

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-210738

(P2009-210738A)

(43) 公開日 平成21年9月17日(2009.9.17)

(51) Int. Cl.  
G02F 1/17 (2006.01)

F I  
G02F 1/17

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2008-52547 (P2008-52547)  
(22) 出願日 平成20年3月3日 (2008.3.3)

(71) 出願人 000002185  
ソニー株式会社  
東京都港区港南1丁目7番1号  
(74) 代理人 100098785  
弁理士 藤島 洋一郎  
(74) 代理人 100109656  
弁理士 三反崎 泰司  
(74) 代理人 100130915  
弁理士 長谷部 政男  
(72) 発明者 多賀谷 基博  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内  
(72) 発明者 高橋 賢一  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

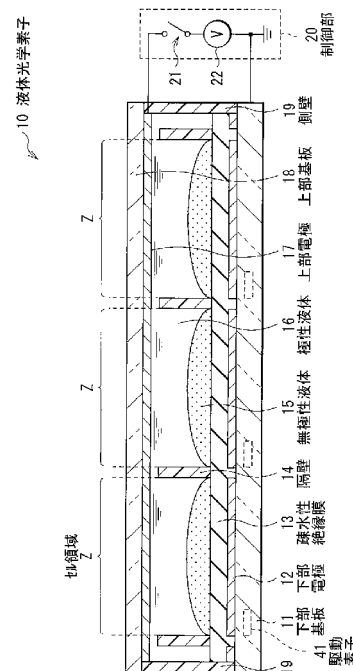
(54) 【発明の名称】 液体光学素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】より高い光透過性能が得られる液体光学素子の製造方法を提供する。

【解決手段】液体光学素子1は、以下のようにして形成される。まず、下部基板11上の下部電極12を覆うように疎水性絶縁膜13を形成したのち、その表面を親水化する親水化処理を行う。そののち、親水化処理された疎水性絶縁膜の表面に、この絶縁膜上のセル領域を取り囲むように立設する隔壁14を形成する。ここで、隔壁14の表面を親水化する親水化処理を行う。さらに、下部電極12と対向するように、上部電極17が形成された上部基板18を配置すると共に、疎水性絶縁膜13と上部電極17との間に、互いに分離された状態を保つ極性液体16および無極性液体15を封入する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第 1 の電極を用意し、その第 1 の電極を覆うように絶縁膜を形成する工程と、  
前記絶縁膜の表面を親水化する親水化処理を行う工程と、  
親水化処理された前記絶縁膜の表面に、この絶縁膜上の領域を取り囲むように立設する壁構造体を形成する工程と、  
前記第 1 の電極の、前記絶縁膜の側に第 2 の電極を対向配置する工程と、  
前記絶縁膜と前記第 2 の電極との間に、互いに分離された状態を保つ、一方が透明で他方が不透明の極性液体および無極性液体を封入する工程と  
を含むことを特徴とする液体光学素子の製造方法。

10

**【請求項 2】**

前記絶縁膜の表面のうち、前記壁構造体が配置される領域を選択的に親水化すると共に、前記絶縁膜の表面のうち前記親水化処理がなされた領域に、前記壁構造体を形成することを特徴とする請求項 1 記載の液体光学素子の製造方法。

**【請求項 3】**

前記親水化処理として、前記絶縁膜の表面への紫外線照射、酸素プラズマ照射、またはレーザー照射を行うことを特徴とする請求項 1 記載の液体光学素子の製造方法。

**【請求項 4】**

高分子化合物を用いて前記絶縁膜を形成し、前記親水化処理として、C - C 結合および C - F 結合を分解可能なエネルギーを前記絶縁膜の表面に付与することを特徴とする請求項 1 記載の液体光学素子の製造方法。

20

**【請求項 5】**

前記壁構造体の表面を親水化する親水化処理を行う工程をさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の液体光学素子の製造方法。

**【請求項 6】**

前記親水化処理として、前記壁構造体の表面への紫外線照射、酸素プラズマ照射、またはレーザー照射を行うことを特徴とする請求項 5 記載の液体光学素子の製造方法。

**【請求項 7】**

高分子化合物を用いて前記壁構造体を形成し、前記親水化処理として、C - C 結合および C - F 結合を分解することなく C - O 結合および C - H 結合を分解することが可能なエネルギーを前記壁構造体の表面に付与することを特徴とする請求項 5 記載の液体光学素子の製造方法。

30

**【請求項 8】**

前記絶縁膜を、無電界下において前記極性液体よりも前記無極性液体に親和性を示す材料によって形成することを特徴とする請求項 1 記載の液体光学素子の製造方法。

**【請求項 9】**

透明な前記極性液体と不透明な前記無極性液体とを、前記絶縁膜と前記第 2 の電極との間に封入することを特徴とする請求項 1 記載の液体光学素子の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

40

**【0001】**

本発明は、一对の電極間に無極性液体および極性液体を封入し、一对の電極間に電圧を印加することで透過光量が変化する液体光学素子の製造方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、静電的な濡れ性を制御することで液体の変形および変位を発生させ、その現象により所望の効果を得るエレクトロウエット技術が知られており、様々な分野での応用が検討されている。

**【0003】**

エレクトロウエット技術を応用したものとしては、例えば、画像表示装置に搭載

50

され、屈折率調整や光量制御などの光学的作用を発現する液体光学素子が挙げられる（例えば特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2006-267386号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般的に、このような液体光学素子では、疎水性の絶縁膜に覆われた一对の電極間に、極性液体（例えば水）と無極性液体（例えばシリコンオイル）とを挟み、それらに電圧を印加することで極性液体および無極性液体を変形させ、透過光量（透過光の強度）を制御するようにしている。

10

【0005】

図23に、従来一般的な液体光学素子110の構成および動作を説明するための概略図を表す。液体光学素子110は、下部電極112が設けられた下部基板111と、上部電極117が設けられた上部基板118とが側壁119によって支持されて、無極性液体115および極性液体116を挟むように対向配置されたものである。下部電極112は疎水性絶縁膜113によって覆われており、その疎水性絶縁膜113に立設する隔壁114によってセル領域Zが画定されるようになっている。無極性液体115は、例えば黒色顔料を含むことで遮光性を有しており、セル領域Zの内部に収まっている。また、下部電極112および上部電極117は、スイッチ121および電源122を有する制御部120と接続されており、疎水性絶縁膜113に対して電圧を印加するようになっている。ここで、疎水性絶縁膜113は極性液体116よりも無極性液体115に対して親和性を呈するものである。一方、隔壁114は無極性液体115よりも極性液体116に対して親和性を呈するものが好ましい。このような液体光学素子110では、図23(A)に示したように、下部電極112と上部電極117との間に電圧を印加しない状態においては、無極性液体115がセル領域Z全体に亘って広がるので入射光L<sub>in</sub>がほとんど反対側に透過せず、射出光がほとんど射出されない状態（いわゆる黒表示状態）となる。一方、下部電極112と上部電極117との間に所定の電圧を印加した状態においては、図23(B)に示したように、無極性液体115がセル領域Zの一部の領域に集まるので、領域への入射光L<sub>1in</sub>が遮断されるもののそれ以外の領域へ入射する入射光L<sub>2in</sub>は反対側に透過し、射出光L<sub>2out</sub>として射出する状態（いわゆる白表示状態）となる。

20

30

【0006】

こうした液体光学素子では、無極性液体115の形状や大きさを高精度かつ、再現性良く制御することが所望の透過光量を得るために重要な要素となる。しかしながら、隔壁114を構成する材料として一般的に使用されるものは、疎水性絶縁膜113を構成する材料との密着性が弱く、隔壁114を高精度に、かつ再現性良くパターンニングすることが困難であり、結果として、形成された隔壁114の一部が欠けたり、セル領域Zを区画する輪郭に意図せぬ凹凸が生じたりすることが多かった。これは、疎水性絶縁膜113および隔壁114が、極性液体116および無極性液体115に対して互いに相反する親和性を示すことに起因すると考えられる。このため、製造工程における歩留まりの低下を招くうえ、仮に隔壁114の形成を行うことができたとしても、使用時において無極性液体115の形状や大きさが不安定となり、電圧印加操作に対する応答性の劣化や印加電圧に対する透過光量のばらつきが増大するなどの問題が生ずる可能性が高い。

40

【0007】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、簡素な構成でありながら、より高い光透過性能が得られる液体光学素子を高精度かつ容易に製造する方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の液体光学素子の製造方法は、以下の(1)～(5)の各工程を全て含むようにしたものである。

50

- ( 1 ) 第 1 の電極を用意し、その第 1 の電極を覆うように絶縁膜を形成する工程
- ( 2 ) 絶縁膜の表面を親水化する親水化処理を行う工程
- ( 3 ) 親水化処理された絶縁膜の表面に、この絶縁膜上の領域を取り囲むように立設する壁構造体を形成する工程
- ( 4 ) 第 1 の電極の、前記絶縁膜の側に第 2 の電極を対向配置する工程
- ( 5 ) 絶縁膜と第 2 の電極との間に、互いに分離された状態を保つ、一方が透明で他方が不透明の極性液体および無極性液体を封入する工程

ここでいう親水化処理とは、絶縁膜における無電界下での壁構造体に対する親和性が高まるようにその表面を改質する処理をいい、例えば絶縁膜の表面への紫外線照射、酸素プラズマ照射、またはレーザー照射を行う処理である。

10

#### 【 0 0 0 9 】

本発明の液体光学素子の製造方法では、壁構造体を形成する前に、絶縁膜の表面を親水化するようにしたので、親水化処理を行わない場合と比べて絶縁膜と壁構造体との密着性が高まる。特に、壁構造体が配置される領域のみを選択的に親水化すると共に、その親水化処理がなされた領域に壁構造体を形成するようにするとよい。

#### 【 発明の効果 】

#### 【 0 0 1 0 】

本発明の液体光学素子の製造方法によれば、第 1 の電極を覆う絶縁膜の表面を親水化処理したのち、この絶縁膜上の領域を取り囲むように立設する壁構造体を形成するようにしたので、絶縁膜と強固な密着性を有し、かつ高精度なパターン形状を有する壁構造体を再現性良く形成することができる。したがって、第 1 および第 2 の電極間への印加電圧を調整することで高精度な透過光量の調整を行うことができる液体光学素子を、効率よく製造することができる。

