

(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
2024年1月4日(04.01.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/005191 A1

(51) 国際特許分類:

F21S 11/00 (2006.01) G02B 6/00 (2006.01)
G02B 5/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/024402

(22) 国際出願日: 2023年6月30日(30.06.2023)

(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 2022-107298 2022年7月1日(01.07.2022) JP

(71) 出願人: 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 沖光 武臣 (OKIMITSU Takeomi); 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

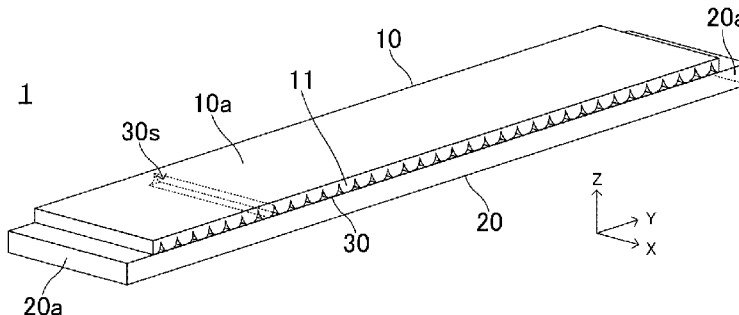
(74) 代理人: 弁理士法人 R Y U K A 国際特許事務所(RYUKA & PARTNERS); 〒1631522 東京都新宿区西新宿1-6-1 新宿エルタワー22階 Tokyo (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,

(54) Title: LIGHT GUIDE

(54) 発明の名称: 導光体



(57) **Abstract:** A light guide 1 guides light input from a light entry surface 10a to a light exit surface 20a different from the light entry surface, and outputs the light from the light exit surface. The light guide 1 comprises: a light entry portion 10 that has a light entry surface through which light enters in the Z-axis direction; a light guide portion 20 that is disposed on the light exit surface side to guide the light in the Y-axis direction and to output the light from the light exit surface; and a continuous portion 31 and a discontinuous portion 32 which are disposed at the boundary of the light entry portion and the light guide portion, the continuous portion 31 making the light entry portion and the light guide portion continuous, and the discontinuous portion 32 spacing the light entry portion and the light guide portion apart from each other. In this way, the light that is input into the light entry portion in the Z-axis direction through the light entry surface enters the light guide portion through the continuous portion, which is disposed at the boundary of the light entry portion and the light guide portion to make the same continuous, and the light is then guided inside the light guide portion in the Y-axis direction. Thus, the light collected by the light entry portion can be output from the light exit surface with almost no leakage.



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, ME, 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：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：【解決手段】導光体1は、入光面10aから入力された光を入光面と異なる出光面20aに導いてその出光面から出力する導光体であって、光がZ軸方向に入力する入光面を有する入光部10、出光面側に配置されて、Y軸方向に光を導いて出光面から出力する導光部20、入光部及び導光部の境界にそれぞれ配置されて、入光部と導光部とを連続する連続部31及び入光部と導光部とを離間する非連続部32を備える。これによれば、入光部に入光面を介してZ軸方向に入力された光を、入光部及び導光部の境界に配置されてそれらを連続する連続部を介して導光部に入れてその導光部内をY軸方向に導くことにより、入光部により集光した光をほとんど漏らすことなく出光面から出力することができる。

明 細 書

発明の名称：導光体

技術分野

[0001] 本発明は、導光体に関する。

背景技術

[0002] 二酸化炭素の排出量を抑制するために、太陽光発電のような再生可能エネルギーの活用が進められている。しかし、光から電気への変換効率が必ずしも高くない。そこで、太陽光を集めて別の場所に導き、そして電気に変換することなく照明に活用することで効率化を図る太陽光照明システムが開発されている。例えば特許文献1には、光が入力する入射面から平行に延びる導光部、及び導光部に接続して徐々に細くなり、端部に反射面が設けている集光部をそれぞれ有する複数の集光素子、複数の集光素子からそれぞれ反射面を介して入る光を導く複数の結合導波路、並びに複数の結合導波路に接続して光を集める集積導波路を備える採光装置が開示されている。斯かる採光装置における集光素子は、多くの光を集める一方で集められた光が逆行すると集光素子から漏出するため、集光効率は必ずしも高くない。

特許文献1 特開2008-251468号公報

一般的開示

[0003] (項目1)

入光面から入力された光を前記入光面と異なる出光面に導いて該出光面から出力する導光体であってよい。

前記導光体は、前記光が第1方向から入力されるように設けられた前記入光面を有する入光部を備えてよい。

前記導光体は、前記入光部よりも前記出光面側に配置されて、前記第1方向に交差する第2方向に前記光を導いて前記出光面から出力する導光部を備えてよい。

前記導光体は、前記入光部及び前記導光部の境界にそれぞれ配置されて、

前記入光部と前記導光部とが連続するように設けられた連続部及び前記入光部と前記導光部とが離間するように設けられた非連続部を備えてよい。

(項目 2)

前記連続部及び前記非連続部は、前記入光部及び前記導光部の前記境界にそれぞれ複数設けられるとともに、前記第 2 方向に沿って複数の前記連続部及び複数の前記非連続部が交互に配置されてよい。

(項目 3)

前記連続部及び前記非連続部は、前記第 2 方向において、前記連続部の長さが前記非連続部の長さより小さくなるように配置されてよい。

(項目 4)

前記入光部は、前記入光面から入力された前記光を前記連続部に向けて反射するように設けられた反射面を有してよい。

(項目 5)

前記反射面は、前記入光面に対し直交する方向から入力された前記光を前記連続部に向けて反射するように形成されてよい。

(項目 6)

前記反射面は、前記第 1 方向及び前記第 2 方向を含む断面上で湾曲又は屈曲して形成されてよい。

(項目 7)

前記反射面に対向して配置されて、前記入光面から入力された前記光を前記連続部に向けて反射する他の反射面をさらに有してよい。

(項目 8)

前記入光部は、前記第 2 方向に延在してよい。

前記入光面は、前記第 1 方向及び前記第 2 方向のそれぞれと交差する第 3 方向に幅を有する平面状に形成されてよい。

(項目 9)

前記導光部は、前記第 2 方向に延在するように形成されてよい。

(項目 10)

前記導光部は、前記第 1 方向において、前記入光部に対する反対側の端部が平面状に形成されてよい。

(項目 1 1)

前記連続部は、前記第 3 方向に延在するように形成されてよい。

(項目 1 2)

前記連続部は、前記第 3 方向が太陽の移動軌跡を含む平面と略平行となるように配置されてよい。

(項目 1 3)

前記入光部及び前記導光部は、それぞれ別体として形成され、前記連続部を介して互いに接合して形成されてよい。

(項目 1 4)

前記入光部及び前記導光部は、溶着により接合されてよい。

(項目 1 5)

前記入光部及び前記導光部は、同一材料より形成されてよい。

(項目 1 6)

前記非連続部は、前記第 2 方向に沿って前記入光部と前記導光部との離間距離が一定の第 1 非連続部と、前記第 2 方向に沿って前記入光部と前記導光部との離間距離が不定の第 2 非連続部と、を含んでよい。

(項目 1 7)

前記入光部は、前記入光面から入力された前記光を前記連続部に向けて反射するように設けられた反射面を有してよい。

前記反射面の前記導光部側を向く反対面は、前記第 2 非連続部の前記入光部側の端部を構成するよう設けられてよい。

(項目 1 8)

前記導光体は、前記第 1 方向において、前記導光部に対して前記入光部の反対側に配置されて、前記導光部を通過した前記光が入力されるように設けられた集光部をさらに備えてよい。

(項目 1 9)

前記導光体は、前記導光部及び前記集光部の他の境界にそれぞれ配置されて、前記導光部と前記集光部とが連続するように設けられた他の連続部及び前記導光部と前記集光部とが離間するように設けられた他の非連続部とをさらに備えてよい。

(項目 20)

前記集光部は、前記導光部から漏れる漏光を前記導光部に戻す戻光部を含んでよい。

(項目 21)

前記戻光部は、前記漏光を前記他の連続部に向けて反射する反射面を有してよい。

(項目 22)

前記戻光部は、前記反射面により反射された前記漏光を前記他の連続部に向けて屈折する屈折面を有してよい。

(項目 23)

前記戻光部の反射面は、前記入光部の反射面に対して前記第2方向にオフセットして配置されてよい。

(項目 24)

前記他の連続部は、前記第2方向において前記他の非連続部より短く、前記他の連続部の中心が、前記戻光部の反射面及び前記入光部の反射面に対して前記第2方向にオフセットするように配置されてよい。

(項目 25)

前記第1方向に視て、前記連続部と前記他の非連続部との少なくとも一部が重なり合うように設けられてよい。

(項目 26)

前記他の非連続部は、前記第2方向に沿って前記導光部と前記集光部との離間距離が一定となるように設けられてよい。

(項目 27)

前記入光部は、前記入光面から入力された前記光を反射するように設けら

れた反射面を有し、前記反射面は、前記第 1 方向及び前記第 2 方向を含む断面上で直線状に形成されてよい。

(項目 28)

前記非連続部は、該非連続部の前記導光部側の端部が、前記第 2 方向に対して傾斜して延在するように設けられてよい。

[0004] なお、上記の発明の概要は、本発明の特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

図面の簡単な説明

[0005] [図1A]第 1 実施形態に係る導光体の構成を示す。

[図1B]入光部及び境界部の構成を示す。

[図1C]集光素子の反射面による集光原理を示す。

[図2]導光体に入力された光の入光部による集光、導光部による導光、及び入光部からの漏光を示す。

[図3A]導光体の配置と光の入射角を示す。

[図3B]図 3 A に示した入射角に対する光の取り出し効率を示す。

[図4]導光体の第 1 の製法フローを示す。

[図5A]第 1 製法における金型及び入子セット工程後の金型内部の状態を正面視（図 5 B における基準線 A A に関する断面）において示す。

[図5B]第 1 製法における金型及び入子セット工程後の金型内部の状態を側面視（図 5 A における基準線 B B に関する断面）において示す。

[図5C]第 1 製法における成型工程における樹脂の流れを示す。

[図5D]第 1 製法における入子引抜き工程における入子を引き抜く状態を示す。

[図6]導光体の第 2 の製法フローを示す。

[図7A]第 2 製法における第 1 金型セット工程後の金型内部の状態を正面視において示す。

[図7B]第 2 製法における第 1 金型を用いた入光部成型工程により成型される入光部の構成を示す。

[図7C]入光部の底面及び連続部の構成を示す。

[図7D]第2製法における第2金型及び入子セット工程後の金型内部の状態を正面視において示す。

[図7E]第2製法における第2金型及び入子セット工程後の金型内部の状態を斜視において示す。

[図8]導光体の第3の製法フローを示す。

[図9A]第3製法における入光部成型工程により成型される入光部の構成を示す。

[図9B]第3製法における導光部成型工程により成型される導光部の構成を示す。

[図9C]第3製法における溶着工程により入光部及び導光部が溶着された状態を示す。

[図9D]第3製法における溶着工程により溶着される入光部及び導光部の境界（連続部及び非連続部）の状態を示す。

[図10]第1変形例に係る導光体の構成を示す。

[図11]第1変形例に係る導光体に入力された光の入光部による集光、導光部による導光、及び入光部からの漏光を示す。

[図12A]第2実施形態に係る導光体の構成を示す。

[図12B]戻光部及び境界部の構成を示す。

[図13]戻光部による戻光原理を示す。

[図14]導光部による導光原理を示す。

[図15]導光体の第4の製法フローを示す。

[図16A]第4製法における入光部成型工程により成型される入光部の構成を示す。

[図16B]第4製法における導光部成型工程により成型される導光部の構成を示す。

[図16C]第4製法における戻光部成型工程により成型される戻光部の構成を示す。

[図16D]第4製法における溶着工程により入光部、導光部、及び戻光部が溶着された状態を示す。

[図17]第2変形例に係る導光体の構成を示す。

[図18]第3変形例に係る導光体の構成を示す。

[図19A]第3実施形態に係る導光体の構成を示す。

[図19B]入光部及び境界部の構成を示す。

[図20]導光体に入力された光の入光部による集光及び導光部による導光を示す。

[図21]第3実施形態に係る導光体アセンブリを示す。

[図22]導光体アセンブリに入力された光の入光部による集光及び導光部による導光の原理を示す。

[図23]変形例に係る導光体アセンブリの構成及び集光原理を示す。

発明を実施するための形態

[0006] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0007] 《第1実施形態》

図1A及び図1Bに、それぞれ、第1実施形態に係る導光体1の全体構成並びに入光部10及びこれと導光部20との間の境界部30の構成を示す。導光体1は、入光面10aから入力された光を効率良く集めるとともに、集めた光を漏らすことなく又は少ない漏れで入光面10aと異なる出光面20aに導いて出力する光学装置であり、入光部10、導光部20、及び境界部30を備える。なお、導光体1は、全体として、X軸方向を短手とし且つY軸方向を長手として2次元方向に広がりとともにZ軸方向に厚みを有する略板形状を有する。

[0008] 入光部10は、入光面10aを介して入力方向（本実施形態では-Z方向とする）に入力する光を集光する光学部材であり、複数の集光素子11を有

する。複数の集光素子 11 は、Y 軸方向の最大幅 P 及び Z 軸方向の高さ d の倒立した略等脚台形状の断面を有して X 軸方向に延びる柱状部材であり、Y 側面（すなわち、+Y 側面及び-Y 側面）の+Z 側を互いに接し、-Z 側を互いに離間して Y 軸方向に並列されている。本実施形態では、複数の集光素子 11 は互いに連結して一体成型されている（ただし、入光部 10 の構成及び機能を説明する都合のため、入光部 10 は複数の集光素子 11 を含むものとして説明する）。それにより、入光部 10 は Y 軸方向に延在し、複数の集光素子 11 の+Z 面は互いに連結して X 軸方向に幅を有する平面状の入光面 10a を形成する。このように、入光面 10a は、光が+Z 側から入力されるように設けられる。また、隣接する 2 つの集光素子 11 は、互いの間に、略二等辺三角形形状の断面を有して X 軸方向に延びる中空空間（単に空間と称する）30s を形成する。

[0009] なお、複数の集光素子 11 は互いに Y 軸方向に離間して並列されてもよい。斯かる場合、複数の集光素子 11 の+Z 面のそれぞれが、独立の入光面として機能する。

[0010] 集光素子 11 は、例えば、アクリル樹脂（屈折率 1.49）、ポリカーボネート樹脂（屈折率 1.58）のような高屈折率を有する樹脂、或いはガラス（例えば BK7 に対して屈折率 1.51～1.53）を用いて形成することができる。それにより、集光素子 11 と空間 30s との境界、すなわち集光素子 11 の±Y 側面は、入光面 10a を介して集光素子 11 内に入力された光を反射する反射面 12, 13 として機能する。光は、集光素子 11 の内部から±Y 側面に臨界角以上の角度で入ると、全反射される。臨界角は、アクリル樹脂に対して約 42 度、ポリカーボネート樹脂に対して約 41 度、ガラスに対して約 42 度である。従って、集光素子 11 の±Y 側面は、その法線が光の入力方向（本実施形態では Z 軸方向）に対して臨界角以上の角度をなすように形成される。

[0011] 反射面 12, 13 は、互いに対向して配置されて、入光面 10a から入力された光を連続部 31 に向けて反射し、集光するように設けられる。ここで

、反射率を上げるために、反射面 1 2, 1 3、すなわち集光素子 1 1 の± Y 側面を鏡面加工してもよい。また、金属等を用いて反射膜を設けてもよい。

[0012] 導光部 2 0 は、光を入光部 1 0 の入光面 1 0 a に対して出光面 2 0 a 側、すなわち− Z 側に配置されて、+ Y 方向及び／又は− Y 方向に光を導いて出光面 2 0 a から出力する光学部材である。導光部 2 0 は、Y 軸方向に延在する板状に形成される。ここで、導光部 2 0 の X 軸方向に関する幅は入光部 1 0 の幅に等しく（より大きくてもよい）、Y 軸方向に関する長さは入光部 1 0 の長さより大きく（等しくてもよい）、Z 軸方向に関する厚さは入光部 1 0 の厚さより大きい（任意に定めてよい）。導光部 2 0 の+ Y 側面及び／又は− Y 側面は光を出力する出光面 2 0 a をなし、+ Z 端部及び− Z 端部は平面状に形成されることで導光部 2 0 内に導かれた光を内側に向けて反射する反射面として機能する。

[0013] なお、導光部 2 0 は、集光素子 1 1 と同じ素材より形成することができる。反射率を上げるために、導光部 2 0 の+ Z 端部及び− Z 端部を鏡面加工してもよい。また、金属等を用いて反射膜を設けてもよい。

[0014] なお、入光部 1 0 の入光面 1 0 a から導光部 2 0 の出光面 2 0 a までの光の導光経路上において、入光部 1 0 は導光部 2 0 よりも入光面 1 0 a 側に配置され、導光部 2 0 は入光部 1 0 よりも出光面 2 0 a 側に配置される。

[0015] 境界部 3 0 は、入光部 1 0 及び導光部 2 0 の境界に位置する部分であり、連続部 3 1 及び非連続部 3 2 を含む。

[0016] 連続部 3 1 は、入光部 1 0 と導光部 2 0 とが物理的に連続して、入光部 1 0 の反射面 1 2, 1 3 で反射された光を導光部 2 0 内に導くように設けられる。連続部 3 1 は、広角範囲から光を導くことができるよう、− Z 端部に対して+ Z 端部が Y 軸方向に広がる断面（Y 軸方向の最小幅、すなわち開口幅 A）を有して X 軸方向に延在する板状に形成され、集光素子 1 1 の− Z 面上の Y 軸方向に関する中央に配置される。なお、連続部 3 1 は、集光素子 1 1 と同じ素材より形成することができる。

[0017] 非連続部 3 2 は、入光部 1 0 と導光部 2 0 とが離間するように設けられた

部分であり、連続部 3 1 の±Y 側のそれぞれに隣接して配置される。非連続部 3 2 は、Y 軸方向に沿って入光部 1 0 と導光部 2 0 との離間距離が一定の第 1 非連続部 3 2 a 及び Y 軸方向に沿って入光部 1 0 と導光部 2 0 との離間距離が不定（一定ではなく変化する）の第 2 非連続部 3 2 b を含む。本例では、第 1 非連続部 3 2 a は部、非連続部 3 2 の±Y 端に配置され、第 2 非連続部 3 2 b は、2 つの第 1 非連続部 3 2 a の間に配置される。ここで、反射面 1 2, 1 3 の裏面（すなわち、導光部 2 0 側を向く反対面）が、第 2 非連続部 3 2 b の入光部 1 0 側の端部を構成するように設けられる。第 2 非連続部 3 2 b 及び第 1 非連続部 3 2 a により導光部 2 0 が入光部 1 0（−Z 面又は±Y 側面上の反射面 1 2, 1 3）から離間してそれらの間に空間 3 0 s 及びその−Z 端部から±Y 方向にそれぞれ延びる空間 3 0 t を形成することで、導光部 2 0 の+Z 端面は導光部 2 0 内から入光部 1 0 へ向かう光を−Z 方向に向けて反射する反射面として機能する。

[0018] 本実施形態では、連続部 3 1 及び非連続部 3 2 は、入光部 1 0 及び導光部 2 0 の境界にそれぞれ複数設けられるとともに、Y 軸方向に沿って複数の連続部 3 1 及び複数の非連続部 3 2 が交互に配置される。ここで、開口幅 A の連続部 3 1 が Y 軸方向にピッチ P で周期的に配列され、さらに連続部 3 1 の長さが非連続部 3 2 の長さより小さくなるように、すなわち開口率 A/P が小さくなるように配置される。それにより、導光部 2 0 内を導かれる光が非連続部 3 2 が位置する+Z 端面で反射して導光部 2 0 内に戻され、連続部 3 1 を介して入光部 1 0、そして導光体 1 外に漏出するのを抑制することができる。

[0019] 図 1 B に示すように、入光部 1 0 の反射面 1 2, 1 3 は、入光面 1 0 a から入力された光を連続部 3 1 に向けて反射する。特に、反射面 1 2, 1 3 は、入光面 1 0 a に対し直交する方向（本実施形態では Z 軸方向）から入力された光を連続部 3 1 に向けて反射するように形成される。

[0020] 図 1 C に、集光素子 1 1 の反射面 1 2, 1 3 による集光原理を示す。反射面 1 2, 1 3 は YZ 断面上で湾曲又は屈曲して、+Z 側に対して−Z 側で光

