(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3556665号
(P3556665)
(45)発行日　平成16年8月18日(2004.8.18)　(24)登録日　平成16年5月21日(2004.5.21)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G02B 6/42	G02B	6/42	
G02B 6/10	G02B	6/10	C
G02B 6/16	G02B	6/16	

請求項の数 9　(全 11 頁)

(21)出願番号	特願平6-516845
(86)(22)出願日	平成6年1月31日(1994.1.31)
(65)公表番号	特表平8-507156
(43)公表日	平成8年7月30日(1996.7.30)
(86)国際出願番号	PCT/GB1994/000180
(87)国際公開番号	WO1994/017448
(87)国際公開日	平成6年8月4日(1994.8.4)
審査請求日	平成13年1月25日(2001.1.25)
(31)優先権主張番号	93300682.7
(32)優先日	平成5年1月29日(1993.1.29)
(33)優先権主張国	欧州特許庁(EP)

(73)特許権者　390028587
ブリティッシュ・テレコミュニケーションズ・パブリック・リミテッド・カンパニー
ＢＲＩＴＩＳＨ　ＴＥＬＥＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮＳ　ＰＵＢＬＩＣ　ＬＩＭＩＴＥＤ　ＣＯＭＰＡＮＹ
イギリス国，イーシー１エー・７エー　ジェイ，ロンドン，ニューゲート・ストリート　８１
(74)代理人　100058479
弁理士　鈴江　武彦
(74)代理人　100084618
弁理士　村松　貞男
(74)代理人　100092196
弁理士　橋本　良郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光学装置パッケージ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

湿気等の外部環境から感光性光学装置を保護する密封されたコンテナに収容されている感光性光学装置のパッケージを製造する方法において、

感光性光学装置を処理するための光周波数電磁放射に実質上透明な窓を有している使用時に内部の感光性光学装置を保護するためのコンテナ内に光周波数電磁放射による処理を受けていない感光性光学装置を取付けてコンテナを密封し、

密封後、前記光周波数電磁放射を前記コンテナの窓を通過させて前記感光性光学装置の感光部分に入射させるように導いて前記感光性光学装置の感光部分を照射して前記感光部分の屈折率に半永久的変化を生じさせるステップを有する感光性光学装置のパッケージの製造方法。

【請求項２】

さらに光学装置の動作特性を監視し、監視された動作特性に少なくとも部分的に応じて光学装置の感光部分の照明を制御するステップを含んでいる請求項１記載の方法。

【請求項３】

感光性光学装置が第１のサブ構造と第２のサブ構造とを備え、使用において、光放射が一方のサブ構造から他方のサブ構造へ結合されるように第１のサブ構造と第２のサブ構造とを整列させるステップを含んでいる請求項２記載の方法。

【請求項４】

サブ構造の少なくとも一方は光ファイバ部分である請求項１乃至３のいずれか１項記載の

方法。
【請求項５】
屈折率の変化が格子を形成するように光が光学装置の感光部分上に導かれる請求項１乃至４のいずれか１項記載の方法。
【請求項６】
湿気等の外部環境から感光性光学装置を保護する密封されたコンテナに収容されている感光性光学装置のパッケージにおいて、
使用時に内部に配置された感光性光学装置を保護するコンテナと、そのコンテナ内に取付けられて密封された光周波数電磁放射による処理を受けていない感光性光学装置とを具備し、前記コンテナは感光性光学装置を処理するための光周波数電磁放射に実質上透明な窓を備えており、
前記感光性光学装置はコンテナ内に密封された状態において前記窓を通ってコンテナ内に入射された前記光周波数電磁放射がその感光部分に入射するように構成され、
光学装置の感光部分は、前記光周波数電磁放射によって照射されたとき屈折率に半永久的変化を受けるように構成されているパッケージ。
【請求項７】
感光性光学装置は２つのサブ構造を備え、一方のサブ構造が光放射源を備え、他方のサブ構造が光導波体を具備し、少なくとも一方のサブ構造が前記光周波数電磁放射による処理を受ける感光部分を有している請求項６記載のパッケージ。
【請求項８】
光導波体は感光性の光ファイバである請求項７記載のパッケージ。
【請求項９】
光ファイバが格子を形成されるように配置され、光放射源が半導体レーザを具備している請求項８記載のパッケージ。
【発明の詳細な説明】
本発明は光学装置のパッケージ、特に感光性の光学装置のパッケージに関する。
感光性の光学装置は多年にわたり、感光性光ファイバの場合は過去20年にわたって知られている。例えば1978年ヒル氏等は光ファイバコアへのブラッグ反射格子の書込みに関する光学文献を報告している（“Photosensitivity in optical fiber waveguides:Application to reflection filter fabrication"、Appl Phys Lett,32（10）,647～649頁、1978年５月15日参照）。
特に以下の文献により示されているように通信および計測の分野において感光性光学装置の多数の応用が存在する。
Hill K O,Malo B,Vineberg K A,Bilodeau F,Johnson D C,Skinner Iによる文献“Efficient mode conversion in telecommunication fibre using externally written grationgs",Electron Lett 26（16）,1270,1990年
Morey W W,Meltz G,Glenn W Hによる文献“Fiber optic Bragg grating sensors",SPIE 1169,Fiber and Optic and Laser Sensors VII,1989年,98～107頁
Park H G,Park B Yによる文献“Inter－modal coupler using permanently photo－induced grating in two－mode optical fiber",Electoron Lett 25（12）,797,1989年
Ball G A,Morey W W,Waters J Pによる文献“Nd^{3+} fiber laser utilising intra－core Bragg reflectors",Electron Lett 26（21）,1829,1990年
Bird D M,Armitage J R,Kashyap R,Fatah R M A,Cameron K Hによる文献“Narrow line semiconductor laser using fibre grating",Electron Lett 27（13）,1115,1991年
G Meltz,W W Morey,W H Glennによる文献“Formation of Bragg gratings in optical fibers by a transverse holographic method",Optics Letters,14巻,No.15,1989年８月１日,823～825頁
Davey R P,Smith K,Kashyap R,Armitage J R,による文献“Mode－locked Er fibre laser with wavelength selection by means of a Braggg grating reflector",Electron Lett 27（22）,2087,1991年