20

#### 【 発明を実施するための最良の形態 】

#### 【 0 0 1 1 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

#### 【 0 0 1 2 】

図 1 は、本発明における一実施の形態としての液体光学素子 10 の全体構成を表す断面図であり、図 2 は、液体光学素子 10 の全体構成を表す平面図である。なお、図 1 は、図 2 に示した I - I 切断線に沿った矢視方向の断面を示している。また、図 2 では、後述する疎水性絶縁膜 13、無極性液体 15、極性液体 16、上部電極 17、上部基板 18、側壁 19 などの各構成要素についての図示を省略している。液体光学素子 10 は、制御部 20 と接続され、静電的な濡れ性を制御することで内包する極性液体 16 (後出) の変形および変位を発生させ、その現象によって自らを透過する透過光の光量を制御する、いわゆるエレクトロウエットング素子である。液体光学素子 10 は、複数のセル領域 Z がアレイ状に配置されたものである。なお、図 2 では 9 つのセル領域 Z を表しているが、その数はこれに限定されない。図 2 に示したように、各セル領域 Z は、例えば正方形をなしている。

30

#### 【 0 0 1 3 】

液体光学素子 10 は、下部基板 11 と、この下部基板 11 に選択的に設けられた下部電極 12 と、下部基板 11、下部電極 12 を覆う疎水性絶縁膜 13 と、隔壁 14 と、無極性液体 15 と、極性液体 16 と、上部電極 17 と、上部基板 18 と、側壁 19 とを有している。一方、制御部 20 は、電源 21 と、スイッチ部 22 とを有している。

40

#### 【 0 0 1 4 】

下部基板 11 および上部基板 18 は、側壁 19 によって支持されて対向するように配置され、例えばガラスや透明な樹脂など、可視光を透過する透明な絶縁材料によって構成される。使用可能な樹脂としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレンナフタレート (PEN)、ポリアミド (PA)、ポリサルフォン (PS)、ポリエーテルサルフォン (PES)、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリフェニレンサルファイド (PPS)、ポリカーボネート (PC)、ポリイミド (PI)、ポリメ

50

チルメタクリレート (PMMA)、ポリスチレン等の高分子材料が挙げられる。より具体的には、下部基板 11 および上部基板 18 として、ポリイミド基板 (例えば、三菱ガス化学製商品名「ネオプリム L」、耐熱温度: 285、光透過率 90% (厚さ 100 μm))、フッ素樹脂基板 (耐熱温度: 250)、ポリエーテルスルホン基板 (例えば、住友ベークライト株式会社製商品名「スミライト FS」、耐熱温度: 180、光透過率 88% (厚さ 550 nm))、ポリエチレンナフタレート基板 (耐熱温度: 160)、ポリエチレンテレフタレート基板 (耐熱温度: 140) を用いることができる。

#### 【0015】

下部基板 11 には、各セル領域 Z に駆動素子 (薄膜トランジスタなど) 41 が設けられていると共に、それらの駆動素子 41 を個別に駆動させるための信号を伝達する、制御部 20 と接続された図示しない信号線対 (例えばゲート線およびデータ線) が設けられている。なお、駆動素子 41 や信号線対は、下部基板 11 とは別の基板に設けるようにしてもよい。

10

#### 【0016】

下部電極 12 および上部電極 17 は、例えば酸化インジウム ( $In_2O_3$ ) や酸化亜鉛 ( $SnO_2$ )、あるいは、 $In_2O_3$  と  $SnO_2$  との混合物である酸化インジウム錫 (ITO: Indium Tin Oxide) などの透明な導電材料によって構成される。また、 $In_2O_3$ 、 $SnO_2$  もしくは ITO からなる膜に、錫 (Sn)、アンチモン (Sb) もしくはフッ素 (F) などをドーピングしてもよい。その他、酸化マグネシウム ( $MgO$ ) や酸化亜鉛 ( $ZnO$ ) なども適用できる。さらには、 $ZnO$  にアルミニウム (Al) をドーピングした AZO 膜、 $ZnO$  にガリウム (Ga) をドーピングした GZO 膜、 $ZnO$  にインジウムをドーピングしたもののなども適用可能である。

20

#### 【0017】

下部電極 12 は駆動素子 41 の一端と接続されると共に、上部電極 17 は一定の電位に保たれている。すなわち、後述するように、制御部 20 によって下部電極 12 と上部電極 17 との間にセル領域 Z ごとに電圧を印加することで、セル領域 Z ごとに外部からの入射光の透過量を制御することができるようになっている。下部電極 12 はセル領域 Z ごとに複数に分割して配置され、互いに絶縁されている。下部電極 12 はセル領域 Z の全面に亘って延在していることが望ましい。

#### 【0018】

疎水性絶縁膜 13 は、極性液体 16 に対して疎水性 (撥水性) を示す (例えば水に対する接触角が  $10^\circ$  以上であるとよい)、より厳密には無電界下において極性液体 16 よりも無極性液体 15 に対して親和性を示すと共に、電氣的絶縁性に優れた性質を有する材料によって構成される。疎水性絶縁膜 13 の膜厚は、絶縁強度の観点からは厚い方が好ましく、誘電率を大きくする観点からは薄い方が好ましい。疎水性絶縁膜 13 を設けることで、無極性液体 15 の移動 (変位) に要する電圧が低くなると共に駆動速度が速まるうえ、上部電極 17 と下部電極 12 とが構造的に絶縁することにより高電圧をかけても極性液体 16 の分解反応が生じないなどの利点を得られる。なお、下部電極 12 と上部電極 17 との電氣的絶縁性をより高めることを目的として、下部電極 12 と疎水性絶縁膜 13 との間に例えばスピン・オン・グラス (SOG) などからなる他の絶縁膜を設けるようにしてもよい。

30

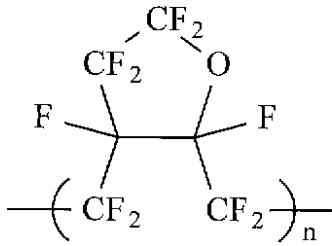
40

#### 【0019】

疎水性絶縁膜 13 の構成材料としては、フルオロアルキル系高分子によって形成されるものが好適である。フルオロアルキル系高分子の具体例としては、例えば化 1 に示した 1, 1, 2, 4, 4, 5, 5, 6, 7, 7 - デカフルオロ - 3 - オキサ - 1, 6 - ヘプタジエンのほか、化 2 および化 3 に示したピニリデンフッ素共重合体、化 4 に示したヘキサフルオロイソブチレン含有高分子、化 5 に示したエチレン共重合体、または化 6 に示したパーフルオロジメチルジオキソール共重合体が挙げられる。

#### 【0020】

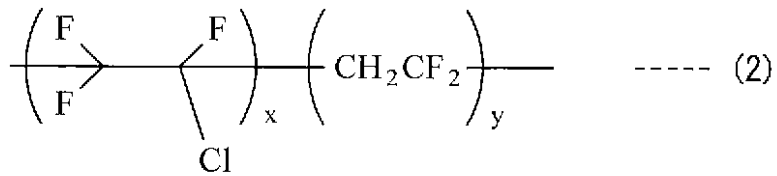
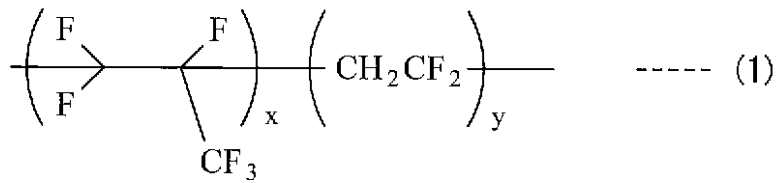
【化 1】



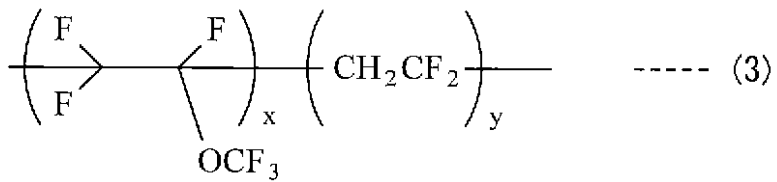
【 0 0 2 1 】

10

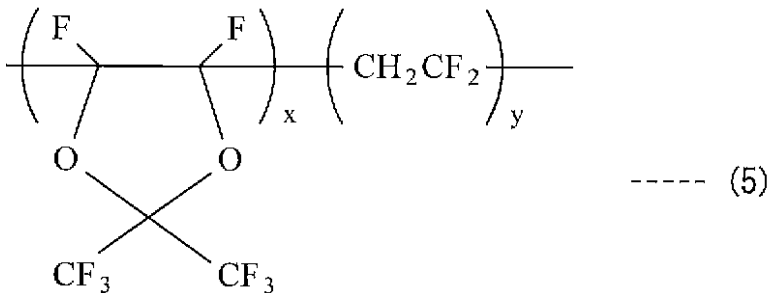
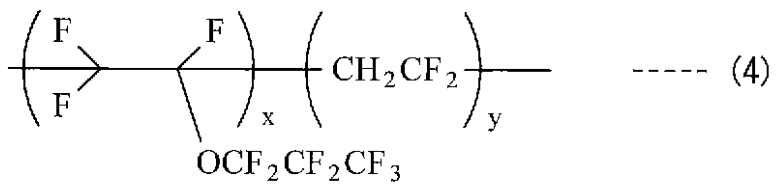
【化 2】



20



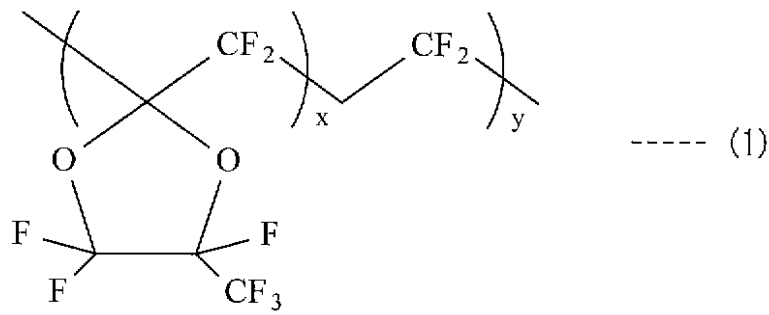
30



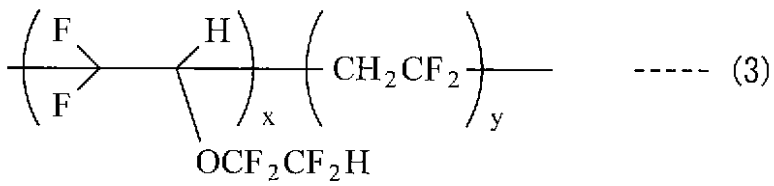
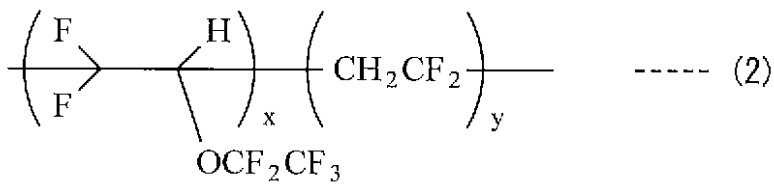
40

