

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4310410号  
(P4310410)

(45) 発行日 平成21年8月12日 (2009. 8. 12)

(24) 登録日 平成21年5月22日 (2009. 5. 22)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 25/16 (2006. 01)	HO 1 L 25/16 A
HO 1 L 23/02 (2006. 01)	HO 1 L 23/02 B
HO 1 L 31/12 (2006. 01)	HO 1 L 31/12 Z

請求項の数 13 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2000-515296 (P2000-515296)	(73) 特許権者	508021772
(86) (22) 出願日	平成10年10月2日 (1998. 10. 2)		テッセラ・ノース・アメリカ・インコーポ レイテッド
(65) 公表番号	特表2001-519601 (P2001-519601A)		TESSERA NORTH AMERI CA, INC.
(43) 公表日	平成13年10月23日 (2001. 10. 23)		アメリカ合衆国28262ノースカロライ ナ州シャーロット、デイビッド・テイラー ・ドライブ9815番
(86) 国際出願番号	PCT/US1998/020666		
(87) 国際公開番号	W01999/018612	(74) 代理人	100101454
(87) 国際公開日	平成11年4月15日 (1999. 4. 15)		弁理士 山田 卓二
審査請求日	平成17年7月14日 (2005. 7. 14)	(74) 代理人	100081422
(31) 優先権主張番号	08/943, 274		弁理士 田中 光雄
(32) 優先日	平成9年10月3日 (1997. 10. 3)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数の光学部品をウェーハ段階で集積化する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

集積化された光学サブシステムを形成する方法であって、

第1のウェーハ(12)上に形成された複数の第1のダイ(19)のそれぞれを包囲する一対の隆起したスタンドオフ(16)を第1のウェーハ(12)上に形成するステップと、

一対のスタンドオフ(16)の間にあるトレンチ内に接合部材(14)を配置するステップと、

第1のウェーハ(12)上の複数の第1のダイ(19)のそれぞれに第2のダイ(11)を位置合わせするステップと、

接合部材(14)を処理して、位置合わせされた第1および第2のダイ(11, 19)を接合するステップと、

少なくとも1つの光学部品(19)を含む、接合された第1および第2のダイ(11, 19)をダイ切断して、集積化された光学サブシステムを形成するダイ切断ステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記位置合わせステップは、第1および第2のダイ(11, 19)が位置合わせされるように、複数の第2のダイ(11)を有する第2のウェーハ(10)を第1のウェーハ(12)上に位置合わせすることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項 3】

第1および第2のダイ(11, 19)の少なくとも一方に反射防止コーティング層または金属パッドを形成するステップをさらに有することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項4】

第1および第2のウェーハ(12, 10)の少なくとも一方に反射防止コーティング層または金属パッドを形成するステップをさらに有することを特徴とする請求項2の方法。

【請求項5】

第2のダイ(11)は互いに分離し、

上記位置合わせステップは、第2のダイ(11)と対応する第1のダイ(19)とを位置合わせするステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項6】

第1および第2のダイ(19, 11)の一方が、半導体からなるダイであることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項7】

半導体からなるダイは、垂直方向にキャビティを有する端面発光レーザ(25)を含むことを特徴とする請求項6の方法。

【請求項8】

半導体からなるダイは、検出器を含むことを特徴とする請求項6の方法。

【請求項9】

第1および第2のダイ(19, 11)の一方の上に、独立したデバイス(25)を搭載する搭載ステップを含むことを特徴とする請求項6の方法。

【請求項10】

上記搭載ステップは、鏡(27)およびレーザ(25)のうちの少なくとも一方を搭載するステップを含むことを特徴とする請求項9の方法。

【請求項11】

上記搭載ステップは、光学部品を搭載するステップを含むことを特徴とする請求項9の方法。

【請求項12】

第1および第2のダイ(11, 19)の少なくとも一方が光学的能動部品を有することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項13】

第1および第2のダイがともに、光学部品を有し、

位置合わせステップが、この光学部品を位置合わせするステップを含み、

この集積化された光学サブシステムが少なくとも2つの光学部品(20, 26)を有することを特徴とする請求項1の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(技術分野)

本発明は、ウェーハ段階にある複数の光学部品を集積化する方法に関する。とりわけ、本発明は、集積化された複合部品を効率よく形成することに関する。

【0002】

(背景技術)

より小型の光学部品を、より広く応用しようとするにつれ、このような光学部品を製造する際のより高い技術が求められている。このような集積化された複数の光学部品を大量生産ベースで製造するとき、より正確に位置合わせする必要性が高まってきている。さらに、2個以上の光学部品を一体化するとき、このような位置合わせは、極めて重要となる。

【0003】

集積された複数の光学部品は、例えば、光の伝播方向であるZ軸に沿って積み上げられた複数の光学部品である。このように、Z軸に沿って伝播する光は、複数の光学部品を次々と通過する。これらの部品を、それぞれ位置合わせ処理を行わなくても、通常、能動的な(アクティブ: active)部品を含む所望のシステムに位置合わせできるように、これらの

10

20

30

40

50

部品を集積化する。

【0004】

多くの光学システムは、複数の光学部品を必要とする。このように必要とされる複数の光学部品とは、複数の屈折部品、複数の回折部品、および複数の屈折/回折ハイブリッド部品を含む。これらの複数の光学部品からなる多くのシステムは、これまで、個別の部品を一体となるように接合（ボンディング：bonding）するか、整合させるためのアライメント構造体に個々にボンディングすることにより形成されていた。

【0005】

機械式の加工治具を用いて形成された機械加工アライメント構造体に、嵩の大きい、あるいは巨視的な光学部品を取り付ける場合、実現可能な一般的な位置合わせ精度は、25ないし50 $\mu\text{m}$ 程度である。15ないし25 $\mu\text{m}$ より高い精度を得るためには、点灯状態での位置合わせ（アクティブアライメント：active alignment）が必要となる。点灯状態での位置合わせ処理とは、レーザなどの光源を点灯させた後に、未硬化の紫外線硬化接着剤を用いて、各光学部品を順次配置することである。適当な反応がレーザから得られるまで、通常、並進ステージを用いて、各部品を移動させる。そして、部品が所定位置に固定されると、紫外線によりエポキシ樹脂を硬化することにより、この部品を取り付ける。システム内にある各部品に対して、この処理を順次行う。

【0006】

個々の部品に対し、点灯状態での位置合わせ処理を用いて、15 $\mu\text{m}$ 未満の位置合わせ精度を得ることができるが、そのような位置合わせ精度を実現しようとする、部品を移動させている時間が非常に長くなる。2つ以上の光学部品を整合させる場合、よりいっそう多くの時間を要する。したがって、点灯状態での位置合わせ処理を用いたとしても、このような位置合わせ精度は、現実的なものではない。

