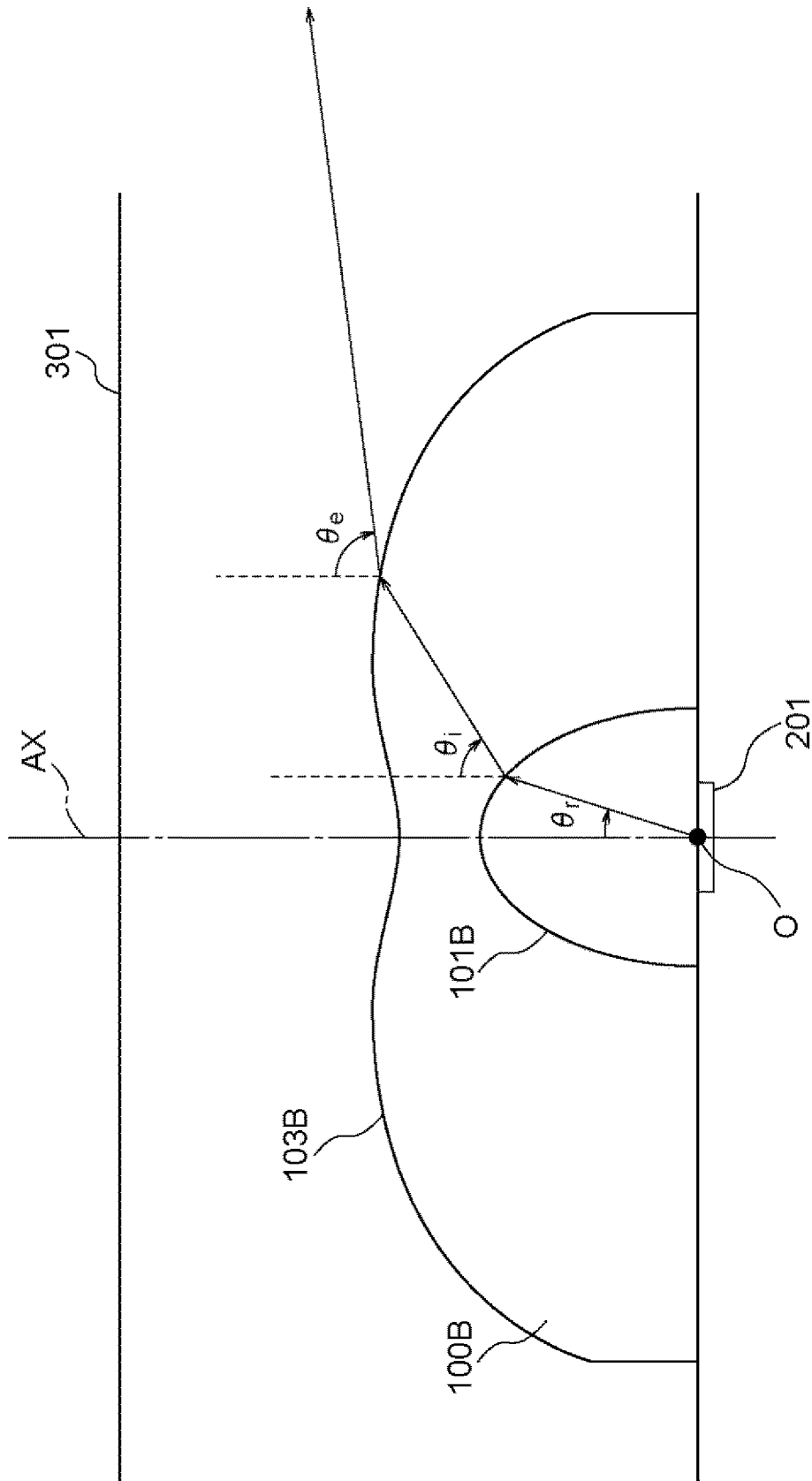
[図6]



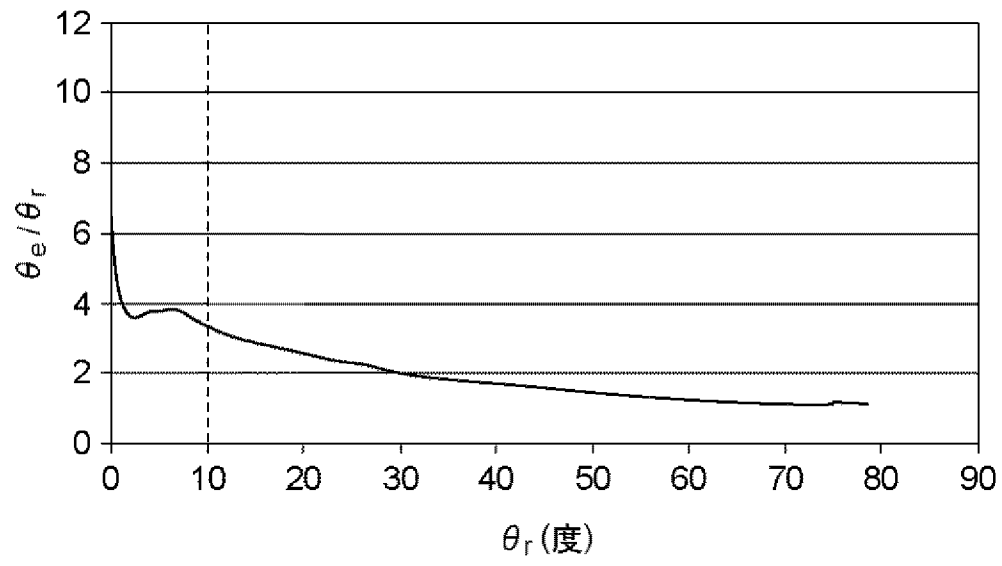
[図7]