多数のこれらの装置は研究室外部で使用されることができる以前に、例えば通信または計測応用においてある種のパッケージの形態を必要とする。パッケージの目的は装置へのまたは装置からの電気信号または光信号の入力または出力を容易にし、および／または湿気、塵、温度変化等による動作環境から装置を保護することである。
従来感光性光学装置は非感光性光学装置と同じ通常の方法でパッケージされている。本発明は光放射がパッケージ後に装置の感光部に到達することを可能にするような感光性装置のパッケージにより顕著な利点を有して実現することができる。
本発明の第１の観点によると、光周波数電磁放射に実質上透明な窓と感光性光学装置とを有するコンテナを具備するパッケージの製造方法を提供し、この方法は、
１）コンテナ内に光学装置を設置し、
２）光周波数電磁放射がコンテナの窓を通過して光学装置の感光部に衝突するように誘導し、
３）電磁放射が光学装置の感光部の屈折率における半永久的変化を起こすことを可能にするステップを有する。
本発明の第２の観点によると、光周波数電磁放射に実質上透明な窓とコンテナ内に取付けられた感光性光学装置を有するコンテナを具備したパッケージが設けられ、従って、コンテナの窓を通過する光周波数電磁放射は前記光学装置の感光部に衝突し、光学装置の感光部は光周波数電磁放射による照射のときに屈折率の半永久的変化を受ける。
屈折率の半永久的変化は一時的であるだけでなく光学装置の実質的な寿命部で実効的であるものである。しかしながら光学装置の感光部分の屈折率の半永久的変化は反転され、さらに屈折率の異なった半永久的変化が誘発される。
装置がコンテナに取付けられた後、光学装置の機能の感光性の面を限定する能力はコンテナと光学装置の両者を有するパッケージ性能が最適化されることを可能にする。
従って、コンテナ内に取付けられるため光学装置の性能の有害な効果を考慮し、光学装置の感光部がコンテナの窓を通過する光周波数の放射に実質上露光されるときに克服する。これは通常の製造方法と、パッケージ後に光学装置が光周波数放射により照射されることを可能にしないパッケージを利用するとき可能ではない。通常のパッケージとパッケージ技術が使用されるならば、光学装置の性能はコンテナから離れて最適化されなければならず、コンテナに装置を実質的に取付ける場合のほとんど予期できない効果を考慮することはできない。これは最適化されるコンテナ内で光学装置の性能を生むが、光学装置とコンテナの組合わせの性能は最適ではない。
本発明により与えられるさらに別の利点はパッケージされた感光性装置の蓄積に関する。このような装置が通常の方法でパッケージされるならば、装置の製造者または使用者は例えば特定の波長の光源等の少なくとも１つの特定のタイプの装置をそれぞれ認識された必要条件で蓄積しなければならない。ある状況では異なった装置のタイプ数は非常に大きく、例えば微細粒波長分割多重化光通信システムで使用される装置では数百の僅かに異なった波長の光源が必要とされる。さらに、通常パッケージされた光学装置の大きな蓄積保持にもかかわらず、蓄積された波長間で落下する特定の波長の光源を必要とする顧客から要求があり、これは特に需要のある光学装置の製造とパッケージを除いては満たされない。従って、少なくとも１つの動作見本が有効であることを確実にするため要求された１以上の装置を製造しパッケージすることを必要として、装置の製造とパッケージの生産性が高くないならば、特定のタイプの要求に対しては対応が遅くなる。
特定の周波数で動作することを必要とされる光フィルタの蓄積にも類似の困難が生じる。本発明によると製造とパッケージ方法を利用することによりこれらの問題はかなり改善される。本発明によるコンテナでパッケージされる複数の一般タイプの光学装置は装置の機能の感光面を限定する前に蓄積されてもよい。特定のタイプの装置、例えば特定の波長の光源または光フィルタが要求されるとき、１つの蓄積装置が選択され、コンテナの窓を通じて光学装置の感光部分を照射することにより装置は必要とされる特性を正確に有するように構成される。
パッケージされる光学装置は使用上、間に光放射が結合される２以上のサブ構造（少なく

