

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5539612号  
(P5539612)

(45) 発行日 平成26年7月2日 (2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日 (2014.5.9)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 2 F 1/1337 (2006.01)  
 C 2 3 C 14/10 (2006.01)  
 C 2 3 C 14/24 (2006.01)  
 C 2 3 C 16/42 (2006.01)

G 0 2 F 1/1337 5 1 5  
 C 2 3 C 14/10  
 C 2 3 C 14/24 U  
 C 2 3 C 16/42

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2007-83127 (P2007-83127)  
 (22) 出願日 平成19年3月27日 (2007.3.27)  
 (65) 公開番号 特開2007-286617 (P2007-286617A)  
 (43) 公開日 平成19年11月1日 (2007.11.1)  
 審査請求日 平成22年3月4日 (2010.3.4)  
 審判番号 不服2013-4744 (P2013-4744/J1)  
 審判請求日 平成25年3月12日 (2013.3.12)  
 (31) 優先権主張番号 10-2006-0033677  
 (32) 優先日 平成18年4月13日 (2006.4.13)  
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)  
 (31) 優先権主張番号 10-2006-0129412  
 (32) 優先日 平成18年12月18日 (2006.12.18)  
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(73) 特許権者 512187343  
 三星ディスプレイ株式会社  
 Samsung Display Co.,  
 Ltd.  
 大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路95  
 95, Samsung 2 Ro, Gih  
 eung-Gu, Yongin-City  
 , Gyeonggi-Do, Korea  
 (73) 特許権者 506309168  
 延世大学校 産学協力団  
 大韓民国ソウル特別市西大門区新村洞13  
 4 延世大学校  
 (74) 代理人 110000408  
 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 配向膜の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化シリコン (S i O x) 薄膜からなり、633nmの波長を有する光に対する屈折率は前記 x が小さくなるほど大きくなり、

前記酸化シリコン薄膜上で液晶を垂直方向に配列させる場合には、前記 x が 1 . 5 ~ 2 . 0 であり、前記屈折率が 1 . 8 より小さい前記酸化シリコン薄膜を形成し、

前記酸化シリコン薄膜上で液晶を水平方向に配列させる場合には、前記 x が 1 . 0 ~ 1 . 5 であり、前記屈折率が 1 . 8 より大きい前記酸化シリコン薄膜を形成する配向膜の製造方法において、

前記酸化シリコン薄膜は、一酸化シリコン又は二酸化シリコンを用いた物理蒸着方法によって形成され、

前記屈折率が 1 . 8 より大きい前記酸化シリコン薄膜の形成は、前記屈折率が 1 . 8 より小さい前記酸化シリコン薄膜の形成に比べて、初期圧力と作業圧力を低くすることを特徴とする配向膜の製造方法。

【請求項 2】

前記酸化シリコン薄膜は、平らな表面を有することを特徴とする請求項 1 に記載の配向膜の製造方法。

【請求項 3】

前記酸化シリコン薄膜の表面粗さの 2 乗平均粗さの値は 3 n m 以下であることを特徴とする請求項 2 に記載の配向膜の製造方法。

10

20

**【請求項 4】**

前記酸化シリコン薄膜上で液晶を垂直方向に配列させる場合には、前記  $x$  を  $1.65 \sim 1.75$  にすることを特徴とする請求項 2 に記載の配向膜の製造方法。

**【請求項 5】**

前記液晶の誘電率異方性は  $-3.9 \sim -1.0$  であることを特徴とする請求項 1 に記載の配向膜の製造方法。

**【請求項 6】**

前記酸化シリコン薄膜上で液晶を垂直方向に配列させる場合には、前記  $x$  を  $1.65$  より大きく  $2.0$  より小さくすることを特徴とする請求項 1 に記載の配向膜の製造方法。

**【請求項 7】**

前記酸化シリコン薄膜は、 $50 \text{ nm} \sim 300 \text{ nm}$  の厚さを有することを特徴とする請求項 1 に記載の配向膜の製造方法。

**【請求項 8】**

前記酸化シリコン薄膜は、 $90 \text{ nm} \sim 110 \text{ nm}$  の厚さを有することを特徴とする請求項 7 に記載の配向膜の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、配向膜とこれを製造する方法及び前記の配向膜が使用された液晶表示装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

液晶表示装置は、液晶を用いて映像を表示する。液晶表示装置は二枚の基板とその間に挟持された液晶を含む。液晶は、その配列方向を変更しながら、光を透過するか、或いは遮断し、それにより所望の映像を表示する。液晶の配列方向は、液晶表示装置の液晶に隣接するように、二枚の基板上に配置された配向膜によって左右される。配向膜によって液晶は一定の方向性を有して配列でき、例えば液晶は配向膜に対して垂直、又は水平に配列される。

**【0003】**

配向膜は有機膜として形成できる。有機配向膜は印刷法を用いてポリイミド系列の物質を二枚の基板上にそれぞれ塗布して薄膜を形成した後、薄膜を熱処理して形成できる。しかしながら、有機配向膜は熱的、化学的安定性が落ちる問題がある。従って最近では熱的、化学的安定性に優れた無機配向膜を開発するための研究が進められている。

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

本発明の技術的課題は、熱的及び化学的に安定した無機配向膜を提供するところにある。

**【0005】**

本発明の他の技術的課題は、前記の無機配向膜を製造する方法を提供するところにある。

**【0006】**

本発明のさらなる他の技術的課題は、熱的及び化学的に安定した無機配向膜を用いた液晶表示装置を提供するところにある。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

上記課題を解決するために、本発明の一実施形態による配向膜は酸化シリコン ( $\text{SiO}_x$ ) 薄膜からなる。 $x$  は  $1.5$  より大きく  $2.0$  より小さく、酸化シリコン薄膜は酸化シリコン薄膜上で液晶を垂直方向に配列する。

**【0008】**

酸化シリコン薄膜の屈折率は、 $1.0 \sim 1.8$  であることが望ましく、液晶の誘電率異方性は  $-3.9 \sim -1.0$  であることが望ましい。

10

20

30

40

50

## 【0009】

本発明の他の実施形態による配向膜は、酸化シリコン（ $\text{SiO}_x$ ）薄膜からなり、 $x$ が1.0より大きくて1.5より小さく、酸化シリコン薄膜上で液晶を水平方向に配列する。

## 【0010】

前記の実施形態において、酸化シリコン薄膜は平らな表面を有する。具体的には、薄膜はその表面の2乗平均粗さ（RMS）が3nm以下になるように形成してもよい。

## 【0011】

上記他の課題を解決するための、本発明の実施形態による配向膜の製造方法は、工程物質を提供し、工程物質を用いて基板上に酸化シリコン（ $\text{SiO}_x$ ）薄膜を形成することを含む。酸化シリコン薄膜は、 $x$ が1.5より大きくて2.0より小さく、酸化シリコン薄膜上で液晶が垂直方向に配列するように形成される。

10

## 【0012】

酸化シリコン薄膜を形成する場合、酸化シリコンは、基板に対して垂直な方向に形成される。また、酸化シリコン薄膜を形成する場合において、酸化シリコンは化学気相蒸着法（CVD）や物理蒸着法（PVD）で形成してもよい。

## 【0013】

上記さらなる他の課題を解決するための、本発明の実施形態による液晶表示装置は、二枚の基板と液晶及び配向膜を含む。二枚の基板は、互いに対向するように結合される。液晶は、二枚の基板の間に配列される。配向膜は、二枚の基板上にそれぞれ形成される。配向膜は、酸化シリコン（ $\text{SiO}_x$ ）薄膜からなり、 $x$ が1.5より大きくて2.0より小さく、酸化シリコン薄膜上で液晶は二枚の基板と垂直な方向に配列される。

20

## 【発明の効果】

## 【0014】

本発明によれば、酸化シリコン薄膜を用いて液晶表示装置の配向膜が形成される。酸化シリコン薄膜は透明性に優れ、熱的、化学的、物理的安定性を有する長所がある。

## 【0015】

また、酸化シリコン薄膜の構成比を調節して、液晶が垂直又は水平に配列するようにしてもよい。液晶を所定の方に配列する場合において、構成比の外に酸化シリコン薄膜の表面形状のような物理的要因を考慮する必要がなく、化学気相蒸着法を用いて大型表示装置用配向膜も容易に製造できる長所がある。