の入力方向（Z軸方向）に対して大きく傾斜するように形成される。なお、反射面12, 13は、+Z側から-Z側に向かって連続的に湾曲してもよい。ここで、反射面12, 13は、YZ断面上で、連続部31の-Z側に位置するY軸に平行な準線19a及び連続部31の中心に位置する焦点19bにより定まる放物線19の一部を形成する。それにより、入光面10aから-Z方向に入力し、反射面12, 13の+Z側に入る光は相対的に大きな入射角（反射面の法線と入力方向とがなす角）で反射され、中央に入る光は中程度の入射角で反射され、-Z側に入る光は相対的に小さい入射角で反射されて、連続部31の中心に向かって集光される。

[0021] また、反射面12, 13は、複数の直線が連続するように屈曲してもよい。ここで、反射面12, 13は、YZ断面上で、放物線19の一部を近似的に形成する。この場合において、1つの直線を含むストレート面から反射する平行光が連続部31のY軸方向の全範囲又は広範囲に広がって連続部31を通るよう、各直線の長さ及び傾斜を定めてよい。それにより、反射面12, 13の+Z側に入る光は相対的に大きな入射角（反射面の法線と入力方向とがなす角）で反射され、中央に入る光は中程度の入射角で反射され、-Z側に入る光は相対的に小さい入射角で反射されて、連続部31に向かって集光される。

[0022] 図2に、導光体1に入力された光の入光部10による集光、導光部20による導光、及び入光部10からの漏光を示す。上述のとおり連続部31のY軸方向に関する幅Aが小さいことで、連続部31に集光され、そして連続部31を介して導光部20に入った光は導光部20内で広がる。反射面13の+Z側で反射され、連続部31を介して導光部20に入った光は、導光部20の±Z端面に相対的に大きな傾斜で入り、導光部20内で相対的に多くの回数反射されながら+Y方向に導かれる。反射面13の-Z側で反射され、連続部31を介して導光部20に入った光は、導光部20の±Z端面に小さい傾斜で入り、導光部20内で相対的に少ない回数反射されながら+Y方向に導かれる。従って、反射面13に入った光は、全体として広角範囲に広が

りながら±Z端面で反射されて+Y方向に導かれる。ここで、光は、導光部20内に入る際に通った連続部31とは異なる連続部31を介して入光部10に戻り、そして導光体1外に漏出する可能性がある。しかし、開口率 A/P が小さいことで漏光が抑制される。

[0023] 図3Aに、導光体1の配置と光の入射角を示す。連続部31の延在方向（すなわち、X軸方向）が太陽の移動軌跡を含む平面（移動軌跡平面）99と略平行となるように、また入光面10aの法線方向が移動軌跡平面99と略平行となるように、すなわち集光素子11が移動軌跡平面99に略平行に向くように導光体1を配置する。光の入射角を入光面10aの法線方向を基準に定める。ここで、太陽の移動軌跡平面99は、太陽の周回運動の軌跡がなす平面である。

[0024] 図3Bに、図3Aに示した入射角に対する導光体1による光の取り出し効率を示す。取り出し効率は、所謂光線シミュレーションにより解析することができ、出光面20aから出力される光量を入光面10aに入力される光量で除算することで算出される。入射角がゼロ（入光面10aに垂直入射）の場合、入光面10aを介して入光部10に入った光の多くが、導光部20内を導かれて出光面20aから出力される。しかし、入射角20度を超えると取り出し効率は徐々に下がり、入射角80度でほぼゼロになる。少なくとも入射角0～40度の範囲内で、すなわち日照時間のうちの長い時間帯で大きな取り出し効率が得られることがわかる。

[0025] なお、太陽の南中角度に応じて導光体1の傾斜を調整する、例えば一年を通じて複数回、導光体1の傾斜を調整して、連続部31の延在方向及び入光面10aの法線方向が太陽の移動軌跡平面99と略平行となるようにしてもよい。

[0026] 図4に、導光体1の第1の製法フローS100を示す。本実施形態では、一例として、導光体1の成型材料としてアクリル樹脂を使用するものとする。つまり、入光部10及び導光部20は、同一材料より形成されるものとする。

- [0027] ステップS101では、金型51、52及び複数の入子53をセットする。図5A及び図5Bに、それぞれ、金型51、52内部の状態を正面視（図5Bにおける基準線AAについて）及び側面視（図5Aにおける基準線BBについて）において示す。金型51は、入光部10を形成するための金属製の型であり、入光部10及び複数の入子53を収容可能な大きさ及び形状を有する内部空間を含む。金型52は、導光部20を形成するための金属製の型であり、導光部20を収容可能な大きさ及び形状を有する内部空間を含む。複数の入子53は入光部10（複数の集光素子11の間）に空間30s、30tを形成するための金属製の型であり、略二等辺三角形及びその底辺からそれぞれ左右に延びる凸片を含む断面形状を有する中実な柱状体である。
- [0028] 金型52をその内部空間を+Z方向に向けて配置し、複数の入子53を金型52の内部空間をX軸方向に跨ぐように金型52上にY軸方向に並べ、金型51をその内部空間を-Z方向に向けて金型52に被せる。それにより、金型51、52の間に複数の入子53によって一部を除いて上下に分離された内部空間50sが形成される。
- [0029] ステップS102では、金型51、52内にアクリル樹脂を射出して導光体1を成型する。図5Cに、金型51、52内での樹脂の流れを示す。樹脂は、金型52の貫通孔（不図示）を介して内部空間50sの下方に射出され、黒塗り矢印の方向に充填されつつ複数の入子53の間隙を介して上方に充填される。一定時間経過して樹脂が冷却されると次のステップに移行する。
- [0030] ステップS103では、金型51を+Z方向に引いて型開きする。それにより、図5Dに示されるように、金型52の内部空間に導光部20が嵌入された状態で金型52上に入光部10が露出する。
- [0031] ステップS104では、複数の入子53を引き抜く。図5Dに、導光体1から複数の入子53を引き抜く状態を示す。複数の入子53は白抜き矢印の方向（+X方向）に引き抜かれる。なお、導光体1から容易に引き抜けるように、複数の入子53を-X端部に対して+X端部が細くなるテーパ状に形成してもよい。

- [0032] ステップS 1 0 5では、金型5 2から導光体1を抜く。それにより、図1 Aに示した導光体1が得られる。
- [0033] ステップS 1 0 6では、金型5 1, 5 2及び複数の入子5 3を洗浄する。それにより、フローが終了する。ステップS 1 0 1～S 1 0 6を繰り返すことで、複数の導光体1を製造することができる。
- [0034] 図6に、導光体1の第2の製法フローS 2 0 0を示す。本実施形態では、一例として、導光体1の成型材料としてアクリル樹脂を使用するものとする。つまり、入光部1 0及び導光部2 0は、同一材料より形成されるものとする。
- [0035] ステップS 2 0 1では、金型6 1, 6 2をセットする。図7 Aに、金型6 1, 6 2内部の状態を正面視(X軸方向に視る)において示す。金型6 1, 6 2は、入光部1 0を形成するための一对の金属製の型である。金型6 1は、入光部1 0を收容可能な大きさ及び形状を有する内部空間を含む。金型6 2は、上面から+Z方向に突出してY軸方向に並ぶ複数の突出辺6 2 aを有する。複数の突出辺6 2 aは、入光部1 0(複数の集光素子1 1の間)に空間3 0 s, 3 0 tを形成するための構造であり、略二等辺三角形及びその底辺からそれぞれ左右に延びる凸片を含む断面形状を有してX軸方向に延びるように形成されている。
- [0036] 金型6 2を複数の突出辺6 2 aを+Z方向に向けて配置し、金型6 1をその内部空間を-Z方向に向けて突出辺6 2 aを收容するように金型6 2に被せる。それにより、金型6 1, 6 2の間に内部空間6 1 sが形成される。
- [0037] ステップS 2 0 2では、金型6 1, 6 2内にアクリル樹脂を射出して入光部1 0を成型する。図7 B及び図7 Cに、それぞれ、成型された入光部1 0の全体構成及び-Z側の構造を示す。入光部1 0は、前述のとおり、複数の集光素子1 1がY軸方向に並列するように一体成型され、互いに隣接する集光素子1 1の間に空間3 0 sが含まれる。各集光素子1 1の-Z面上のY軸方向に関する中央に連続部3 1が、集光素子1 1の-Z面から-Z方向に突出し且つX軸方向に延びて形成されている。つまり、本例では、連続部3 1

は入光部 10 と一体成型される。連続部 31 の詳細構成は前述のとおりである。

[0038] ステップ S203 では、金型 61 から金型 62 を開く。この状態では、入光部 10 は、金型 61 内に收容されている。

[0039] ステップ S204 では、金型 61、63 及び複数の入子 65 をセットする。図 7D 及び図 7E に、それぞれ、金型 61、63 の内部の状態を正面視（X 軸方向に観る）及び斜視において示す。金型 63 は前述の金型 52 と同様に構成される。複数の入子 65 は、前述の入子 53 と同様に構成される。ただし、その長さは入光部 10 の X 軸方向の幅に等しい。

[0040] 入光部 10 が收容された金型 61 を上下反転し、入光部 10 の複数の空間 30s にそれぞれ入子 65 を挿入し、金型 63 をその内部空間を -Z 方向に向けて金型 61 に被せる。それにより、金型 61 の内部空間に、複数の入子 65 が空間 30s にそれぞれ嵌め込まれた入光部 10 が收容され、その金型 61 と金型 63 との間に内部空間 63s が形成される。

[0041] ステップ S205 では、金型 61、63 内にアクリル樹脂を射出して、鋳包みにより導光体 1 を成型する。樹脂は、金型 63 の貫通孔（不図示）を介して内部空間 63s に射出され、入光部 10 の +Z 側に充填される。一定時間経過して樹脂が冷却されると、樹脂は導光部 20 を形成するとともに、連続部 31（図 7C 参照）を介して入光部 10 と一体化する。

[0042] ステップ S206 では、金型 61、63 から導光体 1 を抜くとともに、導光体 1 から複数の入子 65 を引き抜く。なお、導光体 1 から容易に引き抜けるように、複数の入子 53 を -X 端部に対して +X 端部が細くなるテーパ状に形成してもよい。それにより、図 1A に示した導光体 1 が得られる。

[0043] ステップ S207 では、金型 61、62、63 及び複数の入子 65 を洗浄する。それにより、フローが終了する。ステップ S201～S207 を繰り返すことで、複数の導光体 1 を製造することができる。

[0044] 図 8 に、導光体 1 の第 3 の製法フロー S300 を示す。本実施形態では、一例として、導光体 1 の成型材料としてアクリル樹脂を使用するものとする。

。つまり、入光部10及び導光部20は、同一材料より形成されるものとする。

[0045] ステップS302では、入光部10を成型する。先述のステップS201～S203により入光部10を成型することができる。図9Aに、成型された入光部10の構成を示す。入光部10は、導光部20に対して別体として形成される。

[0046] ステップS304では、導光部20を成型する。成型の詳細は省略する。図9Bに、成型された導光部20の構成を示す。導光部20は、入光部10に対して別体として形成される。

[0047] ステップS306では、入光部10及び導光部20を溶着して導光体1を形成する。図9Cに示すように、入光部10を、空間30sが形成された一端面を-Z側に向けて、導光部20の+Z端面上に配置する。それにより、図9Dに示すように、入光部10の-Z面に一体成型された連続部31が導光部20の+Z端面に当接する。この状態で、入光部10及び／又は導光部20に超音波振動を加えることでそれらを溶着する。それにより、入光部10及び導光部20が連続部31を介して互いに接合して、導光体1が形成される。

[0048] なお、溶着に限らず、例えば溶剤を用いて入光部10及び導光部20を接着してもよい。また、3Dプリンタを用いて導光体1を成型してもよい。

[0049] 第1実施形態に係る導光体1は、入光面10aから入力された光を入光面10aと異なる出光面20aに導いてその出光面20aから出力する光学装置であり、光がZ軸方向に入力する入光面10aを有する入光部10、出光面20a側に配置されて、Y軸方向に光を導いて出光面20aから出力する導光部20、入光部10及び導光部20の境界にそれぞれ配置されて、入光部10と導光部20とを連続する連続部31及び入光部10と導光部20とを離間する非連続部32を備える。これによれば、入光部10に入光面10aを介してZ軸方向に入力された光を、入光部10及び導光部20の境界に配置されてそれらを連続する連続部31を介して導光部20に入れてその導

光部 20 内を Y 軸方向に導くことにより、入光部 10 により集光した光をほとんど漏らすことなく出光面 20a から出力することができる。また、導光体 1 を光を集光する入光部 10 及び光を導光する導光部 20 の 2 つの部分に構造的に分離し、入光部 10 を非連続部 32 より幅の小さい連続部 31 を介して導光部 20 に連続させることで、導光部 20 から連続部 31 を介して入光部 10 に光が漏れるのを抑制することができる。

[0050] なお、第 1 実施形態に係る導光体 1 は、1 つの集光素子 11 の±Y 側面に対向する一对の反射面 12, 13 を設けることとしたが、これに限らず、±Y 側面の一方のみに反射面を設けることとしてもよい。

[0051] なお、導光体 1 の出光面 20a から出力される光を、導光体 1 とは異なる他の導光体（光ファイバなど）に入力し、その他の導光体の他端部で出力（発光）されるようにしてもよい。

[0052] 図 10 に、第 1 変形例に係る導光体 1d の構成、特に入光部 10d 及びこれと導光部 20d との間の境界部 30d の詳細構成を示す。導光体 1d は、入光部 10d、導光部 20d、及び境界部 30d を備える。

[0053] 入光部 10d は、先述の入光部 10 と同様に、入光面 10a を介して入力方向（本例では−Z 方向とする）に入力する光を集光する光学部材であり、複数の集光素子 11d を有する。複数の集光素子 11d は、Y 軸方向の幅 P 及び Z 軸方向の高さ d の略平行四辺形状の断面を有して X 軸方向に延びる柱状部材であり、+Z 端部を互いに接し、±Y 斜面を互いに離間して Y 軸方向に並列されている。本例では、複数の集光素子 11d は互いに連結して一体成型されている。それにより、入光部 10d は XY 方向に延在し、複数の集光素子 11d の +Z 面は互いに連結して XY 方向に広がる平面状の入光面 10a を形成する。また、隣接する 2 つの集光素子 11d は、互いの間に、+Y, −Z 方向に延び且つ X 軸方向に延びる空間 30s を形成する。

[0054] なお、複数の集光素子 11d は互いに Y 軸方向に離間して並列されてもよい。斯かる場合、複数の集光素子 11d の +Z 面のそれぞれが、独立の入光面として機能する。

- [0055] 集光素子 11d は、先述のとおり、高屈折率を有する樹脂、或いはガラスを用いて形成することができる。それにより、集光素子 11d と空間 30s との境界、すなわち集光素子 11 の -Y 斜面は、入光面 10a を介して集光素子 11d 内に入力された光を反射する反射面 14 として機能する。光は、集光素子 11d の内部から -Y 側面に臨界角以上の角度で入ると、全反射される。従って、集光素子 11d の -Y 側面は、その法線が光の入力方向（本例では Z 軸方向）に対して臨界角以上の角度をなすように形成される。
- [0056] 反射面 14 は、入光面 10a から入力された光を連続部 31 に向けて集光するように反射する。ここで、反射率を上げるために、反射面 14、すなわち集光素子 11d の -Y 側面を鏡面加工してもよい。また、金属等を用いて反射膜を設けてもよい。
- [0057] 導光部 20d は、先述の導光部 20 と同様に構成される。
- [0058] 境界部 30d は、入光部 10d 及び導光部 20d の境界に位置する部分であり、連続部 31 及び非連続部 32 を含む。
- [0059] 連続部 31 は、入光部 10d と導光部 20d とが物理的に連続して、入光部 10d の反射面 14 で反射された光を導光部 20d 内に導く。連続部 31 は、Y 軸方向の幅、すなわち開口幅 A を有して X 軸方向に延在する板状に形成され、集光素子 11 の -Z 面上の +Y 側に配置される。なお、連続部 31 は、集光素子 11 と同じ素材より形成することができる。
- [0060] 非連続部 32 は、入光部 10d と導光部 20d とが離間するように設けられた部分であり、連続部 31 の -Y 側に隣接して配置される。非連続部 32 により導光部 20d が入光部 10d（-Z 面）から離間してそれらの間に空間 30s の -Z 端部から +Y 方向に延びる空間 30t を形成することで、導光部 20d の +Z 端面は導光部 20d 内から入光部 10d へ向かう光を -Z 方向に向けて反射する反射面として機能する。
- [0061] 本変形例では、連続部 31 及び非連続部 32 は、入光部 10d 及び導光部 20d の境界に Y 軸方向に交互に配置される。ここで、開口幅 A の連続部 31 が Y 軸方向にピッチ P で周期的に配列され、さらに連続部 31 が非連続部

32より短くなるように、すなわち開口率 A/P が小さくなるように配置される。それにより、導光部20d内を導かれる光が非連続部32が位置する+Z端面で反射して導光部20d内に戻され、連続部31を介して入光部10d、そして導光体1d外に漏出するのを抑制することができる。

[0062] 入光部10dの反射面14は、入光面10aから入力された光を連続部31に向けて反射する。特に、反射面14は、入光面10aに対し直交する方向（本例ではZ軸方向）から入力された光を連続部31に向けて反射するように形成される。反射面14は、先述の反射面12, 13と同様に形成することができる。それにより、反射面14の+Z側に入る光は相対的に大きな入射角（反射面の法線と入力方向とがなす角）で反射され、中央に入る光は中程度の入射角で反射され、-Z側に入る光は相対的に小さい入射角で反射されて、連続部31に向かって集光される。

[0063] 図11に、導光体1dに入力された光の入光部10dによる集光、導光部20dによる導光、及び入光部10dからの漏光を示す。上述のとおり連続部31のY軸方向に関する幅Aが小さいことで、連続部31に集光され、そして連続部31を介して導光部20dに入った光は導光部20d内で広がる。反射面14の+Z側で反射され、連続部31を介して導光部20dに入った光は、導光部20dの±Z端面に相対的に大きな傾斜で入り、導光部20d内で相対的に多くの回数反射されながら+Y方向に導かれる。反射面14の-Z側で反射され、連続部31を介して導光部20dに入った光は、導光部20dの±Z端面に小さい傾斜で入り、導光部20d内で相対的に少ない回数反射されながら+Y方向に導かれる。従って、反射面14に入った光は、全体として広角範囲に広がりながら±Z端面で反射されて+Y方向に導かれる。ここで、光は、導光部20d内に入る際に通った連続部31とは異なる連続部31を介して入光部10dに戻り、そして導光体1d外に漏出する可能性がある。しかし、開口率 A/P が小さいことで漏光が抑制される。

[0064] 第1変形例に係る導光体1dにおいても、入光部10dに入光面10aを介してZ軸方向に入力された光を、入光部10d及び導光部20dの境界に

配置されてそれらを連続する連続部 3 1 を介して導光部 2 0 d に入れてその導光部 2 0 d 内を Y 軸方向に導くことにより、入光部 1 0 d により集光した光をほとんど漏らすことなく出光面 2 0 a から出力することができる。また、導光体 1 d を光を集光する入光部 1 0 d 及び光を導光する導光部 2 0 d の 2 つの部分に構造的に分離し、入光部 1 0 d を非連続部 3 2 より幅の小さい連続部 3 1 を介して導光部 2 0 d に連続させることで、導光部 2 0 d から連続部 3 1 を介して入光部 1 0 d に光が漏れるのを抑制することができる。

[0065] また、複数の集光素子 1 1 d のそれぞれの -Z 端面が隣接する集光素子 1 1 の反射面 1 4 の -Z 側にほぼ位置するように断面形状が定められる。それにより、1 つの集光素子 1 1 に対する連続部 3 1 及び非連続部 3 2 は隣接する集光素子 1 1 の反射面 1 4 の -Z 側にほぼ位置し、光の入力方向（本例では -Z 方向）に視ると複数の集光素子 1 1 d の反射面 1 4 が Y 軸方向に連なることとなる。従って、入光面 1 0 a から -Z 方向に入力される光のほとんどが反射面 1 4 により反射されて、連続部 3 1 を介して導光部 2 0 に導かれることとなる。

