

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4351420号
(P4351420)

(45) 発行日 平成21年10月28日(2009.10.28)

(24) 登録日 平成21年7月31日(2009.7.31)

(51) Int. Cl. F I
GO2B 3/00 (2006.01) GO2B 3/00 A
GO2B 3/14 (2006.01) GO2B 3/14

請求項の数 10 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2002-149586 (P2002-149586)	(73) 特許権者	596092698
(22) 出願日	平成14年5月23日(2002.5.23)		アルカテルルーセント ユーエスエー
(65) 公開番号	特開2003-50303 (P2003-50303A)		インコーポレーテッド
(43) 公開日	平成15年2月21日(2003.2.21)		アメリカ合衆国 07974 ニュージャ
審査請求日	平成16年12月28日(2004.12.28)		ーシー, マレイ ヒル, マウンテン アヴ
(31) 優先権主張番号	09/884605		ェニュー 600-700
(32) 優先日	平成13年6月19日(2001.6.19)	(74) 代理人	100064447
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 岡部 正夫
		(74) 代理人	100085176
			弁理士 加藤 伸晃
		(74) 代理人	100106703
			弁理士 産形 和央
		(74) 代理人	100096943
			弁理士 臼井 伸一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 調整可能な液状マイクロレンズとその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁層(104)と、該絶縁層(104)の第1の表面上に配置された透明な導電性液体を含む小滴(102)と、該絶縁層(104)により該小滴(102)から絶縁された複数の電極(106)とを含む調整可能な液状マイクロレンズ(100)から成る装置であって、

該複数の電極(106)は、該小滴(102)と該複数の電極(106)の間にそれぞれの電位を生成するように選択的にバイアスされるように配置されており、

該電極は、該小滴(102)と該第1の表面の間の接触角が、該電極を選択的にバイアスすることにより該第1の表面にそって再配置され、これにより該マイクロレンズ(100)の焦点距離およびその焦点スポットの横方向位置が調整されるように構成されている、ことを特徴とする装置。

【請求項2】

請求項1に記載の装置において、

該調整可能なマイクロレンズが、さらに該複数の電極に対して該小滴をバイアスするための小滴電極(108)を含む装置。

【請求項3】

請求項2に記載の装置において、

該小滴電極が該絶縁層の該第1の表面と対向する第2の表面にそって配置された導電性の透明な基板(110)を含み、該絶縁層が、該絶縁層を貫通する開口(118)を画成

し、これにより該小滴が該開口を少なくとも部分的に占有し、該小滴電極と電氣的導通状態にある装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の装置において、該小滴電極が該絶縁層の該第 1 の表面にとりつけられ、該小滴に接触する導電性電極 (1 1 6) と、

該絶縁層の該第 1 の表面と対向する第 2 の表面にそって配置された導電性の透明な基板 (1 1 0) であって、該導電性電極 (1 1 6) が該導電性の透明基板に該小滴を結合するようになっている導電性の透明な基板 (1 1 0) と、を含む装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の装置において、

該小滴が、該小滴に溶けない液体により実質的に包囲され、該液体が該小滴の蒸発を防ぐようになっている装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の装置において、さらに

光学信号を提供する送信器 (2 0 4) と、該光学信号を受信する受信器 (2 0 2) と、を含み

該調整可能な液状マイクロレンズが、該光学信号を、該送信器 (2 0 4) から該受信器 (2 0 2) に対して指向するよう配置され、

これにより、該マイクロレンズの焦点距離および焦点スポットの横方向位置が、該電極 (1 0 6) をバイアスすることにより該光学信号を該送信器 (2 0 4) から受信器 (2 0 2) に対して指向させるよう調整されるようになっている装置。

【請求項 7】

光学信号を第 1 の位置からレンズ (1 0 0) の方に指向させるステップ、および該光学信号を再指向させるよう該レンズを調整するステップを含む、光学信号を送信する方法において、

該レンズは、絶縁層 (1 0 4) の第 1 の表面上に配置された透明な誘電性液体の小滴 (1 0 2) を含む液状マイクロレンズ (1 0 0) を含み、および

