

(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2012-242596

(P2012-242596A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012.12.10)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 6/12 (2006.01)	G 0 2 B 6/12 F	2 H 0 7 9
G 0 2 F 1/01 (2006.01)	G 0 2 F 1/01 C	2 H 1 4 7

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2011-112406 (P2011-112406)	(71) 出願人	000004226
(22) 出願日	平成23年5月19日 (2011. 5. 19)		日本電信電話株式会社
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108453
			弁理士 村山 靖彦
		(74) 代理人	100141139
			弁理士 及川 周
		(72) 発明者	久保田 寛和
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	高良 秀彦
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内

最終頁に続く

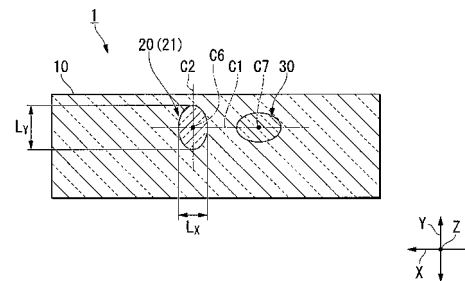
(54) 【発明の名称】 光合分波器

(57) 【要約】

【課題】精密な寸法調整を必要とせずにモード分離を行うことができる光合分波器を提供する。

【解決手段】第一のコア21と、第一のコアが延びる延在方向Zに平行に、第一のコアに対して延在方向に直交する並列方向Xに並べて配置された第二のコア30と、を有し、第一のコアの延在方向に直交する基準平面による断面形状は、並列方向に平行な並列側基準線C1に対して鏡映対称に形成されるとともに、並列方向および延在方向にそれぞれ直交する直交方向Yに平行な直交側基準線C2に対して鏡映対称に形成され、並列方向の長さの方が直交方向の長さより短く設定され、第二のコアの基準平面による断面形状は、第一のコアの基準平面による断面形状を延在方向回りに90°回転させた形状に等しくなるとともに、第一のコアの中心軸線C6の並列方向側に第二のコアの中心軸線C7が配置されるように形成され、第一のコアと第二のコアとは同一の材料で形成されている。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第一のコアと、

前記第一のコアが延びる延在方向に平行に、前記第一のコアに対して前記延在方向に直交する並列方向に並べて配置された第二のコアと、

を有し、

前記第一のコアの前記延在方向に直交する基準平面による断面形状は、

前記並列方向に平行な並列側基準線に対して鏡映対称に形成されるとともに、前記並列方向および前記延在方向にそれぞれ直交する直交方向に平行な直交側基準線に対して鏡映対称に形成され、

前記並列方向の長さの方が前記直交方向の長さより短く設定され、

前記第二のコアの前記基準平面による断面形状は、

前記第一のコアの前記基準平面による断面形状を前記延在方向回りに90°回転させた形状に等しくなるとともに、前記第一のコアの中心軸線の前記並列方向側に前記第二のコアの中心軸線が配置されるように形成され、

前記第一のコアと前記第二のコアとは同一の材料で形成されていることを特徴とする光合分波器。

【請求項 2】

前記第一のコアおよび前記第二のコアを包むクラッドを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の光合分波器。

【請求項 3】

前記第一のコアを包む第一のクラッドと、

前記第二のコアを包む第二のクラッドと、

を備え、

前記第一のクラッドと前記第二のクラッドとは、前記第一のコアと前記第二のコアとの間で互いに当接していることを特徴とする請求項 1 に記載の光合分波器。

【請求項 4】

前記第一のクラッドおよび前記第二のクラッドは、それぞれ平板状に形成され、

前記第一のクラッドと前記第二のクラッドとは、それぞれの板厚方向で当接していることを特徴とする請求項 3 に記載の光合分波器。

【請求項 5】

前記第一のクラッドは平板状に形成され、

前記第二のクラッドは筒状に形成されるとともに外周面に平坦部を有し、

前記第一のクラッドの一方の面と前記第二のクラッドの前記平坦部とが互いに当接していることを特徴とする請求項 3 に記載の光合分波器。

【請求項 6】

前記第一のクラッドは筒状に形成されるとともに外周面に第一の平坦部を有し、

前記第二のクラッドは筒状に形成されるとともに外周面に第二の平坦部を有し、

前記第一のクラッドの前記第一の平坦部と前記第二のクラッドの前記第二の平坦部とが互いに当接していることを特徴とする請求項 3 に記載の光合分波器。

【請求項 7】

前記クラッドの外面に加熱部を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の光合分波器。

【請求項 8】

前記第一のクラッドおよび前記第二のクラッドの少なくとも一方の外面に加熱部を備えることを特徴とする請求項 3 から 6 のいずれか一項に記載の光合分波器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光合分波器、特に、モード多重伝送のモード合波・分波に用いられる光合分波器に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

従来の光通信の伝送容量限界を打破する方法としてモード多重光通信があるが、その実現のためには簡便なモード分離が不可欠である。

例えば、光通信におけるモード分離には、空間分布の違いを利用する方法があるが、各モードの空間分布に重なりがあるため、100%の分離は困難である。また、モード分離を行うためにホログラフィーを使う方法も提案されている（例えば、非特許文献1参照）が、この方法では空間系を利用した精密な調整を必要とするため、振動などに弱いという問題がある。一方で、モード分離を行うために、モードの伝搬定数差を利用する方法も提案されている（例えば、非特許文献2参照）が、コアごとに伝搬定数（等価屈折率）を制御する必要があり、設計・作成に高度な技術を必要とする。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】CLEO (Conference on Lasers and Electro-Optics) 2006年、Paper CMNN2

【非特許文献2】斎藤他、「Opt. Express 18」、2010年、p. 4709 - 4716

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであって、精密な寸法調整、屈折率分布の調整を必要とせずにモード分離を行うことができる光合分波器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、この発明は以下の手段を提案している。

本発明の光合分波器は、第一のコアと、前記第一のコアが延びる延在方向に平行に、前記第一のコアに対して前記延在方向に直交する並列方向に並べて配置された第二のコアと、を有し、前記第一のコアの前記延在方向に直交する基準平面による断面形状は、前記並列方向に平行な並列側基準線に対して鏡映対称に形成されるとともに、前記並列方向および前記延在方向にそれぞれ直交する直交方向に平行な直交側基準線に対して鏡映対称に形成され、前記並列方向の長さの方が前記直交方向の長さより短く設定され、前記第二のコアの前記基準平面による断面形状は、前記第一のコアの前記基準平面による断面形状を前記延在方向回りに90°回転させた形状に等しくなるとともに、前記第一のコアの中心軸線の前記並列方向側に前記第二のコアの中心軸線が配置されるように形成され、前記第一のコアと前記第二のコアとは同一の材料で形成されていることを特徴としている。