30

## 【0016】

さらに、前記酸化シリコン薄膜の構成比または厚さを調節して液晶表示装置の透過率を上させてもよい。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0017】

以下、添付した図面を参照して本発明の好適な実施形態を詳細に説明する。但し、本発明は、以下で開示される実施形態に限定されるものではなく、相異なる多様な形態で実現されるものである。本実施形態は、本発明の開示が完全となり、当業者に発明の範疇を完全にするために提供されるものである。当業者であれば、本発明の技術的思想や必須的な特徴を変更せずに他の具体的な形態で実施し得ることを理解することができる。したがって、上述した好適な実施形態は、例示的なものであり、限定的なものではない。また、下記実施形態と共に提示した図面において、層及び領域の大きさは、明確な説明を強調するために簡略化し、或いは多少誇張したものである。図面上の同一の参照符号は、同一の構成要素を示すものとする。

40

## 【0018】

図1A及び図1Bは、それぞれ互いに異なる実施形態による本発明の配向膜を示した断面図である。

## 【0019】

図1A及び図1Bを参照すると、基板1上に酸化シリコン（ $\text{SiO}_x$ ）薄膜からなる配向膜2が配置される。配向膜2上には、液晶3が配列される。基板1は、例えば、液晶表示

50

装置の表示装置用の透明な絶縁基板が用いられる。液晶 3 は、長辺と短辺の長さが異なる楕円形の断面を有する。

【 0 0 2 0 】

以下、液晶 3 の配列方向を説明するに際して、長辺の長手方向を基準とする。液晶 3 の配列方向は、酸化シリコンを構成するシリコンと酸素間の構成比によって変わる。構成比は、酸化シリコンを化学式  $\text{SiO}_x$  で表示したとき、「1 : x」で表示される値（以下、「構成比」及び「x」の両者は同一の意味として用いる。）である。

【 0 0 2 1 】

図 1 A に示すように、前記 x が 1 . 5 ~ 2 . 0 の値を有するとき液晶 3 は垂直方向に配列される。図 1 B に示すように、x が 1 . 0 ~ 1 . 5 の値を有するとき液晶 3 は水平方向に配列される。前記のように、x 値によって異なるように液晶 3 の配列方向が調節できることは次の通りの実験とこれを分析した結果から説明できる。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、相異なる条件下で形成された三つのサンプル用薄膜の形成条件を示した表である。

【 0 0 2 3 】

図 2 を参照すると、サンプル用薄膜は、物理蒸着方法（PVD）で形成された酸化シリコン薄膜であり、各サンプル毎に工程チェンバー内部の初期圧力と作業圧力及び酸素流量が異なる。第 1 のサンプル S 1 は、第 2 及び第 3 のサンプル S 2、S 3 に比べて低い初期圧力と作業圧力の条件下で形成される。前記のように工程チェンバー内部の初期圧力及び作業圧力が低ければ、工程チェンバー内部に酸素が不足して第 1 のサンプルでは酸化シリコンの x を小さくすることができると予測できる。一方、第 3 のサンプル S 3 は、第 2 のサンプル S 2、S 3 に比べて、初期圧力は同一であるが、作業中工程チェンバー内部に一定量の酸素が流入された状態で形成される。従って、第 3 のサンプル S 3 は第 2 のサンプル S 2 に比べて x を大きくすることができると推測できる。

【 0 0 2 4 】

図 3 は、三つのサンプル用薄膜の成分分析結果のグラフである。

【 0 0 2 5 】

第 1 ~ 第 3 のサンプル S 1、S 2、S 3 は、結合エネルギーの強度を測定して各サンプルに存在する結合  $\text{Si-Si}$ 、 $\text{Si-O}$ 、 $\text{Si-O}_2$ 、 $\text{Si-O}_3$ 、 $\text{Si-O}_4$  の種類とその比率を分析したものである。これから第 1 ~ 第 3 のサンプル S 1、S 2、S 3 における酸化シリコンの構成比が分かり、その結果、酸化シリコン  $\text{SiO}_x$  における x 値はそれぞれ第 1 のサンプル S 1 が 1 . 3 2 2 であり、第 2 のサンプル S 2 が 1 . 6 5 8 であり、第 3 のサンプル S 3 が 1 . 7 2 6 である。分析結果は第 1 ~ 第 3 のサンプル S 1、S 2、S 3 の工程条件にしたがって予測した結果と一致する。

【 0 0 2 6 】

図 4 A ~ 図 4 C は、三つのサンプル用薄膜についての顕微鏡分析写真である。

【 0 0 2 7 】

図 4 A は、三つのサンプル用薄膜の液晶組織を観察した写真である。二枚の偏光シートは、液晶と薄膜を挟んで、偏光シートの吸収軸（図 4 A において矢印で表示）が相互に垂直になるように配置される。図 4 A において、二枚の偏光シートのそれぞれの吸収軸が 0 度と 9 0 度で配置された場合と 4 5 度と 1 3 5 度で配置された場合についての写真がそれぞれ左側の列と右側の列に分けて提供している。

【 0 0 2 8 】

図 4 A を参照すると、第 1 のサンプル S 1 の場合、光が二枚の偏光シートの間を透過して液晶組織を観察できる。第 2 及び第 3 のサンプル S 2、S 3 の場合、光が二枚の偏光シートの間を通過できないため液晶組織を観察できない。上記の結果として、第 1 のサンプル S 1 の場合、液晶が光に対して一定の位相変化を与えることに比べて、第 2 及び第 3 のサンプル S 2、S 3 の場合、液晶が光に対してどのような位相変化も与えることができないことが分かる。これらの結果から、第 1 のサンプル S 1 は液晶が垂直に配列するように作

10

20

30

40

50

用しないが、第2及び第3のサンプルS2、S3は、液晶が垂直に配列するように作用することが分かる。

【0029】

図4Bは、三つのサンプル用薄膜表面についての平面拡大写真であり、図4Cは三つのサンプル用薄膜の垂直断面の拡大写真である。

【0030】

図4B及び図4Cを参照すると、第1～第3のサンプルS1、S2、S3は上側に突出するか、或いは波形の構造となっている部分を除き、凸凹の構造のない平らな表面を有する。但し、酸化シリコンの構成比によって、平らな程度に差があり、第1のサンプルS1が第2及び第3のサンプルS2、S3に比べてより平らな表面を有する。

10

【0031】

平面度についての定量的分析のために表面粗さを測定したとき、表面の2乗平均粗さの値は第1のサンプルS1が1.067nmであり、第2のサンプルS2が1.304nmであり、第3のサンプルS3が1.348nmである。第1～第3のサンプルS1、S2、S3は全て表面の2乗平均粗さの値が全て2nm以下で平らな表面を有する。

【0032】

一般的に、表面粗さの2乗平均粗さの値が大略3nm以下である場合、薄膜の表面は平面である。これに比べて、表面の2乗平均粗さの値が一定以上になると表面が凸凹して表面に屈曲された凸凹が形成され、このような凸凹は液晶の配列方向に影響を及ぼす。

【0033】

20

図5は、一般的な配向膜における配向原理を説明する図面である。

【0034】

図5を参照すると、所定の配向膜2'表面に凸凹が形成され、液晶3'は凸凹の間で物理的に固定されて所定の方向に傾斜して配列される。このように屈曲した表面を有する配向膜を用いて液晶を所望の方向に配列できるため、従来の無機配向膜はこのような原理を用いて液晶を垂直や水平方向又は傾斜した方向に配列した。

【0035】

第1～第3のサンプルS1、S2、S3において、第1のサンプルS1を除いた第2及び第3のサンプルS2、S3のみが液晶を垂直方向に配列する。ところで、図4B及び図4Cに示すように、第1～第3のサンプルS1、S2、S3間の物理的形状に差はない。従って、第1のサンプルS1とは違って、第2及び第3のサンプルS2、S3のみが液晶を垂直に配列することは、薄膜の表面形状による物理的要因とは関係がないことが分かる。

30

【0036】

前記のように薄膜の形状による物理的要因を除外すると、第2及び第3のサンプル(S2、S3)で液晶を垂直方向に配列させる他の化学的要因にファンデルワールス力が考えられる。ファンデルワールス力は、一定距離離隔された分子間に作用する力でファンデルワールス力によるポテンシャルエネルギーは次の通りの式1で表現できる。

【0037】

【数1】

40

$$V = - \frac{\lambda}{r^6}$$

(出典：Minhua

Lu, "Liquid Crystal Orientation Induced by Van Der Waals Interaction", Jap. J. Appl. Phy. Vol. 43, pp. 8156, 2004.)

