

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-508398

(P2006-508398A)

(43) 公表日 平成18年3月9日(2006.3.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 6/122 (2006.01)	GO2B 6/12 A	2H137
GO2B 6/30 (2006.01)	GO2B 6/30	2H147
GO2B 6/42 (2006.01)	GO2B 6/42	
	GO2B 6/12 B	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2004-557211 (P2004-557211)	(71) 出願人	390041542
(86) (22) 出願日	平成15年11月17日 (2003.11.17)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(85) 翻訳文提出日	平成17年7月25日 (2005.7.25)		GENERAL ELECTRIC COMPANY
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/036683		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデー、リバーロード、1 番
(87) 国際公開番号	W02004/051327	(74) 代理人	100093908
(87) 国際公開日	平成16年6月17日 (2004.6.17)		弁理士 松本 研一
(31) 優先権主張番号	10/065,881	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成14年11月27日 (2002.11.27)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

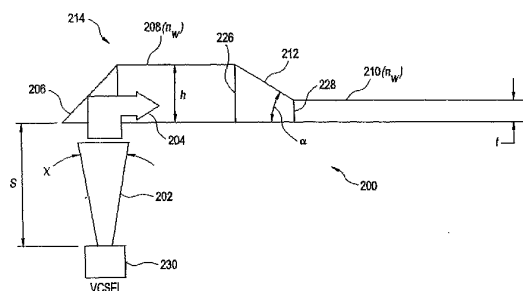
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元相互接続のための光ビア

(57) 【要約】

【課題】放射源から導波路又は他の光学構成部品に効率的に結合する。

【解決手段】導波路は、N - モード放射を放射源から受け入れ、且つ厚さ「h」を有する第1のセクションを含む。第2のセクションは、「h」より小さい厚さ「t」を有する。テーパセクションは、N - モード放射を第1の導波路セクションから第2の導波路セクションに結合するために、第1の導波路セクションと結合された対応する厚さ「h」を備えるその第1の端部と、第2の導波路セクションと結合された対応する厚さ「t」を備えるその第2の端部とを有する。更に、第1のセクションは幅「q」を有し、第2のセクションは「q」より小さい幅「w」を有する。テーパセクションの第1の端部は、第1の導波路セクションと結合された対応する幅「q」を有し、テーパセクションの第2の端部は、第2の導波路セクションと結合された対応する幅「w」を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光デバイス間で光エネルギーを結合するための光結合システムであって、
放射源 200 から N - モード放射 204 (N は整数) を受け入れる導波路 214 を備え、
該導波路 214 が、
前記 N - モード放射 204 を光ビーム再配向デバイス 206 から受け入れる、厚さ h を有する第 1 のセクション 208 と、
h より小さい厚さ t を有する第 2 のセクション 210 と、
前記 N - モード放射 204 を前記第 1 の導波路セクション 208 から前記第 2 の導波路セクション 210 に結合するために、前記第 1 の導波路セクション 208 と結合された厚さ h を備えるその第 1 の端部と、前記第 2 の導波路セクション 210 と結合された厚さ t を備える第 2 の端部とを有するテーパセクション 212 と、
を含む光結合システム。

【請求項 2】

前記 N - モード放射を前記第 1 の導波路セクション 208 に配向させるために前記 N - モード放射 202 を前記放射源 200 から受け入れる光ビーム再配向デバイス 206 を更に備える請求項 1 に記載の光結合システム。

【請求項 3】

h が約 10 - 100 μm であり且つ t が約 2 - 10 μm である請求項 1 に記載の光結合システム。

【請求項 4】

前記テーパセクション 212 が、約 100 - 1000 μm の長さを有する請求項 1 に記載の光結合システム。

【請求項 5】

前記テーパセクション 212 の第 1 の端部が第 1 の開口 226 を含み、前記テーパセクション 212 の第 2 の端部が前記第 1 の開口 226 とほぼ平行な第 2 の開口 228 を含み、前記テーパセクション 212 が前記第 2 の導波路セクション 210 において約 5 - 10 度の第 1 の角度の範囲と該第 1 の角度に対して直角な約 5 - 10 度の第 2 の角度の範囲とを定めるように、前記第 1 及び第 2 の開口 226、228 が互いに間隔を置いて配置されている請求項 1 に記載の光結合システム。

【請求項 6】

前記光ビーム再配向デバイス 206 がプリズムを含む請求項 2 に記載の光結合システム。

【請求項 7】

前記光ビーム再配向デバイス 206 がレンズ又は回折格子を含む請求項 2 に記載の光結合システム。

【請求項 8】

屈折率 n_c を有する前記導波路 214 を包み、且つ n_c より小さい屈折率 n_w を有するクラッド 216 を更に備える請求項 1 に記載の光結合システム。

【請求項 9】

前記第 1 の導波路セクション 208 及び前記テーパセクション 212 が屈折率 n_w によって定められ、前記第 2 の導波路セクション 210 が n_w より大きい屈折率 n_c によって定められる請求項 1 に記載の光結合システム。

【請求項 10】

前記第 2 の導波路セクション 210 が、前記光ビーム再配向デバイス 206 と前記第 1 の導波路セクション 208 と前記第 1 のテーパセクション 212 とを包むクラッドである請求項 9 に記載の光結合システム。

【請求項 11】

前記第 2 の導波路セクション 210 が更に最上層テーパセクション 218 を含み、前記第 2 の導波路セクション 210 と前記テーパセクション 212 との間の屈折率の差が前記

第 2 の導波路セクション 2 1 0 の上面から前記テーパセクション 2 1 2 の最上面の近傍まで延びていることを特徴とする請求項 9 に記載の光結合システム。

【請求項 1 2】

前記第 2 の導波路セクション 2 1 0 が、前記第 1 のテーパセクション 2 1 2 内に位置付けされたセグメント 2 2 0 を含む請求項 9 に記載の光結合システム。

【請求項 1 3】

前記第 1 のテーパセクション 2 1 2 内に位置付けられた前記第 2 の導波路セクション 2 1 0 のセグメントが、前記第 2 の導波路セクション 2 1 0 と結合された長さ t を備える底辺と該底辺に対向する頂角とを含む三角形断面を有するウェッジ 2 2 2 であり、

前記ウェッジが、前記 N - モード放射を前記第 1 の導波路セクション 2 0 8 から前記第 2 の導波路セクション 2 1 0 に結合するために前記 N - モード放射 2 0 4 を前記第 1 のテーパセクション 2 1 2 から受け入れる請求項 1 2 に記載の光結合システム。 10

【請求項 1 4】

前記三角形断面 2 2 0 が、前記第 2 の導波路セクション 2 1 0 に対して傾斜している請求項 1 3 に記載の光結合システム。

【請求項 1 5】

前記第 2 の導波路セクション 2 1 0 が、前記第 1 のテーパセクション 2 1 2 及び前記第 1 の導波路セクション 2 0 8 内に位置付けされたセグメント 2 2 0 を含む請求項 9 に記載の光結合システム。

【請求項 1 6】

前記ウェッジ 2 2 2 の頂角が約 5 - 1 0 度の角度を含む請求項 1 3 に記載の光結合システム。 20

【請求項 1 7】

前記ウェッジ 2 2 2 が、約 1 0 0 - 1 0 0 0 の μm の長さを含む請求項 1 3 に記載の光結合システム。

【請求項 1 8】

光デバイス間で光エネルギーを結合するための光結合システムであって、

厚さ c と屈折率 n_w とを有し、N - モード放射 2 0 4 を放射源 2 0 0 から軸 2 2 4 に沿って受け入れる第 1 の導波路 2 1 6 と、

前記第 1 の導波路 2 1 6 内に位置付けされたセグメント 2 2 0 を有し、且つ c より小さい厚さ t と n_w より大きい屈折率 n_c とを有する第 2 の導波路 2 1 0 と、 30
を備える光結合システム。

【請求項 1 9】

前記放射源 2 0 0 から前記 N - モード放射 2 0 2 (N は整数)を受け入れて、前記 N - モード放射を第 1 の導波路 2 0 8 に配向させる光ビーム再配向デバイス 2 0 6 を更に備える請求項 1 8 に記載の光結合システム。