とも１つは感光部を有する）を具備するとき、本発明は特に有効である。この場合、窓を具備しない従来技術のコンテナが使用されるならば、感光性のサブ構成はそれがコンテナ内に取付けられる前に、従って２つのサブ構造の間の結合の程度が知られる前に機能を限定するため光放射に露光されなければならない。これは全体として光学装置の性能が２つのサブ構造と、感光性サブ構造により与えられる機能との間の両者の結合の程度に臨界的に決定されるとき、例としては一方のサブ構造が光放射源の半導体であり他方が反射格子が書込まれる感光性光ファイバであるとき特に難しいことを示している。

付加的にまたは代りに本発明は、パッケージされる光学装置が干渉計を具備するとき有効である。干渉計は、光路が干渉計の性能に決定的である少なくとも１つの光空洞を具備する。パッケージ処理期間中に生じる機械的および熱的応力のためにこの光路の光学系の長さはパッケージ期間中に偶発的に変化される。本発明はコンテナ内の窓を通じて光周波数電磁放射で光学装置の感光部分を照射することにより光学装置のパッケージ後に光路の長さがトリミングされることを可能にすることによってこの問題を克服する。さらに、干渉計の光特性、例えばマッハツェンダフィルタの動作の波長の特性は干渉計のパッケージ後に単に決定されることを必要とする。

本発明の実施例を添付図面を参照して例示方法によってのみ説明する。

図１は格子書込み前の外部空洞半導体レーザを示した本発明の第１の実施例の平面図を示している。

図２は図１のレーザダイオードへのファイバの整列を監視する装置を示している。

図３はコンテナの窓を通って図１の実施例のファイバへ格子を書込む装置とコンテナの側面断面図を示している。

図４は格子がａ、ｂ、ｃ、ｄで成長されるときの外部空洞レーザL/I特性の発生と、ｅの固定した駆動電流での出力パワーの発生とを示している。

図５は本発明によるコンテナに取付けられたマッハツェンダ（MZ）干渉計と、MZ干渉計の腕のUV露光用の装置と格子およびトリミング領域の位置を示した本発明の第２の実施例の概略図である。

図６はトリミングの種々の段階即ち、'ａ'はトリミング前、'ｂ'は0.8秒後、'ｃ'は腕24の露光後1.6秒、'ｄ'は腕25の露光後0.04秒、'ｅ'は腕24の露光後全体で2.4秒後の図５のMZ干渉計のポート28からの出力を示している。

図７はトリミング処理後の図５のMZ干渉計の４つのポートからの出力を示している。

説明する本発明の第１の実施例は外部空洞半導体レーザである。この装置の製造は２つの異なった段階を含んでおり、第１の段階は本発明によるコンテナ中における半導体ダイオードと感光性ファイバの取付けであり、第２の段階は反射性格子を感光性ファイバに書込む段階である。製造の第１の段階は半導体ダイオードの広い光学的利得帯域幅を横切って光放射をファイバピッグテールに出力することができる一般的で十分にパッケージされた装置を生じる。この装置は環境から十分保護され、所望ならば多年にわたり必要以上に手入れせずに蓄積されることができる中間製品である。

外部空洞レーザの製造の第２の段階は特定の波長を有するレーザの注文を受けたとき通常行われ、コンテナの窓を通過する紫外線放射にそれを露光することにより必要な波長に対応する正確なピッチの反射格子を感光性ファイバに書込むことを含んでいる。製造のこの第２の段階の結果は狭い線幅の出力を有するレーザが得られ、この出力は反射格子により決定された波長を中心とする。