【0007】

数多くのより新しい光学部品の応用例において、共通の譲受人に譲渡され、ここに一体のものとして統合される同時継続出願番号第08/727,837号で開示された光学ヘッドの一形態である、上述の集積化されたビーム整形器においては、いくつかのマイクロ光学部品から構成される光学システムを形成する必要があり、このとき、従来式のアプローチ（手法）により実現可能な公差よりも、はるかに厳しい公差が要求される。公差が厳しいことに加えて、部品のコストを下げなければならない。要求される位置合わせ精度は、1ないし5ミクロンで、従来式の方法で実現しようとする、非常に高くつく。

【0008】

米国特許第5,214,535号は、回折光学部品を有するウェーハに対して、保護ウェーハを接合することを開示している。これらの接合されたウェーハは、その後ダイ切断されて、個々の1対式の回折光学レンズカバー部材を複数個形成する。保護ウェーハの唯一の目的は、回折光学部品を洗浄しないで済むようにすることである。欧州特許第0731416号は、レンズを含む1つのウェーハを用いて、2つ以上のレンズを有するウェーハにスキャナを形成するための他の部品を接合する方法を開示している。

【0009】

より高い位置合わせ精度を実現するために、「光学的・電氣的に接続配線された微小電子モジュール」と題したフェルドマンに付与された米国特許第5,683,469号で開示された非点灯状態での位置合わせ処理技術（パッシブアライメント：passive alignment）が用いられてきた。この非点灯状態での位置合わせ処理技術の1つによれば、光学部品とレーザの上に金属パッドを配置し、それらの間に半田を配置し、そして自ら整合する特性を用いて、位置合わせ処理を行う。半田がリフローされると、その表面張力により、部品が自ら位置合わせする。しかしながら、ウェーハとウェーハとを位置合わせするとき、この非点灯状態での位置合わせ処理を用いることはできない。特に、半田パンプに要請される高密度性、およびウェーハの厚みと質量のために、このような位置合わせ処理は現実的なものでない。

【0010】

ウェーハ段階にある別々のウェーハ上に形成された複数の光学部品を集積化するときの問題は、独立した集積化部品を形成するためのダイシング工程において生じる。ダイシング工程は、ダイシングスラリー（泥状流動体）を用いるため、汚れやすい工程である。1つのウェーハをダイス切断すると、その表面を洗浄して、ダイシングスラリーを取り除く必要がある。しかし、ウェーハ同士が一体に接合されていると、ウェーハ間のギャップにスラリーが入ってしまう。ウェーハ間にできたこのギャップからスラリーを取り除くことは極めて困難である。

【0011】

集積化される部品は、射出成形により形成される場合がある。射出成形を用いてプラスチック部品を成形すると、1つの基板の対向する表面上に2つの注型部材が形成される。多数のプラスチック部品は、多数のキャビティを有する射出成形器を用いて同時に成形することができる。

10

【0012】

「ガラス製光学部品を成形するための装置」と題したカーペンタに付与された米国特許第4,883,528号で開示されるように、ガラス製部品も同様に、モールド技術を用いて成形することができる。このとき、プラスチック射出成形と全く同様に、多数の集積化された部品は、1つの基板の対向する表面上に2つの注型部材を有するように成形することにより成形される。しかしながら、ガラス成形は、製造装置を作製するのに費用がかかり、利用できる大きさに限界があるという点において、問題点を有する。

【0013】

20

光学部品を安価に作るために、一般に、複製技術が用いられる。上述のプラスチック射出成形およびガラス成形に加えて、個々の部品を押し成型処理（エンボス処理）することにより、同様に、成形することができる。このような押し成型処理の一例として、「大規模領域における回折光学部品を複製するためのスケールアップ（Scale-up）プロセス」と題したギャラノーに付与された米国特許第5,597,613号で開示されている。半田の自己整合技術を採用しつつ、複製された光学部品を用いられたことは、かつてなかった。すべての複製方法を用いることにより、数多くの光学部品をできるだけ安価に形成することができる。

【0014】

順次、ダイシングする前に、ウェーハ段階で、このような複製工程を用いられることはなかった。これは、主に、ダイシング工程の間に押し成型処理された層にストレスが付加されるためである。ウェーハ段階で押し成型処理する上で、例えば、押し成型処理されたポリマが基板に十分に固定できるか、あるいは、微小領域において、または2つ以上の部品を集積化する場合において、位置合わせが困難であるといった固有の問題が生じる。

30

【0015】

さらに、これらの複製工程は、ウェーハ段階にあるフォトリソグラフィ工程とは互換性がない。特に、複製工程によれば、フォトリソグラフィ工程で要請される位置合わせ精度を達成することができない。たとえ、押し成型工程がリソグラフィ工程と互換性があっても、フォトリソグラフィ技術を用いて1つの光学部品上に1度にパターン形成することは、あまりにも費用がかかる。また、リソグラフィ工程の化学処理過程により押し成型部材が損傷しかねない。

40

【0016】

プラスチック材料を押し成型処理する場合の他の問題点は、従来式のものと同様で、リソグラフィ工程でも生じる。とりわけ、プラスチック材料もまた、リソグラフィ工程で用いられる化学薬品により冒される。プラスチックは、熱の影響により湾曲しやすく、このことは、リソグラフィ工程で必要とされる正確な位置合わせを阻害する。

【0017】

（発明の要約）

上述の技術背景を考慮すると、本発明の目的は、集積化された複数の光学部品を効率よく製造することにある。ウェーハ段階にある集積化された複数の光学部品を形成することに

50

より、このように効率よく製造することができる。

【0018】

本発明のさらなる目的は、集積化された複数の光学部品をウェーハ段階で形成しようとする際に生じる課題を解決することにある。これらの課題とは、確実に正確な位置合わせを行うこと、2枚以上のウェーハが一体に接合される場合に、構成要素である集積化された複数の光学部品に対してウェーハを正確にダイス切断すること、さらに、集積化された複数の光学部品を所望する用途の全体的システムに組み込みやすくする特徴を提供することである。

【0019】

本発明の別の目的は、フォトリソグラフィ技術を用いて形成された部材とともに利用できるように十分位置合わせされ、しかもダイシング処理に十分耐える接合力を与える押出成型処理技術を提供することにある。