[図8]

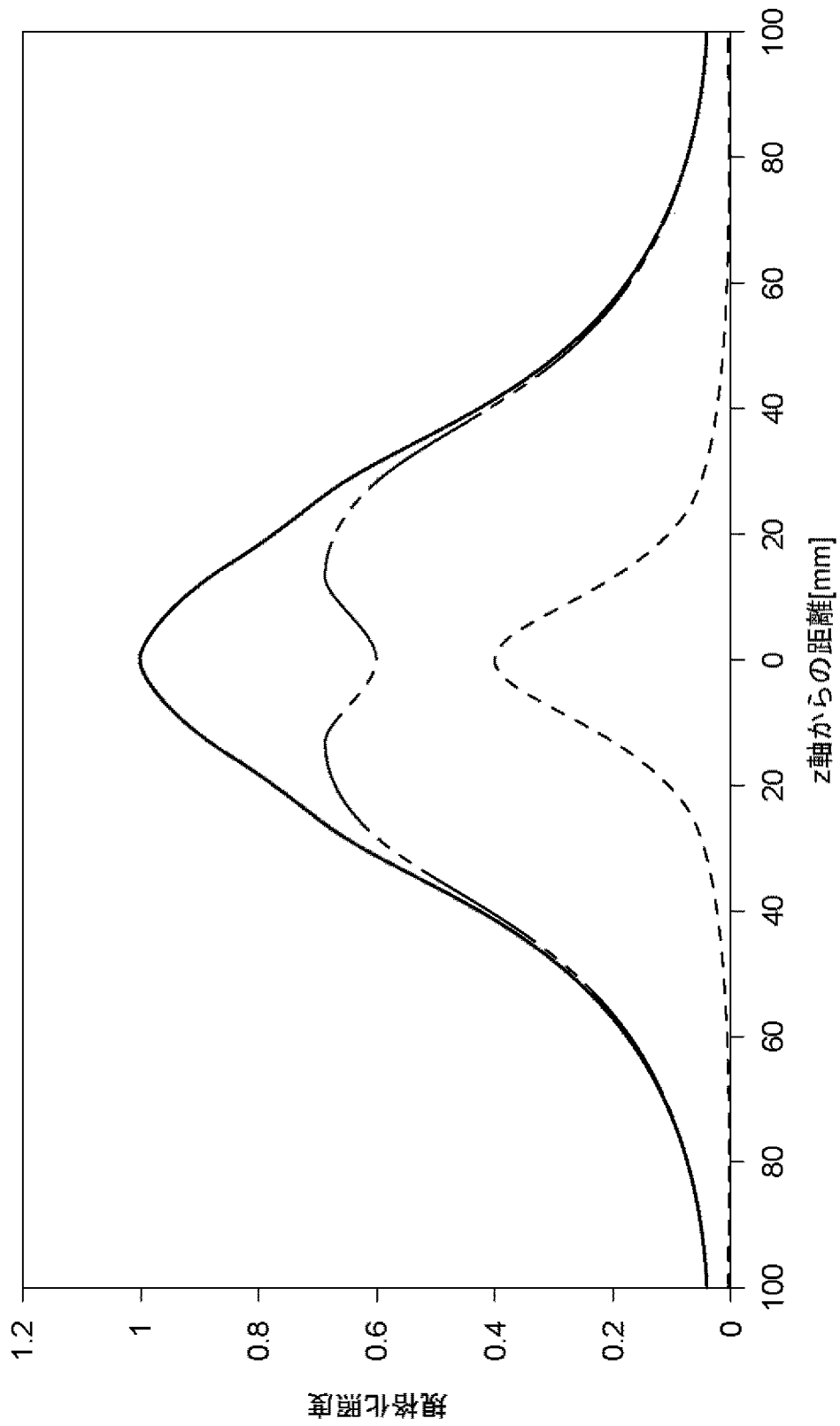


[図9]