【0038】

互いに離隔した液晶と配向膜について式1を適用すれば、rは液晶と配向膜間の離隔距離を示し、λは液晶と配向膜のそれぞれの分極率の積で次の通りの式2で表現できる。

50

【 0 0 3 9 】

【 数 2 】

$$\lambda \propto \int \alpha_1(\omega) \alpha_2(\omega) d\omega$$

( 出典：前記式 1 と同一 )

【 0 0 4 0 】

$\alpha_1(\omega)$  は配向膜の分極率であり、 $\alpha_2(\omega)$  は液晶の分極率であり、 $\lambda$  は液晶と配向膜を通過する光の周波数を示す。

【 0 0 4 1 】

式 1 及び式 2 は次の通り分析できる。例えば液晶を特定の物性を有する一種類で特定し、液晶が配向膜上で垂直に配列されていると仮定した場合、式 2 で  $\alpha_2(\omega)$  は  $\alpha_1(\omega)$  による変化を除外すれば定数に看做することができる。 $\alpha_1(\omega)$  は、配向膜の構成比によって変わる値で、 $\alpha_2(\omega)$  が固定されたとき、 $\alpha_1(\omega)$  によってポテンシャルエネルギーが変わる。

【 0 0 4 2 】

この場合、式 2 で  $\alpha_1(\omega)$  の値が大きくなるほど  $\alpha_2(\omega)$  が大きくなり、式 1 で  $\alpha_2(\omega)$  が大きくなるほどポテンシャルエネルギーは小さくなる。熱力学的にポテンシャルエネルギーが小さくなるほどより安定的な状態を示すことを勘案すれば、 $\alpha_1(\omega)$  が大きい値を有するということは液晶がより安定的に垂直配列できることを意味する。

【 0 0 4 3 】

前記のような前提下で、酸化シリコン ( $\text{SiO}_x$ ) 薄膜で  $x$  が大きくなるほどポテンシャルエネルギーが小さくなることは次の通り定性的に把握できる。酸化シリコン薄膜における原子間結合はシリコン対シリコン間結合 ( $\text{Si-Si}$ ) とシリコンと酸素間結合 ( $\text{Si-O}$ ) に区分される。 $x$  が大きいほど酸化シリコン薄膜における  $\text{Si-O}$  結合数が  $\text{Si-Si}$  結合数に比べて増加する。これは第 1 ~ 第 3 のサンプル S 1、S 2、S 3 の成分分析のための図 3 のグラフでも確認できる。

【 0 0 4 4 】

図 3 を再度参照すると、第 1 のサンプル S 1 には  $\text{Si-Si}$  結合が存在するが、第 2 及び第 3 のサンプル S 2、S 3 には  $\text{Si-Si}$  結合が存在しない。 $\text{Si-Si}$  結合は、同一原子間結合で無極性を示すが、一方、 $\text{Si-O}$  結合は異なる原子間結合で酸素がシリコンに比べて電気陰性度が大きいので極性を示すようになる。

【 0 0 4 5 】

前記のように、 $x$  が増加する毎に酸化シリコン薄膜に極性結合の数が増加する。その結果、外部電界印加時において、正 (+) と負 (-) に分極される程度を示す分極率が大きくなり、式 1 及び式 2 から分極率が大きいほど液晶はより安定的に配向膜上で垂直に配列できる。

【 0 0 4 6 】

第 1 のサンプル S 1 における  $x$  は 1.322 で 1.5 より小さく、第 2 及び第 3 のサンプル S 2、S 3 における  $x$  は 1.658 と 1.726 で 1.5 より大きい。これから、酸化シリコン薄膜において  $x$  が 1 に近いほど分極率が減少して水平配向特性が優勢になり、 $x$  が 2 に近いほど分極率が増加して垂直配向特性が優勢であることが分かる。従って、1 と 2 の中間値である 1.5 を基準に、 $x$  が 1.5 より大きければ液晶を垂直に配列し、 $x$  が 1.5 より小さければ液晶を水平に配列できる。但し、垂直配向の場合、望ましくは、第 2 及び第 3 のサンプル S 2、S 3 における  $x$  値を含むように  $x$  は 1.65 ~ 1.75 範囲で設定されることが望ましい。

【 0 0 4 7 】

前記のような定性的分析の外に次の通り定量的に第 1 ~ 第 3 のサンプル S 1、S 2、S 3 における分極率を計算できる。

【 0 0 4 8 】

特定媒質における分極率は次の式 3 で表現できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

【 数 3 】

$$\frac{4\pi\alpha N}{3} = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 1} V$$

(出典 :

10

J.N.Israelachvili, "Intermolecular and Surface forces", Academic Press.  
1991)

【 0 0 5 0 】

は、媒質の分極率であり、Nはアボガドロ数であり、nは媒質の屈折率であり、Vは媒質のモル体積を示す。式3を用いて第1～第3のサンプル(S1、S2、S3)の分極率を計算するには、第1～第3のサンプル(S1、S2、S3)における屈折率を測定しなければならない。

【 0 0 5 1 】

図6は、三つサンプル用薄膜についての屈折率の測定結果のグラフである。

【 0 0 5 2 】

20

図6で横軸は、媒質を通過する光の波長を示し、縦軸は波長についての屈折率を示す。図6には、第1～第3のサンプルS1、S2、S3についての屈折率の測定値外に比較対象としてのシリカSiO<sub>2</sub>の屈折率を示している。

【 0 0 5 3 】

図6を参照すると、第1のサンプルS1を除いて波長が増加するほど屈折率が減少する。但し、第1のサンプルS1も波長が非常に短い領域を除いた可視光線領域380nm～770nmでは第2及び第3のサンプルS2、S3と類似した傾向を示す。

【 0 0 5 4 】

同一の波長では、xが小さくなるほど屈折率が大きくなる。例えば赤色を示す波長633nmの光について第1のサンプルS1の屈折率は1.8564であり、第2のサンプルS2の屈折率は1.6041であり、第3のサンプルS3の屈折率は1.5695であり、シリカの屈折率は1.4551である。

30

【 0 0 5 5 】

屈折率と式3を用いれば第1～第3のサンプルS1、S2、S3の分極率が計算できる。計算結果は、第1のサンプルS1の分極率は1.841であり、第2のサンプルS2の分極率は2.378であり、第3のサンプルS3の分極率は1.726である。結果によれば、酸化シリコン薄膜のxが大きくなるほど分極率も大きくなり、これは定性的に分析した結果と符合する。

【 0 0 5 6 】

前述したように、式2についての定性的分析のために、液晶は第1～第3のサンプルS1、S2、S3の全てにおいて共通であると仮定した。しかしながら、液晶表示装置において、配向膜に優れた垂直配向特性を有しても液晶の物性によっては液晶が垂直に配列できない。

40

【 0 0 5 7 】

図7は、同一配向膜上で液晶の誘電率異方性の差による液晶表示装置の光の透過の可否を測定した写真である。

【 0 0 5 8 】

配向膜は、第3のサンプルに対応する酸化シリコン薄膜(x = 1.726)が用いられ、液晶は誘電率異方性( )がそれぞれ-2.0、-3.8、-4.0である液晶が用いられた。二枚の偏光板は、液晶及び薄膜を挟んで偏光板の吸収軸が相互に垂直になるよう

50

に配置される。前記の場合、液晶が配向膜に対して垂直に配列されると、ブラック状態になり暗く表示される。図 7 に示すように、液晶の誘電率異方性が  $-2.0$ 、 $-3.8$  である場合にブラック状態を示す場合に比べて、液晶の誘電率異方性が  $-4.0$  である場合は光漏洩が発生している。

#### 【0059】

従って、液晶を垂直に配列するためには、誘電率異方性が  $-4.0$  より少ない液晶が用いられることが望ましい。また、垂直配向された液晶の場合、液晶は電界に対して垂直な方向に配列されるように負の誘電率異方性を有しなければならない。従って、液晶は  $-4.0$  より大きく  $0$  より小さい範囲の誘電率異方性を有しなければならない。誘電率異方性が限りなく  $0$  に近くなると、液晶表示装置の動作が低下するため、誘電率異方性が  $-3.9 \sim -1.0$  程度範囲である液晶が望ましい。