10

【0020】

本発明のここに挙げた目的、およびその他の目的は、以下の詳細な説明から容易に理解される。しかしながら、この詳細な説明は、本発明の好適な実施の形態の特別の例に関して、説明のためだけになされたものであって、この詳細な説明から当業者にとって明白な変更や変形は、本発明の範囲と範疇から逸脱しないものと理解されるべきである。

【0021】

本発明は、以下の詳細な説明と添付図面からより十分に理解され、これらの説明と図面は、説明のためだけになされたもので、本発明を限定するものではない。

20

【0022】

(好適な実施形態に関する詳細説明)

図1で示すように、第1のウェーハ10と第2のウェーハ12が一体に接合され、一体化された複数の光学部品が形成される。ウェーハは、一般に、ディスク状で、4、6、8、または12インチの直径を有し、400 $\mu$ mないし6mmの幅を有する。基板ウェーハは、任意の形状とすることができる。この基板は、所望する用途における要請にもよるが、表面全体における表面高さの変化よりも変化しないように、つまり、うねりが1つもないように平坦で、かつ光学的に透明であることが好ましい。

【0023】

これらのウェーハは、一方の面または両方の面に形成された、それぞれの光学部品のアレイを有する。各光学部品は、回折部品、屈折部品、またはハイブリッド部品であってもよい。破線8は、個々の集積化された部品を得るために、ウェーハをダイス切断するところである。

30

【0024】

接合部材14は、接合しやすいように、いずれか一方の計略的な位置に配置される。最終的な集積化されたダイスを形成する光学部品を取り囲むことにより、この接着剤14が、極めて重要な接合部におけるこれらウェーハ間のシール部材を形成する。つまり、ダイス切断するとき、このシール部材により、ダイシングスラリーがこの部品間に侵入して汚染しないようにすることができる。これらの部品は、一体に接合されたままであるので、部品間に閉じ込められたダイシングスラリーを取り除くことは不可能である。回折部品の構造はスラリーを保持しやすいので、回折部品が接合されるとき、ダイシングスラリーは、より厄介な問題を提起する。

40

【0025】

好適には、接合部材14として、接着剤または半田を利用することができる。半田は、接着剤よりも滑らかで、接合前に容易に移動させることができるので、多くの用途において好適である。接着剤は、数多くの用途において、より安価である点、加熱して、または加熱せずに接合できる点、酸化して劣化しない点、および透明である点において、利点を有する。

【0026】

接合部材として液体接着剤を用いるとき、その液体接着剤の粘度が重要となる。接着剤は

50

、あまりにも薄すぎではいけない。さもないと、接着剤は、珠数状になり、接着強度が不安定になって、ウェーハ間にダイシングスラリーが侵入し、これらの部品が汚染されることがあるからである。接着剤は、あまりにも厚すぎてもいけない。さもないと、復元力があまりにも強くなって、接着すべき基板 10 と 12 の間の十分に密接な接続が実現されないからである。この液体接着剤は、1000 ないし 10000 センチポアズの粘性を有することが好ましい。許容できるエポキシ樹脂として、ノーランド 68 およびマスターボンド UV 15 - 7 がある。

#### 【0027】

液体接着剤を用いる場合、例えば、配置すべき所定の座標にしたがって制御されるノズルから噴出させるように、制御された手法で接着剤を供給する必要がある。ウェーハを位置合わせした後、装置全体を硬化処理することにより、液体接着剤を硬化し、接合処理を完了する。

10

#### 【0028】

半田を用いる場合、電気めっき工程またはスパッタリング工程を用いることができる。例えば、半田を形成しない基板の部分に、マスク用部材を配置することができる。ウェーハ全体をバスまたはスパッチリング用チャンパ内に配置する。そして、ウェーハ全体の上に半田を配置してから、マスク部材を取り外す。こうすると、マスク部材のなかった部分には半田を配置することができる。こうして、ウェーハを適正に位置合わせした後、リフローするまで半田は加熱される。こうして、半田は冷却され、再び凝固することにより、接合を完了する。

20

#### 【0029】

図 1 で示すように、接合部材として、液体接着剤を単独で用いる場合、接合部材が確実に塗布された位置に留まるよう、より高い粘性の接着剤が必要となる。高い粘性を有する接着剤を用いた場合であっても、この接着剤は相当に広い領域に拡散するので、この集積すべき構成部品の間、より広い行き止まりのスペースが必要となってくる。これにより、接着剤が拡散するときに、この構成部品を干渉しないようにすることができる。

#### 【0030】

接着剤を単独で用いるとき、接着剤の高さを制御することも困難である。これにより、接着剤の量が過度に補償され、接着剤の高さおよびウェーハ間の分離間隔が、所望のものよりも大きくなることがしばしばある。接着剤の高さを制御することが困難であるため、光学部品を含むスペース内に空気が入り込んでしまう。これは、接着剤の高さと、ウェーハ対に対して真空引きするタイミングが明確でないために起こる。このような空気は、加熱時に膨張して、構成部品間の接合部分を粉砕する可能性があるため、好ましくない。

30

#### 【0031】

これにより、図 2 は、好適な代替物を示す。ここでは、ウェーハからなる 1 つの独立した集積化された光学部品を示す。下方の基板ウェーハ 12 に光学部品アレイを形成すると同時に、集積化部品の各々に対して、通常、基板ウェーハと同じ部材からなるスタンドオフ 16 ( 隔離碍子 : standoff ) が、エッチング工程または複製工程により、ウェーハ 12 上に形成される。これらのスタンドオフ 16 は、2 つの基板の間であって、接着剤 14 を配置するためのトレンチ ( 細くて長い溝 ) を有している。これらのトレンチにより、接合すべき基板の正確な間隔が決まり、接着剤 14 が接着できる接合面積を広くすることができる。接合面積を広くすると、接合部材が珠数状となる問題も解消される。

40

#### 【0032】

接合部材 14 として半田を用いる場合、半田のスタンドオフを用いて、ウェーハ間の所定の間隔を決定することが好ましい。このスタンドオフの上面に、例えば、4 ないし 5  $\mu\text{m}$  の薄い層の半田を形成する。図 1 に示すように、半田を単独で用いることができるが、スタンドオフとともに半田を用いることが適当であり、経済的である。

#### 【0033】

スタンドオフを用いることにより、より均一で予定できる高さを得ることができる。これにより、接合される構成部品間に入り込む空気の量を少なくすることができる。ウェーハ

50

の間隔のばらつきが低減されたので、接合部材とその他の基板を接触させる時に、またはその直前に真空を引くようにしてもよい。

【0034】

スタンドオフ16を受容するためのノッチを、スタンドオフを含まない方の基板上に形成してもよい。これらのノッチは、基板表面上に光学部品を形成すると同時に形成するようにしてもよい。このような形態をとる場合、スタンドオフ16と対応するノッチは、整合部材として機能し、ウェーハを互いに位置合わせしやすくする。