【 0 0 2 2 】

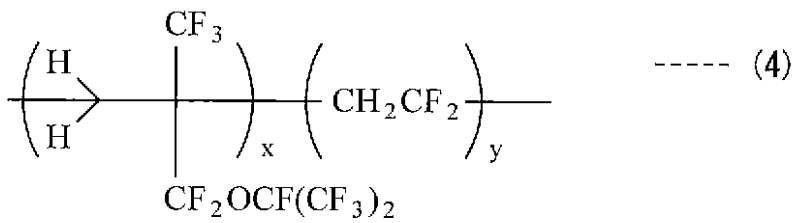
【化3】



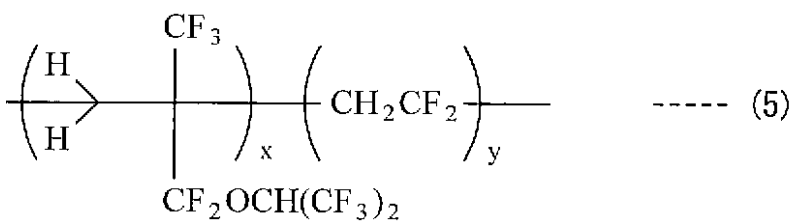
10



20



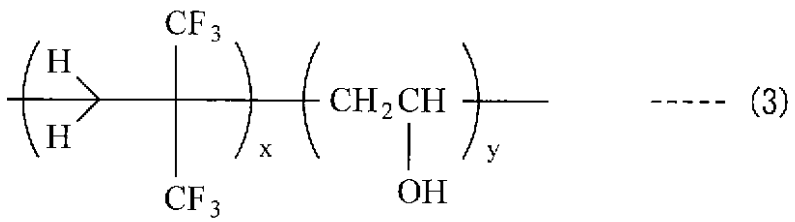
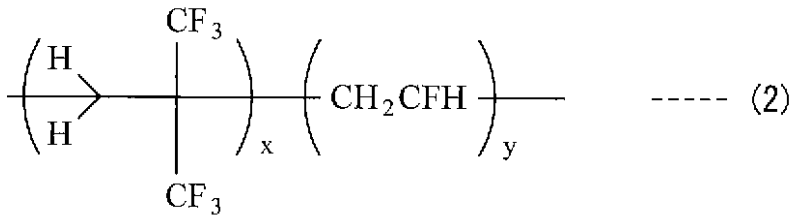
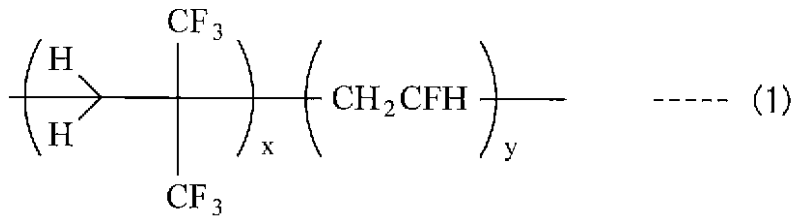
30



【0023】

40

【化4】

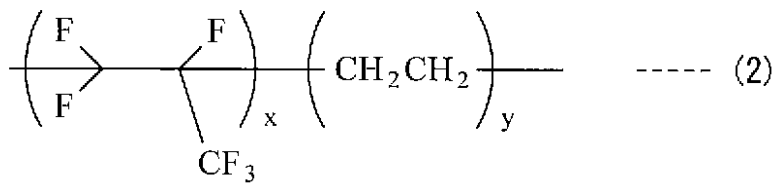
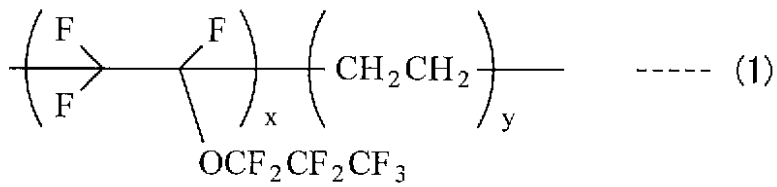


10

20

【0024】

【化5】



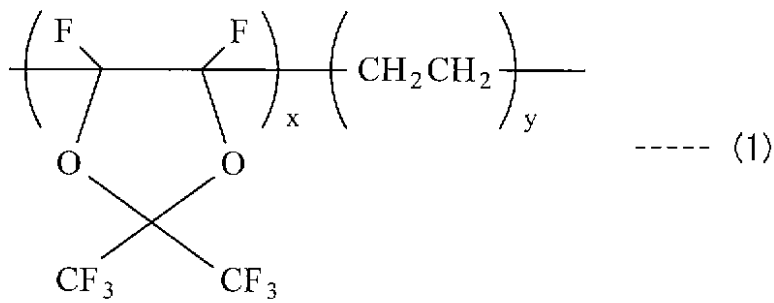
30

【0025】

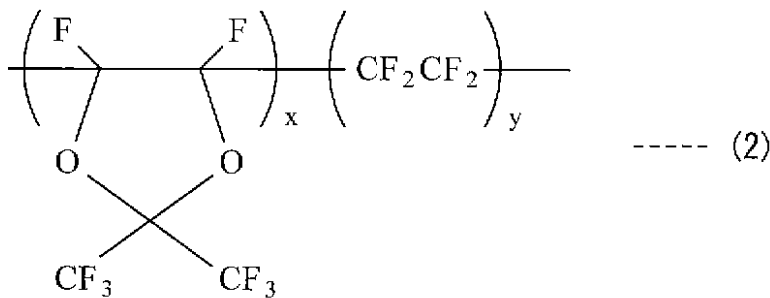
40



## 【化6】



10



20

## 【0026】

疎水性絶縁膜13は、その表面が親水化処理されたものである。親水化処理とは、疎水性絶縁膜13における無電界下での極性液体16に対する親和性が高まるようにその表面を改質する処理をいい、例えば疎水性絶縁膜13の表面への紫外線照射、酸素プラズマ照射、またはレーザ照射を行う処理である。この親水化処理により、疎水性絶縁膜13の表面では、例えば比較的結合エネルギーの高いC-C結合やC-F結合が分解され、親水的な官能基(C-OHなど)が誘起された状態となっている。

## 【0027】

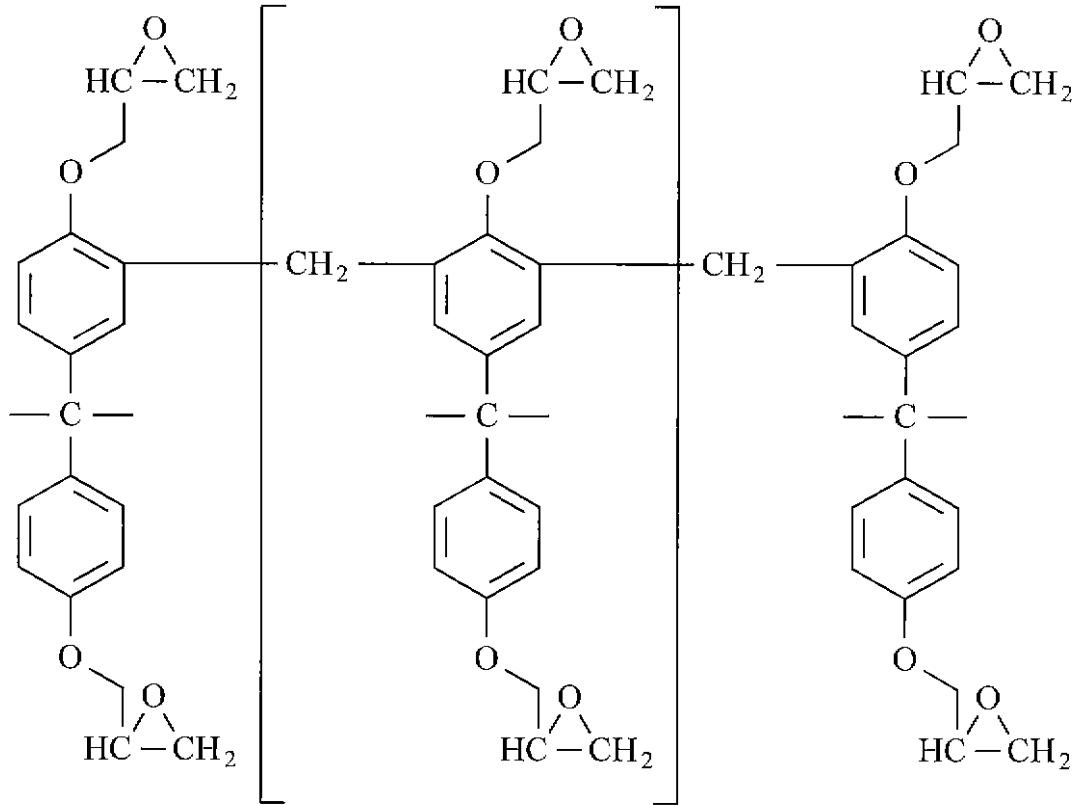
隔壁14は、光が透過する単位領域となるセル領域Zを画定する仕切部材であり、その平面形状が格子状(網目状)をなすように疎水性絶縁膜13に立設したものである。隔壁14は、その表面における極性液体15に対する接触角が20°~90°の範囲であるとよい。隔壁14を構成する材料としては、無極性液体15や極性液体16に溶解せず、かつ、反応しないことが要求され、例えばCH基を含有する分子からなるものが好適である。特に、アクリル系樹脂やエポキシ系樹脂などの高分子材料が好適である。具体的には、フォトレジスト処理によるパターンニングが可能な、光硬化型のエポキシ樹脂(化薬マイクロケム株式会社製、SU-8 3035など)が挙げられる。代表的には、化7に示した、エポキシ基を含有する分子を、化8に示した光酸発生剤によって光カチオン重合させたものが挙げられる。

