世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 **G02B 6/06, G06T 1/00, G01T 1/00**	**A1**	(11) 国際公開番号	**WO99/06861**
		(43) 国際公開日	1999年2月11日(11.02.99)

(21) 国際出願番号 PCT/JP98/03393

(22) 国際出願日 1998年7月30日(30.07.98)

(30) 優先権データ

特願平9/204560	1997年7月30日(30.07.97)	JP
特願平9/239830	1997年9月4日(04.09.97)	JP
特願平10/38737	1998年2月20日(20.02.98)	JP
特願平10/121294	1998年4月30日(30.04.98)	JP
特願平10/121310	1998年4月30日(30.04.98)	JP
特願平10/128974	1998年5月12日(12.05.98)	JP

(71) 出願人（米国を除くすべての指定国について）
浜松ホトニクス株式会社
(HAMAMATSU PHOTONICS K.K.)[JP/JP]
〒435-8558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 Shizuoka, (JP)
(72) 発明者；および
(75) 発明者／出願人（米国についてのみ）
菅原武雄(SUGAWARA, Takeo)[JP/JP]
鈴木　誠(SUZUKI, Makoto)[JP/JP]
〒435-8558 静岡県浜松市市野町1126番地の1
浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka, (JP)

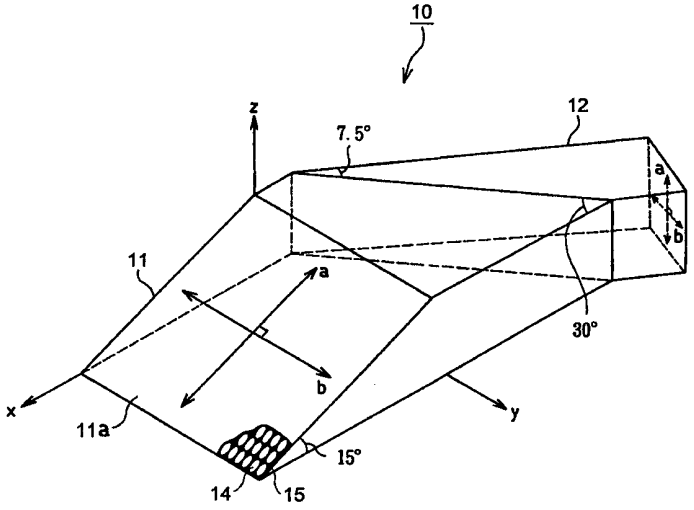
(74) 代理人
弁理士　長谷川芳樹，外(HASEGAWA, Yoshiki et al.)
〒104-0031 東京都中央区京橋二丁目13番10号
京橋ナショナルビル6F 創英国際特許事務所 Tokyo, (JP)

(81) 指定国　AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類
国際調査報告書

(54)Title: OPTICAL ELEMENT, AND IMAGING UNIT, IMAGING APPARATUS, RADIATION IMAGE SENSOR AND FINGERPRINT COLLATOR WHICH USE THE SAME

(54)発明の名称　光学素子並びにこれを用いた撮像ユニット、撮像装置、放射線イメージセンサ及び指紋照合装置



(57) Abstract

An optical element (10) which comprises as shown in the figure an input optical member (11) molded to a unitary body by arranging a plurality of optical fibers in parallel with each other, and having incident and emergent surfaces (11a, 11b) which cross an optical axis at angles of 15° and 30° respectively, and an output optical member (12) molded to a unitary body by arranging a plurality of optical fibers in parallel with each other, and having incident and emergent surfaces (12a, 12b) which cross an optical axis at angles of 7.5° and 90° respectively, wherein the emergent surface (11b) of the input optical member (11) and the incident surface (12a) of the output optical member (12) are in contact with each other and an angle between the axis of the input optical member (11) and that of the output optical member (12) is 22.5°, the difference between the mentioned angles of 30° and 7.5°.

(57)要約

光学素子１０は、図１に示すように、複数の光ファイバを互いに平行に配置して一体成形され、光軸とそれぞれ１５°、３０°の角度で交差する入射面１１ａ、出射面１１ｂを有する入力用光学部材１１と、複数の光ファイバを互いに平行に配置して一体成形され、光軸とそれぞれ７．５°、９０°の角度で交差する入射面１２ａ、出射面１２ｂを有する出力用光学部材１２とを備えて構成される。ここで、入力用光学部材１１の出射面１１ｂと出力用光学部材１２の入射面１２ａは接しており、入力用光学部材１１の光軸と出力用光学部材１２の光軸とのなす角は、上記３０°と７．５°の差の角度である２２．５°となっている。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AL アルバニア
AM アルメニア
AT オーストリア
AU オーストラリア
AZ アゼルバイジャン
BA ボズニア・ヘルツェゴビナ
BB バルバドス
BE ベルギー
BF ブルギナ・ファソ
BG ブルガリア
BJ ベナン
BR ブラジル
BY ベラルーシ
CA カナダ
CF 中央アフリカ
CG コンゴー
CH スイス
CI コートジボアール
CM カメルーン
CN 中国
CU キューバ
CY キプロス
CZ チェッコ
DE ドイツ
DK デンマーク
EE エストニア
ES スペイン
FI フィンランド
FR フランス
GA ガボン
GB 英国
GD グレナダ
GE グルジア
GH ガーナ
GM ガンビア
GN ギニア
GW ギニア・ビサオ
GR ギリシャ
HR クロアチア
HU ハンガリー
ID インドネシア
IE アイルランド
IL イスラエル
IN インド
IS アイスランド
IT イタリア
JP 日本
KE ケニア
KG キルギスタン
KP 北朝鮮
KR 韓国
KZ カザフスタン
LC セントルシア
LI リヒテンシュタイン
LK スリ・ランカ
LR リベリア
LS レソト
LT リトアニア
LU ルクセンブルグ
LV ラトヴィア
MC モナコ
MD モルドヴァ
MG マダガスカル
MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国
ML マリ
MN モンゴル
MR モーリタニア
MW マラウイ
MX メキシコ
NE ニジェール
NL オランダ
NO ノールウェー
NZ ニュー・ジーランド
PL ポーランド
PT ポルトガル
RO ルーマニア
RU ロシア
SD スーダン
SE スウェーデン
SG シンガポール
SI スロヴェニア
SK スロヴァキア
SL シエラ・レオネ
SN セネガル
SZ スワジランド
TD チャード
TG トーゴー
TJ タジキスタン
TM トルクメニスタン
TR トルコ
TT トリニダッド・トバゴ
UA ウクライナ
UG ウガンダ
US 米国
UZ ウズベキスタン
VN ヴィェトナム
YU ユーゴースラビア
ZW ジンバブエ

明細書

光学素子並びにこれを用いた撮像ユニット、撮像装置、放射線イメージセンサ及び指紋照合装置

技術分野

本発明は、光学素子並びにこれを用いた撮像ユニット、撮像装置、放射線イメージセンサ及び指紋照合装置に関するものである。

背景技術

光イメージを伝送する光学部材として、複数の光ファイバを互いに平行に配置して一体成形した光学部材が知られている。また、光軸に対して斜めにカットされた端面と垂直にカットされた端面を有する２つの上記光学部材を用いて、光イメージを任意の倍率に縮小または拡大して伝送する光学素子が、例えば米国特許３４０２０００号公報に開示されている。

発明の開示

しかし、上記光学素子は、光イメージの伝送効率が必ずしも十分ではないという問題点があった。そこで、本発明は、光イメージの伝送効率が良い光学素子を提供することを課題とする。

上記課題を解決するために、本発明の光学素子は、複数の光ファイバを互いに平行に配置して一体成形され、光軸とそれぞれα_1、β_1の角度で交差する第１の入射面、第１の出射面を有する第１の光学部材と、複数の光ファイバを互いに平行に配置して一体成形され、光軸とそれぞれα_2、β_2の角度で交差する第２の入射面、第２の出射面を有する第２の光学部材とを備え、上記第１の出射面と上記第２の入射面は接しており、上記β_1は９０°より小さく、上記第１の光学部材の光軸と上記第２の光学部材の光軸とのなす角θ_1は、β_1とα_2との差の角度となっていることを特徴としている。

β_1を９０°より小さくするとともにα_2をβ_1よりも小さくし、第１の光学部材の光軸と第２の光学部材の光軸とのなす角θ_1を、β_1とα_2との差の角度とす

ることで、第１の光学部材と第２の光学部材との接合面における光ファイバの屈折角度を小さくし、光の伝送効率を上げることが可能となる。

図面の簡単な説明

図１は、光学素子の斜視図である。

図２は、光学素子の模式断面図である。

図３は、光学素子の使用説明図である。

図４は、光学素子内の光の伝搬を示す説明図である。

図５は、光学素子内の光の伝搬を示す説明図である。

図６は、β_1とα_2との関係図である。

図７は、β_1とｍとの関係図である。

図８は、撮像ユニットの斜視図である。

図９は、撮像装置の斜視図である。

図１０は、放射線イメージセンサの斜視図である。

図１１は、放射線イメージセンサの模式断面図である。

図１２は、放射線イメージセンサへの放射線の入射を示す説明図である。

図１３は、放射線イメージセンサへの放射線の入射を示す説明図である。

図１４は、指紋照合装置の構成図である。

図１５は、光学素子の斜視図である。

図１６は、光学素子の模式断面図である。

図１７は、光学素子の斜視図である。

図１８は、光学素子の斜視図である。

図１９は、光学素子の模式断面図である。

図２０は、撮像装置の斜視図である。

図２１は、撮像装置の斜視図である。

図２２は、撮像装置の斜視図である。

図２３は、放射線イメージセンサの斜視図である。

図２４は、放射線イメージセンサの模式断面図である。

図２５は、放射線イメージセンサの模式断面図である。

図２６は、放射線イメージセンサの模式断面図である。

図２７は、放射線イメージセンサの模式断面図である。

図２８は、放射線イメージセンサの模式断面図である。

図２９は、放射線イメージセンサの模式断面図である。

図３０は、放射線イメージセンサの模式断面図である。

発明を実施するための最良の形態

（１）本発明の実施形態に係る光学素子

本発明の実施形態に係る光学素子について図面を参照して説明する。まず本実施形態に係る光学素子の構成について説明する。光学素子１０は、図１に示すように、入力用光学部材１１と出力用光学部材１２を備えて構成されている。

入力用光学部材１１及び出力用光学部材１２は、複数の光ファイバを互いに平行に配置して一体成形されており、各光学部材を構成する光ファイバ１４のコア１４ａの屈折率、クラッド１４ｂの屈折率、開口数及びコア径は表１に示すとおりである。

表１

	コア屈折率	クラッド屈折率	開口数	コア径
入力用光学部材	１．５６	１．５２	０．３５	１０μｍ
出力用光学部材	１．８２	１．４９５	１．０	６μｍ

ここで、表１からわかるように、出力用光学部材１２を構成する光ファイバ１４の開口数は、入力用光学部材１１を構成する光ファイバ１４の開口数よりも大きくなっており、また、出力用光学部材１２を構成する光ファイバ１４のコア径は、入力用光学部材１１を構成する光ファイバ１４のコア径よりも小さくなっている。

また、入力用光学部材１１及び出力用光学部材１２を構成する各光ファイバ１

４の間隙には、光吸収材１５が充填されている。

入力用光学部材１１は、光軸（光学部材を構成する光ファイバの光軸）に対して、１５°の角度をもって斜めにカットされた入射面１１ａと、３０°の角度をもって斜めにカットされた出射面１１ｂを有している。ここで、入力用光学部材１１の光軸に平行かつ入力用光学部材１１の出射面１１ｂに垂直な平面（図１のｘｙ平面と平行な平面。以下第１の基準面という）と、入力用光学部材１１の光軸に平行かつ入力用光学部材１１の入射面１１ａに垂直な平面（図１のｘｚ平面と平行な平面）とは、互いに垂直になっている。また、入力用光学部材１１の光軸と入射面１１ａとのなす角（１５°）は、空気中から入射面１１ａに入射した光が、入力用光学部材１１を構成する光ファイバ１４内で全反射条件を満たさない角度となっている。

出力用光学部材１２は、光軸に対して、７．５°の角度をもって斜めにカットされた入射面１２ａと、垂直にカットされた出射面１２ｂを有している。ここで、出力用光学部材１２の光軸と入射面１２ａとのなす角は、入力用光学部材１１の光軸と出射面１１ｂとのなす角よりも小さくなっている。

入力用光学部材１１の出射面１１ｂと出力用光学部材１２の入射面１２ａは接している。従って、入力用光学部材１１の入射面１１ａに入射した光イメージは、出力用光学部材１２の出射面１２ｂまで伝送される。

ここで、上記の第１の基準面と、第２の光学部材１２の光軸に平行かつ第２の光学部材１２の入射面１２ａに垂直な平面（以下第２の基準面という）は、互いに平行（図１のｘｙ平面と平行）となっている。従って、各光学部材を構成する光ファイバ１４の光軸もｘｙ平面に平行となり、入力用光学部材１１の入射面１１ａから各光ファイバ１４に入射した光は、ｘｙ平面に平行に進行することになる。

図２は、光学素子１０をｘｙ平面に平行な平面で切断したときの模式断面図である。尚、図２は、各光学部材の光軸の関係を表す模式断面図であり、各光学部

材は、実際には数千の光ファイバの束となっている。ここで、入力用光学部材１１の光軸と出力用光学部材１２の光軸とのなす角θ_1は、入力用光学部材１１の光軸と出射面１１ｂとのなす角である３０°と、出力用光学部材１２の光軸と入射面１２ａとのなす角である７．５°との差の角度である２２．５°となっている。

例えば、指紋画像を縮小し、撮像するために光学素子１０を用いるときは、図３に示すようにすればよい。すなわち、指４を入力用光学部材１１の入射面１１ａに接触させ、ＬＥＤ５等から光を照射する。ここで、入力用光学部材１１の光軸と入射面１１ａのなす角は、空気中からの入射光が、入力用光学部材１１を構成する光ファイバ１４内で全反射条件を満たさない様に１５°の角度となっている。よって、空気中から入力用光学部材１１内に入射した光は、入力用光学部材１１内で減衰、消滅する一方で、指４の接触部（指紋の凸部）を通って入力用光学部材１１に入射した光のみが入力用光学部材１１及び出力用光学部材１２の内部を伝搬することになる。従って、出力用光学部材１２の出射面１２ｂに形成される光イメージをＣＣＤカメラ等で撮像することにより、縮小された指紋画像を得ることができる。

次に、本実施形態に係る光学素子の作用について説明する。まず、図４に示すように、空気中から入力用光学部材１１の入射面１１ａに入射した光が、入力用光学部材１１を構成する光ファイバ１４のコアークラッド界面で屈折、反射しながら伝搬する場合について考える。ここで、空気の屈折率をn_0、入力用光学部材１１を構成する光ファイバ１４のコア１４ａ、クラッド１４ｂの屈折率をそれぞれn_{11}、n_{12}とする。また、入力用光学部材１１の光軸と入射面１１ａのなす角をα_1、空気中から入力用光学部材１１の入射面１１ａに入射する光の入射角をξ_1、屈折角をξ_1、入力用光学部材１１のコア１４ａからクラッド１４ｂへ入射する光の入射角をε_1、屈折角をδ_1とする。

ξ_1とξ_1の関係は、屈折の法則より、

$$n_0 \sin\xi_1 = n_{11} \sin\xi_1 \qquad (1)$$

で表される。従って、空気中の全方位（$0° \leqq \xi_1 \leqq 90°$）から入射した光は、

$$0 \leqq \sin\xi_1 \leqq n_0/n_{11} \qquad (2)$$

を満たすξ_1の範囲で入力用光学部材１１の入射面１１ａから入射する。

一方、α_1、ξ_1、ε_1の関係は、図４より、

$$\alpha_1 + (90° + \xi_1) + (90° - \varepsilon_1) = 180° \qquad (3)$$

となる。

従って、式（３）を用いて、式（２）を満たす全てのξ_1において、コアークラッド界面における全反射条件

$$\sin\varepsilon_1 > n_{12}/n_{11} \qquad (4)$$

を満たさないようにα_1を決定すれば、空気中から入力用光学部材１１に入射した光は、入力用光学部材１１内で減衰、消滅し、伝搬されないことになる。

これに対して、空気より屈折率の高い物質である、指などの被検体の入射面１１ａへの接触部から入力用光学部材１１に入射した光の一部は、全反射条件を満たすことになり、入力用光学部材１１内を伝搬することになる。

本実施形態にかかる光学素子１０においては、$n_{11}=1.56$、$n_{12}=1.52$であるので、α_1を３７．１°以下にすれば、空気中から入力用光学部材１１の入射面１１ａに入射した光を、入力用光学部材１１内で、減衰、消滅させることができる（空気の屈折率$n_0=1.00$としている）。ここで、本実施形態にかかる光学素子１０においては、縮小効率を考慮して、α_1を１５°としている。

ここで、入力用光学部材１１の入射面１１ａは図１のｘｚ平面に垂直で、かつ入力用光学部材１１の光軸と１５°の角度をなし、また、入力用光学部材１１の出射面１１ｂはｘｙ平面に垂直で、かつ入力用光学部材１１の光軸と３０°の角度をなしていることより、入力用光学部材１１は、入射面１１ａに入射した光イメージを、図１のａ軸方向に１／３．８６（ｓｉｎ１５°）倍に縮小し、ｂ軸方向に２（１／ｓｉｎ３０°）倍に拡大して出力する作用がある。

次に、図５に示すように、入力用光学部材１１の出射面１１ｂから出力用光学

部材１２の入射面１２ａに入射した光が、出力用光学部材１２を構成する光ファイバ１４のコアークラッド界面で反射、屈折しながら伝搬する場合を考える。ここで、出力用光学部材１２を構成する光ファイバ１４のコア１４ａ、クラッド１４ｂの屈折率をそれぞれn_{21}、n_{22}とする。また、出力用光学部材１２の光軸と出力用光学部材１２の入射面１２ａのなす角をα_2、入力用光学部材１１内を進行する光の、入力用光学部材１１の光軸に対する進行角をλ_2、入力用光学部材１１の出射面１１ｂから出力用光学部材１２の入射面１２ａに入射する光の入射角をξ_2、屈折角をξ_2、出力用光学部材１２を構成する光ファイバ１４のコア１４ａからクラッド１４ｂへ入射する光の入射角をε_2、屈折角をδ_2とする。