[0066] なお、第 1 実施形態に係る導光体 1 及び変形例に係る導光体 1 d の上面（入光部 1 0、1 0 d の入光面 1 0 a）及び下面（導光部 2 0、2 0 d の -Z 面）は平滑面としてよい。それにより、導光体 1、1 d を野外に設置した際に塵埃等の堆積を防止することができる。

[0067] なお、第 1 実施形態に係る導光体 1 及び変形例に係る導光体 1 d は、導光部 2 0、2 0 d は、光の入力方向（Z 軸方向）に対して直交する Y 軸方向に延びるように板状に形成するとしたが、これに限らず、例えば円弧状又は球殻状に湾曲するなど、入力方向に交差する任意の方向に湾曲するように形成してもよい。また、導光部 2 0、2 0 d は、入光部 1 0、1 0 d と重なる部分から任意の方向に湾曲又は屈曲して延びるように形成してもよく、拡幅又は減幅、増厚又は減厚して出光面 2 0 a まで延びるように形成してもよい。それにより、入光部 1 0 により集光された光は導光部 2 0 内に導かれた後、その端面で反射されつつ出光面 2 0 a に向かって任意の方向に導かれる。

[0068] 《第2実施形態》

図12A及び図12Bに、それぞれ、第2実施形態に係る導光体1d2の全体構成並びに戻光部40及びこれと導光部20との間の境界部70の構成を示す。導光体1d2は、入光面10aから入力された光を効率良く集めるとともに、集めた光を少ない漏れで入光面10aと異なる出光面20aに導いて出力する光学装置であり、入光部10、導光部20、境界部30、戻光部40、及び境界部70を備える。なお、導光体1d2は、全体として、X軸方向を短手とし且つY軸方向を長手として2次元方向に広がりとともにZ軸方向に厚みを有する略板形状を有する。

[0069] 入光部10、導光部20、及び境界部30は、それぞれ、第1実施形態に係る導光体1d2における入光部10、導光部20、及び境界部30と同様に構成される。

[0070] 戻光部40は、Z軸方向において、導光部20に対して入光部10の反対側に配置されて、導光部20を通過した光が入力されるように設けられた集光部の一例である。戻光部40は、導光部20を通過した通過光（すなわち、導光部20から-Z側に漏れる漏光）を導光部20に戻す光学部材であり、複数の戻光素子41を有する。複数の戻光素子41は、Y軸方向の最大幅P及びZ軸方向の高さhを有する倒立した略凹形状の断面を有し且つX軸方向に延びる柱状部材であり、それぞれ複数の集光素子11の下方（-Z側）に配置され、Y側面（すなわち、+Y側面及び-Y側面）の+Z側を互いに接し、-Z側を互いに離間してY軸方向に並列されている。本実施形態では、複数の戻光素子41は互いに連結して一体成型されている（ただし、戻光部40の構成及び機能を説明する都合のため、戻光部40は複数の戻光素子41を含むものとして説明する）。それにより、戻光部40はXY方向に延在し、複数の戻光素子41の+Z面は互いに連結してXY方向に広がる平面を形成する。また、戻光素子41の-Z面の中央に略二等辺三角形形状の断面を有し且つX軸方向に延びる中空空間（単に空間と称する）40s、隣接する2つの集光素子11の間に二等辺三角形形状の断面を有し且つX軸方向に延

びる中空空間（単に空間と称する）40tを形成する。

[0071] 戻光素子41は、集光素子11と同様に、アクリル樹脂（屈折率1.49）、ポリカーボネート樹脂（屈折率1.58）のような高屈折率を有する樹脂、或いはガラス（例えばBK7に対して屈折率1.51～1.53）を用いて形成することができる。それにより、戻光素子41と空間40sとの境界、すなわち戻光素子41の中央に形成された互いに対向する傾斜面は、戻光素子41の直上（+Z側）に位置する集光素子11から、反射面12, 13に反射されることなくそれらの間の領域及び導光部20を介して戻光部40に入力された光を反射する反射面42, 43として機能する。光は、戻光素子41の内部から反射面42, 43に臨界角以上の角度で入ると全反射される。臨界角は、アクリル樹脂に対して約42度、ポリカーボネート樹脂に対して約41度、ガラスに対して約42度である。従って、戻光素子41の傾斜面は、その法線が光の入力方向（本実施形態ではZ軸方向）に対して臨界角以上の角度をなすように形成される。

[0072] 図13に、戻光部による戻光原理を示す。戻光素子41は、集光素子11の下方に配置される。戻光部40（戻光素子41）の反射面42, 43は、入光部10の反射面12, 13に対してY軸方向にオフセットして配置される。本例では、オフセットは $P/2$ である。それにより、YZ断面において、反射面42は、入光面10aを介して集光素子11内に-Z方向に入力された光のうち、集光素子11の中心から+Y側且つ反射面12の-Y側の領域を介して導光部20を通り、導光部20の-Z面から漏れて戻光素子41（本例では戻光素子41a）に入った漏光（図中の太線）を後述する連続部71に向けて反射する。本例では、反射面42は、戻光素子41aの+Y側に隣接する2つの戻光素子41b、41cの境界上に位置する連続部71（図中の最右の連続部71）に向けて反射する。反射面43は、入光面10aを介して集光素子11内に-Z方向に入力された光のうち、集光素子11の中心から-Y側且つ反射面13の+Y側の領域を介して導光部20を通り、導光部20の-Z面から漏れて戻光素子41aに入った漏光（不図示）を別

の連続部 7 1（戻光素子 4 1 の－Y 側に隣接する 2 つの戻光素子 4 1 の境界上に位置する）に向けて反射する。

[0073] さらに、戻光素子 4 1 は、戻光素子 4 1 と空間 4 0 t との境界、すなわち戻光素子 4 1 の±Y 側面は、反射面 4 2, 4 3 により反射された漏光を連続部 7 1 に向けて屈折する屈折面 4 4, 4 5 として機能する。ここで、戻光素子 4 1 a の＋Y 側面に形成される屈折面 4 4 と戻光素子 4 1 a の＋Y 側に隣接する戻光素子 4 1 b の－Y 側面に形成される屈折面 4 5 とは、Y 軸方向に接する 2 つの円 4 9 の一部、すなわち互いに対向する円弧を形成する。それにより、互いに対向する屈折面 4 4, 4 5 及びこれらの間に位置する空間 4 0 t は、戻光素子 4 1 b とこの＋Y 側に隣接する戻光素子 4 1 c の境界上（すなわち、連続部 7 1 の中心）に焦点 4 9 a を形成する。戻光素子 4 1 a 内で反射面 4 2 で反射された漏光は、屈折面 4 4 を介して空間 4 0 t に出射し、戻光素子 4 1 b の屈折面 4 5 を介して戻光素子 4 1 b 内に入射し、焦点 4 9 a に集光され、連続部 7 1 を介して導光部 2 0 に戻ることもとなる。同様に、戻光素子 4 1 a 内で反射面 4 3 で反射された漏光は、戻光素子 4 1 a の－Y 側面に形成された屈折面、空間、戻光素子 4 1 a の－Y 側に隣接する戻光素子の＋Y 側面に形成された屈折面を介して集光され、連続部（いずれも不図示）を介して導光部 2 0 に戻ることもとなる。

[0074] 境界部 7 0 は、導光部 2 0 及び戻光部 4 0 の境界の境界に位置する部分であり、連続部 7 1 及び非連続部 7 2 を含む。

[0075] 連続部 7 1 は、導光部 2 0 と戻光部 4 0 とが物理的に連続するように設けられ、戻光部 4 0（戻光素子 4 1）の反射面 4 2, 4 3 で反射された漏光を導光部 2 0 内に戻す。連続部 7 1 は、X 軸方向に延在する板状に形成され、隣接する 2 つの戻光素子 4 1 の境界上に配置される。なお、連続部 3 1 は、戻光素子 4 1 と同じ素材より形成することができる。

[0076] 非連続部 7 2 は、導光部 2 0 と戻光部 4 0 とが離間するように設けられた部分であり、連続部 7 1 が位置する戻光素子 4 1 の±Y 端部の間に配置される。非連続部 7 2 により戻光部 4 0 の＋Z 面が導光部 2 0 から離間してそれ

らの間に空間 70s を形成することで、導光部 20 の -Z 端面は導光部 20 内から戻光部 40 へ向かう光を +Z 方向に向けて反射する反射面として機能する。

[0077] 本実施形態では、連続部 71 及び非連続部 72 は、導光部 20 及び戻光部 40 の境界に Y 軸方向に交互に配置される。ここで、Z 軸方向視において、連続部 31 と非連続部 72 との少なくとも一部が重なり合うように設けられる。また、非連続部 72 は、Y 軸方向に沿って導光部 20 と戻光部 40 との離間距離が一定となるように設けられる。

[0078] さらに、連続部 71 が Y 軸方向にピッチ P で周期的に配列され、さらに連続部 71 が非連続部 72 より短くなるように、すなわち連続部 71 の幅／ピッチ P が小さくなるように配置される。それにより、導光部 20 内を導かれる光が非連続部 72 が位置する -Z 端面で反射して導光部 20 内に戻され、連続部 71 を介して戻光部 40、そして導光体 1 外に漏出するのを抑制することができる。

[0079] 図 14 に、導光部 20 による導光原理を示す。連続部 71 の中心が、戻光部 40（戻光素子 41）の反射面 42、43 及び入光部 10（集光素子 11）の反射面 12、13 に対して Y 軸方向にオフセットするように配置されている。本実施形態では、隣接する 2 つの集光素子 11 の境界の下方（-Z 側）に配置されている。或いは、集光素子 11 の反射面 12、13 の下方に配置されてもよい。それにより、集光素子 11 から、反射面 12、13 に反射されることなくそれらの間の領域を介して導光部 20 に入った光が連続部 71 を介して戻光部 40 に入ることがない。

[0080] また、戻光素子 41 の +Z 面上に非連続部 72 を広く形成して、入光部 10 の反射面 12、13 により反射され、連続部 31 を介して導光部 20 に入った光を反射する。ここで、反射面 13 の +Z 側で反射された光は、連続部 31 を Z 軸に対して小さい角度で通り、+Y 側に隣接する戻光素子 41 上の非連続部 72 の -Y 端近傍に臨界角以上の角度で入り、反射面 13 の中央で反射された光は、連続部 31 を Z 軸に対して中程度の角度で通り、非連続部

7 2 の中央に臨界角以上の角度で入り、反射面 1 3 の－Z 側で反射された光は、連続部 3 1 を Z 軸に対して大きな角度で通り、非連続部 7 2 の＋Y 端近傍に臨界角以上の角度で入り、それぞれ非連続部 7 2 上の反射面で反射される。入光部 1 0 の反射面 1 2, 1 3 及び連続部 3 1 を介して導光部 2 0 に入った光の多くを非連続部 7 2 上の反射面で反射して、導光部 2 0 内に戻す（閉じ込める）ことができる。

[0081] 図 1 5 に、導光体 1 d 4 の第 4 の製法フロー S 4 0 0 を示す。本実施形態では、一例として、導光体 1 d 2 の成型材料としてアクリル樹脂を使用するものとする。つまり、入光部 1 0、導光部 2 0、及び戻光部 4 0 は、同一材料より形成されるものとする。

[0082] ステップ S 4 0 2 では、入光部 1 0 を成型する。先述のステップ S 2 0 1 ～S 2 0 3 により入光部 1 0 を成型することができる。図 1 6 A に、成型された入光部 1 0 の構成を示す。入光部 1 0 は、導光部 2 0 及び戻光部 4 0 に対して別体として形成される。

[0083] ステップ S 4 0 4 では、導光部 2 0 を成型する。成型の詳細は省略する。図 1 6 B に、成型された導光部 2 0 の構成を示す。導光部 2 0 は、入光部 1 0 及び戻光部 4 0 に対して別体として形成される。

[0084] ステップ S 4 0 6 では、戻光部 4 0 を成型する。戻光部 4 0 は、入光部 1 0 と同様の方法で成型することができる。つまり、戻光部 4 0 を収容可能な大きさ及び形状を有する内部空間を含み且つ天井面に連続部 7 1 を相補する断面形状を有する複数の溝部が Y 軸方向に配列された金型を、上面上に空間 4 0 s, 4 0 t を相補する断面形状を有する複数の突出辺が Y 軸方向に配列された金型の上に被せてそれらの間に内部空間を形成し、その内部空間にアクリル樹脂を抽出することで戻光部 4 0 が成形される。

[0085] 図 1 6 C に、成型された戻光部 4 0 の構成を示す。戻光部 4 0 は、複数の戻光素子 4 1 が Y 軸方向に連結され、＋Z 面における隣接する戻光素子 4 1 の境界上に連続部 7 1 が配置され、－Z 面に Y 軸方向に並ぶ空間 4 0 s, 4 0 t が形成される。

[0086] ステップS406では、入光部10、導光部20、及び戻光部40を溶着して導光体1d2を形成する。図16Dに示すように、入光部10を、空間30sが形成された一端面を-Z側に向けて、導光部20の+Z端面上に配置し、戻光部40を、空間40s、40tが形成された一端面を-Z側に向けて、導光部20の-Z端面上に配置する。それにより、入光部10の-Z面に一体成型された連続部31が導光部20の+Z端面に当接し、戻光部40の+Z面に一体成型された連続部71が導光部20の-Z端面に当接する。この状態で、入光部10、導光部20、及び戻光部40の少なくとも1つに超音波振動を加えることでそれらを溶着する。それにより、入光部10及び導光部20が連続部31を介して互いに接合し、導光部20及び戻光部40が連続部71を介して互いに接合し、導光体1d2が形成される。

[0087] なお、溶着に限らず、例えば溶剤を用いて入光部10、導光部20、及び戻光部40を接着してもよい。また、3Dプリンタを用いて導光体1d2を成型してもよい。

[0088] 第2実施形態に係る導光体1d2は、入光面10aから入力された光を入光面10aと異なる出光面20aに導いてその出光面20aから出力する光学装置であり、光がZ軸方向に入力する入光面10aを有する入光部10、出光面20a側に配置されて、Y軸方向に光を導いて出光面20aから出力する導光部20、入光部10及び導光部20の境界にそれぞれ配置されて、入光部10と導光部20とを連続する連続部31及び入光部10と導光部20とを離間する非連続部32、Z軸方向において導光部20に対して入光部10の反対側に配置されて、導光部20から漏れる漏光を導光部20に戻す戻光部40を備える。これにより、戻光部40により、入光部10（集光素子11）から、反射面12、13に反射されることなくそれらの間の領域及び導光部20を介して戻光部40に入力された光、すなわち漏光を導光部20に戻すことで、入光部10に入った光の多くを導光部20内に閉じ込め、出光面20aから出力させることができる。

[0089] 図17に、第2の変形例に係る導光体1d3の構成を示す。導光体1d3

は、第2実施形態に係る導光体1 d 2に対してさらに底部4 8を備える。底部4 8は、戻光部4 0と同じ素材を用いてY軸方向を長手とする板状に形成され、戻光部4 0の-Z面に融着される。なお、底部4 8及び戻光部4 0を一体的に形成してもよい。それにより、反射面4 2, 4 3により反射されずに-Z側に漏れる漏光を底部4 8の-Z面により反射し、底部4 8内をY軸方向に導光して閉じ込め、+Z方向に戻すことができる。

[0090] 図1 8に、第3の変形例に係る導光体1 d 4の構成を示す。導光体1 d 4は、第2実施形態に係る導光体1 d 2における戻光部4 0に対して-Z面に空間4 0 sのみを形成した戻光部4 0 dを備える。ここで、漏光が臨界角以下の角度で入っても全反射するよう、反射面4 2, 4 3に金属等を用いて反射膜を設けてよい。また、反射面4 2, 4 3で反射した漏光が+Y側に隣接する2つの戻光素子4 1の境界上の連続部7 1に集光されるように、反射面4 2, 4 3を放物線状に湾曲又は屈曲させてもよい。これにより、戻光部4 0により、入光部1 0（集光素子1 1）から、反射面1 2, 1 3に反射されることなくそれらの間の領域及び導光部2 0を介して戻光部4 0に入力された光、すなわち漏光を導光部2 0に戻すことで、入光部1 0に入った光の多くを導光部2 0内に閉じ込め、出光面2 0 aから出力させることができる。

[0091] なお、第2実施形態に係る導光体1 d 2並びに第2及び第3変形例に係る導光体1 d 3, 1 d 4は、導光部2 0は、光の入力方向（Z軸方向）に対して直交するY軸方向に延びるように板状に形成するとしたが、これに限らず、例えば円弧状又は球殻状に湾曲するなど、入力方向に交差する任意の方向に湾曲するように形成してもよい。また、導光部2 0は、入光部1 0と重なる部分から任意の方向に湾曲又は屈曲して延びるように形成してもよく、拡幅又は減幅、増厚又は減厚して出光面2 0 aまで延びるように形成してもよい。それにより、入光部1 0により集光された光は導光部2 0内に導かれた後、その端面で反射されつつ出光面2 0 aに向かって任意の方向に導かれる。

[0092] なお、導光体1 d 2, 1 d 3, 1 d 4の出光面2 0 aから出力される光を

、導光体 1 d 2, 1 d 3, 1 d 4 とは異なる他の導光体（光ファイバなど）に入力し、その他の導光体の他端部で出力（発光）されるようにしてもよい。

[0093] 《第 3 実施形態》

図 1 9 A 及び図 1 9 B に、それぞれ、第 3 実施形態に係る導光体 1 0 0 の全体構成並びに入光部 1 1 0 及びこれと導光部 1 2 0 との間の境界部 1 3 0 の構成を示す。導光体 1 0 0 は、入光面 1 1 0 a から入力された光を効率良く集めるとともに、集めた光を漏らすことなく又は少ない漏れで入光面 1 1 0 a と異なる出光面 1 2 0 a に導いて出力する光学装置であり、入光部 1 1 0、導光部 1 2 0、及び境界部 1 3 0 を備える。なお、導光体 1 0 0 は、全体として、X 軸方向を短手とし且つ Y 軸方向を長手として 2 次元方向に広がるとともに Z 軸方向に厚みを有する略板形状を有する。

[0094] 入光部 1 1 0 は、入光面 1 1 0 a を介して入力方向（本実施形態では - Z 方向とする）に入力される光を集光する光学部材であり、複数の集光素子 1 1 1 を有する。複数の集光素子 1 1 1 は、Y 軸方向の最大幅 P 及び Z 軸方向の高さ d の倒立した略等脚台形状の断面を有して X 軸方向に延びる柱状部材であり、Y 側面（すなわち、+ Y 側面及び - Y 側面）の + Z 側を互いに接し、- Z 側を互いに離間して Y 軸方向に並列されている。本実施形態では、複数の集光素子 1 1 1 は互いに連結して一体成型されている（ただし、入光部 1 1 0 の構成及び機能を説明する都合のため入光部 1 1 0 は複数の集光素子 1 1 1 を含むものとして説明する）。それにより、入光部 1 1 0 は Y 軸方向に延在し、複数の集光素子 1 1 1 の + Z 面は互いに連結して X 軸方向に幅を有する平面状の入光面 1 1 0 a を形成する。このように、入光面 1 1 0 a は、光が + Z 側から入力されるように設けられる。また、隣接する 2 つの集光素子 1 1 1 は、互いの間に、三角形の断面を有して X 軸方向に延びる中空空間（単に空間と称する）1 3 0 s を形成する。

[0095] なお、複数の集光素子 1 1 1 は互いに Y 軸方向に離間して並列されてもよい。斯かる場合、複数の集光素子 1 1 1 の + Z 面のそれぞれが、独立の入光

面として機能する。

[0096] 集光素子 111 は、入光面 110a に対して下方（ $-Z$ 方向）に位置する反射面 112, 113 及び透光部 114 を有する。ここで、集光素子 111 は、例えば、アクリル樹脂（屈折率 1.49）、ポリカーボネート樹脂（屈折率 1.58）のような高屈折率を有する樹脂、或いはガラス（例えば BK7 に対して屈折率 1.51～1.53）を用いて形成することができる。集光素子 111 と空間 130s との境界、すなわち集光素子 111 の $\pm Y$ 側面は、入光面 110a を介して集光素子 111 内に入力された光の一部を反射する反射面 112, 113 として機能する。光は、集光素子 111 の内部から $\pm Y$ 側面に臨界角以上の角度で入ると、全反射される。臨界角は、アクリル樹脂に対して約 42 度、ポリカーボネート樹脂に対して約 41 度、ガラスに対して約 42 度である。従って、集光素子 111 の $\pm Y$ 側面は、その法線が光の入力方向（本実施形態では Z 軸方向）に対して臨界角以上の角度をなすように形成される。一方、集光素子 111 のうちの反射面 112, 113 の間の部分は、入光面 110a から入力された光の一部（本例では反射面 112, 113 に入らない残りの部分）及び反射面 112, 113 で反射された反射光を通す透光部 114 として機能する。