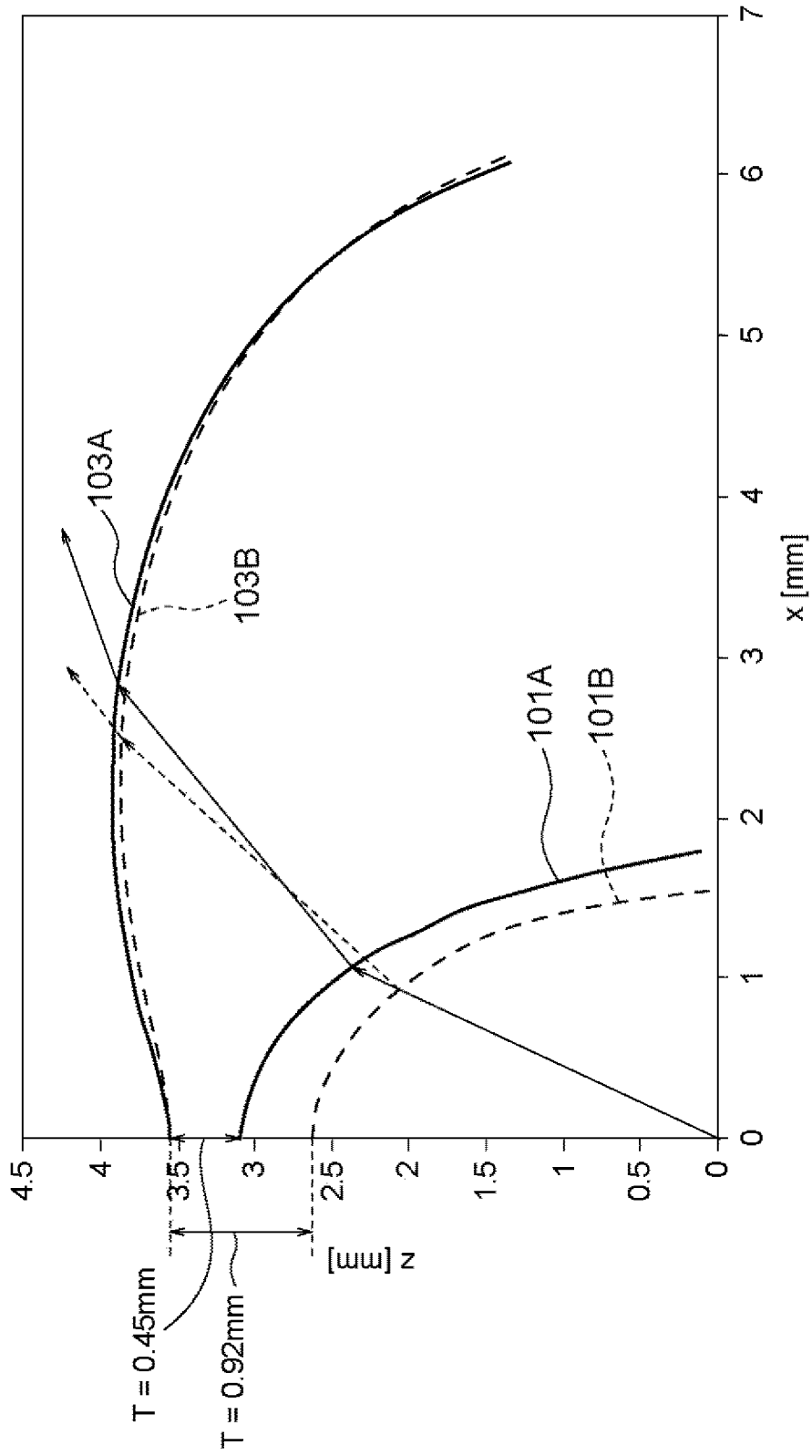




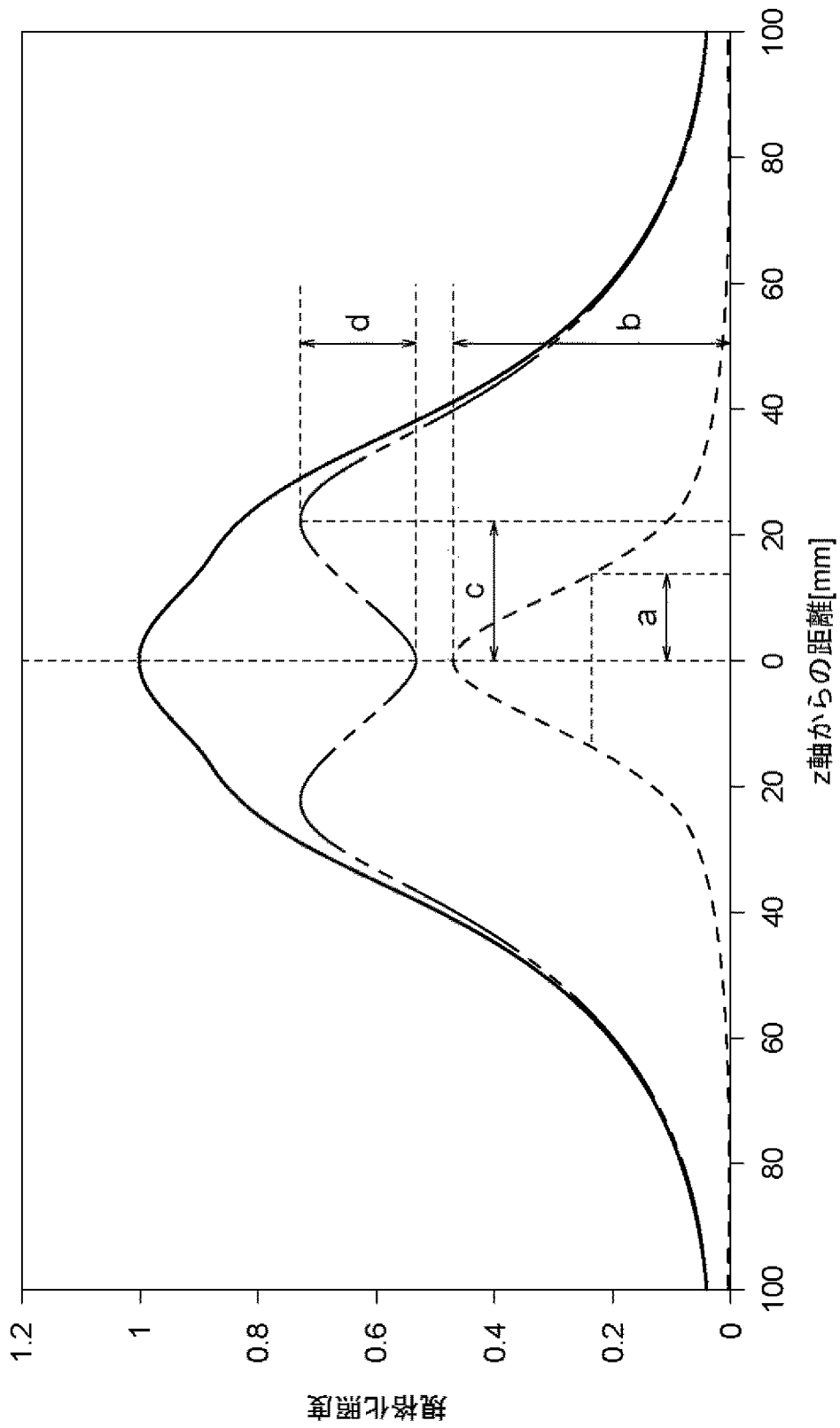