【請求項 2 0】

前記第 1 の導波路 2 1 6 内に位置付けられた前記第 2 の導波路 2 2 0 のセグメントが、前記第 2 の導波路セクション 2 1 0 と結合された長さ t を備える底辺と該底辺に対向する頂角とを含む三角形断面を有するウェッジ 2 2 2 を含み、 40

前記ウェッジが、前記 N - モード放射 2 0 4 を前記光ビーム再配向デバイス 2 0 6 から前記第 2 の導波路セクション 2 1 0 に結合するために、前記 N - モード放射 2 0 4 を前記光ビーム再配向デバイス 2 0 6 から受け入れる請求項 1 8 に記載の光結合システム。

【請求項 2 1】

前記ウェッジ 2 2 2 が、前記第 2 の導波路セクション 2 1 0 に対して傾斜している請求項 2 0 に記載の光結合システム。

【請求項 2 2】

前記ウェッジ 2 2 2 の頂角が約 5 - 1 0 度の角度を含む請求項 2 0 に記載の光結合システム。

【請求項 2 3】

前記ウェッジ 2 2 2 が約 1 0 0 - 1 0 0 0 の μm の長さを含む請求項 2 0 に記載の光結合システム。

【請求項 2 4】

前記第 1 の導波路 2 1 6 のセグメントが、距離 d だけ切り取られている請求項 1 9 に記載の光結合システム。

【請求項 2 5】

前記第 2 の導波路 2 2 0 が、前記 N - モード放射 2 0 4 の軸 2 2 4 から距離 r だけオフセットしている請求項 1 9 に記載の光結合システム。

【請求項 2 6】

光デバイス間で光エネルギーを結合するための光結合システムであって、

放射源 2 0 0 から N - モード放射 2 0 2 (N は整数) を受け入れる光ビーム再配向デバイス 2 0 6 と、

屈折率 n_w を有し、且つ前記 N - モード放射 2 0 4 を前記光ビーム再配向デバイス 2 0 6 から軸 2 2 4 に沿って受け入れる導波路 2 1 6 と、

を備え、前記導波路 2 1 6 が、

前記 N - モード放射 2 0 4 を前記光ビーム再配向デバイス 2 0 6 から受け入れる第 1 のセクション 2 1 6 と、

前記 N - モード放射 2 0 4 を前記第 1 の導波路セクション 2 1 6 から受け入れるテーパセクション 2 1 2 と、

前記テーパセクション 2 1 2 内に位置付けされ、且つ n_w より大きい屈折率 n_s を有し、前記 N - モード放射 2 0 4 を前記テーパセクション 2 1 2 から受け入れる第 3 のセクション 2 1 0 と、

を含むことを特徴とする光結合システム。

【請求項 2 7】

前記第 3 の導波路セクション 2 1 0 が、前記 N - モード放射 2 0 4 の軸 2 2 4 から距離 r だけオフセットしている請求項 2 6 に記載の光結合システム。

【請求項 2 8】

導波路デバイスであって、

第 1 の断面積を有し且つ光放射を受け入れる第 1 の開口 2 2 6 と、

前記第 1 の断面積より小さい第 2 の断面積を有し、且つ前記第 1 の開口から光放射を受け入れる第 2 の開口 2 2 8 と、

を含む導波路デバイス。

【請求項 2 9】

前記導波路デバイスが、前記第 1 及び第 2 の開口 2 2 6、2 2 8 の間で第 1 及び第 2 の角度を定め、前記第 1 の角度 が約 5 - 1 0 度であり、該第 1 の角度 に直角な第 2 の角度 が約 5 - 1 0 度であることを特徴とする請求項 2 8 に記載の導波路デバイス。

【請求項 3 0】

前記導波路デバイスが、約 1 0 0 - 1 0 0 0 の μm の長さを有する請求項 2 8 に記載の導波路デバイス。

【請求項 3 1】

光デバイス間で光エネルギーを結合するための光結合システムであって、

放射源 2 0 0 から N - モード放射 2 0 2 (N は整数) を受け入れる光ビーム再配向デバイス 2 0 6 と、

前記 N - モード放射 2 0 4 を前記光ビーム再配向デバイス 2 0 6 から受け入れる導波路 2 1 4 と、

を備え、前記導波路 2 1 4 が、

前記 N - モード放射 2 0 4 を前記光ビーム再配向デバイス 2 0 6 から受け入れ、且つ厚さ h を有する第 1 のセクション 2 0 8 と、

前記 N - モード放射 2 0 4 を前記第 1 の導波路セクション 2 0 8 から第 2 の導波路 2 1 0 に結合するために、前記第 1 の導波路セクション 2 0 8 と結合された厚さ h を備える第

10

20

30

40

50

１の端部と、厚さ t を備える第２の端部とを有するテーパセクション２１２と、を含むことを特徴とする光結合システム。

【請求項３２】

前記テーパセクション２１２の第１の端部が第１の開口２２６を含み、前記テーパセクション２１２の第２の端部が、前記第１の開口２２６とほぼ平行な第２の開口２２８を含み、前記テーパセクション２１２が前記第２の導波路２１０において約５－１０度の第１の角度の範囲と該第１の角度に対して直角な約５－１０度の第２の角度の範囲とを定めるように、前記第１及び第２の開口２２６、２２８が互いに間隔を置いて配置されている請求項３１に記載の光結合システム。

【請求項３３】

光デバイス間で光エネルギーを結合するための光結合システムであって、放射源２０２と、前記放射源２０２から所定の距離場所に位置付けられ、且つ N -モード放射２０２（ N は整数）を受け入れる光ビーム再配向デバイス２０６と、

N -モード放射２０４を前記光ビーム再配向デバイス２０６から受け入れる導波路２１４と、を備え、前記導波路２１４が、

前記 N -モード放射２０４を前記光ビーム再配向デバイス２０６から受け入れ、且つ厚さ h を有する第１のセクション２０８と、

h より小さい厚さ t を有する第２のセクション２１０と、

前記 N -モード放射２０４を前記第１の導波路セクション２０８から前記第２の導波路セクション２１０に結合するために、前記第１の導波路セクション２０８と結合された厚さ h を備えるその第１の端部と、前記第２の導波路セクション２１０と結合された厚さ t を備える第２の端部とを有するテーパセクション２１２とを、含む、光結合システム。

【請求項３４】

前記テーパセクション２１２の第１の端部が第１の開口２２６を含み、前記テーパセクション２１２の第２の端部が前記第１の開口２２６とほぼ平行な第２の開口２２８を含み、前記テーパセクション２１２が前記第２の導波路２１０において約５－１０度の第１の角度の範囲と該第１の角度に対して直角な約５－１０度の第２の角度の範囲とを定めるように、前記第１及び第２の開口２２６、２２８が互いに間隔を置いて配置されている請求項３３に記載の光結合システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、光デバイス間、より具体的には、放射源から導波路に効率的に放射の結合を行うためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

垂直キャビティ面発光レーザ（VCSEL）又はマルチモード光ファイバなどのレーザ出力を薄い導波路（例えば平面導波路又は光ファイバ）に結合する時には、レーザ出力モードと薄い導波路によって対応可能なモードとの間に、大きな許容できないモード及びサイズの不整合が存在する場合がある。これらの不整合は、これに伴い光学部品間での大きな放射損失を生じる。これまで、これらの有意な損失は、無視されるか、又は所望のエネルギー量が導波路内に結合されるようにVCSEL出力パワーを単に増大することによって対処されてきた。

【０００３】

新世代のオプトエレクトロニクス構成部品では、１つの主要な要因はそのサイズである。一方、電力は可能な限り最小に制限されるべきであるが、他方では、速度（又は帯域幅）及び信号／ノイズ比のような優れた性能を保証するためには高出力が望まれる。従って