30

40

## 【0028】

## 【化 7】

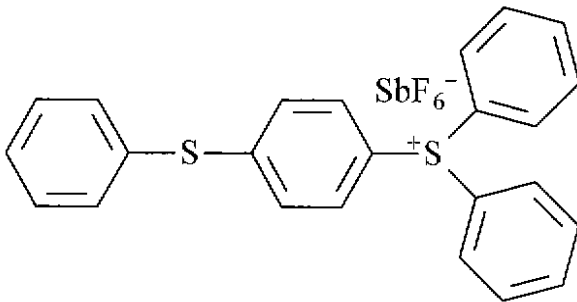


10

20

## 【 0 0 2 9 】

## 【化 8】



30

## 【 0 0 3 0 】

隔壁 1 4 は、その表面が親水化処理されたものである。親水化処理とは、隔壁 1 4 における無電界下での極性液体 1 6 に対する親和性が高まるようにその表面を改質する処理をいい、例えば隔壁 1 4 の表面への紫外線照射、酸素プラズマ照射、またはレーザー照射を行う処理である。この親水化処理により、隔壁 1 4 の表面では、例えば C - C 結合や C - F 結合よりも低い結合エネルギーを有する C - H 結合や C - O 結合が分解され、酸素含有官能基 ( - C O , - C H O , - C O O , - C O O H など ) が形成された状態となっている。

40

## 【 0 0 3 1 】

隔壁 1 4 によって区画されたセル領域 Z には、無極性液体 1 5 が保持されている。すなわち、無極性液体 1 5 は、隔壁 1 4 によって隣り合う他のセル領域 Z へ移動 ( 流出 ) しないようになっている。隔壁 1 4 は、極性液体 1 6 に対して親水性を示すと共に、無極性液体 1 5 および極性液体 1 6 に溶解等しない材料、例えば、エポキシ系樹脂やアクリル系樹脂などによって構成されることが望ましい。あるいは、隔壁 1 4 の表面が、上記材料からなる被膜によって覆われたものとするのが望ましい。そうすることで、無極性液体 1 5 の形状を安定化できるうえ、無極性液体 1 5 の流出をより確実に回避することができるからである。

50

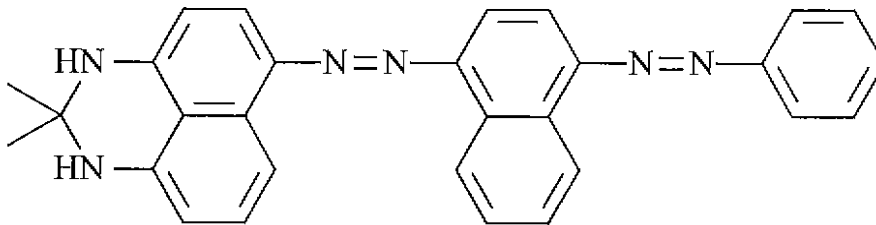
## 【0032】

無極性液体15は、ほとんど極性を有さず、かつ、電気絶縁性を示す非極性溶媒に染料または顔料を含有させたものである。非極性溶媒として、ベンゼン、トルエン、n-ヘキサン、n-オクタン、n-デカン、n-ドデカン、n-ヘキサデカン、ウンデカン、キシレン、メシチレン、ブチルベンゼン、1,1-ジフェニルエチレンなどの炭化水素系材料、あるいはシリコンオイルなどが挙げられる。また、これらの非極性溶媒の2種以上を混合して使用してもよい。さらに、無極性液体15として上記以外の液体材料を用いるようにしてもよいが、低粘度であり、かつ、極性液体16と交じり合わないことが条件となる。この無極性液体15に対して電圧を印加した場合、その直接の影響が疎水性絶縁膜13に対する濡れ性に及ぶことはほとんどない。この無極性液体15は、下部電極12と上部電極17との間に電圧を印加しない場合において、各セル領域Zにおける疎水性絶縁膜13の表面を全て覆う程度に十分な容量を有していることが望ましい。無極性液体15は所定の波長光(例えば可視光)を吸収する顔料や染料によって着色されて不透明となっている。染料または顔料は、非極性溶媒への溶解性(あるいは分散性)が高いものが好ましい。黒色の染料としては、例えば化9に示したものが好適である。また、黒色の染料または顔料として、450nm付近に吸収帯を有する材料と550nm付近に吸収帯を有する材料と650nm付近に吸収帯を有する材料とを組み合わせたものを用いてもよい。

10

## 【0033】

## 【化9】



20

## 【0034】

一方、極性液体16は、極性を有する透明な液体材料であり、例えば水のほか、塩化カリウムや塩化ナトリウムなどの電解質を溶解させた水溶液が好適である。あるいは、分子量の小さなアルコール(メチルアルコール、エチルアルコール)などを用いてもよい。さらに、極性液体16として上記以外の液体材料を用いるようにしてもよいが、低粘度であり、かつ、無極性液体15と交じり合わないことが条件となる。この極性液体16に電圧を印加すると、疎水性絶縁膜13に対する濡れ性(極性液体16と疎水性絶縁膜13との接触角)が比較的大きく変化する。

30

## 【0035】

無極性液体15および極性液体16は疎水性絶縁膜13と上部電極17との間に封入され、互いに混在することなく分離して2つの層を形成する。

## 【0036】

側壁19は、下部基板11および上部基板18と共に無極性液体15および極性液体16を密封するシール部材であり、例えばシリコンなどが好適である。光硬化型樹脂や熱硬化型樹脂を併用するようにしてもよい。

40

## 【0037】

制御部20は、液体光学素子10に対する駆動制御をおこなうものである。制御部20には、スイッチ21と電源22とが設けられている。スイッチ21は、その一方の端子が金属配線によって上部電極17と接続され、他方の端子が金属配線によって電源22および駆動素子41を介して下部電極12と接続されている。スイッチ21は、両端子の間を電氣的に接続する投入状態と、両端子の間を電氣的に切断する切断状態との2つの状態が選択可能なものである。電源22は、電圧の大きさを所定範囲内で変化させることができ

50

、かつ、任意に設定可能なものである。したがって、制御部 20 は、スイッチ 21 の操作（投入状態および切断状態を選択する操作）と、電源 22 の電圧制御とにより、下部電極 12 と上部電極 17 との間に所定の電圧を印加することができるようになっている。その際、図示しないゲートドライバによって特定のセル領域 Z の駆動素子 41 を選択して駆動することもできるようになっている。

#### 【0038】

次に、図 3 を参照して、上記のように構成された液体光学素子 10 の動作について説明する。図 3 は、液体光学素子 10 における任意のセル領域 Z を拡大して表したものである。なお、ここでは、無極性溶媒 15 として n - ドデカンなどの直鎖型炭化水素を用いた場合を例として動作を説明する。

10

#### 【0039】

まず、制御部 20 においてスイッチ 21 を切断状態とし、下部電極 12 と上部電極 17 との間に電圧を印加しない場合には、例えば図 3 (A) に示したように、無極性液体 15 が各セル領域 Z の全体を覆うように広がった状態となる。そのため、着色された無極性液体 15 によって、例えば下部基板 11 の側から照射された外部からの入射光  $L_{in}$  が遮断される。一方、制御部 20 においてスイッチ 21 を投入状態とし、下部電極 12 と上部電極 17 との間に電圧を印加した場合には、例えば図 3 (B) に示したように、極性液体 16 が疎水性絶縁膜 13 と接触するようになり、無極性液体 15 が各セル領域 Z の任意の領域

20

に集まった状態となる。そのため、例えば下部基板 11 の側から照射された外部からの光  $L_{in}$  のうち、領域 に入射する一部の光  $L_{1in}$  が無極性液体 15 によって進行を遮断される一方、領域 に入射する残りの光  $L_{2in}$  は反対側（上部基板 18 側）に透過し、透過光  $L_{2out}$  として射出することとなる。なお、このよう無極性液体 15 の挙動は、電圧印加により、極性液体 16 と疎水性絶縁膜 13 との濡れ性が変化することに起因する。詳細には、下部電極 12 と上部電極 17 との間に電圧を印加した場合、疎水性絶縁膜 13 の表面に電荷が蓄積されるので、その電荷のクーロン力によって、極性を有する極性液体 16 が疎水性絶縁膜 13 へ引き寄せられる。そのため、無極性液体 15 は、極性液体 16 によって疎水性絶縁膜 13 の表面から排除されるように移動（変形）し、結果として任意の領域 に集まることとなると考えられる。

#### 【0040】

本実施の形態では、疎水性絶縁膜 13 の表面が親水化処理されたものであるため、その上に立設する隔壁 14 は疎水性絶縁膜 13 との密着性に優れており、高精度なパターン形状を有するように形成されたものである。したがって、電圧を印加しない状態（図 3 (A)）から電圧を印加した状態（図 3 (B)）へ変化させる操作、あるいは逆の操作の際、無極性液体 15 における形状の変化や大きさの変化が安定したものとなり、電圧印加操作に対する応答性が向上するうえ、印加電圧に対する透過光量のばらつきも低減される。さらに、本実施の形態では、隔壁 14 の表面も親水化処理されたものであるため、電圧印加操作に対する無極性液体 15 および極性液体 16 の移動（変位）速度が高まり、応答性の向上が期待される。

30

#### 【0041】

なお、図 3 (B) では、最大の透過率（最大の開口率）が得られる状態を表しているが、印加電圧を調整することで無極性液体 15 の大きさを制御し、任意の透過光強度（透過率）を得ることも可能である。

40

#### 【0042】

また、無極性溶媒 15 として n - ドデカンなどの直鎖型炭化水素に加えて p - キシレンなどの芳香族炭化水素を用いた場合には、芳香族炭化水素が直鎖型炭化水素と比べて凝集力が比較的弱いので、図 4 (A) および図 4 (B) に示したような挙動を示す。すなわち、まず、制御部 20 においてスイッチ 21 を切断状態とし、下部電極 12 と上部電極 17 との間に電圧を印加しない場合には、例えば図 4 (A) に示したように、無極性液体 15 が各セル領域 Z の全体を覆うように広がった状態となる。但し、無極性溶媒 15 が芳香族炭化水素を含む場合には直鎖型炭化水素のみを含む場合よりも隔壁 14 との親和性が強い

