

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4532891号
(P4532891)

(45) 発行日 平成22年8月25日(2010.8.25)

(24) 登録日 平成22年6月18日(2010.6.18)

(51) Int.Cl.		F I	
GO 1 N 35/08	(2006.01)	GO 1 N 35/08	A
B 2 9 C 39/10	(2006.01)	B 2 9 C 39/10	
GO 1 N 37/00	(2006.01)	GO 1 N 37/00	1 0 1

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-415635 (P2003-415635)	(73) 特許権者	596170170
(22) 出願日	平成15年12月12日(2003.12.12)		ゼロックス コーポレーション
(65) 公開番号	特開2004-198420 (P2004-198420A)		XEROX CORPORATION
(43) 公開日	平成16年7月15日(2004.7.15)		アメリカ合衆国、コネチカット州 068
審査請求日	平成18年12月6日(2006.12.6)		56、ノーウォーク、ピーオーボックス
(31) 優先権主張番号	10/320,904		4505、グローバー・アヴェニュー 4
(32) 優先日	平成14年12月16日(2002.12.16)	(74) 代理人	100075258
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 吉田 研二
		(74) 代理人	100096976
			弁理士 石田 純
		(72) 発明者	ウィリアム エス ウォング
			アメリカ合衆国 カリフォルニア サンカ
			ルロス フレートウッド ドライブ 13
			1

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロエレクトロニック素子の集積方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源とマイクロチャネルとを透明基板上に集積する方法であって、
前記光源が前記透明基板に接着されるように前記光源を形成するステップと、
前記透明基板上に、前記光源と位置合わせされたマイクロチャネルを規定する不透明パターンを堆積させるステップと、
前記不透明パターン上に光感応性ポリマーを堆積させるステップと、
前記透明基板に光を透過させて、前記光感応性ポリマーの前記不透明パターンでマスクされていない領域を硬化させるステップと、
前記光感応性ポリマーの未硬化領域を除去して、前記光感応性ポリマー中に流体試料を

10

【請求項 2】

前記光源を形成するステップ後に、前記光源上に、前記光源から発生する熱エネルギーを消散させる熱シンクを接着するステップを備える請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はマイクロ流体デバイスに関する。より特定的には、本発明は、光源または光検出器等の超小型電子構造（マイクロエレクトロニック構造）を含む基板上にマイクロ流体チャ

20

ネルを集積する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

集積マイクロシステムは、特に生物学の材料分析の分野において多数の重要な用途がある。かかるシステムは、一般的には試料に光源を投射して、該試料からの反射光、透過光、または蛍光を検出する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

このような集積マイクロシステムの広範な適用を妨げている1つの問題は、システムの費用と複雑性である。生体試料同士の相互汚染を最小限に抑えるために、生体試料を輸送するマイクロチャネルは一般的には使い捨てとして設計される。このためマイクロシステムは安価で簡単に製造できる必要がある。

10

【0004】

一般に、マイクロ流体デバイスは、ガラスまたはシリコン基板中に特徴物をエッチングする等の減法によって(「チップ上の微小毛管電気泳動ベースの化学分析システムのマイクロ機械加工方法(Micromachining a Miniaturized Capillary Electrophoresis-Based Chemical Analysis System on a Chip)」Harrison, D. J.; Fluri, K.; Seiler, K.; Fan, Z.; Effenhauser, C. S.; Manz, A.; サイエンス(Science) 1993年261 895-897掲載)、または一般的にはポリマー材料を使用する成形手順(「可撓性のあるシリコンマイクロデバイス上の集積毛管電気泳動: マイクロチップ上のDNA制限断片の分析と単一DNA分子の検出(Integrated Capillary Electrophoresis on Flexible Silicone Microdevices: Analysis of DNA Restriction Fragments and Detection of Single DNA Molecules on Microchips)」Effenhauser, C. S.; Bruin, G. J. M.; Paulus, A.; Ehrat, M.; 分析化学(Analytical Chemistry) 1997年69(17)3451-3457掲載)によって作製される。以下に説明するが、これらの方法は完全な集積装置の作製に各種制約を課す。