30

【0006】

また、上記の光合分波器において、前記第一のコアおよび前記第二のコアを包むクラッドを備えることがより好ましい。

40

また、上記の光合分波器において、前記第一のコアを包む第一のクラッドと、前記第二のコアを包む第二のクラッドと、を備え、前記第一のクラッドと前記第二のクラッドとは、前記第一のコアと前記第二のコアとの間で互いに当接していることがより好ましい。

また、上記の光合分波器において、前記第一のクラッドおよび前記第二のクラッドは、それぞれ平板状に形成され、前記第一のクラッドと前記第二のクラッドとは、それぞれの板厚方向で当接していることがより好ましい。

【0007】

また、上記の光合分波器において、前記第一のクラッドは平板状に形成され、前記第二のクラッドは筒状に形成されるとともに外周面に平坦部を有し、前記第一のクラッドの一方の面と前記第二のクラッドの前記平坦部とが互いに当接していることがより好ましい。

50

また、上記の光合分波器において、前記第一のクラッドは筒状に形成されるとともに外周面に第一の平坦部を有し、前記第二のクラッドは筒状に形成されるとともに外周面に第二の平坦部を有し、前記第一のクラッドの前記第一の平坦部と前記第二のクラッドの前記第二の平坦部とが互いに当接していることがより好ましい。

【0008】

また、上記の光合分波器において、前記クラッドの外面に加熱部を備えることがより好ましい。

また、上記の光合分波器において、前記第一のクラッドおよび前記第二のクラッドの少なくとも一方の外面に加熱部を備えることがより好ましい。

【発明の効果】

10

【0009】

本発明の光合分波器によれば、精密な寸法調整、屈折率分布の調整を必要とせずにモード分離を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1実施形態の光合分波器の平面図である。

【図2】図1中の基準平面による断面図である。

【図3】同光合分波器の直状部で伝送される光のモード分布を示す図である。

【図4】同直状部で伝送されるモードごとの等価屈折率を示す図である。

【図5】同光合分波器の第一のコア部および第二のコア部で伝送される光のモード分布を示す図である。

20

【図6】本発明の第2実施形態の光合分波器における基準平面による断面図である。

【図7】本発明の第3実施形態の光合分波器における基準平面による断面図である。

【図8】同光合分波器を分離したときの基準平面による断面図である。

【図9】本発明の第3実施形態の変形例の光合分波器における基準平面による断面図である。

【図10】本発明の第4実施形態の光合分波器における基準平面による断面図である。

【図11】本発明の実施形態の光合分波器の変形例におけるコア部の断面形状を説明する図である。

【図12】同光合分波器の第一のコア部で伝送される光のモード分布を示す図である。

30

【図13】同光合分波器のコア部で伝送される光のモード分布を示す図である。

【図14】同光合分波器のコア部で伝送される光のモード分布を示す図である。

【図15】同光合分波器のコア部で伝送される光のモード分布を示す図である。

【図16】同光合分波器のコア部で伝送される光のモード分布を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

(第1実施形態)

以下、本発明に係る光合分波器の第1実施形態を、図1から図5を参照しながら説明する。

図1および図2に示すように、本光合分波器1は、クラッド10と、クラッド10内に包まれた第一のコア部20および第二のコア部(第二のコア)30とを備えている。

40

この例では、クラッド10は平板状に形成されている。

【0012】

第一のコア部20は、延在方向Zに延びるように形成された直状部(第一のコア)21と、直状部21の延在方向Zのうちの一方側Z1に設けられた先端側湾曲部22と、直状部21の一方側X1に対する反対側となる他方側Z2に設けられた他端側湾曲部23とを有している。

第二のコア部30は、延在方向Zに平行に延びるとともに、直状部21に対して延在方向Zに直交する並列方向Xに並べて配置されている。

【0013】

50

ここで、図 2 を用いて、直状部 2 1 および第二のコア部 3 0 の延在方向 Z に直交する基準平面 P (図 1 参照) による断面形状 (光の導波方向に垂直な断面形状) について詳しく説明する。

直状部 2 1 の断面形状は、並列方向 X に平行な並列側基準線 C 1 に対して鏡映対称に形成されるとともに、並列方向 X および延在方向 Z にそれぞれ直交する直交方向 Y に平行な直交側基準線 C 2 に対して鏡映対称に形成されている。換言すれば、直状部 2 1 の断面形状は、並列側基準線 C 1 および直交側基準線 C 2 に対してそれぞれ線対称に形成されている。

具体的には、本実施形態では、直状部 2 1 の断面形状は楕円形状に形成されている。

直状部 2 1 は、並列方向 X の長さ L_x の方が直交方向 Y の長さ L_y より短く設定されている。

【 0 0 1 4 】

第二のコア部 3 0 の基準平面 P による断面形状は、直状部 2 1 の基準平面 P による断面形状を延在方向 Z 回りに 90° 回転させた形状に等しくなるように形成されている。すなわち、第二のコア部 3 0 の断面形状は、並列方向 X が長軸となるような楕円形状に形成されている。

第二のコア部 3 0 は、直状部 2 1 の中心軸線 C 6 の並列方向 X 側に第二のコア部 3 0 の中心軸線 C 7 が配置されるように形成されている。

このように、直状部 2 1 の短軸および第二のコア部 3 0 の長軸は、同一直線上に配置されている。

【 0 0 1 5 】

図 1 に示すように、先端側湾曲部 2 2 および他端側湾曲部 2 3 は、第二のコア部 3 0 から離間するように湾曲している。直状部 2 1、先端側湾曲部 2 2、および他端側湾曲部 2 3 における、導波方向に垂直な断面形状は等しくなっている。直状部 2 1 および先端側湾曲部 2 2、直状部 2 1 および他端側湾曲部 2 3 は、それぞれ一体に形成されている。

クラッド 1 0 およびコア部 2 0、3 0 の材料としては、クラッド 1 0 よりもコア部 2 0、3 0 の屈折率が高く設定されていれば、石英ガラス、高分子 (ポリマー)、プラスチックなどの公知の材料を用いることができる。第一のコア部 2 0 と第二のコア部 3 0 とは、同一の材料で形成されている。

光合分波器 1 は、1つのクラッド 1 0 内に2つのコア部 2 0、3 0 が配置された平面光導波路 (P L C : P l a n a r L i g h t w a v e C i r c u i t) となっている。