[0097] 反射面 112, 113 は、透光部 114 の $+Y$ 側及び $-Y$ 側にそれぞれ位置して互いに対向して配置されて、入光面 110a から入力された光を透光部 114 に向けて反射するように設けられる。ここで、反射面 112, 113 は、 YZ 断面上で直線状に形成される。また、反射率を上げるために、反射面 112, 113、すなわち集光素子 111 の $\pm Y$ 側面を鏡面加工してもよい。また、金属等を用いて反射膜を設けてもよい。

[0098] 導光部 120 は、入光部 110 に対して $-Z$ 側に位置する出光面 120a を有し、入光部 110 の反射面 112, 113 により反射された反射光を $+Y$ 方向及び／又は $-Y$ 方向に導いて出光面 120a から出力する光学部材である。導光部 120 は、 Y 軸方向に延在する板状に形成される。ここで、導光部 120 の X 軸方向に関する幅は入光部 110 の幅に等しく（より大きく

てもよい)、Y軸方向に関する長さは入光部110の長さより大きく(等しくてもよい)、Z軸方向に関する厚さは入光部110の厚さより大きい(任意に定めてよい)。導光部120の+Y側面及び/又は-Y側面は光を出力する出光面120aをなし、-Z端面120bは平面状に形成されることで導光部120内に導かれた光を内側に向けて反射する反射面として機能する。

[0099] なお、導光部120は、入光部110(集光素子111)と同一素材より形成することができる。反射率を上げるために、導光部120の-Z端面120bを鏡面加工してもよい。また、金属等を用いて反射膜を設けてもよい。

[0100] 境界部130は、入光部110及び導光部120の境界に位置する部分であり、連続部131及び非連続部132を含む。

[0101] 連続部131は、入光部110の透光部114と導光部120とが物理的に連続して、入光面110aから入力された光、すなわち反射面112, 113で反射された反射光及び反射面112, 113に入らなかった残りの光を導光部120内に導くように設けられる。連続部131は、Y軸方向に開口幅Aを有してX軸方向に延在する。なお、連続部131は、集光素子111と同じ素材より形成することができる。また、連続部131は、入光部110及び/又は導光部120とそれらの一部として一体的に形成されてもよい。

[0102] 非連続部132は、入光部110の反射面112, 113と導光部120とが離間するように設けられ、連続部131の±Y側のそれぞれに隣接して配置される。非連続部132により導光部120が入光部110(±Y側面に形成される反射面112, 113)から離間してそれらの間に空間130sを形成することで、非連続部132及び導光部120の間の界面が、入光部110の透光部114から連続部131を介して導光部120に入力された反射光を反射して出光面120aに導く反射面として機能する。なお、反射率を上げるために、非連続部132及び導光部120の間の界面、すなわ

ち空間 130 下の導光部 120 の +Z 端面を鏡面加工してもよい。また、金属等を用いて反射膜を設けてもよい。

[0103] 第 3 実施形態では、入光部 110 の反射面 112, 113 及び透光部 114 は、集光素子 111 を Y 軸方向に並列して入光部 110 を形成することで、入光部 110 内に Y 軸方向に沿って複数配置される。これに応じて、連続部 131 及び非連続部 132 は、入光部 110 及び導光部 120 の境界にそれぞれ複数設けられるとともに、Y 軸方向に沿って複数の連続部 131 及び複数の非連続部 132 が交互に配置される。ここで、連続部 131 は、Y 軸方向に関する幅 A（透光部 114 の幅に等しい）を有し、Y 軸方向にピッチ P で周期的に配列される。非連続部 132 は、本実施形態では連続部 131 に略等しい幅を有し、連続部 131 の間に配置される。それにより、開口率 A/P が約 2 分の 1 になる。

[0104] 図 19B に示すように、入光部 110 の反射面 112, 113 は、入光面 110a から入力された光を連続部 131 に向けて反射する。特に、反射面 112, 113 は、入光面 110a に対し直交する方向（本実施形態では Z 軸方向）から入力された光を連続部 131 に向けて反射する。ここで、反射面 112 により反射した光は、平行光を形成して連続部 131 を通る、すなわち、反射面 112 の +Z 側で反射された光は連続部 131 の +Y 側を通り、反射面 112 の中央で反射された光は連続部 131 の中央を通り、反射面 112 の -Z 側で反射された光は連続部 131 の -Y 側を通り、そして導光部 120 に入る。なお、反射面 113 により反射した光は、光が向かう方向が逆になることを除いて、反射面 112 で反射された光と同様に平行光を形成して導光部 120 に入る。

[0105] なお、非連続部 132 は、入光部 110 の反射面 112, 113 の下方に配置されることで、反射面 112 と導光部 120 とを離間する非連続部 132b 及び反射面 113 と導光部 120 とを離間する非連続部 132a を含む。また、入光部 110 内で集光素子 111 が Y 軸方向に並列されることで、隣接する 2 つの集光素子 111 の Y 側面と非連続部 132（導光部 120 の

+ Z 端部) とによりそれらの内側に Y 方向視で三角形形状の断面を有する空間 130s が形成され、隣接する 2 つの集光素子 111 の反射面 112, 113 が空間 130s を介して互いに背向し、それぞれの下方に位置する非連続部 132 が連続することとなる。

[0106] さらに、非連続部 132 の導光部 120 側の端部 (すなわち、導光部 120 の非連続部 132 との界面) は、Y 軸方向に対して傾斜する。ここで、導光部 120 と隣接する非連続部 132 のそれぞれとの界面は、Y 軸方向に対して異なる向きに傾斜する。導光部 120 と非連続部 132a との界面は Y 軸に対して時計回りの方向に傾斜し、導光部 120 と非連続部 132b との界面は Y 軸に対して反時計回りの方向に傾斜する。Y 軸方向に配列された非連続部 132 は、交互に配列された非連続部 132a 及び非連続部 132b を含むこととなる。

[0107] さらに、1 つの集光素子 111 が有する互いに対向する反射面 112, 113 は Z 軸に対して逆向き且つ等しい傾斜角を有する。ここで、傾斜角は、隣接する集光素子 111 のそれぞれにおいて互いに異なってもよく、交互に異なってもよい。隣接する 2 つの集光素子 111 の間で空間 130s を介して互いに背向する反射面 112, 113 は、異なる傾斜角を有することとなる。なお、Y 軸方向に並ぶ複数の空間 130s の三角形形状の断面を、交互に異なる方向に回転させてもよい。ここで、複数の空間 130s の回転とは、YZ 平面上での空間 130s の中心を通る X 軸方向に平行な基準軸周りの回転である。本例では、図中に点線で示した回転前の状態 (すなわち、三角形の底辺が Y 軸方向に平行な状態) に対して、左の空間 130sa は時計回りに、右の空間 130sb は反時計回りに回転させている。それにより、時計回りに回転した空間 130sa 及び反時計回りに回転した空間 130sb が Y 軸方向に交互に配列されることとなる。

[0108] なお、複数の空間 130s を回転させない場合、入光部 110 と導光部 120 との間の境界部 130 は YZ 平面内で Y 軸方向に延びる直線をなし、連続部 131 及び非連続部 132 も YZ 平面内で直線状に連続することとなる。

。複数の空間 130s を回転させると、境界部 130 は YZ 平面内で ±Z 方向に繰り返し屈曲して Y 軸方向に延びる非直線をなし、連続部 131 及び非連続部 132 も YZ 平面内で非直線状に連続する。

[0109] 図 20 に、導光体 1 に入力された光の入光部 110 による集光及び導光部 120 による導光を示す。例として、入光面 110a から −Z 方向に入り、入光部 110 の反射面 113（図面最左の空間 130sa の右傾斜面）で反射する光の光路を示す。上述のとおり連続部 131 の開口幅 A が大きい（開口率 $A/P \div 0.5$ ）ことで、反射面 113 で反射した光（反射光）は、平行光を維持して連続部 131 を通り、導光部 120 に入る。導光部 120 に入った反射光は、導光部 120 の −Z 端面 120b で反射されて +Z 方向に戻り、非連続部 132、本例では反射面 113 下の空間 130sa に対して 3 つ右隣の空間 130sb 下の非連続部 132b との界面で反射され、導光部 120 の −Z 端面 120b で反射されて +Z 方向に戻り、さらに 2 つ右隣の空間 130sb 下の非連続部 132b との界面で反射されて、導光部 120 内を右方向に導光され、出光面 120a から出力される。Y 軸方向に配列された非連続部 132（非連続部 132a, 132b）の導光部 120 との界面が交互に異なる向きに傾斜することで、さらに Y 軸方向に配列された集光素子 111 の反射面 112, 113 が交互に異なる傾斜角（Z 軸に対する傾斜角の絶対値）を有することで、反射面 113 で反射された光は、同一の非連続部 132（本例では非連続部 132b）の界面で反射されて導光部 120 内を導光される。なお、集光素子 111 から導光部 120 内に入った光が、異なる集光素子 111 の透光部 114 を介して導光体 100 を +Z 方向に漏れないよう、つまり複数の非連続部 132 の界面で反射されるよう、非連続部 132a, 132b の傾斜角及び／又は反射面 112, 113 の傾斜角が定められる。

[0110] 第 3 実施形態に係る導光体 100 は、第 1 実施形態に係る導光体 1 と同様に製造することができる。

[0111] 図 21 に、第 3 実施形態に係る導光体アセンブリ 100a を示す。導光体

アセンブリ 100a は、Z 軸方向に重ねられた 2 つの導光体 100 を備える。ここで、下段の導光体 100 の入光面 110a 上に上段の導光体 100 が配置される。下段の導光体 100 の入光面 110a と上段の導光体 100 の -Z 面との間にわずかな間隙が設けられる。なお、下段の導光体 100 は、Z 軸方向において、上段の導光体 100 の導光部 120 に対して入光部 110 の反対側に配置されて、上段の導光部 120 を通過した光が入力されるように設けられた集光部の一例でもある。

[0112] 2 つの導光体 100 のそれぞれにおいて、入光部 110 は、Z 軸方向に関して 180 度回転対称に形成されている。上段の導光体 100 において、+Y 端面に反射面 112 が位置し、-Y 端面に反射面 113 が位置する。導光部 120 も、Z 軸方向に関して 180 度回転対称に形成されている。ここで、導光部 120 の +Y 端から +Y 端に最近の入光部 110 の反射面 112 までの距離 L_{112} と、導光部 120 の -Y 端から -Y 端に最近の入光部 110 までの距離 L_{113} との差は、連続部 131 及び非連続部 132 の Y 軸方向の幅、すなわち複数の集光素子 111 の配列ピッチ P の 2 分の 1 に略等しい。

[0113] そこで、導光体アセンブリ 100a において、下段の導光体 100 を、上段の導光体 100 に対して Z 軸に関して 180 度回転して配置する。それにより、入光部 110 の +Y 端面に反射面 113 が位置し、-Y 端面に反射面 112 が位置することとなる。そして、下段の導光体 100 の入光面 110a 上に上段の導光体 100 を配置し、それぞれの ±Y 端面を揃える。それにより、上段の導光体 100 の集光素子 111 が下段の導光体 100 の集光素子 111 に対して Y 軸方向に $P/2$ だけオフセットして配列され、上段の導光体 100 の複数の集光素子 111 の透光部 114 の下方 (-Z 方向) に、下段の導光体 100 の複数の集光素子 111 の反射面 112, 113 がそれぞれ位置することとなる。

[0114] 図 22 に、導光体アセンブリ 100a に入力された光の入光部 110 による集光及び導光部 120 による導光の原理を示す。ここで、上段の導光体 100 の入光部 110 の反射面 112, 113 で反射されることなくそれらの

間の透光部 114（図面左の集光素子 111 の透光部 114）を介して導光部 120 に入る光の光路を示す。なお、入光部 110 の反射面 112, 113 に入る光の導光については、先に図 2 を用いて説明したとおりである。

[0115] 入光部 110 の透光部 114 を介して導光部 120 に入る光は、導光部 120 の -Z 端面 120b を通って上段の導光体 100 外に漏光し、下段の導光体 100 にその入光面 110a から -Z 方向に入る。ここで、上段の導光体 100 の透光部 114 の下方に、下段の導光体 100 の反射面 112, 113 が位置することで、上段の透光部 114 の +Y 側を通った光は、下段の +Y 側の反射面 113 で反射され、平行光を維持して連続部 131 を通り、下段の導光部 120 に入る。導光部 120 に入った反射光は、先に図 2 を用いて説明したように、導光部 120 の -Z 端面 120b と導光部 120 及び非連続部 132 の界面とで反射され、導光部 120 内を右方向に導光され、出光面 120a から出力される。

[0116] なお、上段の透光部 114 の -Y 側を通った光（不図示）は、下段の -Y 側の反射面 112 で反射され、平行光を維持して隣接する連続部 131 を通り、下段の導光部 120 に入る。導光部 120 に入った反射光は、導光部 120 内を左方向に導光され、他方の出光面 120a から出力される。

[0117] このように、上段の導光体の 100 の入光部 110（集光素子 111）から、反射面 112, 113 に反射されることなくそれらの間の透光部 114 及び導光部 120 を介して導光体 100 外に出射した光、すなわち漏光を下段の導光体 100 により集光することで、導光体アセンブリ 100a に入った光の多くを導光部 120 内に閉じ込め、出光面 120a から出力させることができる。

[0118] 図 23 に、変形例に係る導光体アセンブリ 100b の構成及び集光原理を示す。導光体アセンブリ 100b は、Z 軸方向に重ねられた 3 つの導光体 100 を備える。ここで、下段の導光体 100 の入光面 110a 上に中段の導光体 100 が配置され、中段の導光体 100 の入光面 110a 上に上段の導光体 100 が配置される。3 つ導光体 100 の間にわずかな間隙が設けられ

る。それぞれの導光体100において、連続部131は非連続部132の倍の幅を有し、3つの導光体100は、それぞれの集光素子111をY軸方向に $P/3$ だけオフセットして配列される。それにより、上段の導光体100の集光素子111の透光部114の下方（-Z方向）に、中段及び下段の導光体100の集光素子111の反射面112, 113が位置することとなる。

[0119] 上端の導光体100の入光面110aに入る光のうち、光111及び112はそれぞれ上段の入光部110の反射面112, 113で反射されて上段の導光部120内を導光され、出光面120aから出力される。上端の導光体100の反射面112, 113の間の透光部114を通る光のうち、-Y側を通る光121, 122は、それぞれ中段の入光部110の反射面112, 113で反射されて中段の導光部120内を導光され、+Y側を通る光131, 132は、それぞれ下段の入光部110の反射面112, 113で反射されて下段の導光部120内を導光され、それぞれの導光体100の出光面120aから出力される。このように、入光部110の反射面112, 113及び連続部131の幅を変え（1対 $N-1$ ）、導光体100を複数（ N ）段重ね、Y軸方向に P/N だけオフセット配置して導光体アセンブリを構成してもよい。

[0120] 第3実施形態に係る導光体100は、入光面110aから入力された光を出光面120aに導いて出光面120aから出力する導光体であり、光が-Z方向に入力される入光面110a、入光面110aに対して-Z方向に位置する反射面112, 113及び透光部114を有し、反射面112, 113は、入光面110aから入力された光の一部を反射し、透光部114は、入光面110aから入力された光の別の一部及び反射面112, 113で反射された反射光を通す、入光部110、入光部110に対して-Z側に位置する出光面120aを有し、反射光をY軸方向に導いて出光面120aから出力する導光部120、入光部110及び導光部120の境界にそれぞれ配置されて、透光部114と導光部120とが連続するように設けられる連続

部 1 3 1 及び反射面 1 1 2, 1 1 3 と導光部 1 2 0 とが離間するように設けられる非連続部 1 3 2 を備える。これによれば、入光部 1 1 0 に入光面 1 1 0 a を介して - Z 方向に入力された光の一部を入光部 1 1 0 の反射面 1 1 2, 1 1 3 で反射し、その反射光を入光部 1 1 0 の透光部 1 1 4 から連続部 1 3 1 を介して導光部 1 2 0 に入れ、導光部 1 2 0 内を Y 軸に導くことで、入光部 1 1 0 により集光した光の多くを出光面 1 2 0 a から出力することができる。

[0121] また、第 3 実施形態に係る導光体アセンブリ 1 0 0 a は、Z 軸方向に重ねられた 2 つの導光体 1 0 0 を備える。これによれば、上段の導光体の 1 0 0 の入光部 1 1 0 (集光素子 1 1 1) から、反射面 1 1 2, 1 1 3 に反射されることなくそれらの間の透光部 1 1 4 及び導光部 1 2 0 を介して導光体 1 0 0 外に出射した光、すなわち漏光を下段の導光体 1 0 0 により集光することで、導光体アセンブリ 1 0 0 a に入った光の多くを導光部 1 2 0 内に閉じ込め、出光面 1 2 0 a から出力させることができる。

[0122] なお、第 3 実施形態に係る導光体 1 0 0 の上面 (入光部 1 1 0 の入光面 1 1 0 a) 及び下面 (導光部 1 2 0 の - Z 面) は平滑面としてよい。それにより、導光体 1 0 0 を野外に設置した際に塵埃等の堆積を防止することができる。

[0123] なお、第 3 実施形態に係る導光体 1 0 0 は、導光部 1 2 0 は、光の入力方向 (Z 軸方向) に対して直交する Y 軸方向に延びるように板状に形成するとしたが、これに限らず、例えば円弧状又は球殻状に湾曲するなど、入力方向に交差する任意の方向に湾曲するように形成してもよい。また、導光部 1 2 0 は、入光部 1 1 0 と重なる部分から任意の方向に湾曲又は屈曲して延びるように形成してもよく、拡幅又は減幅、増厚又は減厚して出光面 1 2 0 a まで延びるように形成してもよい。それにより、入光部 1 1 0 により集光された光は導光部 1 2 0 内に導かれた後、その端面で反射されつつ出光面 1 2 0 a に向かって任意の方向に導かれる。

[0124] なお、導光体 1 0 0 の出光面 1 2 0 a から出力される光を、導光体 1 0 0

とは異なる他の導光体（光ファイバなど）に入力し、その他の導光体の他端部で出力（発光）されるようにしてもよい。

[0125] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

[0126] 請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

符号の説明

[0127] 1, 1 d, 1 d 2, 1 d 3, 1 d 4…導光体、1 0, 1 0 d…入光部、1 0 a…入光面、1 1, 1 1 d…集光素子、1 2, 1 3, 1 4…反射面、1 9…放物線、1 9 a…準線、1 9 b…焦点、2 0, 2 0 d…導光部、2 0 a…出光面、2 0 d…導光部、3 0, 3 0 d…境界部、3 0 s, 3 0 t…空間、3 1…連続部、3 2…非連続部、4 0, 4 0 d…戻光部、4 0 s, 4 0 t…空間、4 1, 4 1 a, 4 1 b…戻光素子、4 2, 4 3…反射面、4 4, 4 5…屈折面、4 8…底部、4 9…円、4 9 a…焦点、5 0 s…内部空間、5 1, 5 2…金型、5 3…入子、6 1, 6 2, 6 3…金型、6 1 s, 6 3 s…内部空間、6 2 a…突出辺、6 5…入子、7 0…境界部、7 0 s…空間、7 1…連続部、7 2…非連続部、8 0…入射角、9 9…移動軌跡平面、1 0 0…導光体、1 0 0 a, 1 0 0 b…導光体アセンブリ、1 1 0…入光部、1 1 0 a…入光面、1 1 1…集光素子、1 1 2, 1 1 3…反射面、1 1 4…透光部、1 2 0…導光部、1 2 0 a…出光面、1 2 0 b…—Z端面、1 3 0…境界

部、130s, 130sa, 130sb…空間、131…連続部、132, 132a, 132b…非連続部、111, 112, 121, 122, 131, 132…光。