図１はレーザダイオード１と、本体３と蓋４を有するコンテナ内に取付けられた感光性光ファイバ２を示しており、蓋４にはUV放射に実質上透明な窓５が設けられている。この中間製品６を製造する方法を説明する。

GaInAsP/InP埋設ヘテロ構造レーザダイオードはMOVPEにより通常の方法で成長され、ダイオード８の１つは切子面は反射を減少するため多重誘電体層で被覆される。

図１を参照すると、レーザダイオード１はヒートシンク７に取付けられ、従って被覆された切子面８はダイオードの使用中ファイバ２の方向に放射を行い、ワイヤ結合９を経てダイオードとの電気接触が行われる。

ファイバ２がコンテナ３内に取付けられる前、レンズ10がファイバの端部に形成される。ファイバ２をダイオード１と整列するためにファイバ２の遠隔端部11は光パワー計12（図２で図示）に結合されたダイオード１は一定レベルの光放射を出力するように結合ワイヤ９を経て付勢される。マイクロ位置設定装置13はパワー計12上の最大パワー読取りが達成されるまでダイオード１に関してファイバ２を操作するために使用される。最大パワー読取りが得られた点でファイバ２はコンテナ３にレーザ溶接され、従ってダイオード１とファイバ２の間に安定で低損失の光結合を確実にする。

蓋４はコンテナ本体３に密封されており、蓋４の窓５がファイバ２上に整列されることを確実にする。

窓５は実質上UV放射線に透明なUVグレードシリカ結晶から構成される。窓は代りに格子が書込まれる波長で実質上透明である他の材料から構成されてもよい。窓５はまた格子書込み処理が可視波長で観察されるように、可視波長で透明であることが好ましい。窓の材料は両側が光学的に平坦であり、そこを通過する光波頭に歪みを誘起しないように高い光学的品質である。窓の材料は若干のUV放射の吸収により熱が発生するならば、不均一を避けるために良好な熱安定を有するべきである。

これによって外部空洞半導体レーザの製造の第１の段階を完了し、パッケージされた中間製品６は必要とされるまで蓄積されてもよい。

特定の予め選択された波長のレーザが必要とされるとき、中間製品６は蓄積から取出され、適切なピッチでの反射光子15は中間製品のファイバ２に書込まれる。図３はこの格子15を書込むのに使用される装置を示している。中間製品６から離れたファイバ２の端部は光スペクトル解析装置14に結合され、従ってレーザからの放射出力のレベルとスペクトルの両者は格子15の成長期間中に監視されることができる。格子15を書込むために、定在波の干渉パターンは同一のコヒーレントな光源18から得られる２つの適切に角度を与えられた放射紫外線（UV）ビーム17によりファイバコア16において設定される。光源18はこの波長に対するファイバ２の感度のために選択された244nmで動作する内部空洞周波数二重Ar^{+}レーザを具備する。他の書込み波長は書込み波長で使用される特定のファイバの感光性の変化に応じて使用されることができることが理解されよう。

２つのUVビーム17は光源18の出力を、ミラー20によりファイバ２上で収束される２つのビームを発生するビームスプリッタ19に導くことにより発生される。生成された格子15のピッチとレーザ動作の波長は角度θにより決定され、そこで２つのビーム17は互いに交差することが理解されよう。格子15のピッチは従って角度θを変更することにより調節されることができ、次式により与えられる。

$\Lambda = \lambda_1/2\sin(1/2)\theta$

ここでλ_1は光源18の波長である。外部空洞レーザの必要な予め定められた動作波長λ_Bは次式に従ってピッチΛを選択することにより達成されることができる。

$\lambda_B = 2n_e\Lambda$

n_eはファイバ２により導かれたモードの実効的なモード指数であり、ファイバ屈折率プロフィルの知識から任意の特定のファイバ２のモード指数を当業者は簡単に計算することができる。

感光性ファイバ２は1992年３月９日出願の英国特許第9205090.5号明細書（出願番号PCT/GB93/00462号、公表番号WO93/18420号）記載の方法に従って非酸化環境で製造されたゲルマニアドープシリカフィアバであってもよい。代りにファイバは1992年６月24日出願の英国特許第92305783.0号明細書（公表番号WO94/00784号、出願番号PCT/GB93/01321号）に従ってB_2O_3で共にドープされてもよい。標準的な通信光ファイバがファイバ２を構成するのに十分なレベルの光感度を有することも可能である。この分野の当業者は異なったファイバ設計から得られる異なったレベルの光感度を認識し、反射格子から必要なレベルの反射を達成するのに十分なレベルの光感度を有するファイバを選択するであろう。

