

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2012年12月27日(27.12.2012)

(10) 国際公開番号

WO 2012/176417 A1

(51) 国際特許分類:
G09F 9/30 (2006.01) *G02F 1/1368* (2006.01)
G02F 1/1333 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/003932

(22) 国際出願日: 2012年6月15日(15.06.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2011-139993 2011年6月24日(24.06.2011) JP(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
22番22号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 福島 康守
(FUKUSHIMA, Yasumori).(74) 代理人: 特許業務法人前田特許事務所(MAEDA &
PARTNERS); 〒5410053 大阪府大阪市中央区本町
2丁目5番7号 大阪丸紅ビル5階 Osaka (JP).(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

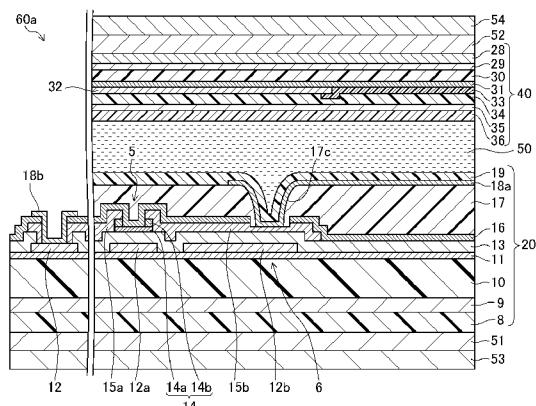
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: ACTIVE MATRIX SUBSTRATE AND DISPLAY DEVICE EQUIPPED WITH SAME

(54) 発明の名称: アクティブマトリクス基板及びそれを備えた表示装置

[図15]



(57) Abstract: A rear-side inorganic film (9) is provided on the rear side of a heat-resistant resin substrate (10) and made of the same material as each front-side inorganic film (11,13,16). The film thickness of the rear-side inorganic film (9) is set to be within a prescribed range with respect to the overall film thickness of a plurality of front-side inorganic films (11,13,16) such that the radius of curvature is no less than 20 mm or no more than -20 mm, the radius of curvature being calculated on the basis of the linear elastic modulus, the coefficient of linear expansion and the film thickness of the resin substrate (10), each linear elastic moduli, each coefficient of linear expansion and the overall film thickness of the plurality of front-side inorganic films (11,13,16) as well as the linear elastic modulus, the coefficient of linear expansion and the film thickness of the rear-side inorganic film (9).

(57) 要約:

[続葉有]



耐熱性を有する樹脂基板（10）の裏面側に各表面側無機膜（11、13、16）と同一材料により設けられた裏面側無機膜（9）の膜厚は、樹脂基板（10）の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、複数の表面側無機膜（11、13、16）の各線弾性係数、各線膨張係数及び総膜厚、並びに裏面側無機膜（9）の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚に基づいて算出される曲率半径が20mm以上又は-20mm以下になるように、複数の表面側無機膜（11、13、16）の総膜厚に対して所定範囲に設定されている。

明細書

発明の名称：

アクティブマトリクス基板及びそれを備えた表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、アクティブマトリクス基板及びそれを備えた表示装置に関し、特に、樹脂基板を用いたアクティブマトリクス基板及びそれを備えた表示装置に関するものである。

背景技術

[0002] 液晶表示装置は、例えば、画像の最小単位である各副画素毎に薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor、以下、「TFT」とも称する）などの薄膜電気素子が設けられたアクティブマトリクス基板と、アクティブマトリクス基板に対向するように設けられた対向基板と、アクティブマトリクス基板及び対向基板の間に設けられた液晶層とを備えている。

[0003] 近年、液晶表示装置などの表示装置では、従来より用いられてきたガラス基板の代わりに、樹脂基板を用いたアクティブマトリクス基板が提案されている。

[0004] 例えば、特許文献1には、能動素子を形成した主基板を、高耐熱性の樹脂材料で形成される絶縁膜と、その絶縁膜よりも熱膨張係数が小さい金属もしくは合金からなる金属薄膜とを3以上の奇数からなる積層膜とした表示装置が開示されている。

[0005] また、特許文献2には、基板の両面にバッファ層が形成され、一側（一方側）のバッファ層にシリコンチャンネル（シリコンチャネル）が形成され、シリコンチャンネル上にゲート絶縁層が形成され、ゲート絶縁層上にゲートが形成されたシリコン薄膜トランジスタが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-354648号公報