【 0 0 1 6 】

次に、このように構成された光合分波器 1 において、直状部 2 1 の短軸の長さ L_x を $16 \mu m$ 、長軸の長さ L_y を $24 \mu m$ 、比屈折率差を 0.5% としたときの、直状部 2 1 で伝送される光のモード分布の例を図 3 に示す。モード分布の色が白から黒に移るほど、光の電界強度が強いことを示している。

図 3 (a) はモード 1 の場合、図 3 (b) はモード 2 の場合、図 3 (c) はモード 3 の場合、図 3 (d) はモード 4 の場合、そして、図 3 (e) はモード 5 の場合をそれぞれ示している。

図 4 に、直状部 2 1 のモードごとの等価屈折率 (伝搬定数) を示す。なお、モード 6 以降はクラッドモードである。

【 0 0 1 7 】

一般的に、導波路型の光合分波器でモード結合が起きるためには、第 1 の条件として、第一のコア部と第二のコア部との伝搬定数が等しいことと、第 2 の条件として、第一のコア部および第二のコア部にモードの重なりがあることが必要である。

図 5 に、光合分波器 1 のコア部 2 0、3 0 で伝送される光のモード分布の例を示す。

図 5 (a) はモード 1 の場合、図 5 (b) はモード 2 の場合、図 5 (c) はモード 3 の場合、そして、図 5 (d) はモード 4 の場合をそれぞれ示している。

第一のコア部 2 0 および第二のコア部 3 0 は、断面形状が互いに等しく、かつ、同一の材料で形成されているため、伝搬定数が互いに等しくなる。これにより、どのモードに於

10

20

30

40

50

いてもモード結合が起きるための第 1 の条件は成立している。

【 0 0 1 8 】

図 5 (a) ~ 図 5 (d) においてモード結合が起きる第 2 の条件であるモードの重なりをみると、モード 2 とモード 3 では一方の導波路の電界強度が最も弱い部分と他方の導波路の電界強度が最も強い部分とが近接していることがわかる。具体的には、モード 2 の状態を表す図 5 (b) において、直状部 2 1 の電界強度が最も弱い部分である範囲 R 1 と、第二のコア部 3 0 の電界強度が最も強い部分である範囲 R 2 とが近接している。

図 5 (b) および図 5 (c) に示すモード 2 およびモード 3 のような場合には、モードの重なりは無く、モード結合は生じにくい。これに対して、図 5 (a) および図 5 (d) に示すモード 1 およびモード 4 では、電界強度の強い部分が近接してモードの重なりが生じるため、モード結合が生じやすい。

このように、同一の光学特性をもつ 2 本の導波路は伝搬定数が等しいため、各モードがそれぞれ結合する可能性がある。そこで、導波路のモード分布を考慮し、モードごとにモードの重なりが異なる配置をとることで、結合するモードを選別することができる。

【 0 0 1 9 】

なお、光合分波器 1 が本実施形態のような構成をとらず、比較例として、両方のコア部の基準平面 P による断面形状が真円あるいは正方形の場合について説明する。

この場合、モード 2 およびモード 3 において光のモード分布が同じとなり、伝搬定数が縮退し、混合状態となる。このため、たとえば、第一のコア部のモード 2 と第二のコア部 3 0 のモード 3 との間でもモード結合が生じることになる。

【 0 0 2 0 】

以上説明したように、本実施形態の光合分波器 1 によれば、直状部 2 1 の短軸および第二のコア部 3 0 の長軸を同一直線上に配置することで、モード 2 およびモード 3 のモード結合を抑制する。これにより、屈折率分布の調整を必要とせずに、簡単な寸法調整だけでモード分離を行うことができる。

コア部 2 0、3 0 として断面形状が同一のものをを用いることができるため、光合分波器 1 の製造コストを低減させることができる。

1 つのクラッド 1 0 内にコア部 2 0、3 0 を配置するため、光合分波器 1 の量産性を向上させることができる。

光合分波器 1 はクラッド 1 0 を備えるため、第一のコア部 2 0 と第二のコア部 3 0 との相対位置を安定させ、両コア部 2 0、3 0 を確実に離間させることができる。

【 0 0 2 1 】

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態について図 6 を参照しながら説明するが、前記実施形態と同一の部位には同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

図 6 に示すように、本実施形態の光合分波器 2 は、第一の導波路 4 0 および第二の導波路 5 0 を備えている。

第一の導波路 4 0 は、第一のコア部 (第一のコア) 4 1 と、第一のコア部 4 1 を包む第一のクラッド 4 2 とを備えている。同様に、第二の導波路 5 0 は、第二のコア部 (第二のコア) 5 1 と、第二のコア部 5 1 を包む第二のクラッド 5 2 とを備えている。

第一のクラッド 4 2 と第二のクラッド 5 2 とは、第一のコア部 4 1 と第二のコア部 5 1 との間で互いに当接している。

【 0 0 2 2 】

第一のコア部 4 1 の基準平面 P による断面形状は、矩形状に形成されている。この断面形状は、並列側基準線 C 1 に対して鏡映対称に形成されるとともに、直交側基準線 C 2 に対して鏡映対称に形成されている。第一のコア部 4 1 は、並列方向 X の長さ L_x の方が直交方向 Y の長さ L_y より短く設定されている。

第一のクラッド 4 2 は、平板状に形成されている。第一のコア部 4 1 は、並列側基準線 C 1 が第一のクラッド 4 2 の板厚方向に平行になるように第一のクラッド 4 2 内に配置されている。

10

20

30

40

50

第二のコア部 5 1 の基準平面 P による断面形状は、第一のコア部 4 1 の基準平面 P による断面形状を延在方向 Z 回りに 90° 回転させた形状に等しくなるように形成されている。

【0023】

第二のコア部 5 1 は、第一のコア部 4 1 の中心軸線 C 6 の並列方向 X 側に第二のコア部 5 1 の中心軸線 C 7 が配置されるように形成されている。

第二のクラッド 5 2 は、平板状に形成されている。第一のクラッド 4 2 と第二のクラッド 5 2 とは、それぞれの板厚方向で当接している。

コア部 4 1、5 1 は第一のコア部 2 0 と同一の材料で、クラッド 4 2、5 2 はクラッド 1 0 と同一の材料でそれぞれ形成されている。

10

光合分波器 2 は、2 つの平面光導波路を板厚方向に重ねた構成となっている。

【0024】

このように構成された本実施形態の光合分波器 2 によれば、精密な寸法調整、屈折率分布の調整を必要とせず、モード分離を行うことができる。

さらに、光合分波器 2 を互いに分離可能な導波路 4 0、5 0 で構成することで、特性が同じ導波路を選別して使用することができる。

【0025】

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態について図7から図9を参照しながら説明するが、前記実施形態と同一の部位には同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