請求の範囲

- [請求項1] 入光面から入力された光を前記入光面と異なる出光面に導いて該出光面から出力する導光体であって、
- 前記光が第1方向から入力されるように設けられた前記入光面を有する入光部と、
- 前記入光部よりも前記出光面側に配置されて、前記第1方向に交差する第2方向に前記光を導いて前記出光面から出力する導光部と、
- 前記入光部及び前記導光部の境界にそれぞれ配置されて、前記入光部と前記導光部とが連続するように設けられた連続部及び前記入光部と前記導光部とが離間するように設けられた非連続部と、
- を備える導光体。
- [請求項2] 前記連続部及び前記非連続部は、前記入光部及び前記導光部の前記境界にそれぞれ複数設けられるとともに、前記第2方向に沿って複数の前記連続部及び複数の前記非連続部が交互に配置される、請求項1に記載の導光体。
- [請求項3] 前記連続部及び前記非連続部は、前記第2方向において、前記連続部の長さが前記非連続部の長さより小さくなるように配置される、請求項2に記載の導光体。
- [請求項4] 前記入光部は、前記入光面から入力された前記光を前記連続部に向けて反射するように設けられた反射面を有する、請求項1から3のいずれか一項に記載の導光体。
- [請求項5] 前記反射面は、前記入光面に対し直交する方向から入力された前記光を前記連続部に向けて反射するように形成される、請求項4に記載の導光体。
- [請求項6] 前記反射面は、前記第1方向及び前記第2方向を含む断面上で湾曲又は屈曲して形成される、請求項5に記載の導光体。
- [請求項7] 前記反射面に対向して配置されて、前記入光面から入力された前記光を前記連続部に向けて反射する他の反射面をさらに有する、請求項

5又は6に記載の導光体。

[請求項8] 前記入光部は、前記第2方向に延在し、前記入光面は、前記第1方向及び前記第2方向のそれぞれと交差する第3方向に幅を有する平面状に形成される、請求項1から7のいずれか一項に記載の導光体。

[請求項9] 前記導光部は、前記第2方向に延在するように形成される、請求項8に記載の導光体。

[請求項10] 前記導光部は、前記第1方向において、前記入光部に対する反対側の端部が平面状に形成される、請求項9に記載の導光体。

[請求項11] 前記連続部は、前記第3方向に延在するように形成される、請求項8から10のいずれか一項に記載の導光体。

[請求項12] 前記連続部は、前記第3方向が太陽の移動軌跡を含む平面と略平行となるように配置される、請求項11に記載の導光体。

[請求項13] 前記入光部及び前記導光部は、それぞれ別体として形成され、前記連続部を介して互いに接合して形成されている、請求項1から12のいずれか一項に記載の導光体。

[請求項14] 前記入光部及び前記導光部は、溶着により接合されている、請求項13に記載の導光体。

[請求項15] 前記入光部及び前記導光部は、同一材料より形成されている、請求項1から14のいずれか一項に記載の導光体。

[請求項16] 前記非連続部は、前記第2方向に沿って前記入光部と前記導光部との離間距離が一定の第1非連続部と、前記第2方向に沿って前記入光部と前記導光部との離間距離が不定の第2非連続部と、を含む、請求項1から15のいずれか一項に記載の導光体。

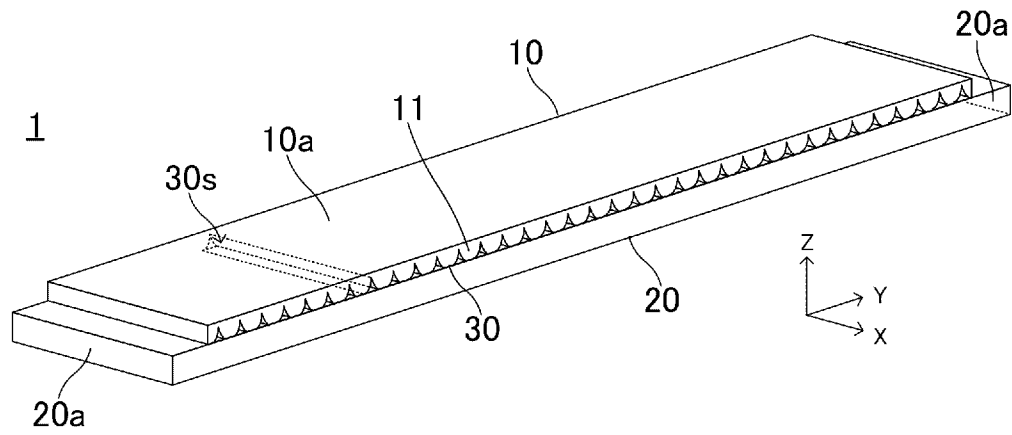
[請求項17] 前記入光部は、前記入光面から入力された前記光を前記連続部に向けて反射するように設けられた反射面を有し、

前記反射面の前記導光部側を向く反対面は、前記第2非連続部の前記入光部側の端部を構成するよう設けられる、請求項16に記載の導光体。

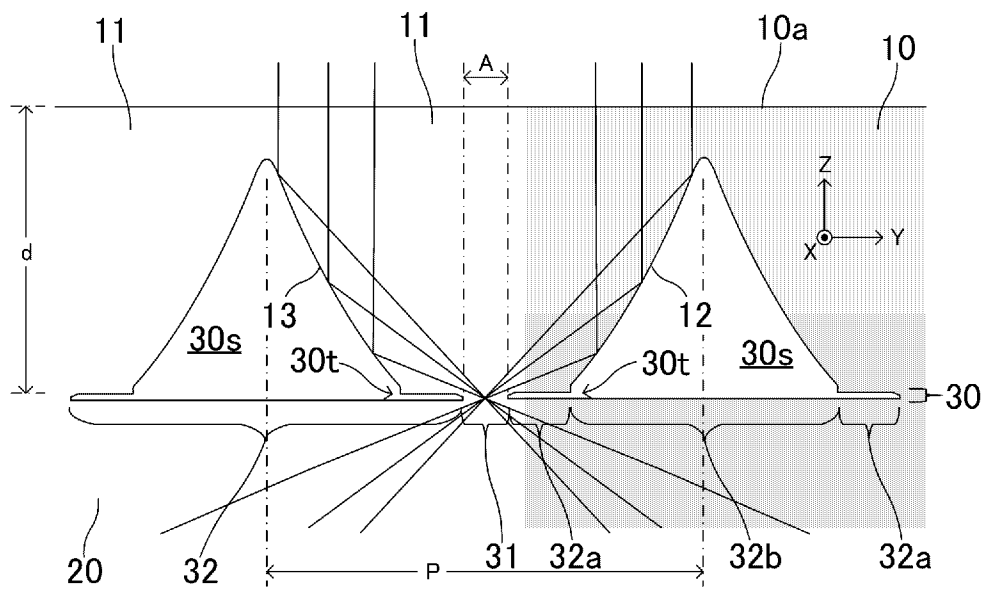
- [請求項18] 前記第1方向において、前記導光部に対して前記入光部の反対側に配置されて、前記導光部を通過した前記光が入力されるように設けられた集光部をさらに備える、請求項1から15のいずれか一項に記載の導光体。
- [請求項19] 前記導光部及び前記集光部の他の境界にそれぞれ配置されて、前記導光部と前記集光部とが連続するように設けられた他の連続部及び前記導光部と前記集光部とが離間するように設けられた他の非連続部とをさらに備える、請求項18に記載の導光体。
- [請求項20] 前記集光部は、前記導光部を通過した通過光を前記導光部に戻す戻光部を含む、請求項19に記載の導光体。
- [請求項21] 前記戻光部は、前記通過光を前記他の連続部に向けて反射する更なる他の反射面を有する、請求項20に記載の導光体。
- [請求項22] 前記戻光部は、前記更なる他の反射面により反射された前記通過光を前記他の連続部に向けて屈折する屈折面を有する、請求項21に記載の導光体。
- [請求項23] 前記入光部は、前記入光面から入力された前記光を前記連続部に向けて反射するように設けられた反射面を有し、
前記戻光部の前記更なる他の反射面は、前記入光部の前記反射面に対して前記第2方向にオフセットして配置される、請求項21又は22に記載の導光体。
- [請求項24] 前記入光部は、前記入光面から入力された前記光を前記連続部に向けて反射するように設けられた反射面を有し、
前記他の連続部及び前記他の非連続部は、前記第2方向において、前記他の連続部の長さが前記他の非連続部の長さより小さくなるように配置され、
前記他の連続部の中心が、前記戻光部の前記更なる他の反射面及び前記入光部の前記反射面に対して前記第2方向にオフセットするように配置される、請求項21から22のいずれか一項に記載の導光体。

- [請求項25] 前記第1方向に視て、前記連続部と前記他の非連続部との少なくとも一部が重なり合うように設けられる、請求項19から24のいずれか一項に記載の導光体。
- [請求項26] 前記他の非連続部は、前記第2方向に沿って前記導光部と前記集光部との離間距離が一定となるように設けられる、請求項19から25のいずれか一項に記載の導光体。
- [請求項27] 前記入光部は、前記入光面から入力された前記光を反射するように設けられた反射面を有し、前記反射面は、前記第1方向及び前記第2方向を含む断面上で直線状に形成される、請求項1から26のいずれか一項に記載の導光体。
- [請求項28] 前記非連続部は、該非連続部の前記導光部側の端部が、前記第2方向に対して傾斜して延在するように設けられる、請求項1から26のいずれか一項に記載の導光体。

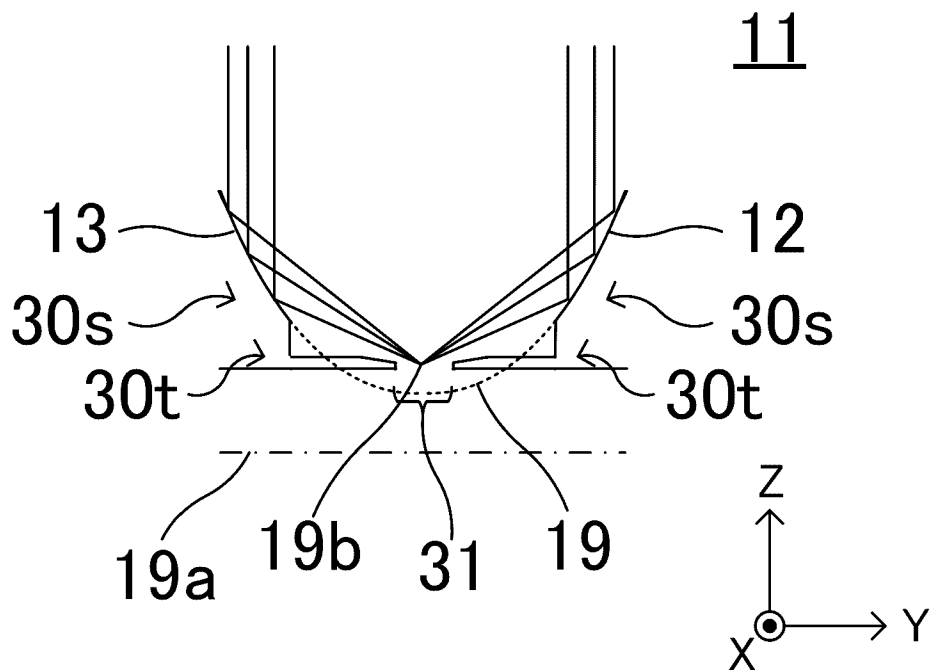
[図1A]



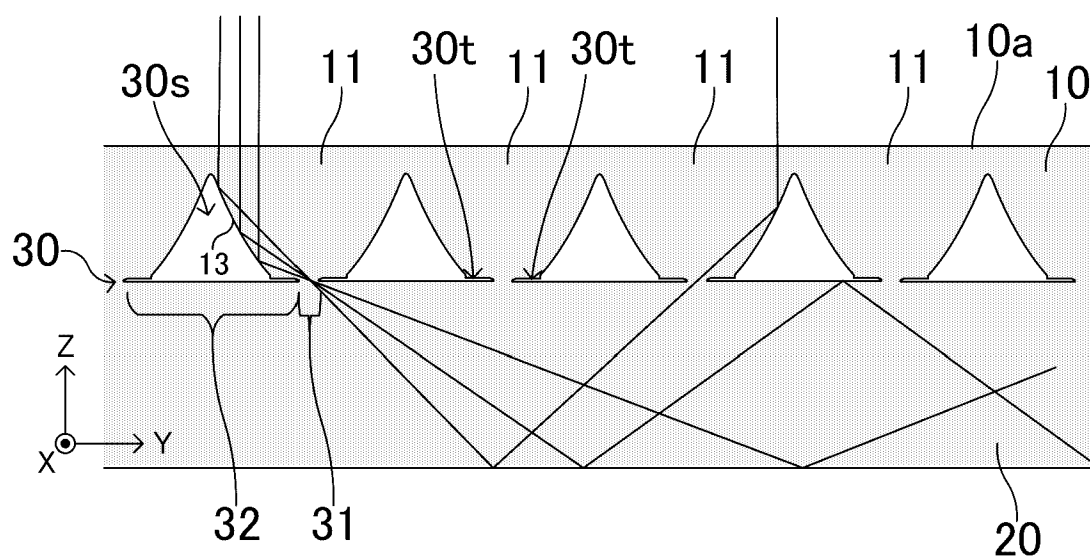
[図1B]



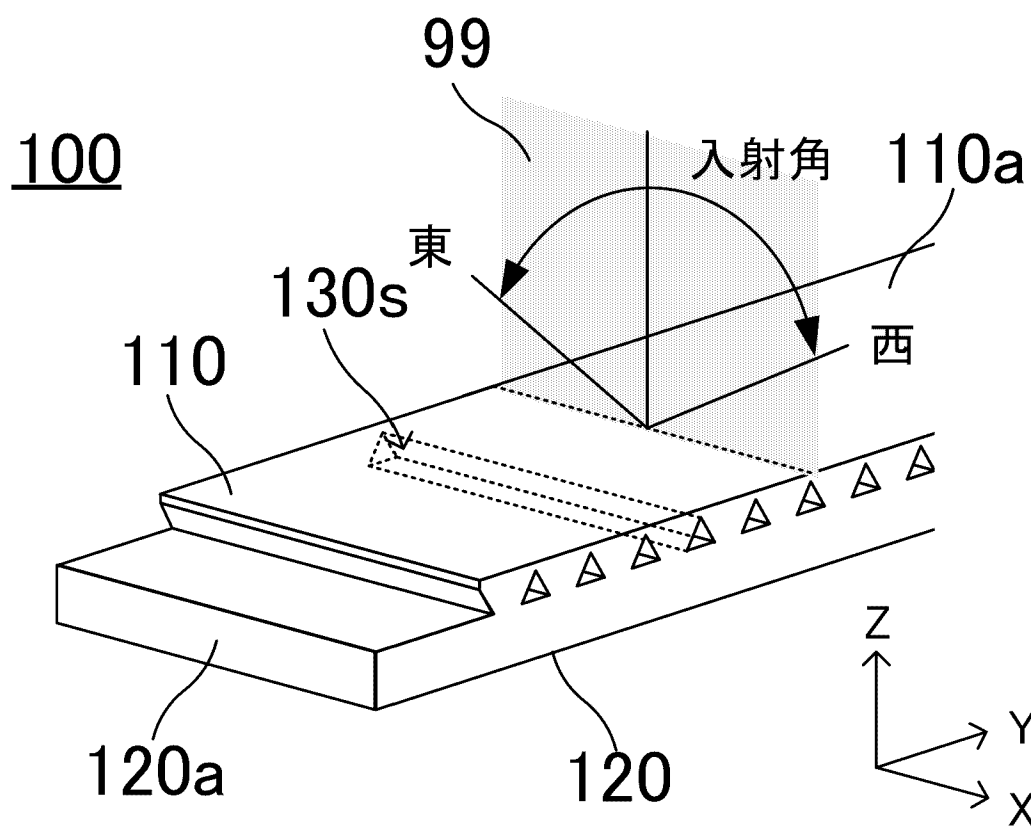
[図1C]



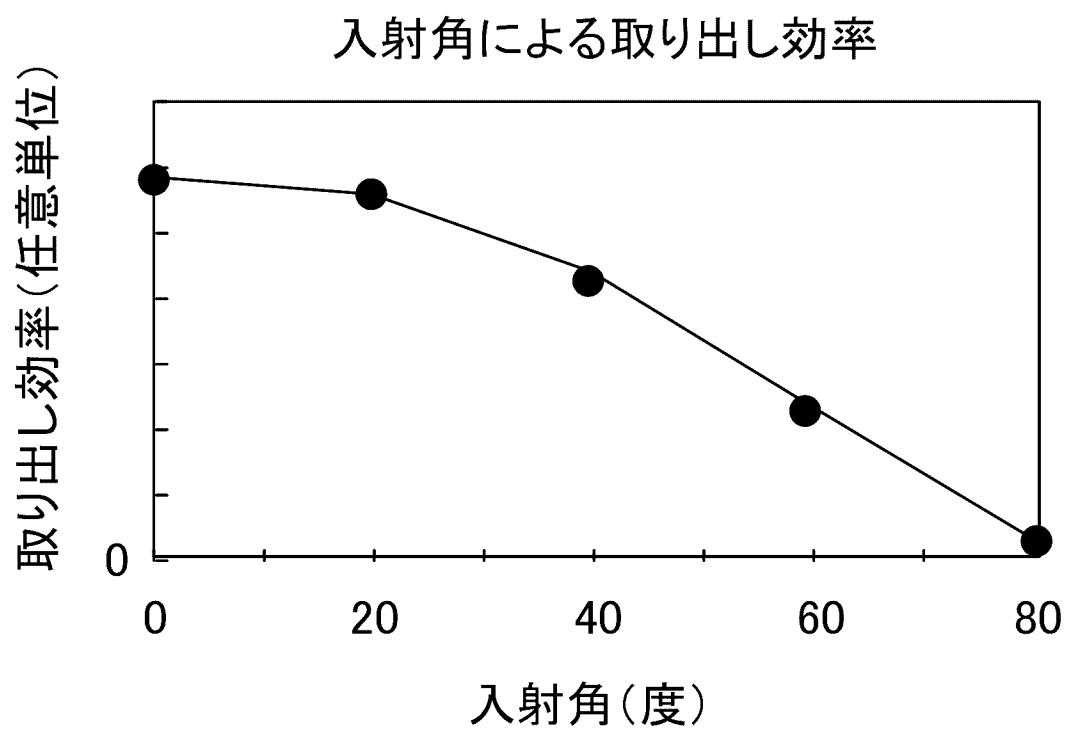
[図2]



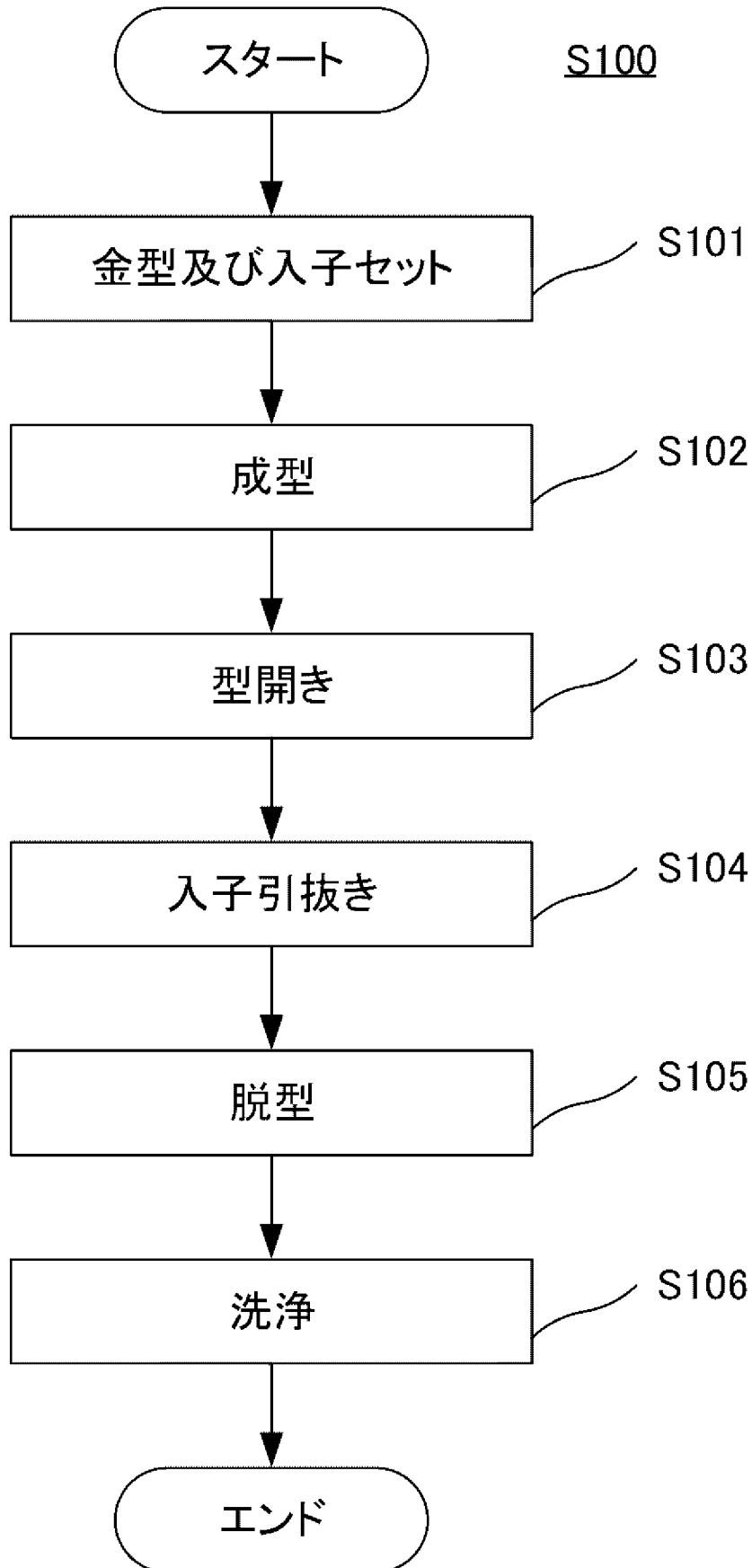
[図3A]