特許文献2：特開2006－352119号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、基板上にアモルファスシリコンを用いたTFTを形成する際には、300°C程度以上で絶縁膜や半導体膜を成膜する工程を行うので、TFTを形成する基板には、例えば、高い耐熱性を有するポリイミド製などの樹脂基板が適している。そして、例えば、ポリイミド製の樹脂基板は、ジメチルアセトアミドやN-メチルピロリドンなどの有機溶剤にポリイミドの前駆体であるポリアミド酸を溶解させた溶液をガラス基板などの支持基板の表面に塗布した後に、支持基板の加熱によって、有機溶剤を揮発させると共にイミド化反応を行わせることにより、形成することができる。なお、ポリイミド製の樹脂基板は、例えば、支持基板の表面に形成された樹脂基板上、すなわち、被成膜面にTFTなどを形成した後に、支持基板の裏面からレーザー光を照射することにより、そのレーザー光によるアブレーション現象を利用して、支持基板から分離することができる。

[0008] しかしながら、TFTなどが形成された樹脂基板、すなわち、アクティブマトリクス基板を支持基板から分離すると、例えば、樹脂基板上に形成された無機膜の熱膨張係数よりも樹脂基板の熱膨張係数が大きいので、無機膜を成膜する際の250°C～300°C程度の温度から室温に戻した際の樹脂基板の収縮率が無機膜の収縮率よりも大きくなることにより、TFTなどが形成された表面側が外方に向くようにアクティブマトリクス基板が湾曲状に反り、例えば、直径が2mm程度以下のロール状にアクティブマトリクス基板が丸まるおそれがある。そうなると、例えば、アクティブマトリクス基板の端子領域にFPC (Flexible Printed Circuit) やIC (Integrated Circuit) チップなどの電子部品を実装する実装工程で電子部品と端子との電気的な接続に不具合が生じたり、アクティブマトリクス基板に形成された素子や配線に機械的なストレスが生じたり、表示装置の表面が波打って平坦性に不具合が生じたり、装置の剛性や信頼性を確保するために行うラミネート工程で

作業性が悪くなつて気泡が挟み易くなるなどの不具合が生じたり、コモン転移材を介してアクティブマトリクス基板と対向基板とを電気的に接続する部分で剥がれに起因する接続不良が生じたりするなどの種々の問題が発生し易くなつてしまふ。

[0009] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、樹脂基板を用いたアクティブマトリクス基板の反りを抑制して、アクティブマトリクス基板に対する作業性を確保することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するために、本発明は、耐熱性を有する透明な樹脂基板の裏面側に、表面側の複数の表面側無機膜の総膜厚に対して所定範囲に設定された膜厚を有する裏面側無機膜を設けるようにしたるものである。

[0011] ここで、樹脂基板を用いたアクティブマトリクス基板が丸まる原因は、製造プロセス温度における樹脂基板と、樹脂基板上に設けられた各絶縁膜との間での材料の伸び縮みの違いに起因する、と考えられる。

[0012] ところで、互いに異なる一対の基板を貼り合わせて温度を変化させると、各基板の伸び縮みの違いにより、バイメタルのように、反りが発生する。そして、発生する反りの量を決定するパラメータは、各基板の大きさ（長さ、幅）が等しいとすると、（1）温度差、（2）各基板の線膨張係数、（3）各基板の弾性率（ヤング率）、（4）各基板の厚さの4つである、と考えられる。

[0013] 線膨張係数は、温度差当たりの伸縮の割合であり、弾性率は、同じ力を受けたときの曲がり難さであるので、仮に、一方の基板の弾性率がほとんど0に近ければ、線膨張係数に大きな差があっても、貼り合わせた一対の基板の反りは、他方の基板の弾性率に支配されることになる。

[0014] 下記の表1は、アクティブマトリクス基板で用いる種々の材料の線膨張係数及び線弾性係数（弾性率）の例である。

[0015]

[表1]

	線膨張係数(ppm/K)	線弾性係数(GPa)
ポリイミド樹脂	50	4
アクリル樹脂	70	3
SiNx	2.3	290
SiOx	0.7	70
ガラス基板	3.8	77