約20mWの光源18からのCWパワー出力とボロンで共にドープしたファイバを利用するとき、数分の露光時間が必要である。この露光の開始期間中に（角度θの変更による）格子ピッチの微同調が行われてスペクトル解析装置14により監視されるように正確な予め選択され

た波長が達成されることを確実にする。レーザの動作波長が予め選択された波長に等しくなると、干渉フィールドはさらに格子15のピッチを調節せずに維持される。
ファイバ２の正確な露光時間と格子15の反射レベルは外部空洞レーザから要求される特性に依存する。例えば高出力パワーが所定の駆動電流に必要とされるならば、格子15の反射は格子からの光フィードバックが内部空洞損失、例えばファイバ２とレーザダイオード１との間の結合損失を克服するように、しかし外部空洞レーザの出力パワーを減少する程高くはなく選択される。これは以下の方法で達成される。格子15の露光時間中に、レーザダイオード１への駆動電流はレーザダイオードに対する駆動電流のゼロから最大値まで反復して傾斜特性で変化され、駆動電流に対する外部空洞レーザの出力が監視される。図４は格子成長期間のレーザの複数の概略的なL/I（光対電流）特性を示している。図４のａは格子15がレーザダイオード１に僅かなフィードバックを与えているときの露光開始時のL/I特性を示している。格子15が露光時間中に反射性において増加するとき、図４のｂと４のｃで示されているようにレーザダイオード１にフィードバックを与え、L/I特性の勾配が増加する。格子15が内部空洞損失を克服するのに十分なフィードバックを与えるとき、外部空洞レーザはしきい値に到達しレーザ動作を生じ始める。これは図４のｄで示されているようにL/I特性の屈折部構成から明白である。L/I特性のこの屈折部が一度観察されると、駆動電流は傾斜特性で変化されなくなり、外部空洞レーザの所望の動作電流Ｙで固定され、この駆動電流のレーザ出力が監視される。図４のｅで示されているようにピーク方向に格子15の反射が増加し続けるとき、この出力は時間と共に増加する。このピークにおいて格子の露光を停止すると選択された駆動電流に最適化された出力パワーを有する外部空洞レーザが生じる。格子の露光がこの点を越えて継続されるならば、結果的なより高レベルのフィードバックは図４のｅで示されているようにレーザの出力を減少させる。
ファイバがレーザダイオード１に整列される前に格子が書込まれる従来の方法とは対照的に、ファイバ２と格子15の間の結合損失も、格子の反射レベルも計算、評価または測定される必要がないことに留意すべきである。
コンテナ３にパッケージされた後にのみ格子15がファイバ２に書込まれるので、格子の動作波長がレーザ溶接とパッケージ期間中に例えばファイバに生じる応力によって変更される危険はない。さらに、レーザダイオード１とファイバ２の間の結合損失を克服するために、レーザの出力を限定する程高くない格子15の最適の反射は結合損失が固定されたとき、パッケージ後に格子の書込みによってのみ達成されることができる。
最適の出力パワー以外の所望の特性は監視されるレーザ性能の異なった観点を必要とする格子書込み期間に達成されることが理解されよう。例えば特定の駆動電流におけるある特定された出力パワーが必要とされ、または特定のレーザ線幅またはしきい値が必要とされてもよい。
平面導波体マッハツェンダ（MZ）帯域通過フィルタを具備する本発明の第２の実施例を説明する。
多くの通信応用は帯域阻止フィルタよりも帯域通過フィルタの使用を必要とする。前述したように感光性導波体に書込まれる反射格子の帯域阻止特定は同一のこのような反射格子を平衡されたMZ干渉計の２つの腕にそれぞれ設けることにより帯域通過特性に変形されることができる。
MZ帯域通過フィルタは２段階で製造される。製造の第１の段階により本発明によってコンテナにパッケージされた平衡したMZ干渉計が作られる。この中間製品は特定の波長および帯域幅の帯域通過フィルタが必要になるまで蓄積される。製造の第２の段階はMZの各２つの腕に格子を書込む第１のステップと、両腕が平衡されることを確実にするため干渉計をトリミングする第２のステップとを有する。これらの両ステップはUV放射がパッケージの窓を通過することにより実行される。
図５を参照すると、平衡したMZ干渉計はよく知られているフレーム加水分解技術を使用して同一の基体23上で1555nmで２つの同一の50:50導波体結合器21,22を製造することにより形成される。結合器21の出力ポートは結合器22の入力ポートに結合され、従ってMZ干渉計の２つの腕24,25を形成し、各腕は長さが約10mmである。