20

図7に示すように、本実施形態の光合分波器 3 は、第一の導波路 6 0 および第二の導波路 7 0 を備えている。

第一の導波路 6 0 は、第一のコア部 (第一のコア) 6 1 と、第一のコア部 6 1 を包む第一のクラッド 6 2 とを備えている。同様に、第二の導波路 7 0 は、前述の第二のコア部 3 0 と、第二のコア部 3 0 を包む第二のクラッド 7 2 とを備えている。

【0026】

第一のコア部 6 1 の基準平面 P による断面形状は、直状部 2 1 の基準平面 P による断面形状と同一の楕円形状に形成されている。

第一のクラッド 6 2 は、延在方向 Z に延びる筒状に形成されている。第一のクラッド 6 2 の外周面には、延在方向 Z に平行な第一の平坦部 6 2 a が形成されている。

30

第二のクラッド 7 2 は、延在方向 Z に延びる筒状に形成されている。第二のクラッド 7 2 の外周面には、延在方向 Z に平行な第二の平坦部 7 2 a が形成されている。

第一のクラッド 6 2 の第一の平坦部 6 2 a と第二のクラッド 7 2 の第二の平坦部 7 2 a とは、互いに当接している。

【0027】

このように構成された第一の導波路 6 0 および第二の導波路 7 0 は、図8に示すように分離される。

ここで、第一のクラッド 6 2 に、第一の平坦部 6 2 a より外方の切欠き領域 S 1 にクラッド材を配するとともに、第二のクラッド 7 2 に、第二の平坦部 7 2 a より外方の切欠き領域 S 2 にクラッド材を配することで、第一の導波路 6 0 と第二の導波路 7 0 とは同一の構成となる。すなわち、基準平面 P による断面形状が楕円形状であるコア部を有する円柱状の光ファイバにおいて、クラッドの外周面にコア部の短軸に直交するように平坦部を形成することで第一の導波路 6 0 が形成され、クラッドの外周面にコア部の長軸に直交するように平坦部を形成することで第二の導波路 7 0 が形成される。

40

平坦部は、クラッドの外周面を切削し、研磨することなどで形成することができる。

導波路 6 0、7 0 は、埋め込み型の光導波路と同様の構造とみなすことができる。そして、光合分波器 3 は、2 つの光ファイバを径方向に接続した構成となっている。

【0028】

このように構成された本実施形態の光合分波器 3 によれば、簡単な構成でモード分離を

50

行うことができる。

さらに、円柱状の導波路から導波路 60、70 を形成できるため、屈折率やコア部の寸法をそろえるために特別な努力は必要なくなり、光合分波器 3 の生産性を向上させることができる。

【0029】

また、本実施形態では、図 9 に示す光合分波器 4 のように、第二のコア部 51 が第二のクラッド 72 に包まれた第二の導波路 80 が第一の導波路 40 に接続された構成としてもよい。

この例では、第一のクラッド 42 の一方の面 42a と第二のクラッド 72 の第二の平坦部（平坦部）72a とが互いに当接している。

光合分波器 4 は、光ファイバと平面光導波路とを接続した構成となっている。

【0030】

（第 4 実施形態）

次に、本発明の第 4 実施形態について図 10 を参照しながら説明するが、前記実施形態と同一の部位には同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

図 10 に示すように、本実施形態の光合分波器 5 は、前記第 1 実施形態の光合分波器 1 の各構成に加えて、クラッド 10 の外面に加熱部 90 を備えている。

クラッド 10 は、ポリイミドで形成されている。

加熱部 90 としては、電気式のヒータなどを用いることができる。

【0031】

加熱部 90 により加熱部 90 の近傍のクラッド 10 が加熱されると、加熱されたクラッド 10 は温度上昇に応じて屈折率が低下して光合分波器 5 が光を伝送しなくなる。

このように構成された本実施形態の光合分波器 5 によれば、加熱部 90 により加熱量を調節することで、光合分波器 5 が光を伝送する量を安定して制御することができる。

【0032】

なお、本実施形態では、光合分波器 1 のクラッド 10 の外面に加熱部 90 を備えた。しかし、加熱部は、前述の光合分波器 2～4 の第一のクラッドおよび第二のクラッドの少なくとも一方の外面に備えられていてもよい。

この場合においても、前述の光合分波器 5 と同様の効果を奏することができる。

【0033】

以上、本発明の第 1 実施形態から第 4 実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の構成の変更なども含まれる。さらに、各実施形態で示した構成のそれぞれを適宜組み合わせて利用できることは、言うまでもない。

たとえば、前記第 1 実施形態から第 4 実施形態では、コア部の基準平面 P による断面形状は楕円形状または矩形状とした。しかし、この断面形状は、これらの形状に限ることなく、以下に説明する様々な形状にすることができる。これらの形状は、いずれも、並列側基準線 C1 に対して鏡映対称に形成されるとともに、直交側基準線 C2 に対して鏡映対称に形成されている。さらに、並列方向 X の長さの方が直交方向 Y の長さより短く設定されている。

この断面形状は、図 11 (a) に示すコア部 101 ではひょうたん形状に、図 11 (b) に示すコア部 102 では鼓形状に、図 11 (c) に示すコア部 103 では六角形状に、図 11 (d) に示すコア部 104 では菱形を中心をずらして 2 つ重ねた形状にそれぞれ形成されている。

【0034】

ここで、断面形状が矩形状の第一のコア部 41、そして、コア部 101～104 で伝送される光のモード分布の例を図 12～図 16 にそれぞれ示す。それぞれの図において、(a) がモード 1 の場合、(b) がモード 2 の場合、そして、(c) がモード 3 の場合を示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

前記第 1 実施形態から第 4 実施形態では、クラッドを備えずに、屈折率が 1 である空気を利用してエアクラッドとしてもよい。このように構成しても、前記実施形態と同様の効果を奏することができるからである。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 6 】