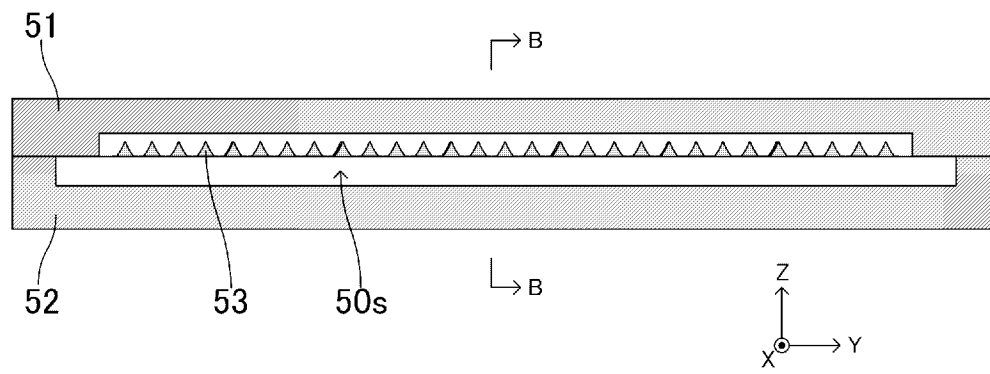
[図3B]



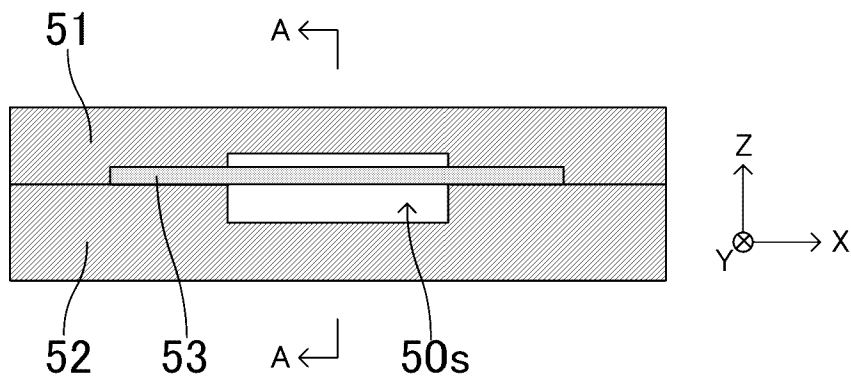
[図4]



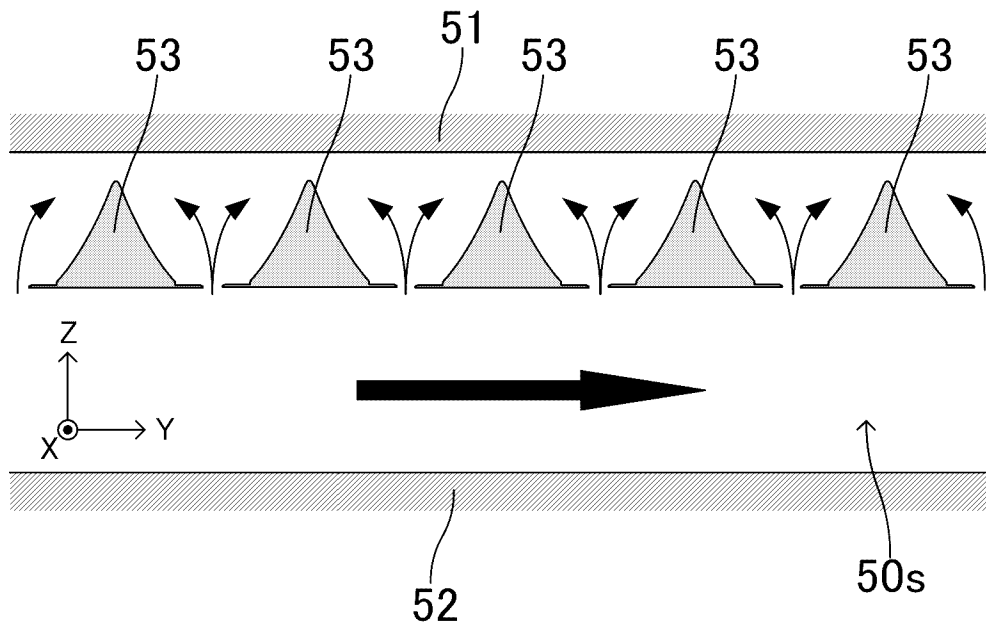
[図5A]



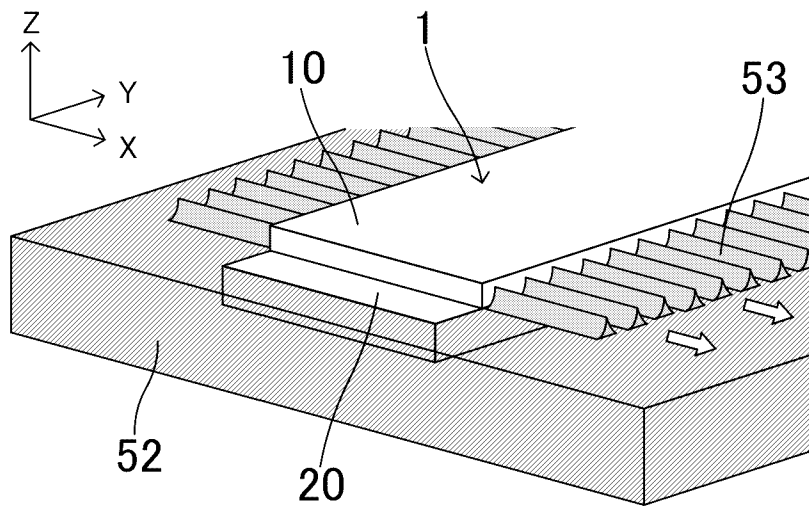
[図5B]



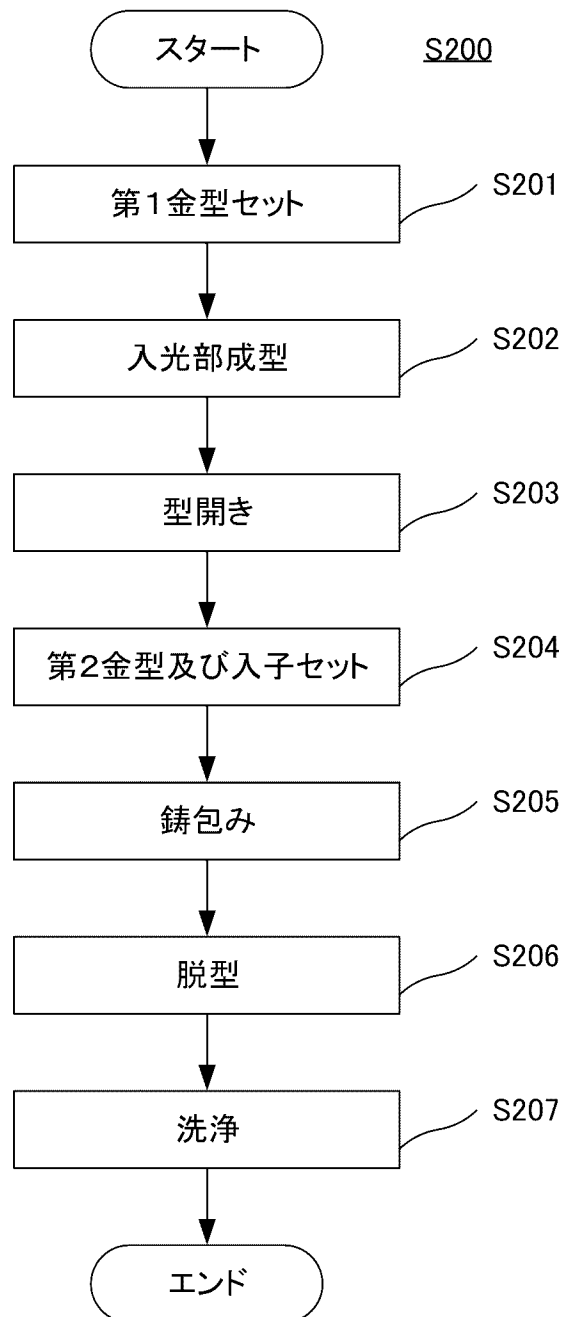
[図5C]



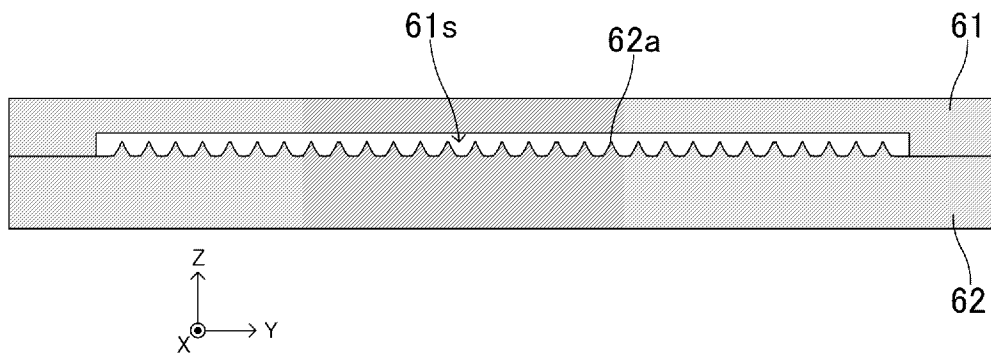
[図5D]



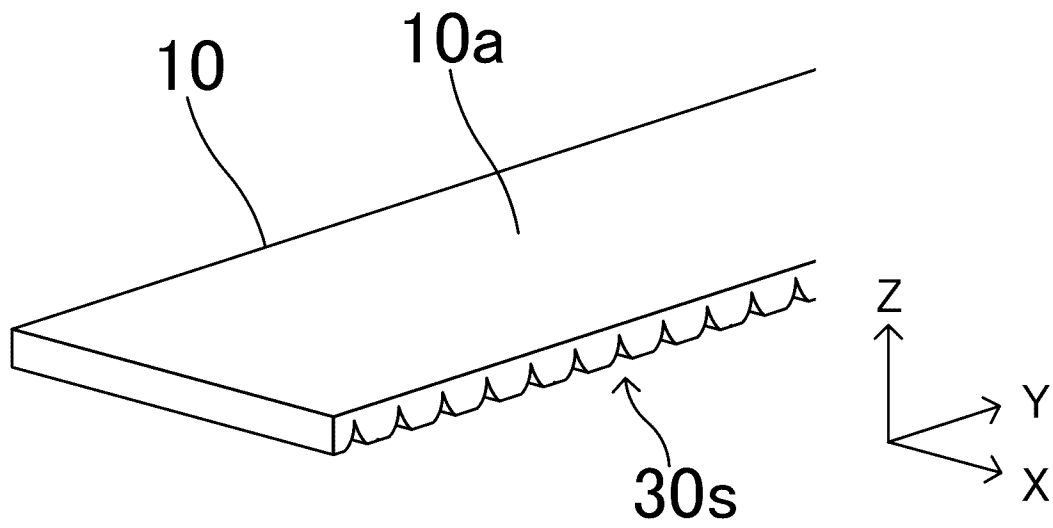
[図6]



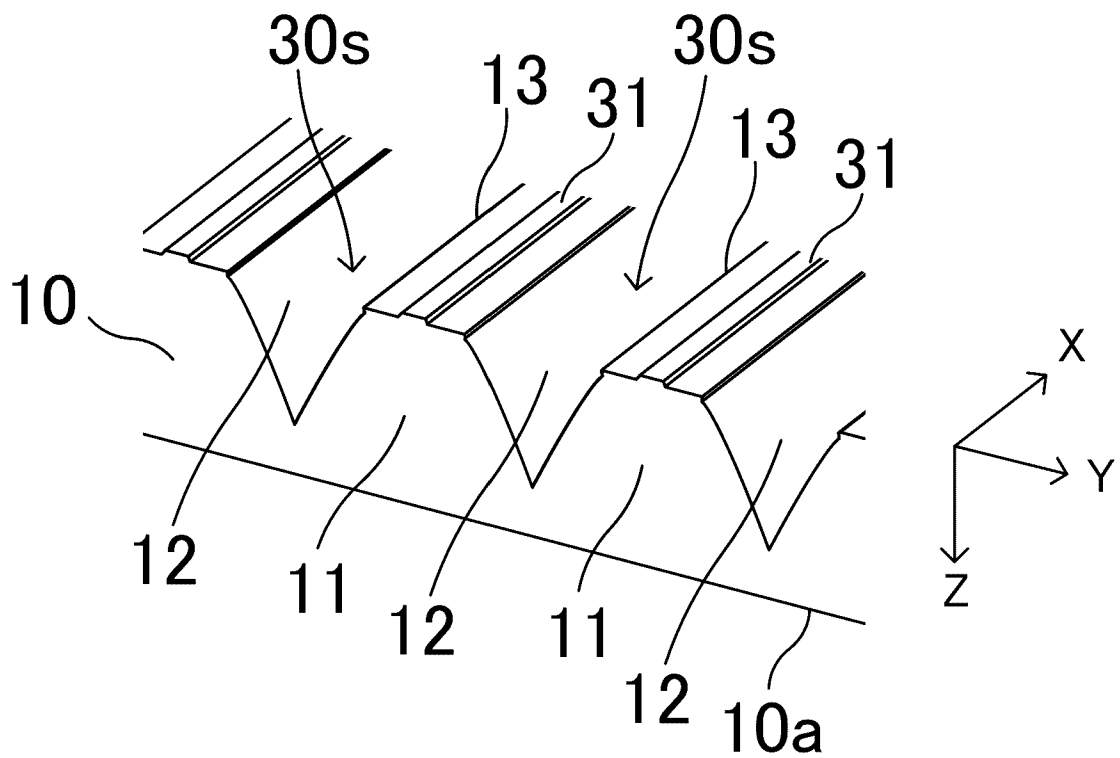
[図7A]



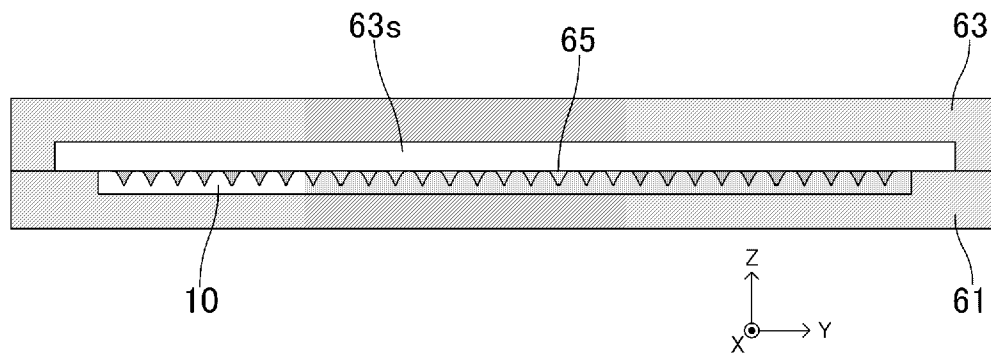
[図7B]



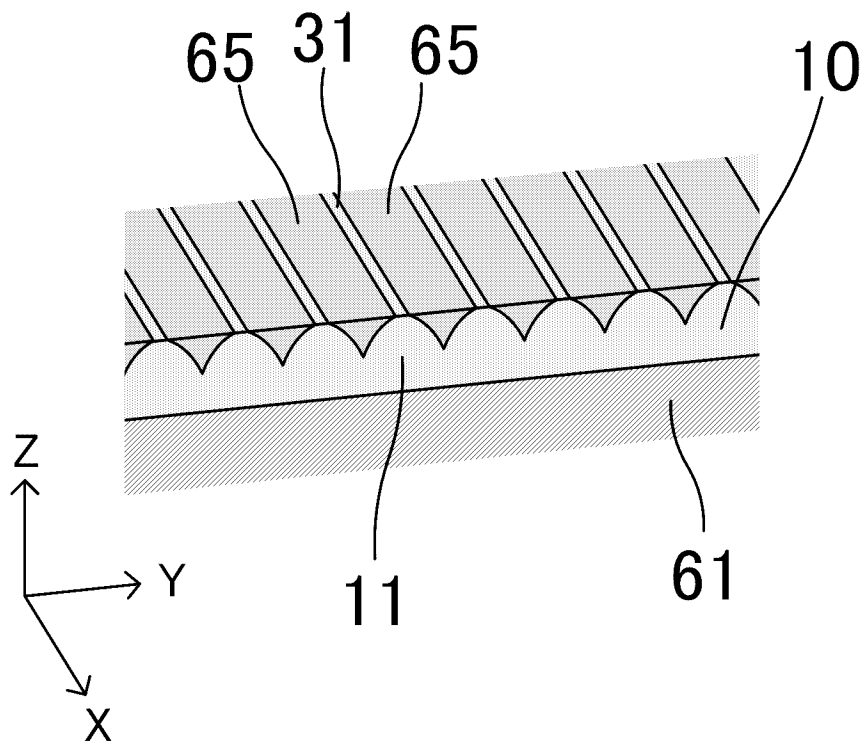
[図7C]



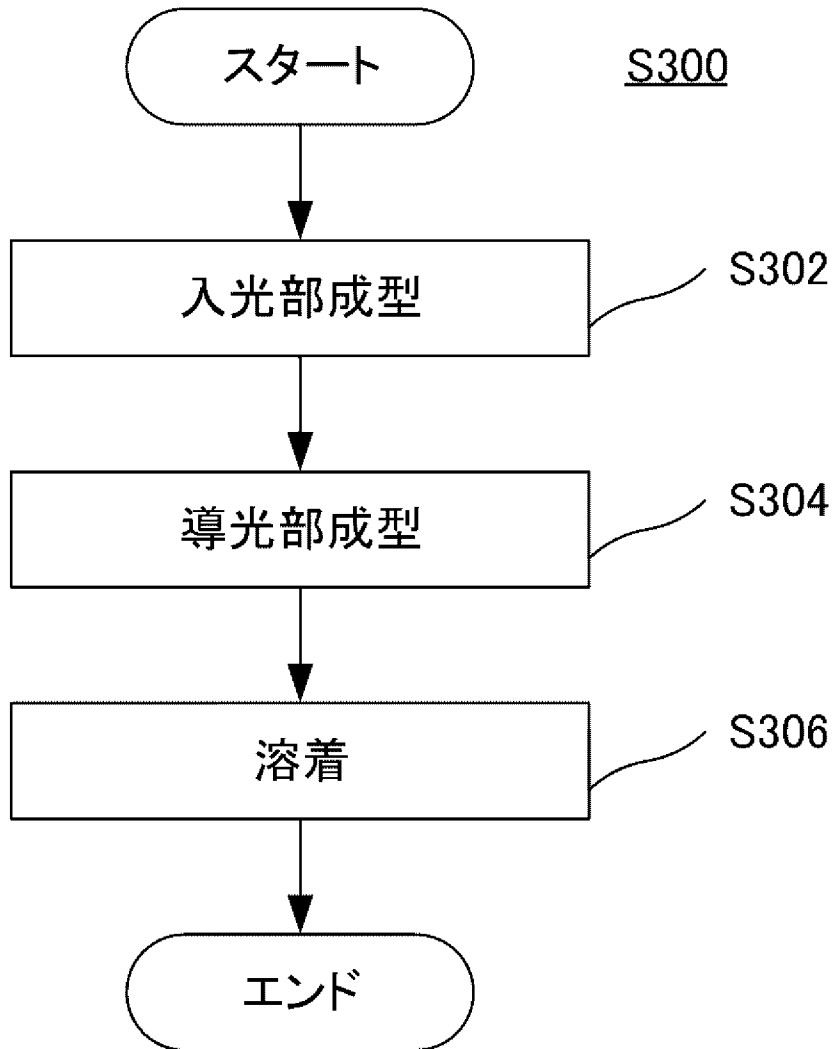
[図7D]