[図10]



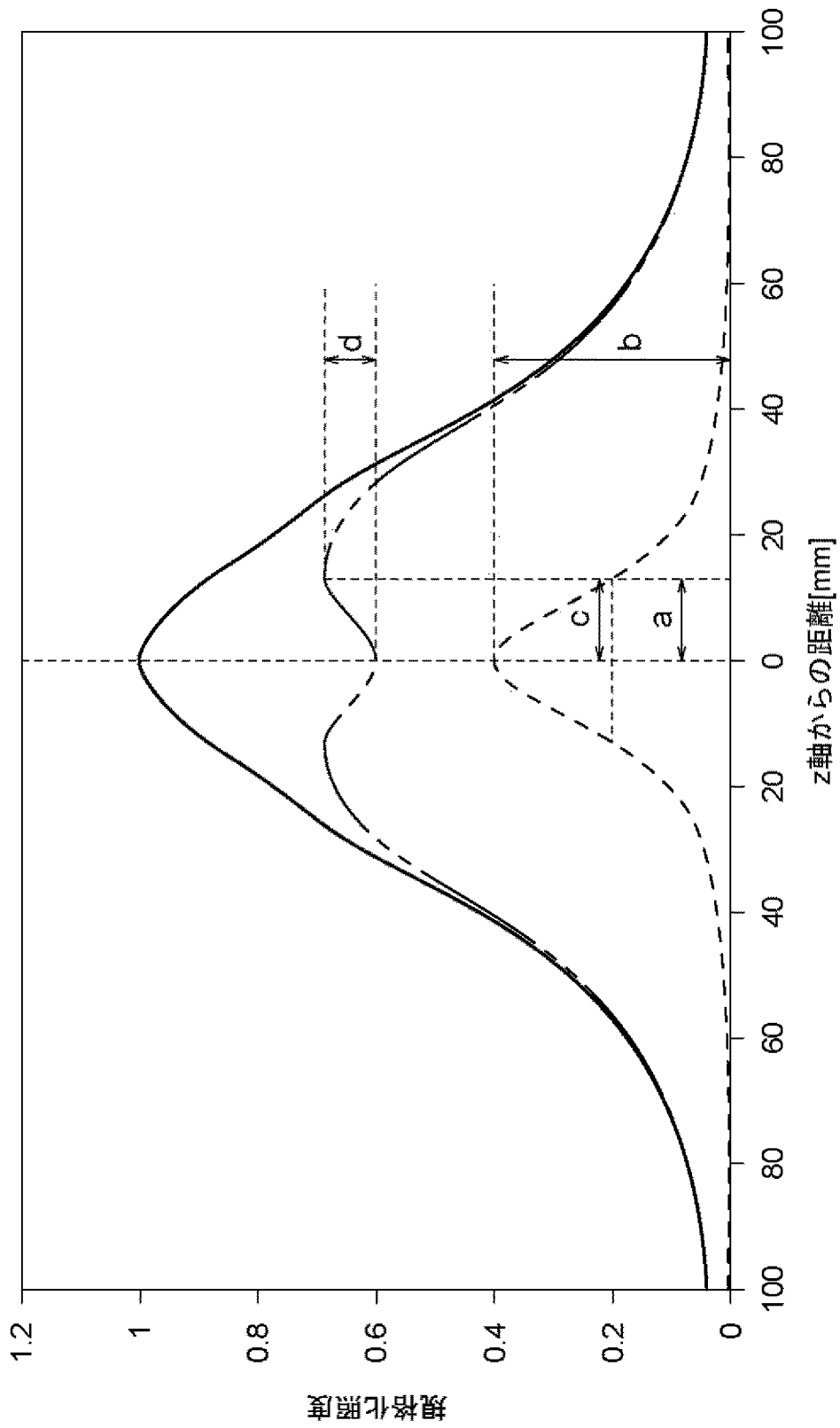
[図11]



