

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-300617

(P2009-300617A)

(43) 公開日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 6/122 (2006.01)	G02B 6/12 A	2H137
G02B 6/42 (2006.01)	G02B 6/12 B	2H147
H01L 31/0232 (2006.01)	G02B 6/42	5F088
H01S 5/022 (2006.01)	H01L 31/02 C	5F173
	H01S 5/022	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-153457 (P2008-153457)
 (22) 出願日 平成20年6月11日 (2008.6.11)

(71) 出願人 000005496
 富士ゼロックス株式会社
 東京都港区赤坂九丁目7番3号
 (74) 代理人 100090583
 弁理士 田中 清
 (74) 代理人 100098110
 弁理士 村山 みどり
 (72) 発明者 森 久佳
 神奈川県足柄上郡中井町境430 グリー
 ンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
 (72) 発明者 浜田 勉
 神奈川県足柄上郡中井町境430 グリー
 ンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内

最終頁に続く

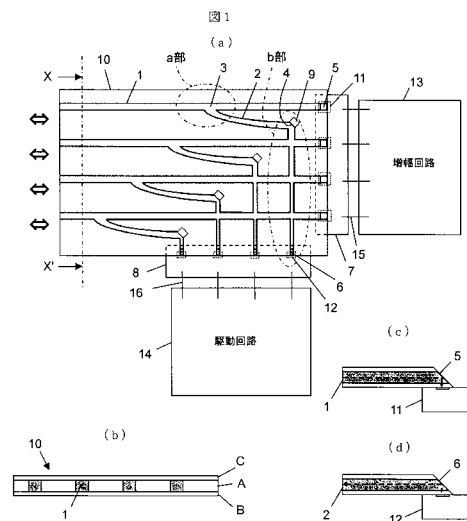
(54) 【発明の名称】 導光板および光モジュール

(57) 【要約】

【課題】 双方向に光信号を伝達する光導波路を複数設けて多ビット化を図る場合に、この種の光導波路を有する装置を単純に組み合わせたものと比べ、小型の導光板および光モジュールを提供する。

【解決手段】 導光板10は、並列配置された複数の第一の光導波路1と、第一の光導波路1の途中の分岐部3から分岐して別の1つまたは複数の第一の光導波路1を横切って延びる第二の光導波路2とを備える。光モジュールは、導光板10と、第一の光導波路1の一方の端部に光学的に結合される受光素子11と、第二の光導波路2の分岐側とは反対側の端部に光学的に結合される発光素子12とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

並列配置された複数の第一の光導波路と、前記第一の光導波路の途中から分岐して別の 1 つまたは複数の前記第一の光導波路を横切って延びる第二の光導波路とを備えた導光板。

【請求項 2】

前記第二の光導波路が複数の前記第一の光導波路を横切る場合に、前記第二の光導波路の幅が、前記第一の光導波路を横切る毎に段階的に狭くされる請求項 1 記載の導光板。

【請求項 3】

前記第二の光導波路を分岐する前記第一の光導波路とそれに隣接する別の前記第一の光導波路との間の前記第二の光導波路に光反射傾斜面を備えた請求項 1 または 2 記載の導光板。

【請求項 4】

前記第二の光導波路を分岐する前記第一の光導波路と前記光反射傾斜面との間の前記第二の光導波路の幅が、前記光反射傾斜面と前記隣接する別の前記第一の光導波路との間の前記第二の光導波路の幅より広くされる請求項 3 記載の導光板。

【請求項 5】

前記光反射傾斜面が全反射傾斜面である請求項 3 または 4 記載の導光板。

【請求項 6】

前記第二の光導波路が前記第一の光導波路を横切ることにより形成される前記第一の光導波路と第二の光導波路の交差部の屈折率が、前記第一および第二の光導波路の屈折率より大きくされる請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の導光板。

【請求項 7】

前記第二の光導波路を分岐する前記第一の光導波路の分岐部の屈折率が、前記第一および第二の光導波路の屈折率より大きくされる請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の導光板。

【請求項 8】

前記第二の光導波路が前記第一の光導波路を垂直に横切る請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の導光板。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の導光板と、前記導光板の第一の光導波路の一方の端部に光学的に結合される受光素子と、前記導光板の第二の光導波路の分岐側とは反対側の端部に光学的に結合される発光素子とを備えた光モジュール。

【請求項 10】

前記第一の光導波路の一方の端部および前記第二の光導波路の分岐側とは反対側の端部の少なくとも一方が光反射傾斜面を有し、前記光反射傾斜面を介して対応する前記受光素子および前記発光素子の少なくとも一方に光学的に結合される請求項 9 記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、導光板および光モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