[0016] 表1に示すように、線膨張係数は、無機膜(SiNx、SiOx)に比べて有機膜(ポリイミド樹脂、アクリル樹脂)が数十倍大きく、弾性率は、有機膜(ポリイミド樹脂、アクリル樹脂)に比べて無機膜(SiNx、SiOx)が数十倍大きくなっている。したがって、有機膜は、温度変化に対する伸び縮みが大きいものの、無機膜よりも剛性が低く柔軟性が高いので、無機膜の伸び縮みに追従し易い傾向を有する、と考えられる。また、無機膜は、有機膜に比べて剛性が高いので、有機膜と組み合わせた場合、薄い膜であっても基板の反りに影響を与える易い、と考えられる。

[0017] 図1は、ガラス基板100上に形成された樹脂基板110を用いたアクティブマトリクス基板120の断面図である。また、図2は、図1のアクティブマトリクス基板120を簡略化した断面図である。

[0018] アクティブマトリクス基板120は、図1に示すように、樹脂基板110と、樹脂基板110上に設けられた下地膜111と、下地膜111上に設けられたゲート電極112a及び容量線112bと、ゲート電極112a及び容量線112bを覆うように設けられたゲート絶縁膜113と、ゲート絶縁膜113上に設けられた真性アモルファスシリコン層114a及びn⁺アモルファスシリコン層114bからなる半導体層114と、半導体層114上に設けられたソース電極115a及びドレイン電極115bと、ソース電極115a及びドレイン電極115bを覆うように設けられた保護膜116と、保護膜116を覆うように設けられた樹脂製の平坦化膜117と、平坦化膜117上に設けられた画素電極118とを備えている。

- [0019] アクティブマトリクス基板120において、基板の反りに影響を与えるのは、基板のほぼ全面に設けられている樹脂基板110、下地膜111、ゲート絶縁膜113、保護膜116及び平坦化膜117と考えられる。そのため、下地膜111、ゲート絶縁膜113、及び保護膜116が同一の無機絶縁膜であるとすると、基板の反りを検討する上でのアクティブマトリクス基板120は、図2に示すように、樹脂基板110、無機膜Fi及び有機膜Foの3層の積層構造に簡略化される。
- [0020] 図3は、アクティブマトリクス基板の曲率変形を求めるための3種類の基板を貼り合わせたモデル基板Bの斜視図である。ここで、図3に示すように、モデル基板Bの長さをLとし、モデル基板Bの幅をbとし、上側の第1基板B₁では、線弾性係数E₁、線膨張係数α₁、厚さh₁であり、中間の第2基板B₂では、線弾性係数E₂、線膨張係数α₂、厚さh₂であり、下側の第3基板B₃では、線弾性係数E₃、線膨張係数α₃、厚さh₃である。なお、図3において、A₁、A₂及びA₃は、第1基板B₁、第2基板B₂及び第3基板B₃の各横断面積である。
- [0021] また、図4は、モデル基板Bの側面図である。ここで、図4に示すように、y₁は、第1基板B₁の上面に原点を取ったときの下向き方向を正とした座標軸であり、y_nは、第1基板B₁の上面から、モデル基板Mを変形させたときに伸び縮みのない面（中立軸N）までの長さであり、yは、中立軸Nに原点を取ったときの下向き方向を正とした座標軸である。
- [0022] 例えば、参考文献（宮本博、菊池正紀共著、「材料力学」、裳華房、1987年2月、p106-109）の「組み合せはり」に記載されているように、y_nは、次の式1によって求められる。
- [0023]

[数1]

$$\begin{aligned}
 y_n &= \frac{\sum_{i=1}^3 \int_{A_i} y_i dA}{\sum_{i=1}^3 E_i A_i} \\
 &= \frac{E_1 h_1^2 + E_2 (h_2^2 + 2h_1 h_2) + E_3 (h_3^2 + 2(h_1 + h_2)h_3)}{2(E_1 h_1 + E_2 h_2 + E_3 h_3)} \quad (\text{式1})
 \end{aligned}$$

[0024] また、モデル基板Bの曲率半径を ρ とし、そのときの曲げモーメントをMとすると、次の式2が成立する。

[0025] [数2]

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{\sum_{i=1}^3 E_i I_i} \quad (\text{式2})$$