入力用光学部材１１の全反射条件より、λ_2は、

$$\sin(90^\circ-\lambda_2)>n_{12}/n_{11} \qquad (5)$$

を満たす範囲となる。入力用光学部材１１の出射面１１ｂは、入力用光学部材１１の光軸に対してβ_1の角度で交差していることより、λ_2とξ_2との関係は、

$$\xi_2=90^\circ-\beta_1\pm\lambda_2 \qquad (6)$$

となる。また、ξ_2とξ_2の関係は、屈折の法則より、

$$n_{11}\sin\xi_2=n_{21}\sin\xi_2 \qquad (7)$$

を満たす。

一方、α_2、ξ_2、ε_2の関係は、図５より、

$$\alpha_2+(90^\circ+\xi_2)+(90^\circ-\varepsilon_2)=180^\circ \qquad (8)$$

となる。

従って、式（８）を用いて、式（５）から式（７）を満たすξ_2のうち少なくとも一部が、コアークラッド界面における全反射条件

$$\sin\varepsilon_2>n_{22}/n_{21} \qquad (9)$$

を満たせば、入力用光学部材１１の出射面１１ｂから出力用光学部材１２の入射面１２ａに入射した光の少なくとも一部が、出力用光学部材１２を構成する光ファイバ１４内を、全反射条件を満たして伝送することになる。

本実施形態にかかる光学素子１０においては、n_{11}＝１．５６、n_{12}＝１．５２、n_{21}＝１．８２、n_{22}＝１．４９５であることより、入力用光学部材１１を構成する光ファイバ内を伝搬する光は、入力用光学部材１１の光軸に対して１３°以内の進行角λ_2を有する。また、出力用光学部材１２を構成する光ファイバ１４のコアークラッド界面で全反射を生じるためには、クラッド１４ｂに対して５５°以上の入射角ε_2で入射することが必要となる。従って、β_1＝３０°、α_2＝７．５°とすると、入力用光学部材１１の出射面１１ｂから出力用光学部材１２の入射面１２ａに入射した光の受光角割合（全反射条件を満たす入射角範囲／全入射角範囲×１００）で約４６．６％が、出力用光学部材１２を構成する光ファイバ１４内を全反射条件を満たして伝搬することになる。

ここで、出力用光学部材１２の入射面１２ａは図１のｘｙ平面に垂直で、かつ出力用光学部材１２の光軸と７．５°の角度をなし、また、出力用光学部材１２の出射面１２ｂは出力用光学部材１２の光軸と垂直であることより、出力用光学部材１２は入射面１２ａに入射した光イメージを、図１のｂ軸方向に１／７．６６（ｓｉｎ７．５°）倍に縮小する。従って、入力用光学部材１１の入射面１１ａに入力されて出力用光学部材１２の出射面１２ｂから出力される光イメージは、図１のａ方向に１／３．８６倍に縮小されるとともに、ｂ軸方向には１／３．８３倍に縮小され、ほぼ相似縮小された光イメージとなる。

続いて、本実施形態に係る光学素子の効果について説明する。本実施形態に係る光学素子１０は、β_1を９０°より小さくし、入力用光学部材１１の光軸と出力用光学部材１２の光軸とのなす角θ_1を、β_1とα_2との差の角度としたことで、各光学部材の接続部における光路（光ファイバ）の屈折角度を小さくしている。よって、入力用光学部材１１の出射面１１ｂから出力用光学部材１２の入射面１２ａに入射した光の約４６．６％が出力用光学部材１２内で全反射条件を満たしている。

その結果、入力用光学部材１１の入射面１１ａに入射した光イメージを、各光

学部材内で全反射条件を満たしながら、出力用光学部材１２の出射面１２ｂまで伝送させることが可能となり、伝送効率が非常に高くなる。

また、光学部材の接合面に散乱面等を用いることなく、光イメージを伝送することができることにより、非常に解像度の高い出力イメージが得られるとともに、散乱面等の微細加工が必要でなくなる。

上記実施形態にかかる光学素子１０においては、入力用光学部材１１の光軸と入射面１１ａとのなす角α_1、入力用光学部材１１の光軸と出射面１１ｂとのなす角β_1、出力用光学部材１２の光軸と入射面１２ａとのなす角α_2、入力用光学部材１１を構成する光ファイバ１４の開口数ＮＡ１及び出力用光学部材１２を構成する光ファイバ１４の開口数ＮＡ２は、上記記載の数値に限定されることなく、様々な変形が考えられる。

表２は、上記実施形態にかかる光学素子１０において、入力用光学部材１１を構成する光ファイバ１４の開口数ＮＡ１及び出力用光学部材１２を構成する光ファイバ１４の開口数ＮＡ２を上記表１に記載された値（ＮＡ１＝０．３５、ＮＡ２＝１．０）とし、入力用光学部材１１の光軸と出射面１１ｂとのなす角β_1を様々に変化させた場合の出力イメージの縮小率ｍ（出力パターンの大きさ：入力パターンの大きさ）の変化を示したものである。

ここで、出力用光学部材１２の光軸と入射面１２ａとのなす角α_2については、入力用光学部材１１から出力用光学部材１２へ入射する光の受光角割合が５０％となるように決定している。また、入力用光学部材１１の光軸と入射面１１ａとのなす角α_1については、入力パターンに対して出力パターンが相似縮小となるように、すなわち、図１のａ軸方向とｂ軸方向の縮小率がほぼ等しくなるように決定している。

尚、比較のために、入力用光学部材１１の光軸と出射面１１ｂとのなす角β_1が９０°である場合についても同様に縮小率ｍを示している。

表２

β_1	α_2	α_1	m
90°	55°	55°	1：1．22
75°	42．18°	44．04°	1：1．44
60°	29．62°	34．80°	1：1．75
45°	17．69°	25．45°	1：2．33
30°	7．07°	14．25°	1：4．06
23°	2．91°	7．47°	1：7．7

さらに、表４は、上記実施形態にかかる光学素子１０において、入力用光学部材１１を構成する光ファイバ１４の開口数ＮＡ１及び出力用光学部材１２を構成する光ファイバ１４の開口数ＮＡ２を下記表３に記載された値（ＮＡ１＝０．５５、ＮＡ２＝１．０）とし、入力用光学部材１１の光軸と出射面１１ｂとのなす角β_1を様々に変化させた場合の入出力パターンの縮小率mの変化を示したものである。

表３

	コア屈折率	クラッド屈折率	開口数	コア径
入力用光学部材	1．62	1．52	0．55	10μm
出力用光学部材	1．82	1．495	1．0	6μm

表４

β_1	α_2	α_1	m
90°	55°	55°	1：1．22
75°	41．68°	43．51°	1：1．45
60°	28．57°	33．52°	1：1．81
45°	15．99°	22．93°	1：2．57
30°	4．57°	9．17°	1：6．28

また、図６は上記表２及び表４におけるβ_1とα_2との関係を示しており、図７は、上記表２及び表４におけるβ_1とmとの関係を示している。

表２、表４及び図６、図７から明らかなように、β_1が９０°である場合と比較してβ_1が９０°よりも小さい場合は、伝達効率を等しくした状態でα_2を小さくすることが可能となり、縮小率をあげることが可能となる。

さらに、入力用光学部材１１を構成する光ファイバ１４の開口数ＮＡ１が大きい方が同一のβ_1に対してα_2を小さくすることが可能となり、縮小率をあげることが可能となる。

上記実施形態にかかる光学素子１０は、出力用光学部材１２の光軸と出力用光学部材１２の出射面１２ｂとが垂直であったが、これは垂直でなくてもよい。出力用光学部材１２の光軸に平行かつ出力用光学部材１２の出射面１２ｂに垂直な平面を、上記第２の基準面と平行若しくは同一とすることで、出力用光学部材１２の入射面１２ａに入射した光イメージを特定の一方向（図１のｂ軸方向）にのみ縮小して出射面１２ｂから出力することが可能となる。

（２）本発明の実施形態に係る光学素子を用いた撮像ユニット

続いて、上記実施形態に係る光学素子を用いた撮像ユニットについて、図面を参照して説明する。まず上記実施形態に係る光学素子を用いた撮像ユニットの構成について説明する。撮像ユニット１００は、図８に示すように上記光学素子１０（すなわち、入力用光学部材１１及び出力用光学部材１２を備えた光学素子１０）と、上記出力用光学部材１２の出射面１２ｂに接して設けられたＣＣＤ１０１とを備えて構成される。ここで、より具体的には、出力用光学部材１２の出射面１２ｂはＣＣＤ１０１の受光面と接している。

さらに、入力用光学部材１１の表面のうち入射面１１ａと出射面１１ｂとを除く全表面（以下側面という）、及び、出力用光学部材１２の側面には、遮光材１０２が設けられている（図８の斜線部参照）。

各光学部材の側面に遮光材１０２を設ける方法としては、各光学部材の入射面と出射面をマスクした後に、側面に遮光剤（例えば黒色のペイント）を吹き付ける方法、側面に遮光剤を刷毛で塗布する方法、遮光剤の満たされた容器内に光学

部材を浸ける方法等によって行うことができる。

続いて上記実施形態に係る光学素子を用いた撮像ユニットの作用、効果について説明する。撮像ユニット１００は、上記光学素子１０を備えて構成されることから、入力用光学部材１１の入射面１１ａに入射した光イメージを効率よく出力用光学部材１２の出射面１２ｂまで伝送することができる。

また、撮像ユニット１００は、出力用光学部材１２の出射面１２ｂに接してＣＣＤ１０１を設けることで、出力用光学部材１２の出射面１２ｂまで伝送した光イメージを撮像することができる。

さらに、撮像ユニット１００は、各光学部材の側面に遮光材１０２を設けていることで、各光学部材の内部に側面から光が入射することが防止され、Ｓ／Ｎ比を高めることができる。

その結果、撮像ユニット１００は、明瞭でコントラスト、解像度の高い縮小イメージを撮像することが可能となる。

（３）本発明の実施形態に係る光学素子を用いた撮像装置

続いて、上記実施形態に係る光学素子を用いた撮像装置について、図面を参照して説明する。まず上記実施形態に係る光学素子を用いた撮像装置の構成について説明する。撮像装置２００は、図９に示すように、上記撮像ユニット１００を４組有し、各撮像ユニット１００を構成する入力用光学部材１１の入射面１１ａが略同一平面上に並ぶように各撮像ユニット１００を配列した構成となっている。

続いて、上記実施形態に係る光学素子を用いた撮像装置の作用、効果について説明する。撮像装置２００は、上記撮像ユニット１００を備えていることで、明瞭でコントラスト、解像度の高い縮小イメージを撮像することが可能となる。

さらに、撮像装置２００は、４組の撮像ユニット１００を、各撮像ユニット１００を構成する入力用光学部材１１の入射面１１ａが略同一平面上に並ぶように配列されている。よって、光イメージを入力させることが可能となる受光面を大きくすることができる。なお、縮小イメージは各ＣＣＤ１０１に分割されて撮像

されるが、各ＣＣＤ１０１によって撮像されたイメージを画像処理装置等によって合成することで、縮小イメージ全体を再生することができる。

また、撮像装置２００は、複数の簡単な光学部材とＣＣＤとを備えた極めて簡単な構成であるため、同じく受光面を大きくする目的で製造されるテーパ形状のファイバ光学部材などと比較して、極めて安価に製造することが可能である。

さらに、撮像装置２００は、複数個の光学部材を組み合わせた撮像ユニット１００を複数個配列することで、各撮像ユニット１００内のＣＣＤ１０１が互いに隣接する位置に配置されなくなる。その結果、ＣＣＤ１０１の外形が有効受光面よりも大きいことに起因する配置上の制約を受けることが無くなる。

（４）本発明の実施形態に係る光学素子を用いた放射線イメージセンサ

続いて、上記実施形態に係る光学素子を用いた放射線イメージセンサについて、図面を参照して説明する。まず、上記実施形態に係る光学素子を用いた放射線イメージセンサの構成について説明する。放射線イメージセンサ３００は、図１０に示すように、上記撮像ユニット１００（すなわち、入力用光学部材１１、出力用光学部材１２、ＣＣＤ１０１及び遮光材１０２を備えた撮像ユニット１００）と、上記撮像ユニット１００を構成する入力用光学部材１１の入射面１１ａ上に設けられた、放射線の入射に伴い光を発する蛍光体３０１とを備えて構成されている。蛍光体３０１の材料としては、例えばGd_2O_2S：Ｔｂなどを用いればよい。

ここで、入力用光学部材１１を図１０のｘｚ平面に平行な平面で切断した拡大断面図である図１１に示すように、入力用光学部材１１の入射面１１ａは中心線平均粗さが０．２０～０．８０μｍの範囲になるように研磨（以下、粗く研磨という）されている。このような範囲の中心線平均粗さを有する研磨面は、例えば砥粒の平均径が６～３０μｍ程度の研磨剤（例えばグリーンカーボランダム砥粒）を用いて表面を研磨することにより、容易に形成することができる。

続いて、上記実施形態に係る光学素子を用いた放射線イメージセンサの作用、

効果について説明する。まず、蛍光体３０１に入射した放射線によって発せられた光が入力用光学部材１１に入射する場合について考える。図１２は、入射面１１ａが粗く研磨されていない場合の光の入射の様子を示しており、図１３は、上記放射線イメージセンサ３００のごとく、入射面１１ａが粗く研磨されている場合の光の入射の様子を示している。図１２及び図１３に示すように、入射面１１ａの法線方向から入射面１１ａに入射した放射線R_aによって、蛍光体３０１内の特定点L_0で発せられた光は、入射面１１ａの法線方向に最大強度を有する拡散光として入力用光学部材１１内に入射する。L_aはL_0で発せられた光の進行方向と強度とを表した円である。すなわち、L_0から特定方向にひいた直線と当該円とが作る弦の長さが、その特定方向に進行する光の強度を示している。また、斜線部L_tはL_0で発せられた光のうち、入力用光学部材１１内を全反射条件を満たして伝搬する光を表している。

ここで、図１２に示すように、入射面１１ａが粗く研磨されていない場合は、入力用光学部材１１内を全反射条件を満たして伝搬する光L_tが極めて少ないのに対し、図１３に示すように、入射面１１ａが粗く研磨されている場合は、拡散光が散乱し、様々な方向に最大強度を有するようになるので、入力用光学部材１１内を全反射条件を満たして伝搬する光（斜線部L_t）が極めて多くなる。

また、放射線イメージセンサ３００は、上記光学素子１０を備えて構成されることから、入力用光学部材１１の入射面１１ａに入射した光イメージを効率よく出力用光学部材１２の出射面１２ｂまで伝送することができ、かかる光イメージをＣＣＤ１０１によって撮像することができる。

その結果、放射線イメージセンサ３００は、蛍光体３０１に入射した放射線イメージの縮小イメージを、明瞭でコントラスト、解像度の高い状態で撮像することが可能となる。

また、放射線イメージセンサ３００は、２つの光学部材を組み合わせていることにより、センサ部であるＣＣＤ１０１の設けられる位置が、検出面である入力

用光学部材１１の入射面１１ａの直下部からはずれることになり、検出面に入射する放射線から受けるセンサ部へのダメージやノイズの影響を低減することが可能となる。

（５）本発明の実施形態に係る光学素子を用いた指紋照合装置

続いて、上記実施形態に係る光学素子を用いた指紋照合装置について、図面を参照して説明する。まず上記実施形態に係る光学素子を用いた指紋照合装置の構成について説明する。図１４は、上記実施形態に係る光学素子を用いた指紋照合装置４０１の模式的な構成図である。指紋照合装置４００は、指紋を撮像する撮像ユニットと、上記撮像ユニットによって撮像された指紋画像を、予め登録された参照パターンと照合する指紋照合部である情報処理装置４０１と、情報処理装置４０１によって照合された照合結果を表示する表示部であるディスプレイ４０２とを備えて構成される。

指紋を撮像する撮像ユニットとしては、すでに説明した上記実施形態に係る光学素子を用いた撮像ユニット１００が採用されている。

情報処理装置４０１は、撮像ユニット１００から出力された指紋画像を一時的に格納するメモリと、参照パターンを格納する記憶装置と、撮像ユニットによって撮像された指紋画像と記憶装置に格納されている参照パターンとを照合する演算装置とを備えている。

続いて、上記実施形態に係る光学素子を用いた指紋照合装置の作用、効果について説明する。撮像ユニット１００を構成する入力用光学部材１１の入射面１１ａに指４を接触させると、上記図３を用いて説明したように、指紋画像が出力用光学部材１２の出射面１２ｂまで伝送され、ＣＣＤ１０１によって撮像される。

撮像ユニット１００を構成するＣＣＤ１０１によって撮像された指紋画像は、情報処理装置４０１に対して出力され、メモリに一時的に格納される。その後、上記指紋画像は、演算装置によって、記憶装置に予め登録されている参照パターンと照合され、該照合結果は、撮像された指紋画像などとともに、ディスプレイ

４０２に表示される。

指紋照合装置４００は、上記光学素子１０を備えて構成されことから、入力用光学部材１１の入射面１１ａに入射した光イメージを効率よく出力用光学部材１２の出射面１２ｂまで伝送することができる。よって、ＣＣＤ１０１によって明瞭でコントラスト、解像度の高い縮小イメージを撮像することが可能となる。その結果、指紋照合装置４００は、誤認が少なく、精度の高い指紋照合が可能となる。

（６）本発明の実施形態に係る光学素子の変形例

i)第１の変形例

続いて、第１の変形例に係る光学素子について説明する。まず、本変形例に係る光学素子の構成について説明する。図１５に、本変形例に係る光学素子２０の構成を示す。本変形例に係る光学素子２０は、以下の点で上記実施形態に係る光学素子１０と構成上相違する。すなわち、上記実施形態に係る光学素子１０に用いている入力用光学部材１１は、各光ファイバ１４の間隙に光吸収材１５を充填していたが、本変形例に係る光学素子２０に用いる入力用光学部材２１は、各光ファイバ１４の間隙に光吸収材１５を充填していない第１部材２２と、各光ファイバ１４の間隙に光吸収材１５を充填してある第２部材２３とから構成されている。

第１部材２２は、複数の光ファイバを互いに平行に配置して一体成形されており、各光ファイバ１４の間隙に光吸収材１５を充填していない光学部材から構成されている。第１部材２２の入射面２２ａは、空気中から入射した入射光が全反射条件を満たさないように、第１部材２２の光軸と１５°の角度をなしており、その出射面２２ｂは、光軸に対して垂直になっている。

また、第２部材２３は、複数の光ファイバを互いに平行に配置して一体成形されており、各光ファイバ１４の間隙に光吸収材１５を充填してある光学部材から構成されている。第２部材２３の入射面２３ａは第２部材２３の光軸に対して垂

直になっており、出射面２３ｂは、第２部材２３の光軸に対して３０°の角度をもって斜めにカットされている。

第１部材２２の出射面２２ｂと第２部材２３の入射面２３ａは接しており、第１部材２２の光軸、第２部材２３の光軸は、双方とも、図１５のｘｙ平面に平行になっている。従って、本変形例に係る光学素子２０をｘｙ平面に平行な平面で切断すると、断面は図１６に示すようになる。