光信号の授受を 1 本の光導波路を介して行う 1 芯双方向光モジュールにおいては、光モジュールから光信号を送出する場合には外部伝送媒体を光モジュール内の発光素子と結合する必要があり、外部伝送媒体から光信号を受ける場合には光モジュール内の受光素子を外部伝送媒体と結合する必要がある。このような構成を実現するために、例えば Y 分岐形状またはそれと類似形状の光導波路を用いて光モジュール内の発光素子および受光素子と外部伝送媒体との結合を行うことが知られている。

【0003】

10

20

30

40

50

例えば、特許文献 1 には、光ファイバと光学的に結合し、光ファイバから入射した光を受光素子に導く主導波路と、主導波路における光軸方向に対する側部にて主導波路と光学的に結合し、発光素子から出射された光を主導波路を介して光ファイバに導く副導波路とを有する双方向光通信器が開示されている。特許文献 2 には、一端が共通送受信ポートとなり他端が受信ポートとなる、双方向に信号光を導波し得る直線状に伸びた第 1 の導波路と、前記受信ポート側の前記第 1 の導波路に対し鋭角で一端が結合され他端が送信ポートとなる、前記第 1 の導波路に向けて信号光を導波する第 2 の導波路とを有する光導波路が開示されている。特許文献 3 には、導波路基板に分岐した径の異なる導波路を形成し、太い側の導波路の一端に受光素子を取り付け、他端に光ファイバを接続するとともに、細い側の導波路に発光素子を取り付けた光受動部品が開示されている。

10

【特許文献 1】特開平 1 1 - 2 7 1 5 4 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 2 6 4 3 3 9 号公報

【特許文献 3】特開昭 6 2 - 2 5 1 7 0 7 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

本発明の目的は、双方向に光信号を伝達する光導波路を複数設けて多ビット化を図る場合に、この種の光導波路を有する装置を単純に組み合わせたものと比べ、小型の導光板および光モジュールを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0 0 0 5】

本発明は、上記目的を達成するために、以下の導光板および光モジュールを提供する。

(1) 並列配置された複数の第一の光導波路と、前記第一の光導波路の途中から分岐して別の 1 つまたは複数の前記第一の光導波路を横切って延びる第二の光導波路とを備えた導光板。

(2) 前記第二の光導波路が複数の前記第一の光導波路を横切る場合に、前記第二の光導波路の幅が、前記第一の光導波路を横切る毎に段階的に狭くされる上記 (1) 記載の導光板。

(3) 前記第二の光導波路を分岐する前記第一の光導波路とそれに隣接する別の前記第一の光導波路との間の前記第二の光導波路に光反射傾斜面を備えた上記 (1) または (2) 記載の導光板。

30

(4) 前記第二の光導波路を分岐する前記第一の光導波路と前記光反射傾斜面との間の前記第二の光導波路の幅が、前記光反射傾斜面と前記隣接する別の前記第一の光導波路との間の前記第二の光導波路の幅より広くされる上記 (3) 記載の導光板。

(5) 前記光反射傾斜面が全反射傾斜面である上記 (3) または (4) 記載の導光板。

(6) 前記第二の光導波路が前記第一の光導波路を横切ることにより形成される前記第一の光導波路と第二の光導波路の交差部の屈折率が、前記第一および第二の光導波路の屈折率より大きくされる上記 (1) ~ (5) のいずれかに記載の導光板。

(7) 前記第二の光導波路を分岐する前記第一の光導波路の分岐部の屈折率が、前記第一および第二の光導波路の屈折率より大きくされる上記 (1) ~ (6) のいずれかに記載の導光板。

40

(8) 前記第二の光導波路が前記第一の光導波路を垂直に横切る上記 (1) ~ (7) のいずれかに記載の導光板。

(9) 上記 (1) ~ (8) のいずれかに記載の導光板と、前記導光板の第一の光導波路の一方の端部に光学的に結合される受光素子と、前記導光板の第二の光導波路の分岐側とは反対側の端部に光学的に結合される発光素子とを備えた光モジュール。

(1 0) 前記第一の光導波路の一方の端部および前記第二の光導波路の分岐側とは反対側の端部の少なくとも一方が光反射傾斜面を有し、前記光反射傾斜面を介して対応する前記受光素子および前記発光素子の少なくとも一方に光学的に結合される上記 (9) 記載の光モジュール。