10

20

30

40

50

、全ての電力損失はデバイス性能を犠牲にする。更に、高出力においては、熱的又は冷却問題が発生する。また、V C S E Lの寿命は、オーバードライブされる場合には短くなる場合がある。更にまた、V C S E Lが継続してオーバードライブされる場合は、望ましくないノイズ、出力信号の変形などのような非線形又は異常な動作を生じる場合がある。

【特許文献1】米国特許第4737004号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、それ故に、光学的相互接続において過大な放射損失を受けることなく、放射源から導波路又は他の光学構成部品に効率的に結合するためのシステム及び方法に対する、
当該技術分野におけるニーズが依然として存在する。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

光デバイス間で光エネルギーを結合するための光結合システムは、放射源からN - モード放射 (Nは整数) を受け入れる導波路を含む。本導波路は、N - モード放射を放射源から受け入れ、且つ厚さ「h」を有する第1のセクションを含む。第2のセクションは、「h」より小さい厚さ「t」を有する。テーパセクションは、N - モード放射を第1の導波路セクションから第2の導波路セクションに結合するために、第1の導波路セクションと結合された対応する厚さ「h」を備えるその第1の端部と、第2の導波路セクションと結合された対応する厚さ「t」を備えるその第2の端部とを有する。更に、第1のセクション
は幅「q」を有し、第2のセクションは「q」より小さい幅「w」を有する。テーパセクションの第1の端部は、第1の導波路セクションと結合された対応する幅「q」を有し、
テーパセクションの第2の端部は、第2の導波路セクションと結合された対応する幅「w」を有する。

20

【0006】

第2の実施形態では、クラッドは、厚さ「c」と屈折率 n_w とを有し、N - モード放射を受け入れる。第2の導波路セクションは、クラッドの内部に位置付けされたそのセグメントを有し、「c」より小さい厚さ「t」と n_w より大きな屈折率 n_c とを有する。

【0007】

第3の実施形態では、導波路は、屈折率 n_w を有し、N - モード放射を1つの軸に沿って受け入れる。本導波路は、N - モード放射を受け入れる第1のセクションと、N - モード放射を第1の導波路セクションから受け入れるテーパセクションとを含む。第3のセクションは、テーパセクション内に位置付けされ、 n_w より大きな屈折率 n_c を有し、N - モード放射をテーパセクションから受け入れる。

30

【0008】

テーパセクションは、光放射を受け入れる第1の断面積を有する第1の開口と、第1の断面積より小さい第2の断面積を有し、且つ光放射を第1の開口から受け入れる第2の開口とを含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

図1を参照すると、光デバイス間で光エネルギーを結合するための光結合システム200の第1の実施形態が示されている。光結合システム200は、プリズム (内部全反射によって鏡として動作する) 又はレンズなどの光ビーム再配向デバイス206を含む。光ビーム配向デバイス206の表面は、平面でも、又は非平面でもよい。例えば、表面が凹面 (図37) である場合には、より多くの光をV C S E Lから集光し、別の光学構成部品と結合することができる。光ビーム再配向デバイス206の表面はまた、光フィルタリング又は波長選択のために、光回折格子 (図36) に類似したパターン付け又は線引きをすることができる。これらの設計の全ては、用途、必要とされる性能又は他の要求に応じて、鏡面206に組み込むことができる。

40

【0010】

50

光ビーム再配向デバイス206は、垂直キャビティ面発光レーザ(VCS EL)、レーザ又は端面発光レーザ、又はマルチモード光ファイバなどの放射源230から距離「s」の位置で、マルチモード放射202(例えば、N-モード放射、Nは整数)を受け入れる。レーザ出力202は、約15度のほぼ対称的な立体角で発散する。光ビーム再配向デバイス206は、レーザ230によって放出された放射202の全て又はほぼ全てを捕捉するように、距離「s」の位置に配置される。導波路214は、光ビーム再配向デバイス206からN-モード放射204を受け入れる。導波路214は、光ビーム再配向デバイス206からN-モード放射204を受け入れる、厚さ「h」を有する第1のセクション208を含む。導波路214の第2のセクション210は、「h」より小さい厚さ「t」を有する。寸法「h」は、約10-100マイクロメートル(μm)であり、「t」は約2-10 μm である。テーパセクション212は、第1の導波路セクション208とつながる厚さhを備える第1の開口226と、第2の導波路セクション210とつながる厚さtを備える第2の開口228とを有し、従ってN-モード放射204を第1の導波路セクション208から第2の導波路セクション210に結合する。図1により最も良く分かるように、N-モード放射202は、第1の導波路セクション208内に直接配向することができる。また図1において、第1及び第2の導波路セクション208、210、及びテーパセクション212の屈折率は全て等しい。図35に示すように、テーパセクション212は、およそ100-1000 μm の長さ「l」を有し、また、第2の導波路セクション210の位置又はその近傍で計測される、約5度の第1の角度及び第1の角度に直角な約5度の第2の角度の範囲を定める。

10

20

【0011】

光ビーム再配向デバイス206、第1の導波路セクション208、第2の導波路セクション210及びテーパセクション212の典型的な材料組成は、特殊な、又は一般的なガラス、半導体、ポリマー、光学ゾルゲル、或いは光電気結晶などのものである。導波路及びテーパ構造は、反応性イオンエッチング(RIE)、レーザアブレーション、機械式鋸引き、成形、スタンピング、グレースケールマスクリソグラフィーなどを使用することにより作ることができる。

【0012】

本発明の第2の実施形態では、図2で分かるように、屈折率 n_w を有する導波路214は、 n_w より小さい屈折率 n_c を有するクラッド216内に入れることができる。図3は、図2の第2の導波路セクション210内に結合された正規化出力(Normalized Power)をテーパセクション212及び第2の導波路セクション210に沿った距離の関数として表したグラフ図302を示す。図2の第2の導波路セクション210内に結合された正規化出力の最大値は、約0.8正規化単位である。

30

【0013】

第3の実施形態では、図4及び図5で分かるように、第1の導波路セクション208とテーパセクション212は、屈折率 n_w によって定められ、第2の導波路セクション210は、 n_w より小さい屈折率 n_c によって定められる。図5では、第2の導波路セクション210は、第2の導波路セクション210と同じ屈折率を有し、且つ第2の導波路セクション210の上面からテーパセクション212に沿う点まで延びる、追加の延長最上層テーパ218を含み、よって第1の導波路セクション208と第2の導波路セクション210との間の出力の結合が改善される。図7は、図5の第2の導波路セクション210内に結合された正規化出力をテーパセクション212及び第2の導波路セクション210に沿った距離の関数として表したグラフ図306を示す。

40

【0014】

第4の実施形態では、図8、図9、及び図10、並びに図33、図34及び図35で分かるように、第2の導波路セクション210は、テーパセクション212内、或いはテーパセクション212及び第1の導波路セクション208の双方内に位置付けられた第2の導波路セクションのセグメント220を含む。具体的には図8で分かるように、前述のセグメント220は、テーパセクション212及び第1の導波路セクション208内に長さ

50

「w」を延長させる矩形形状のセグメントを含む。図6は、図8の第2の導波路セクション210に結合された正規化出力をテーパセクション212及び第2の導波路セクション210に沿った距離の関数として表したグラフ図304を示す。図9では、前述のセグメント220は、第2の導波路セクション210と結合された厚さtの底辺を含むほぼ三角形の断面のウェッジ222を含む。図9の三角形断面はまた、約5 - 10度の角度の範囲を定める底辺と対向する5 - 10度の頂角を含む。図9の三角形断面はほぼ直角三角形であり、その斜辺がテーパセクション212からN - モード放射204を最初に受け入れて、N - モード放射を第1の導波路セクション208から第2の導波路セクション210に結合するように位置付けられている。図10では、三角形断面220は、第2の導波路セクション210に対して約5 - 10度の間の角度で傾斜している。図8、図9、及び図10から最も良く分かるように、第1の導波路セクション208は、導波路（例えば、コア材料のような）の役目を果たし、一方これに対するクラッドは、下方では基板であり、上方では空気である。