10

#### 【0060】

図 8 は、配向膜の屈折率による配向特性変化を示すグラフである。

#### 【0061】

図 8 で横軸は配向膜の屈折率を示し、縦軸は配向膜と液晶の間の界面における界面エネルギー変化を示す。縦軸の界面エネルギー変化 ( $\Delta E / E_0$ ) は垂直方向の界面エネルギー (液晶が垂直方向に配列された場合) ( $E_1$ ) と水平方向の界面エネルギー (液晶が水平方向に配列された場合) ( $E_2$ ) の差 ( $E_1 - E_2$ ) を一定の値 ( $E_0$ ) に分けて標準化したものである。屈折率と界面エネルギー変化グラフは式 1 及び式 2 と前記の数式が提示された Minhua Lu の論文に基づいた計算結果として導びかれたものである。

20

#### 【0062】

図 8 を参照すると、配向膜の屈折率が  $1.8$  より小さい領域で界面エネルギー変化は負の値を有し、配向膜の屈折率が  $1.8$  より大きい領域で界面エネルギー変化は正の値を有する。界面エネルギー変化が負の値 ( $\Delta E / E_0 < 0$ ) を有することは、垂直方向の界面エネルギー ( $E_1$ ) が水平方向の界面エネルギー ( $E_2$ ) より小さいことを示す。これは、液晶が垂直方向に配列されたときは液晶は熱力学的に安定した状態であることを示すため、配向膜の屈折率が  $1.8$  以下である領域においては液晶は垂直に配列される傾向を有する。逆に、界面エネルギー変化が正の値 ( $\Delta E / E_0 > 0$ ) を有する領域で液晶は水平に配列される傾向を有する。

#### 【0063】

30

前記のような分析は、第 1 ～ 第 3 のサンプル S 1、S 2、S 3 による実験結果とも符合する。図 8 に示すように、第 1 ～ 図 3 のサンプル S 1、S 2、S 3 を各屈折率 (それぞれ  $1.8564 / 1.604 / 1.569$ ) にしたがって前記グラフに表示すれば、第 1 のサンプル S 1 は水平配向領域に位置し、第 2 及び第 3 のサンプル S 2、S 3 は垂直配向領域に位置する。

#### 【0064】

式 3 で調べたように、配向膜の屈折率は配向膜の分極率と関係がある。また、分極率は配向膜を構成する酸化シリコンの構成比と関係があるため、配向膜の垂直又は水平配向特性は配向膜を構成する酸化シリコンの構成比に関連することが再度確認できる。

#### 【0065】

40

以下、前記のような配向膜を製造する方法について調べる。

#### 【0066】

図 9 A 及び第 9 B は、それぞれ相異なる実施形態による本発明の配向膜製造方法を説明する図面である。

#### 【0067】

図 9 A を参照すると、配向膜は化学気相蒸着法によって製造してもよい。工程対象基板 1 は工程チェンバー 10 内部に移送されてステージ 9 上に設置される。工程チェンバー 10 内部に工程物質 20 が提供される。工程物質 20 は基板 1 に反応物質 21 と反応物質 21 を運搬する運搬ガスを含む。運搬ガスは基板 1 が移送された方向と同じ方向に工程チェンバー 10 内部で移動する。運搬ガスが移動するとき反応物質 21 は、基板 10 の表面に移

50

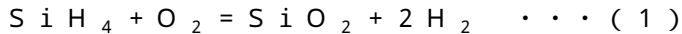


動する。基板 10 表面で反応物質 21 は拡散しながら反応する。その結果蒸着される物質の核が生成され、核が成長しながら薄膜に蒸着する。

【0068】

酸化シリコン薄膜製造時には多様な反応物質 21 を用いてもよい。例えば、シラン ( $\text{SiH}_4$ ) と酸素 ( $\text{O}_2$ ) を用いて、次の化学式 1 によって酸化シリコン薄膜が形成される。

【0069】



【0070】

この場合、シラン ( $\text{SiH}_4$ ) と酸素 ( $\text{O}_2$ ) の濃度を調節すれば基板 1 上に形成される配向膜の酸化シリコン構成比を調節できる。すなわち、垂直配向膜形成時には酸素濃度を高めて酸化シリコン構成比を 1 : 1.5 より大きくし、水平配向膜形成時には酸素濃度を低めて酸化シリコン構成比を 1 : 1.5 より小さくする。

10

【0071】

化学気相蒸着法によれば、配向膜は基板上に垂直に蒸着されて平らな表面を有する。従来は、配向膜表面が凸凹を有するようにして液晶が必要な方向に配列されるようにしていたため、配向膜形成において、化学気相蒸着法は適用されにくかった。しかしながら、配向膜が平らな表面を有しても酸化シリコンの構成比を調節して液晶を垂直や水平に配列できる現段階では化学気相蒸着法を適用できる。化学気相蒸着法を適用すれば、大型表示装置に用いられる大面積を有する配向膜も容易に形成できる。

20

【0072】

図 9B を参照すると、配向膜は物理蒸着方法によって製造してもよい。工程対象基板 1 が工程チェンバー 10 内部に移送されてステージ 9 上に設置される。工程物質 30 は、基板 1 の中心で基板 1 に対して垂直に離隔した位置の供給源 35 に備えられる。供給源 35 は、加熱手段が備えられ、工程物質 30 を加熱して気化させる。気化は、固体の工程物質 30 が気体で昇華するか、或いは液体の工程物質 30 が気体で蒸発する場合の全て含む。気化された工程物質 31 は、基板 1 側に移動して付着し、基板 1 上に配向膜が形成される。

【0073】

酸化シリコン薄膜製造時に多様な工程物質 30 を用いてもよい。例えば、一酸化シリコン ( $\text{SiO}$ ) や二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) 粉末を用いてもよい。この場合、工程チェンバー 10 内部での作業圧力を調節し、必要な場合別途の酸素を供給して、基板 1 上に形成される配向膜の酸化シリコン構成比を調節してもよい。

30

【0074】

図 9B に示すように、供給源 35 が基板 1 の中心で基板 1 に対して垂直に設けられると、配向膜は基板 1 上に垂直に蒸着されて平らな表面を有する。従来は配向膜表面が凸凹を有するようにして液晶を所望の方向に配列していたため、供給源 35 が基板 1 の中心で傾斜して配置される四方蒸着法が用いられた。四方蒸着法は傾斜する角度に関する精密制御が要求される問題点がある。しかしながら、配向膜が平らな表面を有しても酸化シリコンの構成比を調節して液晶を垂直や水平に配列できる現段階では前記のような問題点を有する四方蒸着法は不要である。

40

【0075】

以上、例示的な観点で化学気相蒸着法と物理蒸着方法を用いた配向膜の製造方法を調べたが、それ以外にもスパッタリングやその他の薄膜製造方法を全て適用してもよい。以下では前記の方法で製造された配向膜を有する液晶表示装置について調べる。

【0076】

図 10 は、本発明の実施形態による液晶表示装置の断面図である。

【0077】

図 10 を参照すると、液晶表示装置は、互いに対向する第 1 の基板 100 と第 2 の基板 200 を備えている。第 1 の基板 100 には、映像を表示する最小単位を規定する画素領域を含む。第 1 及び第 2 の基板 100、200 の間には液晶 300 が配列されている。液晶

50

300の配列方向を制御するため、第1及び第2基板100、200上にはそれぞれ透明電極310と配向膜320が形成されている。第1基板100に形成された透明電極310は、各画素領域ごとに分離するように形成された画素電極110に該当する。第2基板200の上に形成された透明電極310は、第2基板200の全体の表面を覆う共通電極210に該当する。配向膜320は画素電極110と共通電極210上にそれぞれ形成される酸化シリコン薄膜からなる第1及び第2配向膜120、220を含んでいる。

【0078】

配向膜320を構成する酸化シリコン薄膜( $\text{SiO}_x$ )の $x$ が1.5~2.0の範囲内の値を有する場合、液晶300は第1及び第2基板100、200に対して垂直に配列される。

10

【0079】

第1及び第2の基板100、200の外側にはそれぞれ第1及び第2の偏光板150、250が付着しており、第1及び第2の偏光板150、250はそれぞれの吸収軸が相互間で垂直になるように配置されている。液晶表示装置はオフ状態で液晶300が第1及び第2の基板100、200に対して垂直に配列されている。