50

【発明の効果】

【0006】

請求項1に係る導光板によれば、双方向に光信号を伝達する光導波路を複数設けて多ビット化を図る場合に、この種の光導波路を有する装置を単純に組み合わせたものとは比べ、小型の導光板を提供することができる。

請求項2に係る導光板によれば、第二の光導波路に入り込んだ迷光を外部へ段階的に逃がすことができ、発光素子側への迷光の流入を低減することができる。

請求項3に係る導光板によれば、第一の光導波路および第二の光導波路にそれぞれ受光素子および発光素子を光学的に結合する場合に、受光素子および発光素子を近接することなく配置することができ、素子間の電氣的なクロストークを低減することができる。

請求項4に係る導光板によれば、第二の光導波路に入り込んだ迷光を外部へ逃がすことができ、発光素子側への迷光の流入を低減することができる。

請求項5に係る導光板によれば、本構成を有していない場合に比較して、発光素子からの光を第一の光導波路側へ効率よく伝達することができる。

請求項6に係る導光板によれば、本構成を有していない場合に比較して、第一の光導波路から第二の光導波路に入り込む迷光を低減することができる。

請求項7に係る導光板によれば、本構成を有していない場合に比較して、第一の光導波路から第二の光導波路に入り込む迷光を低減することができる。

請求項8に係る導光板によれば、本構成を有していない場合に比較して、小型で高品質の導光板を提供することができる。

請求項9に係る光モジュールによれば、双方向に光信号を伝達する光導波路を複数設けて多ビット化を図る場合に、この種の光導波路を有する装置を単純に組み合わせたものとは比べ、より小型の光モジュールを提供することができる。

請求項10に係る光モジュールによれば、受光素子または発光素子の配置を導光板に対して平面的に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

図1は本発明に係る導光板を備えた光モジュールの一実施例を示す概略図で、(a)は平面図、(b)は(a)のX-X'断面図、(c)は第一の光導波路の一方の端部の断面図、(d)は第二の光導波路の分岐側とは反対側の端部の断面図である。本実施例では、4ch(4ビット)の1芯双方向光モジュールを示す。

【0008】

導光板10は、並列配置された4つの第一の光導波路1と、第一の光導波路1の途中の分岐部3から分岐して別の1つまたは複数の第一の光導波路1を横切って延びる第二の光導波路2とを備える。図示のように、第二の光導波路2を分岐する第一の光導波路1とそれに隣接する別の第一の光導波路1との間の第二の光導波路2には光反射傾斜面4を備える。光反射傾斜面4は、好適には全反射傾斜面であり、さらに好適には45度全反射傾斜面(ミラー面)である。本実施例では、第二の光導波路2が第一の光導波路1を垂直に横切るように構成されるが、これは必須ではなく、例えば第二の光導波路2が第一の光導波路1を斜めに横切るように構成してもよい。また、第一の光導波路1の一方の端部には光反射傾斜面5を備える。また、第二の光導波路2の分岐側とは反対側の端部には光反射傾斜面6を備える。光反射傾斜面5,6は、好適には全反射傾斜面であり、さらに好適には45度全反射傾斜面(ミラー面)である。

【0009】

導光板10は、図1(b)に示すように、3層からなる。層Aは第一の光導波路(コア)1を含む層であり、層B(クラッド)と層C(クラッド)に挟まれている。このような導光板は例えば次のようにして作製される。すなわち、所望の光導波路(コア)パターンに対応したフォトリソマスクを用いてベースとなる樹脂フィルム(層A)をUV光で露光し、光導波路(コア)パターン部分の屈折率を変化させる(大きくする)方法(フォトリソ法)で形成可能である。その後、変化させたパターン部分の屈折率を熱処理により

10

20

30

40

50

固定させる。次に、光導波路（コア）パターンを形成した樹脂フィルム（層 A）の上下にクラッドとなる樹脂フィルム（層 B、層 C）を貼り合わせ、所望の形状に切り出して、導光板を作製する。また、光反射傾斜面 4, 5, 6 は、例えば既知のレーザ加工法により形成することができる。光反射傾斜面 4 は、例えばレーザ加工で導光板 10 に空けられた開口部 9 の面を用いることができる。開口部 9 は空気で満たされるため、クラッドとしての機能を有する。