50

ので、無極性溶媒 15 の液面が中央部よりも隔壁 14 に近い周辺部において高くなり、隔壁 14 と無極性液体 15 との接触面積が大きくなる。一方、制御部 20 においてスイッチ 21 を投入状態とし、下部電極 12 と上部電極 17 との間に電圧を印加した場合には、例えば図 4 (B) に示したように、極性液体 16 が疎水性絶縁膜 13 と接触するようになり、無極性液体 15 が隔壁 14 と接するように複数に分離し、各セル領域 Z のうちの領域に集まった状態となる。これは、無極性溶媒 15 が芳香族炭化水素を含むことで直鎖型炭化水素のみを含む場合よりも隔壁 14 との親和性が強く、かつ、凝集力が比較的に弱いからである。その結果、例えば下部基板 11 の側から照射された外部からの光  $L_{in}$  のうち、領域に入射する一部の光  $L_{2in}$  は無極性液体 15 によって進行を遮断される一方、領域に入射する残りの光  $L_{1in}$  は反対側 (上部基板 18 側) に透過し、透過光  $L_{2out}$  として射出することとなる。

10

#### 【0043】

このように、本実施の形態の液体光学素子 10 では、疎水性絶縁膜 13 の表面が親水化処理されたものであるため、隔壁 14 の寸法形状が高精度なものとなりやすい。そのため、電圧印加操作前後における無極性液体 15 の形状や大きさがそれぞれ安定化する結果、電圧印加操作に対する高い応答性を発揮し、かつ、高精度な透過光量制御が可能となる。

#### 【0044】

次に、液体光学素子 10 の製造方法について、図 5 に表したフローチャートと共に図 6 ~ 図 9, 図 12, 図 13, 図 15, 図 16 に表した断面模式図を参照して説明する。

20

#### 【0045】

まず、図 6 に示したように所定の材料からなる透明な下部基板 11 を用意し、ITO などを用いて、その下部基板 11 の上に選択的に複数の下部電極 12 を形成する (ステップ S101)。具体的には、下部基板 11 を全面に亘って ITO 膜で覆ったのち、例えばフォトリソグラフィ法により ITO 膜のパターニングを行うことで、セル領域 Z ごとに隙間 12 V を形成するようにする。その一方で、図 7 に示したように上部基板 18 の上に上部電極 17 を形成する (ステップ S102)。但し、上部電極 17 には間隙を設ける必要はない。

#### 【0046】

続いて、スピンドーティング法やディップコーティング法などの湿式法、あるいは蒸着法などの乾式法により、図 8 に示したように下部基板 11 および下部電極 12 を覆うように疎水性絶縁膜 13 を形成する (ステップ S103)。この際、疎水性絶縁膜 13 の表面が平坦になるような厚みとすることが望ましい。そののち、図 9 に示したように、酸素が存在する減圧下で酸素プラズマ P を疎水性絶縁膜 13 の表面に照射するなどして、疎水性絶縁膜 13 の表面処理 (親水化処理) を行う (ステップ S104)。具体的には、例えば酸素プラズマアッシング装置を用いて酸素プラズマ P を照射することで、比較的結合エネルギーの高い C-C 結合や C-F 結合を分解し、親水的な官能基 (C-OH など) が誘起された状態とする。より詳細には、疎水性絶縁膜 13 の表面に酸素プラズマ P を照射することで、電子と酸素分子との衝突による解離反応により、化 10 および化 11 に示したように直接的に一重項励起酸素原子  $O(^1D)$  を形成する。この場合、全ての反応において一重項励起酸素原子  $O(^1D)$  を生成するため、高濃度な励起酸素原子雰囲気形成できる。特に、減圧下で酸素プラズマ P を照射すれば、優先的に疎水性絶縁膜 13 の最表面と励起酸素原子を反応させることができるので好ましい。励起酸素原子雰囲気の形成によって疎水性絶縁膜 13 の表面における C-C 結合、C-F 結合もしくは C-O 結合などの解離反応を誘起させ、親水的な官能基 (C-OH など) を誘起させるようにする。酸素プラズマ P を照射することにより、例えば図 10 に示したように、疎水性絶縁膜 13 の表面において、酸素プラズマ P の照射時間に応じてフッ素原子に対する酸素原子の含有量比が増加する。また、酸素プラズマ P を照射することにより、例えば図 11 に示したように、酸素プラズマ P の照射時間に応じて疎水性絶縁膜 13 の表面の粗度が低下し、平坦化される。このため、疎水性絶縁膜 13 の厚みを低減しつつ、十分な絶縁性を保つことができる。

30

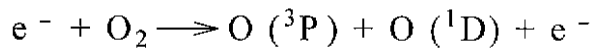
40

50

なお、疎水性絶縁膜 13 の親水化処理としては、酸素プラズマ P を照射するほか、紫外線を照射したり、157 nm 以下の波長を有する F<sub>2</sub> レーザや Ar<sub>2</sub> レーザを照射したりしてもよい。

【0047】

【化10】



10

【0048】

【化11】



【0049】

また、疎水性絶縁膜 13 の親水化処理は、その表面の全てに亘って行うのではなく、隔壁 14 が形成されることとなる領域のみを選択的に行うようにしてもよい。具体的には、複数の短冊状のスリットが平行に配置されたマスクを用いて 1 回目の酸素プラズマ照射をおこなったのち、そのマスクを平面内で 90° 回転させてから 2 回目の酸素プラズマ照射をおこなうようにすることで、格子状のパターンを有する被照射領域（被親水化処理領域）を形成することができる。このようにすれば、疎水性絶縁膜 13 上の、親水化処理がなされた領域に隔壁 14 を設けることで疎水性絶縁膜 13 と隔壁 14 との密着性を高めることができる一方で、セル領域 Z における疎水性絶縁膜 13 に対する極性液体 16 の濡れ性に影響を与えなくて済む。

20

【0050】

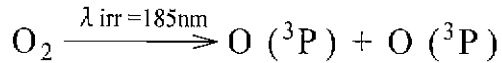
疎水性絶縁膜 13 の親水化処理を終えたのち、図 12 に示したように、疎水性絶縁膜 13 上の、下部電極 12 同士の間隙 12V に対応する位置に立設するように隔壁 14 を形成する（ステップ S105）。具体的には、例えばスピニング法により、所定の樹脂を疎水性絶縁膜 13 の上に均一に塗布したのち、図 2 に示したパターン形状となるようにパターンニングする。隔壁 14 を形成したのち、図 13 に示したように、酸素が存在する減圧下で酸素プラズマ P を隔壁 14 の表面に照射するなどして、隔壁 14 の表面処理（親水化処理）を行う（ステップ S106）。具体的には、比較的結合エネルギーの低い C-H 結合や C-O 結合のみを解離させることができ、かつ、比較的結合エネルギーの高い C-C 結合や C-F 結合を解離することのないエネルギーを隔壁 14 の表面に付与する。例えば、185 nm と 254 nm の両方の波長光を照射可能な低圧水銀灯を用いることが好ましい。低圧水銀灯によって 185 nm および 254 nm の輝線を有する紫外光を照射すると、化 12 に示したように酸素分子の解離反応が波長 185 nm (< 240 nm) の紫外光によって生じる。さらに、化 13 に示したように生成した三重項基底酸素原子が酸素分子と反応して、オゾンを生じる。オゾンは、波長 260 nm 付近に吸収帯を有し、波長 254 nm の紫外光により解離反応が生じる。化 14 に示したように、この解離反応によって一重項励起酸素原子が生成する。この励起酸素原子が紫外光により励起された隔壁 14 の表面の C-H 結合を酸化し、酸素含有官能基（-CO、-CHO、-COO、-COOH など）を形成することとなる。酸素プラズマ P を照射することにより、例えば図 14 に示したように、隔壁 14 の表面において、酸素プラズマ P の照射時間に応じて炭素原子に対する酸素原子の含有量比が増加する。なお、隔壁 14 の表面に、所定のエネルギーを有するレーザ光を照射するようにしてもよい。

30

40

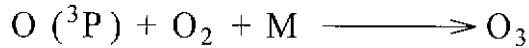
【0051】

【化 1 2】



【 0 0 5 2】

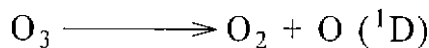
【化 1 3】



10

【 0 0 5 3】

【化 1 4】



【 0 0 5 4】

続いて図 1 5 に示したように、無極性液体 1 5 を、隔壁 1 4 で仕切られた各セル領域 Z における疎水性絶縁膜 1 3 の表面に塗布する（ステップ S 1 0 7）。さらに、図 1 6 に示したように、ステップ S 1 0 3 で作製した上部基板 1 8 に上部電極 1 7 が設けられたものを洗浄したのち、下部基板 1 1 と上部基板 1 8 とが一定の間隔となるように側壁 1 9 を介して対向配置する。そののち、疎水性絶縁膜 1 3、側壁 1 9、上部電極 1 7 で囲まれた空間に所定の注入口（図示せず）から極性液体 1 6 を充填し、注入口を封止する（ステップ S 1 0 8）。以上の手順により、応答性に優れた液体光学素子 1 0 を簡便に製造することができる。

20

【 0 0 5 5】

このように本実施の形態によれば、隔壁 1 4 を形成する前に、疎水性絶縁膜 1 3 の表面を親水化する親水化処理を行うようにしたので、疎水性絶縁膜 1 3 と、その上に立設する隔壁 1 4 との密着性を高めることができ、高精度なパターン形状を有する隔壁 1 4 を容易にかつ効率的に形成することができる。したがって、電圧を印加しない状態（図 3（A）または図 4（A））から電圧を印加した状態（図 3（B）または図 4（B））へ変化させる操作、あるいは逆の操作の際、無極性液体 1 1 5 における形状の変化や大きさの変化が安定したものとなり、電圧印加操作に対する応答性が向上するうえ、印加電圧に対する透過光量のばらつきも低減される。

30

【 0 0 5 6】

さらに、本実施の形態では、隔壁 1 4 の表面についても親水化するようにしたので、電圧印加操作に対する無極性液体 1 5 および極性液体 1 6 の移動（変位）速度を高めることができ、応答性のさらなる向上が期待できる。

【 0 0 5 7】

次に、上記した本実施の形態における液体光学素子 1 0 の具体的な利用例について説明する。

40

【 0 0 5 8】

図 1 7 は、本実施の形態における液体光学素子 1 0 を搭載した画像表示装置 3 0 の概略構成を表すブロック図である。

【 0 0 5 9】

画像表示装置 3 0 は、画像表示がなされる画像表示部 3 1 と、画像表示のための光を画像表示部 3 1 に向けて照射する光源部 3 2 と、画像表示部 3 1 の駆動制御を行う駆動部 3 3 とを備えており、光源部 3 2 から射出された光が画像表示部 3 1 を透過して視聴者に届くように構成された透過型のディスプレイである。