該調整するステップは該絶縁層 (1 0 4) により該小滴 (1 0 2) から絶縁された複数の電極 (1 0 8) を選択的にバイアスすることにより該液状マイクロレンズ (1 0 0) を調整して、該小滴 (1 0 2) と該複数の電極 (1 0 6) の各々の間にそれぞれの電位を生成するようにするステップを含み、該電極は、該小滴 (1 0 2) と該第 1 の表面の間の接触角が可変であり、および該小滴が該電極 (1 0 6) を選択的にバイアスすることにより該第 1 の表面にそって位置づけられるように構成されている、ことを特徴とする方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法において、

該選択的にバイアスをするステップが、該複数の電極 (1 0 6) を選択的にバイアスして該小滴 (1 0 2) と該第 1 の表面の間の該接触角を可変にするステップを含み、

これにより、該液状マイクロレンズ (1 0 0) が調整されるようになっている方法。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の方法において、

該選択的にバイアスをするステップが、該複数の電極 (1 0 6) を選択的にバイアスして、該第 1 の表面にそって該小滴 (1 0 2) を再配置するステップを含み、

これにより、該液状マイクロレンズ (1 0 0) の焦点スポットの横方向位置が調整されるようになっている方法。

【請求項 10】

請求項 7 に記載の方法において、該選択的にバイアスするステップが、

該複数の電極 (1 0 6) を選択的にバイアスして、該小滴 (1 0 2) と該第 1 の表面の間の接触角を変化させ、これにより該調整可能な液状マイクロレンズ (1 0 0) の焦点距離を調整するステップと、

該複数の電極 (1 0 6) を選択的にバイアスして、該小滴 (1 0 2) を該第 1 の表面に

10

20

30

40

50

そして再配置し、これにより該液状マイクロレンズ(100)の焦点スポットの横方向位置を調整するようにするステップと、を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マイクロレンズに関し、特に液状マイクロレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

多くの調整可能なマイクロレンズは、屈折率を静電気で制御できる傾斜屈折率 (gradient index, GRIN) レンズかあるいは形状を機械的に制御できるフレキシブルなポリマー製レンズのいずれかである。両方の技術とも固有の制約があり、現在の調整可能なマイクロレンズの性能に対し厳しい制約が課される。

【0003】

調整可能な傾斜屈折率レンズは、多くの電子光学材料で見られるような小さな電子光学係数に関連する固有の限界を有する。その結果、光学パスの変調量が小さくなり、そのため肉厚のレンズあるいは非常に高い電圧を必要とする。さらに多くの電子光学材料は、マイクロレンズの特性に対し偏光依存性を引き起こすような強い復屈折特性を示す。

【0004】

機械的に調整可能なフレキシブルなレンズは、傾斜屈折率レンズよりも調整範囲が広い。しかし、それらは、マイクロポンプのような外部駆動デバイスを必要とする。このようなデバイスの微細組立は、重要な問題があり、特にそれは調整可能なマイクロレンズの二次元の配列を必要とするような場合に過酷である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

調整可能なマイクロレンズを生成する他の技術、例えば自己組立型モノレイヤ (self assembled monolayers, SAM) を介して制御されるような液状マイクロレンズを使用することが試みられている。これらの試みは、米国特許第6,014,259 (Wohlstadter, 2000年1月11日発行) に開示されている。しかし自己組立型モノレイヤを利用したマイクロレンズはいくつかの問題がある。例えば、材料の選択および調整電圧が切られた後、マイクロレンズが元の形状に戻ることができなくなるような強いヒステリシス特性がある。さらにまた、上記のマイクロレンズのいずれもレンズの位置の調整と焦点長さの調整の両方が不可能である。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の調整可能な液状マイクロレンズは請求項1に記載した特徴を有する。即ち、絶縁層と、前記絶縁層の第1表面上に配置された透明な導電性液体からなる小滴と、前記絶縁層により、前記小滴から絶縁された複数の電極とからなり、前記複数の電極は、前記小滴と前記各複数の電極との間に電圧を形成するよう選択的にバイアスされるよう配置され、前記小滴と前記第1表面との間の接触角が変動し、前記小滴は前記第1表面に沿って再配置されることを特徴とする調整可能な液状マイクロレンズ。本明細書において、透明とは、可視光か否かを問わず特定の光周波数において透明であることを意味する。

【0007】

本発明の調整可能な液状マイクロレンズにより、レンズの位置の調整および焦点長さの調節が可能となる。さらにまた本発明の調整可能な液状マイクロレンズは、材料の選択範囲が大幅に広がる。