1、2、3、4、5 光合分波器

1 0 クラッド

2 1 直状部（第一のコア）

3 0 第二のコア部（第二のコア）

10

4 1、6 1 第一のコア部（第一のコア）

4 2、6 2 第一のクラッド

4 2 a 一方の面

5 1 第二のコア部（第二のコア）

5 2、7 2 第二のクラッド

6 2 a 第一の平坦部

7 2 a 第二の平坦部（平坦部）

9 0 加熱部

1 0 1、1 0 2、1 0 3、1 0 4 コア部（第一のコア、第二のコア）

C 1 並列側基準線

20

C 2 直交側基準線

C 6、C 7 中心軸線

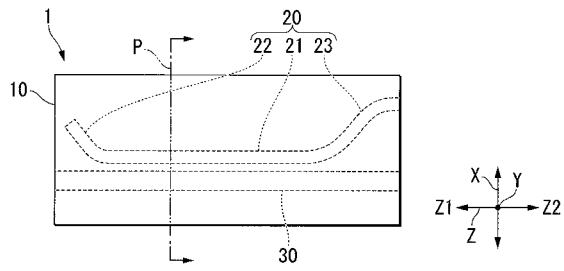
P 基準平面

X 並列方向

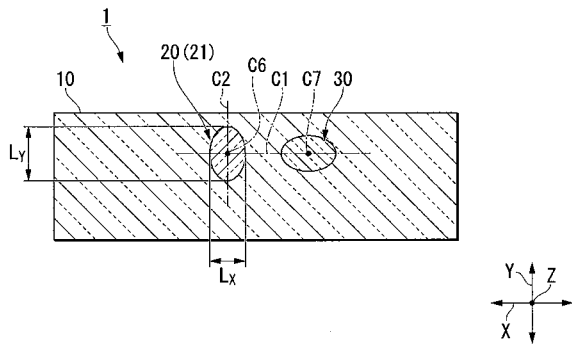
Y 直交方向

Z 延在方向

