

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-160225

(43) 公開日 平成8年(1996)6月21日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/00	3 0 1			
E 2 1 D 9/06				
G 0 1 J 3/50				
G 0 1 N 21/27		C		
G 0 3 C 1/76	3 5 1			

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-301937

(22) 出願日 平成6年(1994)12月6日

(71) 出願人 591243103

財団法人神奈川科学技術アカデミー

神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号

(72) 発明者 ルジェロ ミケレット

神奈川県川崎市高津区末長794-103

(72) 発明者 福田 浩章

神奈川県横浜市都筑区川和町14-11-102

(72) 発明者 大津 元一

東京都品川区豊町3-1-8-101

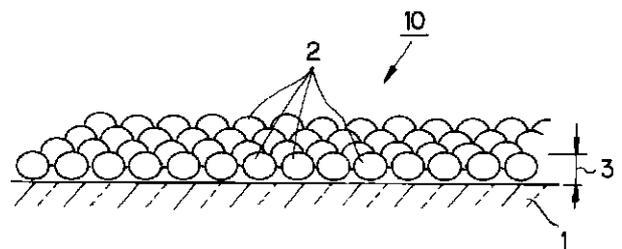
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 基盤及びその製造方法、光ファイバプロープ及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 微小球体を均一に配列した基盤及びその製造方法を提供する。検出の空間解像度が高く、製造が容易な光ファイバプロープを提供する。

【構成】 スライドガラス等の平板状のガラス板からなる基盤1上に、直径50nm乃至100nmのラテックス球等の合成樹脂からなる微小球体2が1層に配列されて球体配列層3が形成されている。このような球体配列層3は、平板上で1つの粒子の周囲に6つの粒子が接触する2次元最密構造となっている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平板状の基盤と、
該基盤に微小球体を混合した液体を付着させた後、基盤を傾けた状態で液体を蒸発させることにより、微小球体を基盤上に配列させて形成された球体配列層とを備えることを特徴とする基盤。

【請求項 2】 前記球体配列層の上面に形成された感光体層を備えることを特徴とする請求項 1 記載の基盤。

【請求項 3】 プラスチック又は高分子化合物からなる微小球体を液体に混合する混合工程と、
該微小球体を混合した液体を平板状の基盤に付着させる付着工程と、
基盤を傾斜させた状態で、基盤に付着した液体を蒸発させることにより、基盤上に球体を配列させた球体配列層を形成する配列工程とを有し、
上記付着工程に先だって、上記基盤の表面の上記液体に対する親和力を増加させる親和化工程を有することを特徴とする基盤の製造方法。

【請求項 4】 前記混合工程において、前記微小球体の表面の前記液体に対する親和力を増加させた後、微小球体を液体に混合することを特徴とする請求項 3 記載の基盤の製造方法。

【請求項 5】 前記配列工程において形成された球体配列層の上面に感光体層を形成する感光体形成工程を有することを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 記載の基盤の製造方法。

【請求項 6】 光を伝搬させるコアと、該コアを覆ってコア内を伝搬する光を遮光するクラッドとからなる光ファイバの一端にエッチングにより形成され、コアが先細り状に先鋭化した先鋭部を有し、
先鋭部の先端に付設された微小球体を有することを特徴とする光ファイバプロープ。

【請求項 7】 前記微小球体が色素を含んだプラスチック又は高分子化合物からなることを特徴とする請求項 6 記載の光ファイバプロープ。

【請求項 8】 プラスチック又は高分子化合物からなる微小球体を液体に混合する混合工程と、
該微小球体を混合した液体を平板状の基盤に付着させる付着工程と、
上記付着工程に先だって上記基盤の表面の上記液体に対する親水力を増加させる親和化工程と、
基盤を傾斜させた状態で、基盤に付着した液体を蒸発させることにより、基盤上に球体を配列させた球体配列層を形成する配列工程と、
光を伝搬させるコアと、このコアを覆ってコア内を伝搬する光を遮光するクラッドとからなる光ファイバの一端をエッチングして、コアが先細り状に先鋭化した先鋭部を形成する先鋭化工程と、
上記先鋭部の先端を上記球体配列層の微小球体に圧当接して、先鋭部の先端に微小球体を付設する付設工程とか

らなることを特徴とする光ファイバプロープの製造方法。

【請求項 9】 前記混合工程において、色素を含んだ前記微小球体を液体に混合することを特徴とする請求項 8 記載の光ファイバプロープの製造方法。

【請求項 10】 前記混合工程において、前記微小球体の表面の前記液体に対する親和力を増加させた後、微小球体を液体に混合することを特徴とする請求項 8 又は請求項 9 記載の光ファイバプロープの製造方法。

10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、平板状の基盤上に微小球体を配列した基盤及びその製造方法に関する。また、本発明は、コアを先細り状に先鋭化した先鋭部の先端に微小球体を付着させた光ファイバプロープ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】一般に、溶媒中に微小球体からなる粒子を混合すると、粒子は溶媒の熱運動等によっていわゆるブラウン運動を行なう。また、粒子が帯電していると、クーロン力による反発作用で、粒子が近接した状態で安定することはない。

【0003】このため、平板状の基盤上に微小球体を混合した溶媒を付着させた後、溶媒を蒸発させて、基盤上に微小球体を整列させることは、非常に困難であった。

【0004】このため、従来より、ブラウン運動等の作用を抑えて、基盤上に微小球体を整列させる方法が研究されている。

30 【0005】これらの方法では、例えば文献 (Langmuir 1992,8,3183 3190) 等に示すように、溶媒に混合された微小球体が、溶媒が蒸発する際に、溶媒の層の厚さが微小球体の直径程度に薄くなったときに、表面張力によって微小球体が凝集される現象を利用して、微小球体の配列を行なっている。

【0006】具体的には、この方法では、図 17 に示すように平板上のガラス板 71 と、円筒 72 とから構成されるピット 73 に、直径 1 μm 程度のラテックス球からなる微小球体を水あるいは 0.01 mol 程度の塩化ナトリウム等を添加した水に混合した懸濁液を適量滴下して、厚さが 100 μm 程度の溶媒層 74 を形成するようになっている。

【0007】また、この方法では、円筒 72 のガラス板 71 に接触する端部の内壁に内径がテーパ状に増加するテーパ部 75 を形成し、ピット 73 に滴下する懸濁液の量を、その表面がテーパ部 75 の端に接触する程度に調整することにより、ピット 73 中に形成される溶媒層 74 の断面形状を、その中心部の厚さが薄くなって