平衡したMZ構造を達成するために、これらの２つの腕24,25は実質上等しい長さの光路でなければならない。各腕の光路の長さは腕を形成する導波体の屈折率と腕の物理的長さとの両者により影響を受ける。フレーム加水分解により構成される導波体の屈折率の変動、従って、これらにより導かれる光周波数の実効的モード指数の変化は非常に小さく、実効的モード指数の１パーセント程度である。これらの変化はさらに実際には各腕の長さで十分に平均的にされ、従って腕の長さの物理的差は腕の間の光路の長さの差の主な要因である。フォトリソグラフ技術を使用して、腕24,25の物理的長さは数ミクロン以内に限定されることができ、腕の間の光路の差は数波長よりも短く、平衡したMZ構造を生じる。
これらの導波体がフレーム加水分解技術により通常の方法で形成された後、これらが感光性であることを確実にするためPCT/GB93/00462号明細書に応じて最終的な水素添加処理を受ける。
基体23はコンテナの本体26に取付けられファイバ27はMZ干渉計の各ポート28,29,30,31と整列されて本体26にレーザ溶接される。UV放射に透明な窓33を具備する蓋32はコンテナの本体26にレーザ溶接され、窓33はMZ干渉計の腕24,25の上に整列されることを確実にする。これによって製造の第１段階を終了し、結果的な中間製品は蓄積される。
帯域通過フィルタが特定の波長で必要とされ、例えば1.5558μｍと1nmの特定の帯域幅通過帯域を有するとき、中間製品は所望の特性を有するMZ帯域通過フィルタを与えるためにUV放射に露光される。製造のこの第２の段階は２つのステップを有する。第１に、同一格子はMZ干渉計の各腕24,25に書込まれ、第２に、干渉計はこれが平衡され、フィルタ性能を最大にすることを確実にするようにトリミングされる。
本発明の第１の実施例と関連して前述したのと同一の装置を使用して、格子は図５で示されているように結合器22の１つに近接する干渉計の各腕24,25に書込まれる。格子の屈折率変調のピッチ、長さ、深さは所望の帯域通過特性、即ち中心波長、帯域幅、伝送係数を与えるため通常の方法で選択される。
典型的な露光時間は数秒から数分の範囲である。格子の長さは約3mmである。格子は導波体をUVレーザ条帯に整列させ、顕微鏡の下で観察しながら書込まれる。典型的な青色の発光はGeコアがUV放射で照射されるときに観察される。これは各格子の反射が90%を越える先の書込み時間から推定される。
1550nmのピーク波長周辺で動作する広帯域幅のELED（縁部放射LED）35がMZ中に放射され、同時にポート28から生じるMZからの後方放射が監視されることを可能にするため、融着テーパーされた3dBファイバ結合器34がファイバ27にスプライスされ、MZ干渉計のポート28に結合される。

表１

ポート#		総出力パワーの％ 前 トリミング	後 トリミング
28	1.5558μｍにおける帯域通過	54.3[64.7]	9.8[13.3]
29	1.5558μｍにおけるループされた帯域通過	24.6[28.9]	58.8[80.3]
30	帯域阻止最小	2.8	2.2
30	交差する帯域通過	70.7	70.7
31	通過する帯域通過	4.8	2.6
31	帯域阻止最小	0.13	0.08

（注：測定は入力ポート28のファイバにおけるパワーを基準とする：フィアバからポート28の導波体までの結合損失に許容誤差はない。それ故、伝送特性は見積もられた数字よりも良好である。ブラケットの数字は出力ポート30,31で生じた総パワーに関連される。1.35dBのポート28からポート30までのファイバとファイバの損失が測定された。）

マッハツェンダの４つのポートは２つの格子を書込んだ後にすぐに測定される。表１はポート28のファイバのパワー分数として４つの全てのポートにおける測定データを示している。４つの全てのポートの信号を比較するために、各ポートはポート28に提供されたファイバ中で測定された総パワーを基準にする。ポート28への放射効率は正確には知られていないが、しかしながらパワー出口ポート30,31は知られており、従って伝播損失と発射効率を含んだ総挿入損失が推測されることができる。また出力ポート30,31の吸光測定から格子の反射は正確に知られている。入力導波体の正確なパワーが知られておらず、放射の入射が十分に最適化されていないので最終値は伝播および結合損失を含んでおり、性能の真の指示よりも悪い。格子からの反射が波長1.5558μｍでのポート30のスペクトルで“ドロップアウト”（帯域阻止）と95.5%の反射（13.5dBの排除）に対応するディプとして現れる。スペクトル内の残りの波長はポート31で送信され、入力の総パワーの4.8%のみの送信を有する帯域阻止周囲で広い通過帯域として現れる。1.5558μｍでのポート28のピーク反射信号（帯域通過）は、ポート28での結合器の3dB損失を可能にした後の入力の総パワーの54.3%である。ポート29（ループ通過ポート）は入力におけるパワーの24.6%のピーク伝送を有する帯域通過中の反射を示している。