このような状態において、第1偏光板150に入射された光は一方向に偏光された後、第2の偏光板250で吸収され、液晶表示装置はブラック状態になる。

【0080】

液晶表示装置はオン状態において、画素電極110と共通電極210にそれぞれ異なった電圧が印加される。異なった電圧が印加されると、第1及び第2の基板100、200の間に垂直方向に電界が形成され、液晶300に印加される。液晶300はマイナスの誘電率異方性を有し、電界に対して垂直な方向に傾くように配列される。液晶300が傾くように配列されている状態で第1偏光板150に入射された光は一方向に偏光された後、液晶300を通りながら位相変化が発生して前記第2の偏光板250を通過する。前記第2の偏光板250を通過した光は外部に映像を表示する。前記動作において、液晶表示装置は表示される映像に対応するように電界の強さを調節し、最大の電界が形成された場合に、液晶表示装置は一番明るいホワイト状態になる。

20

【0081】

図示ないが、第1及び第2の配向膜120、220において前記 $x$ が1~1.5の値を有する場合、液晶300は水平に配列される。液晶300はプラスの誘電率異方性を有し、液晶表示装置は電界が印加されなかった場合に、ホワイト状態になり、電界により液晶300が第1及び第2基板に対して垂直に配列されれば、ブラック状態になる。

30

【0082】

上記した構造及び動作において、配向膜320の成分及び厚さは液晶表示装置の輝度に影響を及ぼす。下述するように、本実施形態による液晶表示装置は最大の透過率を示すように、その成分及び厚さが調節される。

【0083】

図11は図10の液晶表示装置において波長による反射率変化を示すグラフである。

【0084】

図11を参照すると、透明電極310のない第1の場合a1と透明電極310が形成された第2の場合a2は波長による反射率に差がある。第1の場合a1の反射率は4%程度として一定であるが、第2の場合a2は500nm以下の波長範囲において反射率が20%まで増加する。透明電極310が画素電極311に該当する場合、第1偏光板150を透過した光が最大20%反射し消耗するため、液晶表示装置において表示される映像の輝度が最大20%まで減少する。透明電極310は酸化インジウム亜鉛(indium zinc oxide)や酸化インジウムスズ(indium tin oxide)で形成され、上記した材質の透明電極310での反射率は配向膜320の材質及び厚さによって変えてもよい。

40

【0085】

図12は、図10の液晶表示装置における配向膜が多様な構成比を有する場合における波

50

長に応じた透過率の変化を示すグラフである。

【0086】

図12において、b0は透明電極310と配向膜320が用いられていない場合(b0)の透過率を示し、b1~b7は透明電極310とそれぞれ互いに異なる構成比の酸化シリコン( $\text{SiO}_x$ )を有する配向膜320が用いられている場合の透過率を示す(b1、 $x = 1.13/b2$ 、 $x = 1.27/b3$ 、 $x = 1.46/b4$ 、 $x = 1.65/b5$ 、 $x = 1.70/b6$ 、 $x = 1.83/b7$ 、 $x = 1.89$ )。

【0087】

図12を参照すると、概して酸化シリコンの構成比 $x$ が増加するほど、液晶表示装置の透過率が増加するようになる。このような結果は、 $x$ が増加するほど、配向膜320の吸収係数が減少するためである。例えば、 $x$ が増加するほど、配向膜320は透明性を有するガラス( $\text{SiO}_2$ )に近似になるため、その透過率が高くなる。一方、前記 $x$ が減少するほど、配向膜320は透明性を有するガラス( $\text{SiO}_2$ )と反対の傾向を有するようになるため、その透過率は低くなる。

【0088】

液晶表示装置において映像を表示するのに用いられる光は可視線に該当する。したがって、好ましい配向膜320の構成比は可視光線に該当する波長範囲で高い透過率を有する。図12に示すように、ほぼ前記構成比が1.65以上の場合(b4、b5、b6、b7)に、液晶表示装置は可視線に該当する波長範囲である380nm~770nm範囲で90%に達する高い透過率を示す。

【0089】

図13Aは図10の液晶表示装置において多様な厚さの配向膜に対する波長に対応する透過率の変化を示すグラフであり、図13Bは図13Aにおいて多様な厚さの配向膜に対する可視光線波長範囲における累積透過率を示すグラフである。

【0090】

図13A及び図13Bにおいて、c0はポリイミドのような有機配向膜が100nm厚さで形成された場合の透過率を示し、c1~c5は透明電極310とそれぞれ互いに異なる厚さを有する酸化シリコン( $\text{SiO}_x$ )配向膜320が用いられた場合の透過率を示す(c1、107nm/c2、120nm/c3、170nm/c4、220nm/c5、280nm)。

【0091】

図13Aを参照すると、有機配向膜が用いられた場合、透過率が100%に到達されないが、酸化シリコン( $\text{SiO}_x$ )配向膜320が用いられた場合は、ほぼその透過率が100%を超過する。ここにおいて、透過率は配向膜が用いられず、透明電極310のみが用いられた場合を基準に相対的な透過率を示す。したがって、有機配向膜が用いられた場合の透過率は有機配向膜が用いられない場合より減少する。酸化シリコン( $\text{SiO}_x$ )配向膜320が用いられた場合の透過率は配向膜320が用いられない場合より増加する。前記増加する程度は波長の範囲によって変わる。

【0092】

図13Bを参照すると、可視光線領域の波長範囲に対する透過率を合算した累積透過率は酸化シリコン( $\text{SiO}_x$ )配向膜320が用いられた場合が有機配向膜が用いられた場合に比較してほぼ7%程度増加する。また、同一の酸化シリコン( $\text{SiO}_x$ )配向膜320が用いられた場合も配向膜320の厚さによって透過率の増加分が変わる。概して、100nm程度の厚さを有する配向膜320で液晶表示装置の透過率が最大になる。また、200nm以上の範囲では配向膜320の厚さが増加するほど透過率は減少する。

【0093】

このような結果から、配向膜320は50nm~300nm範囲の厚さを有することが好ましい。配向膜320はその厚さが薄すぎるほど、液晶300を所定の方に配列しにくい。したがって、配向膜320は液晶300の配列を容易に制御するために最小50nm以上の厚さを有することが好ましい。また、配向膜320の厚さが厚ければ、透過率が減

10

20

30

40

50

少するため、

配向膜 320 は液晶表示装置が少なくとも 100% の透過率を有することができる適正の厚さを有することが好ましい。例えば、図 13B からの結果と誤差の範囲を考慮して、配向膜 320 は、ほぼ 300 nm 以下の厚さを有することが好ましい。

【0094】

図 14 は図 10 の液晶表示装置において最適の透過率を示すための透明電極の厚さと配向膜の厚さとの間の相関関係を示すグラフである。

【0095】

図 14 を参照すると、液晶表示装置において最適の透過率を示すための透明電極 310 と配向膜 320 の厚さとの間にはほぼ逆比例する傾向を有する。すなわち、透明電極 310 の厚さが厚くなるほど、高透過率を示すための配向膜 320 の適正の厚さは減少するようになる。

【0096】

透明電極 310 の厚さは液晶表示装置によって多少変えることができるが、図 14 に提示された厚さの範囲を大きく逸脱しない。したがって、透明電極 310 との関係を考慮したら、上記した透明電極 310 の厚さの範囲に対応するように配向膜 320 は 70 nm ~ 110 nm 厚さの範囲を有することが望ましい。ただ、図 13B において、配向膜 320 が 100 nm 程度の厚さの範囲を有する場合に、液晶表示装置の透過率が最大になったことを考慮すれば、配向膜 320 は、前記 70 nm ~ 110 nm 厚さの範囲のうちほぼ 100 nm 程度に該当する 90 nm ~ 110 nm 範囲の厚さを有することがさらに好ましい。

【0097】

以上、例示的な観点でいくつかの実施形態を述べたが、当該技術分野の通常の知識を有する当業者であれば、特許請求の範囲に記載された本発明の技術的思想及び領域から外れない範囲内で本発明を多様に修正及び変更させることができることを理解できる。