50 【0008】この方法では、溶媒層 74 の溶媒が蒸発す

ると、溶媒層74は、凹面形状を保ったまま厚さが減少する。そして、溶媒層74の中心部の厚さが微小球体の直径すなわち1 μ m程度となると、図18に示すように、溶媒層74の中心部の微小球体76は、微小球体76間の溶媒77による表面張力によって、互いに引き寄せられる。ここで、溶媒の蒸発速度を適度に制御すると、溶媒層74の中心から周辺にかけて微小球体76が整列された球体配列層が形成される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような方法では、微小球体のサイズが1 μ m以下、例えば100nm程度に小さくなると、微小球体の配列が不均一になり、均一な球体配列層が得られなくなる問題があった。

【0010】また、このような方法では、基盤71上に付着された溶媒層74を凹面形状にするために、上述のような特別な形状のピット73を形成しており、また、微小球体が帯電することによって微小球体間に斥力として働くクーロン力を減衰させるために、上述のように溶媒に塩化ナトリウムを添加している。

【0011】このため、球体配列層の整列状態を左右する因子が多くなって、整列状態を最適化することが困難であり、また、広い領域にわたって均一に整列された球体配列層を得ることができなかった。

【0012】ところで、コアとクラッドからなる、光ファイバの一端にコアの先端にコアを先細り状に先鋭化した先鋭部を形成し、該先鋭部の先端に、色素あるいは、試薬等を付着させて検出部を形成した光ファイバプローブ、いわゆる光ファイバセンサ（スーパーチップ）が知られている。

【0013】このようなスーパーチップは、例えばある被検出物質を検出した際に、検出部色あるいは吸光スペクトルが変化するようになっており、この色あるいは吸光スペクトルの変化を検出することによって、被検出物質の測定等を行なうようになっている。

【0014】このような光ファイバセンサは、検出部の大きさを小さくすることができるため、測定の時間的応答が遅くなる反面、微小な領域の測定を行なうことができ、従来の電氣的なセンサに比して空間解像度が高いことが知られているが、先鋭化した光ファイバの先端に耐久性のある検出部を形成することが困難で、製造コストが高くなる問題があった。

【0015】本発明は、上述のような問題点に鑑みてなされたものであり、微小球体を均一に配列した基盤及びその製造方法を提供することを目的とする。また、本発明は、検出の空間解像度が高く、製造が容易な光ファイバプローブを提供することを目的とする。また、本発明は、容易に先鋭部の先端に微小球体を付着させることができる光ファイバの製造方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明に係る基盤は、平板状の基盤と、基盤に微小球体を混合した液体を付着させた後、基盤を傾けた状態で液体を蒸発させることにより、微小球体を基盤上に配列させて形成された球体配列層とを備えることを特徴とする。

【0017】本発明に係る基盤は、球体配列層の上面に形成された感光体層を備えることを特徴とする。

【0018】本発明に係る基盤の製造方法は、プラスチック又は高分子化合物からなる微小球体を液体に混合する混合工程と、微小球体を混合した液体を平板状の基盤に付着させる付着工程と、基盤を傾斜させた状態で、基盤に付着した液体を蒸発させることにより、基盤上に球体を配列させた球体配列層を形成する配列工程とを有し、付着工程に先だて、基盤の表面の液体に対する親和力を増加させる親和化工程を有することを特徴とする。

【0019】本発明に係る基盤の製造方法は、混合工程において、微小球体の表面の液体に対する親和力を増加させた後、微小球体を液体に混合することを特徴とする。

【0020】本発明に係る基盤の製造方法は、配列工程において形成された球体配列層の上面に感光体層を形成する感光体形成工程を有することを特徴とする。

【0021】また、本発明に係る光ファイバプローブは、光を伝搬させるコアと、コアを覆ってコア内を伝搬する光を遮光するクラッドとからなる光ファイバの一端にエッチングにより形成され、コアが先細り状に先鋭化した先鋭部を有し、先鋭部の先端に付設された微小球体を有する。

【0022】そして、この微小球体が平板状の基盤に、プラスチック又は高分子化合物からなる微小球体を混合した液体を付着させた後、基盤を傾けた状態で液体を蒸発させることにより、微小球体を基盤上に配列させて形成された球体配列層の微小球体に、先鋭部の先端を圧当接させることによって先鋭部の先端に付設されたことを特徴する。

【0023】また、本発明に係る光ファイバプローブは、微小球体が色素を含んだプラスチック又は高分子化合物からなることを特徴する。

【0024】また、本発明に係る光ファイバプローブの製造方法は、プラスチック又は高分子化合物からなる微小球体を液体に混合する混合工程と、微小球体を混合した液体を平板状の基盤に付着させる付着工程と、付着工程に先だてて上記基盤の表面の上記液体に対する親水力を増加させる親和化工程と、基盤を傾斜させた状態で、基盤に付着した液体を蒸発させることにより、基盤上に球体を配列させた球体配列層を形成する配列工程と、光を伝搬させるコアと、このコアを覆ってコア内を伝搬する光を遮光するクラッドとからなる光ファイバの一端を

エッチングして、コアが先細り状に先鋭化した先鋭部を形成する先鋭化工程と、先鋭部の先端を上記球体配列層の微小球体に圧当接して、先鋭部の先端に微小球体を付設する付設工程とからなることを特徴する。

【0025】また、本発明に係る光ファイバプロープの製造方法は、混合工程において、色素を含んだ微小球体を液体に混合することを特徴とする。

【0026】また、本発明に係る光ファイバプロープの製造方法は、混合工程において、前記微小球体の表面の前記液体に対する親和力を増加させた後、微小球体を液体に混合することを特徴とする。

【0027】

【作用】本発明に係る基盤は、本発明に係る基盤の製造方法によって製造される。

【0028】本発明に係る基盤の製造方法では、親和化工程において平板状の基盤の表面の混合工程で使用する液体に対する親和力を増加させる。

【0029】そして、混合工程においてプラスチック又は高分子化合物からなる微小球体を液体に混合させる。あるいは、この混合工程において、微小球体の表面の液体に対する親和力を増加させた後、液体に混合する。