所望の帯域通過出力がポート28ではなくポート29で必要とされるので、干渉計からの反射信号はMZの入力結合器21で不平衡にされることが明白である。これを改善するため、図５で示されているように局部屈折率36を変化するために入力結合器21のすぐ後の光路中にMZはMZの腕（つまり腕24）の１つをUV放射の変調されていない単一のビームに再度露光することによりトリミングされる。入力ポート28は反射を最小にするために本来の位置で監視される。この露光の結果は図６のシーケンス（ａ）乃至（ｃ）で示されている。示されているスペクトルは2mm領域にわたって露光の増加に対するものである。２秒間の露光下で、ポート28で反射される光は約5dB程度に減少される。0.04秒間に他の腕25のUV露光の効果は図６の（ｄ）で見られることができる。反射信号は2dBよりも上昇し、先の露光による結合変化が反対になることを示している。最後の図６の（ｅ）は別の1/2秒間の第１の腕の再露光後のスペクトルを示している。

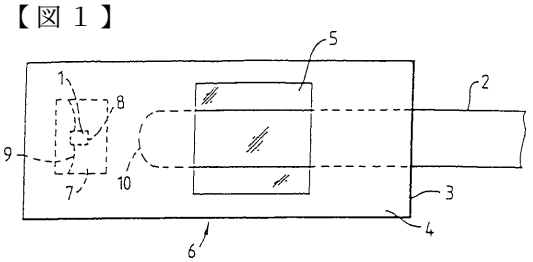
MZのこれらの測定のUV露光の2.4秒での結合の変化から推定される屈折率変化は～4.4×10^{-4}である。平衡されたMZ帯域通過フィルタは伝送特性について試験される。４つのポートからのスペクトルが図７で示されている。ポート28における信号はポート28でのファイバで54.3%のパワーから約9.76%まで減少される。ループ通過ポート29の帯域通過では信号は24.6%から58.8%まで増加する。ポート31の信号は4.8から2.8%まで低下する。干渉計の一方の腕の位相を変更するために格子が１つの結合器に近接して書込まれ格子と結合器の間に空間は得られないので、後者のスプリットはこの場合変更されない。露光した長さからの計算に良好に一致して、帯域阻止／通過の帯域幅は格子により約1nmである。

従って、UV透明窓を有するパッケージを使用することにより帯域通過フィルタの正確で所望な特性が簡単な第２の製造段階により達成されるだけでなく、フィルタの性能も最適化されることが理解できる。異なったフィルタの無限の範囲に対する要求は本発明によりパッケージされた小さい蓄積の中間製品から満たされることができる。

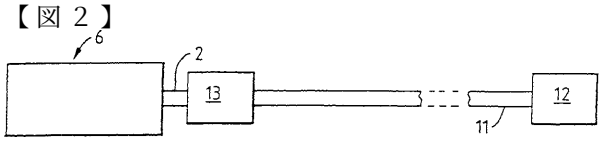
本発明の方法およびパッケージは通信分野内に広い応用を発見し、簡単な光学装置のパッケージだけでなく光電子集積回路のパッケージ用にも有効に使用されることができることが理解されよう。例えばレーザと結合器と増幅器とフィルタを具備する平面シリカ基体上に設けられる複雑な光・電子集積回路は本発明の適用により有効である。本発明により、このような集積回路の機能は例えば多重波長源または波長コーム発生器を生産するためにパッケージ後に限められる。

機能の決定に続いて、外部空洞レーザ、マッハツェンダフィルタまたはその他の光学装置では、コンテナの窓を遮光性の塗料またはステッカーで被覆することによってさらに電磁放射が光学装置の感光部に到達しないようにすることが望ましい。