【0008】

【発明の実施の形態】

本発明の調整可能な液状マイクロレンズの説明をするために、液状マイクロレンズと、電子濡れ性現象 (electric wetting phenomena) について最初にまず説明する。

【0009】

10

20

30

40

50

図 1 A において、液状マイクロレンズ 10 が示されている。液状マイクロレンズ 10 は、透明液体の例えば小滴 12 を有し、その直径は、数ミクロンから数ミリメートルである。小滴 12 は、透明基板 14 の上に配置されている。透明基板 14 は、通常疎水性あるいは疎水性のコーティング層を含む。液体と基板とは、選択された範囲の波長を有する光波に対し透明である必要がある。光波 16 が液状マイクロレンズ 10 を通過して、小滴 12 と透明基板 14 との間の接触面から焦点距離 f の焦点面内の焦点 18 に集光する。

【 0 0 1 0 】

小滴 12 と透明基板 14 との間の接触角 θ は、界面張力 γ (通常メートルあたりミリニュートン (mN/m) で測定される) により決定される。本明細書においては、 γ_{s-v} は透明基板 14 と透明基板 14 を包囲する空気、ガスまたは他の流体との間の界面張力である。 γ_{l-v} は、小滴 12 と小滴 12 を包囲する空気、ガスまたは他の液体との間の界面張力であり、 γ_{s-l} は、透明基板 14 と小滴 12 との間の界面張力である。角度 θ は、次式で決定される。

【 数 1 】

$$\text{式 (1)} \quad \cos \theta = \frac{\gamma_{s-v} - \gamma_{s-l}}{\gamma_{l-v}}$$

10

20

小滴 12 の湾曲表面のメートルで表した半径 R は、角度 θ と式 (2) に従った小滴の体積 (単位 m^3 で決定される) は以下の通りである。

【 数 2 】

$$\text{式 (2)} \quad R^3 = \frac{3 \text{ Volume}}{\pi (1 - \cos \theta) (2 - \cos^2 \theta - \cos \theta)}$$

単位 m で表した焦点長さは、半径 r と屈折率 n の関数である。 n_{Liquid} は、小滴 12 の屈折率であり、 n_{Vapor} は、小滴 12 を包囲する空気、ガスまたは他の流体の屈折率である。焦点長さ f は式 (3) で決定される。

【 数 3 】

$$\text{式 (3)} \quad f = \frac{R}{n_{\text{Liquid}} - n_{\text{Vapor}}}$$

30

40

基板の屈折率は重要ではないが、その理由は光波に対して入力面と出力面が平行しているからである。液状マイクロレンズ 10 の焦点長さは、接触角 θ の関数である。

【 0 0 1 1 】

図 1 B は、導電性流体 (透明であるか否かは問わない) の小滴 22 と、誘電率 ϵ_r と厚さ d を有する誘電体製絶縁層 24 との間の接触角 θ を可逆的に変えるようを用いることができる電子濡れ性の現象を示す。金属製電極 26 が誘電体製絶縁層 24 の下に配置され、誘電体製絶縁層 24 により小滴 22 から絶縁されている。小滴 22 は、例えば小水滴であり、誘電体製絶縁層 24 は Teflon (登録商標) / Parylene 表面である。

【 0 0 1 2 】

小滴 22 と金属製電極 26 との間に電圧差が存在しない場合には、小滴 22 は、小滴 22

50

の体積 (volume) と接触角 θ_1 により規定される形状を維持する。ここで、接触角 θ_1 は、界面張力 γ により決定される。点線 28 は、小滴 22 が電圧が金属製電極 26 と小滴 22 との間に加えられたときに、金属製電極 26 に対しその中心から誘電体製絶縁層 24 に亘って等しく拡散する状態を示している。電圧は、数ボルトから数百ボルトの範囲である。具体的に説明すると、金属製電極 26 と小滴 22 との間に極性を問わない電圧が加えられると、接触角 θ は接触角 θ_1 から θ_2 に減少する。 θ_1 と θ_2 の間の差により決定される拡散量は、電圧 V の関数である。接触角 θ_2 は式 (4) で決定される。

【数 4】

$$\text{式 (4)} \quad \cos \theta(V) = \cos \theta(V=0) + \frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{2\gamma_{L-V}} V^2$$