[0026] ここで、式2中の I_i は、中立軸に関する断面 A_i の断面2次モーメントであるので、次の式3となる。

[0027] [数3]

$$I_i = \int_{A_i} y^2 dA \quad (\text{式3})$$

[0028] 具体的には、 I_1 、 I_2 及び I_3 は、次の式4、式5及び式6となる。

[0029] [数4]

$$I_1 = \int_{A_1} y^2 dA = b \int_{-y_n}^{h_1 - y_n} y^2 dy \quad (\text{式4})$$

[0030] [数5]

$$I_2 = \int_{A_2} y^2 dA = b \int_{h_1 - y_n}^{h_1 + h_2 - y_n} y^2 dy \quad (\text{式5})$$

[0031] [数6]

$$I_3 = \int_{A_3} y^2 dA = b \int_{h_1 - h_2 - y_n}^{h_1 + h_2 + h_3 - y_n} y^2 dy \quad (\text{式6})$$

[0032] したがって、次の式7のように、式2の右辺における分母の値が求められる。

[0033] [数7]

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^3 E_i I_i &= E_1 I_1 + E_2 I_2 + E_3 I_3 \\
 &= \frac{E_1 b h_1}{12(E_1 h_1 + E_2 h_2 + E_3 h_3)^2} \left(E_1^2 h_1^4 + 3E_2^2 h_2^4 + 2E_2^2 h_1 h_2^3 + 4E_2^2 h_1^2 h_2^2 + 4E_2^2 h_1^3 h_2 \right. \\
 &\quad + 3E_3^2 h_3^4 + 16E_3^2 h_2^2 h_3^2 + 8E_3^2 h_2 h_3^3 + 6E_3^2 h_1 h_3^3 + 16E_3^2 h_1 h_2 h_3^2 + 4E_3^2 h_1^2 h_3^2 + 2E_1 E_2 h_1^2 h_2 \\
 &\quad + 6E_2 E_3 h_2^2 h_3^2 + 12E_2 E_3 h_2^3 h_3 + 6E_2 E_3 h_1 h_2 h_3^2 + 16E_2 E_3 h_1 h_2^2 h_3 \\
 &\quad \left. + 8E_2 E_3 h_1^2 h_2 h_3 + 2E_1 E_3 h_1^3 h_3 \right) \\
 &\quad + \frac{E_2 b h_2}{12(E_1 h_1 + E_2 h_2 + E_3 h_3)^2} \left(3E_1^2 h_1^4 + 6E_1^2 h_1^3 h_2 + 4E_1^2 h_1^2 h_2^2 + E_2^2 h_2^4 \right. \\
 &\quad + 3E_3^2 h_3^4 + 4E_3^2 h_2^2 h_3^2 + 6E_3^2 h_2 h_3^3 + 2E_1 E_2 h_1 h_2^3 \\
 &\quad \left. + 2E_2 E_3 h_2^3 h_3 - 6E_1 E_3 h_1 h_2 h_3^2 - 4E_1 E_3 h_1 h_2^2 h_3 - 6E_1 E_3 h_1^2 h_2 h_3 - 6E_1 E_3 h_1^2 h_3^2 \right) \\
 &\quad + \frac{E_3 b h_3}{12(E_1 h_1 + E_2 h_2 + E_3 h_3)^2} \left(4E_1^2 h_1^2 h_3^2 + 6E_1^2 h_1^3 h_3 + 12E_1^2 h_1^2 h_2 \right. \\
 &\quad + 3E_1^2 h_1^4 + 12E_1^2 h_1^2 h_2^2 + 12E_1^2 h_1^3 h_2 + 4E_2^2 h_2^2 h_3^2 + 6E_2^2 h_2^3 h_3 + 3E_2^2 h_2^2 + 3E_3^2 h_3^2 \\
 &\quad + 8E_1 E_2 h_1 h_2 h_3^2 + 18E_1 E_2 h_1 h_2^2 h_3 + 6E_1 E_2 h_1^2 h_2 h_3 + 6E_1 E_2 h_1^2 h_2^2 + 12E_1 E_2 h_1 h_2^3 \\
 &\quad \left. + 2E_2 E_3 h_2 h_3^3 + 2E_1 E_3 h_1 h_3^3 \right) \tag{式7}
 \end{aligned}$$