10

【0015】

第5の実施形態では、図11で分かるように、第2の導波路セクション210は、光ビーム再配向デバイス206、第1の導波路セクション208、及び図8の第1の導波路セクション210を入れ、又は包む。

【0016】

図12図13及び図14、及び、図33図34及び図35を参照すると、光結合システム200の第6の実施形態が示されている。図12、図13及び図14では、厚さc及び屈折率 n_w を有するクラッド216は、光ビーム再配向デバイス206から軸224に沿ってN - モード放射204を受け入れる。軸224に関して対称的な第2の導波路セクション210は、厚さ「t」（「c」より小さい）、屈折率 n_c （ n_w より大きい）、及び長さbにわたってクラッド216内に位置付けられたセグメント220を有する。図12では、クラッド216内に位置付けられた第2の導波路のセグメント220は、正方形又は矩形の端部で終端される。図13及び図14では、クラッド216内に位置付けられた第2の導波路のセグメント220は、ウェッジ222を含む。ウェッジ222は、第2の導波路セクション210と結合された厚さ「t」を備える底辺と、該底辺に対向する頂角とを含むほぼ三角形の断面を有する。ウェッジ222は、N - モード放射204を光ビーム再配向デバイス206から第2の導波路セクション210に結合するためにN - モード放射204を光ビーム再配向デバイス206から軸224に沿って受け入れる。図13では、三角形断面220は、約5 - 10度の間の角度で、第2の導波路セクション210に対して傾斜している。図14では、三角形断面はほぼ直角三角形の形状であり、その斜辺がテーパセクション212からN - モード放射204を最初に受け入れて、該N - モード放射を第1の導波路セクション208から第2の導波路セクション210に結合するために位置付けられる。図12、図13及び図14で最も良く分かるように、図8、図9及び図10と対照的に、第1の導波路セクション208は、第2の導波路セクション210に対するクラッドの役割を果たす。第1の導波路セクション208をコア又はクラッドのいずれとして使用するかは、全体構造内でどのように適用されるかに依存する。

20

30

【0017】

図15、図17及び図19を参照すると、第7の実施形態が示されている。図12に示す方法と同様に、図15、図17及び図19では厚さc及び屈折率 n_w を有するクラッド216は、N - モード放射204を光ビーム再配向デバイス206から軸224に沿って受け入れる。軸224に関して対称的な第2の導波路セクション210は、厚さ「t」（「c」より小さい）、屈折率 n_c （ n_w より大きい）、及び長さ「b」にわたってクラッド216内に位置付けられたセグメント220を有する。図15では、クラッド216内に位置付けられた第2の導波路のセグメント220は、正方形又は矩形の端部で終端される。図16は、図15の第2の導波路セクション210に結合された正規化出力（Normalized Power）をクラッド216と第2の導波路セクション210とに沿った距離の関数として表したグラフ図308を示す。

40

50

【 0 0 1 8 】

また、図 1 3、図 1 4 と同様に、図 1 7 及び図 1 9 ではクラッド 2 1 6 内に位置付けられた第 2 の導波路のセグメント 2 2 0 は、ウェッジ 2 2 2 を含む。ウェッジ 2 2 2 は、第 2 の導波路セクション 2 1 0 と結合された厚さ「 t 」を備える底辺と、該底辺と対向する頂角とを含むほぼ三角形の断面を有する。ウェッジ 2 2 2 は、N - モード放射 2 0 4 を光ビーム再配向デバイス 2 0 6 から第 2 の導波路セクション 2 1 0 に結合するために、N - モード放射 2 0 4 を光ビーム再配向デバイス 2 0 6 から軸 2 2 4 に沿って受け入れる。図 1 8 は、図 1 7 の第 2 の導波路セクション 2 1 0 に結合された正規化出力をクラッド 2 1 6 と第 2 の導波路セクション 2 1 0 とに沿った距離の関数として表したグラフ図 3 1 0 を示す。図 2 0 は、図 1 9 の第 2 の導波路セクション 2 1 0 に結合された正規化出力をクラッド 2 1 6 と第 2 の導波路セクション 2 1 0 とに沿った距離の関数として表したグラフ図 3 1 2 を示す。

10

【 0 0 1 9 】

しかしながら、図 1 5、図 1 7 及び図 1 9 では、クラッド 2 1 6 は、第 2 の導波路セクション 2 1 0 がそのセグメントを覆ってクラッド 2 1 6 によって囲まれていない長さ「 d 」を有するセグメント上で切り取られているのが分かる。

【 0 0 2 0 】

また、図 1 5、図 1 7 及び図 1 9 から最も良く分かるように、図 8、図 9 及び図 1 0 と対照的に、第 1 の導波路セクション 2 0 8 は、第 2 の導波路セクション 2 1 0 に対するクラッドの役目を果たす。第 1 の導波路セクション 2 0 8 をコア又はクラッドのいずれとして使用するかは、全体構造内でどのように適用されるかに依存する。更に、図 1 8 及び図 2 0 で分かるように、図 1 7 及び図 1 9 それぞれでのウェッジ 2 2 2 の追加は、ウェッジ 2 2 2 を備えた第 2 の導波路セクション 2 1 0 に対する図 1 6 に示すグラフ（約 0 . 3 5 正規化単位）と比較すると、クラッド 2 1 6 から第 2 の導波路セクション 2 1 0 へのエネルギー結合（図 1 7 の構成に対して約 0 . 9 正規化単位、図 1 9 の配置に対して約 0 . 8 正規化単位）において注目に値する改善が得られる。しかしながら、図 2 0 及び図 2 2 での結合を比較すると、第 2 の導波路セクション 2 1 0 の厚さは、ウェッジ 2 2 2 の追加よりも結合に関する影響が少ないことが分かる。

20

【 0 0 2 1 】

図 2 1 図 2 3 及び図 2 5 を参照すると、第 7 の実施形態が示される。図 1 2 に示す方法と同様に、図 2 1、図 2 3 及び図 2 5 では、厚さ「 c 」及び屈折率 n_w を有するクラッド 2 1 6 は、N - モード放射 2 0 4 を光ビーム再配向デバイス 2 0 6 から軸 2 2 4 に沿って受け入れる。軸 2 2 4 に関して対称的な第 2 の導波路セクション 2 1 0 は、厚さ t （「 c 」より小さい）、屈折率 n_c （ n_w より大きい）、及び長さ「 b 」にわたってクラッド 2 1 6 内に位置付けられたセグメント 2 2 0 を有する。図 2 1 では、クラッド 2 1 6 内に位置付けられた第 2 の導波路のセグメント 2 2 0 は、正方形又は矩形の端部で終端される。図 2 2 は、図 2 1 の第 2 の導波路セクション 2 1 0 に結合された正規化出力をクラッド 2 1 6 及び第 2 の導波路セクション 2 1 0 に沿った距離の関数として表したグラフ図 3 1 4 を示す。

30

【 0 0 2 2 】

また、図 1 3 及び図 1 4 と同様の方法で、図 2 3 及び図 2 5 ではクラッド 2 1 6 内に位置付けられた第 2 の導波路のセグメント 2 2 0 は、ウェッジ 2 2 2 を含む。ウェッジ 2 2 2 は、第 2 の導波路セクション 2 1 0 と結合された厚さ「 t 」を備える底辺と該底辺と対向する頂角とを含むほぼ三角形の断面を有する。ウェッジ 2 2 2 は、N - モード放射 2 0 4 を光ビーム再配向デバイス 2 0 6 から第 2 の導波路セクション 2 1 0 に結合するために N - モード放射 2 0 4 を光ビーム再配向デバイス 2 0 6 から軸 2 2 4 に沿って受け入れる。図 2 4 は、図 2 3 の第 2 の導波路セクション 2 1 0 内に結合された正規化出力をクラッド 2 1 6 及び第 2 の導波路セクション 2 1 0 に沿った距離の関数として表したグラフ図 3 1 6 を示す。図 2 6 は、図 2 5 の第 2 の導波路セクション 2 1 0 内に結合された正規化出力をクラッド 2 1 6 及び第 2 の導波路セクション 2 1 0 に沿った距離の関数として表した