続いて、本変形例に係る光学素子の作用、効果について説明する。例えば、指紋画像を縮小し、撮像するために光学素子２０を用いるときは、図１７に示すようにすればよい。すなわち、入力用光学部材２１を構成する第１部材２２の入射面２２ａに指４を接触させ、第１部材２２の下方に配置されたＬＥＤ５により光を投射する。ＬＥＤ５等から投射された光は、入力用光学部材２１を構成する第１部材２２内を下から上に透過し、入射面２２ａで反射するが、入射面２２ａに指紋の凸部が接触すると、その部分では投射された光が反射せずに吸収される。したがって、指紋の凸部の接触部以外の部分によって反射した反射光が各光学部材を構成する光ファイバ内を伝搬し、出力用光学部材１２の出射面１２ｂから指紋パターンとして出力される。

特に、第２部材２３は、ＬＥＤ５等からの照明光が直接出力用光学部材１２に入射したり、第１部材２２内で散乱した光が出力用光学部材１２に入射して、検出画像のＳ／Ｎ比が劣化することを防止する作用がある。

本変形例に係る光学素子２０においても、上記実施形態に係る光学素子１０と同様に、入力用光学部材２１を構成する第１部材２２の入射面２２ａから入射した光イメージを出力用光学部材１２の出射面１２ｂまで効率良く伝送することが可能となり、分解能の高い出力イメージを得ることができる。

ii)第２の変形例

続いて、第２の変形例に係る光学素子について説明する。まず、本変形例に係る光学素子の構成について説明する。図１８に、本変形例に係る光学素子の構成

を示す。本変形例に係る光学素子３０が、上記第１の変形例に係る光学素子２０と構成上相違する点は、以下の通りである。すなわち、上記第１の変形例に係る光学素子２０は、入力用光学部材２１が、光軸に対して垂直にカットされた出射面２２ｂを有する第１部材２２を備えていたのに対し、本変形例に係る光学素子３０は、第１部材３２が光軸に対して斜めにカットされた入射面３２ａと、入射面３２ａに対して平行にカットされた出射面３２ｂとを有していることである。

第１部材３２は、複数の光ファイバを互いに平行に配置して一体成形されており、各光ファイバ１４の間隙に光吸収材１５を充填していない光学部材から構成されている。第１部材３２の入射面３２ａは、空気中から入射した入射光が、第１部材３２を構成する光ファイバ１４内で全反射条件を満たさないように、第１部材３２の光軸と１５°の角度をなしており、その出射面３２ｂも入射面３２ａと同様に、光軸に対して１５°の角度を有している。

また、第２部材３３は、複数の光ファイバを互いに平行に配置して一体成形されており、各光ファイバ１４の間隙に光吸収材１５を充填してある光学部材から構成されている。第２部材３３の入射面３３ａは第２部材３３の光軸に対して１５°の角度を有しており、その出射面３３ｂは、第２部材３３の光軸に対して３０°の角度を有している。

第１部材３２の出射面３２ｂと第２部材３３の入射面３３ａは接しており、第１部材３２の光軸、第２部材３３の光軸は、双方とも、図１８のｘｙ平面に平行になっている。従って、光学素子３０を図１８のｘｙ平面に平行な平面で切断すると、断面は図１９に示すようになる。

続いて、本変形例に係る光学素子の作用、効果について説明する。本変形例に係る光学素子３０も、上記第１の変形例に係る光学素子２０と同様に、入力用光学部材３１を構成する第１部材３２の入射面３２ａから入射した光イメージを出力用光学部材１２の出射面１２ｂまで効率良く伝送することが可能となり、分解能の高い出力イメージを得ることができる。

iii)その他の変形例

上記光学素子１０、２０または３０は、上記出力用光学部材１２の出射面１２ｂから光イメージを入射させることにより、光イメージを拡大して伝送する光学素子としても使用できる。上記光学素子１０、２０または３０を光イメージを拡大して伝送する光学素子として用いても、効率の良い光イメージの伝送が可能となる。

さらに、光学素子１０、２０または３０は、入力イメージを相似縮小する光学素子であったが、これは必ずしも相似縮小でなくともよい。入力用光学部材の光軸と入射面、出射面とのなす角、出力用光学部材の光軸と入射面、出射面とのなす角を適宜変更することにより、任意の縮小率を得ることが可能となる。

（７）本発明の実施形態に係る光学素子を用いた撮像撮像ユニットの変形例

上記撮像ユニット１００は、上記光学素子１０とＣＣＤ１０１とを主に備えて構成されていたが、上記第１の変形例にかかる光学素子２０、または、上記第２の変形例に係る光学素子３０とＣＣＤ１０１とを主に備えることによっても構成できる。

また、上記撮像ユニット１００においては、各光学素子の側面全面に遮光材１０２を設けていたが、これは全面でなくても良い。特に上記第１の変形例に係る光学素子２０、または、上記第２の変形例に係る光学素子３０を用いて撮像ユニットを構成する場合は、入力用光学部材を構成する第１部材の入射面に対して光を入射させるために、側面に、遮光材１０２を設けない部分を形成するのが好ましい。

（８）本発明の実施形態に係る光学素子を用いた撮像装置の変形例

続いて、本発明の実施形態に係る光学素子を用いた撮像装置の変形例について説明する。図９を用いて説明した上記撮像装置２００は、図８を用いて説明した撮像ユニット１００を４組配列して構成されていたが、これは４組に限定されるものではなく、撮像するパターンの大きさによって様々に変更することが可能で

ある。

例えば、図２０に示すように、８組の撮像ユニット１００を組み合わせて構成した撮像装置２１０も考えられる。また、図２１に示すように９組の撮像ユニット１００を組み合わせた撮像装置２２０も考えられる。

さらに、上記各撮像装置においては、各撮像ユニット１００の入力用光学部材１１の入射面１１ａが互いに重ならないように隙間無く配列して撮像装置を構成していたが、図２２に示す撮像ユニット２３０のように、入力用光学部材１１の入射面１１ａの縁辺部が互いに重なるように各撮像ユニット１００を配列しても良い。入力用光学部材１１の入射面１１ａの縁辺部を重ねて配列することで、縁辺部に生じる不感帯（デッドスペース）の影響を除去することができる。尚、重なり部分のデータは画像処理によって適宜除去することが可能である。

（９）本発明の実施形態に係る光学素子を用いた放射線イメージセンサの変形例

本発明の実施形態に係る光学素子を用いた放射線イメージセンサの変形例について説明する。まず本変形例に係る放射線イメージセンサの構成について説明する。図１０を用いて説明した放射線イメージセンサ３００においては、蛍光体３０１に放射線が入射した際に発生した光を効率よく入力用光学部材１１に入射させるために、入力用光学部材１１の入射面１１ａを粗く研磨していたが、入力用光学部材１１の入射面１１ａを粗く研磨する代わりに、以下に示すような平板光学部材３１１を設けても良い。以下、詳細に説明する。

放射線イメージセンサ３１０は、図２３に示すように、上記撮像ユニット１００（すなわち、入力用光学部材１１、出力用光学部材１２、ＣＣＤ１０１及び遮光材１０２を備えた撮像ユニット１００）と、上記撮像ユニット１００を構成する入力用光学部材１１の入射面１１ａ上に設けられた平板光学部材３１１と、平板光学部材３１１の入射面３１１ａに設けられ、放射線の入射に伴い光を発する蛍光体３０１とを備えて構成されている。

平板光学部材３１１は、多数の光ファイバ１４を互いに平行に配置して一体形

成されている。平板光学部材３１１はまた、光軸に対して、５０°の角度をもって斜めにカットされた入射面３１１ａと、入射面３１１ａと平行にカットされた出射面３１１ｂを有しており、平板光学部材３１１の、入射面３１１ａと出射面３１１ｂとを除く全表面は、遮光材１０２で覆われている。また、平板光学部材３１１の入射面３１１ａには、放射線の入射に伴い光を発する蛍光体３０１が形成されている。

平板光学部材３１１の出射面３１１ｂと入力用光学部材１１の入射面１１ａ入力用光学部材１１の出射面１１ｂと出力用光学部材１２の入射面１２ａ、及び、出力用光学部材１２の出射面１２ｂとＣＣＤ１０１の受光面は、それぞれ接している。ここで、放射線イメージセンサ３１０を図２３のｘｚ平面に平行な平面で切断した拡大断面図である図２４に示すように、平板光学部材３１１と入力用光学部材１１とは、平板光学部材３１１の光軸と入力用光学部材１１の光軸とのなす角（３５°）が、平板光学部材３１１の光軸と出射面３１１ｂとがなす角（５０°）と、入力用光学部材１１の光軸と入射面１１ａとがなす角（１５°）との差の角度となっている。

続いて、放射線イメージセンサ３１０の作用、効果について説明する。図２５は、放射線の入射に伴い蛍光体３０１によって発せられた光が平板光学部材３１１を介さずに入力用光学部材１１の入射面１１ａに入射する場合の光の入射の様子を示しており、図２６は、平板光学部材３１１の入射面３１１ａに入射する場合の光の入射の様子を示している。

図２５及び図２６に示すL_aは、図１２及び図１３に示したものと同様に、L_0で発せられた光の進行方向と強度とを表した円である。ここで、L_0から特定方向にひいた直線と当該円とが作る弦の長さが、その特定方向に進行する光の強度を示している。また、斜線部L_tはL_0で発せられた光のうち、光学部材を構成する光ファイバ１４内を全反射条件を満たして伝搬する光を表している。

ここで、図２５に示すように、平板光学部材３１１を設けていない場合は、入

射面１１ａの法線方向と光軸とのなす角が大きいため、L_0から発せられ拡散光L_aのうち、光学部材１１を構成する光ファイバ１４内を全反射条件を満たして伝搬する光（斜線部L_t）の割合は極めて小さい。これに対して、図２６に示すように、平板光学部材３１１を設けることにより、入射面３１１ａの法線方向と光軸とのなす角を小さくすることができ、L_0から発せられ拡散光L_aのうち、平板光学部材３１１を構成する光ファイバ１４内を全反射条件を満たして伝搬する光（斜線部L_t）の割合を大きくすることができる。その結果、放射線イメージセンサ３１０を構成する各光学部材内を伝達する光の量が多くなり、ＣＣＤ１０１によって極めて明瞭な撮像画像を得ることができる。

また、上記のように平板光学部材３１１を設ける場合は、図２７に示すように、平板光学部材３１１の入射面３１１ａを、中心線平均粗さが０．２０～０．８０μｍの範囲になるように研磨しても良い。平板光学部材３１１の入射面３１１ａが粗く研磨されていることで、蛍光体３０１に放射線が入射した際に発生した光が、平板光学部材３１１の入射面３１１ａで散乱し、平板光学部材３１１に入射する光の入射方向が拡がり、全反射条件を満たして各光学部材内を進行する光の割合が増加する。

また、上記放射線イメージセンサ３００を構成する入力用光学部材１１の入射面１１ａ、あるいは上記放射線イメージセンサ３１０を構成する平板光学部材３１１の入射面３１１ａは、中心線平均粗さが０．２０～０．８０μｍの範囲になるように研磨されていたが、これは、以下に示すようにしても良い。

すなわち、図２８に示すように、入力用光学部材１１の入射面１１ａを、その傾斜方向に階段状に切断加工しても良い。このような加工を施すことで、入射面全体としては光軸と２０°の角を維持しつつ、部分的に光軸に対して３５°の角度を有する部分ができる。その結果、当該部分の法線と光軸とのなす角が小さくなり、光軸と一様に２０°の角を有する図２９に示す入力用光学部材１１と比較して、各光学部材内を全反射条件を満たして伝搬する光の割合を増加させること

が可能となる。

また、図３０に示すように、入力用光学部材１１の入射面１１ａが、部分的に光軸に対して直角となるように階段状に加工しても良い。このような加工を施すことによっても、光軸と一様に２０°の角を有する図２９に示す入力用光学部材１１と比較して、各光学部材内を全反射条件を満たして伝搬する光の割合を増加させることが可能となる。

産業上の利用の可能性

本発明の光学素子は、上記のように、例えば放射線イメージセンサ、指紋照合装置に用いることが可能である。

請求の範囲

1． 複数の光ファイバを互いに平行に配置して一体成形され、光軸とそれぞれα_1、β_1の角度で交差する第１の入射面、第１の出射面を有する第１の光学部材と、

複数の光ファイバを互いに平行に配置して一体成形され、光軸とそれぞれα_2、β_2の角度で交差する第２の入射面、第２の出射面を有する第２の光学部材と

を備え、

前記第１の出射面と前記第２の入射面は接しており、

前記β_1は９０°より小さく、

前記第１の光学部材の光軸と前記第２の光学部材の光軸とのなす角θ_1は、β_1とα_2との差の角度となっている、

ことを特徴とする光学素子。

2． 請求項１に記載の光学素子と、

前記第２の出射面に接して設けられた撮像素子と

を備えたことを特徴とする撮像ユニット。

3． 前記第１の光学部材と前記第２の光学部材との表面のうち少なくとも一部に遮光材が設けられている

ことを特徴とする請求項２に記載の撮像ユニット。

4． 請求項２に記載の撮像ユニットを複数組有し、

前記複数組の撮像ユニットは、前記各撮像ユニットの第１の入射面が略同一平面上に並ぶように配列されている、

ことを特徴とする撮像装置。

5． 請求項２に記載の撮像ユニットと、

前記第１の入射面上に設けられ、放射線の入射に伴い光を発する蛍光体と

を備えたことを特徴とする放射線イメージセンサ。

6． 前記第１の入射面は、

中心線平均粗さが０．２０～０．８０μmの範囲になるように研磨されている
ことを特徴とする請求項５に記載の放射線イメージセンサ。

７．　指紋を撮像する撮像ユニットと、

前記撮像ユニットによって撮像された指紋画像を、予め登録された参照パターンと照合する指紋照合部と、

前記指紋照合部によって照合された照合結果を表示する表示部と
を備えた指紋照合装置において、

前記撮像ユニットは、請求項２に記載の撮像ユニットである
ことを特徴とする指紋照合装置。

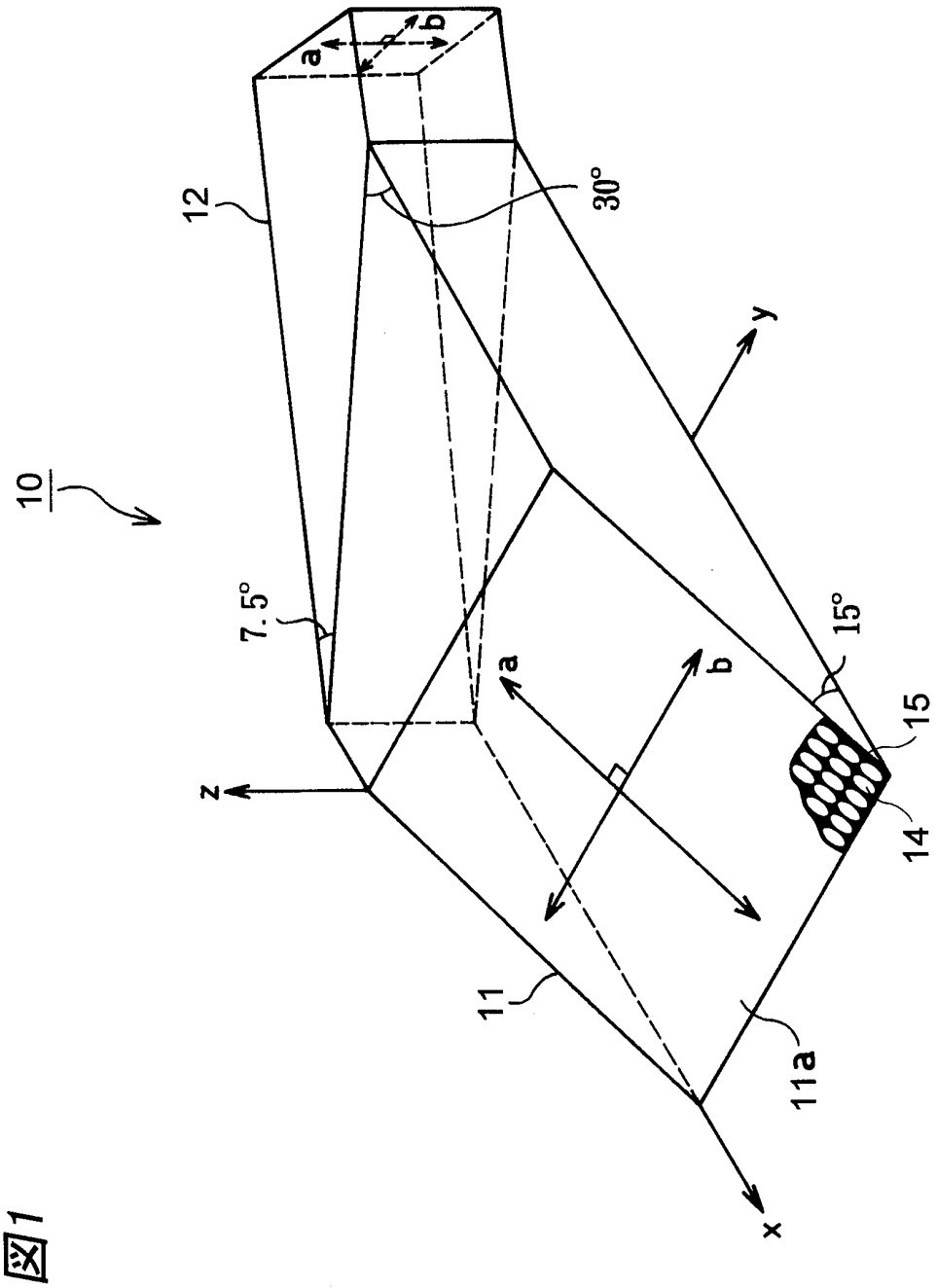
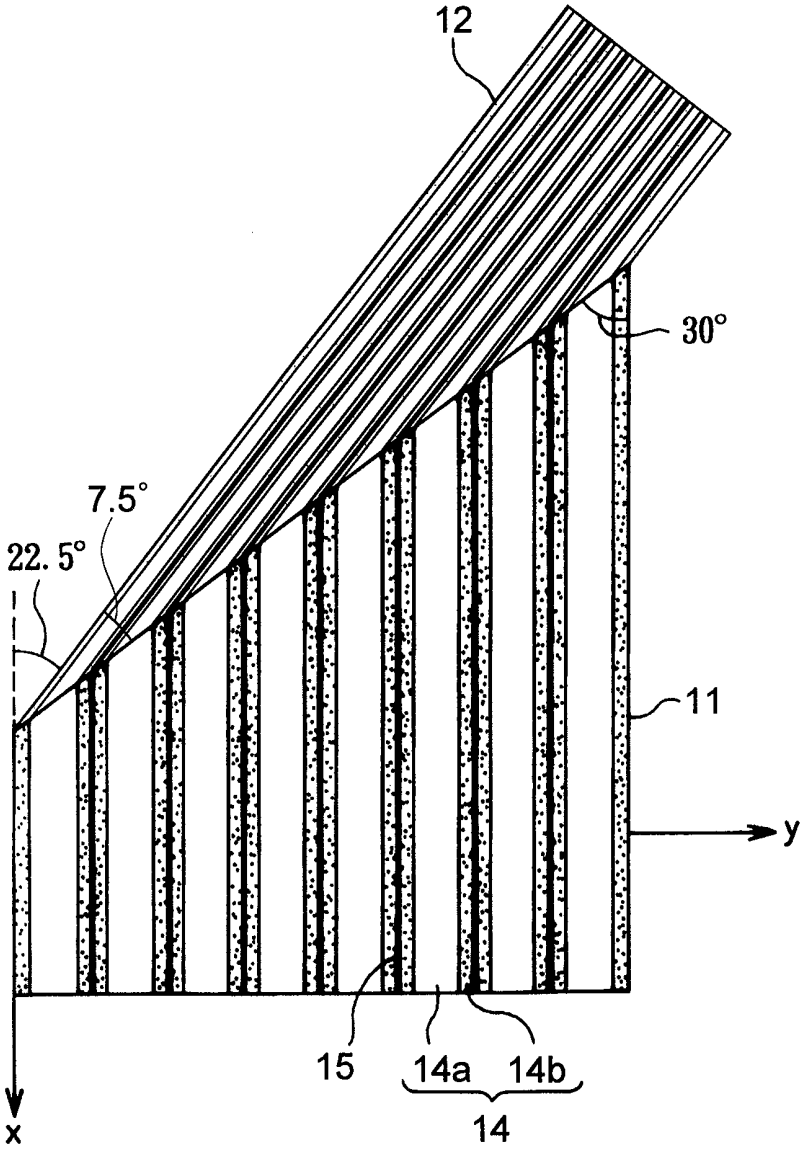