[0034] 曲げモーメントMは、次の式8によって求められる。

[0035] [数8]

$$M = \sum_{i=1}^3 \int_{A_i} \sigma_i y dA \tag{式8}$$

[0036] ここで、 σ_i は、第1基板B₁、第2基板B₂及び第3基板B₃の各基板に発生する応力である。

[0037] 図5は、モデル基板Bを構成する第1基板B₁、第2基板B₂及び第3基板B₃が貼り合わされていない場合の各基板の延びを示す説明図である。

[0038] 図5に示すように、モデル基板Bを構成する第1基板B₁、第2基板B₂及び第3基板B₃が貼り合わされていない場合には、温度差tによって、第1基板B₁、第2基板B₂及び第3基板B₃は、各基板の線膨張係数に比例して、 $\alpha_1 L t$ 、 $\alpha_2 L t$ 及び $\alpha_3 L t$ だけそれぞれ延びることになる。

[0039] しかしながら、第1基板B₁、第2基板B₂及び第3基板B₃は、互いに接着されているので、第1基板B₁、第2基板B₂及び第3基板B₃は、同一の伸び δ となり、発生する応力 σ_i は、次の式9となる。

$$\sigma_i = E_i (\alpha_i L t - \delta) / L \quad (式9)$$

また、第1基板B₁、第2基板B₂及び第3基板B₃の各基板の応力によって発生する力の総和は、同一の伸び δ において相殺されるので、次の式10が成立する。

$$\sigma_1 b h_1 + \sigma_2 b h_2 + \sigma_3 b h_3 = 0 \quad (式10)$$

そして、式10に式9を代入して変形すると、

$$\delta = (E_1 \sigma_1 h_1 + E_2 \sigma_2 h_2 + E_3 \sigma_3 h_3) / (E_1 h_1 + E_2 h_2 + E_3 h_3) \times L t$$

となり、これを式9に代入すると、応力 σ_i は、次の式11となる。

$$\sigma_i = E_i \{ \alpha_i - (E_1 \sigma_1 h_1 + E_2 \sigma_2 h_2 + E_3 \sigma_3 h_3) / (E_1 h_1 + E_2 h_2 + E_3 h_3) \} / t \quad (式11)$$

曲げモーメントMは、具体的に次の式12となる。

[0043] [数9]

$$\begin{aligned} M &= \int_{-y_n}^{h_1-y_n} \sigma_1 b y dy + \int_{h_1-y_n}^{h_1+h_2-y_n} \sigma_2 b y dy + \int_{h_1+h_2-y_n}^{h_1+h_2-h_3-y_n} \sigma_3 b y dy \\ &= \frac{b\sigma_1}{2} h_1 (h_1 - 2y_n) + \frac{b\sigma_2}{2} h_2 \{h_2 + 2(h_1 - y_n)\} + \frac{b\sigma_3}{2} h_3 \{h_3 + 2(h_1 + h_2 - y_n)\} \end{aligned} \quad (式12)$$

[0044] そして、式12に式1を代入すると、曲げモーメントMは、次の式13となる。

[0045]

[数10]

$$\begin{aligned}
 M = & \frac{b}{4(E_1 h_1 + E_2 h_2 + E_3 h_3)} \left\{ \sigma_1 (-2E_2 h_1 h_2^2 - 2E_3 h_1 h_3^2 - 2E_2 h_1^2 h_2 - 2E_3 h_1^2 h_3 - 4E_3 h_1 h_2 h_3) \right. \\
 & + \sigma_2 (2E_2 h_1^2 h_2 - 2E_3 h_2 h_3^2 + 2E_1 h_1 h_2^2 - 2E_3 h_2^2 h_3) \\
 & \left. + \sigma_3 (2E_1 h_1^2 h_3 + 2E_2 h_2^2 h_3 + 2E_1 h_1 h_3^2 + 2E_2 h_2 h_3^2 + 4E_1 h_1 h_2 h_3) \right\} \quad (\text{式13})
 \end{aligned}$$