10

$\cos \theta(V=0)$ は、電圧が小滴 22 と金属製電極 26 との間にかかっていないときの誘電体製絶縁層 24 と小滴 22 との間の接触角である。 γ_{L-V} は、上記の小滴の界面張力であり、 ϵ_r は絶縁層の誘電率であり、 ϵ_0 は $8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ - 真空の透磁率である。

【0013】

図 2 A, 2 B は焦点長さと位置の両方を変化させることのできる調整可能な液状マイクロレンズを示す。具体的には図 2 A においては、調整可能な液状マイクロレンズ 100 は、透明な誘電体製絶縁層 104 の第 1 表面上に配置された透明な導電性流体からなる小滴 102 を有する。誘電体製絶縁層 104 は、例えば高度にフッ化処理した炭化水素 (highly fluorinated hydrocarbon) のようなフッ化処理したポリマーでポリイミドでコーティングされている。いずれの場合にも、誘電体製絶縁層 104 は、所定の値の接触角と接触角ヒステリシスがあり、印加電圧に対し適切な高い誘電体破壊強度を有する。マイクロレンズ 100 は、小滴 102 から誘電体製絶縁層 104 により絶縁された複数の電極 106 a - 106 d を有する。マイクロレンズ 100 はまた電極 106 と誘電体製絶縁層 104 を支持する透明な支持基板 110 を含む。電極 106 と透明支持基板 110 は、例えばそれぞれ金製あるいはガラス製である。

20

【0014】

図 2 B は、電極 106 a - 106 d の代表的な構成を示す上面図である。4 個の電極 106 a - 106 d の構成が示されているが、他の個数の電極 106、パターンあるいはそれらの組合せは、マイクロレンズ 100 を調整するために所望の制御レベルに応じて用いることができる。各電極 106 a - 106 d は、それぞれ電圧源 $V_1 - V_4$ と小滴 102 に結合され、小滴 102 は、電極 106 に対し最初は中心にある小滴電極 108 に接続されこの小滴電極 108 が電圧 V_0 に接続されている。

30

【0015】

小滴 102 と電極 106 の間に電圧差がない (即ち、 $V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_0$ のとき) には、小滴 102 は電極 106 に対し中心に存在し、電極 106 と第 I 象限から第 IV 象限に対し中心に存在するときには、小滴 102 は上記の式 (1) - (3) に従って接触角 θ と小滴 102 の体積で決定される形態 (形状) をとる。図 2 C は、小滴 102 の最初の位置を点線で示す。小滴 102 の位置とマイクロレンズ 100 の焦点長さは、小滴 102 と電極 106 の間に電圧を選択的に加えることにより調整可能である。等しい電圧が全ての 4 個の電圧に加えられたときには、即ち、 $V_1 = V_2 = V_3 = V_4$ であつ、これら電圧が V_0 に等しくないときには小滴 102 は、図 2 D の点線で示すように第 I, 第 I I, 第 I I I, 第 I V の間に等しく拡散する (即ち、X 軸と Y 軸に沿って)。要するに、小滴 102 と誘電体製絶縁層 104 との間の接触角 θ は減少する。そうする間マイクロレンズ 100 の焦点距離は、最初の接触角 (即ち、 $V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_0$ のとき) におけるマイクロレンズの焦点距離から増加する。

40

【0016】

図 2 E は、小滴 102 に対し電極 106 を選択的にバイアスを加えることにより、誘電体

50

製絶縁層104の第1表面上の小滴102の最初の位置に対し、X軸とY軸に沿って小滴102の横方向の位置の変化を示す。例えば、 V_1 と V_3 と V_0 を等しくし、 V_2 を V_4 より大きくすることにより、小滴102は、電極106bのより高い電圧の方向に引かれて第II象限の方向に移動する。小滴102の横方向の位置を調整することにより焦点面にあるマイクロレンズの焦点の横方向の位置もまた調整できる。