【0010】

本実施例の光モジュールは、第一の光導波路 1 の一方の端部に光学的に結合される受光素子 11 と、第二の光導波路の分岐側とは反対側の端部に光学的に結合される発光素子 12 とを備える。受光素子 11 は受光素子支持体 7 に支持され、発光素子 12 は発光素子支持体 8 に支持される。第一の光導波路 1 の一方の端部は、図 1 (c) に示すように、光反射傾斜面 5 を介して受光素子 11 と光学的に結合される。第二の光導波路 2 の分岐側とは反対側の端部は、図 1 (d) に示すように、光反射傾斜面 6 を介して発光素子 12 と光学的に結合される。本実施例では、光導波路を光反射傾斜面を介して受光素子や発光素子に光学的に結合する構成としたが、これは必須ではなく、たとえば光反射傾斜面がなく光導波路を直接受光素子や発光素子と光学的に結合させてもよい。受光素子 11 は電気配線 15 を介して増幅回路 13 に接続され、発光素子 12 は電気配線 16 を介して駆動回路 14 に接続される。

10

【0011】

図 2 は、図 1 の a 部の拡大図である。外部より入射した光 21 は分岐部 3 を介して大半が第一の光導波路 1 により光 22 として受光素子側へ導かれるが、分岐部 3 の分岐形状のため、外部より入射した光 21 の一部が迷光 23 となって第二の導波路 2 を通して第一の光導波路 1 を横切って発光素子側へ漏れる。

20

【0012】

図 3 は、図 1 の b 部の拡大図である。本実施例では、上記対策として、図 3 に示すように、第二の光導波路 2 が複数の第一の光導波路 1 を横切る場合に、第二の光導波路 2 の幅が、第一の光導波路 1 を横切る毎に w_1 、 w_2 、 w_3 、 w_4 へと段階的に狭くされる ($w_1 > w_2 > w_3 > w_4$)。一方、発光素子 12 からの出射光の広がり角を 20° 、第二の導波路 2 が第一の導波路 1 と交差する幅を x とすると、図 3 における各導波路の幅は以下の関係式とすることにより、発光素子 12 からの光を第二の導波路 2 を介して対応する分岐部 3 を有する第一の光導波路 1 に伝達することができる。

30

$$w_3 = x \times \tan 10^\circ \times 2 + w_4$$

$$w_2 = x \times \tan 10^\circ \times 2 + w_3$$

$$w_1 = x \times \tan 10^\circ \times 2 + w_2$$

ここで、 $w_4 = 10 \mu\text{m}$ とすると、 $w_3 = 32.6 \mu\text{m}$ 、 $w_2 = 50.2 \mu\text{m}$ 、 $w_1 = 62.8 \mu\text{m}$ となる。本実施例では、第二の光導波路の幅を段階的に狭くしたが、これは必須ではなく、たとえば同じ幅でもよい。

【0013】

同様の理由で、図 4 に示すように、第二の光導波路 2 を分岐する第一の光導波路 1 と光反射傾斜面 4 との間の第二の光導波路 2 の幅 w_5 が、隣接する別の第一の光導波路 1 と光反射傾斜面 4 との間の第二の光導波路の幅 w_1 より広くされる ($w_5 > w_1$)。本実施例では、 $w_5 > w_1$ としたが、これは必須ではなく、たとえば同じ幅でもよい。

40

【0014】

図 5 は本発明に係る導光板を備えた光モジュールの他の実施例を示す概略図である。本実施例は、第二の光導波路 2 を分岐する第一の光導波路 1 の分岐部 3 の屈折率が、第一および第二の光導波路 1, 2 の屈折率より大きくされる点、また第二の光導波路 2 が第一の光導波路 1 を横切ることにより形成される第一の光導波路 1 と第二の光導波路 2 の交差点 51 の屈折率が、第一および第二の光導波路 1, 2 の屈折率より大きくされる点が、上述した図 1 の実施例と異なり、その他の点では図 1 の実施例と同様である。以下、本実施例が図 1 の実施例と異なる点について詳述する。

50

【 0 0 1 5 】

図 6 は、図 5 の分岐部 3 の拡大図である。第一の光導波路 1 の途中の分岐部 3 から第二の光導波路 2 が分岐する。ここで、分岐部 3 の屈折率 n_1 は、第一および第二の光導波路 1, 2 の屈折率 n_2 より大きくされる。一方、第一および第二の光導波路 1, 2 を囲む領域の屈折率 n_3 は、第一および第二の光導波路 1, 2 の屈折率 n_2 より小さく、クラッドとして機能する。すなわち、 $n_1 > n_2 > n_3$ である。具体的には、例えば、 $n_1 = 1.56$, $n_2 = 1.52$, $n_3 = 1.49$ とされる。シミュレーション結果によれば、外部からの第一の導波路 1 に入射した光は屈折率を大きくした分岐部 3 を介して 100% 直進する。