【0035】

図3Aは、接合され、ダイス切断される前の状態にある2つの基板10、12を示す。集積化される光学部品の各々は、1つまたはそれ以上の構成部品からなる。また、ウェーハ上の光学部品は、同一であつてもよいし、互いに異なっているもよい。ウェーハ10、12を接合する前に、接着剤14を少なくとも一方のウェーハに上述のような手法で配置する。好適にも、基板10、12の両方には、その表面上のどこかに、ほとんどの場合が外周端部であるが、基準マーク18を記しておいて、確実に位置合わせを行う。こうして、この表面上に形成された個々の構成部品のすべてを同時に位置合わせすることができる。択一的には、基準マーク18を用いて、ウェーハ11、12上の機械的な整合部材18'を形成してもよい。基準マーク18および整合部材18'の一方または両方を用いて、ウェーハを位置合わせすることができる。

10

【0036】

図3Bは、接合される基板12の正面図であって、ある1つの構成部品1に対して包囲する接合部材の位置を示している。この正面図から分かるように、符号19で示す接合部材が個々の光学部品を完全に包囲している。

20

【0037】

図1または2で示すいずれかの実施形態に対して、直接またはスタンドオフを用いて供給される接合部材は、個々に利用される各部品を完全にシールする。したがって、個々の部品を形成するためにウェーハをダイス切断するとき、ダイシング工程で用いられるダイシングスラリーにより、光学部品が汚染されるのを防ぐことができる。こうして、接合部材による封止は、ダイシング工程において高い整合性と剛性を与える構造的な構成部品を提供するだけでなく、得られる集積化ダイに対してはるかに清浄なダイシング工程を提供することができる。

30

【0038】

集積化された複数の光学部品に関する特別な例を図4Aに示す。屈折部品20が第1の基板12の一方の表面上に形成されている。回折部品22が他方の基板10の一方の表面上に形成されている。同様に、いずれか一方の基板の底面上に回折部品28を形成してもよい。接着剤14を受容するためのトレンチを構成するスタンドオフが、屈折部品と同時に形成される。

【0039】

ウェーハ上のレンズ20が他方のウェーハに直接対向する場合、基板10、12の間隔を適当にあけるために、レンズ20の頂点を用いることができる。この間隔をより広くする必要のある場合は、適当な間隔が取れるように、スタンドオフ16をもっと高くしてもよい。基板10、12を位置合わせするために、図3Aで示すような基準マーク18を用いることに加えて、接合表面ではなくて、基板の反対側の側面上に金属パッド24を設けるために、基準マーク18を用いることができる。こうして、集積化された複数の光学部品を意図する最終的用途に位置合わせし、または挿入しやすくすることができる。こうした金属パッドは、光学的ヘッド、レーザポインタ、検出器などに用いられる、例えばレーザなどの能動的または電氣的な構成部品と、集積化された複数の光学部品とを接合する上でとりわけ有用である。さらに、光を遮蔽するために、回折部品22と同じ表面上に、基準マーク18を用いて金属26を配置してもよい、

40

【0040】

搭載基板上に配置された個別のデバイスを組み込んだ、択一的な光学的サブシステム(デ

50

バイス)を図4Bに示す。図4Bに示すように、いくつかの形態においては、まず、一方のウェーハをダイス切断して、個々のダイを形成し、他方の基板に対して個々のダイを非点灯状態で位置合わせし、集積化された光学サブシステムの構成部品を封止するために接着剤を供給し、そしてウェーハとダイの対をダイス切断することが好ましい。図4Bにおいて、集積化された光学的サブシステムは、端面発光レーザ25、モニタダイオード29、鏡27から構成される。この鏡27により、レーザダイオード25からの光を、ウェーハ10上に形成された回折光学部品22に光の方向を変えることができる。このウェーハ10は、先にダイス切断されて、個々のダイ11が形成される。個別のデバイス25、27、29は、基板12に取り付けられる。接合部材14は、各サブシステムを封止する。破線8は、ダイス切断されることを示す。依然として、ウェーハ上にダイを個々に配置する必要はあるが、非点灯状態での位置合わせは、同様に有用であり、接合されたウェーハとダイの対の周囲に形成される封止(シール)は、同様にウェーハとダイ対の間にダイシングスラリが侵入するのを防ぐ。搭載基板上に個々の構成部品を設けると、搭載基板は、各サブシステムに対する基準マークを備えている。関連する構造に関して、「ディスク駆動機構のための集積化された光学ヘッドおよびこれを形成する方法」と題した、1996年9月27日付けで出願された米国特許出願第08/727,837号や、「集積化されたビーム整形器およびその使用方法」と題した、1997年8月27日付けで出願された米国特許出願第08/917,865号で開示されており、これは米国特許出願がここに一体のものとして統合される。

10

#### 【0041】

20

図5は、2枚のウェーハを一体に接合するための本発明に係る一般的な工程を示すフローチャートである。ステップ30において、基板ウェーハは、塗布される接着剤の塗布ヘッドの座標システムに関連して配置される。ステップ32において、接着剤は、直接的にまたはスタンドオフを用いて、あるパターンでウェーハに塗布され、光学部品の周囲を包囲するシールを形成する。ステップ34において、第2の基板ウェーハが第1の基板ウェーハに位置合わせされる。接触させる直前に真空引きして、基板間の空気を取り除く。ステップ36において、ウェーハを接触させる。ステップ38において、2枚のウェーハの位置合わせが確認される。ステップ40で、接着剤を硬化させるか、または半田をリフローして再び凝固させる。一旦接合されると、ステップ42において、接合されたウェーハは、個々の構成部品にダイス切断される。

30

#### 【0042】

一体に接合される構成部品は、上述のように、フォトリソグラフィ技術を直接的に用いて形成することが好ましい。例えば、回折光学部品は、ここに一体のものとして統合されるスワンソンの米国特許5,161,059号で開示されるように形成し、球面屈折部品は、電気化学学会、固体科学技術131巻10号、1984年10月、2373ないし2380頁のO.ワダ著「InPのイオンビームエッチング、およびInGaAsP/InPの高輝度発光ダイオードの製造への応用」に教示されているように形成し、任意の形状を有する屈折部品は、高エネルギービーム反応性(HEBS)、または吸収性の中間調マスクを用いて、回折光学部品を形成するために用いられるフォトリソグラフィ技術を駆使して形成され、これらのマスクについては、「フォトレジストを用いて中間調マスクの接触印刷により形成された光学部品を形成するための、吸収性材料からなる中間調マスク」と題した、1997年4月11日付けで出願された米国暫定出願番号60/041,042号に開示されており、この米国暫定出願がここに一体のものとして統合される。