図1

図2



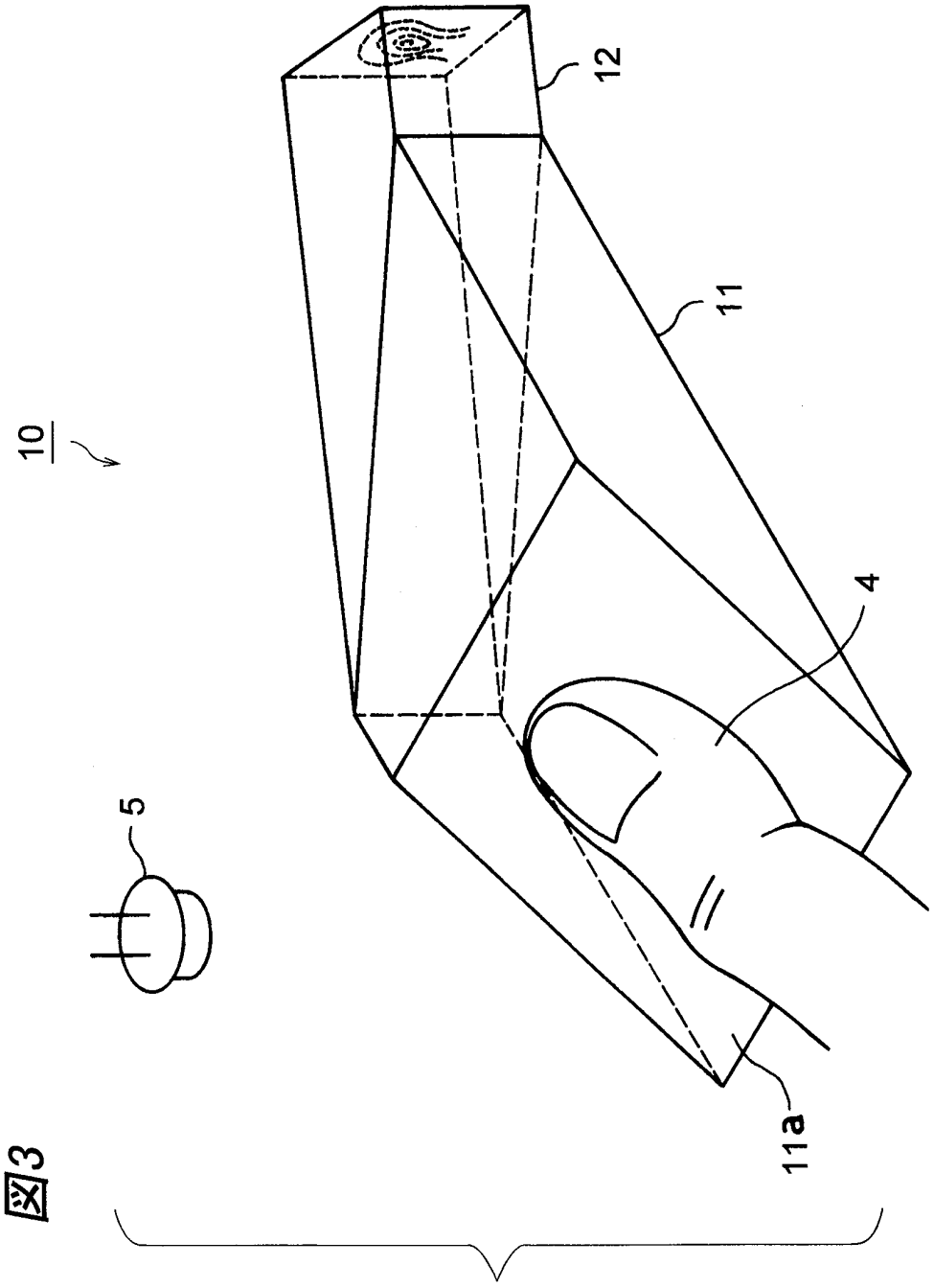


図3

図4

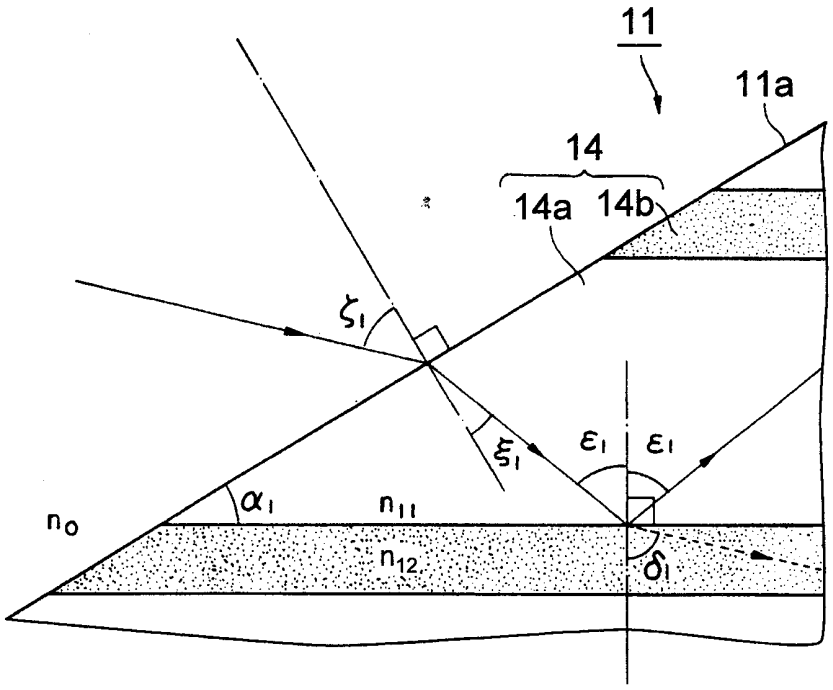
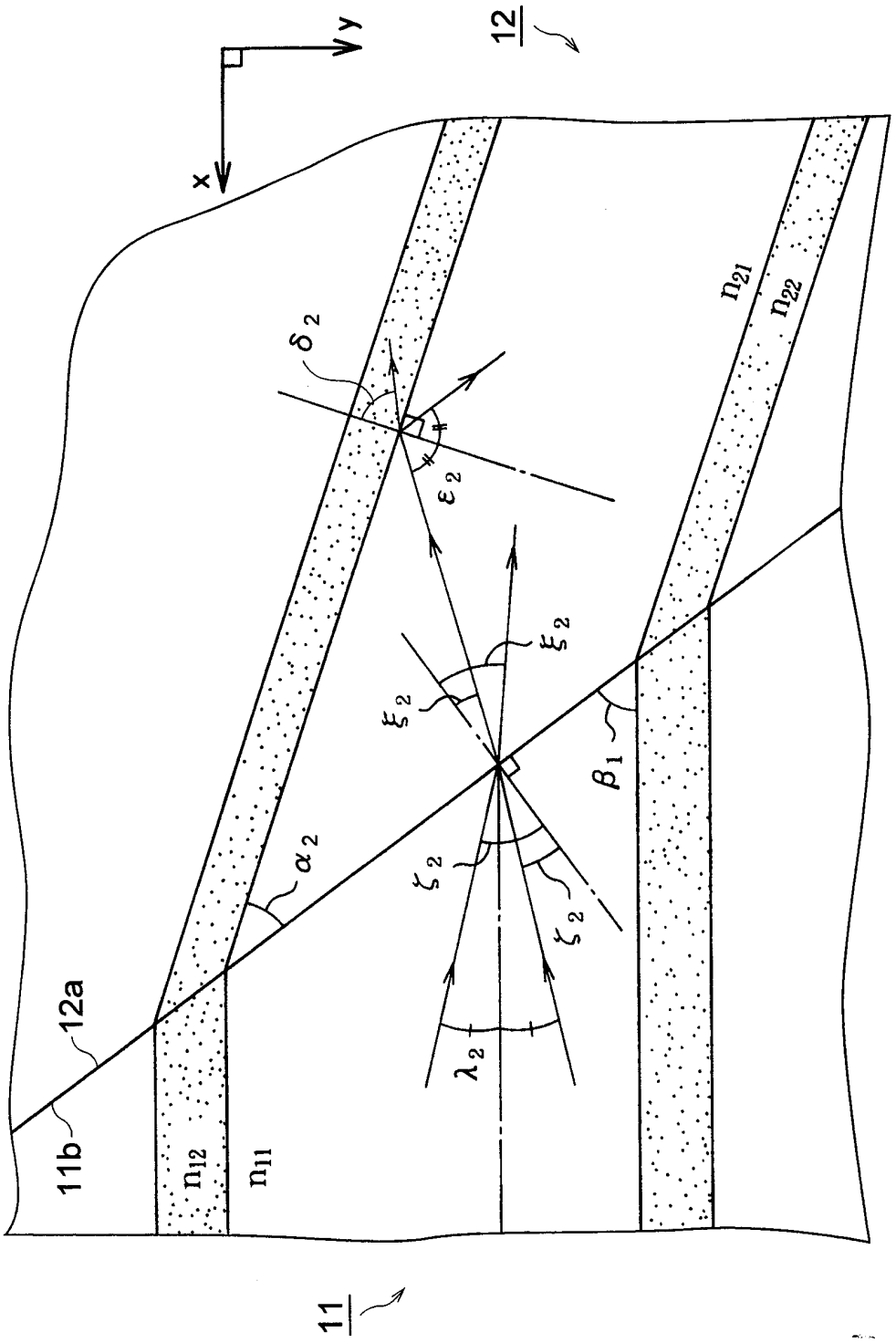

11
11a
14
14a
14b
ζ_1
ξ_1
ε_1
ε_1
α_1
n_0
n_{11}
n_{12}
δ_1

図5



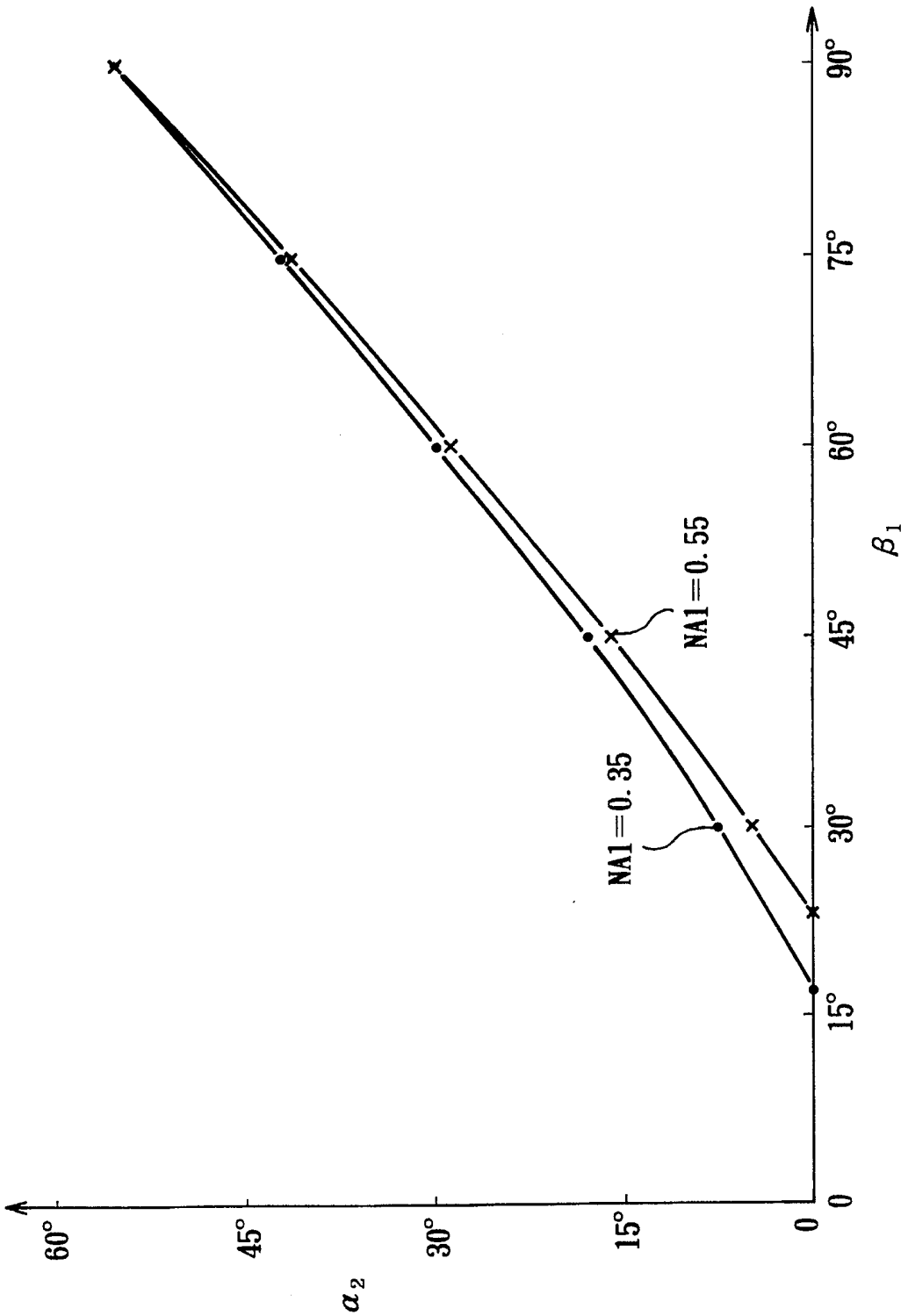
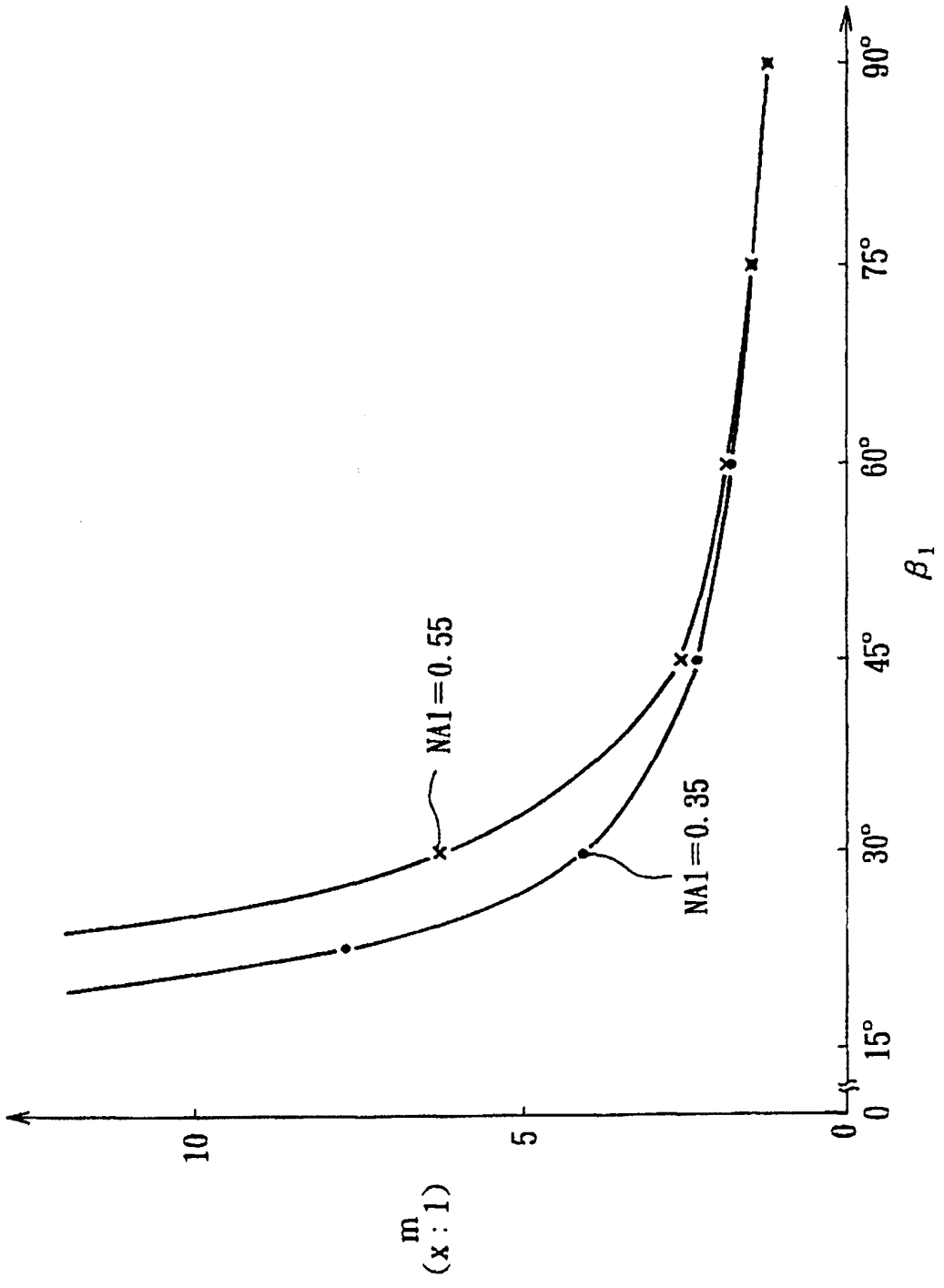