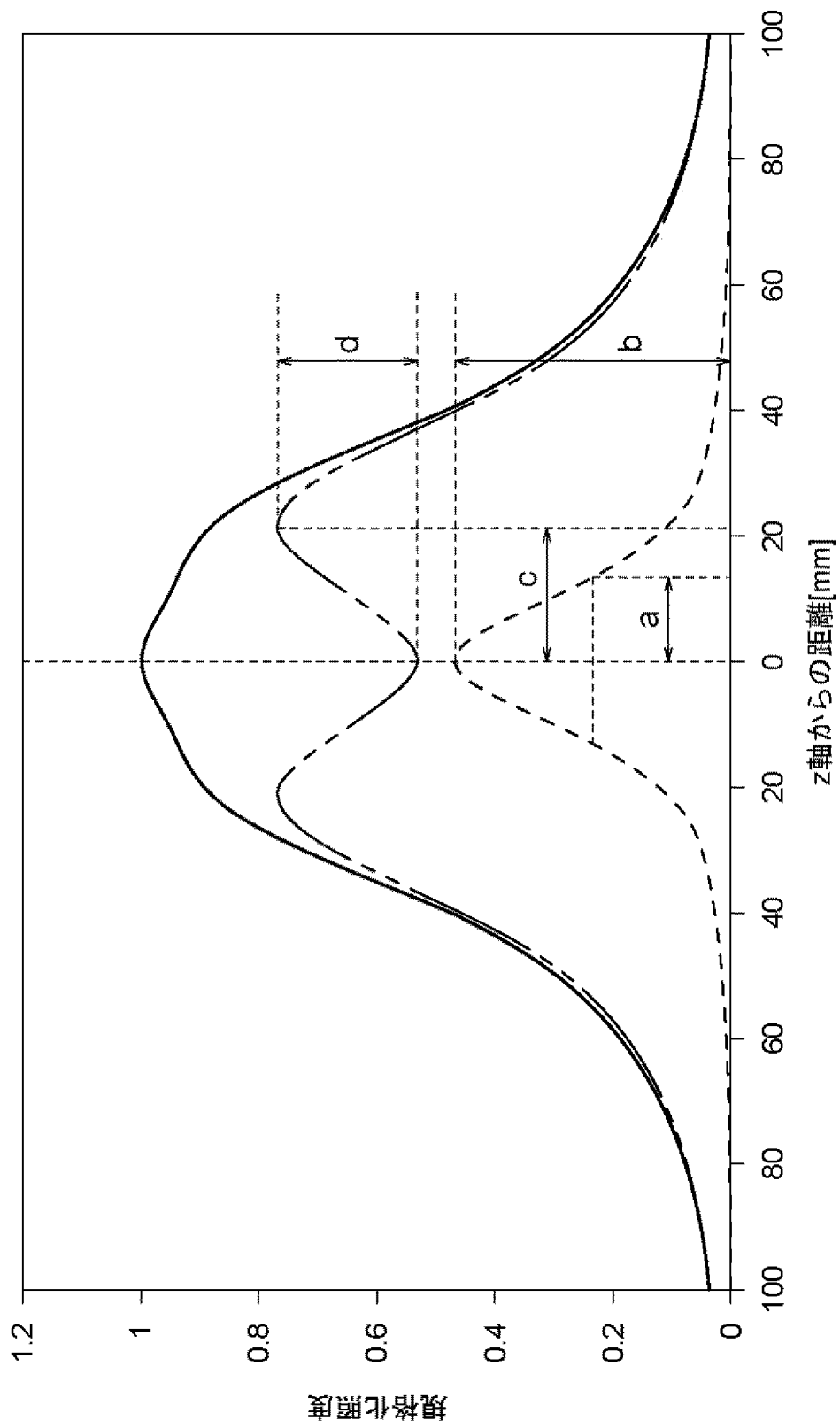
[図12]