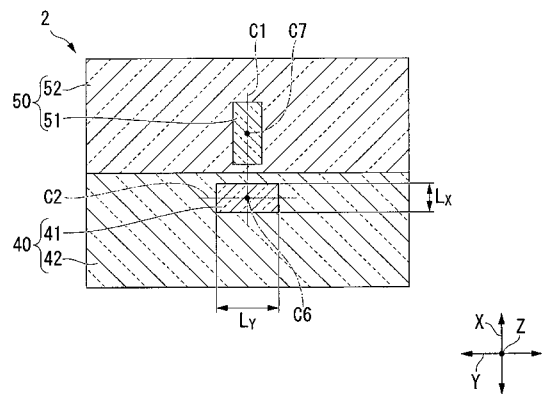
【図 1】



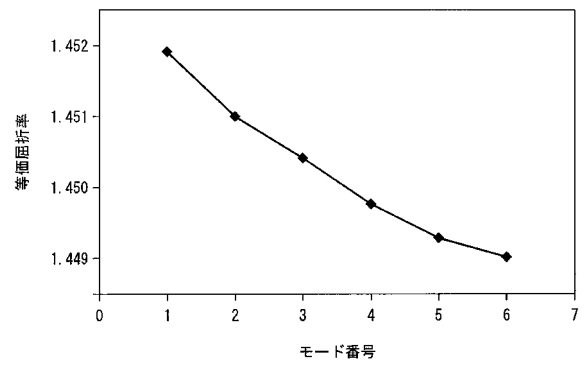
【図 2】



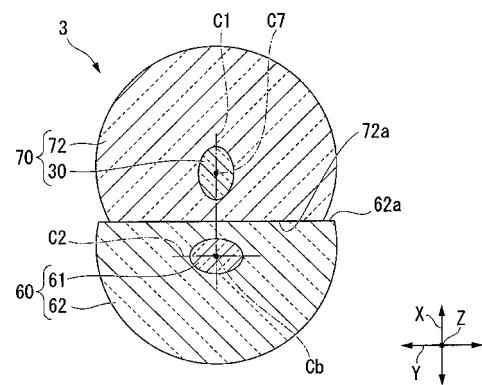
【図 6】



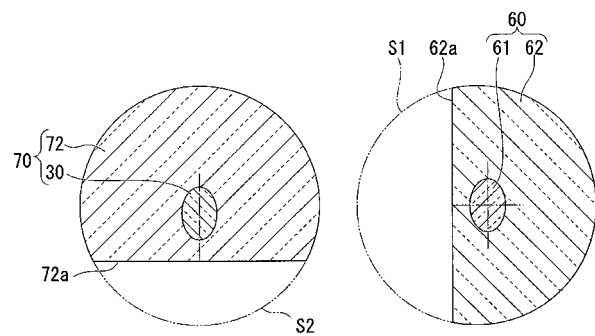
【図 4】



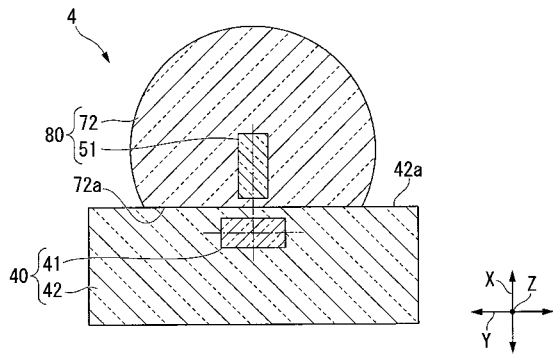
【図 7】



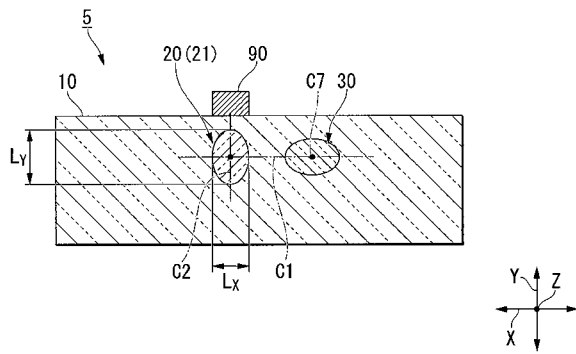
【図 8】



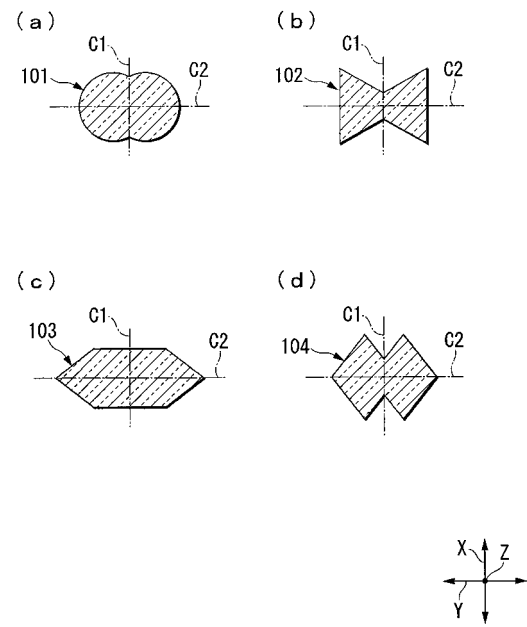
【図 9】



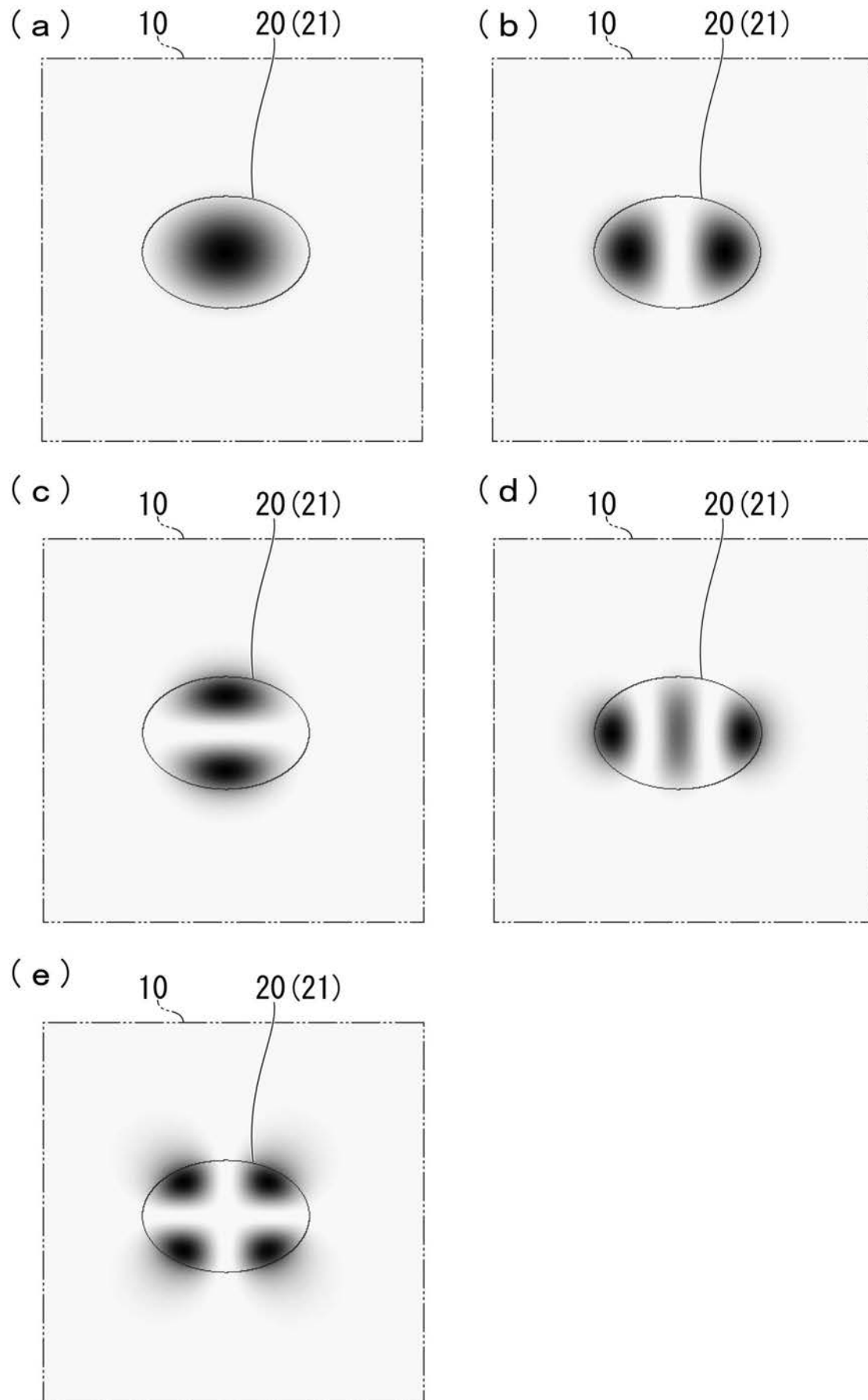
【図 10】