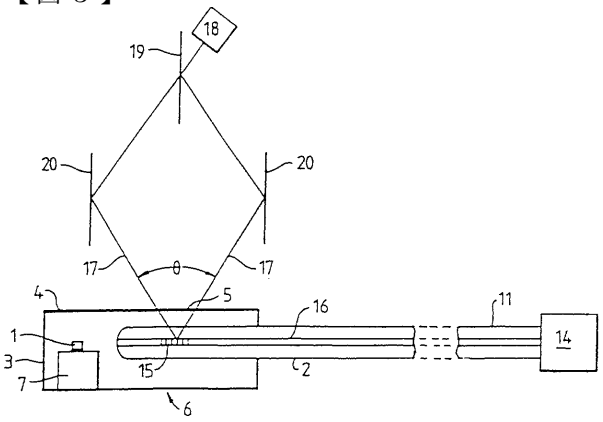
【図１】



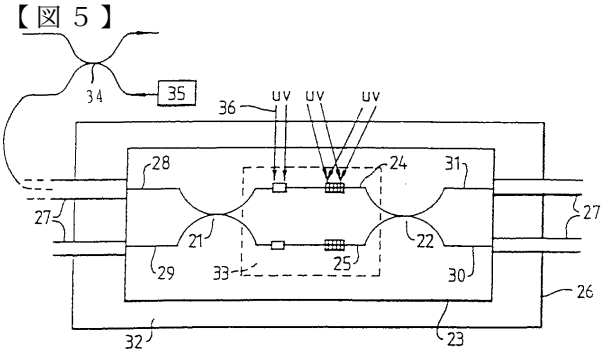
【図２】



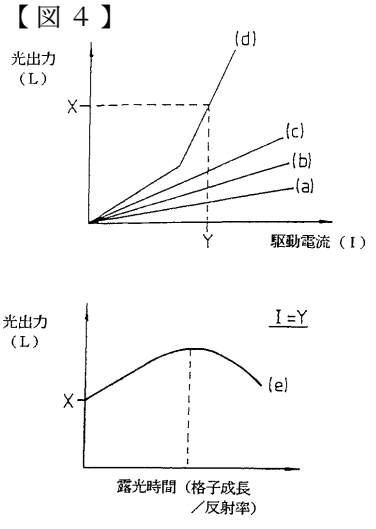
【図３】



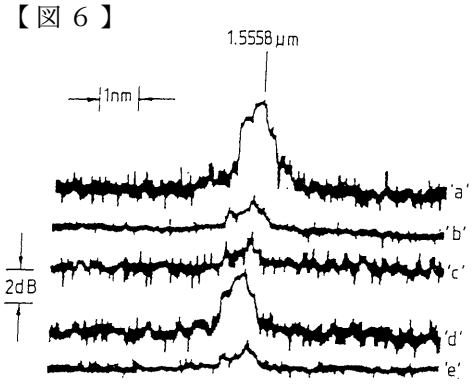
【図５】



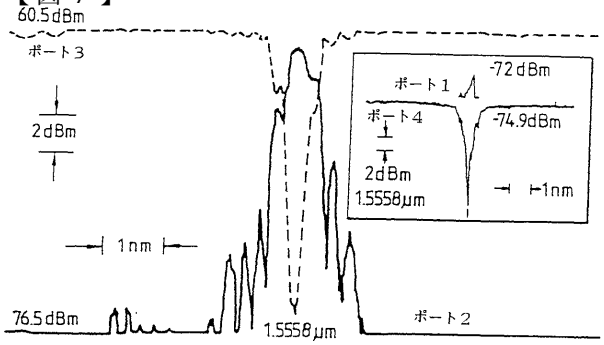
【図４】



【図６】


1.5558μm
1nm
'a'
'b'
'c'
'd'
'e'
2dB

【図７】


60.5dBm
ポート3
2dBm
1nm
76.5dBm
1.5558μm
ポート2
ポート1
-72dBm
ポート4
-74.9dBm
2dBm
1.5558μm
1nm

フロントページの続き

(72)発明者 カシヤップ、レイマン
イギリス国、アイピー４・３エヌユー、サフォーク、イプスウイッチ、ハンバー・ドーシー・レーン ７９

審査官 日夏 貴史

(56)参考文献 特開平０４－３５６００２（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－１９６４２５（ＪＰ，Ａ）
特公昭６１－０４９６６８（ＪＰ，Ｂ１）
D.M.Bird et.al., Electronics Letters,１９９１年 ６月２０日,Vol.27 No.13,pp.1115-1116
R.Kashyap et.al., Electronics Letters,１９９０年 ５月２４日,Vol.26 No.11,pp.730-732
G.Meltz et.al., Optics Letters,１９８９年 ８月１日,Vol.14 No.15,pp.823-825

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}, ＤＢ名)
G02B 6/10-6/16
G02B 6/26-6/43
G02B 6/00 336-6/00 346
G02B 5/18
G02B 5/32