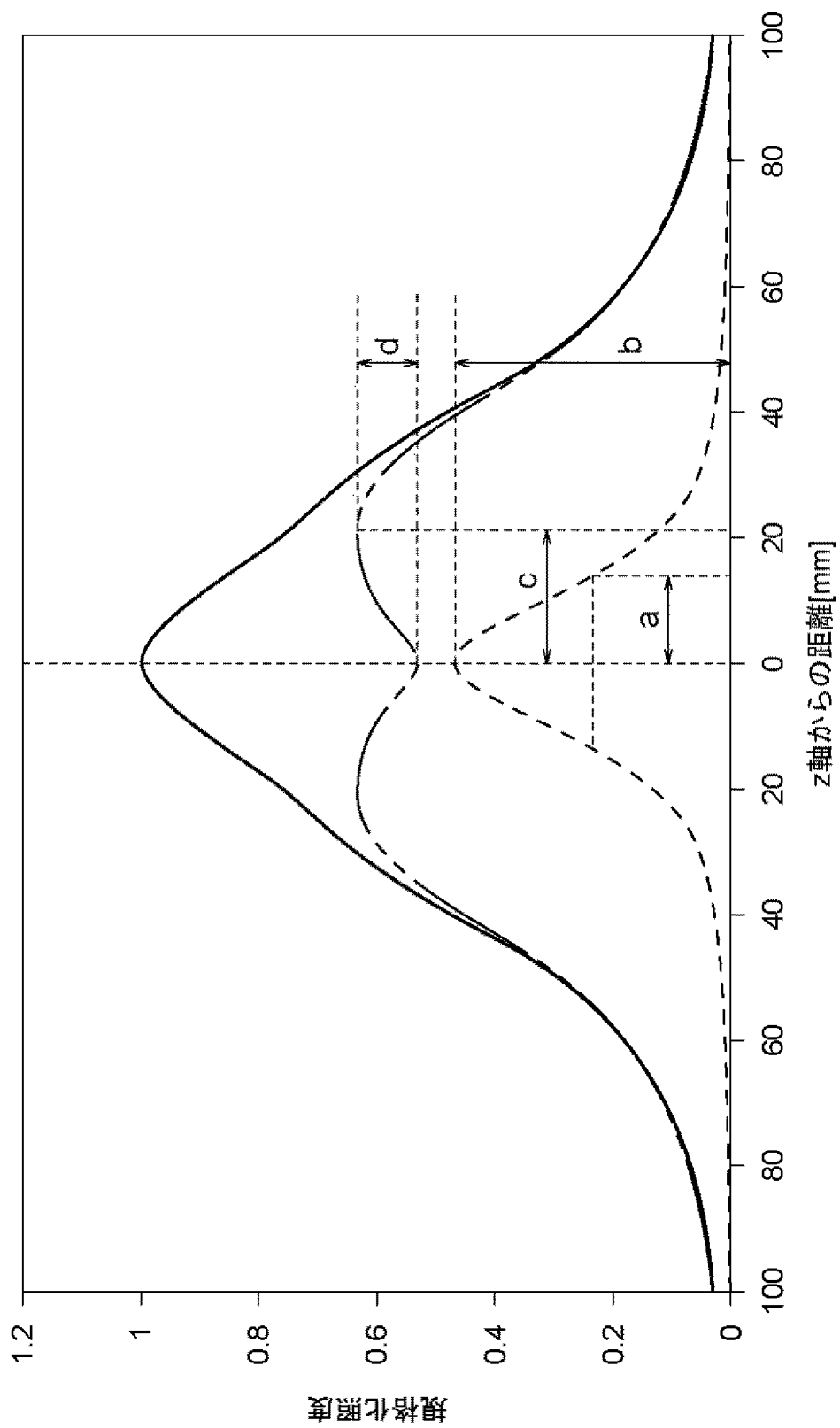
[図13]