40

50

グラフ図 3 1 8 を示す。

【 0 0 2 3 】

同様に、図 2 1、図 2 3 及び図 2 5 では、クラッド 2 1 6 は、第 2 の導波路セクション 2 1 0 が該セグメントを覆うクラッド 2 1 6 によって囲まれていない長さ「 d 」を有するセグメント上で切り取られているのが分かる。しかしながら、図 2 1、図 2 3 及び図 2 5 では、第 2 の導波路セクション 2 1 0 が軸 2 2 4 から距離「 r 」だけオフセットしていることも分かる。

【 0 0 2 4 】

図 2 2 及び図 2 3 で分かるように、図 2 1 及び図 2 3 それぞれの配置で同一のオフセット「 r 」に対して、クラッド 2 1 6 から第 2 の導波路セクション 2 1 0 に結合されたエネルギー量は、図 2 3 での第 2 の導波路セクション 2 1 0 がより薄いにもかかわらず、ほぼ同一（約 0.6 の正規化単位）である。よって、第 2 の導波路セクション 2 1 0 の厚さは、結合効率に影響を与えない。しかしながら図 2 5 で分かるように、過大なオフセット「 r 。」に対しては、結合効率は、劇的に減少する（約 0.05 正規化単位まで）。

【 0 0 2 5 】

図 2 2、図 2 4 及び図 2 6 に示すように、小さなオフセット「 r 」は良好な結合をもたらす。しかしながら、ある程度のオフセット量「 r 」は、製造プロセスなどに起因して発生する場合がある。従って、革新的な解決法は、図 1 0（エネルギーを好ましい導波路層に「引き込む」ための特別なテーパ設計の使用）と、図 3 3（エネルギーを好ましい導波路層に「押し込む」ためのテーパ付クラッドの使用）で開示される。

【 0 0 2 6 】

図 2 1、図 2 3 及び図 2 5 から最も良く分かるように、図 8、図 9 及び図 1 0 と対照的に、第 1 の導波路セクション 2 0 8 は、第 2 の導波路セクション 2 1 0 に対するクラッドの役目を果たす。第 1 の導波路セクション 2 0 8 をコア又はクラッドのいずれとして使用するかは、全体構造内でどのように適用されるかに依存する。

【 0 0 2 7 】

図 1 7 の構成では、対称ウェッジ 2 2 2 を示しており、図 2 8 では非対称ウェッジ 2 2 2 を示している。図 1 7 と図 2 8 の構成間の結合効率の差異を、それぞれ図 2 7 と図 2 9 に示す。図 2 7 では、対称ウェッジ 2 2 2 が図 2 9（約 0.8 の正規化単位）よりもより高い結合効率（約 0.9 の正規化単位）を有することが分かる。

【 0 0 2 8 】

図 2 5 の構成では、対称ウェッジ 2 2 2 と第 2 の導波路セクション 2 1 0 は、軸 2 2 4 から距離「 r 」だけオフセットしている。図 2 6 で分かるように、この構成は、約 0.05 正規化単位である、比較的低い結合効率 3 1 8 をもたらす。図 3 0 を参照すると、第 8 の実施形態が示される。図 3 0 では、同様に厚さ「 c 」及び屈折率 n_w を有するクラッド 2 1 6 は、N - モード放射 2 0 4 を光ビーム再配向デバイス 2 0 6 から軸 2 2 4 に沿って受け入れる。テーパセクション 2 1 2 は、クラッド 2 1 6 と結合された厚さ h を備える第 1 の開口 2 2 6 と、第 1 の開口 2 2 6 に対向し且つ該開口 2 2 6 よりも小さい第 2 の開口 2 2 8 とを有する。同様に、図 3 2 で分かるように、図 3 0 でのテーパセクション 2 1 2 は、約 100 - 1000 μm の長さ「 l 」を有し、約 5 - 10 度の第 1 の角度 範囲と、第 1 の角度 に直角な約 5 - 50 度の第 2 の角度 の範囲とを定める。テーパセクション 2 1 2 は、第 1 の開口 2 2 6 において N - モード放射をクラッド 2 1 6 から受け入れる。図 3 0 では、第 2 の導波路セクション 2 1 0 は、軸 2 2 4 から距離「 r 」だけオフセットしており、テーパセクション 2 1 2 の内部に位置付けられ且つ入れられたセグメント 2 2 0 を含む。テーパセクション 2 1 2 の内に位置付けられた第 2 の導波路セクション 2 1 0 のセグメント 2 2 0 は、ウェッジ 2 2 2 を含む。ウェッジ 2 2 2 は、第 2 の導波路セクション 2 1 0 と結合された厚さ「 t 」を備える底辺と、該底辺と対向する頂角とを含むほぼ三角形の断面を有する。ウェッジ 2 2 2 は、N - モード放射 2 0 4 をテーパセクション 2 1 2 から受け入れる。図 3 1 は、図 3 0 の第 2 の導波路セクション 2 1 0 に結合された正規化出力をテーパセクション 2 1 2 及び第 2 の導波路セクション 2 1 0 に沿った距離の関

10

20

30

40

50

数として表したグラフ図 3 2 6 を示す。図 3 1 で分かるように、図 3 0 に示す構成の結合効率、図 2 5 の構成に関する図 2 6 に示す結合効率よりも改善されている。

【 0 0 2 9 】

図 3 3、図 3 4 及び図 3 5 は、第 2 の導波路セクションのウェッジ様セグメントの種々の構成を示す。一般に、テーパ及びウェッジは、「緩やか」又は「鈍い」。即ち、これらのテーパ又はウェッジの角度 θ 及び ϕ は小さい。従って、「 h 」及び「 q 」は、導波路の厚さ「 t 」及び幅「 w 」よりはるかに大きい。よって、図 3 2 の角度 θ 及び ϕ は、このように決定されることになる。図 3 3、図 3 4 及び図 3 5 のウェッジ様セグメント 2 2 2 の長さは「 k 」であり、角度 θ 及び ϕ はまた比較的小さい。従って、ウェッジ様セグメント 2 2 2 は、結果として本質的に細長い。良く理解されるように、テーパセクション 2 1 2 及びウェッジ様セグメント 2 2 2 は全て細長い特性があり、角度 θ 、 ϕ 及び ψ は比較的小さく又は鋭い。

10

【 0 0 3 0 】

第 1、第 2 など、又は前又は後、右又は左、上又は下、上方又は下方、水平又は垂直に対する任意の言及、或いは一つの量又は変数の他に対する相対的位置を示す任意の他の語句は、特に断りがない限り、本発明の説明を容易にすることを意図するものであり、本発明又は本発明の構成要素を任意の 1 つの位置的又は空間的方向に限定するものではない。添付図の構成要素の全ての寸法は、本発明の範囲から逸脱することなく実施形態の起こり得る設計及び意図された使用と共に変化することができる。

【 0 0 3 1 】

本発明を幾つかの実施形態を参照しながら説明してきたが、当業者であれば、本発明の範囲から逸脱することなく種々の変更がなされ、且つ等価物をその構成要素と置き換えることができることが理解されるであろう。加えて、本発明の教示に対して、本発明の本質的な範囲から逸脱することなく多くの修正を特定の状況又は材料に適合させるために行うことができる。従って、本発明は、本発明を実施することが企図された最も優れた形態として開示される特定の実施形態に限定されず、添付の請求項の範囲に含まれる全ての実施形態を対象とすることが意図される。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 2 】

【図 1】第 1 のセクションと、第 2 のセクションと、テーパセクションとを含み、N - モード放射をプリズムによって放射源から受け入れる導波路の構成。

30

【図 2】第 1 のセクションと、第 2 のセクションと、テーパセクションとを含み、N - モード放射を放射源から受け入れるクラッド内に包まれた導波路の構成。

【図 3】図 2 の導波路内に結合された正規化出力をこれに沿った距離の関数として表したグラフ。

【図 4】第 1 のセクションと、第 2 のセクションと、テーパセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有する、N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