【0030】つぎに、付着工程において微小球体を混合した液体を基盤に付着させ、配列工程において基盤を傾斜させた状態で、基盤に付着した液体を蒸発させる。

【0031】このとき、基盤が傾斜させられると、基盤の上部での液体の層の厚さが、基盤の下部での液体の層の厚さに対して薄くなる。

【0032】この状態で、液体が蒸発すると、まず基盤表面の上部での液体の層の厚さが微小球体の直径以下となり、この位置の微小球体が移動できなくなって基盤に固着される。

【0033】続いて、この固着された微小球体と、この微小球体付近に位置する微小球体との間に液体の凹面部が形成され、この凹面部に働く表面張力によって、これらの微小球体間に引力が働く。しかしながら、固着された微小球体が移動しないため、固着された微小球体付近に位置する微小球体が、固着された微小球体に引き寄せられ、固着された微小球体に接触する。

【0034】そして、液体の蒸発が進むと、これらの固着された微小球体付近に位置する微小球体が徐々に引き寄せられ、液体が全て蒸発してしまうと、微小球体が集中されて2次元状に配列され、球体配列層が形成される。

【0035】あるいは、さらに配列工程において形成された球体配列層の上面に感光体層を形成する。

【0036】このようにして製造された本発明に係る基盤は、球体配列層の上に底部が平坦な部材を載置したときに微小球体の頂点のみが部材の底部に接触するため、摩擦低減部材として機能する。

【0037】また、このような基盤は、平板状の基盤上

に微小球体を配列した球体配列層を有しているため、この球体配列層の上に導電性の薄膜を形成することにより、表面積の広い電極を構成することができる。

【0038】また、この球体配列層は、基盤上に微小球体を混合した液体を付着させた後、基盤を傾けた状態で液体を蒸発させることによって形成されているため、液体が蒸発する際に整列され、均一な配列となっている。

【0039】本発明に係る他の基盤は、このような球体配列層の上面に形成された感光体層を有している。この感光体層は、球体配列層上に形成されているため、その表面に凹凸を有する。このため、この感光体層の凸部に記録光を入射することにより、凸部の感光体層が感光し、これによって高効率かつコントラスト比が高い光学記録を行なうことができる。

【0040】また、本発明に係る光ファイバプロープは、本発明に係る光ファイバプロープの製造方法によって製造される。

【0041】本発明の光ファイバプロープの製造方法では、上述の基盤の製造方法によって製造された基盤の表面に形成された球体配列層を構成する微小球体に、光ファイバの一端をエッチングして、コアを先細り状に先鋭化させた先鋭部の先端を圧当接する。

【0042】球体配列層を構成する微小球体は、基盤上に配列されているだけなので、先鋭部の先端を圧当接することにより、容易に先鋭部の先端に付着して基盤上から剥離する。

【0043】このように製造された本発明に係る光ファイバプロープは、微小球体に試薬等を含ませておくことにより、試薬が反応する物質を検出する光ファイバセンサとして機能する。

【0044】また、このような光ファイバプロープの先鋭部と反対側のコアに光を入射させることにより、先鋭部の先端の微小球体を発光させることができ、微小な光源として用いることができる。あるいは、微小球体に色素を含ませておくことにより、この色素の波長を有する微小な光源として用いることができる。

【0045】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0046】まず、本発明に係る基盤を適用した第1実施例について説明する。

【0047】この第1実施例の基盤は、例えば図1に示すように、スライドガラス等の平板状のガラス板からなる基盤1と、この基盤1上に微小球体2が1層に配列された球体配列層3とからなる。

【0048】この球体配列層3を構成する微小球体2は、例えば直径50nm乃至100nmのラテックス球からなる。このような微小球体2は、平板上で1つの粒子の周囲に6つの粒子が接触するいわゆる2次元最密構造となっている。

【0049】このような構造の基盤は、例えば球体配列層3上に底部が平坦な部材を載置したときに微小球体2の頂点のみが上記部材に接触するため、平板上に部材を載置した場合と比較して摩擦力を低減させることができ、摩擦低減部材として使用することができる。

【0050】また、上記球体配列層3は、基盤1に微小球体2を混合した液体を付着させた後、基盤1を傾けた状態で液体を蒸発させることにより形成されているため、従来に比して1桁程度小さい直径を有する微小球体2がより均一に配列されている。このため、従来に比して微少な部材に対する摩擦低減部材として使用することができる。

【0051】また、このような基盤10の球体配列層3の上面に導電性の薄膜を形成することにより、平板上に薄膜を形成した場合に比して、表面積の広い電極を構成することができる。

【0052】つぎに、本発明に係る他の基盤を適用した第2実施例について説明する。

【0053】この第2実施例に係る基盤は、例えば図2に示すように、上記第1実施例の基盤10の球体配列層3の上面に感光体層4を形成したものである。この感光体層4は、いわゆるLBフィルムからなり、10nm程度の厚さに形成されている。

【0054】このような構造の基盤15では、感光体層4は、球体配列層3上に形成されているため、その表面に凹凸を有する。このため、この感光体層3の凸部に集光した記録光を照射することにより、凸部の感光体層4が感光し、これによって光学記録を行なうことができる。

【0055】具体的には、例えば図3に示すように、光ファイバのコアの先端を先細り状に形成した先鋭部21を有する光ファイバプローブ20を使用して記録を行なう。この光ファイバプローブ20の先鋭部21の表面には遮光部22が設けられ、この遮光部22の先端に記録光の波長以下程度の開口部23が設けられている。

【0056】そして、このような光ファイバプローブ20の先鋭部21の他端から入射されたレーザー光などからなる記録光は、先鋭部21において集光され、開口部23から感光体層4に照射される。

【0057】この記録光の波長以下程度の開口部23から感光体層4に照射される記録光は、空間を伝搬しないで波長以下程度の領域に存在するいわゆるエバネッセント光となっている。

【0058】このようなエバネッセント光を記録光として用いて記録を行なう際には、この開口部23が感光体層4の凸部に接近するように光ファイバプローブ20を移動させ、感光体層4に記録光を照射する。

【0059】エバネッセント光の伝搬は、先鋭部21の先端と、感光体層4の表面との相互作用によって起こっているため、感光体層4に入射された記録光の記録効率

は、先鋭部21の先端の局率半径と、感光体層4の表面の局率半径と、先鋭部21の先端と感光体層4の表面との距離が、それぞれ等しくなったときに最大となる。

【0060】この場合では、先鋭部21の先端の局率半径と、感光体層4の表面の局率半径とがそれぞれ光の波長以下程度となっているため先鋭部21の先端と感光体層4の表面との距離が光の波長以下程度となったときに記録効率が最大となる。