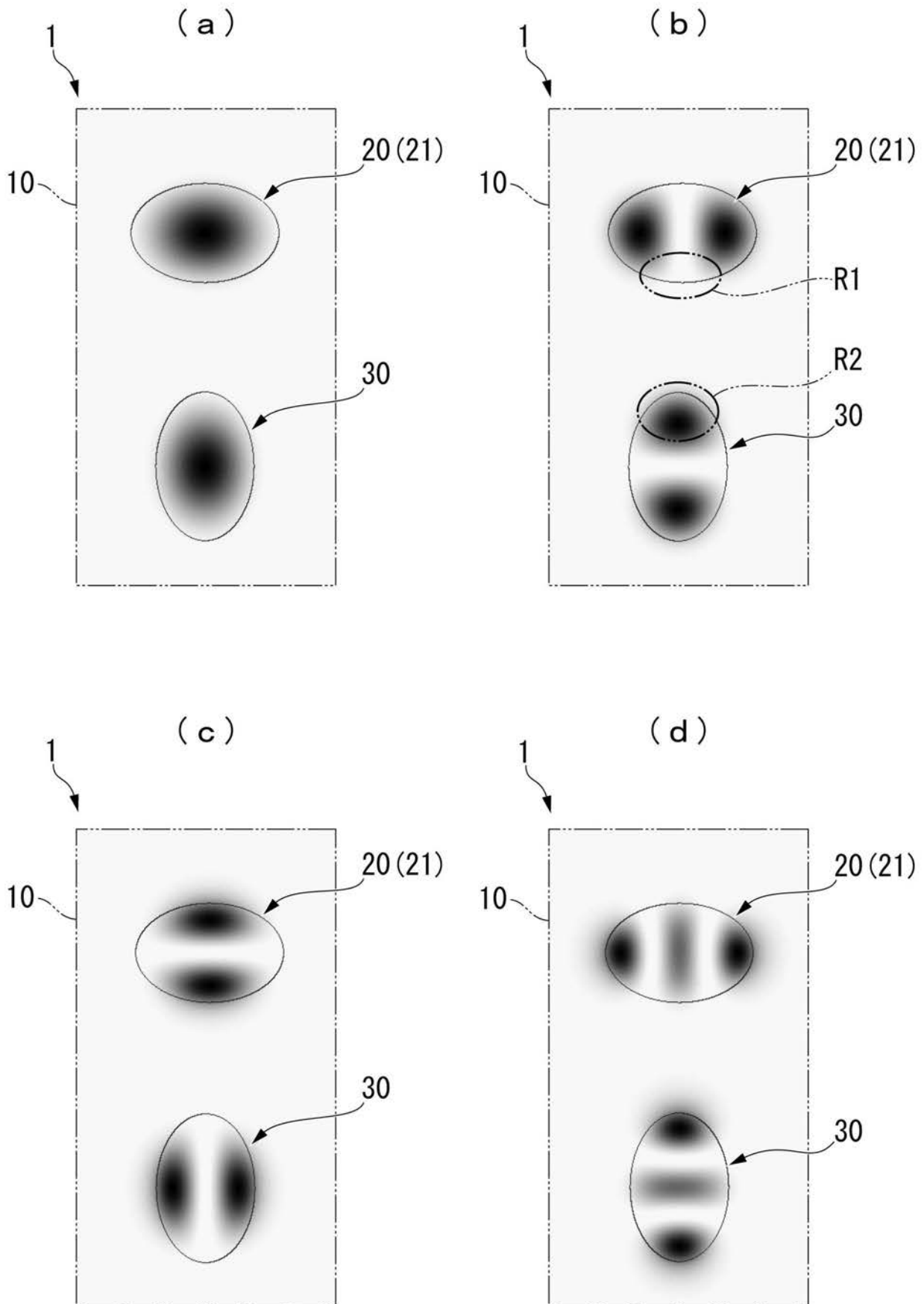
【図 11】



【図 3】

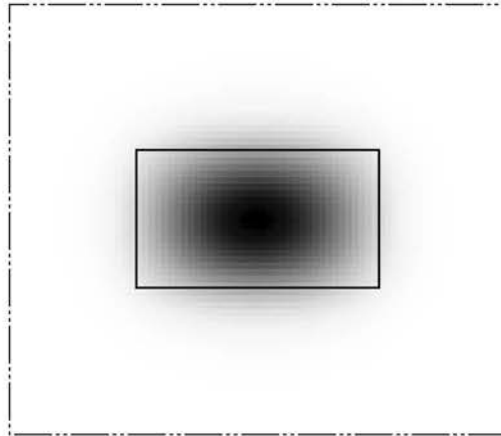


【図 5】

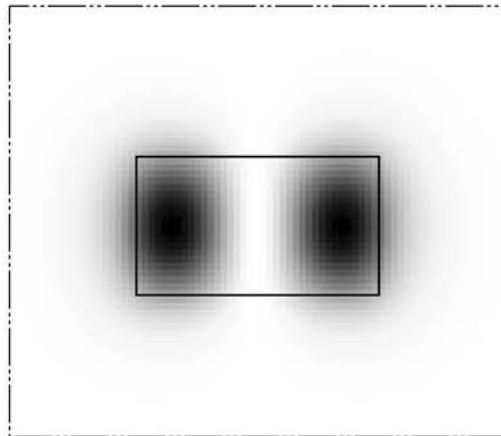


【図 12】

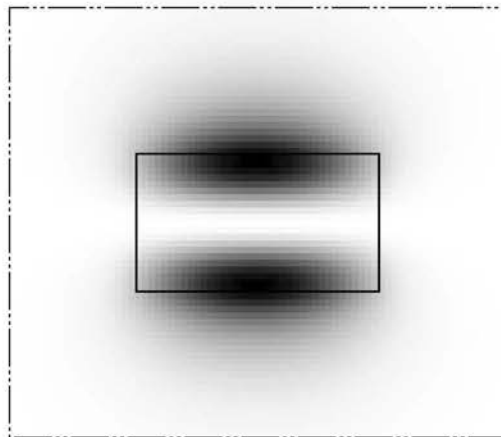
(a)



(b)

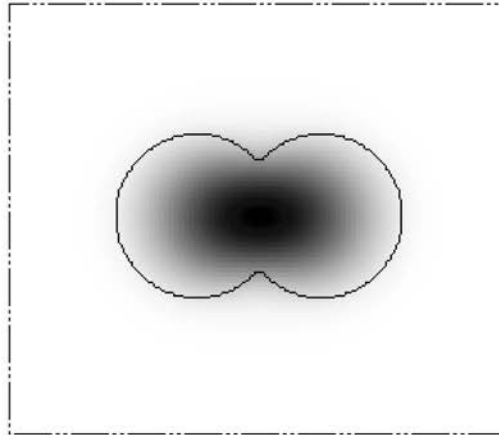


(c)

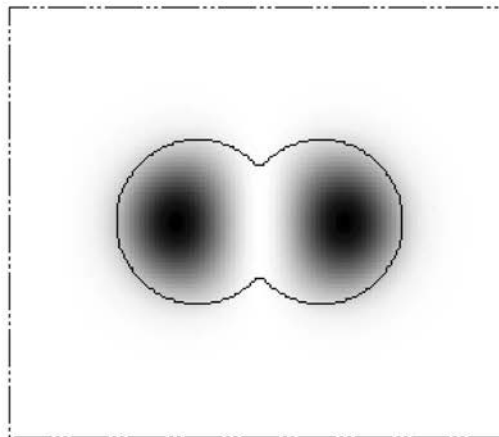


【図 13】

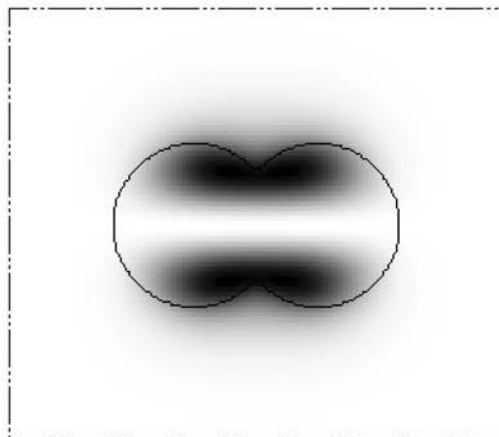
(a)



(b)

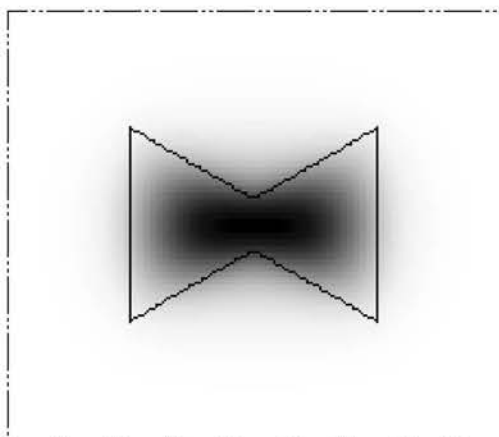


(c)