40

#### 【0043】

択一的には、これらのフォトリソグラフィ技術を用いて、原版部品(マスク部品)48をガラスで形成し、次に、これを用いて、図6Aに示す基板52上の押出成型処理できる材料からなる層50に対して、ウェーハ段階で所定の部品を打ち抜くことができる。この層50は、ポリマからなることが好ましく、基板52は、例えば、溶融シリカなどのガラス、またはプラスチックで、好適には、ポリカーボネイトまたはアクリル樹脂であることが好ましい。このポリマは、原版から容易に離型し、基板と良好に接合するような、紫外線

50

硬化可能型のアクリレートフォトリソマであることが好ましい。これにより、硬化後、基板から離型した後、ダイシング工程でひび割れ（クラック）が発生しない。適当なポリマとしては、フィリップス社製の40029樹脂か、GAFGARD233がある。破線58は、ウェーハから個々の集積化された構成部品を形成するためのダイス切断線である。

#### 【0044】

図6Aで示す実施の形態において、押出成型可能な材料からなる層50が原版部品48の上に配置される。接合促進剤からなる層54を基板52の上に配置し、そして/または離型剤からなる層を原版部品48の上に、原版部品48と押出成型処理材料の間に配置されることが好ましい。原版と基板が同じ構成材料からなる場合や、原版が、接着に際して、本質的に押出成型処理材料とより強い親和力を有する場合、接合促進剤や離型剤は特に重要となる。

10

#### 【0045】

接合促進剤の種類は、押出成型可能材料、原版材料、および基板材料として用いられるフォトリソマにより左右される。ガラス基板を用いた場合の適当な接合促進剤は、HMDS（ヘキサメチルジシラザン）である。この接合促進剤は、押出成型可能材料が基板52に対して十分に接合することを促進するものである。このことは、後述するように、押出成型処理されたウェーハがダイシングに耐える必要があるので、ウェーハ段階で押出成型処理される場合、特に、極めて重要なことである。

#### 【0046】

押出成型可能な層50を原版48の上に形成し、基板52の上に接合促進剤を配置することは、好都合にも、押出成型処理するために接触させる表面を滑らかにし、後述するように、気泡を取り除きやすくする。原版48の上に押出成型処理可能な層を設けることは、同様に、接触し、位置合わせし、そして未だ接合していないウェーハを位置合わせするために好都合なメカニズムを提供する。

20

#### 【0047】

基板または原版がプラスチックで形成されている場合、プラスチックはポリマを活性化するために用いられる紫外線領域の光を相当強く吸収するので、他方のプラスチックでない構成部品の上にポリマを配置することが好ましい。つまり、紫外線光がプラスチックを通過する必要がある場合、所望の効果を実現するために、より強い強度を有するビームが必要となり、これは明らかに効率的でない。

30

#### 【0048】

ウェーハ段階で押出成型処理することにより、フォトリソグラフィ技術を用いて、ウェーハ上に別の部材を設ける必要があるとき、つまり、別の部材を選択的にウェーハに加えるか、ウェーハから取り除くようにするとき、特に意義がある。このような別の部材としては、反射防止コーティングであったり、例えば、システム内にある基板からダイ切断されたダイを、押出成型処理された層の上に位置合わせするための金属被膜パッドなどの部材であってもよい。このような部材は、基板52の反対側の表面56にリソグラフィ技術を用いて形成することができる。

#### 【0049】

反射防止コーティングは、一般に、表面を選択的ではなく、全体的に塗布される。しかしながら、反射防止コーティングと金属パッドの両方を用いたとき、コーティングが存在するところにおいて、金属は十分に接合せず、金属をコーティングでカバーすると、満足する結果が得られない。さらに、このウェーハを別のウェーハと接合させる必要があるとき、接合部材は、このような反射防止コーティングを有する表面とは接合しなくなるので、結果としては、選択的にコーティングを配置する必要性が生じる。

40

#### 【0050】

図3で示すような基準マークを、基板52と原版48の両方に設けておいて、押出成型処理工程とともにリソグラフィ工程を実行する上で必要な位置合わせ処理を行うことができる。リソグラフィ工程を実施する場合、高い精度で位置合わせ公差が要求されるので、基板を作製する上で、プラスチックよりガラスの方がより好ましい。ガラスは、熱膨張係数

50

がより小さく、プラスチックよりも平坦である。つまりガラスは、プラスチックに比べて、弓なりに曲がったり、反ったりすることが少ない。これらの特徴は、ウェー八段階にある構成部品を形成する場合には、極めて重要である。

【0051】

図6Aは、押出成型可能な部材50が原版48の上に配置されている状態を示す図であるが、原版48で処理されたときの押出成型可能な部材50の厚みを制御することは困難である。押出成型可能な部材50は、パターンを有する、できるだけ薄い層であることが好ましい場合が多いので、押出成型可能な部材50を基板52の上に、例えば、図6Bで示すように、フォトレジストやエポキシ樹脂を回転させながら形成すると都合がよい。押出成型可能な部材50の層が厚いほど、エッチング時間が長くなる。すると、コストが増え、エッチング工程における露光時間が増え、構成部品間でエッチング速度が異なるために位置合わせ精度が悪くなるため、パターン形成された部材の品質が低下する可能性が増大する。基板52の上に配置された押出成型可能な部材50の厚みは、従来式の手法により、正確に制御することができる。

10

【0052】

原版を基板の上に配置するとき、ウェー八は、これと接触させるために、まっすぐに下ろすことができない。というのも、押出成型処理された成形物に悪影響を及ぼす気泡が存在して、取り除くことができないためである。

【0053】

したがって、原版を基板と接触させるとき、原版をまず基板の一端部上に接触させて、原版を回転させて、ウェー八と基板を接触させる。こうして傾けながら、接触させることにより、押出成型可能な材料の中にある気泡を側面から押し出すことができる。原版は透明であるので、気泡は目視により確認され、うまく取り除くことができる。原版48の表面上に形成された回折部品は、傾斜させて接触させても、なお気泡を取り込むため、上述のように、好都合にも、接触させる表面を滑らかにすることができる。

20

【0054】

気泡を取り除くために必要な傾斜の度合いは、複製される部材の大きさと深さに依存する。最も大きい部材が、最初の接触でウェー八全体に互って他のウェー八に接触しないように、傾斜を大きくする必要がある。