【 0 0 1 6 】

図 7 は、図 5 の交差部 5 1 の拡大図である。図示のように、分岐した第二の光導波路 2 は光反射傾斜面 4 により経路が変更され、第一の光導波路 1 と交差する。この交差部 5 1 の屈折率 n_1 は、第一および第二の光導波路 1, 2 の屈折率 n_2 より大きくされる。一方、第一および第二の光導波路 1, 2 を囲む領域の屈折率 n_3 は、第一および第二の光導波路 1, 2 の屈折率 n_2 より小さく、クラッドとして機能する。また、光反射傾斜面 4 を形成する開口部 9 は例えば空気層であり、この場合、その屈折率 n_4 は、 n_1 , n_2 , n_3 よりも小さい。すなわち、 $n_1 > n_2 > n_3 > n_4$ である。具体的には、例えば、 $n_1 = 1.56$, $n_2 = 1.52$, $n_3 = 1.49$, $n_4 = 1$ とされる。シミュレーション結果によれば、外部からの第一の導波路 1 に入射した光は屈折率を大きくした交差部 5 1 を介して 100% 直進する。

【 0 0 1 7 】

分岐部 3 または交差部 5 1 の屈折率 n_1 を第一および第二の光導波路 1, 2 の屈折率 n_2 よりも大きくする方法は、例えば次のとおりである。まず、図 1 の導光板を作製する過程で、上述のように光導波路 (コア) パターン部分の屈折率が大きくされるが、本例では、その後さらに分岐部 3 または交差部 5 1 のパターンに対応したフォトリソを用いて分岐部 3 または交差部 5 1 のパターン部分を UV 光で露光し、分岐部 3 または交差部 5 1 のパターン部分の屈折率を大きくする。続いて分岐部 3 または交差部 5 1 のパターン部分の屈折率を熱処理により固定させ、あとは図 1 の場合と同様に上下にクラッドとなる樹脂フィルムを貼り合わせ、所望の形状に切り出すことで作製可能である。

【 0 0 1 8 】

図 8 は、交差部 5 1 の屈折率を第一および第二の光導波路 1, 2 の屈折率と同じにした場合に、第二の光導波路が第一の光導波路に交差する角度を代えて求めた、入射光に対する交差部を通過する光の効率および損失の一例を示す図である。図 9 は、それをグラフ化した図である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】本発明に係る導光板を備えた光モジュールの一実施例を示す概略図で、(a) は平面図、(b) は (a) の X - X' 断面図、(c) は第一の光導波路の一方の端部の断面図、(d) は第二の光導波路の分岐側とは反対側の端部の断面図である。

【 図 2 】図 1 の a 部の拡大図である。

【 図 3 】図 1 の b 部の拡大図である。

【 図 4 】第二の光導波路を分岐する第一の光導波路と光反射傾斜面との間の第二の光導波路の幅が、隣接する別の第一の光導波路と光反射傾斜面との間の第二の光導波路の幅より広くされることを説明するための図である。

【 図 5 】本発明に係る導光板を備えた光モジュールの他の実施例を示す概略図である。

【 図 6 】図 5 の分岐部 3 の拡大図である。

【 図 7 】図 5 の交差部 5 1 の拡大図である。

【 図 8 】交差部の屈折率を第一および第二の光導波路の屈折率と同じにした場合に、第二の光導波路が第一の光導波路に交差する角度を代えて求めた、入射光に対する交差部を通過する光の効率および損失の一例を示す図である。