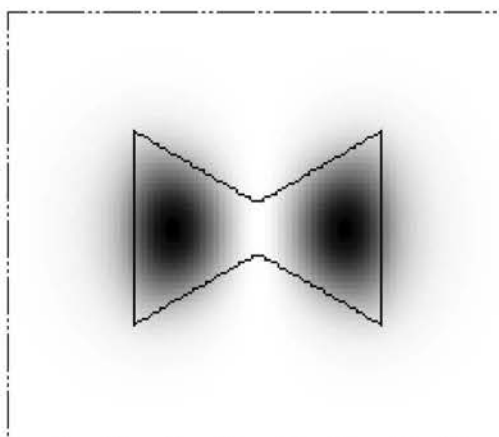


【図 14】

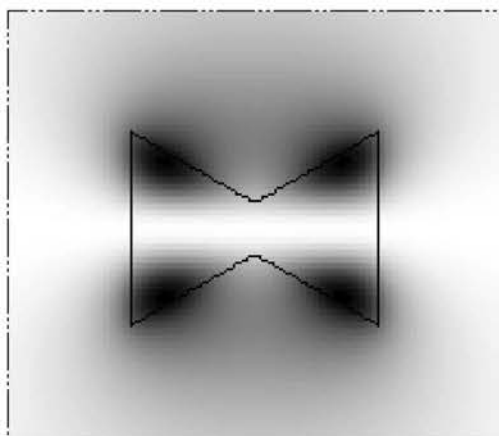
(a)



(b)

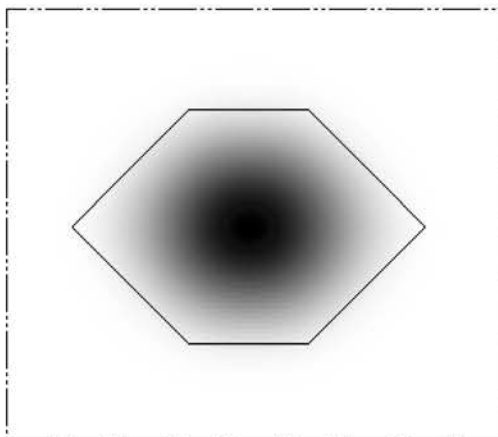


(c)

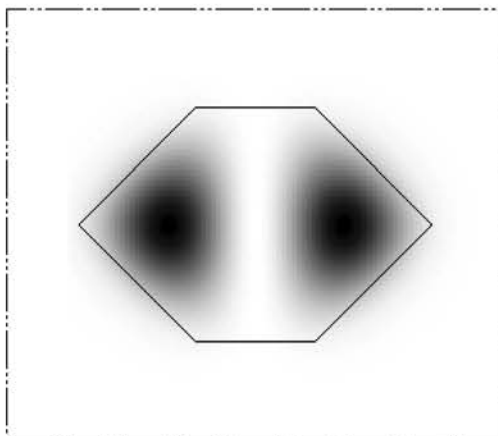


【図 15】

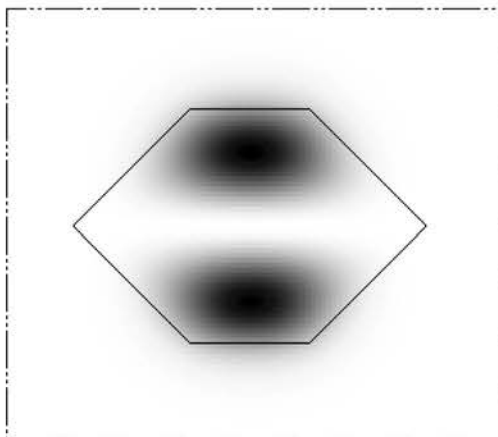
(a)



(b)

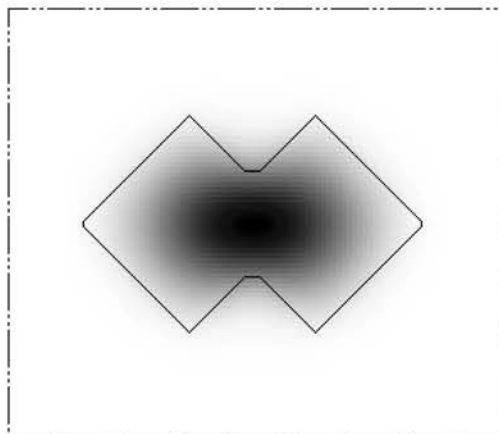


(c)

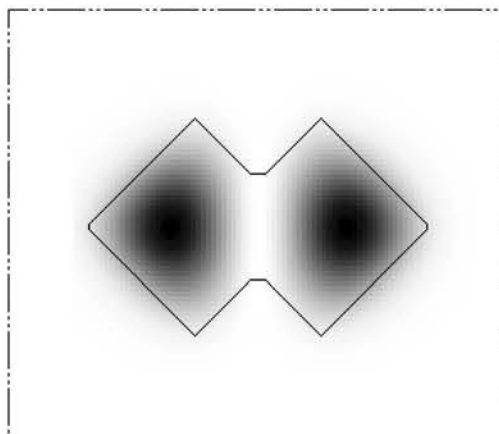


【図 16】

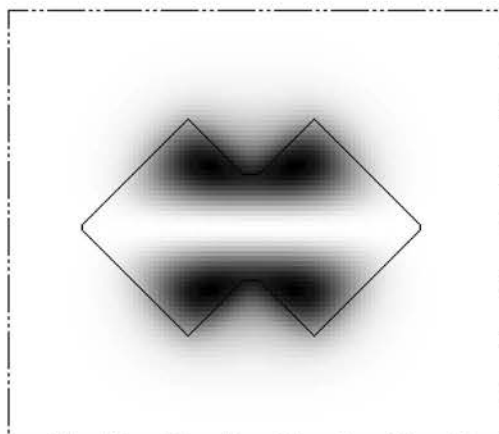
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

(72)発明者 盛岡 敏夫

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 2H079 AA06 AA12 BA01 CA04 DA17 EA04 EB27

2H147 AB17 AB27 AB28 AC01 BE15 DA11 EA14A EA14B EA16A EA16B

EA17B GA10