【図 5】第 1 のセクションと、第 2 のセクションと、第 3 の部分と、テーパセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有する、N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

40

【図 6】図 8 の導波路内に結合された正規化出力をこれに沿った距離の関数として表したグラフ。

【図 7】図 5 の導波路内に結合された正規化出力をこれに沿った距離の関数として表したグラフ。

【図 8】第 1 のセクションと、第 2 のセクションと、テーパセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有し、更に第 2 のセクションのセグメントがテーパセクション内に位置付けられた N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

【図 9】第 1 のセクションと、第 2 のセクションと、テーパセクションとを含み、且つ第

50

2 のセクションが第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有し、更に第 2 のセクションのウェッジ様セグメントがテーパセクション内に位置付けられた N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

【図 1 0】第 1 のセクションと、第 2 のセクションと、テーパセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有し、更に第 2 のセクションのウェッジ様セグメントがテーパセクション内に位置付けられた N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

【図 1 1】第 1 のセクションと、第 2 のセクションと、テーパセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有し、更に第 2 のセクションがテーパセクションと第 1 のセクションとを含む N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

10

【図 1 2】第 1 のセクションと、第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有する第 2 のセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクション内に位置付けられたセグメントを含む N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

【図 1 3】第 1 のセクションと、第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有する第 2 のセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクション内に位置付けられたそのセグメントを含み、更に第 2 のセクションがウェッジ様の対称セグメントを含む N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

【図 1 4】第 1 のセクションと、第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有する第 2 のセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクション内に位置付けられたそのセグメントを含み、更に第 2 のセクションがウェッジ様の非対称セグメントを含む N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

20

【図 1 5】第 1 のセクションと、第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有する第 2 のセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクション内に位置付けられたそのセグメントを含み、更に第 1 のセクションが部分的に切り取られている N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

【図 1 6】図 1 5 の導波路内に結合された正規化出力をこれに沿った距離の関数として表したグラフ。

【図 1 7】第 1 のセクションと、第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有する第 2 のセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクション内に位置付けられたウェッジ様の対称セグメントを備えるセグメントを含み、更に第 1 のセクションが部分的に切り取られている N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

30

【図 1 8】図 1 7 の導波路内に結合された正規化出力をこれに沿った距離の関数として表したグラフ。

【図 1 9】第 1 のセクションと、第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有する第 2 のセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクション内に位置付けられたウェッジ様の対称セグメントを備えるセグメントを含み、更に第 1 のセクションが部分的に切り取られている N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

【図 2 0】図 1 9 の導波路内に結合された正規化出力をこれに沿った距離の関数として表したグラフ。

40

【図 2 1】第 1 のセクションと、第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有する第 2 のセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクション内に位置付けられたウェッジ様の対称セグメントを備えるセグメントを含み、更に第 1 のセクションが部分的に切り取られており、第 2 のセクションは軸からオフセットしている、N - モード放射を 1 つの軸に沿って放射源から受け入れる導波路の構成。

【図 2 2】図 2 1 の導波路内に結合された正規化出力をこれに沿った距離の関数として表したグラフ。

【図 2 3】第 1 のセクションと、第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有する第 2 のセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクション内に位置付けられたウェッジ様の対称セグメントを備えるセグメントを含み、更に第 1 のセクションが部分的

50

に切り取られており、第 2 のセクションが軸からオフセットしている、N - モード放射を 1 つの軸に沿って放射源から受け入れる導波路の構成。

【図 2 4】図 2 3 の導波路内に結合された正規化出力をこれに沿った距離の関数として表したグラフ。

【図 2 5】第 1 のセクションと、第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有する第 2 のセクションとを含み、第 2 のセクションが第 1 のセクション内に位置付けられたウェッジ様の対称セグメントを備えるセグメントを含み、更に第 1 のセクションが部分的に切り取られており、第 2 のセクションがその軸からオフセットしている、N - モード放射を 1 つの軸に沿って放射源から受け入れる導波路の構成。

【図 2 6】図 2 5 の導波路内に結合された正規化出力をこれに沿った距離の関数として表したグラフ。 10

【図 2 7】図 1 7 の導波路内に結合された正規化出力をこれに沿った距離の関数として表したグラフ。

【図 2 8】第 1 のセクションと、第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有する第 2 のセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクション内に位置付けられたウェッジ様の非対称セグメントを備えるセグメントを含み、更に第 1 のセクションが部分的に切り取られている、N - モード放射を放射源から受け入れる導波路の構成。

【図 2 9】図 2 8 の導波路内に結合された正規化出力をこれに沿った距離の関数として表したグラフ。

【図 3 0】第 1 のセクションと、第 2 のセクションと、テーパセクションとを含み、且つ第 2 のセクションが第 1 のセクションの屈折率とは異なる屈折率を有し、更にテーパセクションが第 2 のセクションのセグメントを含む N - モード放射を 1 つの軸に沿って放射源から受け入れる導波路の構成。 20