【図面の簡単な説明】

【0098】

【図 1A】相異なる実施形態による本発明の配向膜を示した断面図である。

【図 1B】相異なる実施形態による本発明の配向膜を示した断面図である。

【図 2】相異なる条件下で形成された三つのサンプル用薄膜の形成条件を示した表である。

【図 3】三つのサンプル用薄膜の成分分析の結果を示すグラフである。

【図 4A】三つのサンプル用薄膜についての顕微鏡分析写真である。

【図 4B】三つのサンプル用薄膜についての顕微鏡分析写真である。

【図 4C】三つのサンプル用薄膜についての顕微鏡分析写真である。

【図 5】一般的な無機配向膜における配向原理を説明する図面である。

【図 6】三つサンプル用薄膜についての屈折率測定結果を示すグラフである。

【図 7】同一配向膜上で液晶の誘電率異方性の差による液晶表示装置の光の透過の有無を測定した写真である。

【図 8】配向膜の屈折率による配向特性変化を示すグラフである。

【図 9A】相異なる実施形態による本発明の配向膜製造方法を説明する図面である。

【図 9B】相異なる実施形態による本発明の配向膜製造方法を説明する図面である。

【図 10】本発明の実施形態による液晶表示装置の断面図である。

【図 11】図 10 の液晶表示装置において波長に対応する反射率の変化を示すグラフである。

【図 12】図 10 の液晶表示装置において様々な構成比の配向膜に対する波長に対応する透過率の変化を示すグラフである。

【図 13A】図 10 の液晶表示装置において様々な厚さの配向膜に対する波長に対応する透過率の変化を示すグラフである。

【図 13B】図 13A において様々な厚さの配向膜に対する可視光線波長範囲における累積透過率を示すグラフである。

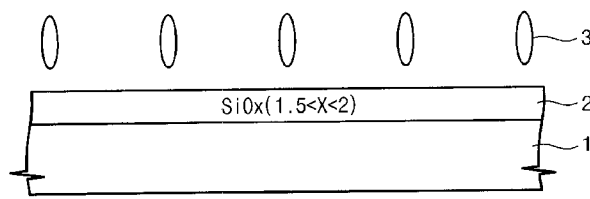
【図 1 4】図 1 0 の液晶表示装置において最適の透過率を示すための透明電極の厚さと配向膜の厚さとの間の相関関係を示すグラフである。

【符号の説明】

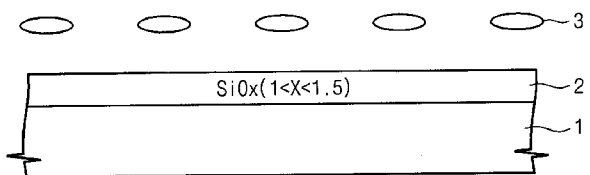
【 0 0 9 9 】

- 1 基板
- 2 配向膜
- 3 液晶

【図 1 A】



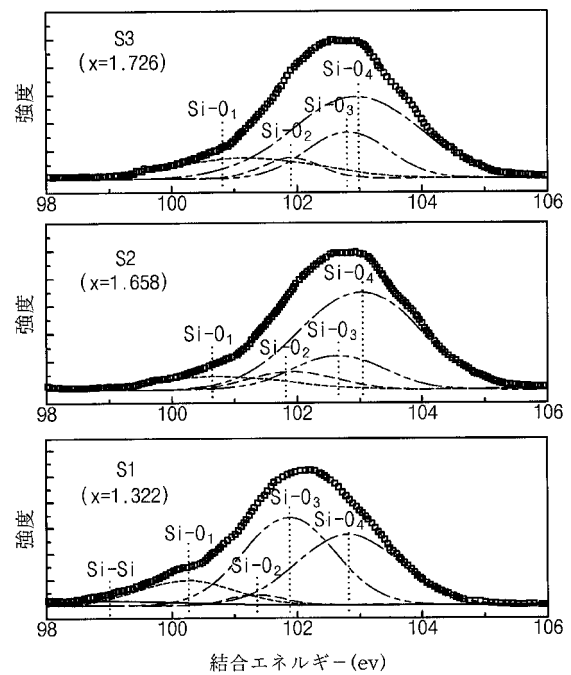
【図 1 B】



【図 2】

サンプル	初期圧力	作業圧力	酸素流量
S1	$1.0 \times 10^{-6}$ Torr	$7.8 \times 10^{-7}$ Torr	-
S2	$5.2 \times 10^{-6}$ Torr	$2.3 \times 10^{-5}$ Torr	-
S3	$5.2 \times 10^{-6}$ Torr	$1.0 \times 10^{-4}$ Torr	2 SCCM