50

## 【0060】

光源部32は、いわゆるバックライトと称される画像表示のための光を発する機構であり、例えば、熱陰極管や冷陰極管、あるいは発光ダイオード等を有するものである。

## 【0061】

駆動部33は、外部から供給される画像情報（例えば映像信号）Jに基づいて画像表示部31の動作を制御する機構である。

## 【0062】

画像表示部31は、複数のセル領域Zがアレイ状に配置された液体光学素子10を含むものであり、光源部32と対向して配置されている。画像表示部31は、駆動部33からの制御信号Sに基づいて、光源部32からの入射光の透過量を制御する（射出光の強度を制御する）ことにより映像表示を行うようになっている。ここで、光源部32からの入射光が例えば下部基板11の側から入射するように、画像表示部31と光源部32との配置がなされている。

10

## 【0063】

このような液体光学素子10を含む画像表示装置30では、駆動部33に所定の画像情報Jを入力し、駆動部33から制御信号Sを画像表示部31に送信することで、セル領域Zごとに電圧の印加が行われる。例えば図18に示したように、3つのセル領域Z1～Z3のうちセル領域Z1、Z3に対応する上部電極17および下部電極12の間のみ電圧を印加し、無極性液体15を変形させることで、光源部32から入射光Linを照射するとセル領域Z1、Z3（のうちの領域）のみから透過光Loutを取り出すことができる。その結果、例えば光源部32が白色光を射出する場合、セル領域Z1、Z3に対応する部分が白色として表現され、一方、セル領域Z2に対応する部分が黒色として表現される。したがって、液体光学素子40全体として2値画像が表示されることとなる。なお、図18では、無極性溶媒15としてn-ドデカンなどの直鎖型炭化水素を用いた場合を例として動作を説明する。

20

## 【0064】

また、画像表示装置30では、上部電極17と下部電極12との間に印加する電圧の大きさを任意もしくは多段階に制御するなどして、各セル領域Zの透過光の強度を任意もしくは多段階に制御することで階調表現を行うこともできる。

## 【0065】

さらに、各セル領域Zにおける無極性液体15を、黒色ではなく、それぞれ赤色（R）、緑色（G）または青色（B）のいずれかに着色し、光源部32からの入射光のうち、それぞれ同色の色のみを透過するようにすることで、カラー画像を画像表示部31に表示させることもできる。あるいは、例えば上部基板18と上部電極17との間にカラーフィルタを設けることでカラー画像の表示をおこなうようにしてもよい。

30

## 【0066】

本実施の形態の画像表示装置30では、液体光学素子10における疎水性絶縁膜13の表面が親水化処理されたものであるため、隔壁14の寸法形状が高精度なものとなっている。そのため、電圧印加操作前後における無極性液体15の形状や大きさがそれぞれ安定化する結果、電圧印加操作に対する高い応答性を発揮し、かつ、高精度な透過光量制御が可能となる。したがって、透過光の高精度な制御が可能となり、より高精細な階調表現が可能となる。

40

## 【実施例】

## 【0067】

以下、本発明の具体的な実施例について説明する。

## 【0068】

## （実施例1）

実施例1として、図1などに示した液体光学素子10を以下のようにして作製した。まず、厚さ0.7mmの無アルカリ性ガラス板を下部基板11として用意し、その上に、下部電極12として100 / の面積抵抗を有するITO膜を形成した。同様に、厚さ0

50



・7 mmの無アルカリ性ガラス板を上部基板 18として用意し、その上に、上部電極 17として100 / の面積抵抗を有するITO膜を形成した。

【0069】

続いて、下部電極 12の上に、化1に示した1, 1, 2, 4, 4, 5, 5, 6, 7, 7-デカフルオロ-3-オキサ-1, 6-ヘプタジエンを6重量%含有したパーフルオロトリブチルアミン溶液をスピコート法により塗布することで、膜厚500 nmの疎水性絶縁膜 13を形成した。

【0070】

さらに、疎水性絶縁膜 13の表面を酸素プラズマアッシング装置（ダイレクトプラズマモード、対向電極方式、出力：130 W）により、30秒間に亘って親水化処理（表面改質処理）を行った。親水化処理の際、酸素プラズマアッシング装置における処理室内へ一定流量の酸素ガスを導入し、真空ポンプにより処理室内の圧力を133 Paに調節した。

【0071】

疎水性絶縁膜 13の表面の親水化処理をおこなったのち、その表面に立設するように隔壁 14を形成した。具体的には、化7に示したエポキシ基を含有する分子と、シクロペンタノンと、化8に示した光酸発生剤としてのスルホニウム塩と、プロピレンカーボネートとを9:16:1:1の重量比で混合した混合溶液を塗布したのち、選択的な露光処理、加熱処理およびプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートによる現像処理を順次行うことで格子状にパターン化された隔壁 14を得た。

【0072】

さらに、処理室内を10分間に亘って窒素置換したのち、隔壁 14の表面を、低圧水銀灯によって185 nmおよび254 nmの輝線を有する紫外光を240秒間に亘って照射することで親水化処理をおこなった。

【0073】

隔壁 14の表面処理をおこなったのち、手動または機械により、n-ドデカンとp-キシレンとの混合液へ化9に示した黒色の染料を溶解させ、無極性液体 15を作製した。この無極性液体 15を、隔壁 14によって取り囲まれたセル領域Zにおける疎水性絶縁膜 13の表面に滴下したのち、上部電極 17が設けられた上部基板 18を、側壁 19を介して下部基板 11と対向するように配置し、極性液体 16としての水を封入した。以上により、実施例 1の液体光学素子を得た。

【0074】

（実施例 2）

疎水性絶縁膜 13の表面の親水化処理を600秒間に亘っておこなうようにしたことを除き、他は実施例 1と同様にして実施例 2～5の液体光学素子を得た。

【0075】

（実施例 3）

隔壁 14の表面の親水化処理を600秒間に亘っておこなうようにしたことを除き、他は実施例 1と同様にして実施例 3の液体光学素子を得た。

【0076】

（実施例 4）

隔壁 14の表面の親水化処理を実施しなかったことを除き、他は実施例 1と同様にして実施例 3の液体光学素子を得た。

【0077】

このようにして作製した実施例 1～4の液体光学素子では、図 19の電子顕微鏡写真に示したように、隔壁 14は、寸法精度が高く、欠陥もないものとなった。これは、図 20に示したように、疎水性絶縁膜 13が親水化されたためであると考えられる。図 20は、実施例 1の条件で疎水性絶縁膜 13の表面の親水化を行う場合の、処理時間と、疎水性絶縁膜 13の表面における水およびn-ドデカンの濡れ性との関係を表したものである。詳細には、図 20(A)が処理時間(s)と、疎水性絶縁膜 13の表面における水に対する空気中での接触角(°)との関係を示し、図 20(B)が処理時間(s)と、疎水性絶縁

10

20

30

40

50

膜 1 3 の表面における n - ドデカンに対する空気中での接触角 ( ° ) との関係を示し、図 2 0 ( C ) が処理時間 ( s ) と、疎水性絶縁膜 1 3 の表面における n - ドデカンに対する水中での接触角 ( ° ) との関係を示す。図 2 0 ( A ) ~ 2 0 ( C ) の結果から、少なくとも 3 0 秒間の親水化処理を行うことで、空気中では大きな差が見られないものの、水中では n - ドデカンの接触角が大幅に上昇しており、親水化されていることがわかる。すなわち、酸素プラズマから生成した励起酸素原子によって疎水性絶縁膜 1 3 の表面が親水化されたことで、精度良く隔壁 1 4 を形成できたものと考えられる。

#### 【 0 0 7 8 】

また、図 2 1 に示したように、隔壁 1 4 の表面処理の際、低圧水銀灯による照射によって疎水性絶縁膜 1 3 における水および n - ドデカンの濡れ性は変化しないことが確認できた。一方、低圧水銀灯による照射に伴って、図 2 2 ( A ) に示したように、隔壁 1 4 の表面では、水に対する接触角および n - ドデカンに対する接触角が低下することが確認できた。また、低圧水銀灯による照射に伴って、図 2 2 ( B ) に示したように、隔壁 1 4 の表面における水中での n - ドデカンに対する接触角は、処理時間に応じて上昇し、親水化されることが確認できた。

10

#### 【 0 0 7 9 】

実施例 1 については、無極性液体 1 5 がセル領域 Z における疎水性絶縁膜 1 3 の表面を薄く全面に覆っていることが観測された。これは、適度な紫外光の照射により隔壁 1 4 の表面が親水化され、無極性液体 1 5 の存在状態を最適化することができたためと考える。実施例 1 の液体光学素子について透過率分布を測定したところ、実用上十分な透過率が得られた。さらに、実施例 1 の液体光学素子において、下部電極 1 2 および上部電極 1 7 との間に矩形波の電圧を印加したところ、電圧印加前には無極性液体 1 5 によってセル領域 Z の全面が覆われているのに対し、電圧印加後には直ちに無極性液体 1 5 がセル領域 Z のうちの所定の領域へ移動することが確認された。また、この変化は可逆的変化であることもわかった。さらに、その変化に要する時間は 5 m s 以下であり、実用上十分な応答速度であった。さらに、電圧のオンとオフとを 1 H z で 5 万回繰返したところ、応答速度や透過率などが初期の状態と殆ど変化せず、実用上十分に優れた耐久性を有していることが確認された。

20

#### 【 0 0 8 0 】

なお、実施例 2 では、疎水性絶縁膜 1 3 の表面の親水化処理時間が実施例 1 よりも長かったため、疎水性絶縁膜 1 3 と極性液体 1 6 である水との結合力が強まり、水中における n - ドデカンの接触角がやや大きくなった。このため、電圧を印加しない状態において、セル領域 Z のうち無極性液体 1 5 によって覆われない領域が生じ、コントラストがやや低下した。

30

#### 【 0 0 8 1 】

また、実施例 3 では、隔壁 1 4 の表面の親水化処理時間が実施例 1 よりも長かったため、隔壁 1 4 と極性液体 1 6 である水との結合力が強まり、電圧を印加しない状態においてセル領域 Z のうち無極性液体 1 5 によって覆われない領域が生じ、コントラストがやや低下した。

#### 【 0 0 8 2 】

また、実施例 4 では、隔壁 1 4 の表面の親水化処理を行わなかったため、実施例 1 と比較した場合、電圧印加時における無極性液体 1 5 の移動が遅く、応答速度がやや低下した。