【図 3 1】図 3 0 の導波路内に結合された正規化出力をこれに沿った距離の関数として表したグラフ。

【図 3 2】光学素子間で光放射を結合するための導波路デバイスの三次元図。

【図 3 3】図 1 7 に示す導波路の第 2 のセクションのウェッジ様の対称セグメントの第 1 の構成。

【図 3 4】図 1 4 に示す導波路の第 2 のセクションのウェッジ様の非対称セグメントの第 2 の構成。 30

【図 3 5】図 1 4 に示す導波路の第 2 のセクションのウェッジ様の非対称セグメントの第 3 の構成。

【図 3 6】回折格子としての光ビーム再配向デバイス。

【図 3 7】陥凹面としての光ビーム再配向デバイス。

【符号の説明】

【0 0 3 3】

2 0 0 放射源

2 0 4 N - モード放射

2 0 6 光ビーム再配向デバイス

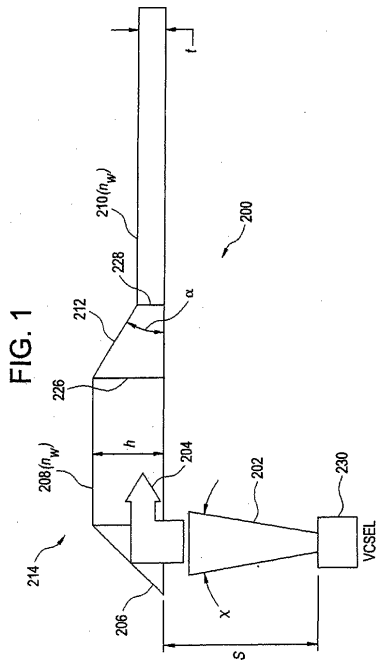
2 0 8 第 1 の導波路セクション

2 1 0 第 2 の導波路セクション

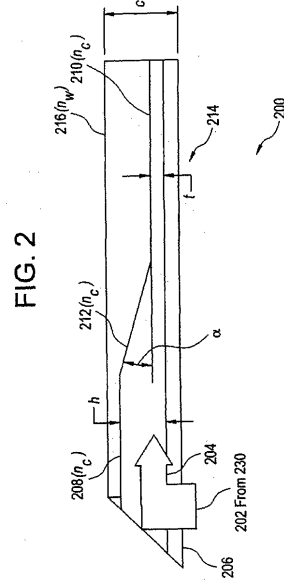
2 1 2 テーパセクション

2 1 4 導波路

【 図 1 】

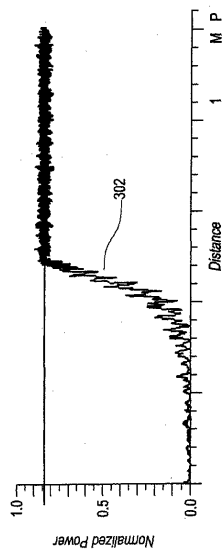


【 図 2 】



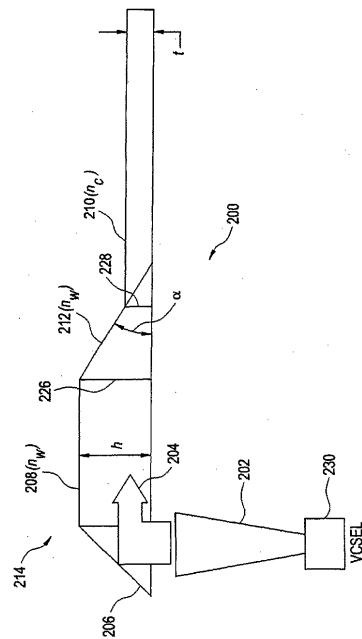
【 図 3 】

FIG. 3

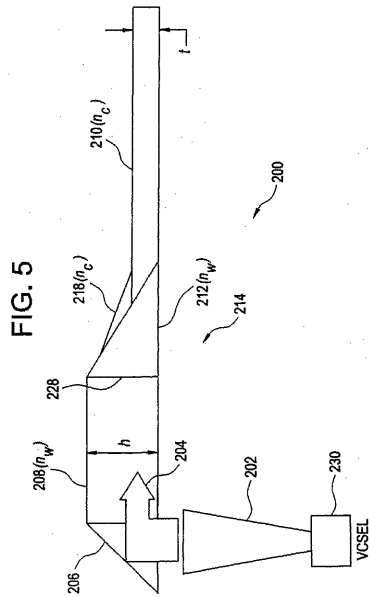


【 図 4 】

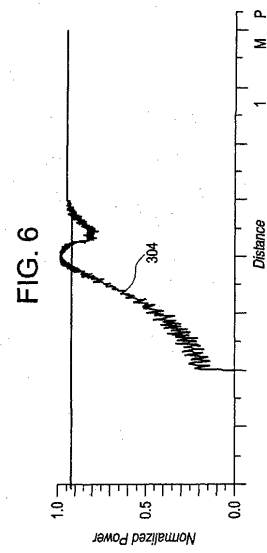
FIG. 4



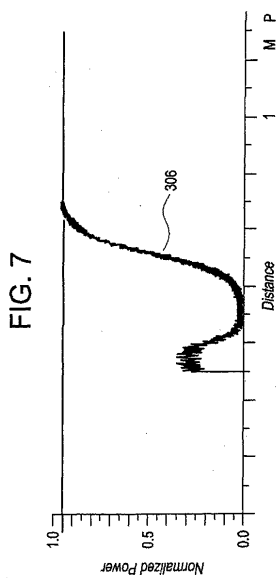
【 図 5 】



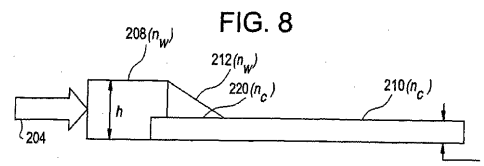
【 図 6 】



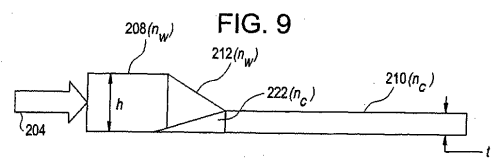
【 図 7 】



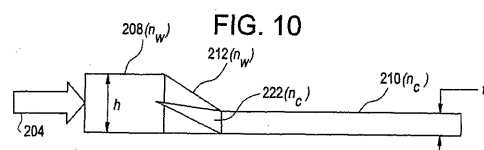
【 図 8 】



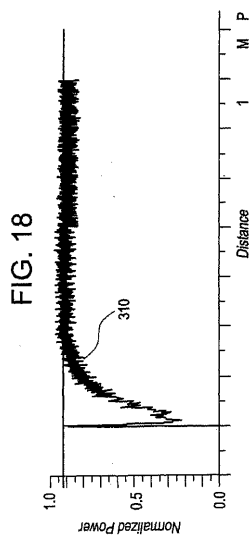
【 図 9 】



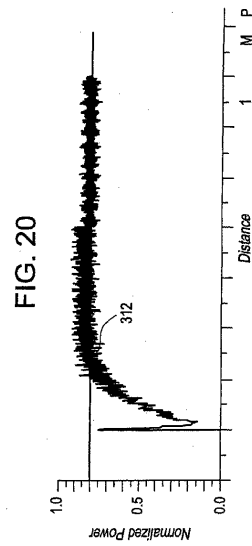
【 図 10 】



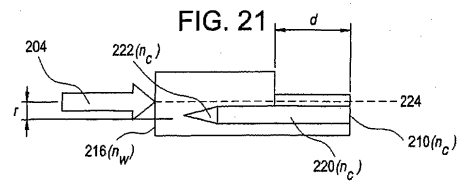
【 図 1 8 】



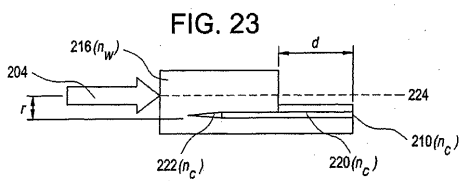
【 図 2 0 】



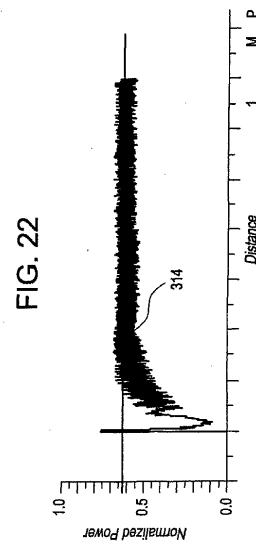
【 図 2 1 】



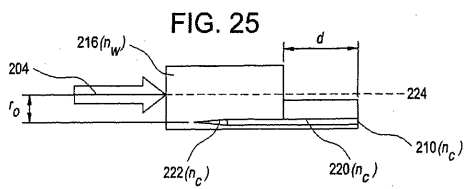
【 図 2 3 】



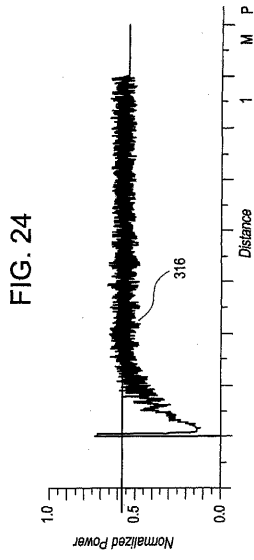
【 図 2 2 】



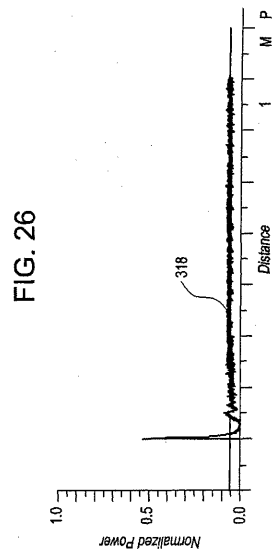
【 図 2 5 】



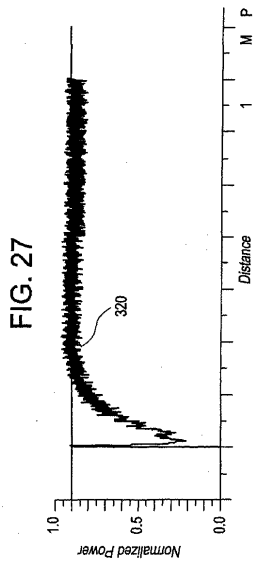
【 図 2 4 】



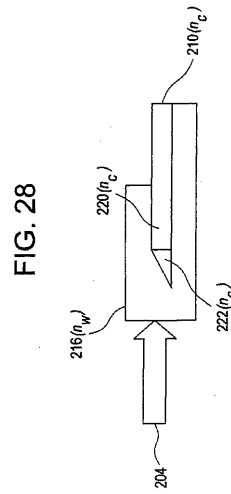
【 図 2 6 】



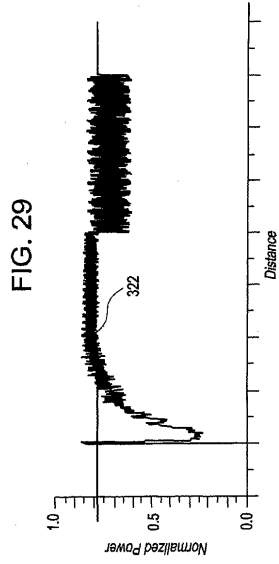
【 図 2 7 】



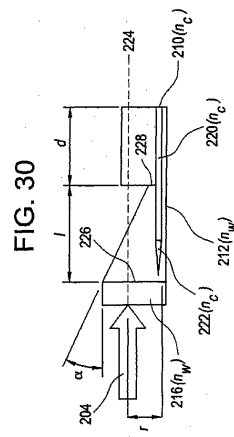
【 図 2 8 】



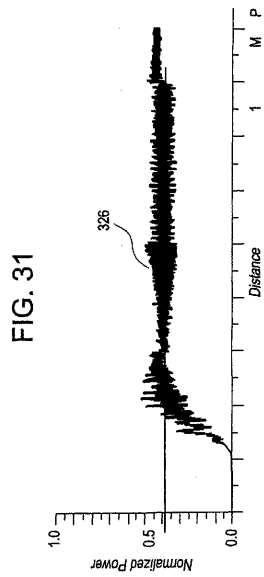
【 図 2 9 】



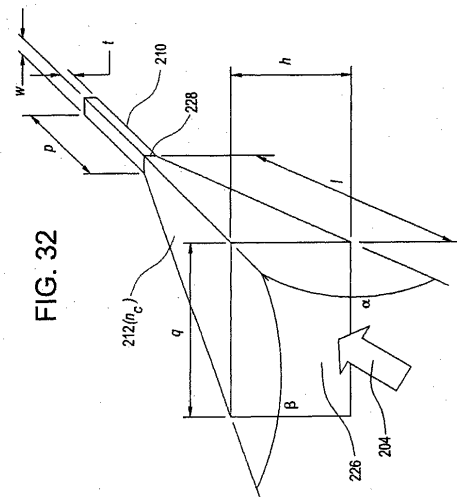
【 図 3 0 】



【 図 3 1 】

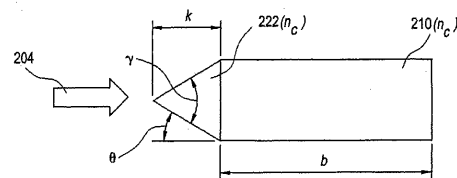


【 図 3 2 】

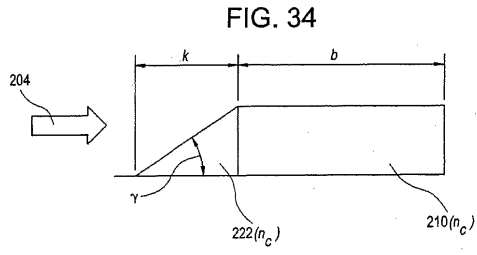


【 図 3 3 】

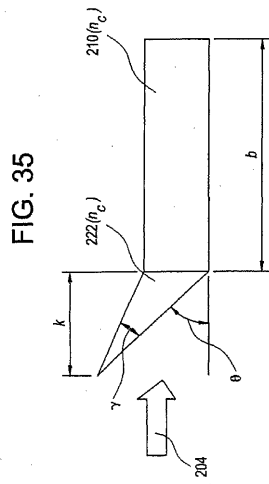
FIG. 33



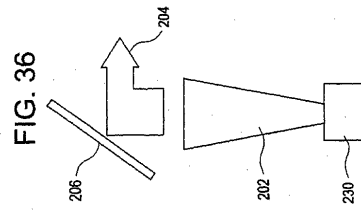
【 図 3 4 】



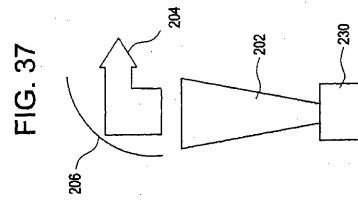
【 図 3 5 】



【 図 3 6 】



【 図 3 7 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/US 03/36683
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G02B6/30 G02B6/12 G02B6/42		
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) IPC 7 G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 096 (P-120), 4 June 1982 (1982-06-04) & JP 57 030811 A (FUJITSU LTD), 19 February 1982 (1982-02-19) * abstract; figures 1, 2, 4 *	1-3, 6-8, 28, 31, 33
Y		4, 5, 9, 29, 30, 32, 34
X	US 4 737 004 A (AMITAY NOACH ET AL) 12 April 1988 (1988-04-12) * col. 3, lines 3-12; col. 5, line 50 - col. 6, line 11; figures 2, 10, 11 *	1-3, 7, 8, 28, 31, 33
Y		4, 5, 9, 29, 30, 32, 34
----- -/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 13 April 2004		Date of mailing of the international search report 02.09.2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5316 Patentlaan 2 NL - 2260 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 51 551 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Spott, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 03/36683