図6

図7



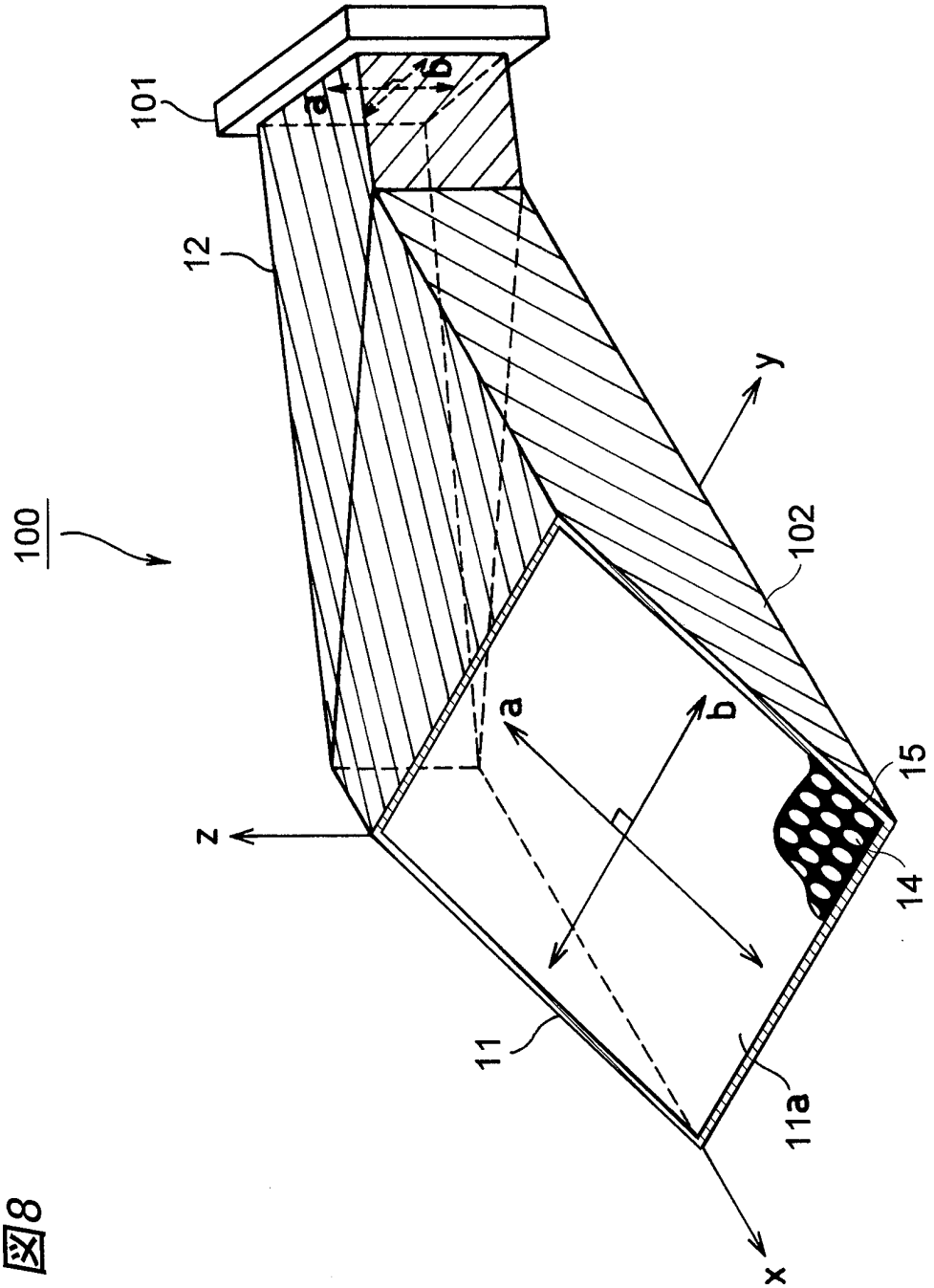


図8

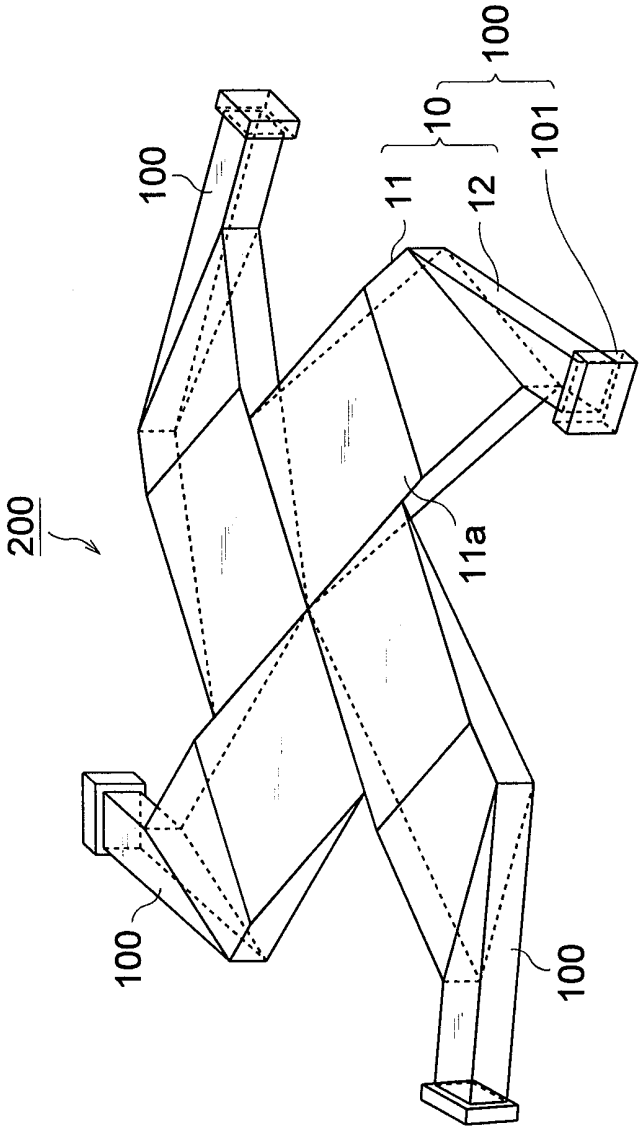


図9

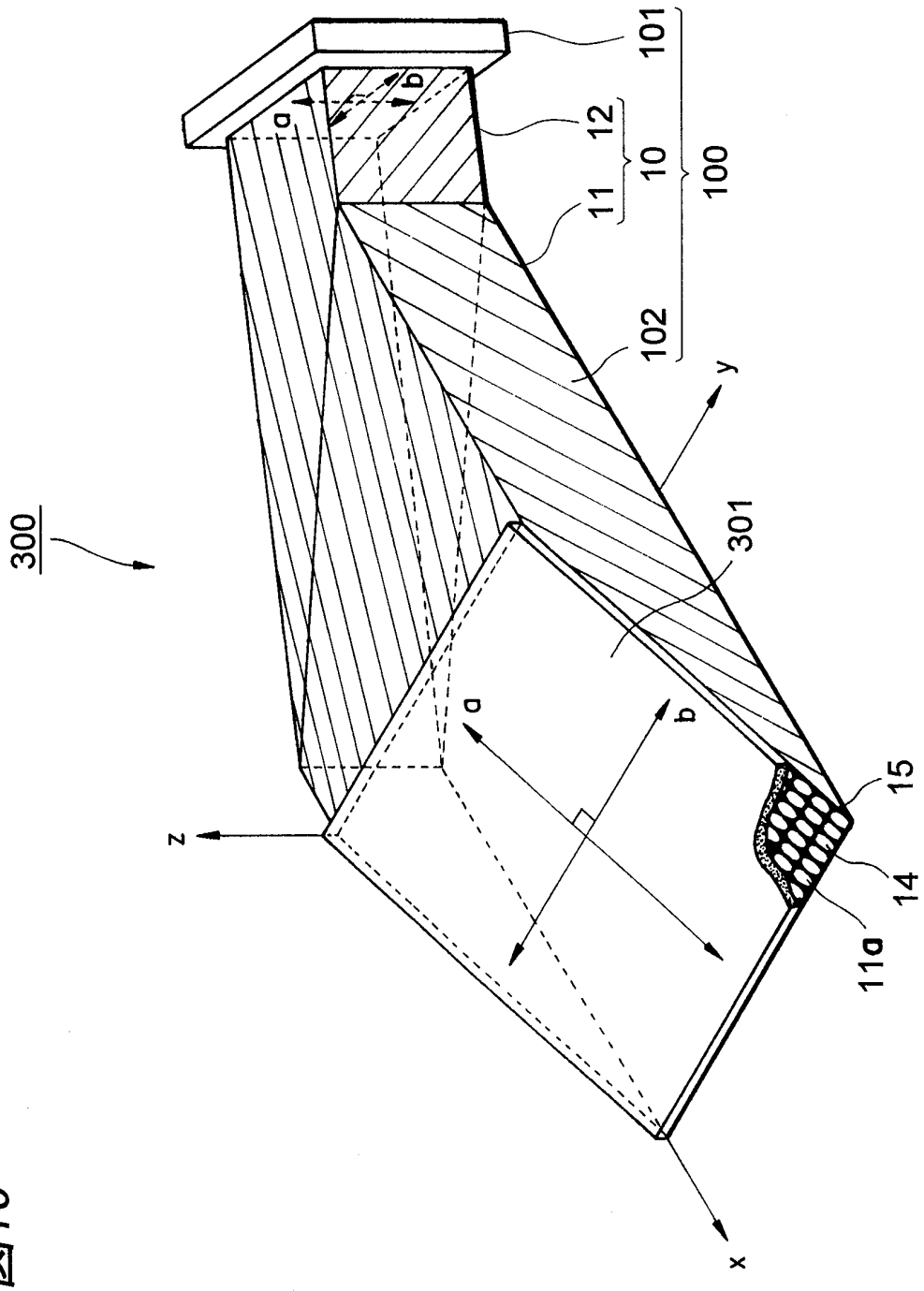


図10

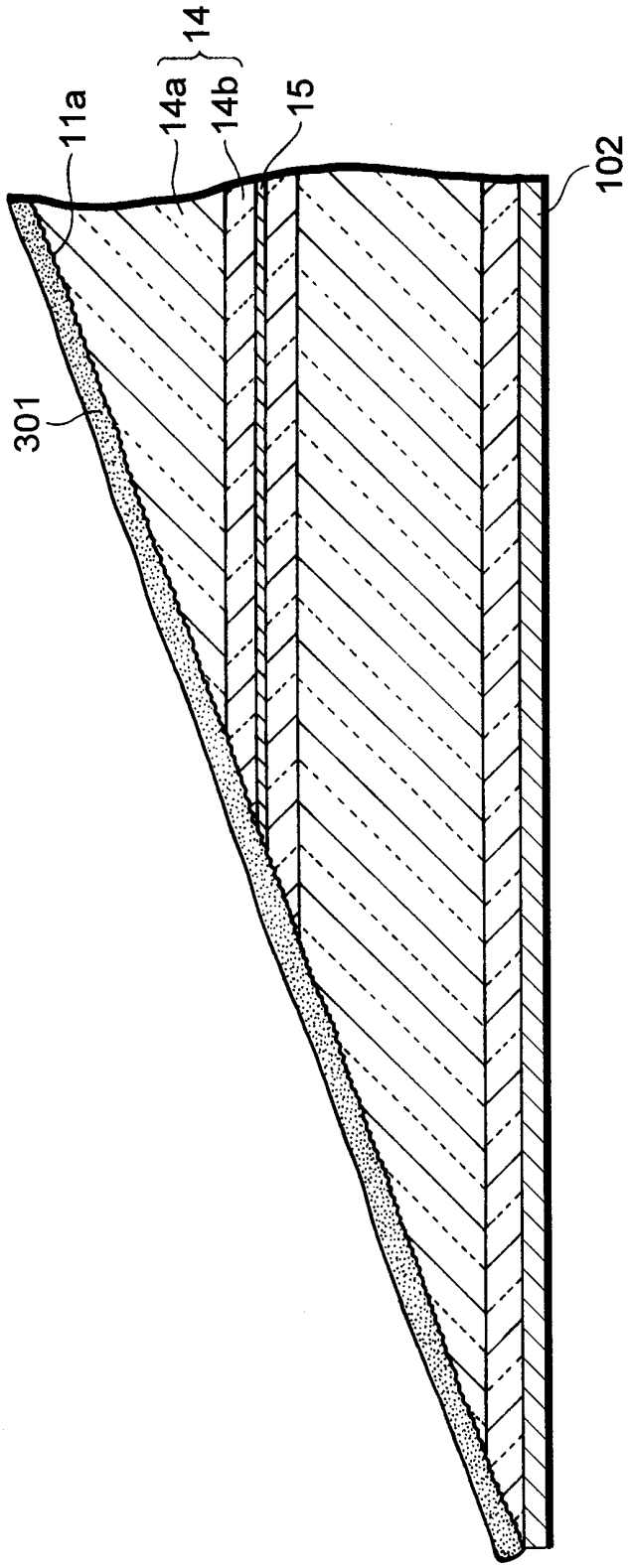


図11

図12

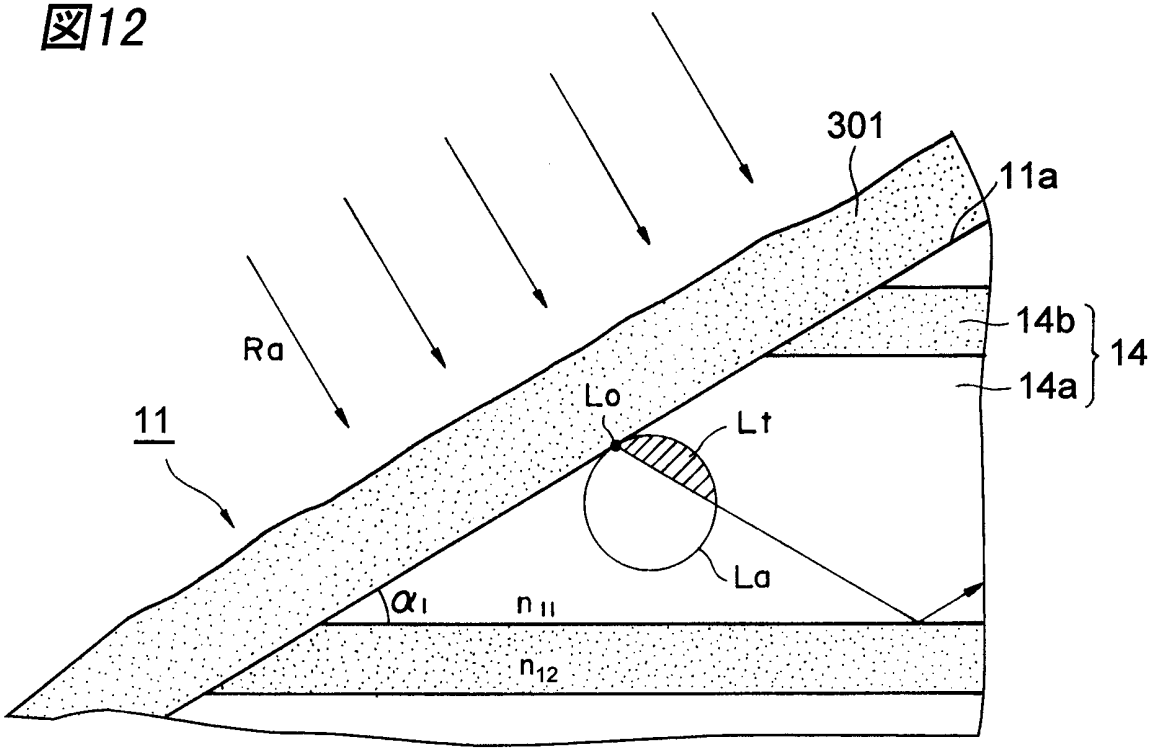
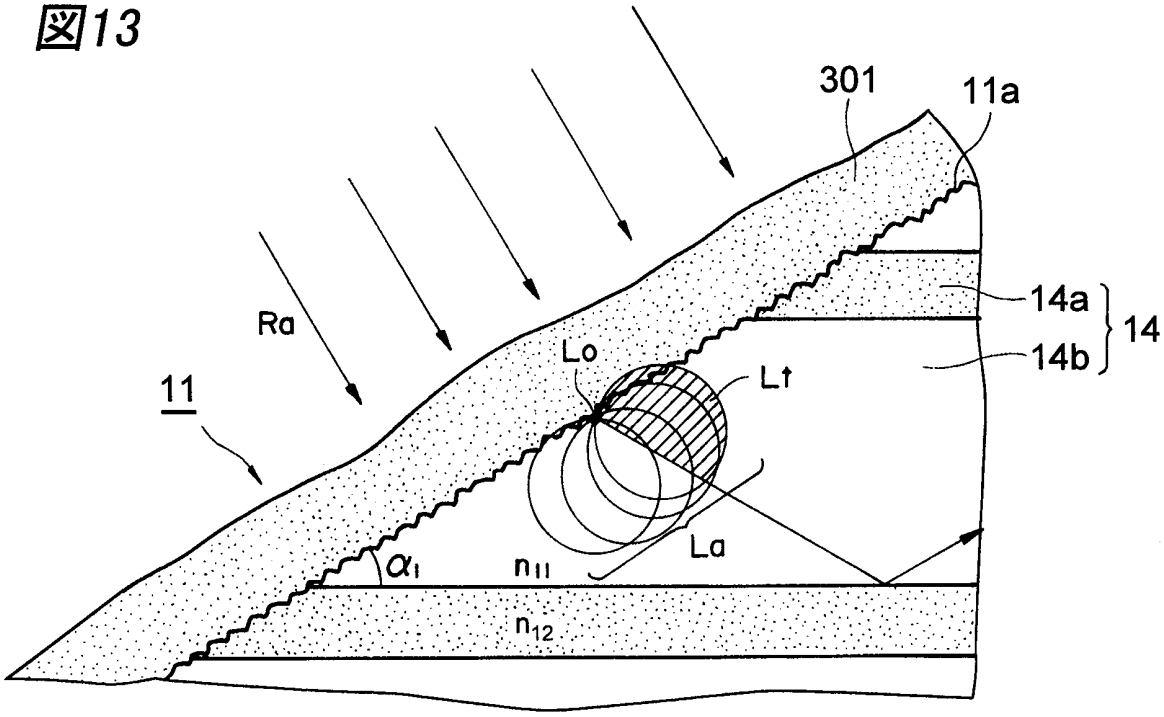