20

30

【0005】

マイクロ流体チャネルと電子素子とは、従来のシリコン基板上での処理方法を用いて作製できる(「集積ナノリットルDNA分析装置(An Integrated Nanoliter DNA Analysis Device)」M. A. Burns, B. N. Johnson, S. N. Brahmasandra, K. Handique, J. R. Webster, M. Krishnan, T. S. Sammarco, P. M. Man, D. Jones, D. Heldsinger, C. H. Mastrangelo, D. T. Burke; サイエンス1998年10月16日号282: 484-487掲載)。一般的には、同一基板材料を用いて、受動流体チャネルの形成と能動電子装置をその上に成長させる成長基板としての機能をもたせる。しかし受動チャネルは一般的に電子装置よりも広い面積をカバーするため、このような方法では各成長基板上で処理される能動装置の密度が低くなる。能動装置の形成に関連した高費用のシリコン処理と成長基板上の能動装置の低密度のため、この方法は高価となってしまう。さらに、III-V半導体等の他の固体材料から素子を追加するのが困難な場合もある。

40

【0006】

受動マイクロ流体チャネル構造の作製には、時に成形手順が用いられる。成形は比較的高精度で行うことができるが、従来の成形方法を用いるとチャネルと電子装置間を良好に見当合わせして能動電子装置を集積するのは困難である(「マイクロ流体応用のためのポリ(ジメチルシロキサン)中での集積蛍光検出システム(An Integrated Fl

50

uorescence Detection System in Poly(dimethylsiloxane) for Microfluidic Applications」M. L. Chabinyo, D. T. Chiu, J. C. McDonald, A. D. Stroock, J. F. Christian, A. M. Karger, G. M. Whitesides), 「バイオセンサ微細化用の流体工学キューブ (Fluidic Cube for Biosensor Miniaturization)」J. M. Dodson, M. J. Feldstein, D. M. Leatzow, L. K. Flack, J. P. GoldenおよびF. S. Ligler, 分析化学2001年73(15), 3776-3780掲載)。

【0007】

10

現在の作製技術のもう一つの問題点は、非類似素子を直接成長によって組み合わせ、同一基板上でマイクロ機械加工して1つの集積装置を形成するのは技術的に困難であると証明されていることである。例えば、マイクロチャネルと半導体発光体と検出器とは、互いに適合性のない材料から形成されるため、これらを1つの工程で同時に作製すると、低品質の装置が出来上がってしまう。この非適合性の原因は、大半の高効率の光電子(オプトエレクトロニック)光源の作製に使用される熱処理安定性および熱操作技術は、マイクロチャネルの形成に一般的に使用されるプラスチックまたはガラス構造の形成と適合しないという事実の一部由来する。

【0008】

本発明は上記課題等に鑑みてなされたものであり、他の電子または光電子素子と位置合わせされたマイクロ流体チャネルを1つのプラットフォーム上に集積させる低コストでより容易なマイクロシステムの改良した製造方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

参考例の電子装置構造とマイクロチャネルとを基板上に集積する方法は、前記電子装置構造が基板上へ固定されるように前記電子装置構造を形成するステップと、前記基板上で前記電子装置構造に位置合わせしてチャネル特徴部を作製するステップと、前記チャネル特徴部上にモールドを形成するステップと、前記モールド中に流体試料を搬送するチャネルが形成され、かつ前記チャネルが前記電子装置構造と相互作用するように配置されるべく、前記チャネル特徴部を除去するステップとを含むことを特徴とする。

30

【0010】

本発明の光源とマイクロチャネルとを透明基板上に集積する方法は、前記光源が前記透明基板に接着されるように前記光源を形成するステップと、前記透明基板上に、前記光源と位置合わせされたマイクロチャネルを規定する不透明パターンを堆積させるステップと、前記不透明パターン上に光感応性ポリマーを堆積させるステップと、前記透明基板に光を透過させて、前記光感応性ポリマーの前記不透明パターンでマスクされていない領域を硬化させるステップと、前記光感応性ポリマーの未硬化領域を除去して、前記光感応性ポリマー中に流体試料を搬送するチャネルを形成し、前記チャネルは前記光源から発射された光が前記チャネルに投射されるように配置されるステップとを含むことを特徴とする。

【0011】

40

参考例の光源とマイクロチャネルとを基板上に集積させる方法は、前記光源が基板に接着されるように前記光源を形成するステップと、前記基板上にチャネル特徴部を作製するステップと、前記チャネル特徴部上にモールドを形成するステップと、前記基板から前記モールドを除去するステップと、前記チャネル特徴部を除去するステップと、前記モールド中に流体試料を搬送するチャネルが形成され、かつ前記光源から発射された光が前記チャネルに投射されるように前記チャネルが配置されるべく、前記モールドを前記基板に再設置するステップとを含むことを特徴とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