【0061】このとき、エバネッセント光の光強度は、光源からの距離が波長程度以上となると急激に減少するため、感光体層4の凸部の周辺の凹部の感光体層4に到達する記録光の強度は、凸部における強度に比較して極めて弱くなり、凸部の感光体層4のみが感光する。

【0062】ところで、図4に示すように、平板状の感光体層24に対して同様な記録を行なった場合には、開口部23から照射されるエバネッセント光が拡散されてしまい、先鋭部21の先端の局率半径に比して大きな領域26の感光体層25が露光され、また、記録光が拡散されるために、コントラストが低下することになる。

【0063】すなわち、上述の図3及びその説明に示すような記録を行なうことにより、コントラスト比が高い光学記録を行なうことができる。また、このような記録を行なうことにより、感光体層4の凸部のみを露光させることができるため、従来、レンズ等により集光した記録光を用いて記録を行なった場合に比して小さな領域に記録を行なうことができる。

【0064】ここで、本発明に係る基盤の製造方法を適用した第3実施例について説明する。

【0065】上述の図1に示すような構造の基盤10は、本発明に係る基盤の製造方法により製造される。この基盤の製造方法は、例えば図5に示すように、親和化工程と、混合工程と、付着工程と、配列工程とからなる。

【0066】この基盤の製造方法では、まず、親和化工程において平板状の基盤の表面の混合工程で使用する液体に対する親和力を増加させる。例えば混合工程において使用する液体として水を使用する場合は、この親和化工程では、97%程度の濃度の能硫酸に24時間程度浸すことによって平板状の基盤の表面の水に対する親和力を増加させて親水化処理を行なう。

【0067】この親水化処理としては、ジクロロシラン($(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$)をヘキサンに体積比3~7%程度溶解させた溶液中に上記基盤を10~20分程度浸しても上記同様に基盤の表面の水に対する親和力を増加させることができる。

【0068】つぎに、混合工程においてプラスチック又は高分子化合物からなる微小球体を液体に混合する。例えば微小球体として直径50nm乃至100nmのラテックス球を使用し、この微小球体を水あるいはアルコール等からなる液体に混合する。あるいは、この混合工程

において、上述のラテックス球の代わりに、表面の水あるいはアルコールに対する親水力を増加させたラテックス球を使用してもよい。

【0069】そして、付着工程において微小球体を混合した液体を基盤に付着させる。この付着工程において基盤に付着させる液体の量及びこの液体中の微小球体の量すなわち濃度は、液体層が広がる領域を1層の微小球体が覆うことができる程度となるように設定されている。

【0070】最後に、配列工程において基盤を傾斜させた状態で、基盤に付着した液体を蒸発させる。

【0071】この配列工程では、例えば図6に示すように、付着工程において液体5を付着させた平板状のライドガラス等からなる基盤1をいわゆるペルチエ素子30上に載置し、このペルチエ素子30を5～10度程度傾いた状態でチャンパー31内に載置する。

【0072】そして、チャンパー31内に窒素を供給し、窒素の弱い流れ32を発生させることにより湿度を50%程度に維持し、ペルチエ素子30の温度を25度から0.1度の範囲内に制御した。

【0073】このとき、チャンパー31内に傾斜させて載置された基盤1上の液体5は、例えばその断面を図7に示すように、基盤1の上部での液体5の層の厚さが、基盤1の下部での液体5の層の厚さに対して薄い状態となる。

【0074】このように、基盤1の上部での液体5の層の厚さが薄くなると、基盤1の上部での液体5がより蒸発しやすい状態となる。

【0075】この状態で、液体が蒸発すると、例えば図8に示すように、まず、基盤1表面の上部での液体5の層の厚さが微小球体2の直径以下となり、この位置の微小球体2aが移動できなくなって基盤1に固着される。

【0076】続いて、この固着された微小球体2aと、この微小球体2a付近に位置する微小球体2bとの間に液体5の凹面部が形成され、この凹面部に働く表面張力によって、これらの微小球体2a、2b間に引力が働く。しかしながら、固着された微小球体2aが移動しないため、固着された微小球体2a付近に位置する微小球体2bが、固着された微小球体2aに引き寄せられ、微小球体2aに接触する。

【0077】そして、液体5の蒸発が進むと、これらの固着された微小球体2a、2b付近に位置する微小球体2が徐々に引き寄せられ、液体5が全て蒸発してしまうと、微小球体2が集中されて2次元状に配列され、上述の図1に示すような球体配列層3が形成される。

【0078】ところで、平面上で球体が最密構造をとる場合、1つの球体の周囲に正六角形状に6つの球体が接触した配置となる。すなわち、4つの球体に着目すると、この4つの球体の中心が頂点となった菱形となり、対角短辺の2つの球体が接触した状態に配置される。

【0079】具体的には、親水化処理を行なった直径5

0μmのラテックス球を微小球体2として用い、微小球体2を混合する液体5として水を用いた場合には、例えば図9に示すように、一部に微小球体2の直径の不統一による乱れがあるが、全体として微小球体2が均一に配列された球体配列層3が得られる。

【0080】また、親水化処理を行っていない直径50μmのラテックス球を微小球体2として用い、微小球体2を混合する液体5として水を用いた場合には、例えば図10に示すように、親水化処理を行なった直径50μmのラテックス球を使用した場合に比して、均一性が劣り、微小球体2の集合とこれらの間の空間が生じるが、微小球体2が良好に配列された球体配列層3が得られる。

【0081】また、微小球体として直径100μmのラテックス球を用い、微小球体2を混合する液体5として水を用いた場合には、例えば図11に示すように、上述の図9に示す球体配列層3と同様に微小球体2が均一に配列された球体配列層3が得られる。

【0082】また、微小球体として直径100μmのラテックス球を用い、微小球体を混合する液体としてアルコールを用いた場合には、例えば図12に示すように、微小球体2の集合とこれらの間の空間を有する球体配列層3が得られる。この場合の微小球体2の集合の間の空間は、上述の図10に示す場合に比して大きくなっている。