【0055】

択一的には、複製ウェー八がフレキシブルである場合、複製ウェー八を弓なりに湾曲させて、わずかに凸表面を形成する。そして、原版を複製ウェー八とその中央部において接触させて、複製ウェー八を表面全体で完全に接触するように解放することにより気泡を取り除くことができる。同様に、最も大きい部材が、最初の接触でウェー八全体に互って他のウェー八に接触しなければ、弓状の湾曲の度合いとして十分である。

30

【0056】

本発明にしたがって、基準マークを用いて、原版部品48とガラス基板52を位置合わせするとき、従来式のマスク整合器を変更された手法で用いることができる。マスク整合器において、一般に、マスクがプレートと接触した後、真空引きして、マスクとプレートを整合性よく封止する。しかし、ポリマのような液体の押出成型可能な部材がウェー八上面に形成される場合は、真空を引くことができない。したがって上述の傾斜した接触が用いられる。一旦、接触すると、従来式の方法により基準マークを用いて、硬化する前に、これらのウェー八を互いに位置合わせする。

40

【0057】

さらに、ポリマを硬化するために必要な光は、その強度が、例えば、3ないし5 W/cm<sup>2</sup>と極めて高く、しかもすべて同時に、例えば、30秒以内と一気に照射する必要がある。この時間で、十分なエネルギーおよび強度が照射されなかった場合、ポリマは2度と硬化することができなくなる。これは、不完全に露光により、完全に重合化することなく、ポリマ内の光触媒を使い果たしてしまうためである。しかし、このような強度の光源をマスク整合器に供給することは、さほど容易なことではない。これは、必要とされる高エネルギー

50

ギを有する光源の大きさと温度の両方に起因する。高エネルギー光源からの熱により、マスク整合器のフレームが、温度変化に曝されたときのように湾曲する。マスク整合器は、温度補償されるか、高温でも動作できるように設計されているが、次のような解決手段がより経済的で、満足すべき結果が得られる。

【0058】

マスク整合器に配置された基板と原版を、完全に接触するように配置するためには、傾斜させて接触させることが必要であった。これに加えて、一旦、完全に接触すると、全体表面を硬化させるのではなくて、光ファイバなどの伝播システムにより、紫外線光源からマスク整合器に配置された原版 - 基板に対して光を照射する。伝播システムは、ポリマ上の個々のスポットに対して紫外線光を照射するだけである。

10

【0059】

伝播システムは、マスク整合器内に十分収まる程度に小型で、マスク整合器を再設計するまでもない程の熱しか放散しない。光ファイバを用いれば、これらのスポットは約2mmである。択一的には、小型で十分にエネルギー密度の高い、すなわち、システムに対して実質的に熱効果を与えないような紫外線レーザを用いてもよい。

【0060】

伝播システムは、好適にも、ウェーハの周辺部の対称的に位置あるスポットに光を照射する。4インチウェーハの場合、およそ6ないし12個のスポットしか必要としない。光強度をより一定にするために、追加的なスポットが必要である場合は、ウェーハの中央部に対して、さらに2、3個のスポットを照射してもよい。これらのスポットは、周辺部に配置することが好ましいが、できるだけ数少ない方が望ましい。というのも、仮止めスポットが照射された領域は、均一な重合が形成されない領域で、しかもスポット照射の対象とはならない領域となるからである。

20

【0061】

これらの仮止めスポットにより、原版が基板に対する所定位置で仮止めされる。仮止めスポットを硬化させるための照射は、ごく部分的なものであり、数が少ない。その結果、押出成型可能な部材の残りの領域に実質的に影響を与えない程度に、照射される領域が十分に微小である。一旦、位置合わせされ、原版が仮止めされると、基板 - 原版の対は、整合器から取り外され、高出力の紫外線光源の下で硬化され、表面全体を完全に重合化させる。仮止めスポットにより、マスク整合器内で位置合わせされたものを、ずれないようにすることができ一方、基板 - 原版の対をマスク整合器から取り出して、マスク整合器の外部にある高エネルギー光源を用いて、ポリマを硬化させることができる。

30

【0062】

択一的には、基準マークを、接触させる表面の周辺部に、機械的な位置合わせ部材として形成してもよい。機械的な位置合わせ部材は、任意の軸に対して位置合わせすることができる。また、2個以上の機械的な位置合わせ部材を設けるようにしてもよい。例えば、図4のスタントオフは、Y軸に沿ってウェーハを位置合わせするためのものであって、金属パッドは、X軸およびZ軸に沿ってウェーハ対を追加的な部品に対して位置合わせするものである。位置合わせ部材は、押出成型処理により形成されることが好ましい。

【0063】

押出成型処理し、対向する表面をリソグラフィ処理する順序は、いずれが先であってもよい。先に、押出成型処理される場合、押出成型処理された層をカバーする原版を、対向する表面が完成するまで、そのままにしておく都合がよい。押出成型処理された構造体にとって、原版は、シール材として機能し、リソグラフィ工程で用いられる溶剤から保護し、リソグラフィ工程で生じた熱から、これらの部材を終始保護する。

40

【0064】

先に、リソグラフィ処理される場合、押出成型処理するとき、フォトリソグラフィにより形成された部材に対して、通常の押出成型処理で必要とされる場合よりも、より正確な位置合わせを行う必要がある。こうして、上述の位置合わせ技術が、押出成型処理されるときに必要となる。

50

## 【 0 0 6 5 】

一旦、すべての所定の処理が完了すると、ウェーハはダイス切断され、個々の光学部品が形成される。このようなダイシング処理により、押出成型処理されたウェーハは、機械的なストレスを受ける。したがって、完全に重合化させて、押出成型処理された部分を基板に対して十分に接合させることが、とりわけ重要である。こうして、ダイシング工程において、押出成型処理された部分が裂けないようにすることができる。したがって、特定のポリマ、接合促進剤、および基板を選択する上で注意する必要がある。さらに、これらの材料がどのような相互作用するかについて留意しなければならない。好適には、ダイシング工程において、押出成型処理された層が裂けないようにするために、ポリマからなる接着剤は、完成されたダイに対して、およそ100グラムの剪断変形力を有する必要がある。

10

## 【 0 0 6 6 】

紫外線硬化型のエポキシ樹脂を用いることは、一般には好適であるが、図1ないし4で示すように一体に接合されるウェーハがともに、紫外線硬化樹脂を用いて押出成型処理された場合、もはや好適な選択肢とはなり得ない。これは、紫外線硬化型のポリマは、同様に、紫外線領域の光を強く吸収し、エポキシ樹脂を硬化させるための紫外線の強度を非常に弱めてしまう。つまり、エポキシ樹脂を硬化させるために必要な紫外線を供給するためには、必要とされる紫外線の強度を非常に強くしなくてはならない。したがって、このようなウェーハを接合するためには、熱硬化樹脂を用いることが望ましい場合が時々ある。