電子装置構造とマイクロチャネルとを基板上に集積する方法を説明する。方法は、構造

50

が基板上に固定されるように構造を形成するステップを含む。基板上に構造に近接して位置合わせされたチャンネル特徴部を作製する。チャンネル特徴部上にモールドを形成する。最後にチャンネル特徴部を除去して、検査対象の流体試料を搬送するチャンネルを作成する。チャンネルは構造がチャンネルと相互作用するように位置決めされる。

【0013】

オプトエレクトロニック素子とマイクロ流体デバイスとを集積する方法および構造を提供する。図1は形成可能な一般的な集積構造を示す。図1では、レーザダイオード等の光源104を基板108に接着する。一般的にはポリ(ジメチルシロキサン)PDMS等のエポキシまたはポリマーからなるハウジング材112が該基板108に接着され、検査試料を輸送するマイクロチャンネル116を形成する。

10

【0014】

光源104から発せられた光120はハウジング材112中を伝搬して、検査中の試料124に入射する。試料124は、入射光を反射光、屈折光、または蛍光としてフィルタ124を通してシリコン光検出器等の検出器128へ拡散する。検出された光の周波数、強度、およびその他のパラメータを測定することにより、試料に関する情報が得られる。

【0015】

光源104から発せられた光をさらに誘導するため、ハウジング材112中に導波管を集積してもよい。導波管は、光源104からの光を1つまたは複数のチャンネルへ誘導する。図2は、第2のハウジング材208中へ集積した導波管204を示す。図3は、第2のハウジング材208および導波管204の作製に使用可能な材料を記載した表である。PDMSは、プラスチック基板との適合性と微小自動蛍光特性のため、ハウジング材として好都合である。微小自動蛍光は、蛍光検出システムでは重要である。エポキシは、薄膜層のリフトオフおよび移送技術に適合するという利点があり、かつ生体材料に比較的反応しない。表3に記載した他の材料をPDMSまたはエポキシと集積することにより、屈折率を制御してハウジング材中に導波管204を形成できる。導波管をハウジング材208中に集積することにより、光源212からの光をより効率的に集光できる。図2に示す構造は2つのチャンネル216, 220を含み、2つの試料224, 228の検査が可能である。

20

【0016】

導波管をハウジング中に集積する技術は、レンズを形成して光源からの光を集光することもできる。図4は、導波管408の終端に接続したレンズ404を示す。レンズ404は光をチャンネル412へ集光する。レンズ404を用いて光を小さなスポットサイズに集光することにより、図4の構造から形成される生体検出チップの空間解像度をかなり改善する。

30

【0017】

または、導波管は光源の出力を2つの異なる光路に分割できる。図5は、光源508からの光を2つの成分に分割して、チャンネル512に沿って流れる試料をモニタ可能な導波管504を示す。近接した事象間の時間遅延を測定することにより、溶液中の生体分子の流速および/または空間分布を検出できる。例えば、不透明の対象物が第1のビーム516に到達すると、対象物により第1の時間 t_0 で反射光強度が下がる。該対象物が第2のビーム520に到達すると、対象物により第2の時間 $t_0 + (\text{時間の変化})$ で反射光強度が再び下がる。その後、第1のビーム516と第2のビーム520間の距離を(時間の変化)で除算すれば、流速が求められる。

40

【0018】

図6~図14は、図1~図5に示した構造を作製するいくつかの方法を示す。図6~図14は、マイクロ流体チャンネルを含む集積オプトエレクトロニックシステム作製の工程図を示す。図2、図4および図5は導波管および光学系を用いたマイクロ流体チャンネル構造の各種実施形態を示すが、図6~図14に示す手順は、光源およびマイクロチャンネルの一般的な製造方法を示す。この手順は、製造時に成形材料の屈折率の調整により導波管およびレンズを追加するように簡単に変形可能である。他の実施形態では、光を誘導する導波管お