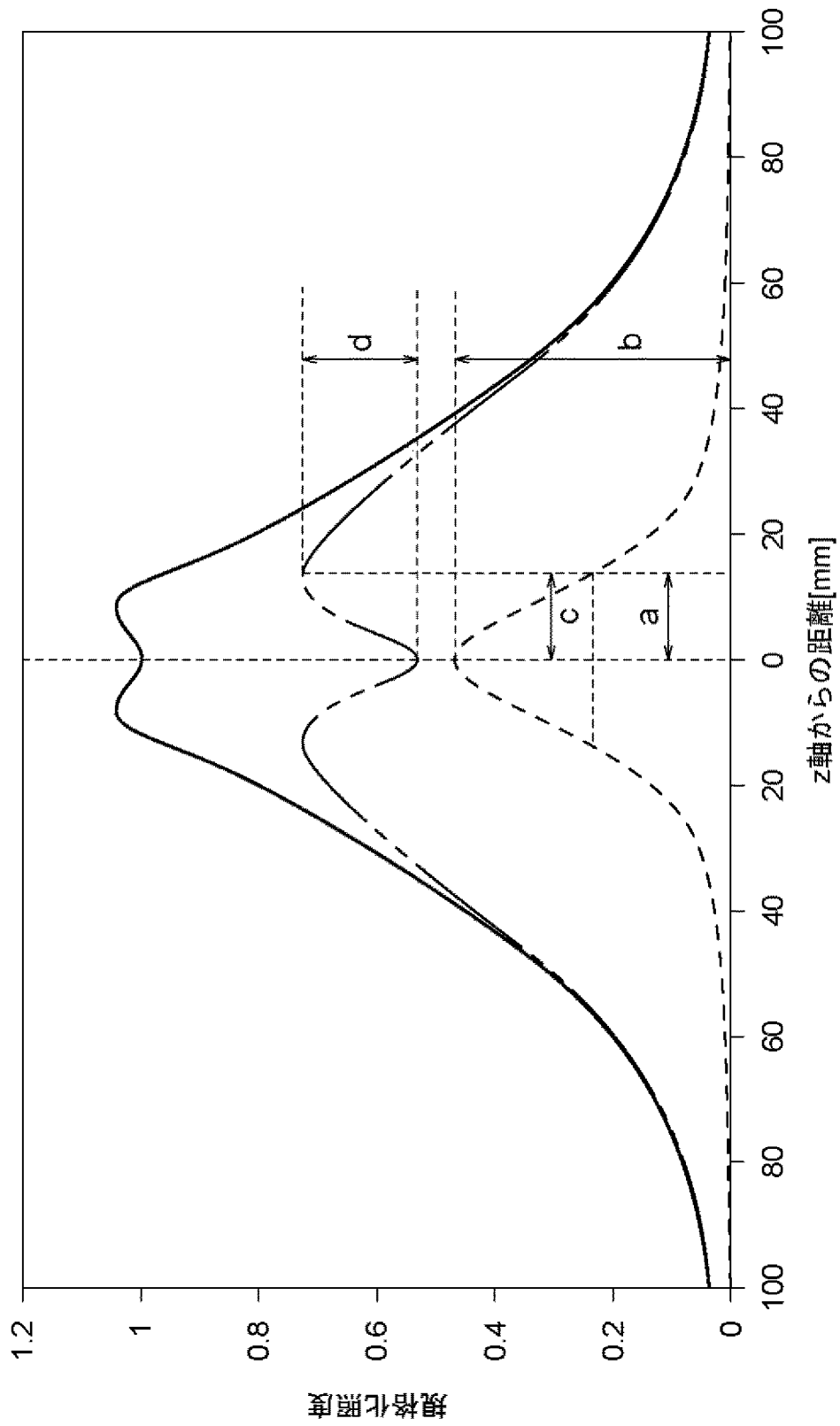
[図14]