301
11a
14b
14
14a
Ra
Lo
Lt
11
La
α1
n11
n12

図13


301
11a
14a
14
14b
Ra
Lo
Lt
11
La
α1
n11
n12

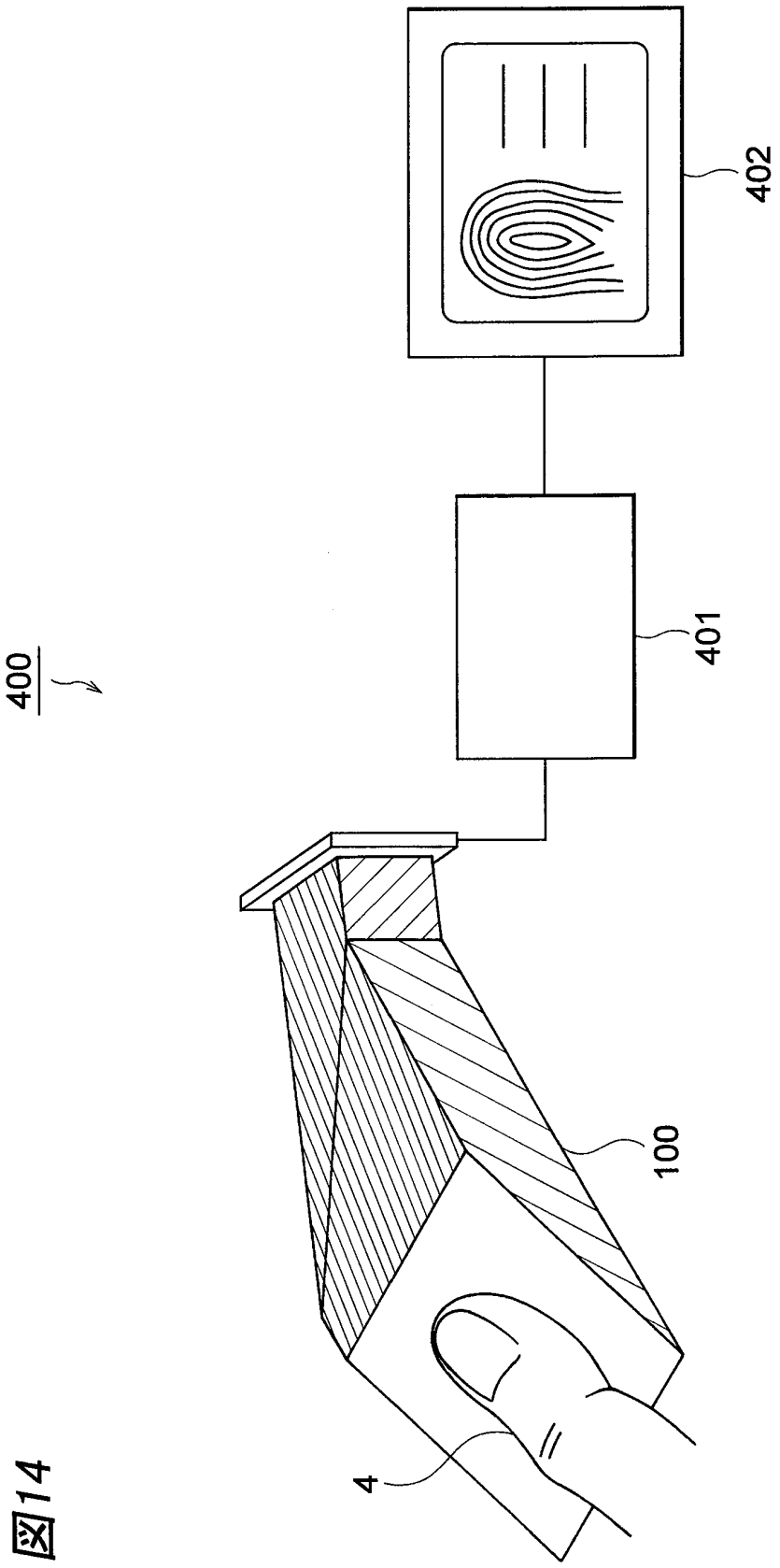


図14

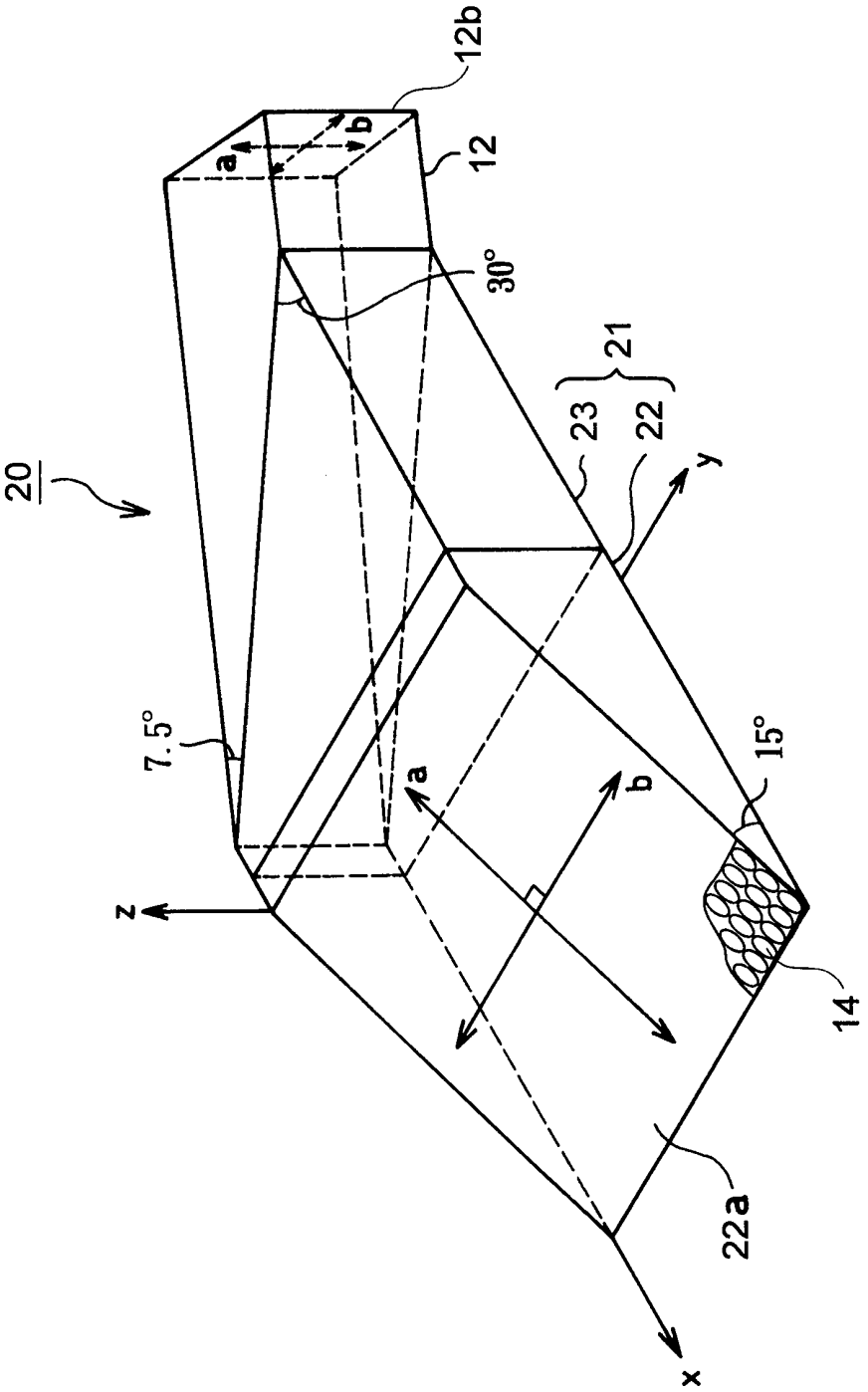
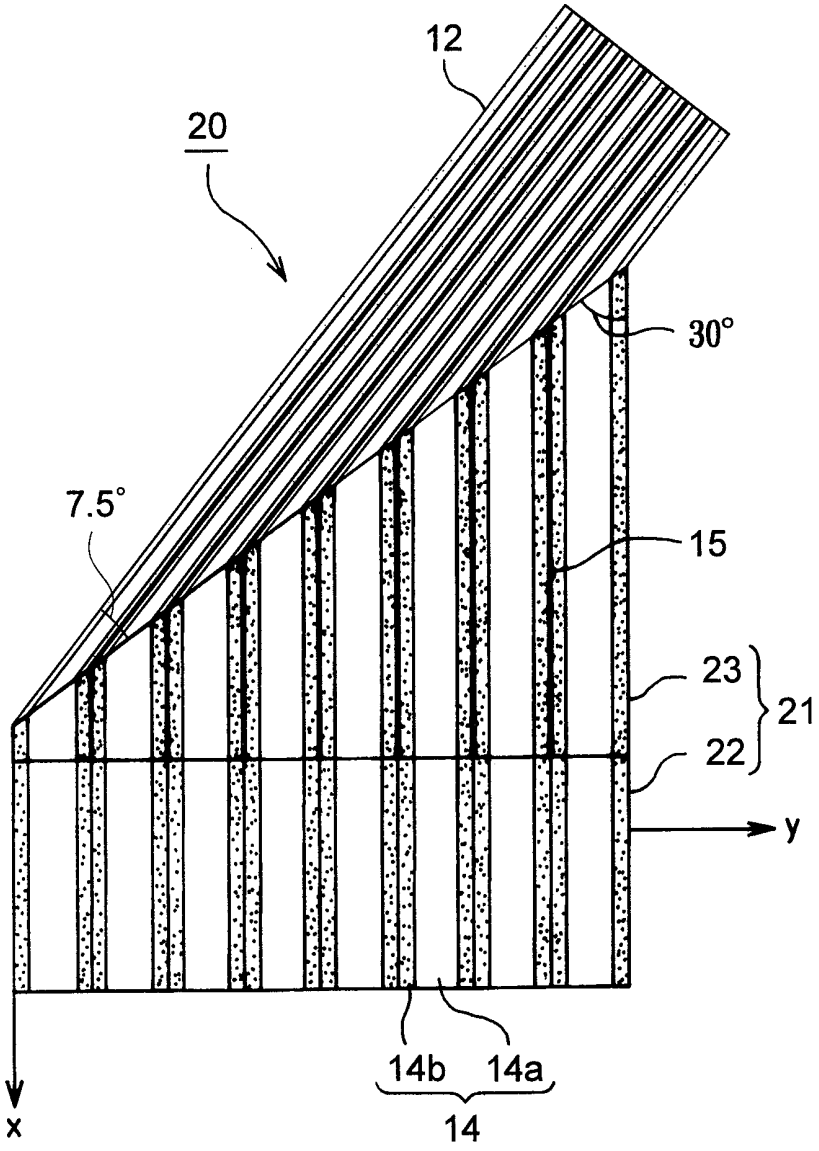


図15

図16



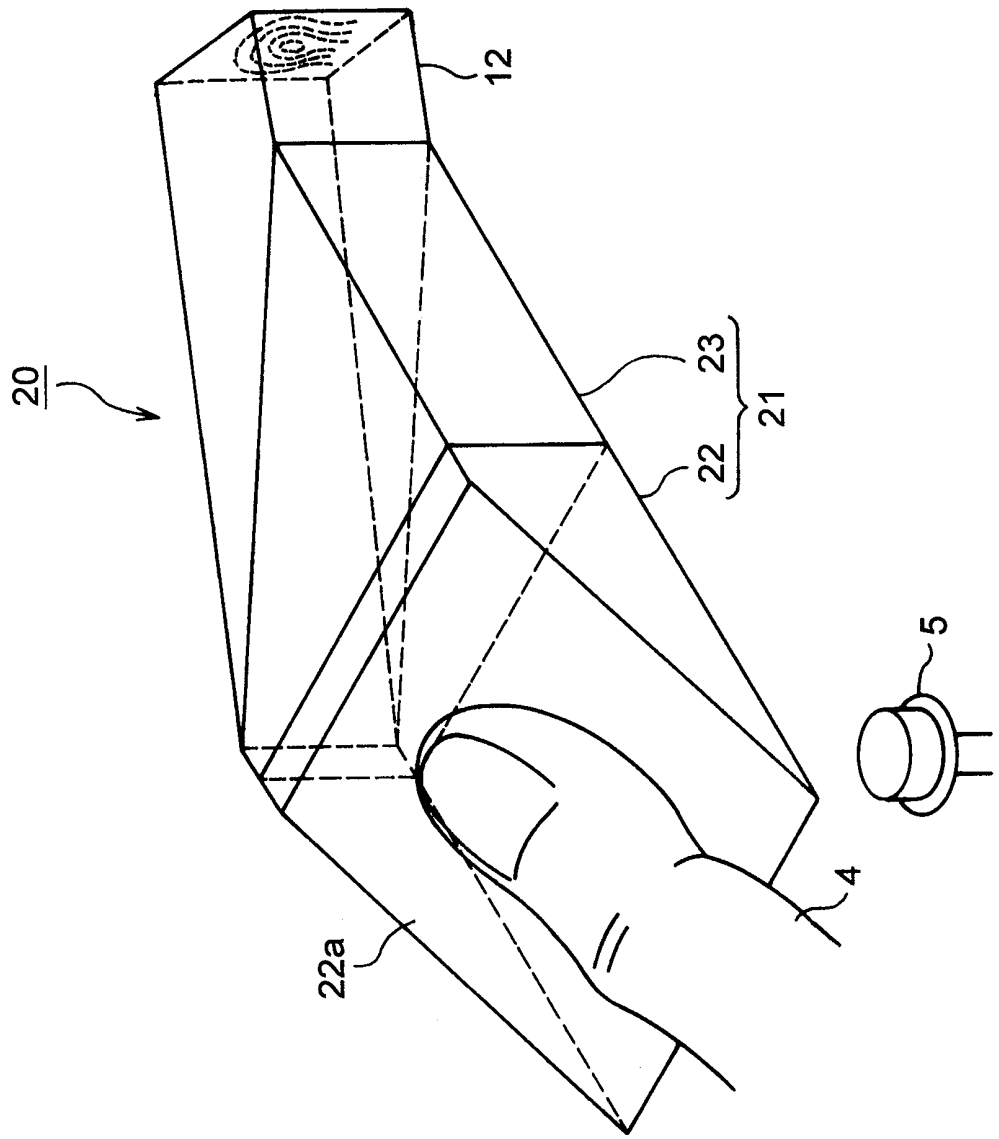


図17

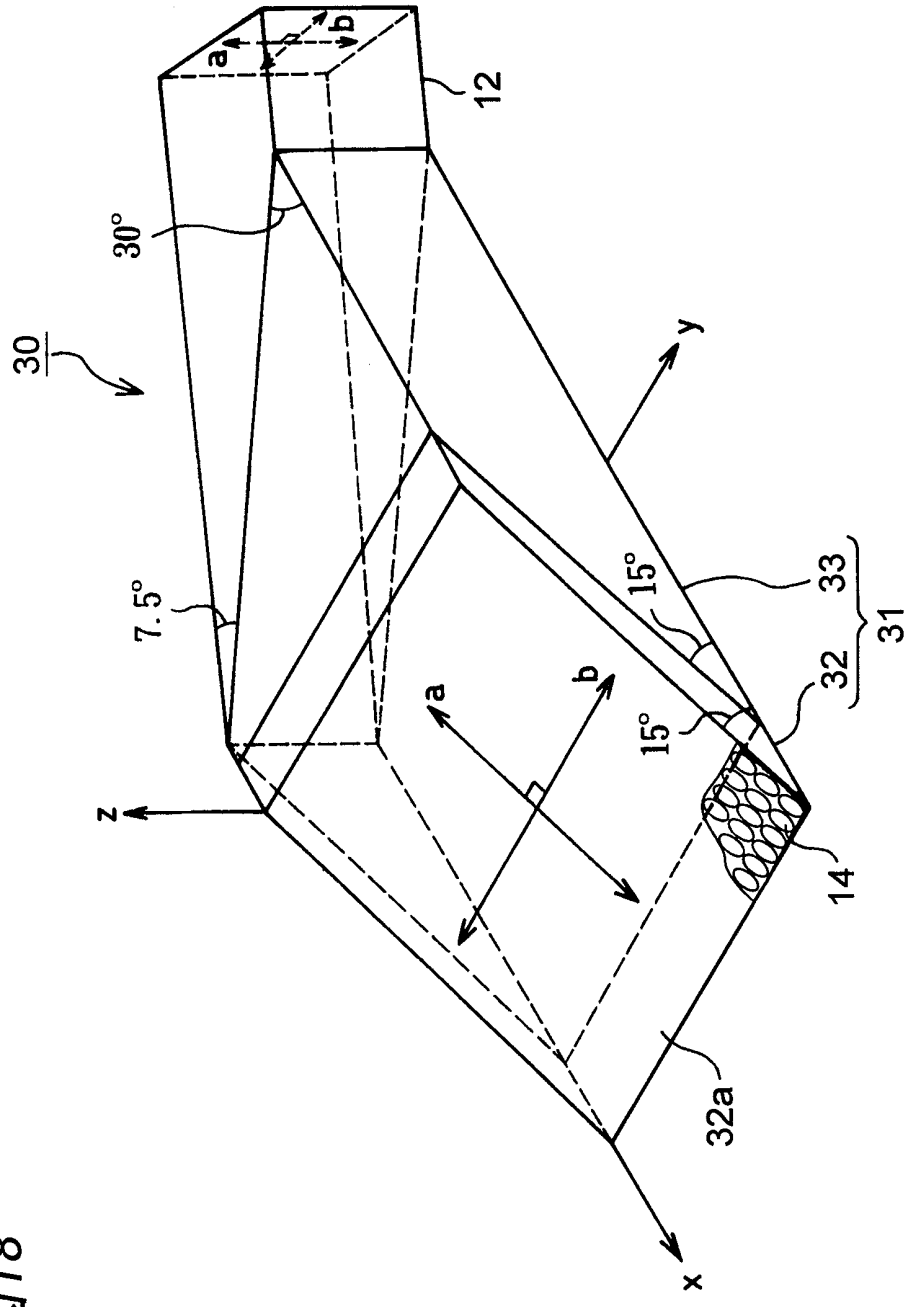
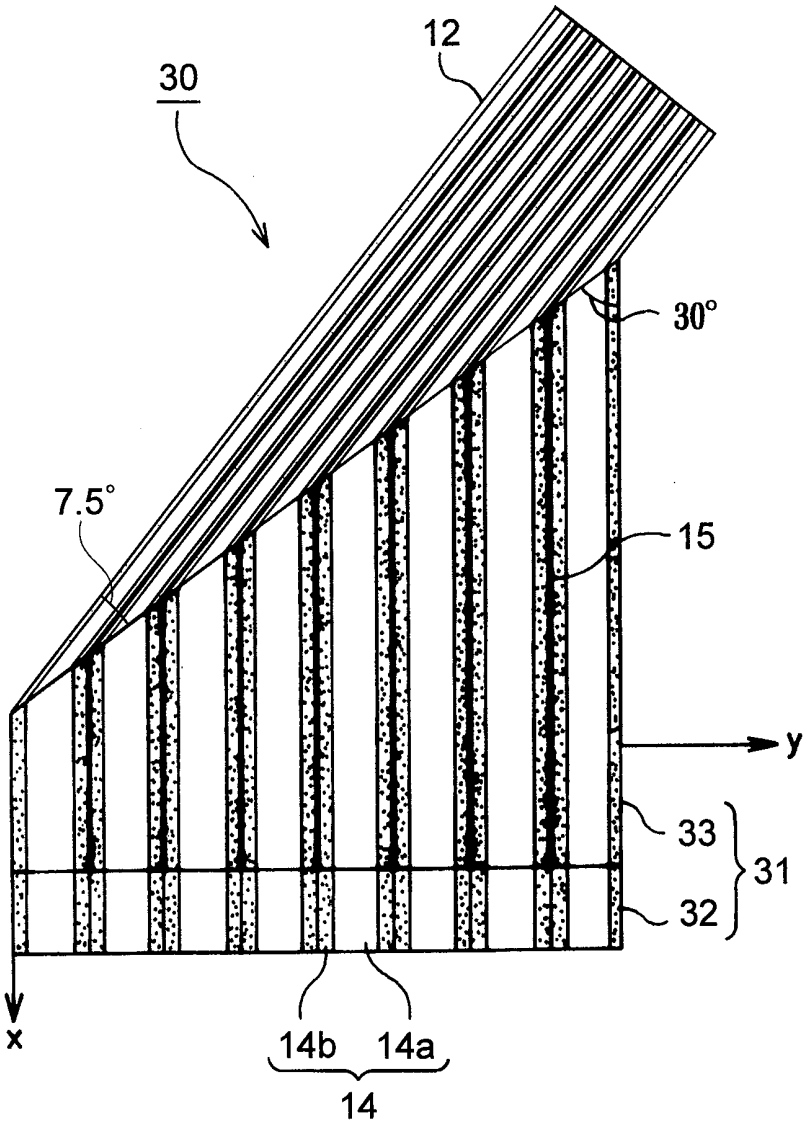