50

よびレンズが不要になる程度まで、光源をマイクロチャネルおよび検査中の試料に十分近く配置する。

【0019】

図6は、成長基板608上に作製したGaNベースのレーザダイオードまたはその他のエッジ発射型レーザ等の発光装置または光源604を示す。成長基板材料は、一般的にはレーザダイオードに格子が一致するものを選択する。GaNベースのレーザダイオードに対して良好に格子が一致する材料の一例にはサファイアがある。

【0020】

図7では、光源604を集積装置基板704にフリップチップ接着する。光源604と装置基板704間の隙間には、エポキシ等の接着材料708を充填できる。接着材料708はこの隙間を充填し、装置基板704と光源604間に強固な結合を形成する。

10

【0021】

例示する実施形態はフリップチップ接着を示すが、このような設計は必須ではない。他の実施形態では、成長基板が集積装置基板としても機能する。従ってマイクロ流体チャネルは成長基板上に直接作製し、フリップチップ接着の必要性がなくなる。しかし、この構造はより高価となりうる。サファイア等の大半の成長基板が高価なことに加えて、この光源作製手順の費用のため、この設計はあまり好適とはいえない。従って、各成長基板上に高密度の光学デバイスを形成し、かつ各光源を比較的安価な装置基板704にフリップチップ接着するフリップチップ設計のほうが費用が安い。

【0022】

図8では、成長基板608を除去する。成長基板608を除去する一般的な方法の一つは、米国特許出願番号第09/648,187号(発明の名称「半導体薄膜の分離と非類似基板材料上への移送のための構造および方法(Structure and Method for Separation and Transfer of Semiconductor Thin Films Onto Dissimilar Substrate Materials)」2000年8月23日出願)に記載されているレーザリフトオフ法を用いる。成長基板608の除去は必須ではないが、高熱を生成する光源を使用した場合は、成長基板608の除去とフリップチップ設置の使用とを組み合わせることにより、熱シンクの設置に便利な光源の露出表面を設ける。

20

【0023】

図9では、光源604に熱シンク904を接着する。光源604が半導体レーザの場合、特に比較的高電流密度を使用する連続発振動作レーザまたはGaNベースの青色レーザの場合は、動作中にかなりの熱が発生する。レーザとマイクロチャネルとの接近度を考慮すると、マイクロシステムの加熱は望ましくない。接近していると、過剰加熱によりマイクロチャネルおよび/または基板構造を歪め、光源とマイクロ流体チャネルおよび検出器との位置合わせを劣化させる。過剰加熱はまた、マイクロチャネル中を流れる高感度の生体試料にもダメージを与えうる。このようなダメージを避けるため、熱シンク904が光源604から発生する熱エネルギーを消散させる。

30

【0024】

熱シンクを設置する一方法は、露出した光源604の裏面に熱伝導率の高い金属908を堆積させることを含む。堆積は、スパッタリング、スピンコーティング、またはその他の当該技術分野で周知の堆積技術等の各種技術を用いて行うことができる。その後、この熱伝導率の高い金属に熱シンク904を設置または接着する。

40

【0025】

図10では、装置基板704上に一連のチャネル特徴部1004,1008,1012を印刷する。各チャネル特徴部は、検査試料材料を輸送するマイクロチャネルを規定する。チャネル特徴部を形成する一方法は、米国特許出願番号第09/838,684号(発明の名称「位相変化材料を使用したエッチマスクの印刷方法(Method for Printing Etch Masks Using Phase-Change Materials)」2001年4月19日出願)に記載されているワックスインクジェツ

50

ト印刷法を用いる。チャンネル特徴部は、通常、移送された光源604に位置合わせされる。

【0026】

各特徴部と光源604または他のオプトエレクトロニック装置との位置合わせは、各種技術を用いて行うことができる。かかる位置合わせを行う一方法は、カメラ等のセンサとフィードバック制御システムとを利用する。センサまたはカメラは、特徴部104を堆積させる圧電プリントヘッド等の堆積メカニズムの位置に対する光源604の位置を決定する。フィードバック制御システムはセンサから情報を受信し、理想の位置に達するまで堆積メカニズムを配置し直す。堆積メカニズムが特徴部を光源604に位置合わせして形成するような位置にくると、理想位置が規定される。このような制御システムの追加詳細は、米国特許出願番号第10/224,701号(発明の名称「マルチイジェクタプリントヘッドを使用した均質電子材料の印刷方法(Method for the Printing of Homogeneous Electronic Material with a Multi-Ejector Print Head)」2002年8月20日出願)に記載されている。