【0083】上述したように、この基盤の製造方法では、微小球体を混合した液体を基盤に付着させた後、基盤を傾けて液体を蒸発させるだけで球体配列層が形成される。このため、基盤を傾ける角度、チャンパー内の湿度、温度等を設定するだけで均一に配列された球体配列層を形成することができる。このため、従来に比して容易に球体配列層を形成することができ、基盤の製造コストを低減させることができる。

【0084】また、このような基盤の製造方法により基盤の製造を行なうと、従来に比して直径の小さい微小球体を配列させることができる。

【0085】ここで、本発明に係る他の基盤の製造方法を適用した第4実施例について説明する。

【0086】この基盤の製造方法では、まず、上述の第3実施例と同様な親和化工程と、混合工程と、付着工程と、配列工程とによって、上述の図1に示すような構造の基盤10を製造する。

【0087】つぎに、感光体形成工程において、この基盤10の球体配列層3の上に、LBフィルム等からなる感光体層4を形成する。

【0088】具体的には、LBフィルムの素材を、例えば水又はクロロフォルム等の有機溶媒に溶解させ、このLBフィルムの素材を溶解させた水又はクロロフォルム等の有機溶媒を、水の表面上に展開させ、単分子の膜を形成する。

【0089】そして、この水の表面上に形成された単分子の膜に、上述の球体配列層3の表面に付着させ、累積することにより感光体層4を形成することができる。

【0090】これにより、例えば50nm乃至100nm程度の微小球体2からなる球体配列層3上に感光体層4が形成され、上述の図2に示すような構成の基盤15が形成される。

【0091】このような基盤の製造方法では、上述の第3実施例と同様に、従来に比して容易に球体配列層を形成できると共に、容易に表面に凹凸を有する感光体層を形成することができ、製造コストを低減させることができる。

【0092】ここで、本発明に係る光ファイバプローブを適用した第5実施例について説明する。

【0093】この光ファイバプローブは、例えば図13に示すように、光を伝搬させるコア41とコア41内を伝搬する光を遮光するクラッド42とからなる光ファイバの一端に形成されクラッド42が径小とされた径小部43と、この径小部43の先端に形成されコア41が先端先細り状に先鋭化された先鋭部44と、この先鋭部44の表面に設けられた遮光部45と、先鋭部46の先端が遮光部45から露出した開口部46と、開口部46から露出した先鋭部44の先端に付設された微小球体47とからなる。

【0094】上記コア41は、例えば酸化ゲルマニウムGeO₂を添加した石英SiO₂等からなり、クラッド42は、例えば石英SiO₂等からなる。

【0095】また、上記径小部43は、例えば光ファイバの一端をフッ酸によってエッチングすることにより形成され、先鋭部44は、径小部43の先端をフッ化アンモニウム水溶液とフッ酸と水からなる緩衝フッ酸液によってエッチングすることにより形成されている。

【0096】具体的には、上記光ファイバの上記コア41径及びクラッド42径は、それぞれ3.4μm及び12.5μm程度で、径小部43の径は1.8μmで、先鋭部44の先端角は20度程度で、先鋭部44の先端の曲率半径は10nm以下である。

【0097】遮光部45は、金、銀等の貴金属あるいはアルミニウム等の遮光性に優れた素材により形成されている。

【0098】また、上記微小球体47は、直径50nm乃至100nmのラテックス球空なり、上述の第3実施例により基盤1上に形成された球体配列層3を構成する微小球体2に先鋭部44の先端を圧当接することによって付設されている。

【0099】このような構成の光ファイバプローブ40は、例えば微小球体に物質に反応して色、吸光率等の光学特性が変化する試薬等を含ませることで、試薬が反応する物質を検出する光ファイバセンサとして機能する。

【0100】この光ファイバプローブ40は、上述のように球体配列層3上に形成された微小球体2を付設することによって形成されているため、従来に比して容易に先鋭部44の先端に試薬等を付設させることができる。これにより、製造コストを低減させた光ファイバセンサとなる。

【0101】また、このような光ファイバプローブ40では、試薬等を含ませた微小球体47を先鋭部44に付設しているため、耐久性の高い光ファイバセンサとなる。

【0102】ところで、このような光ファイバプローブ40において、コア41の先鋭部44と反対側から光を入射させると、コア41中を伝搬した光は、先鋭部44で集光され、先鋭部44の先端の微小球体47を発光させる。これにより、この光ファイバプローブ40は、微小球体47のサイズで発光する微小光源として機能する。

【0103】また、この微小球体47に色素を含ませることで、この色素の波長で、微小球体47を発光させることができる。

【0104】具体的には、微小球体47に含ませる色素としてナイルRedを用いた場合には、例えば図14に示すように、200nm、250nm及び550nm付近に大きなピークを有する発光スペクトルで、微小球体47を発光させることができる。

【0105】また、微小球体47に含ませる色素としてローダミン6Gを用いた場合には、例えば図15に示すように、530nm付近に大きなピークを有する発光スペクトルで、微小球体47を発光させることができる。

【0106】すなわち、微小球体47に含ませる色素を選択することによって、微小球体47を所望の波長で発光させることができる。

【0107】また、微小球体47に含ませる色素として被測定物のpHに応じて発光スペクトルが変化するフルオレセイン(fluoresceinamine)等の色素を使用すると、この光ファイバプローブ40はpHを検出するpHセンサとして機能する。

【0108】ここで、微小球体47の径は50nm乃至100nm程度であるため、この場合では、コア2中に入射した検出光によって色素の発光スペクトルの変化を検出することによって、50nm乃至100nm程度の空間解像度でpHを検出することができる。

【0109】すなわち、このような光ファイバプローブ40は、空間解像度を向上させたpHセンサとして使用することができる。

【0110】最後に、本発明を適用した光ファイバプローブの製造方法を適用した第6実施例について説明する。

【0111】上述の図13に示す構造の光ファイバプローブ40は、本発明に係る光ファイバプローブの製造方

法によって製造される。

【0112】この光ファイバの製造方法では、まず、上述の第3実施例と同様な親和化工程と、混合工程と、付着工程と、配列工程とによって、上述の図1に示すような構造の基盤10を製造する。これにより、基盤1上に微小球体2が均一に配列された球体配列層3が形成される。

【0113】つぎに、先鋭化工程において、光を伝搬させるコアと、このコアを覆ってコア内を伝搬する光を遮光するクラッドとからなる光ファイバの一端をエッチングして、上述の図13に示すように、クラッド42から突出したコア41が先細り状に先鋭化された先鋭部44を形成する。