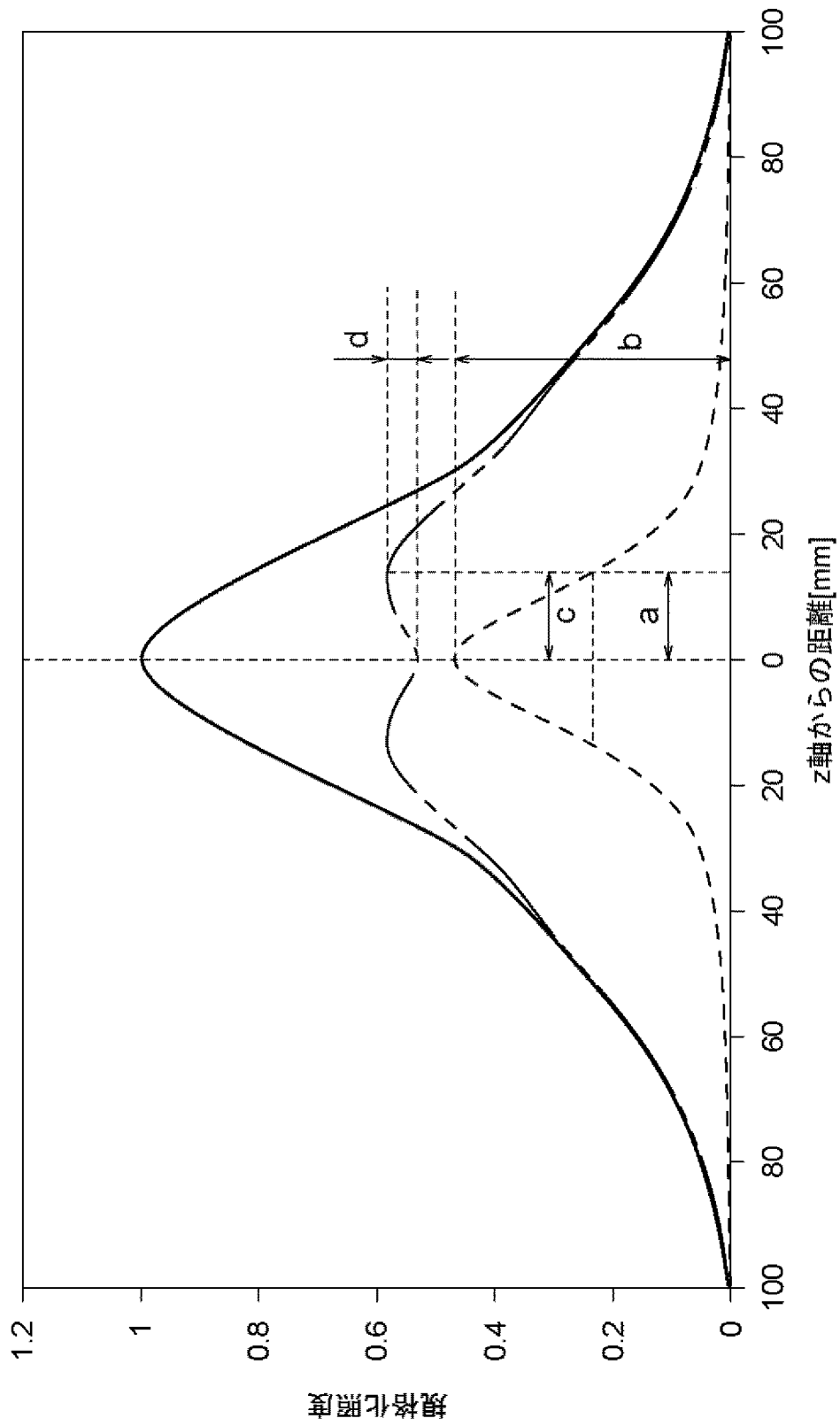
[図15]



[図16]



[図17]





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2014/068424

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G02B5/02(2006.01)i, F21V5/00(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, H01L33/58  
(2010.01)i, F21Y101/02(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)  
G02B5/02, F21V5/00, G02B3/00, H01L33/58, F21Y101/02

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
P, X	WO 2014/103696 A1 (Konica Minolta, Inc.), 03 July 2014 (03.07.2014), paragraph [0074]; example 1; fig. 3 (Family: none)	1-4
P, X	JP 2014-102485 A (Konica Minolta, Inc.), 05 June 2014 (05.06.2014), example 2; fig. 1 (Family: none)	1-4
A	JP 2012-145829 A (Sharp Corp.), 02 August 2012 (02.08.2012), abstract; fig. 1, 2 (Family: none)	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 14 August, 2014 (14.08.14)	Date of mailing of the international search report 26 August, 2014 (26.08.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2014/068424

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/053387 A1 (Konica Minolta, Inc.), 26 April 2012 (26.04.2012), examples (Family: none)	1-4
P,A	JP 5283101 B1 (Nalux Co., Ltd.), 04 September 2013 (04.09.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
P,A	WO 2013/164898 A1 (Nalux Co., Ltd.), 07 November 2013 (07.11.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G02B5/02(2006.01)i, F21V5/00(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, H01L33/58(2010.01)i, F21Y101/02(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（IPC）） Int.Cl. G02B5/02, F21V5/00, G02B3/00, H01L33/58, F21Y101/02		
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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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
P, X	WO 2014/103696 A1（コニカミノルタ株式会社）2014.07.03, 【0074】、実施例1、図3 （ファミリーなし）	1-4
P, X	JP 2014-102485 A（コニカミノルタ株式会社）2014.06.05, 実施例2、図1 （ファミリーなし）	1-4
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 14.08.2014	国際調査報告の発送日 26.08.2014	
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） 吉川 陽吾 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	20 9811

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
A	JP 2012-145829 A (シャープ株式会社) 2012. 08. 02, 【要約】、図 1、2 (ファミリーなし)	1-4
A	WO 2012/053387 A1 (コニカミノルタ株式会社) 2012. 04. 26, 実施例 (ファミリーなし)	1-4
P, A	JP 5283101 B1 (ナルックス株式会社) 2013. 09. 04, 全文全図 (ファミリーなし)	1-4
P, A	WO 2013/164898 A1 (ナルックス株式会社) 2013. 11. 07, 全文全図 (ファミリーなし)	1-4