10

【0027】

チャンネル特徴部1004と隣接するチャンネル特徴部1008との接近度、および各チャンネル特徴部の寸法は、印刷システムの解像度によって決定される。特別な印刷システム、特に前出の米国特許出願番号第10/224,701号に記載の圧電ドライバを使用して微細滴を発射する印刷システムを用いて、かつ前出の米国特許出願第09/838,684号に記載の噴射小滴と装置基板表面との温度調整による微小滴の広がりによって、極小チャンネル特徴部を形成できる。このような特別の印刷システムを用いた場合、隣接するチャンネル特徴部間の間隔は一般的には100マイクロメートル~300マイクロメートルであり、各チャンネル特徴部の断面の幅は100マイクロメートル未満である。

20

【0028】

マイクロチャンネル作製のため、マイクロ流体チャンネルの壁部を形成する材料をチャンネル特徴部1004,1008,1012上に堆積する。図11では、堆積したプレポリマーモールド1104材料がチャンネル特徴部1004,1008,1012を被包している。またプレポリマーモールドは、光源604は被包してもしなくてもよい。しかし光源604を囲うと、プレポリマーモールド-エアインターフェースを通る光源出力の透過がなくなり、かかる透過に関連した光の損失を回避できる。他の実施形態では、屈折率の異なる各材料を層状に堆積して、プレポリマーモールド1104中に導波管を形成する。かかる導波管構造は図2、図4および図5に示す。

30

【0029】

モールドの形成後、チャンネル特徴部1004,1008,1012を除去して、流体試料を輸送するチャンネルを形成する。以下にワックスの除去またはチャンネル構造を形成する4つの技術を説明するが、他の技術も使用できる。

【0030】

チャンネル構造を形成する参考例として、第1の方法は、プレポリマーモールド1104が硬化するまで待ってから、チャンネル特徴部とモールド1104とを溶剤に浸漬させることを含む。溶剤がチャンネル特徴部を溶解して、流体試料を搬送する開チャンネルを残す。チャンネル特徴部が印刷したワックス、例えばCrompton Corporation of Taft(米国ルイジアナ州)販売のKemaidベースのワックス等の場合は、適当な溶剤はテトラヒドロフランまたは他の有機溶剤である。

40

【0031】

チャンネル構造を形成する参考例として、第2の方法は、ポリ(ジメチルシロキサン)(PDMS)材料または同様の材料からプレポリマーモールドを形成する方法である。図12に示すように、PDMSモールド1204は硬化可能で、その後、装置基板1208から剥離できる。従ってモールド1204の形成に使用する材料は、構造上の一体性を維持しながら装置基板から分離可能なものでなければならない。PDMSモールド1204の

50

除去後、溶剤または平坦化等の他の引き剥がし技術を用いて、チャンネル特徴部1004、1008、1012を除去する。

【0032】

チャンネル特徴部の除去後、PDMSチャンネルモールド1204を最初に形成された元位置に戻し、装置基板1208に再度取り付ける。元位置ではチャンネルと光源とが正しく位置合わせされる。このモールド除去および再設置方法は、モールドの除去を行わずにチャンネル特徴部を溶剤に浸漬させる方法と比べて、回路の溶剤浸漬時間が短くなる。また、平坦化等の他のチャンネル特徴部除去技術の使用もできる。しかしモールド除去および再設置方法は、PDMSチャンネルモールド1204と光源とを再度位置合わせしてモールドを再設置する追加ステップを導入してしまう。

10

【0033】

第3のチャンネル形成方法は、米国特許出願番号第10/303,551(発明の名称「マイクロ流体チャンネルを用いた電子装置の製造方法(Method of Fabrication of Electronic Devices Using Microfluidic Channels)」2002年11月22日出願)に記載のものと同様の、裏面露光によるものである。この第3方法は、透明な装置基板704を使用する。装置基板704上に不透明の薄膜を堆積させる。この不透明膜は、マイクロチャンネルのパターンの規定に使用されるエッチマスクである。パターンが形成された不透明膜上にSU-8等の光感応性ポリマーを堆積させる。透明装置基板704を透過した光は、裏面露光方法により光感応性ポリマーの露光領域を硬化させる。光感応性ポリマーの未効果領域は、一般にはトルエン等の溶剤を用いて除去され、硬化した光感応性ポリマー中にマイクロチャンネルのパターンを残す。このチャンネル上にPDMSから形成したキャップ構造が配置され、検査対象の流体試料が流れるキャップ付きマイクロチャンネルを形成する。