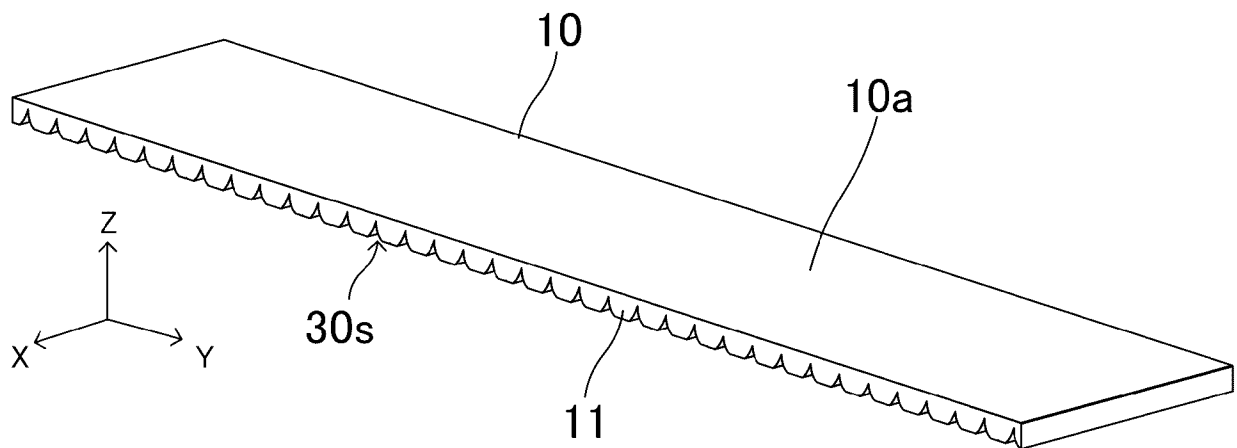
[図7E]



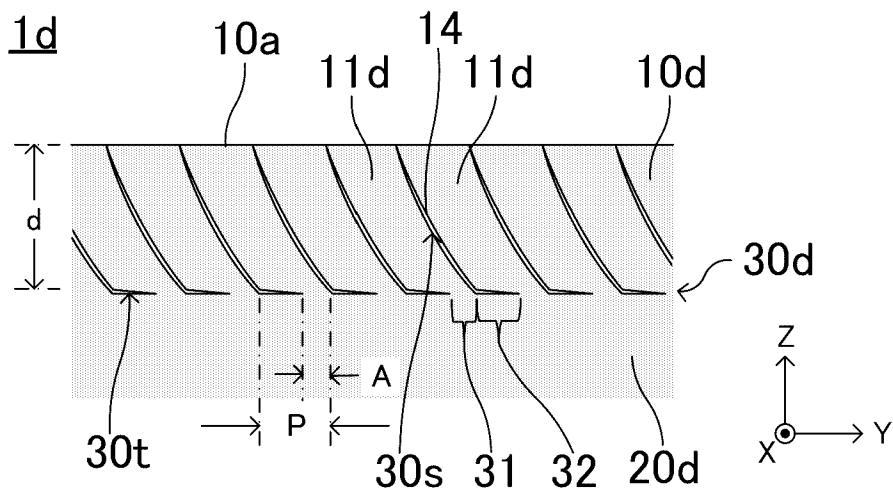
[図8]



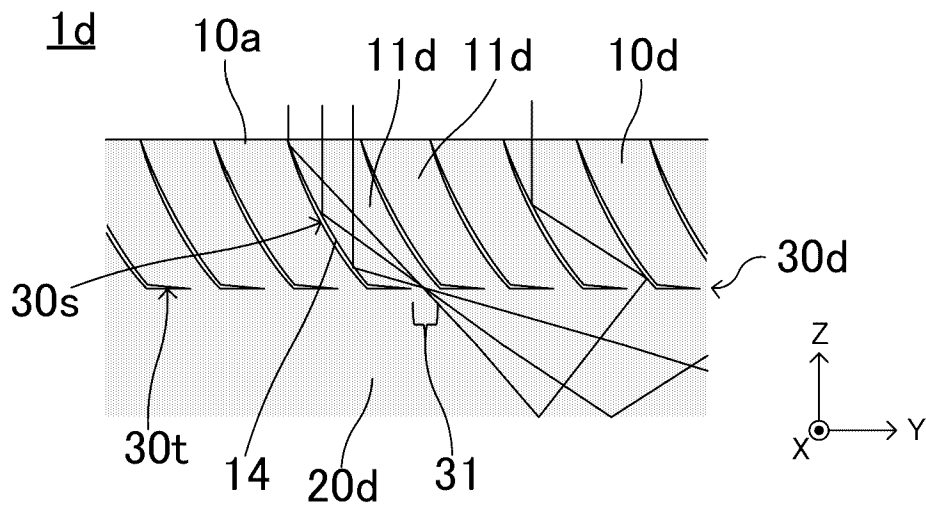
[図9A]



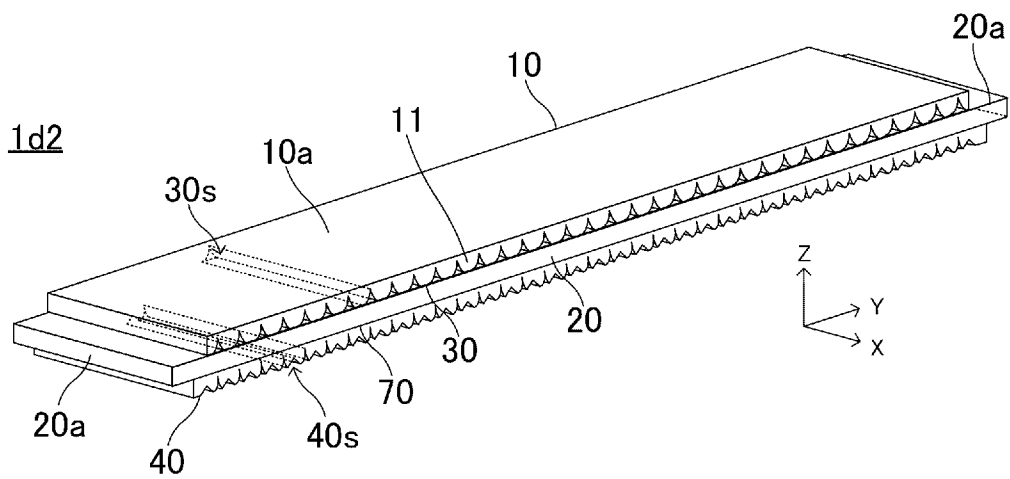
[図10]



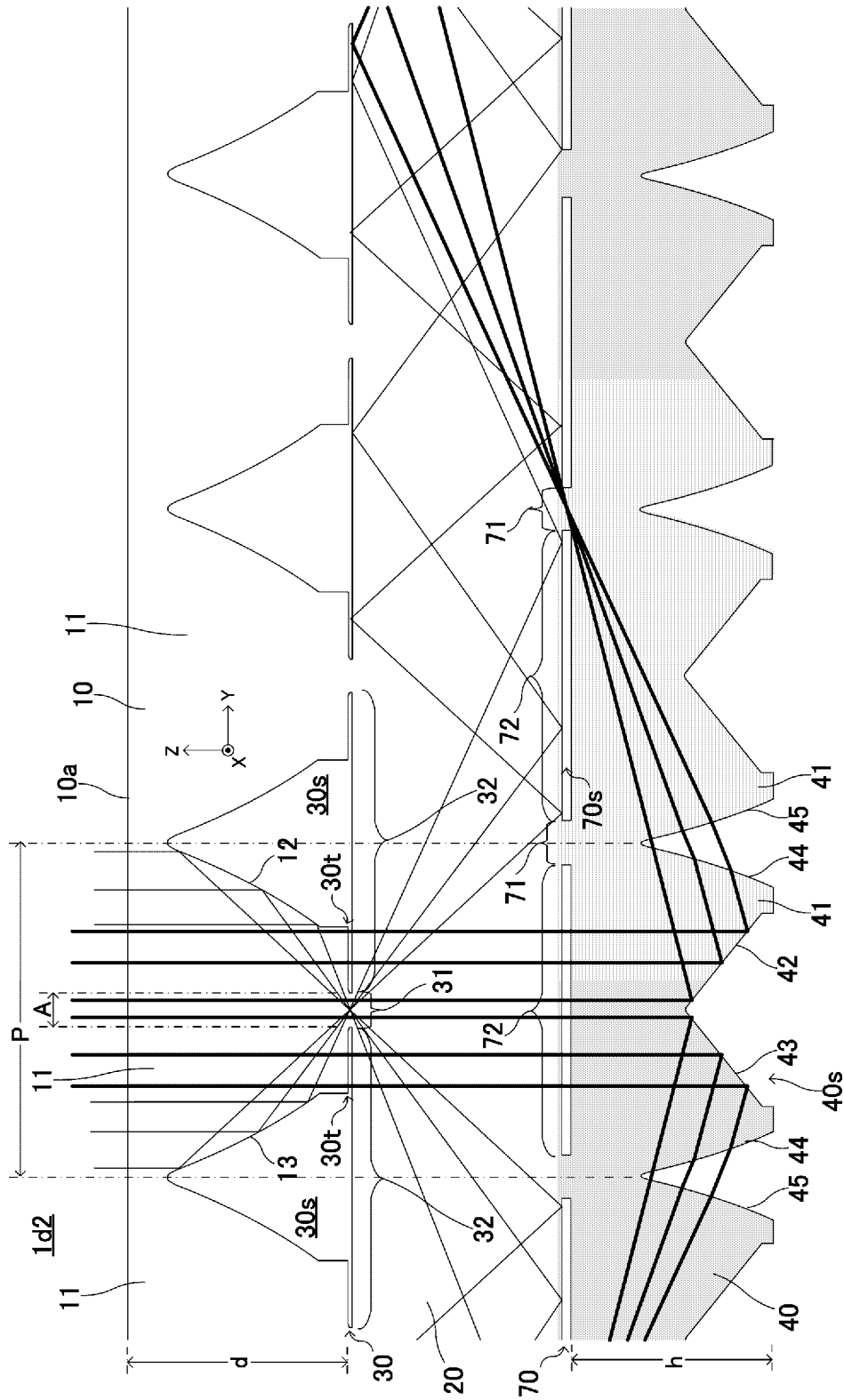
[図11]



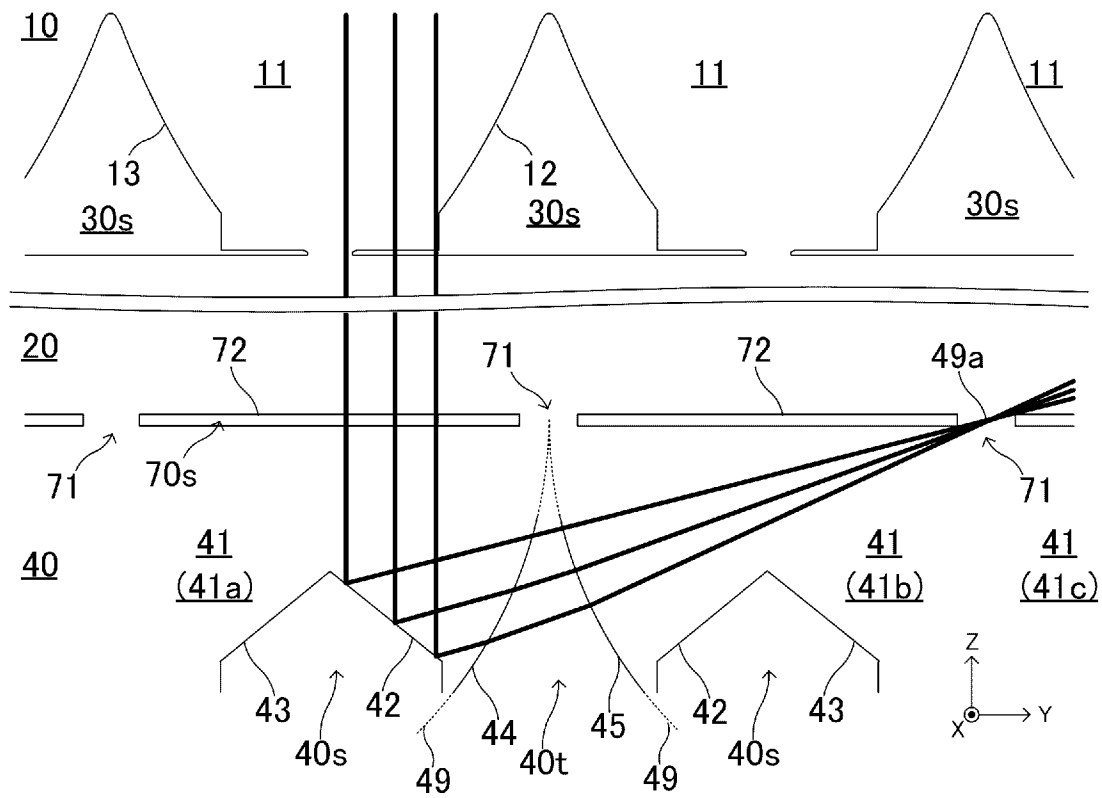
[図12A]



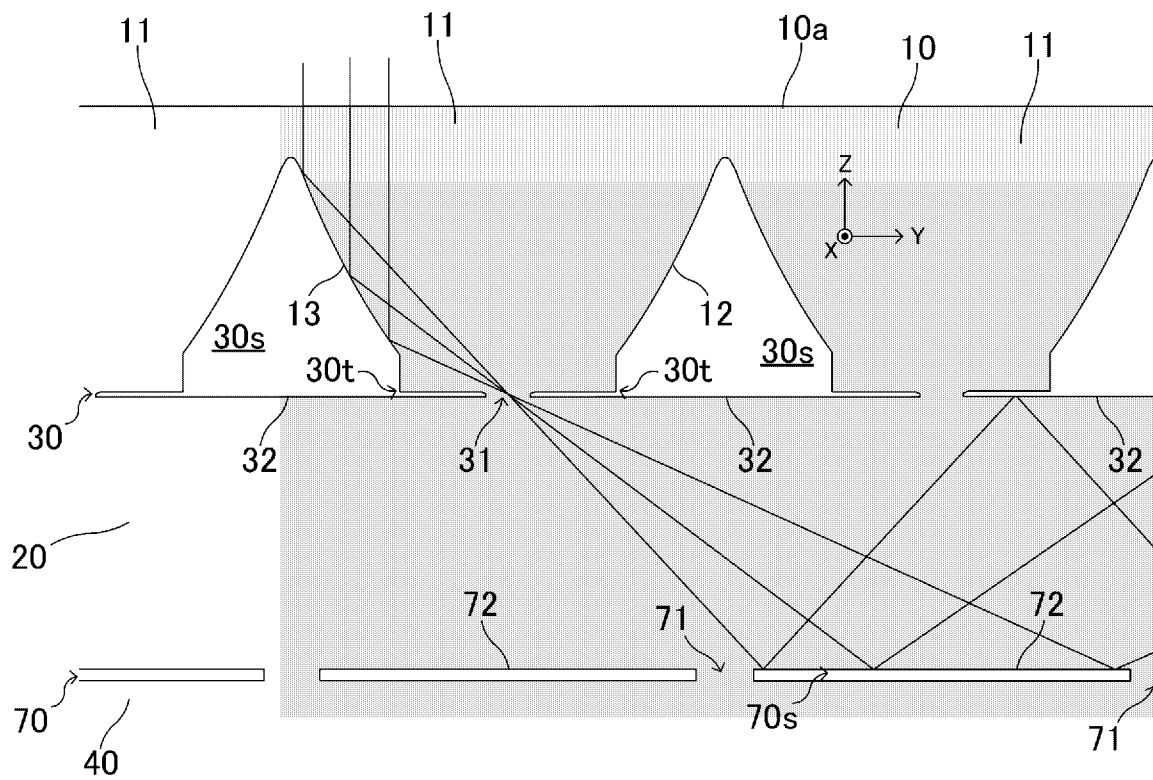
[図12B]



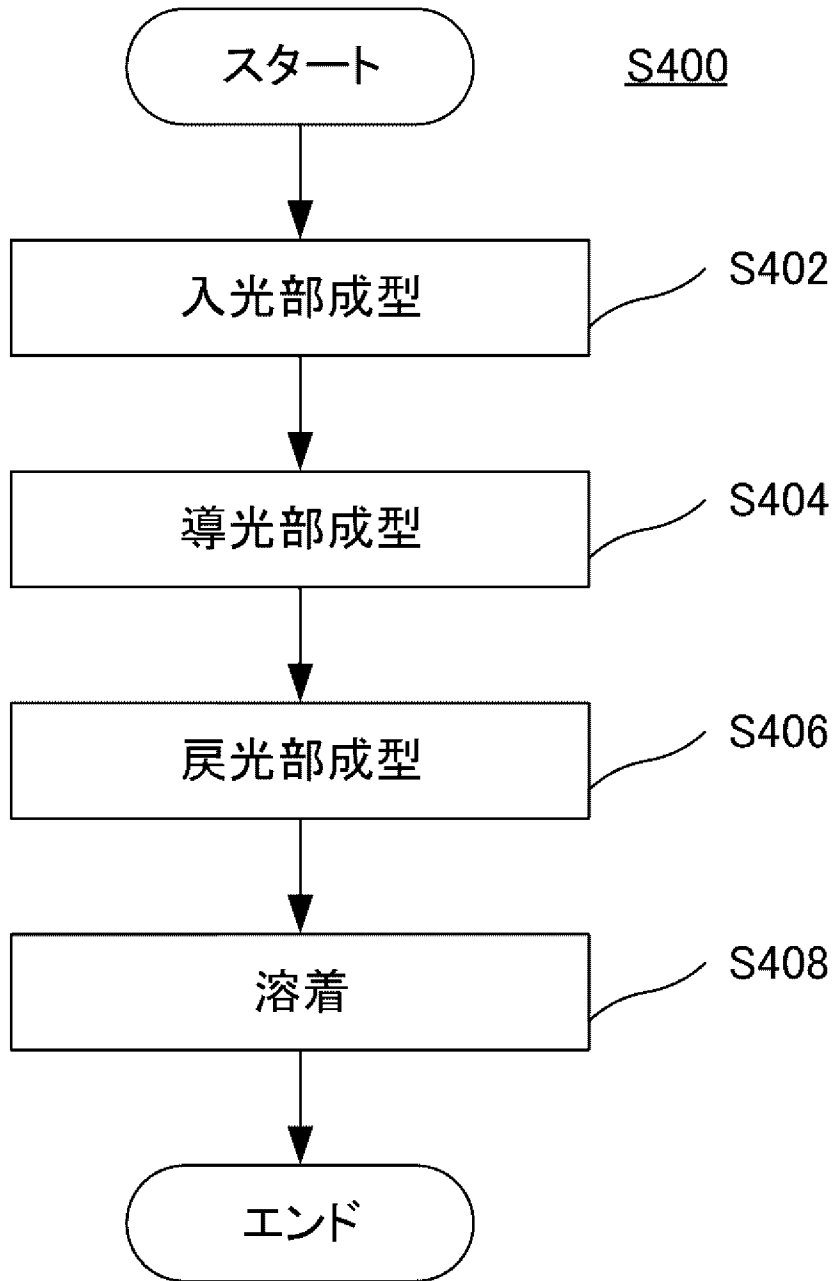
[図13]