40

#### 【 0 0 8 3 】

( 比較例 )

比較例として、疎水性絶縁膜 1 3 の表面の親水化処理を実施しなかったことを除き、他は実施例 1 と同様にして隔壁 1 4 を形成するまでの工程を実施した。しかしながら、この場合、エポキシ樹脂を含む混合溶液を塗布した段階で細かい膜の欠陥がみられ、良好な寸法精度を有する隔壁 1 4 を形成できなかった。これは、図 2 0 ( C ) に示したように、疎水性絶縁膜 1 3 の表面における n - ドデカンに対する水中での接触角が 5 ° 以下であるこ

50

とからもわかるように、疎水性絶縁膜 13 の表面へ上記の混合溶液がなじみにくいためと考える。

【0084】

このように、本実施例では、疎水性絶縁膜 13 の表面の親水化処理を実施したのち、隔壁 14 を形成するようにしたので、良好な寸法精度を有する隔壁 14 を得ることができ、無極性液体 15 の素早く安定した変形が可能な液体光学素子を作製することができた。

【0085】

さらに、上記の実施例 1 および比較例 1 と同様にして隔壁 14 を形成するまでの工程を実施して得たサンプルについて、密着性の評価をおこなった。

【0086】

ここでは、各サンプルについて、以下の 3 種類のテープ 1 ~ 3 を隔壁 14 に接着したのち剥がすことにより、隔壁 14 の状態を観察するようにした。

テープ 1 : ポリプロピレンテープ「ザ・テープ No. 86 超透明包装用テープ (大創産業株式会社製)」

テープ 2 : ポリイミド上にシリコン系の接着剤を塗布したテープ「カプトンテープ No. 650S, 厚さ 12 (株式会社タカハシ製)」

テープ 3 : 「養生用ポリエチレンクロス粘着テープ P - カットテープ建築・塗装 No. 4140 若葉 (株式会社寺岡製作所製)」

【0087】

なお、洗浄なしのソーダガラス「マイクロスライドガラス S - 1111 (松浪ガラス工業株式会社)」の表面に貼り付けたのち垂直方向に剥がす際に要する力は、テープ 1 が  $265 \text{ g/cm}^2$  であり、テープ 2 が  $135 \text{ g/cm}^2$  であり、テープ 3 が  $205 \text{ g/cm}^2$  であった。

【0088】

その結果、実施例 1 のサンプルにおいては、図 23 に示したように、テープ 1 ~ 3 のいずれによっても隔壁 14 が剥がれることはなかった。これに対し、比較例のサンプルにおいては、図 24 (A) に示したように、テープ 1 を貼り付けて剥がした箇所 (矢印 24A で示した箇所) において全面的に隔壁 14 が除去されたり、図 24 (B) に示したように、テープ 1 を貼り付けて剥がした箇所 (矢印 24B で示した箇所) において部分的に隔壁が除去されたりする結果となった。この結果、隔壁 14 を形成する前に疎水性絶縁膜 13 の表面の親水化処理を実施することで、良好な密着性が得られることが確認できた。

【0089】

以上、いくつかの実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態等に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、液体光学素子を画像表示装置に適用した場合について説明したが、本発明の用途はこれに限定されるものではない。例えば光学絞りなど、他のデバイスにも応用可能である。

【0090】

また、上記実施の形態では、液体光学素子が複数のセル領域を有するようにしたが、これに限定されるものはなく、単一のセル領域を有するものであってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図 1】本発明の一実施の形態に係る液体光学素子の全体構成を表す断面図である。

【図 2】図 1 に示した液体光学素子の全体構成を表す平面図である。

【図 3】図 1 に示した液体光学素子の動作を説明するための概略図である。

【図 4】図 1 に示した液体光学素子の動作を説明するための他の概略図である。

【図 5】図 1 に示した液体光学素子の製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図 6】図 1 の液体光学素子の製造方法を説明するための断面模式図である。

【図 7】図 6 に続く工程を説明するための断面模式図である。

【図 8】図 7 に続く工程を説明するための断面模式図である。

【図 9】図 8 に続く工程を説明するための断面模式図である。

10

20

30

40

50

【図 10】図 1 に示した液体光学素子の疎水性絶縁膜の表面における、酸素プラズマの照射時間と、フッ素原子に対する酸素原子の含有量比との関係を表す特性図である。

【図 11】図 1 に示した液体光学素子の疎水性絶縁膜における、酸素プラズマの照射時間と、表面粗度との関係を表す特性図である。

【図 12】図 9 に続く工程を説明するための断面模式図である。

【図 13】図 12 に続く工程を説明するための断面模式図である。

【図 14】図 1 に示した液体光学素子の隔壁の表面における、酸素プラズマの照射時間と、炭素原子に対する酸素原子の含有量比との関係を表す特性図である。

【図 15】図 13 に続く工程を説明するための断面模式図である。

【図 16】図 15 に続く工程を説明するための断面模式図である。

【図 17】本発明の一実施の形態に係る液体光学素子を有する画像表示装置の全体構成を表すブロック図である。

【図 18】図 17 に示した画像表示装置に搭載される液体光学素子の動作を説明するための概略図である。

【図 19】実施例 1 としての液体光学素子における隔壁の平面形状を表す電子顕微鏡写真である。

【図 20】実施例 1 における、疎水性絶縁膜の親水化処理時間と、疎水性絶縁膜の表面における水および n - ドデカンの濡れ性との関係を表す特性図である。

【図 21】実施例 1 における、隔壁の親水化処理時間と、疎水性絶縁膜の表面における水および n - ドデカンの濡れ性との関係を表す特性図である。

【図 22】実施例 1 における、隔壁の親水化処理時間と、隔壁の表面における水および n - ドデカンの濡れ性との関係を表す特性図である。

【図 23】実施例 1 における密着性試験の結果を表す説明図である。

【図 24】比較例 1 における密着性試験の結果を表す説明図である。

【符号の説明】

【0092】

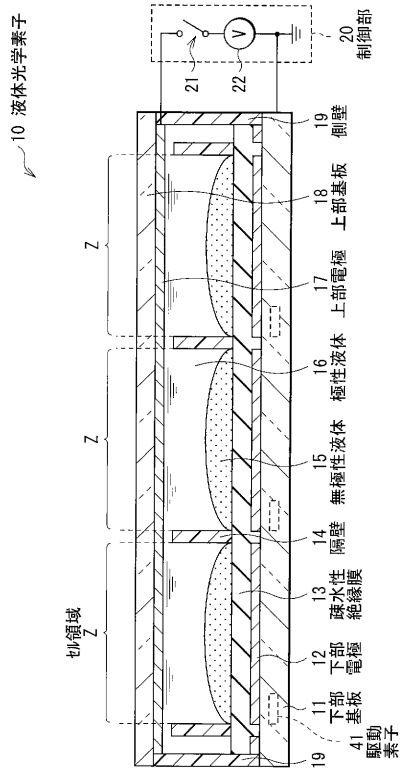
10 ... 液体光学素子、11 ... 下部基板、12 ... 下部電極、13 ... 疎水性絶縁膜、14 ... 隔壁、15 ... 無極性液体、16 ... 極性液体、17 ... 上部電極、18 ... 上部基板、19 ... 側壁、20 ... 制御部、21 ... スイッチ、22 ... 電源、30 ... 画像表示装置、31 ... 画像表示部、32 ... 光源部、33 ... 駆動部、41 ... 駆動素子、Z ... セル領域。