図18

図19



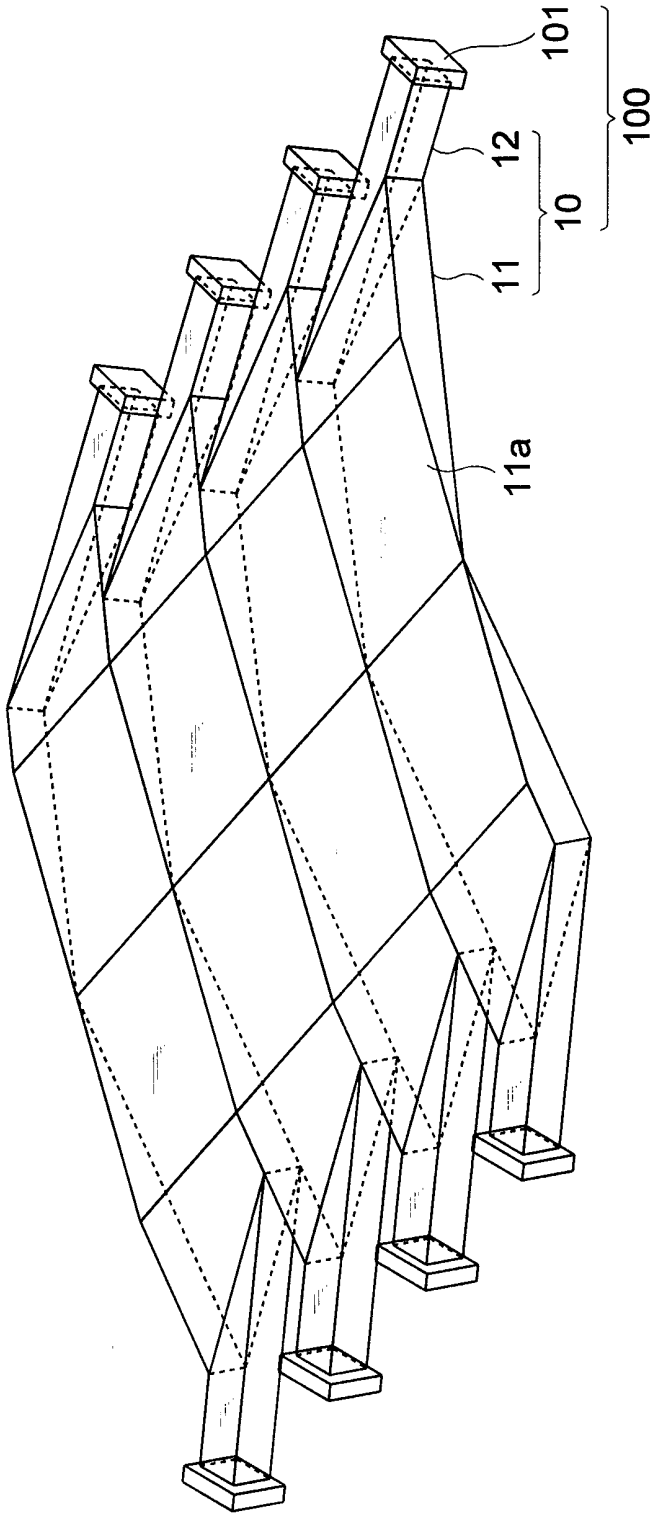


図20

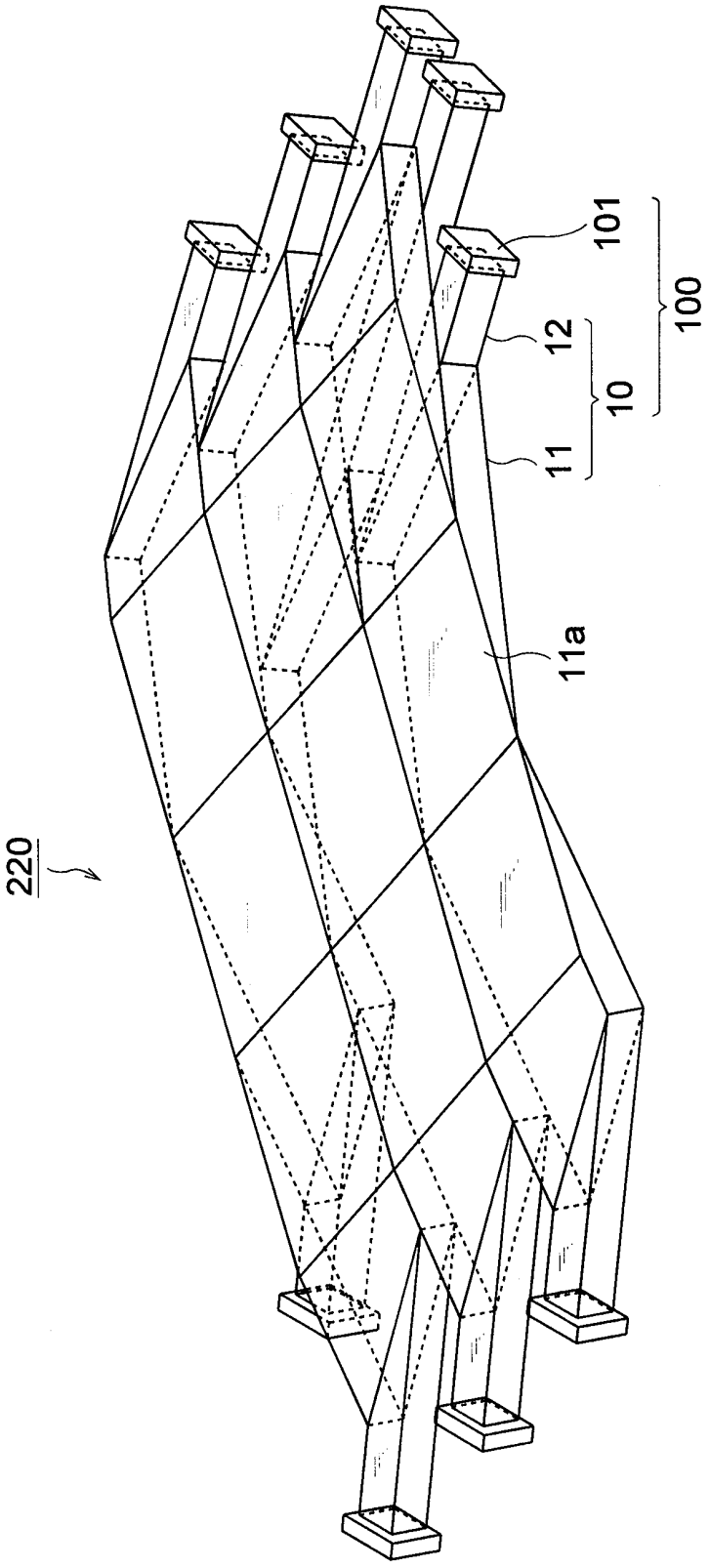


図21

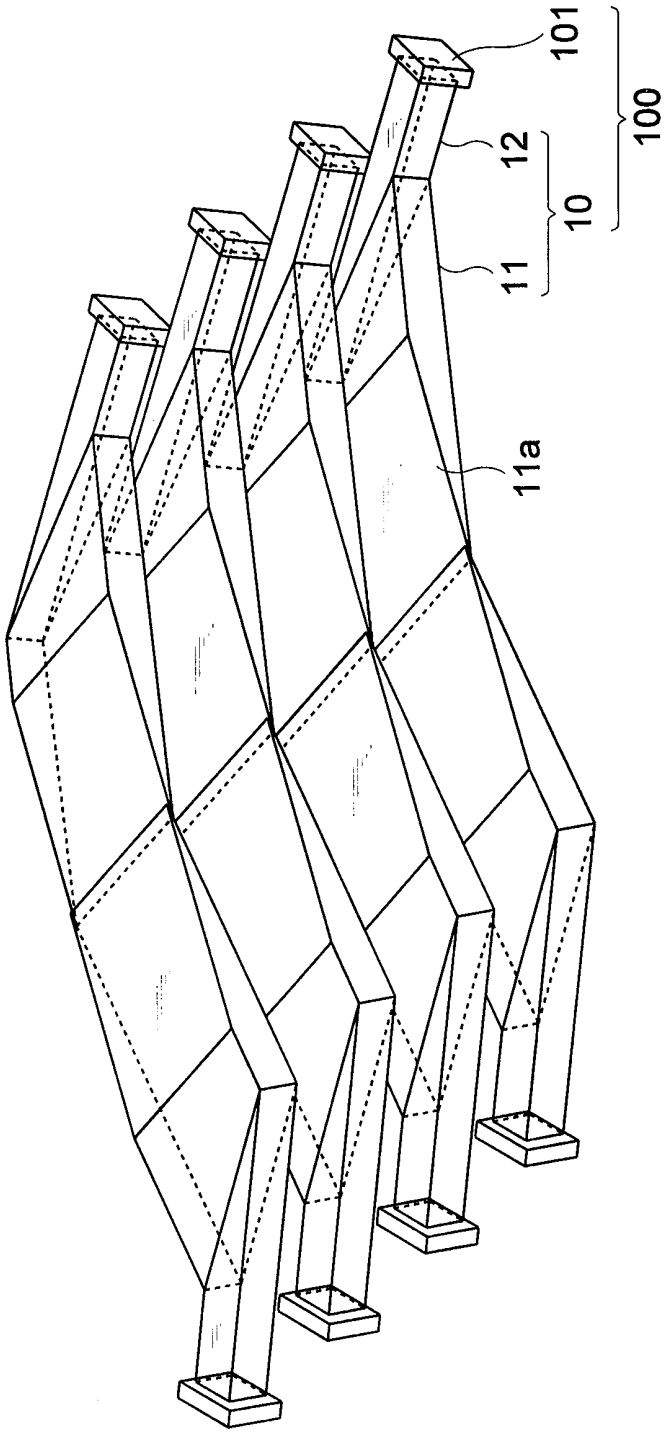


図22

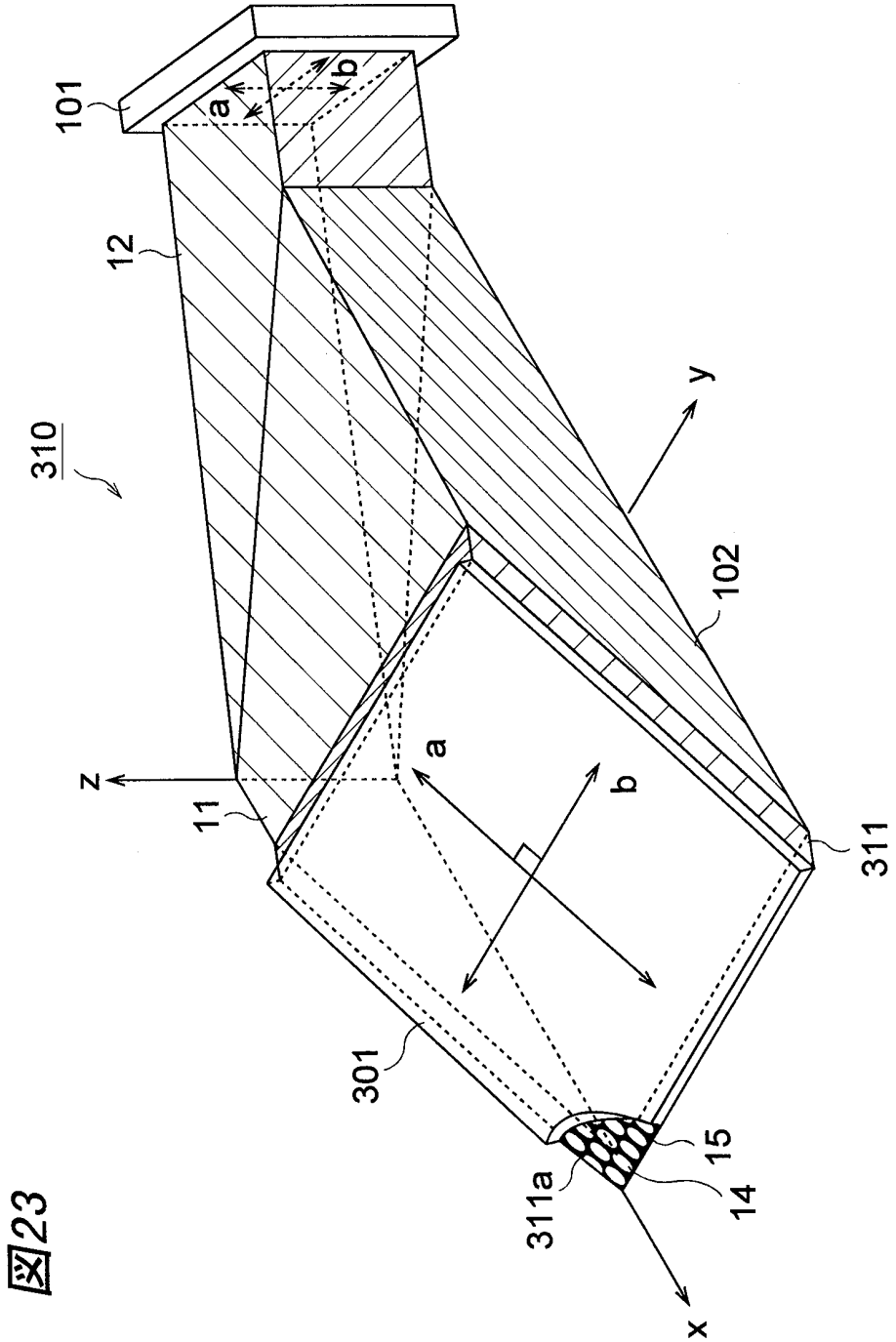


図23

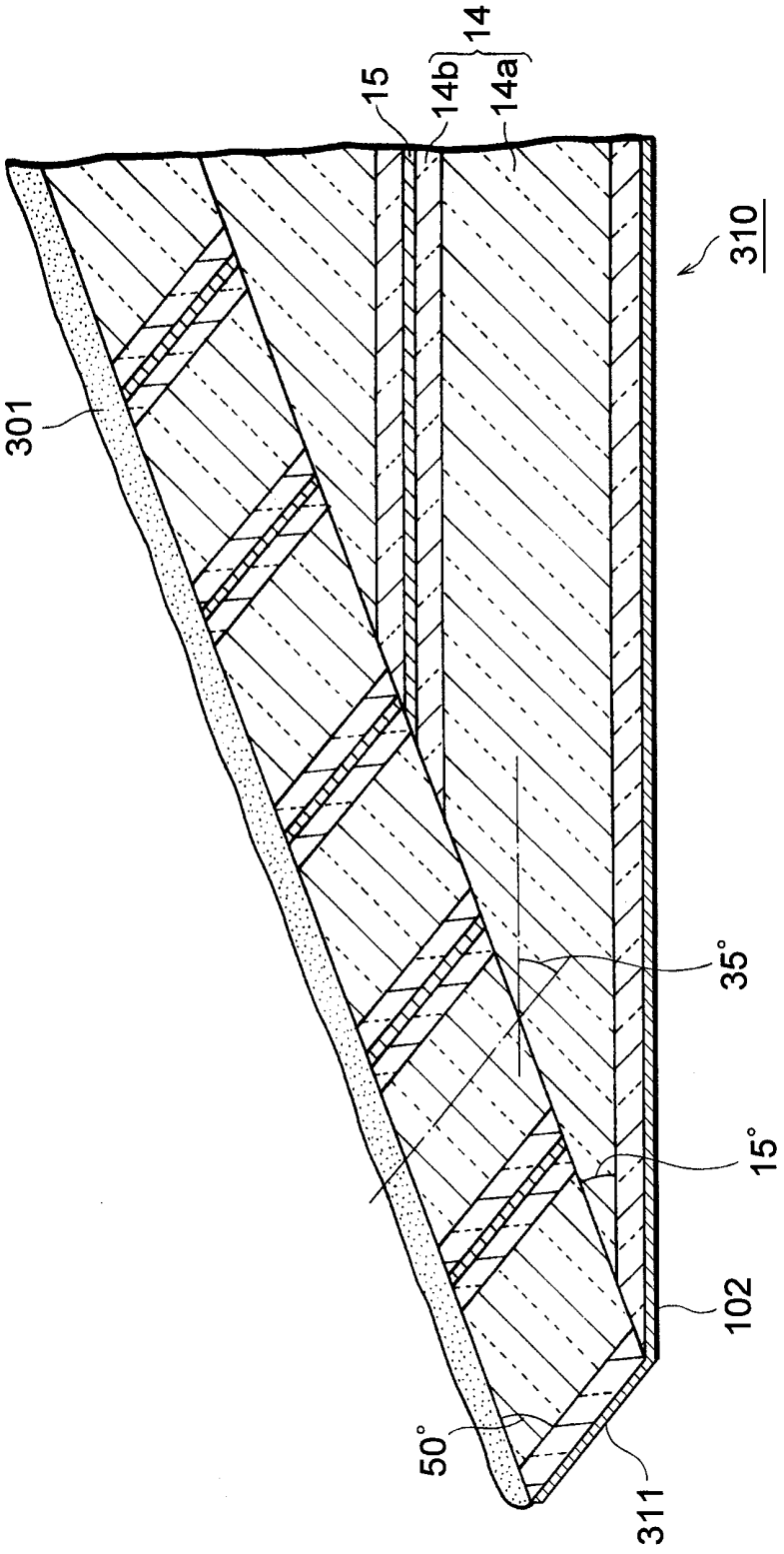


図24

図25

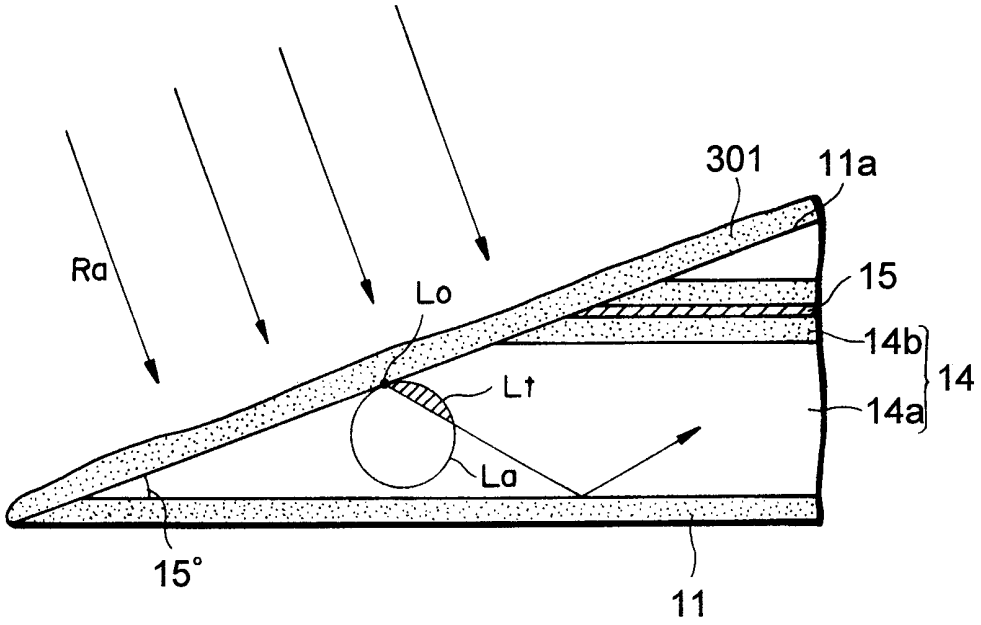
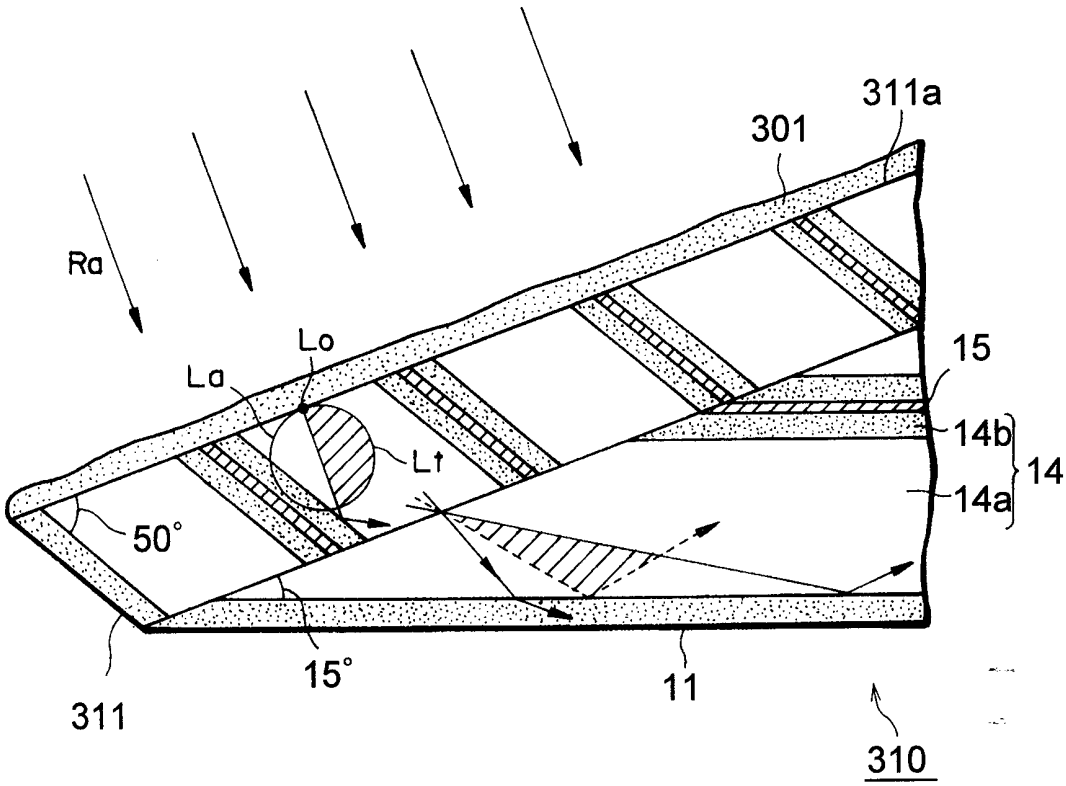

301
11a
Ra
Lo
15
14b
14
Lt
14a
La
15°
11

図26


311a
301
Ra
Lo
La
15
14b
14
Lt
14a
50°
15°
11
311
310

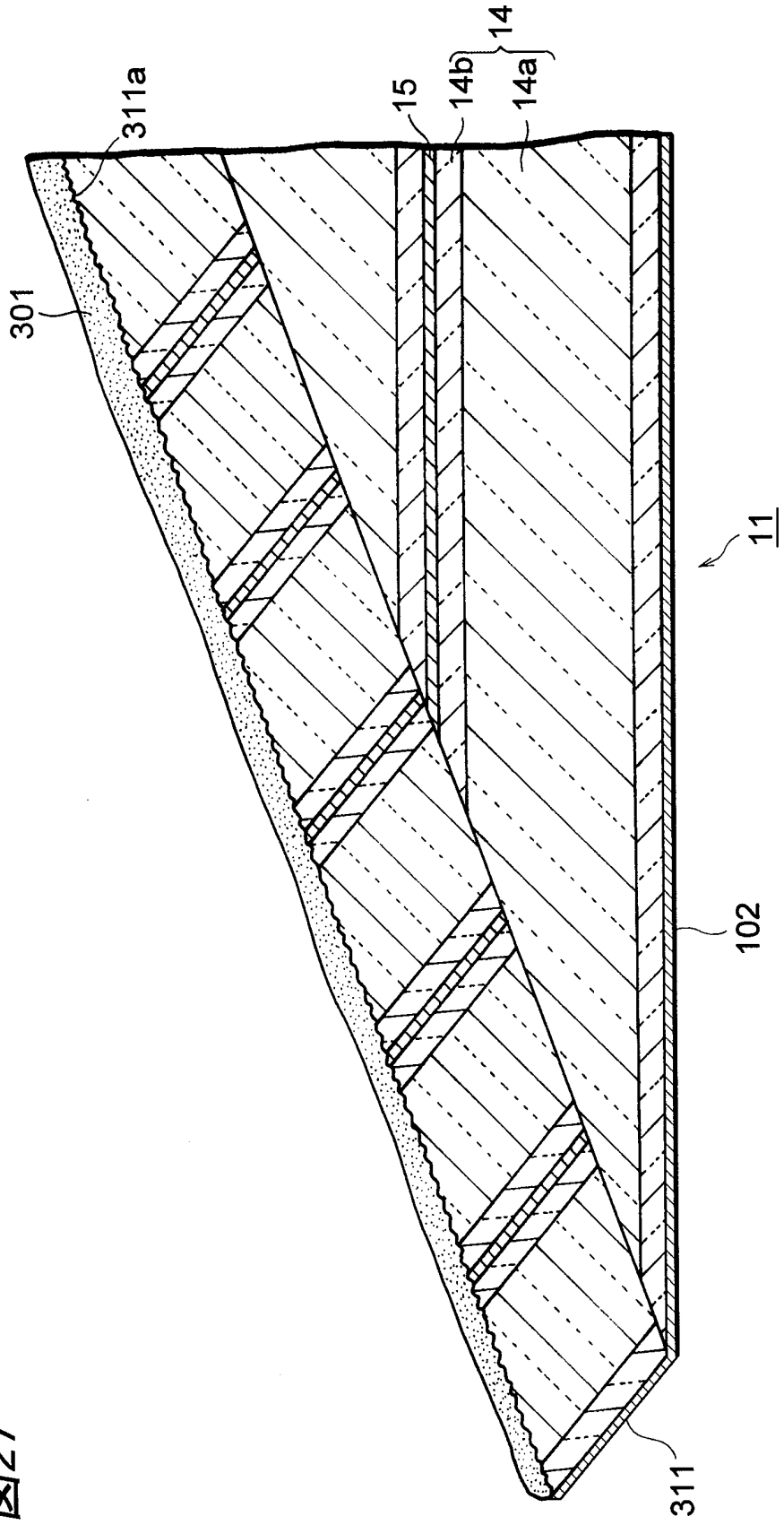


図27

図28

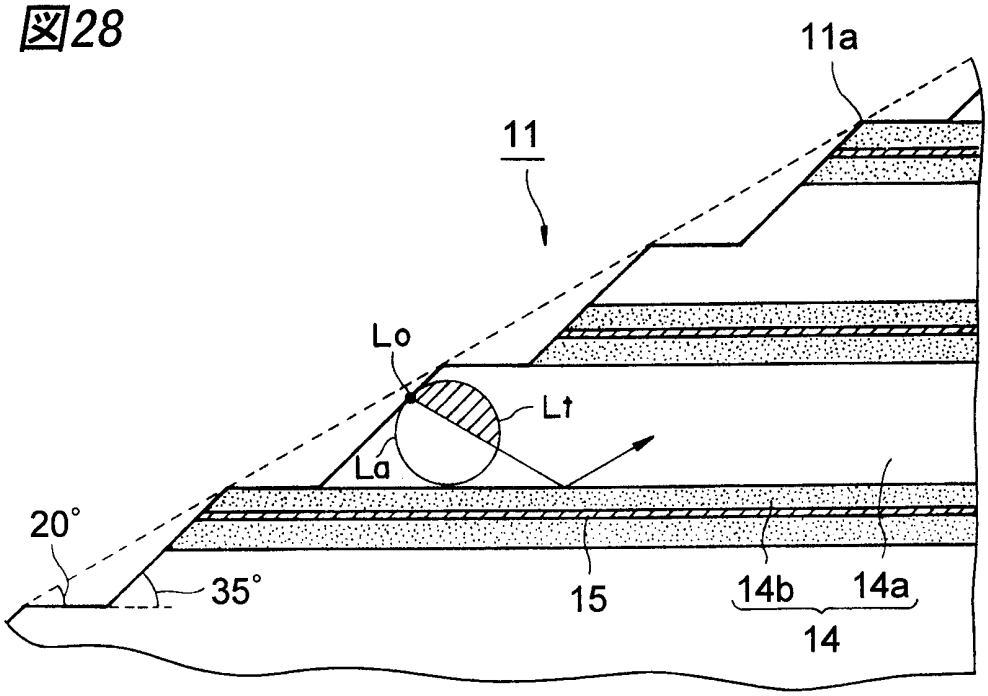


図29

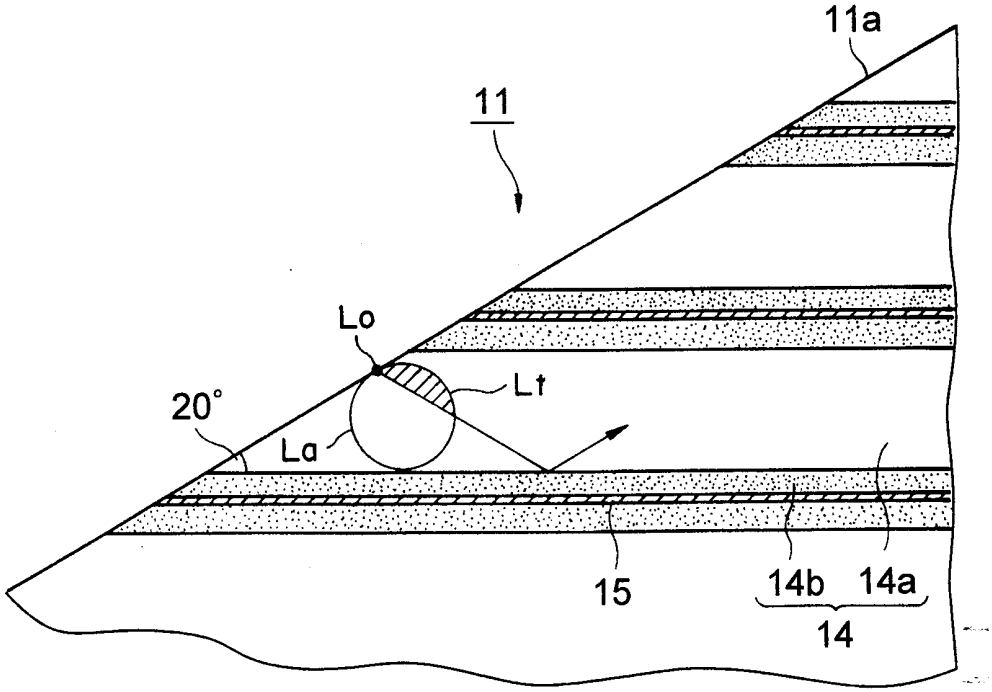
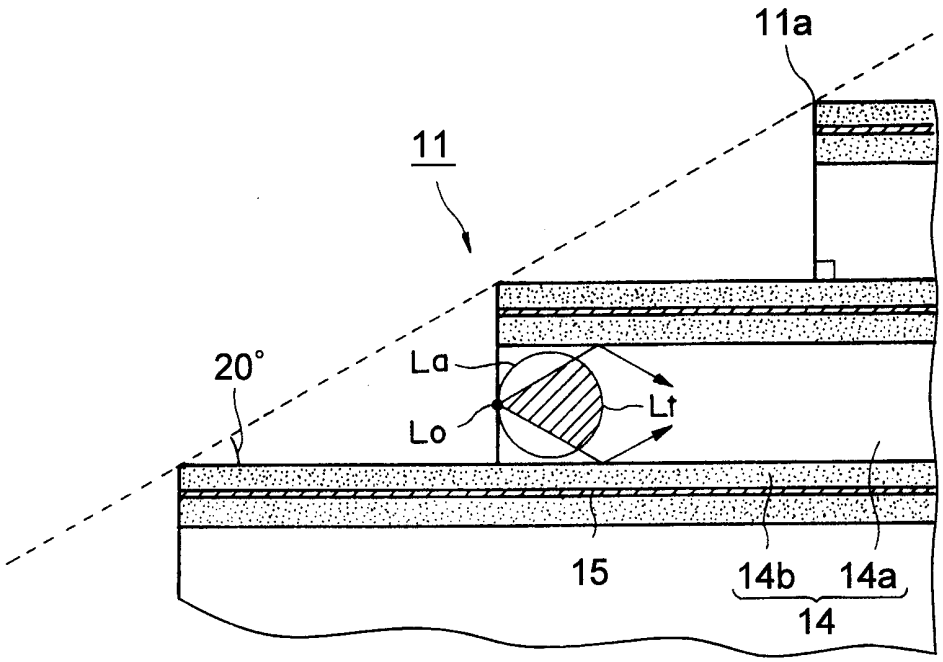


図30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP98/03393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[6] G02B6/06, G06T1/00, G01T1/00

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)
Int.Cl[6] G02B6/06, G02B6/04, G06T1/00, G01T1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1997 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1997
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1997 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1997

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 A	JP, 8-286048, A (Toppan Printing Co., Ltd.), 1 November, 1996 (01. 11. 96) (Family: none)	1-5, 7 6
Y	JP, 61-94005, A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 12 May, 1986 (12. 05. 86), Column 15, line 18 to column 16, line 5 (Family: none)	1-5, 7
Y	JP, 7-174947, A (Hamamatsu Photonics K.K.), 14 July, 1995 (14. 07. 95), Column 6, lines 39 to 42 (Family: none)	1-5, 7
Y	JP, 6-51142, A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 25 February, 1994 (25. 02. 94), Fig. 14 (Family: none)	4
Y	JP, 2-249537, A (N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken), 5 October, 1990 (05. 10. 90) & US, 5008547, A & EP, 372122, A1	5