【0017】

上記の例から明らかなように、電極106a, b, c, dを小滴の電極(かくして小滴102)に対し様々な組合せで選択的にバイアスをかけることにより、接触角を調整し、これによりマイクロレンズ100の焦点長さを調整できる。同様に、電極106を様々な組合せで選択的にバイアスをかけて、小滴102をマイクロレンズ100への最初の位置に対し動かす、これによりマイクロレンズの焦点の横方向の位置を調整できる。そのためこのマイクロレンズにより三次元の方角で焦点、即ち、焦点長さにより決定される焦点の位置と、マイクロレンズの第1表面に平行な焦点面内の焦点の横方向の位置と、マイクロレンズから離れた焦点方向の長さの調整が可能となる。

【0018】

図3Aにおいて、小滴102を電圧 V_0 、例えば接地電圧あるいは他の一定電圧レベルに結合する方法を示す。マイクロレンズ100Aは、透明支持基板110aを含み、この透明支持基板110aは導電性ガラス、例えばインジウムスズ酸化ガラス(indium tin oxide glass)を含む。導電性ガラスは、電圧 V_0 に結合され、電極116は透明支持基板110aを小滴102に結合する。電極116と透明支持基板110aは、一体として小滴電極と見なすことができる。図3Aは、誘電体製絶縁層104が、ポリイミド製誘電体層114と疎水性コーティング層112を含む状態を示している。疎水性コーティング層112は、大きな接触角を提供する。コーティング層112aの一例は、高度にフッ化処理したポリマー、例えばテフロン(登録商標)あるいはテフロンに類似の化学構造を有する他の材料である。表面エネルギーの低い材料、例えばシリコン含有ポリマーあるいはモルキュールあるいは分子も用いることができる。本発明の一実施例においては、誘電体製絶縁層104aは、ポリイミド製誘電体層114の上に配置されたテフロン(登録商標)製フィルムである疎水性コーティング層112を有する。

【0019】

図3Bに示すマイクロレンズ100Bの他の実施例においては、電極116は、小滴102が誘電体製絶縁層104の第1表面に沿って位置を変えたときに、電極116が小滴102と接触を維持するような領域、あるいは複数の領域内の誘電体製絶縁層104の第1表面上に配置された、あるいはそこに蒸着された金製電極である。電極116は、小滴102が位置を変えたときに小滴102と接触を維持するよう配置されているが、小滴102は誘電体製絶縁層104の第1表面上に配置されている。マイクロレンズ100Bは、透明支持基板110aを含むが、この透明支持基板110aは必ずしも導電性である必要はなく、例えば誘電体製絶縁層104と電極106を機械的に支持する層として機能する非導電性ガラスでもよい。このような場合、電極116は電圧 V_0 に直接結合される。別の方法として、透明支持基板110aは、電圧 V_0 に結合される導電性ガラス製基板でもよい。この場合、電極116は透明支持基板110aに結合される。図3Bに示すように、電極106a - 106dとそれぞれのリード線118a - 118dがそれぞれ電圧 V_1 - V_4 に結合される。誘電体製絶縁層104は図3Bには示されていないが、これは図面を見やすくするために誘電体製絶縁層104は小滴102と電極116を電極106a - 106dから絶縁している。

【0020】

図3Cは、電極116を必要としない調整可能な液状マイクロレンズ100Cの実施例を示し、これにより電極116からマイクロレンズとの干渉を減らしている。マイクロレンズ100Cは、誘電体製絶縁層104bの第1表面上に配置された小滴102を有する。マイクロレンズ100Cは、透明な導電性の透明支持基板110aを有し、この透明支持基板110aは、誘電体製絶縁層104bの第1表面の反対側の第2表面に沿って配置さ

10

20

30

40

50

れた小滴電極として機能する。マイクロレンズ100Cは、マイクロレンズ100Cの断面において、誘電体製絶縁層104bは、誘電体製絶縁層104bに規定される開口118を有する。小滴102は、開口118の少なくとも一部を占有し、これにより小滴102を小滴電極、即ち透明支持基板110aと電気的に導通状態にする。透明支持基板110aは、電圧V0に結合される。この実施例において、誘電体製絶縁層104bは開口が十分広く、その結果開口を通して貫通する光が特定のアプリケーションに対して十分である限り、必ずしも透明である必要はない。