10

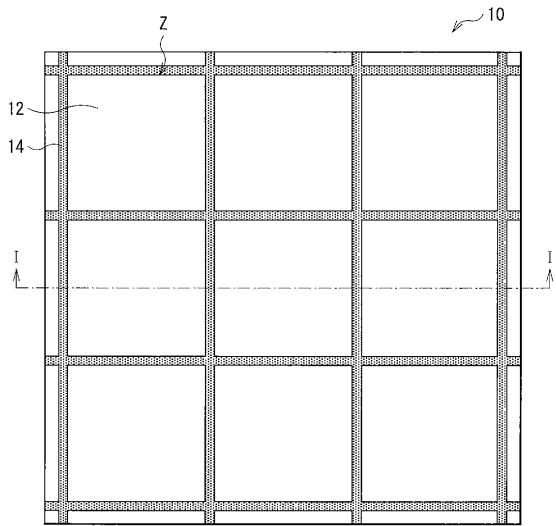
20

30

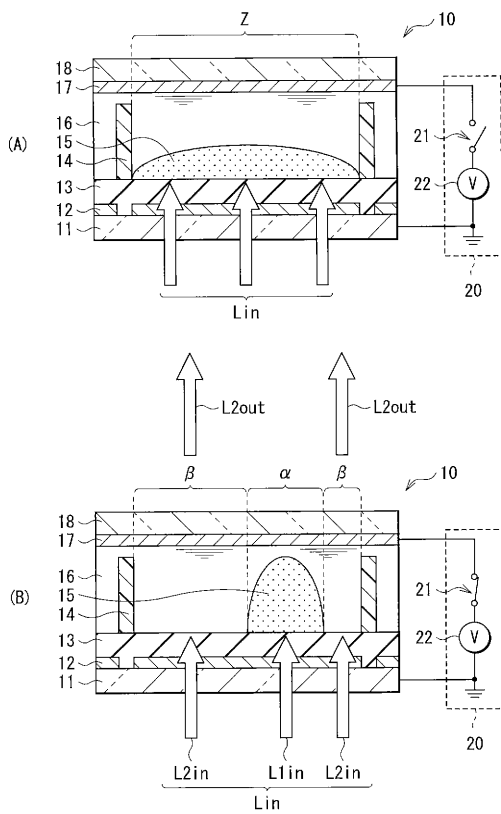
【 図 1 】



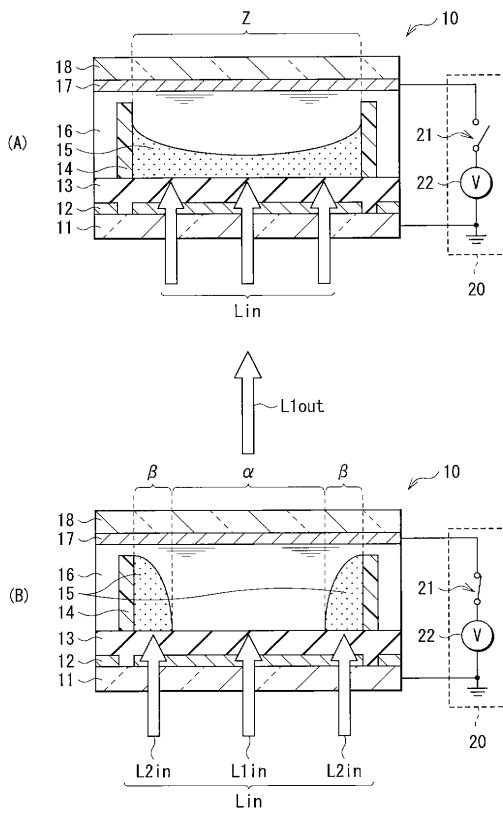
【 図 2 】



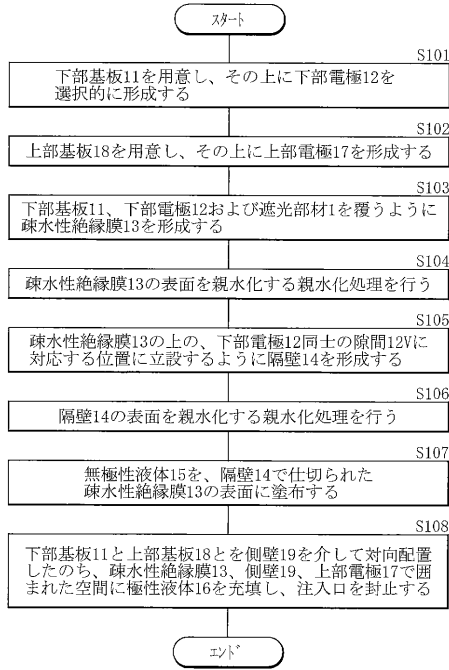
【 図 3 】



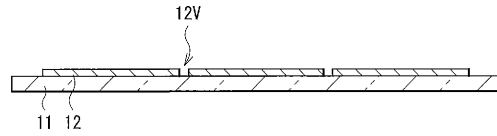
【 図 4 】



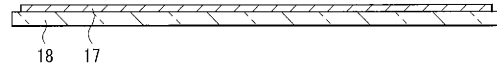
【 図 5 】



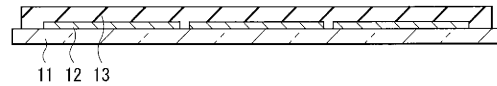
【 図 6 】



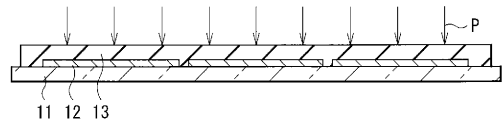
【 図 7 】



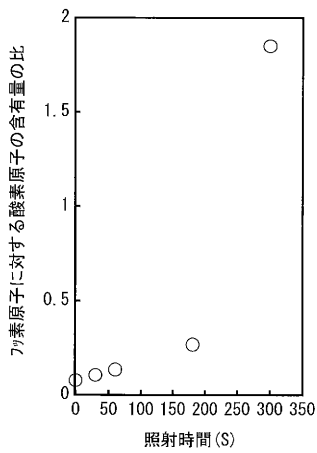
【 図 8 】



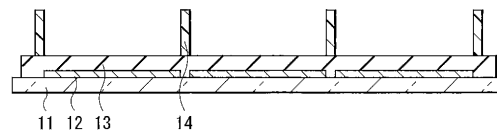
【 図 9 】



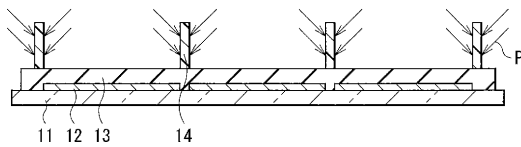
【 図 1 0 】



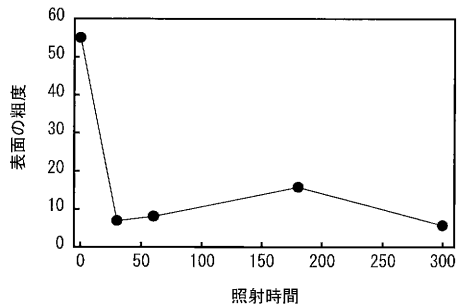
【 図 1 2 】



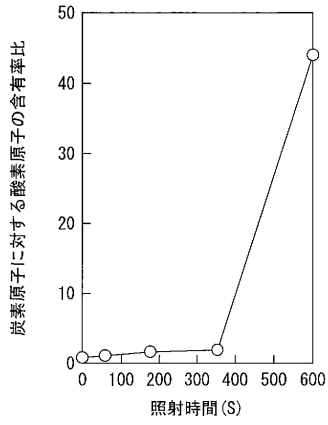
【 図 1 3 】



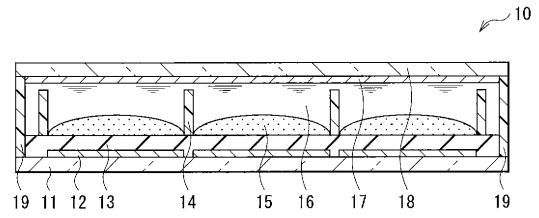
【 図 1 1 】



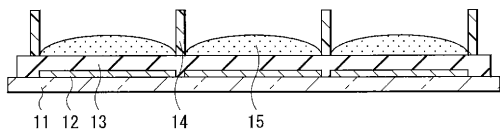
【 図 1 4 】



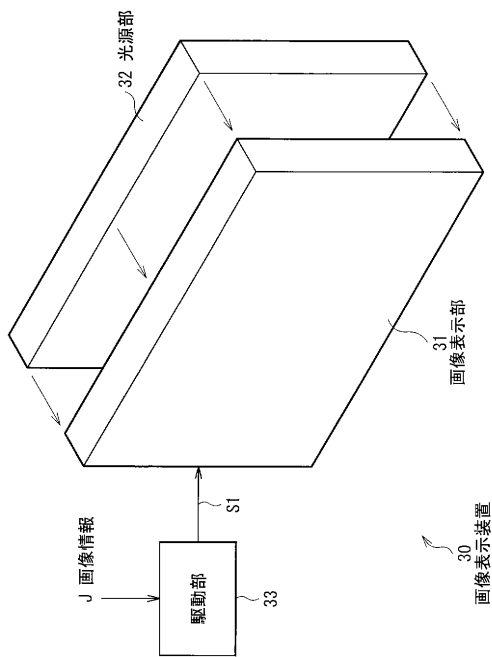
【 図 1 6 】



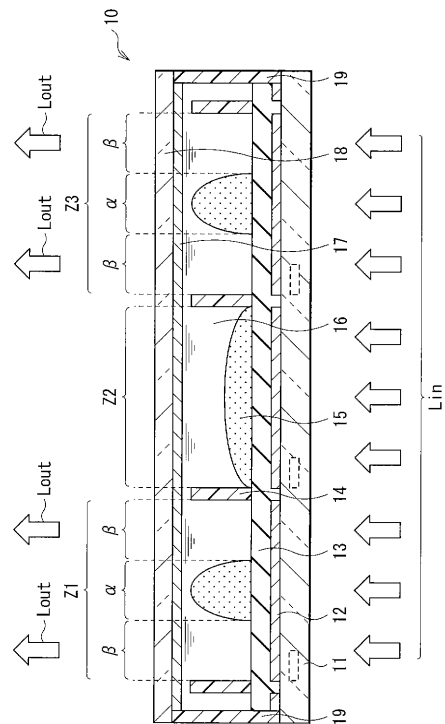
【 図 1 5 】



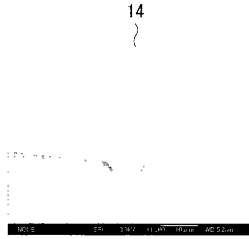
【 図 1 7 】



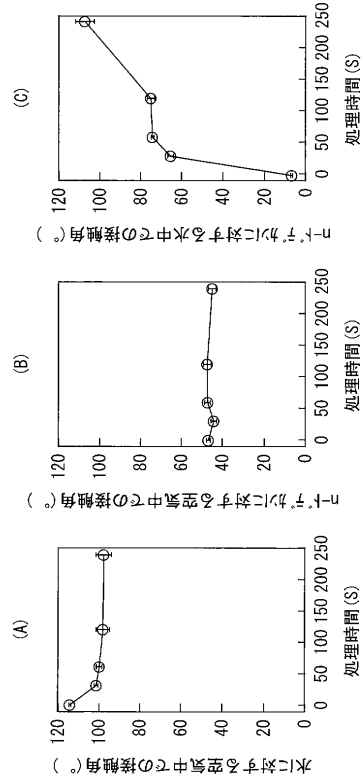
【 図 1 8 】



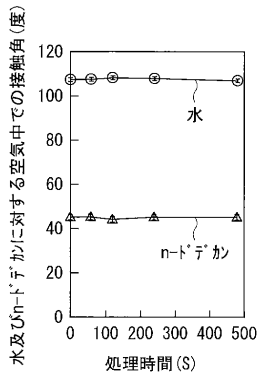
【 図 1 9 】



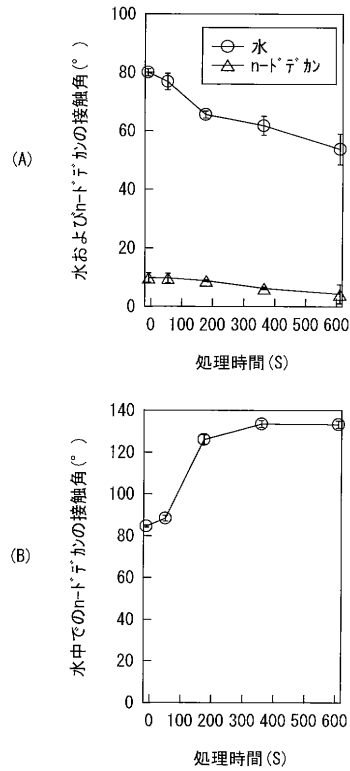
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】

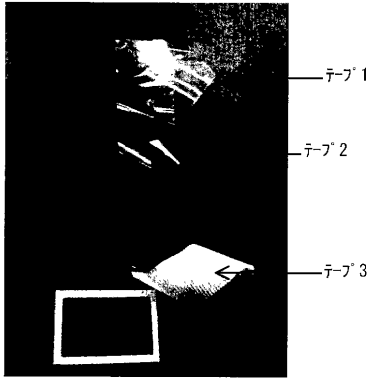


【 図 2 2 】





【 図 2 3 】



【 図 2 4 】