[X] 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 document 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	Date of mailing of the international search report
11 November, 1998 (11. 11. 98)	24 November, 1998 (24. 11. 98)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP98/03393

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, 8-315143, A (Mitsubishi Electric Bldg., Techno Service Co., Ltd.), 29 November, 1996 (29. 11. 96) (Family: none)	7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ９８／０３３９３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int. Cl[6]　Ｇ０２Ｂ６／０６，　Ｇ０６Ｔ１／００，　Ｇ０１Ｔ１／００

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[6]　Ｇ０２Ｂ６／０６，　Ｇ０２Ｂ６／０４，　Ｇ０６Ｔ１／００，　Ｇ０１Ｔ１／００

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	１９２６－１９９７年
日本国公開実用新案公報	１９７１－１９９７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－１９９７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－１９９７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	関連する請求の範囲の番号
Ｙ Ａ	ＪＰ，８－２８６０４８，Ａ（凸版印刷株式会社）１．１１月．１９９６（０１．１１．９６）（ファミリーなし）	１－５，７ ６
Ｙ	ＪＰ，６１－９４００５，Ａ（三菱レイヨン株式会社）１２．５月．１９８６（１２．０５．８６），第１５欄，第１８行～第１６欄，第５行（ファミリーなし）	１－５，７
Ｙ	ＪＰ，７－１７４９４７，Ａ（浜松ホトニクス株式会社）１４．７月．１９９５（１４．０７．９５），第６欄，第３９－４２行（ファミリーなし）	１－５，７

☒ 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」先行文献ではあるが、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 １１．１１．９８	国際調査報告の発送日　24.11.98
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　２Ｋ　９３１５ 岡田　吉美　印 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５

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	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＪＰ，６－５１１４２，Ａ（三洋電機株式会社）２５．２月．１９９４（２５．０２．９４），図１４（ファミリーなし）	４
Ｙ	ＪＰ，２－２４９５３７，Ａ（エヌ　ベー　フイリツプス　フルーイランペンフアブリケン）５．１０月．１９９０（０５．１０．９０）＆ＵＳ，５００８５４７，Ａ＆ＥＰ，３７２１２２，Ａ１	５
Ｙ	ＪＰ，８－３１５１４３，Ａ（三菱電機ビルテクノサービス株式会社）２９．１１月．１９９６（２９．１１．９６）（ファミリーなし）	７