【0114】具体的には、この先鋭化工程は、光ファイバの一端をエッチングしてクラッドを径小とした径小部43を形成する第1エッチング工程と、コア41の先端に先端先細り状に先鋭化された先鋭部44を形成する第2エッチング工程とからなる。

【0115】第1エッチング工程では、例えば酸化ゲルマニウム GeO_2 を添加した石英 SiO_2 からなるコア41と、石英 SiO_2 からなるクラッド42とから構成される光ファイバの一端をフッ酸によってエッチングすることにより径小部44を形成する。この第1エッチング工程でのエッチング時間をを变化させると、形成される径小部44の径が変化するため、このエッチング時間を制御することにより、所望の径の径小部44を得ることができる。

【0116】また、第2エッチング工程では、フッ化アンモニウム水溶液とフッ酸と水からなる緩衝フッ酸液によって径小部43の先端をエッチングすることにより先鋭部44を形成する。この第2エッチング工程では、エッチングに用いる緩衝フッ酸液の組成比及びコア41中の酸化ゲルマニウムの密度分布に応じて、コア41の先鋭化が行なわれるため、緩衝フッ酸液の組成比あるいはコア41中の酸化ゲルマニウムの密度分布を変更することによって異なる先鋭角を有する先鋭部44を形成することができる。

【0117】さらに、コーティング工程において、上述のように形成された先鋭部44の表面に遮光部45を形成する。具体的には、真空蒸着によって金、銀等の貴金属あるいはアルミニウム等の遮光性に優れた素材を蒸発させ、この蒸発した金等の粒子を先鋭部45の横方向すなわち光ファイバの半径方向から供給して先鋭部45に付着させることにより、遮光部45を形成する。この場合は、先鋭部44の周囲に均一に遮光部45を形成するために、光ファイバをその軸を中心として回転させながら蒸着を行なう。

【0118】このような蒸着を行なうと、形成された遮光部45の先端での厚さが、遮光部45の基端部での厚さに対して薄くなる。

【0119】また、開口工程において、上述のように形成された遮光部45の先端に、先鋭部44の先端が遮光部45から露出した開口部46が形成されている。

【0120】この開口部46は、例えば遮光部45をエッチングすることによって形成されている。すなわち、上述のように形成された遮光部45は、先端の厚さが基端部での厚さに対して薄くなっており、このような遮光部45をエッチングして、その厚さが減少すると、まず、遮光部45の先端の先鋭部44が露出する。

10 【0121】この状態でエッチングを終了すると、遮光部45の先端から先鋭部44が露出した開口部46が形成される。

【0122】つぎに、付設工程において、先鋭部44の先端を上述のように基盤1上に形成された球体配列層3の微小球体2に圧当接して、この微小球体2を開口部46から露出した先鋭部44の先端に付設する。

【0123】この付設工程においては、図16に示すような構成のフォトン走査トンネル顕微鏡を使用する。

20 【0124】このフォトン走査トンネル顕微鏡は、上述の光ファイバプローブ40に検出光を入射し、この検出光により開口部46から露出した先鋭部44の先端から放射され、球体配列層3及び基盤1を介して伝搬されるエバネッセント光を検出することにより、先鋭部44の先端と、球体配列層3を構成する微小球体2との間の距離を検出するようになっている。

【0125】具体的には、このフォトン走査トンネル顕微鏡は、レーザ光源50からの検出光をシャッタ51により変調し、この変調した検出光をフィルタ52を介してレンズ53に供給し、レンズ53により集光した検出光を光ファイバプローブ40に入射する。

30 【0126】光ファイバプローブ40に入射された検出光は、先鋭部44において集光され、エバネッセント光として球体配列層3に照射され、微小球体2及び基盤1を介して光電子増倍管54において検出される。

【0127】光電子増倍管54において検出されたエバネッセント光は、光ファイバプローブ40に入射された検出光が変調部55により駆動されるシャッタ51によって変調されているため、アンプ56により増幅された後、ロックインアンプ57で復調される。

40 【0128】このような検出を行なうことにより、外来ノイズ等に影響されない測定を行なうことができる。

【0129】また、光電子増倍管54において検出されるエバネッセント光の強度は、先鋭部44と微小球体2との間の距離に応じて変化する。このため、ロックインアンプ57で復調された光電子増倍管54の出力は、先鋭部44と微小球体2との間の距離に応じたレベルとなる。

50 【0130】そして、このように検出されたレベルに基づいて制御部60により先鋭部44と微小球体2との間の距離が検出される。

【0131】この付設工程では、制御部60は、上述のように検出した距離に基づいてZ駆動部61によって光ファイバプローブ40を上下方向に駆動して光ファイバプローブ40に加える力を制御することによって先鋭部44の先端を微小球体2に圧当接させる。

【0132】また、この制御部60は、XY駆動部62によって水平面上での光ファイバプローブ40の位置を制御して先鋭部44の先端が微小球体2の頂点に移動させるようになっている。

【0133】球体配列層3を構成する微小球体2は、基盤1上に配列されているだけなので、上述のように先鋭部44の先端を圧当接することにより、容易に先鋭部44の先端に付着し、光ファイバプローブ40を上方に移動させることによって基盤1上から剥離する。これにより、先鋭部44の先端に微小球体47を付設される。

【0134】この光ファイバの製造方法では、上述のように、先鋭部44の先端を球体配列層3を形成する微小球体2に圧当接することにより、容易に先鋭部44の先端に付設させることができる。このため、先鋭部44の先端に微小球体を有する光ファイバプローブを容易に製造することができ、製造コストを低減させることができる。

【0135】また、上述の球体配列層3を構成する微小球体2に予め色素を含ませることで、色素の波長で発光する微小光源を容易に製造することができる。

【0136】さらに、微小球体2に上述のpHを検出するフルオレセイン等色素あるいは、物質を検出する試薬等を含ませることで、容易にpHあるいは被測定物質を検出する光ファイバセンサを製造することができる。

【0137】これらの色素あるいは試薬は、微小球体中に含せてあるため、耐久性のある光ファイバセンサを製造することができる。

【0138】また、上述の球体配列層3を構成する微小球体2に予め色素を含ませることで、容易に微小光源を製造することができる。

【0139】

【発明の効果】本発明に係る基盤は、均一に配列された微小球体からなる球体配列層を有し、従来に比して微小な部材に対する摩擦低減部材として使用することができる。また、このような球体配列層の上面に導電性の薄膜を形成することにより、平板上に薄膜を形成した場合に比して、表面積の広い電極を構成することができる。