20

【0034】

上述した技術のいずれかを用いて、または当業者に利用可能な他の技術を用いて、マイクロチャンネルを形成した後、チャンネル中を流れる試料に対する入射光の相互作用を検出するシステムを実現できる。かかる方法の1つは、マイクロチャンネルが形成された場所の上部に光フィルタと検出器を集積させることである。図13~図15はかかる光フィルタおよび検出器構造の一形成方法を示す。

【0035】

図13では、フィルタ成長基板1308上にフィルタ1304を成長させる。フィルタ1304はモールド1104に接着またはそれ以外の方法で取り付ける。フィルタ1304をモールド1104に接着するには、エポキシまたはその他の接着剤を用いることができる。チャンネル中の試料によって拡散した光を検出する適切なフィルタは、光源出力の周波数に同調しなければならない。光源604がサファイア成長基板上で形成されたInGaNベースのレーザの場合、適切なフィルタはやはりサファイア成長基板上で成長させたInGaNの薄膜である。InGaN薄膜層は、InGaNベースのレーザダイオードの出力周波数に同調される。

30

【0036】

図14では、成長基板1308を除去する。成長基板1308の除去は各種技術を用いて行うことができ、そのなかには前出の米国特許出願第09/648,187号に記載されているレーザリフトオフ、表面の平坦化、または各種エッチング技術が含まれるが、これらに限定するものではない。成長基板1308の除去後、フィルタ1304に検出器を設置してもよい。図15はフィルタ1304上に取り付けられた検出器1504を示す。検出器は一般的には半導体光検出器であり、試料からの反射光または屈折光によって拡散した光の周波数に感応する。フィルタ1304は、他の光源からの「ノイズ」が検出器1504に到達するのを防止する。

40

【0037】

例示した構造は多数の応用に適しているが、集積オプトエレクトロニックマイクロ流体チャンネル構造に特に適した用途は、生体分析検査の実行である。GaNベースの発光ダイオ

50

ードは、一般的には生体分析で使用する大半の蛍光染料に適合する波長390nm~530nmの光を放射する。コリメートした光源が必要な場合は、発光ダイオードをレーザダイオードで代用してもよい。導波管およびレンズを用いれば、さらなる焦点合わせかつ光検出が可能である。

【0038】

波長の短いGaNベースのLED、および260nm~350nmの波長を目標にしたレーザダイオード装置は、開発途中である。このような装置が利用できるようになれば、本明細書で説明した集積技術と組合わせて、DNAまたはタンパク質の直接蛍光励起が可能になると考えられる。

【0039】

生体分析システムには、波長の長い光源も適用できる。赤色および赤外線領域の波長に感応する特定の染料とともに使用する光源も、染料蛍光励起に使用できる。ヒ化物およびリン化合物材料系をベースにしたレーザダイオードおよび発光ダイオード等の固体オプトエレクトロニック装置は、容易に入手でき、集積生体分析システム用の入射励起源となりうる。

【0040】

電子装置構造とマイクロチャネル中の流体との相互作用は、光源からの光励起だけではない。マイクロチャネルと位置合わせした装置は、マイクロチャネル中の流体のポンピング、進路変更、または混合に使用される超小型電気機械システム(MEMS)装置となりうる。本発明の一実施形態では、マイクロチャネルをMEMSと整列配置して、流体をMEMS構造中へ誘導する。例えば図16は、2つの流体をポンピングかつ混合するように設計したMEMS構造または集積装置1610の一例を示す。図16では、分岐装置1650によって、一方のチャネル1630中の第1の流体1660と第2のチャネル1640中の第2の流体1670との2つの流体を組み合わせる。組み合わせられた流体1680は第3のマイクロチャネル1635へ流れて、マイクロポンプ1600を介して別領域1650へ分配される。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】薄膜フィルタと光検出器とを集積した単純なマイクロチャネルの一実施形態の図である。