【0021】

液状小滴は所望の波長に対し透明ないかなる液体および本質的に導電性あるいは様々な添加物を用いることにより導電性となるようないかなる液体でもよい。一般的な例としては、さまざまな塩の水溶液である。電極は、透明か不透明かを問わない、導電性材料、例えば金、アルミ、インジウムスズ酸化物ガラスである。絶縁層は、誘電体あるいは誘電体の組で十分高い誘電強度と所望の接触角および接触角ヒステリシスを提供するものである。絶縁層は透明か不透明かを問わない。絶縁層の例としては、固体ポリマー、例えばポリイミド、パリレンがある。支持基板は、所定の波長に対し透明な基板、例えばガラスあるいは固体ポリマーである。印加される電圧は、選択された材料、マイクロレンズのレイアウト、接触角の所望の変化に依存し、式(1)-(4)により決定される。一般的な電圧は0ボルトから200ボルトの間であるが、使用可能な電圧はこの範囲に限定されるものではない。

【0022】

本発明の一実施例においては、マイクロレンズの液状小滴は、小滴と混合することのない液体により包囲される。この包囲する流体がマイクロレンズの小滴が蒸発するのを阻止するのに役立つ。小滴が水ベースの場合には様々な油あるいは分子量の高いアルコール(例えば、ペンタノール、オクタノール等)が用いられる。

【0023】

図3Cのマイクロレンズ100Cをテストした。このマイクロレンズは、0.01水溶性KNO₃溶液を20μlを含む小滴102を含む。誘電体製絶縁層104bは、初期の接触角が109°の高度にフッ化処理したポリマー製の非常に薄い(0.02μm)層でコーティングした3μm厚さのポリイミド製の層を含む。4個の金製の電極106が図2B、図3Cに示すよう配列した。マイクロレンズは、ITO(インジウムスズ酸化物)ガラス製のプレートを図3Cに示す透明な導電性の支持基板110aとして有する。0Vから約150Vの間の動作電圧が印加された。

【0024】

6~8mmの間の範囲内のマイクロレンズの焦点長さの可逆性の調整ができることが示された。同時に絶縁層の表面に沿ったあらゆる横方向において、約3mmの範囲内でマイクロレンズの位置の調整が可能であることが示された。かくして得られた結果は、マイクロレンズの限界を示すものではなく調整可能な液状マイクロレンズは、焦点距離長さとは焦点位置の両方を変えるよう製造できることが示されたものである。

【0025】

上記に示したように、本発明のマイクロレンズは、小滴と電極106との間の電圧差がない場合、所望の接触角と所望の接触角ヒステリシスを有するよう設計可能である。上記の式により示されたように、適宜の材料、寸法、体積(volumes)を選択することによりこれは達成可能である。そのため、マイクロレンズは、小滴の湾曲度と位置の制御の両方の設計の自由度が得られ、これによりマイクロレンズの調整可能な幅と、焦点長さとは焦点位置と開口数の選択可能な幅が広がることになる。

【0026】

本発明のマイクロレンズは、様々な光学電子アプリケーションで用いることができる。例えば、本発明のマイクロレンズを用いてレーザのような光信号送信機204と光検出器のような光信号受信機202との間の光学結合を達成することができる。これを図4に示す。図4は、光信号送信機204からの光学信号が放射され、焦点面206の後方に集光す

10

20

30

40

50

る。マイクロレンズ100の焦点面206内の焦点208の横方向の位置とレンズの焦点距離は、複数の焦点面206に選択的にバイアスを加えることにより上記に示したように達成されて、これにより光学結合を達成する。バイアス用の電極は光信号受信機202で最も高いパワーが検出されるまで、即ち光信号送信機204と光信号受信機202との間の最適の光学結合が達成されるまで選択的にバイアスがかけられる。現在の所、光学電子パッケージ、即ち例えばレーザーと/または光検出器のような光学電子構成部品を組み込んだ装置は、最適の結合が達成するよう構成要素の部品を物理的に動かすことにより校正される。このプロセスは、時間がかかり極めて高価である。本発明の少なくとも1個のマイクロレンズを装置に組み込むことにより、最適の結合を達成するために構成部品を物理的に整合させる必要性はなくなる。本発明のマイクロレンズの焦点の横方向の位置と焦点長さは、送信機から固定した受信機に光学信号を再方向づけするよう調整される。