【0140】本発明に係る基盤は、球体配列層の上に感光体層を設けているため、表面に規則的な凹凸を有する。このため、このような感光体層に光記録を行なうことにより、記録密度を向上させることができる。

【0141】また、本発明に係る基盤の製造方法では、微小球体を混合した液体を平板上に付着させた後、基盤を傾けた状態で液体を蒸発させるだけで、微小球体を配

列させた球体配列層を形成することができ、従来に比して均一に配列された球体配列層を容易に製造することができ、基盤の製造コストを低減させることができる。

【0142】また、本発明に係る基盤の製造方法では、球体配列層の上に感光体層を形成することにより、表面に規則的な凹凸のある感光体層を容易に形成することができる。

【0143】また、本発明に係る光ファイバプローブは、先鋭部の先端に微小球体を有する。このため、コア中に光を入射させることによって、微小球体を発光させて微小光源として使用することができ、従来に比して微小な領域を照明することができる。また、微小球体に試薬等を含ませることで、従来に比して微小な領域の物質を検出することができる。さらにまた、微小球体に色素を含ませることで、従来に比して微小な領域を色素の波長で照明することができる。

【0144】また、本発明に係る光ファイバプローブの製造方法では、容易に先鋭部の先端に微小球体を有する光ファイバプローブを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る基盤を適用した第1実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る基盤を適用した第2実施例の構成を示すブロック図である。

【図3】上記基盤を記録媒体として使用した場合の実際の記録態様を示す図である。

【図4】従来の基盤を記録媒体として使用した場合の実際の記録態様を示す図である。

【図5】本発明に係る基盤の製造方法を適用した第3実施例の工程を示す工程図である。

【図6】上記基盤の製造方法の配列工程において使用されるチャンバーの構成を示す斜視図である。

【図7】上記基盤の製造方法の付着工程において、基盤に付着された溶媒の断面形状を示す断面図である。

【図8】上記基盤の製造方法の配列工程における微小球体の配列プロセスを説明するための図である。

【図9】親水化処理を行なった直径50μmのラテックス球を微小球体として用い、微小球体を混合する液体として水を用いた場合に上記配列工程において形成された球体配列層の構造を示す平面図である。

【図10】親水化処理を行っていない直径50μmのラテックス球を微小球体として用い、液体として水を用いた場合に上記配列工程において形成された球体配列層の構造を示す平面図である。

【図11】微小球体として直径100μmのラテックス球を用い、液体として水を用いた場合に上記配列工程において形成された球体配列層の構造を示す平面図である。

【図12】微小球体として直径100μmのラテックス球を用い、液体としてアルコールを用いた場合に上記配

列工程において形成された球体配列層の構造を示す平面図である。

【図13】本発明に係る光ファイバプロープを適用した第5実施例の構成を示す断面図である。

【図14】上記光ファイバプロープを構成する微小球体に含ませる色素の発光スペクトルを示す図である。

【図15】上記微小球体に含ませる他の色素の発光スペクトルを示す図である。

【図16】本発明に係る光ファイバプロープの製造方法を適用した第6実施例の付設工程において使用されるフ

ォトン走査トンネル顕微鏡の構成を示すブロック図である。

【図17】従来の平板状の基盤上に微小球体を配列する装置の断面図である。

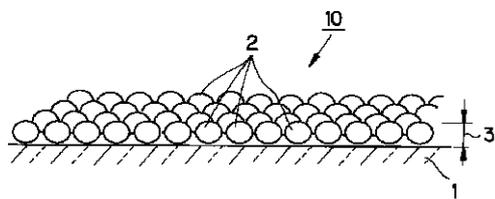
【図18】上記微小球体を配列する装置における微小球体の配列プロセスを説明するための図である。

【符号の説明】
1 基盤
2、47 微小球体
3 球体配列層

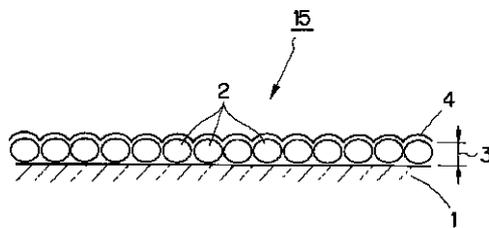
- * 4 LBフィルム
- 5 液体
- 10、15 基盤
- 20、40 光ファイバプロープ
- 21、44 先鋭部
- 22、45 遮光部
- 30 ペルチエ素子
- 31 チャンバー
- 41 コア
- 42 クラッド
- 43 径小部
- 46 開口部
- 71 ガラス板
- 72 円筒
- 73 ピット
- 74 溶媒層
- 75 テーパー部
- 76 微小球体
- 77 溶媒