【図2】集積微細構造として実現した導波管の図である。

【図3】チャネル壁の作製に使用可能な成形材料と各材料の屈折率とを記載した表である。

【図4】光源とマイクロチャネル壁中にレンズを一体化させたマイクロチャネルとを集積した図である。

【図5】光源と、該光源からの光を分割する導波管を含むマイクロチャネルとを集積した図である。

【図6】光源を形成し、該光源を基板上に集積する工程図である。

【図7】光源を形成し、該光源を基板上に集積する工程図である。

【図8】光源を形成し、該光源を基板上に集積する工程図である。

【図9】光源を形成し、該光源を基板上に集積する工程図である。

【図10】モールドによってチャネルを形成する工程図である。

【図11】モールドによってチャネルを形成する工程図である。

【図12】モールドによってチャネルを形成する他の工程図である。

【図13】集積した光源およびマイクロチャネル構造にフィルタと検出器とを設置する工程図である。

【図14】集積した光源およびマイクロチャネル構造にフィルタと検出器とを設置する工程図である。

【図15】集積した光源およびマイクロチャネル構造にフィルタと検出器とを設置する工程図である。

10

20

30

40

50

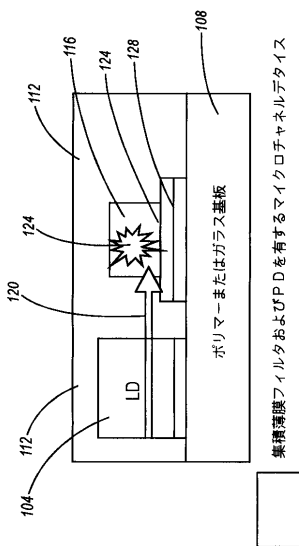
【図16】複数のマイクロ流体チャンネルとの集積に適したMEMS構造の一例の図である。

【符号の説明】

【0042】

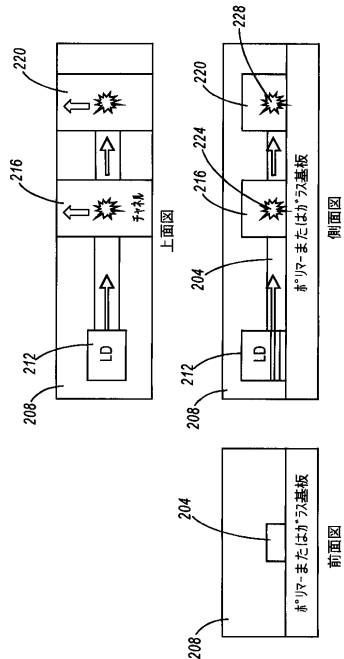
104 光源、108 基板、112 ハウジング部材、116 マイクロチャンネル、
124 試料、128 検出器。

【図1】



集積薄膜フィルタおよびPDを有するマイクロチャンネルデバイス

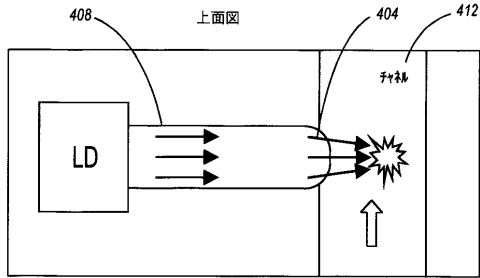
【図2】



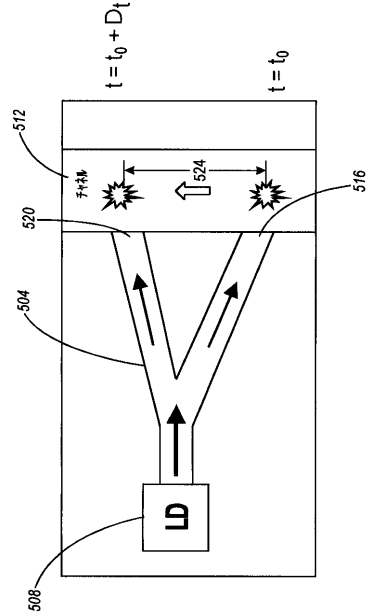
【図3】

材料	屈折率
PDMS	1.43
PMMA	1.49
PCPM	1.63
エポキシ	1.45-1.56
ポリイミド	1.52-1.53
ガラス	1.42
H ₂ O	1.33