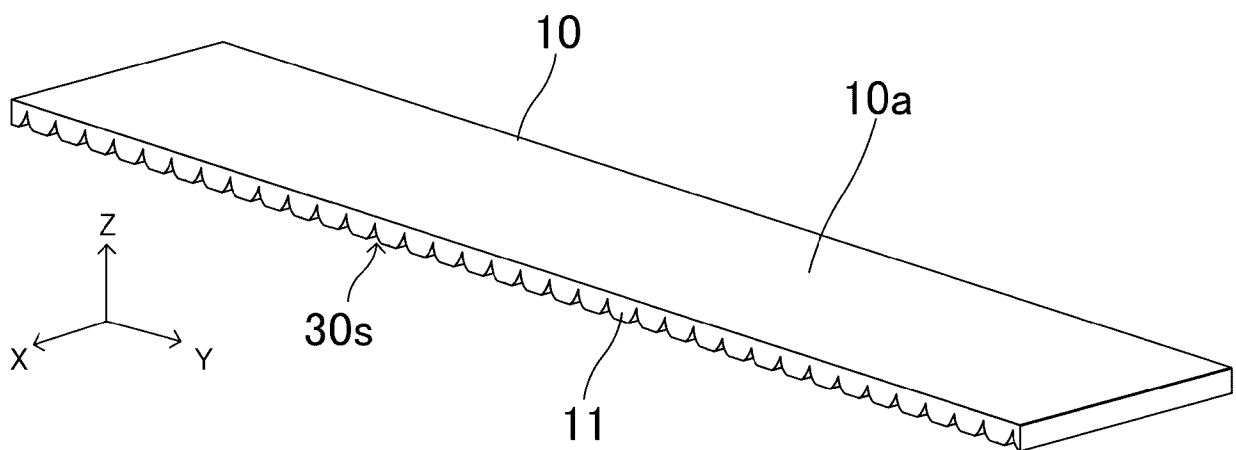
[図14]



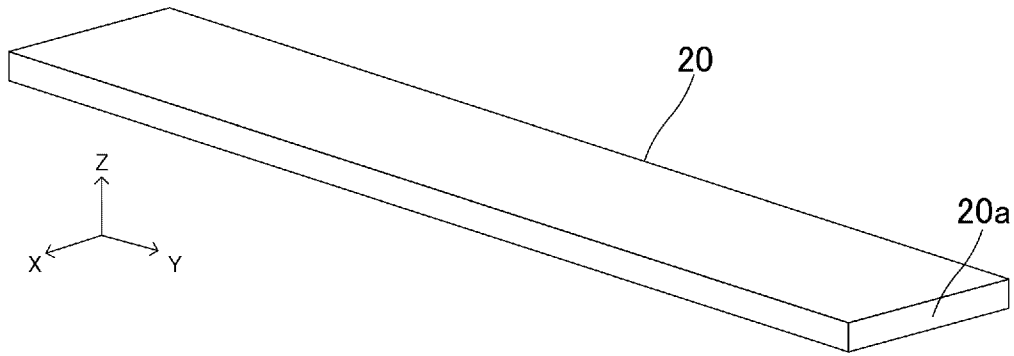
[図15]



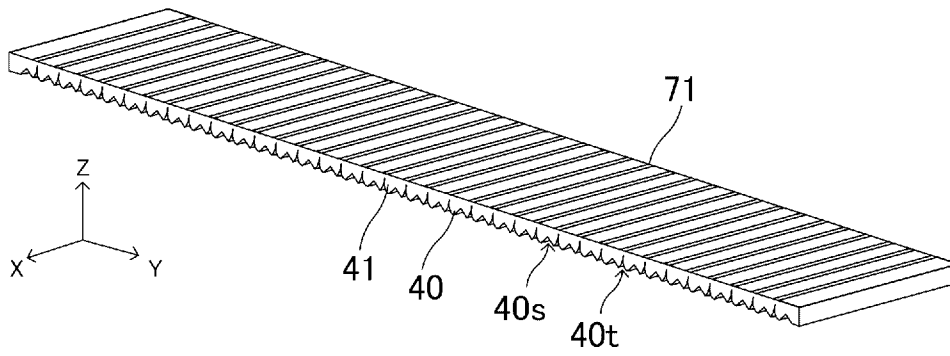
[図16A]



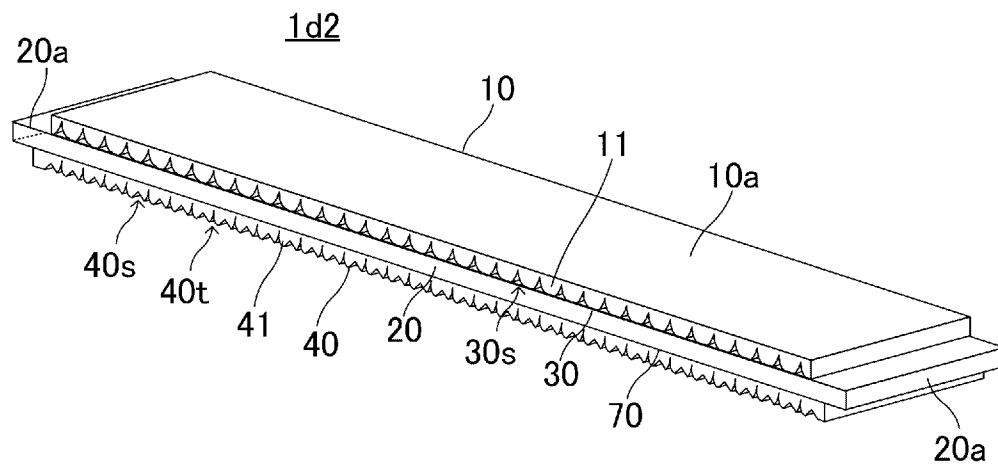
[図16B]



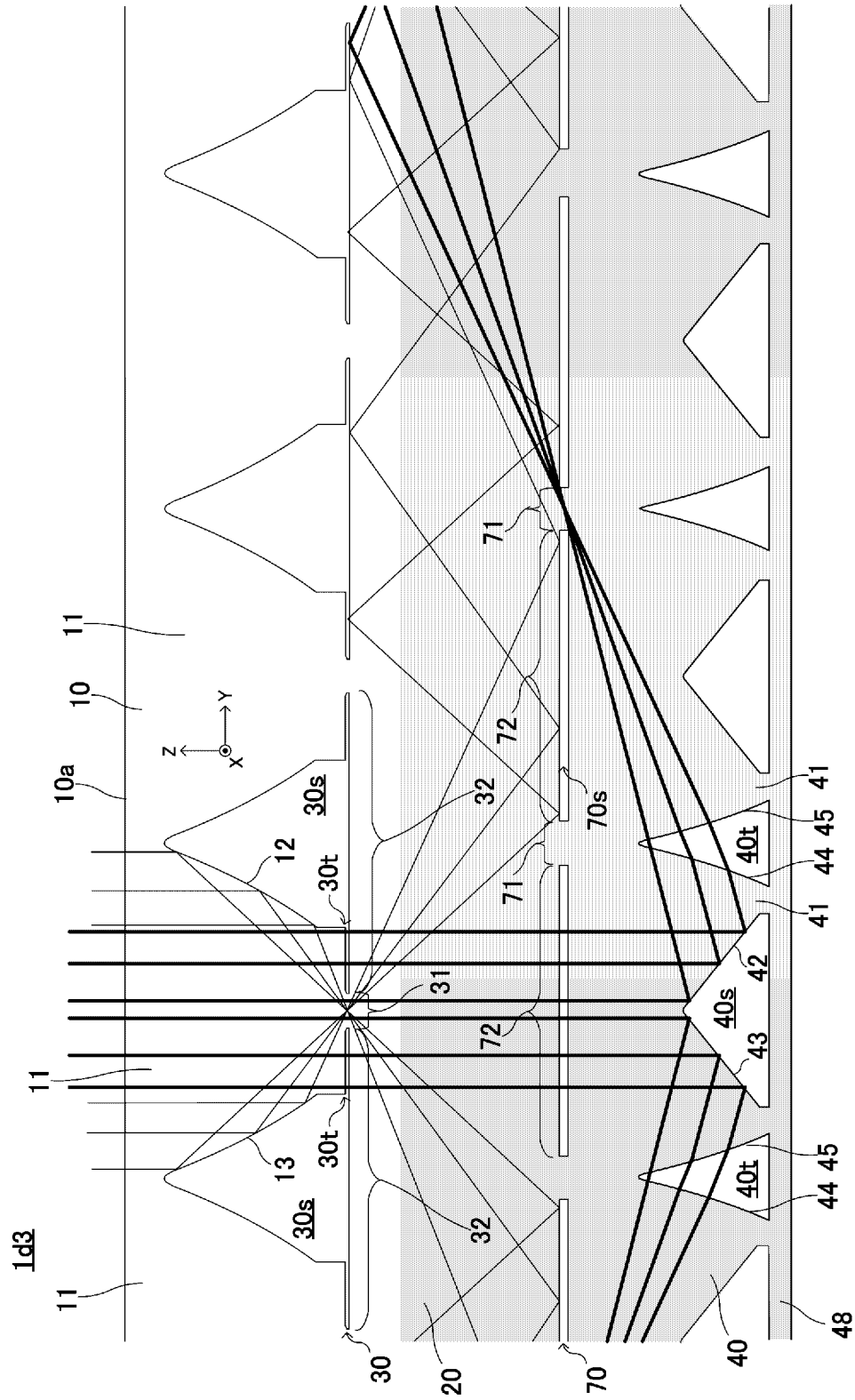
[図16C]



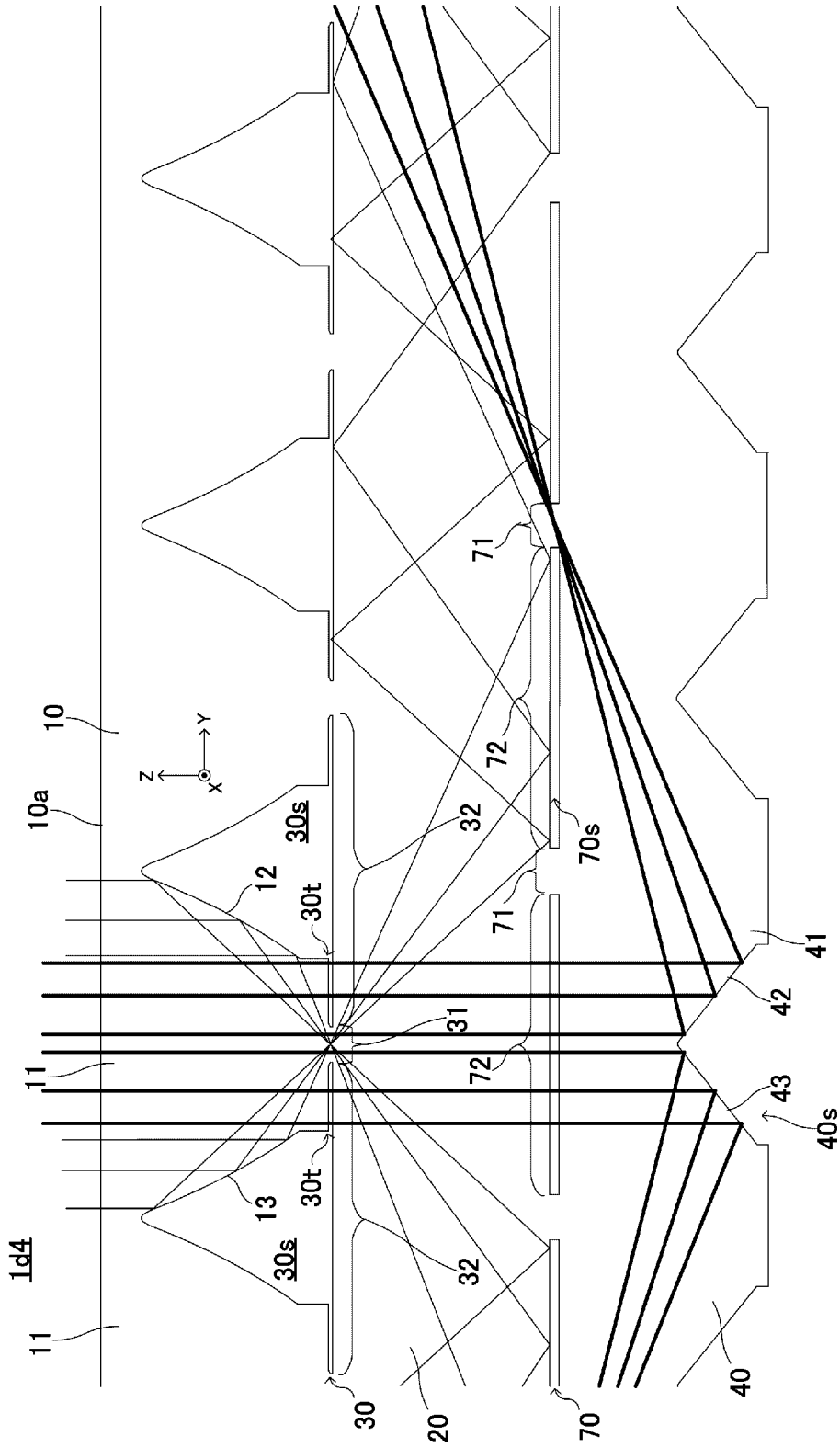
[図16D]



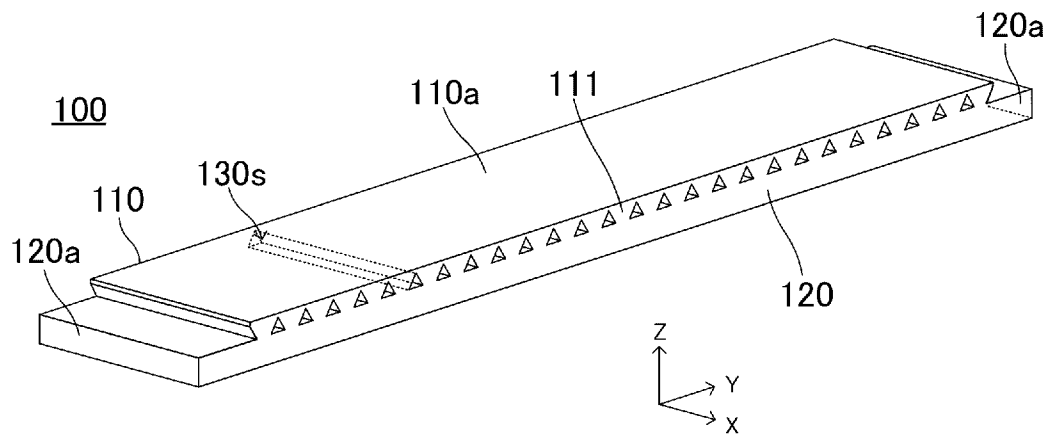
[図17]



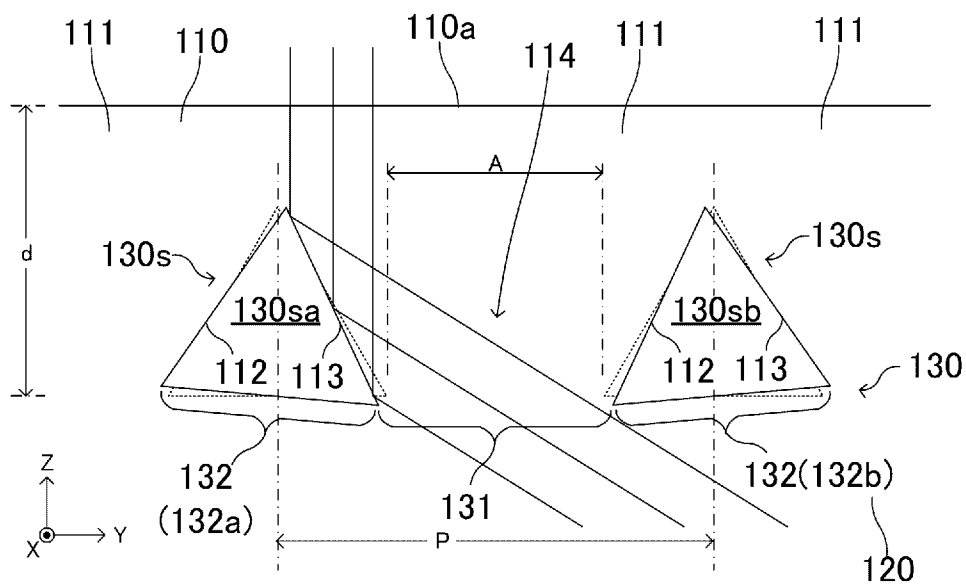
[図18]



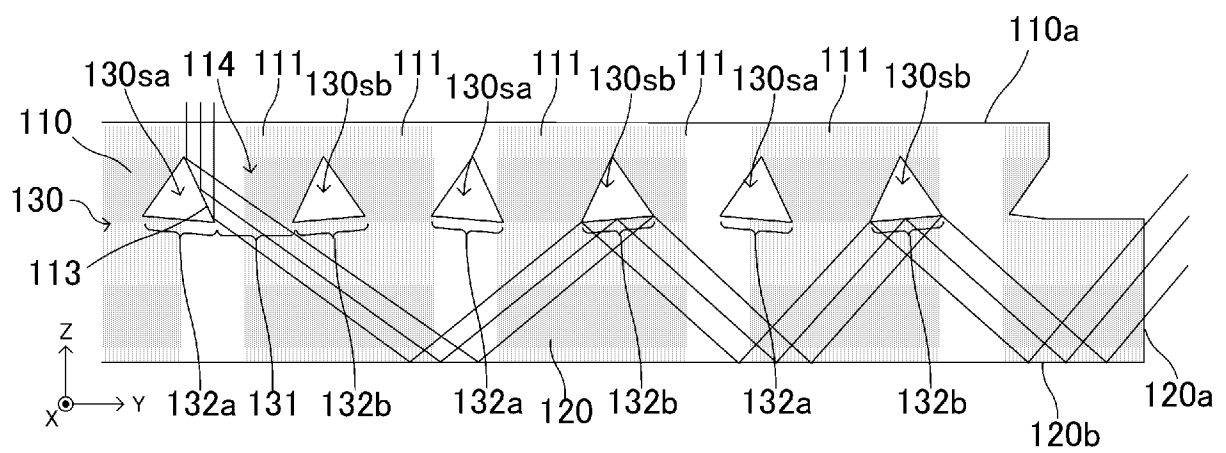
[図19A]



[図19B]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/024402**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****F21S 11/00**(2006.01)i; **G02B 5/00**(2006.01)i; **G02B 6/00**(2006.01)i

FI: F21S11/00 110; G02B6/00 331; G02B5/00 Z

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)

F21S11/00; G02B5/00; G02B6/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	JP 2008-251468 A (KYOCERA CORP) 16 October 2008 (2008-10-16) paragraphs [0009]-[0035], fig. 1A-3	1-28
A	JP 2015-143864 A (DAINIPPON PRINTING CO LTD) 06 August 2015 (2015-08-06) paragraphs [0015]-[0102], fig. 1-12	1-28
A	JP 2012-038626 A (SONY CORP) 23 February 2012 (2012-02-23) paragraphs [0019]-[0178], fig. 1-31	1-28



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

20 July 2023

Date of mailing of the international search report

15 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)**3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915****Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/024402

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2008-251468	A	16 October 2008	(Family: none)	
JP	2015-143864	A	06 August 2015	(Family: none)	
JP	2012-038626	A	23 February 2012	US 2012/0033302 A1 paragraphs [0055]-[0215], fig. 1-31	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F21S 11/00(2006.01)i; G02B 5/00(2006.01)i; G02B 6/00(2006.01)i FI: F21S11/00 110; G02B6/00 331; G02B5/00 Z		
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）） F21S11/00; G02B5/00; G02B6/00 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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
A	JP 2008-251468 A（京セラ株式会社）16.10.2008（2008-10-16） 段落[0009]-[0035], 図1A-3	1-28
A	JP 2015-143864 A（大日本印刷株式会社）06.08.2015（2015-08-06） 段落[0015]-[0102], 図1-12	1-28
A	JP 2012-038626 A（ソニー株式会社）23.02.2012（2012-02-23） 段落[0019]-[0178], 図1-31	1-28
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 20.07.2023	国際調査報告の発送日 15.08.2023	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 安食 泰秀 3X 3740 電話番号 03-3581-1101 内線 3371	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/024402

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2008-251468	A	16.10.2008	(ファミリーなし)	
JP	2015-143864	A	06.08.2015	(ファミリーなし)	
JP	2012-038626	A	23.02.2012	US 2012/0033302 A1	
				段落[0055]-	
				[0215], FIG.1-31	