*20

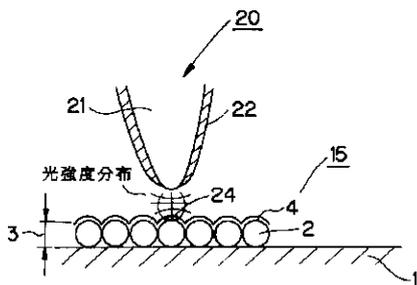
【図1】



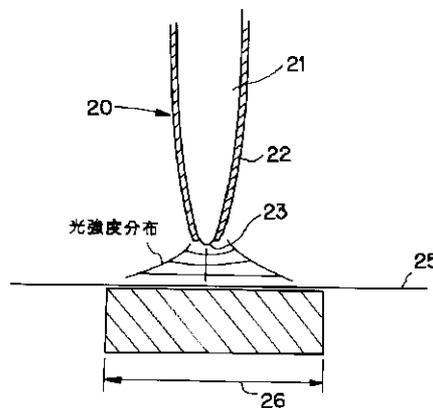
【図2】



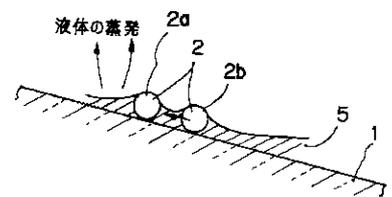
【図3】



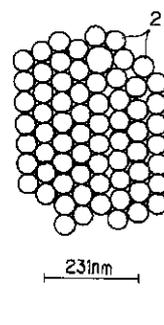
【図4】



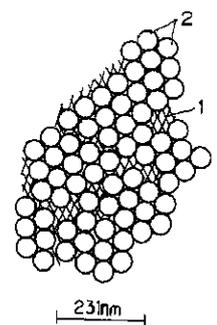
【図8】



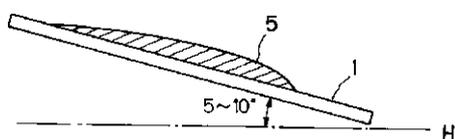
【図9】



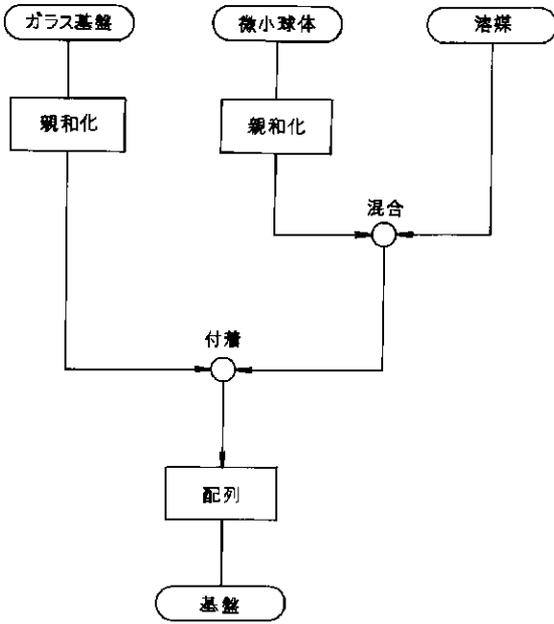
【図10】



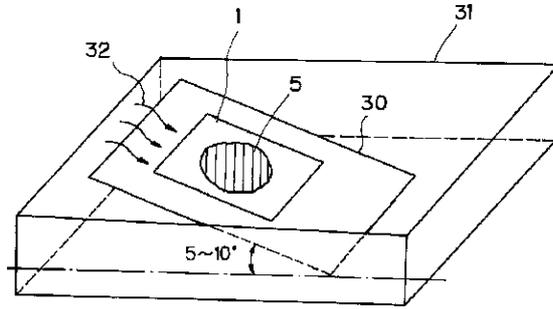
【図7】



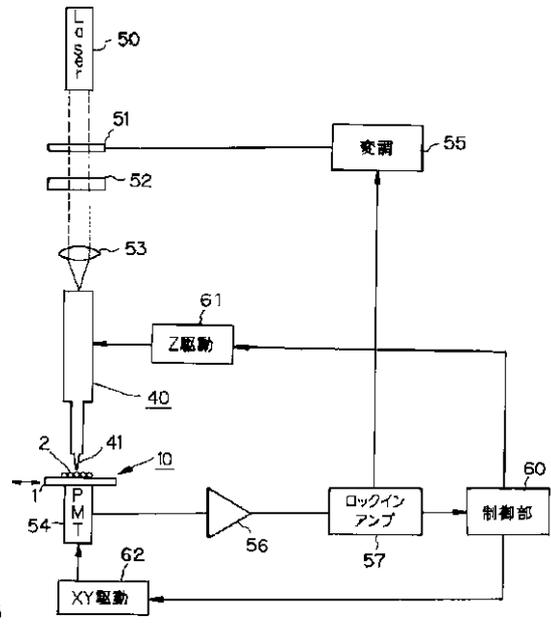
【図 5】



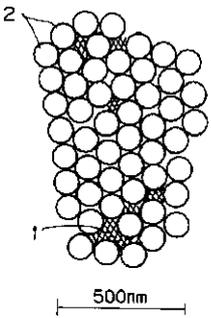
【図 6】



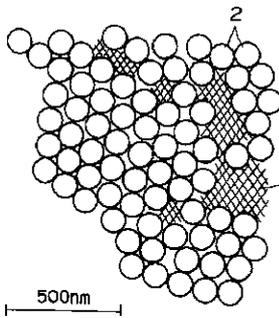
【図 16】



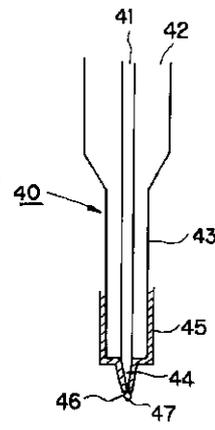
【図 11】



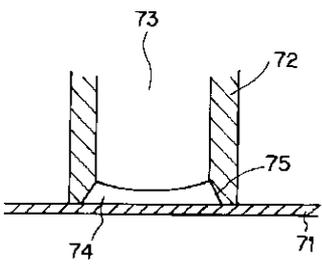
【図 12】



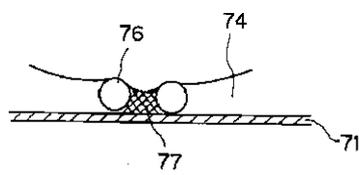
【図 13】



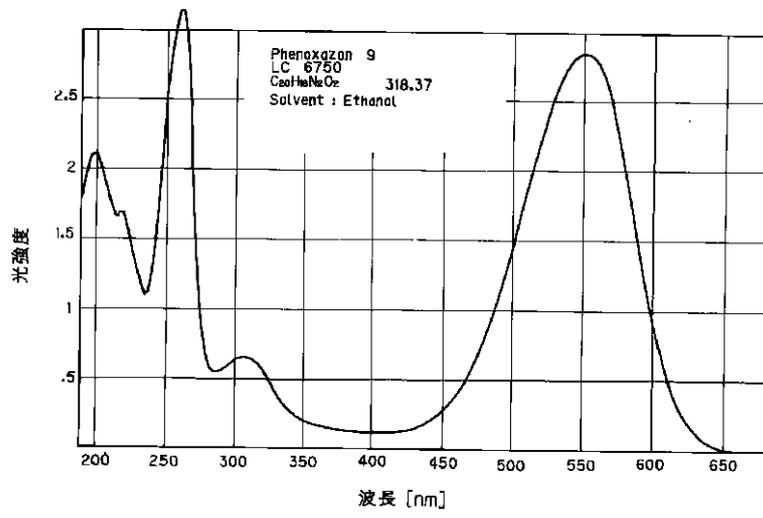
【図 17】



【図 18】



【図 1 4】



【図 1 5】