10

【0027】

図5に示した他のアプリケーションにおいては、本発明のマイクロレンズ100または複数のマイクロレンズ100を用いて光学電子部品、例えばプリント回路基板500上のボールグリッドアレイ512で表面搭載された光検出器506を埋設された平面状導波路504と結合する。平面状導波路504のコア502を介して光が矢印の方向に伝播する。この光は、ミラーエッジ508でプリント回路基板500の上表面510の方向に反射される。本発明のマイクロレンズ100は、プリント回路基板500の上表面510の上に搭載され、コア502内の光を図に示した光検出器506の方向に向ける。調整可能な液状マイクロレンズ100の電極は、選択的にバイアスされてマイクロレンズ100の焦点長さと横方向の焦点位置を調整して、マイクロレンズ100が平面状導波路504からの光を光検出器506に最適に伝播するようにする。マイクロレンズの形状は、適宜の電圧を加えることにより保持される。

20

【0028】

本発明は上記の実施例を例に説明したが、それに限定されるものではない。特許請求の範囲は、本発明の範囲から逸脱することなく、本発明の他の変形例も含むよう解釈すべきである。尚、特許請求の範囲に記載した参照番号は、発明の容易なる理解のため、権利範囲を限定的に解釈するよう用いるべきものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】A 液状マイクロレンズを通過する光波を表す図

30

B 電子濡れ性現象を表す図

【図2】A 本発明の調整可能な液状マイクロレンズを表す図

B 本発明の調整可能な液状マイクロレンズの電極パターンを表す図

C - E Bに示した電極に選択されたバイアスを加えることにより本発明の調整可能な液状マイクロレンズの反応を表す図

【図3】本発明による調整可能な液状マイクロレンズの一実施例を表す図

【図4】本発明の調整可能な液状マイクロレンズを組み込んだ光学システムを表す図

【図5】本発明の調整可能な液状マイクロレンズと平面状導波路を含む装置を表す図

【符号の説明】

接触角

40

10 液状マイクロレンズ

12, 22, 102 小滴

14 透明基板

16 光波

18 焦点

24, 104 誘電体製絶縁層

26 金属製電極

100 調整可能な液状マイクロレンズ

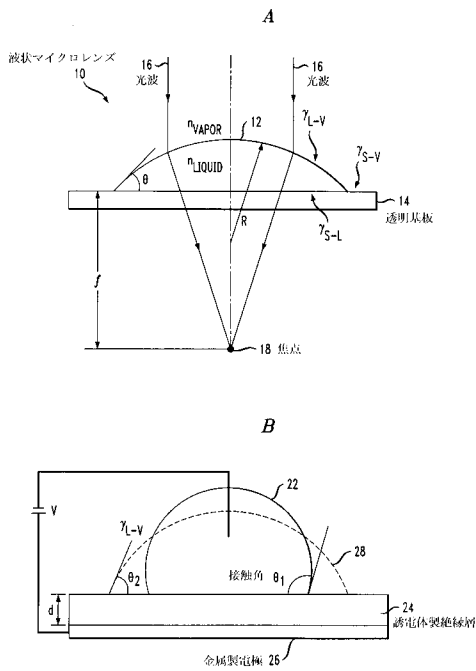
106, 116 電極

108 小滴電極

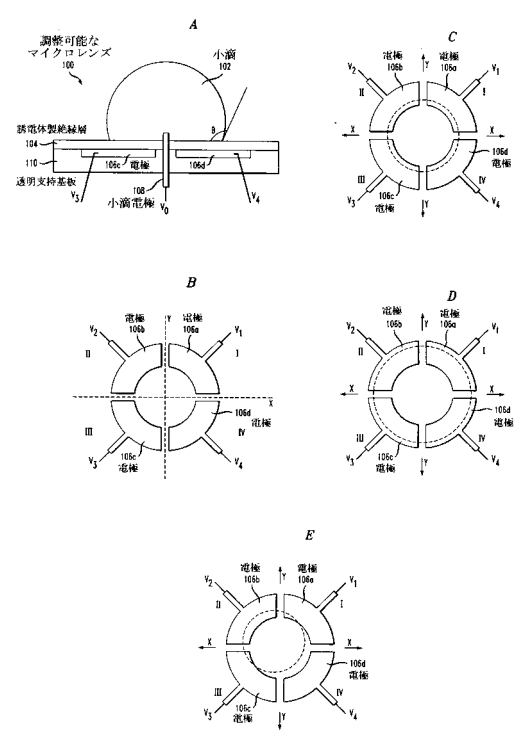
50

- 1 1 0 透明支持基板
- 1 1 2 疎水性コーティング層
- 1 1 4 ポリイミド製誘電体層
- 1 1 8 開口
- 1 1 8 a - d リード線
- 2 0 2 光信号受信機
- 2 0 4 光信号送信機
- 2 0 6 焦点面
- 2 0 8 焦点
- 5 0 0 プリント回路基板
- 5 0 2 コア
- 5 0 4 平面状導波路
- 5 0 6 光検出器
- 5 0 8 ミラーエッジ
- 5 1 0 上表面
- 5 1 2 ボールグリッドアレイ