10

20

30

40

50

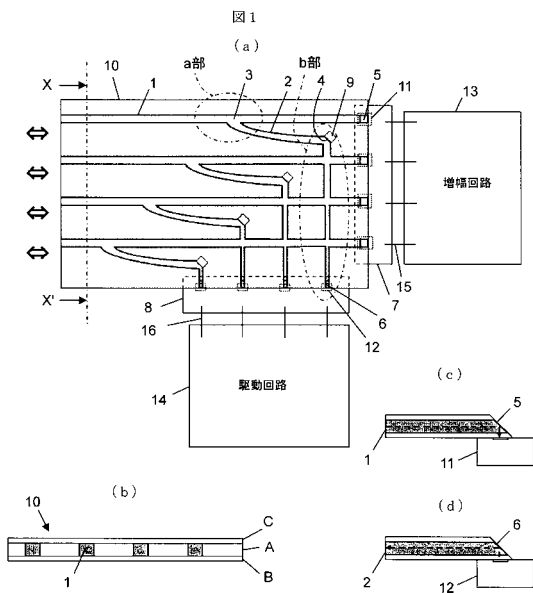
【図9】図8をグラフ化した図である。

【符号の説明】

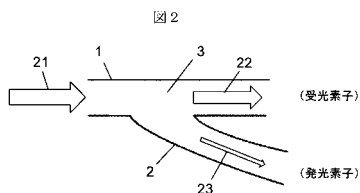
【0020】

- 1 第一の光導波路
- 2 第二の光導波路
- 3 分岐部
- 4, 5, 6 光反射傾斜面
- 7 受光素子支持体
- 8 発光素子支持体
- 9 開口部
- 10 導光板
- 11 受光素子
- 12 発光素子
- 13 増幅回路
- 14 駆動回路
- 15, 16 電気配線

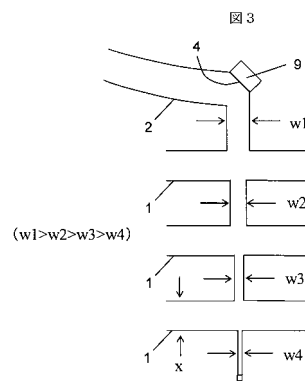
【図1】



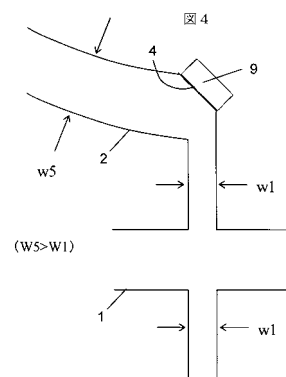
【図2】



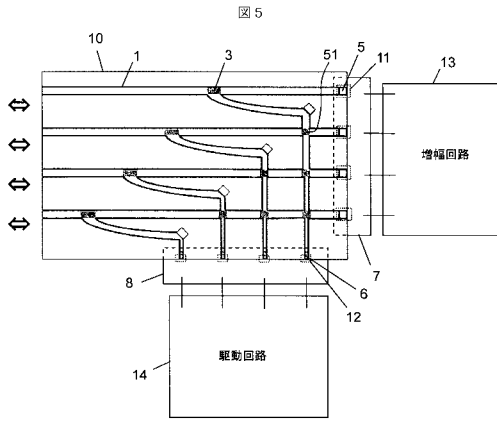
【図3】



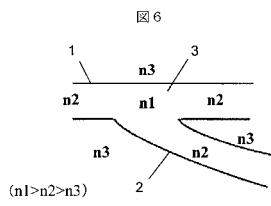
【図4】



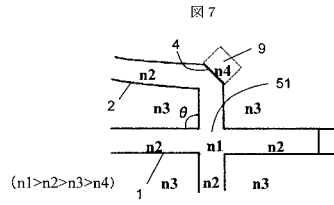
【 图 5 】



【 图 6 】



【 图 7 】



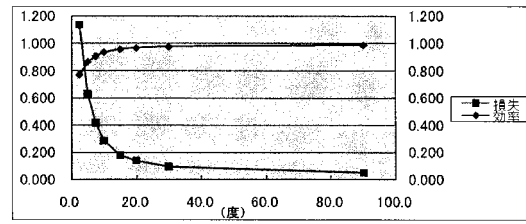
【 图 8 】

图 8

角度	效率	损失
2.5	0.770	1.139
5.0	0.865	0.630
7.5	0.908	0.419
10.0	0.936	0.287
15.0	0.959	0.182
20.0	0.968	0.141
30.0	0.978	0.097
90.0	0.988	0.052

【 图 9 】

图 9



フロントページの続き

(72)発明者 新津 岳洋

神奈川県足柄上郡中井町境4 3 0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 岡田 純二

神奈川県足柄上郡中井町境4 3 0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内

Fターム(参考) 2H137 AB11 AC05 BA46 BA56 BB02 BB12 BB17 BC51 EA03 EA07

EA15 FA06 HA00

2H147 AA01 AB31 BB07 BE12 BE13 BE17 BE20 BG02 BG09 BG10

BG17 CA13 CB06 CB07 CD02 CD05 CD10 EA16A EA16B EA16C

FA25 FB04 FC09 FD13 FD15 FD20 FE02 GA10

5F088 BA15 BB01 EA07 JA14 KA02

5F173 MA02 MC01 MF25 MF27