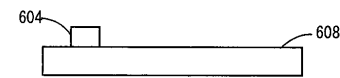
【図4】



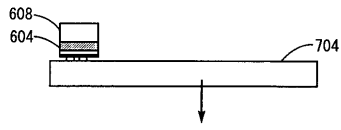
【図5】



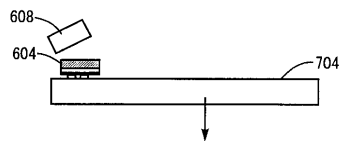
【図6】



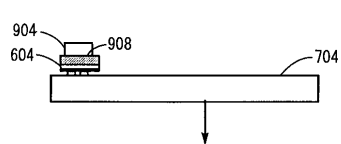
【図7】



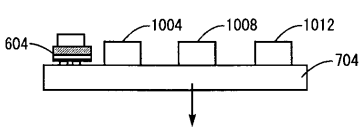
【図8】



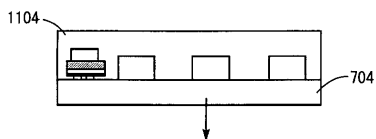
【図9】



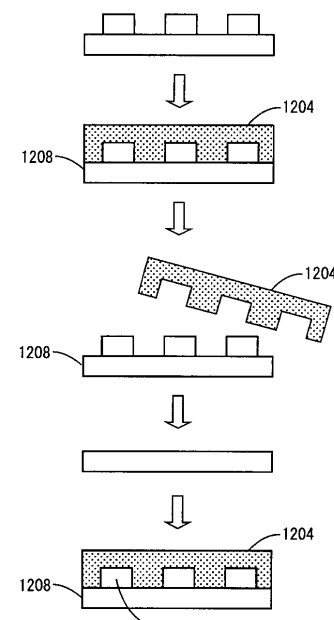
【図10】



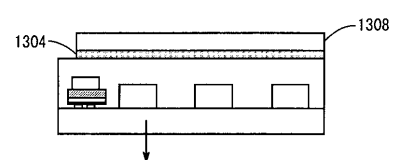
【図11】



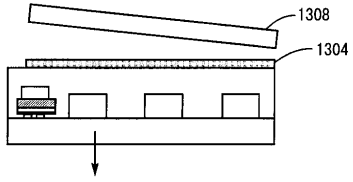
【図12】



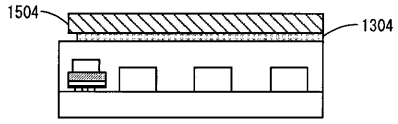
【図13】



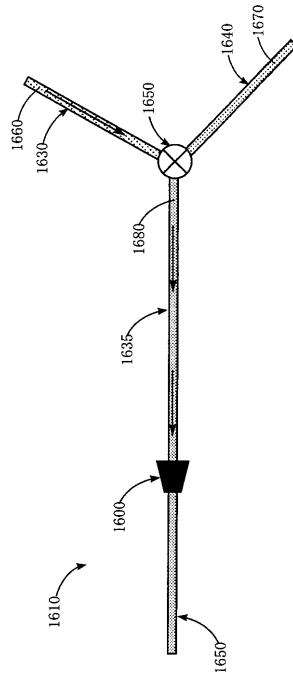
【 14 】



【 15 】



【 16 】



フロントページの続き

- (72)発明者 マイケル エル チャビニク
アメリカ合衆国 カリフォルニア マウンテン ビュー ブッシュ ストリート 245 アパートメント 7
- (72)発明者 スティーブン イー レディ
アメリカ合衆国 カリフォルニア サンタ クルーズ サンリット ロード 919
- (72)発明者 ミカエル エイ クネイスル
アメリカ合衆国 カリフォルニア マウンテン ビュー シルヴァン アベニュー 750 アパートメント 46
- (72)発明者 マーク アール ティープ
アメリカ合衆国 カリフォルニア メンロ パーク ウェイバリー 4 235

審査官 福田 裕司

- (56)参考文献 特開平10-010088(JP,A)
特開平05-124208(JP,A)
特開平06-008437(JP,A)
特開2002-085961(JP,A)
特開2002-076523(JP,A)
特開2001-165939(JP,A)
特開平01-097841(JP,A)
BURNS M A et al., An Integrated Nanoliter DNA Analysis Device. , Science , 1998年
10月16日, Vol.282 No.5388 , Page.484-487

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 35/00 - 35/10
G01N 37/00
B29C 39/00 - 39/44