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KEH-YI LEE ET AL: "ANALYSIS OF RADIATION FROM TAPERED MULTIMODE SLAB WAVEGUIDES BY THE RAY-OPTICS APPROACH" JOURNAL OF OPTICAL COMMUNICATIONS, FACHVERLAG SCHIELE & SCHON, BERLIN, DE, vol. 14, no. 3, 1 June 1993 (1993-06-01), pages 101-105, XP000377948 ISSN: 0173-4911 * whole article *	4, 5
Y	US 5 175 788 A (MIURA KAZUNORI ET AL) 29 December 1992 (1992-12-29) * col. 5, lines 2-7; figure 5A *	9
A	US 6 456 766 B1 (SHAW KEVIN A ET AL) 24 September 2002 (2002-09-24) * col. 10, line 50 - col. 14, line 67; figures 4, 6, 10 *	1, 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 03/36683**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-9, 28-34

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ US 03 /36683

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-9, 28-34

Claims 1-9 and 28-34 define an optical coupling system, comprising a waveguide receptive of radiation from a radiation source via an optical beam redirection device; the waveguide comprising a tapered section.

2. claims: 12-17, 26, 27

Claims 12-17 and 26, 27 define an optical coupling system, comprising a waveguide receptive of radiation from a radiation source; the waveguide comprising a tapered section which includes a segment of a second waveguide section having a higher refractive index than the first waveguide section and the tapered section.

3. claims: 18-25

Claims 18-25 define an optical coupling system, comprising a waveguide receptive of radiation from a radiation source; the waveguide comprising a first waveguide section including a segment of a second waveguide section having a higher refractive index than the first waveguide section.

4. claims: 10, 11

Claims 10 and 11 define an optical coupling system, comprising a waveguide receptive of radiation from a radiation source via an optical beam redirection device; the waveguide comprising a first section, a second section and a tapered section, wherein the surface of the tapered section is at least partially covered by the second section having a higher refractive index than the first and the tapered sections.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 03/36683

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 57030811	A	19-02-1982	JP 1430730 C	24-03-1988
			JP 62037362 B	12-08-1987
US 4737004	A	12-04-1988	CA 1279515 C	29-01-1991
			EP 0220439 A2	06-05-1987
			JP 62086306 A	20-04-1987
US 5175788	A	29-12-1992	JP 3288102 A	18-12-1991
US 6456766	B1	24-09-2002	US 2003019838 A1	30-01-2003

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 カプスタ, クリストファー

アメリカ合衆国、 1 2 0 5 6、ニューヨーク州、デュアンズバーグ、ヴァーノン・ドライブ、 1 3 6 番

(72)発明者 シー, ミン - イー

アメリカ合衆国、 1 2 3 0 9、ニューヨーク州、ニスカユナ、スタッフォード・レーン、 1 1 4 番

(72)発明者 グイダ, レナート

アメリカ合衆国、 1 2 1 9 8、ニューヨーク州、ワイナンツキル、チャーチ・ストリート、 6 2 0 番

F ターム(参考) 2H137 AB08 AB11 BA04 BA36 BA38 BB03 BC02 BC23 BC52 BC61

2H147 BB03 BG02 BG03 CA02 CB01 CB05