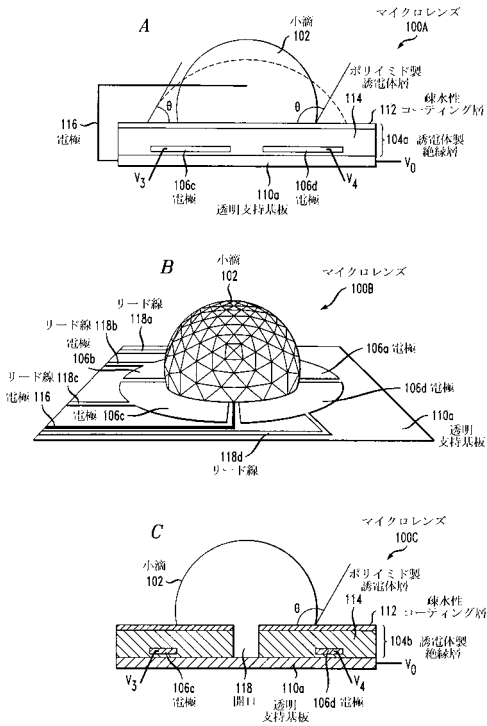
【図1】



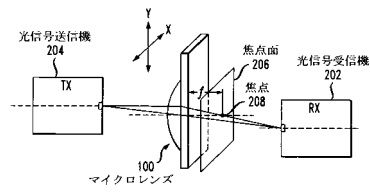
【図2】



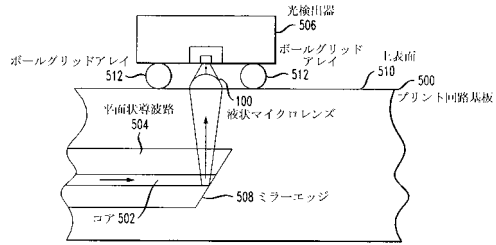
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (74)代理人 100091889
弁理士 藤野 育男
- (74)代理人 100101498
弁理士 越智 隆夫
- (74)代理人 100096688
弁理士 本宮 照久
- (74)代理人 100102808
弁理士 高梨 憲通
- (74)代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光
- (74)代理人 100107401
弁理士 高橋 誠一郎
- (74)代理人 100106183
弁理士 吉澤 弘司
- (74)代理人 100081053
弁理士 三俣 弘文
- (74)代理人 100100505
弁理士 刈谷 光男
- (72)発明者 チモフェイ ニキータ クローペンキネ
アメリカ合衆国、07059 ニュージャージー州、ウォレン、レッド ヒル ロード 22
- (72)発明者 シュー ヤング
アメリカ合衆国、07060 ニュージャージー州、ノース プレーンフィールド、アパートメン
ト エックス8、ウェスト エンド アベニュー 475

審査官 森口 良子

- (56)参考文献 特開2001-013306(JP,A)
特開平09-184706(JP,A)
特開昭62-204227(JP,A)
特開平10-062609(JP,A)
国際公開第01/080252(WO,A1)
特開2001-249261(JP,A)
特開2002-169110(JP,A)
特開平10-048597(JP,A)
特開昭62-189427(JP,A)
SHERIDON N K, ELECTROCAPILLARY IMAGING DEVICES FOR DISPLAY AND DATA STORAGE, XEROX DIS
CLOSURE JOURNAL, 1979年 5月 1日, V4N3, P385-386
BERGE B, ELECTROCAPILLARITE ET MOUILLAGE DE FILMS ISOLANTS PAR L'EAU, COMPTES RENDUS D
ES SEANCES DE L'ACADEMIE DES SCIENCES, フランス, 1993年 6月22日, V317N2, P157-
163

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 3/00
G02B 3/14