## 【 0 0 6 7 】

択一的には、それ自体は構成部品を構成しない部分にあるポリマを取り除いておいてもよく、さらに、紫外線硬化型のポリマを含むガラス基板ウェーハと別のウェーハを直接的に接合するために、紫外線硬化型のポリマを含まない、この取り除かれた領域に紫外線硬化型のエポキシ樹脂を形成してもよい。ポリマを取り除くための好適な手法は、原版の上に金属のパターンを形成することである。この金属は、光を遮蔽することにより、そのパターンでポリマを硬化しないようにすることができる。液体ポリマが使用された場合、この未硬化のポリマを洗い流すことができる。ポリマが取り除かれたところに、ウェーハとウェーハの間を接合するための紫外線硬化型エポキシ樹脂、または能動部品を固定したり、遮光するための金属などの他の材料を配置することができる。

20

## 【 0 0 6 8 】

図1ないし4で示すように、2枚の基板を接合することに加えて、位置合わせマークを用いて、図7に示すように、基板の反対側の表面に光学部品を形成してもよい。光学部品を形成するための上述の任意の方法を用いて、光学部品を形成することができる。図7で示す両側面が処理された部品70は、第1の表面70a上に回折部品72を有し、第2の表面に70bに屈折部品を有するが、任意の所望する部品を形成することができる。同様に、金属パッド76を形成して、ハイブリッド部品上でリソグラフィ処理することもできる。

30

## 【 0 0 6 9 】

集積化された複数の光学部品に関する別の形態は、図8で示すように、回折部品82が屈折部品84の上に直に形成されている。屈折部品は、上述の任意のフォトリソグラフィ技術を用いて形成することができる。図8で示す特別の例において、屈折部品は、光学部材の表面にマスクを用いて円形のフォトレジスト層86を配置することにより形成される。その後、フォトレジストが部分的に球面形状を有するように、制御された熱源を用いて、フォトレジストを部分的に洗い流す。その後、この表面をエッチング処理して、連続的に変化するフォトレジスト87の厚みにより変化するエッチング速度により、フォトレジスト87と実質的に同じ形状を有する屈折部品84を形成する。マイクロレンズ84は、さらに処理されて、回折部品82をそのウェーハに形成する。この回折部品は、リソグラフィ処理または押出成型処理を行って形成することができる。

40

## 【 0 0 7 0 】

整合され、そして接合または押出成型処理されたウェーハは、同じまたは異なる構成部品

50

からなるアレイを有する。さらに、位置合わせ条件に制約がある場合、ガラスよりもプラスチックによりウェーハを形成することができる。本発明によれば、ウェーハ段階で製造されるのが適した集積化された光学部品は、 $100\ \mu\text{m}$ から数mmのオーダの大きさを有し、本発明による基準マークおよび/または整合部材を用いて実現される位置合わせ精度は、 $\pm 1$ ないし $2\ \mu\text{m}$ である。

**【0071】**

互いに直面する表面に光学部品を接合するのではなく、基板の対向する表面に光学部品を形成する場合、許容できる位置合わせ精度は、 $\pm 10\ \mu\text{m}$ である。これは、光がガラスの厚み方向を伝播する間に、わずかながら傾きが、補正または形成されるためである。

**【0072】**

基準マークは、非点灯状態での位置合わせで用いられる代わりに、球面と接合される対応する溝、半田ボールを接合するための金属パッド、および対応する凹部に対するベンチ台などの機械的な整合部材を形成するために、用いることができる。ウェーハ全体を位置合わせするために、これらの整合部材は2、3個あればよい。

**【0073】**

各ダイの周囲に接合部材を配置する代わりに、接合部材を用いて少なくとも光路の一部において、ダイをカバーしてもよい。この接合部材を増やしたことにより、ダイがより安定化する。しかし、光学部品と次の表面との間の屈折率をできるだけ大きくすることが好ましい。あるいは、回折部品をより深くエッチング処理して、屈折部品がより大きく湾曲して高くすることにより、同様に機能させる。したがって、空気の屈折率は1.0であるから、このギャップの間に空気を入れておくことは好ましい。よりいっそう安定化する必要がある場合、接合部材が光学部品の光路の一部をカバーするときには、できるだけ屈折率の低い接合部材を用いる。この場合、好適には、光学部品は、ガラスより高い屈折率を有するフォトレジストで形成される。つまり、フォトレジストで形成された構成部品は、基板をエッチング処理するのではなく、それ自体が部品として機能する。

**【0074】**

さらに、接合材料のための領域を増やすことにより、その領域内に気泡が多発させることになり、これは、光学的特性に影響を与える。したがって、接合材料がダイ全体に互って塗布するようにしてもよいし、光路上のビーム全体を包含する一方、気泡が生じる可能性を最小限に抑えるために、ダイの光路の一部の上だけに接合材料を塗布することが有効であることもしばしばある。さらに、能動部品が間隔を有する場合、これらの能動部品の機能を干渉しないようにするため、接合部材を配置することはできない。

**【0075】**

本発明によるすべての構成部品は、好都合にも、通常、能動部品を有するシステムに搭載しやすく、位置合わせしやすくするための金属パッドを有している。金属パッドは、リソグラフィ技術を用いて、ウェーハ段階で効率よく形成することができる。

**【0076】**

さらに、すべての基板は、単一の材料から形成されるように説明してきたが、複数の層を有する基板を用いてもよい。例えば、光学的アイソレータを形成するために、2つの偏光層の間に挟まれた光学的に能動的な部材を有する基板を用いることができる。

**【0077】**

以上のように、本発明について説明したが、明らかに、多くの手法による変更が可能である。このような変更は、本発明の精神と範疇から逸脱しないものとみなされる。また、当業者にとって明白な変形は、以下のクレームの範囲内に入るものと意図される。

**【図面の簡単な説明】**

**【図1】** 図1は、2枚のウェーハを一体に接合する第1の実施形態を示す。

**【図2】** 図2は、2枚のウェーハを一体に接合する第2の実施形態を示す。

**【図3】** 図3Aは、接合されるウェーハを示す斜視図であって、図3Bは、接合されるウェーハ上の個々のダイを示す上面図である。

**【図4】** 図4は、2枚のウェーハを一体に接合する特部奈例を示す。

10

20

30

40

50

【図5】 図5は、本発明の接合工程を示すフローチャートである。

【図6】 図6Aは、ウェーハ形状を有する原版部材により押出成型処理される表面を示し、図6Bは、ウェーハ形状を有する原版部材により押出成型処理される、押出成型可能な部材を有する表面を示す。