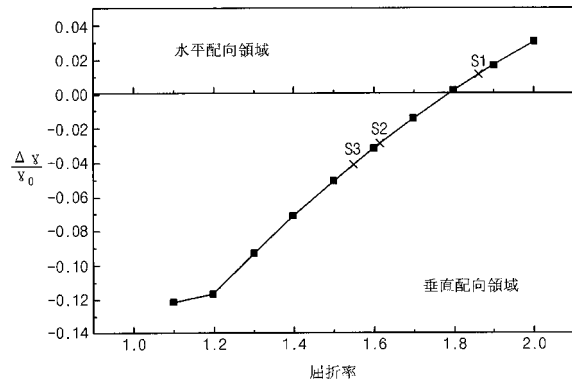
【図 3】



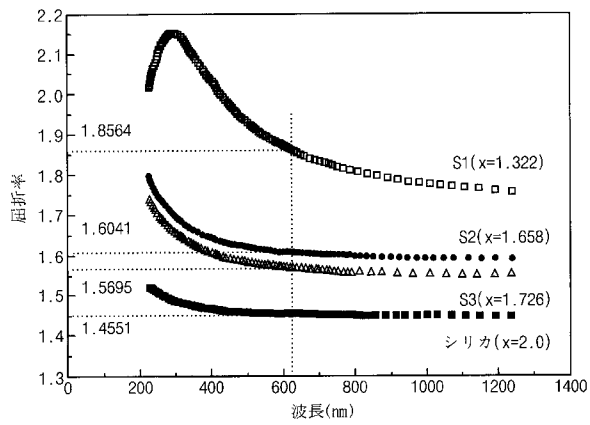
【図 5】



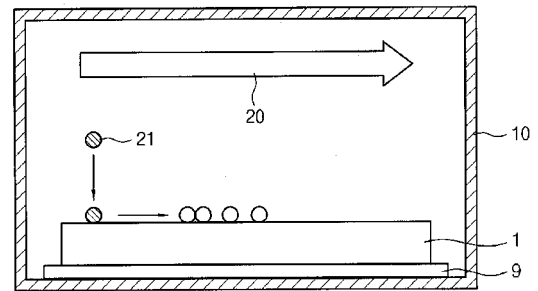
【図 8】



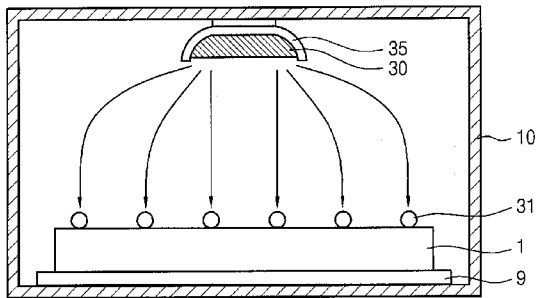
【図 6】



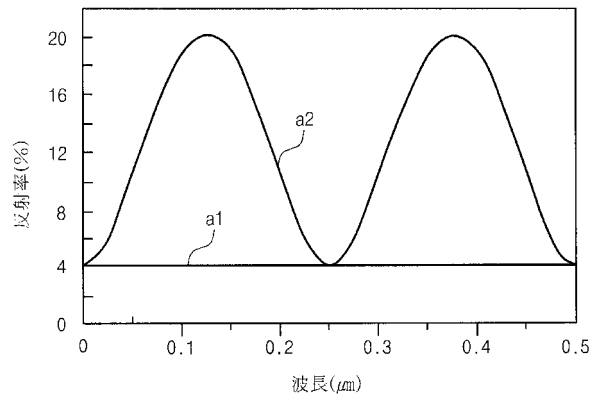
【図 9 A】



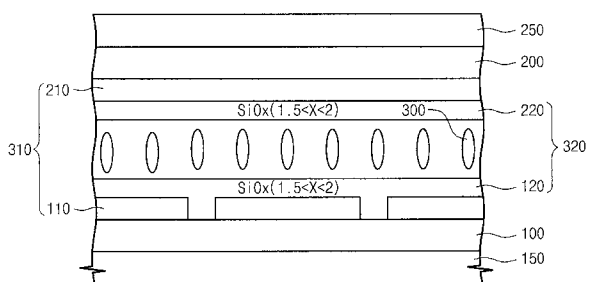
【図 9 B】



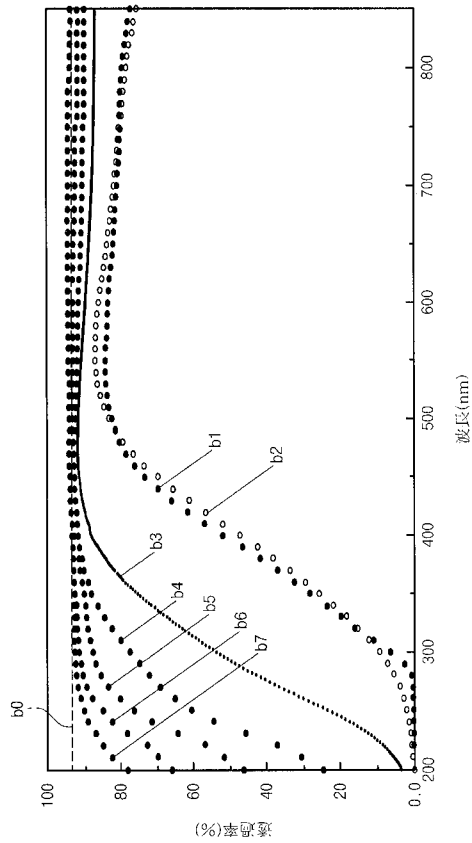
【図 11】



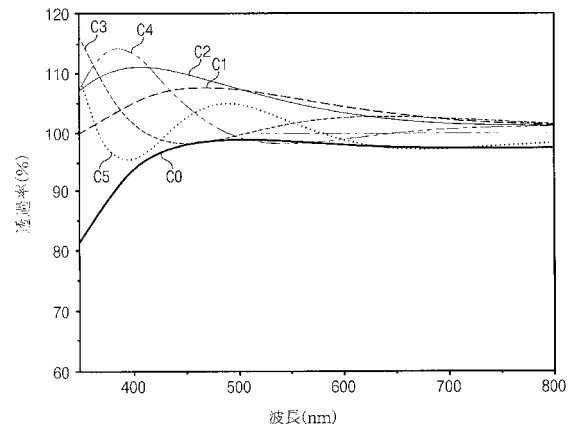
【図 10】



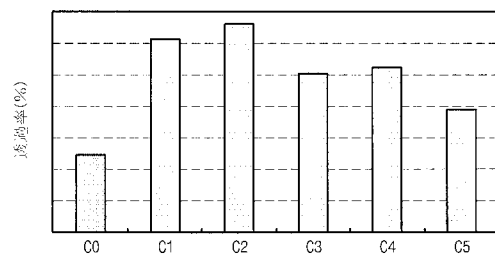
【図 1 2】



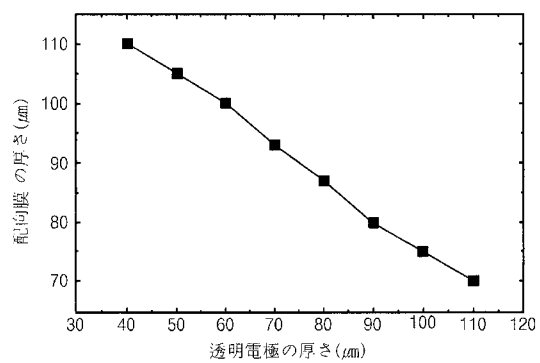
【図 1 3 A】



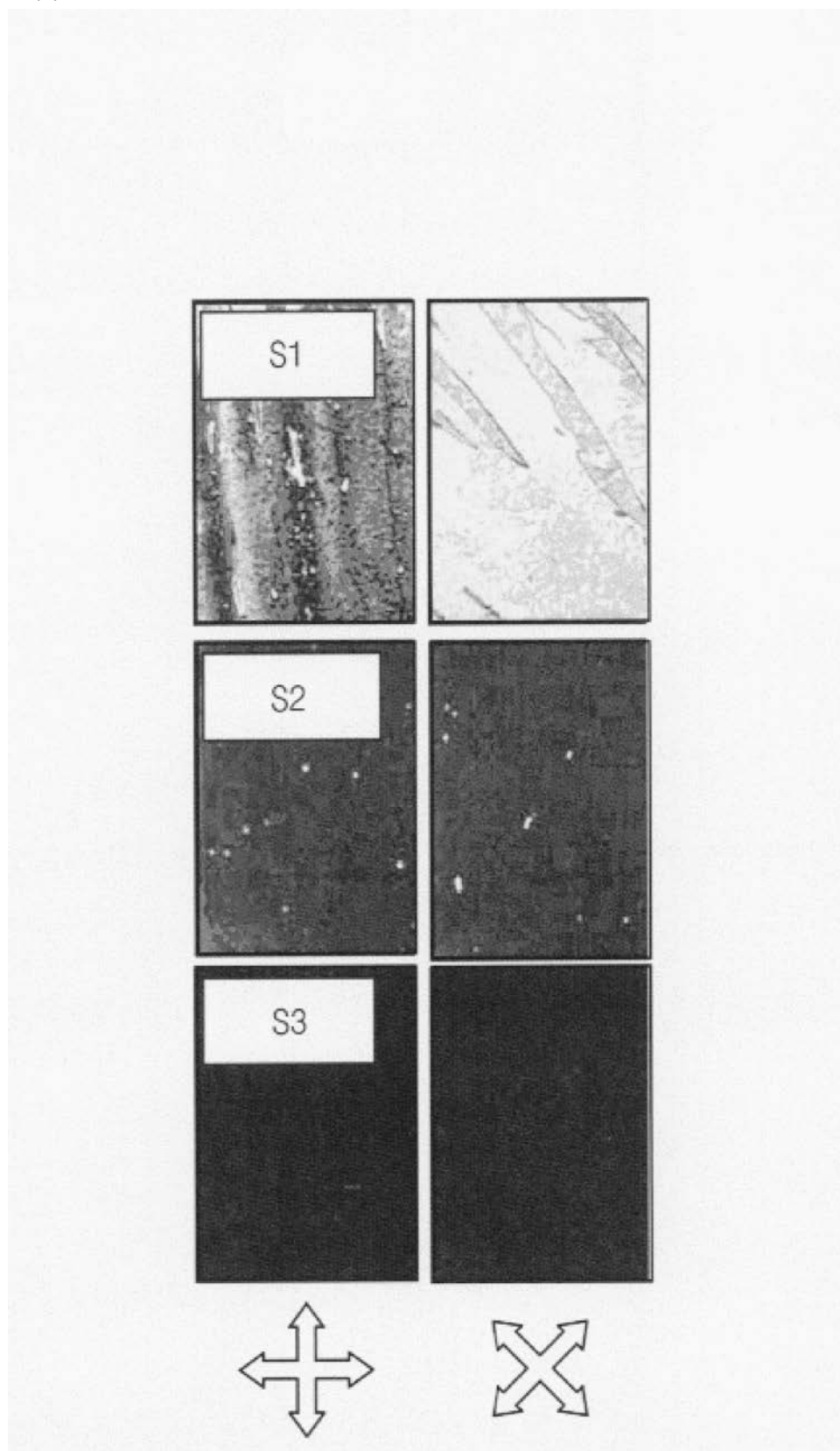
【図 1 3 B】



【図 1 4】

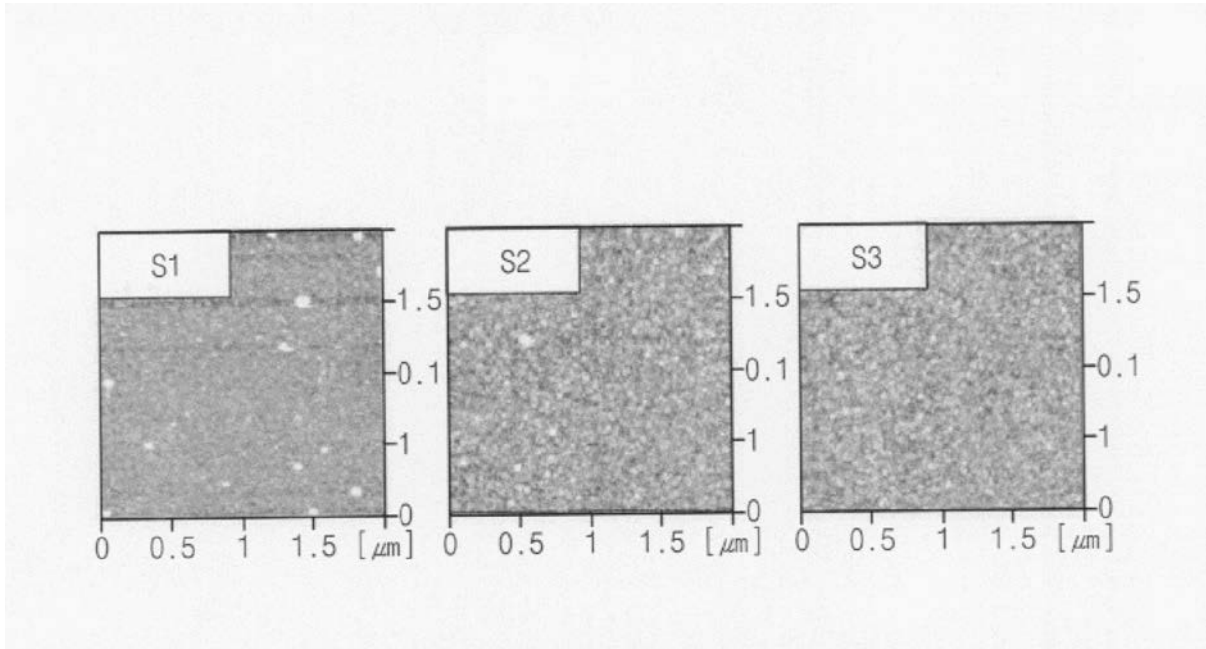


【図 4 A】

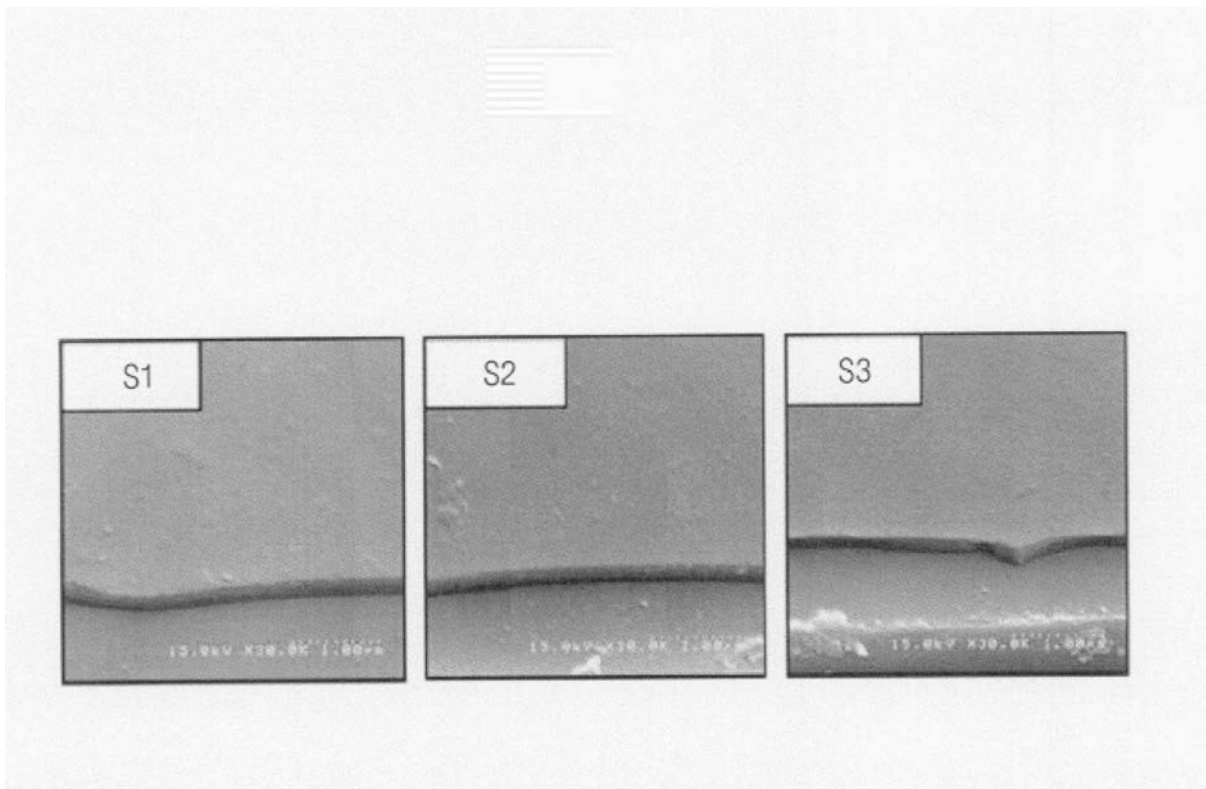




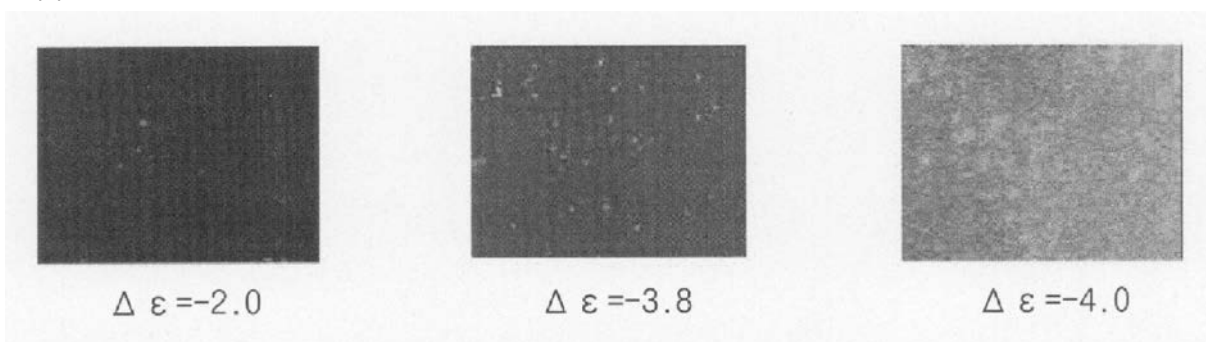
【図 4 B】



【図 4 C】



【図 7】



## フロントページの続き

- (72)発明者 慮 淳 俊  
大韓民国京畿道水原市 霊 通区網浦洞ネウルブリウンピックサンアパートメント105 - 120  
3