【図7】 図7は、両側面に光学部品を形成したウェーハを示す。

【図8】 図8は、回折部品が直接的に集積化されたマイクロレンズからなるハイブリッド部品を有する基板の断面図である。

【図1】

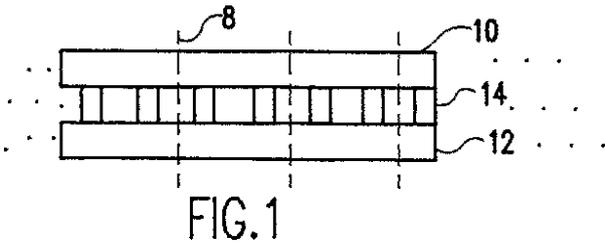


FIG.1

【図3B】

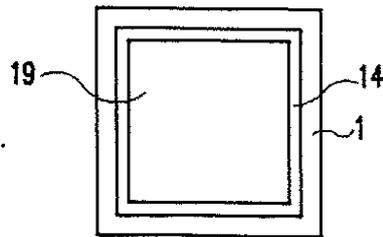


FIG.3B

【図2】

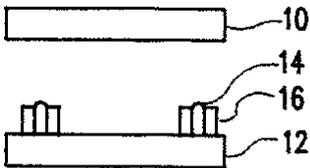


FIG.2

【図4A】

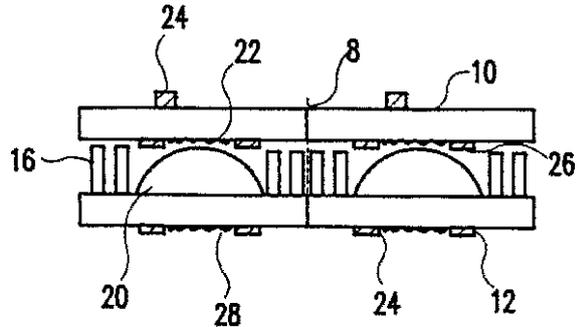


FIG.4A

【図3A】

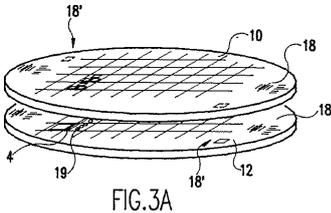


FIG.3A

【図4B】

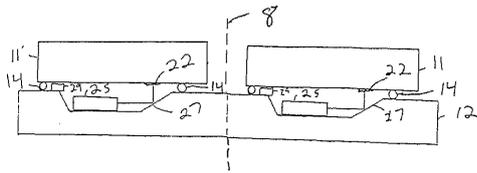
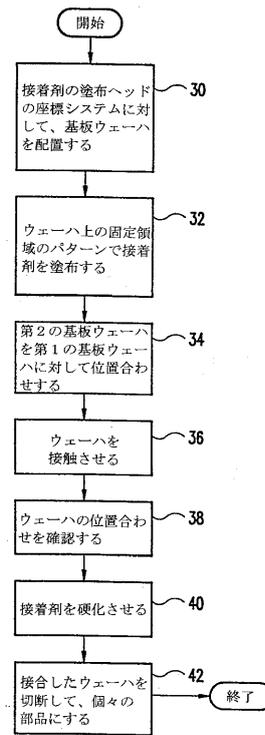


FIG. 4b

【図5】



【図6B】

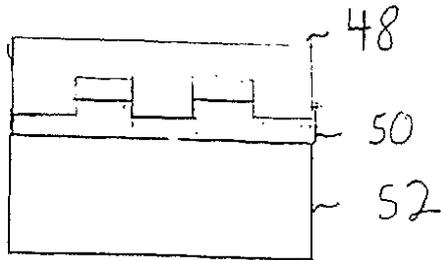


FIG. 6b

【図6A】

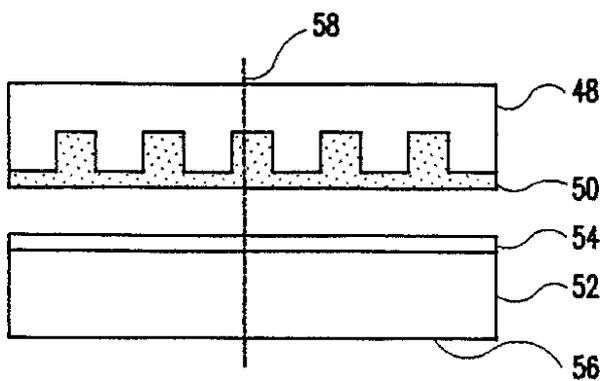


FIG.6A

【図7】

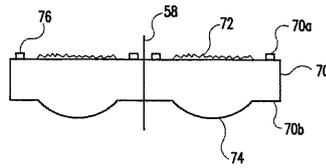


FIG.7

【図8】

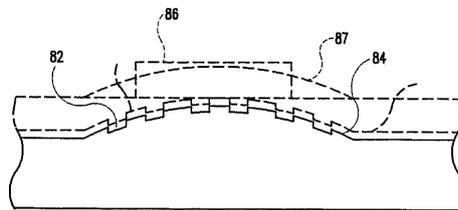


FIG.8

---

フロントページの続き

- (72)発明者 ブライアン・ハーデン  
アメリカ合衆国 2 8 2 6 9 ノースカロライナ州シャーロット、ウィンターウッド・コート 1 1 0 9  
番
- (72)発明者 アラン・キャスマン  
アメリカ合衆国 2 8 2 6 9 ノースカロライナ州シャーロット、ローン・トゥリー・コート 4 7 0 0  
番
- (72)発明者 マイケル・フェルドマン  
アメリカ合衆国 2 8 2 6 9 ノースカロライナ州シャーロット、レイクウッド・エッジ 3 1 1 7 番

審査官 酒井 英夫

- (56)参考文献 特開平 0 6 - 3 1 8 6 2 5 ( J P , A )  
特開平 0 5 - 2 9 1 3 8 8 ( J P , A )  
特開昭 6 2 - 1 0 8 5 4 5 ( J P , A )  
特開昭 6 0 - 0 6 0 7 3 9 ( J P , A )  
実開平 0 4 - 0 7 0 7 5 2 ( J P , U )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H01L 23/02-23/10,25/00-25/18