- (72)発明者 全 栢 均  
大韓民国京畿道龍仁市水枝区豊 徳 川洞1168番地サムスン5次アパートメント 515 4  
03
- (72)発明者 李 熙 根  
大韓民国京畿道水原市 霊 通区梅灘2洞ウォンチェオンシオンジルアパートメント203 - 60  
9
- (72)発明者 朴 慶 玉  
大韓民国京畿道富川市素砂区槐安洞シオンゲーアパートメントDa棟507号
- (72)発明者 白 弘 九  
大韓民国京畿道富川市素砂区槐安洞シオンゲーアパートメントDa棟507号
- (72)発明者 金 京 燦  
大韓民国京畿道富川市素砂区槐安洞シオンゲーアパートメントDa棟507号
- (72)発明者 金 鍾 福  
大韓民国京畿道富川市素砂区槐安市シオンゲーアパートメントDa棟507号
- (72)発明者 黄 丙 暇  
大韓民国京畿道富川市素砂区槐安洞シオンゲーアパートメントDa棟507号
- (72)発明者 玄 東 春  
大韓民国京畿道富川市素砂区槐安洞シオンゲーアパートメントDa棟507号
- (72)発明者 安 漢 鎮  
大韓民国京畿道富川市素砂区槐安洞シオンゲーアパートメントDa棟507号

## 合議体

審判長 吉野 公夫

審判官 藤本 義仁

審判官 黒瀬 雅一

- (56)参考文献 特開2006 - 47613 (JP, A)  
特開2004 - 126463 (JP, A)  
特開2006 - 30530 (JP, A)  
特開2006 - 72106 (JP, A)  
特開2003 - 222916 (JP, A)  
特開平5 - 265053 (JP, A)  
特開平5 - 80339 (JP, A)  
特開昭64 - 48028 (JP, A)  
特開昭53 - 144767 (JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/00-1/19