- [0046] したがって、モデル基板Bでは、温度差t、各基板の物性値（線弾性係数E_i、線膨張係数α_i）及び厚さh_iに基づいて、材料力学的に曲率半径ρが算出される。なお、上記では、モデル基板が3層の構造である場合を説明したが、4層以上の構造である場合でも、同様の考え方により、曲率半径ρが算出される。
- [0047] ここで、図2において、樹脂基板110が厚さ10μmのポリイミド樹脂により形成され、下地膜111が厚さ250nmのシリコン窒化膜により形成され、ゲート絶縁膜113が厚さ400nmのシリコン窒化膜により形成され、保護膜116が厚さ250nmのシリコン窒化膜により形成され、平坦化膜117が厚さ2.5μmのアクリル樹脂により形成されたとし、すなわち、厚さ10μmのポリイミド膜と、厚さ900nmのシリコン窒化膜と、厚さ2.5μmのアクリル樹脂膜との積層構造のモデル基板を想定し、プロセス温度を200℃～300℃とすると、算出される曲率半径が0.6mm～0.9mm程度となり、実際のアクティブマトリクス基板の丸まる程度に整合するので、上記モデル基板に基づく曲率半径の算出方法の妥当である、と推察される。
- [0048] 具体的に本発明に係るアクティブマトリクス基板は、耐熱性を有する樹脂基板と、上記樹脂基板の表面側に設けられた薄膜電気素子と、上記樹脂基板の表面側に互いに異なる層に同一材料により設けられた複数の表面側無機膜と、上記樹脂基板の裏面側に上記各表面側無機膜と同一材料により設けられた裏面側無機膜とを備え、上記裏面側無機膜の膜厚は、上記樹脂基板の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、上記複数の表面側無機膜の各線弾性係数、各線膨張係数及び総膜厚、並びに上記裏面側無機膜の線弾性係数、線膨張係数

及び膜厚に基づいて算出される曲率半径が (+) 20 mm 以上又は -20 mm 以下になるように、上記複数の表面側無機膜の総膜厚に対して所定範囲に設定されている。

[0049] ここで、曲率半径は、基本的に正の値であるが、正負の符号により、曲がる方向を示している。

[0050] 上記の構成によれば、耐熱性を有する透明な樹脂基板の裏面側に裏面側無機膜が設けられているので、表面側の複数の表面側無機膜に起因するアクティブマトリクス基板の反りが補償される。ここで、アクティブマトリクス基板の曲率半径は、上述したように、樹脂基板の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、複数の表面側無機膜の各線弾性係数、各線膨張係数及び総膜厚、並びに裏面側無機膜の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚に基づいて、式 2、式 7、式 11 及び式 13 を用いて算出される。そして、裏面側無機膜の膜厚は、その算出されたアクティブマトリクス基板の曲率半径が 20 mm 以上又は -20 mm 以下になるように、複数の表面側無機膜の総膜厚に対して所定範囲に設定されているので、アクティブマトリクス基板に対する作業性が確保される。したがって、樹脂基板を用いたアクティブマトリクス基板の反りを抑制して、アクティブマトリクス基板に対する作業性が確保される。

[0051] 上記樹脂基板は、ポリイミド樹脂により形成され、上記各表面側無機膜は、シリコン塗化膜であり、上記複数の表面側無機膜の総膜厚を $X_a \mu m$ とする
と、上記裏面側無機膜の膜厚 $Y_a \mu m$ は、

$$-0.1263X_a^2 + 0.674X_a + 0.0733 \leq Y_a \leq 25.321X_a^3 - 49.8X_a^2 + 34.76X_a - 7.355$$

の関係式を満たしていてもよい。

[0052] 図 6 は、シリコン塗化膜からなる表面側無機膜の膜厚が 0.9 μm であり、樹脂基板がポリイミド樹脂により膜厚 5 μm、10 μm、20 μm 及び 50 μm に形成されたときのシリコン塗化膜からなる裏面側無機膜の膜厚とアクティブマトリクス基板の曲率半径との関係を示すグラフである。ここで、図 6 では、曲線 a が膜厚 5 μm の場合であり、曲線 b が膜厚 10 μm の場合

であり、曲線cが膜厚 $20\text{ }\mu\text{m}$ の場合であり、曲線dが膜厚 $50\text{ }\mu\text{m}$ の場合である。また、曲率半径が負の場合には、アクティブマトリクス基板が上に凸になるように湾曲し、曲率半径が正の場合には、アクティブマトリクス基板が下に凸になるように湾曲していることになる。さらに、曲率半径の算出例の1つとして、線弾性係数 $E_1 = 290\text{ GPa}$ 、線膨張係数 $\alpha_1 = 2.3\text{ ppm/K}$ 、膜厚 $h_1 = 0.9\text{ }\mu\text{m}$ 、線弾性係数 $E_2 = 4\text{ GPa}$ 、線膨張係数 $\alpha_2 = 50\text{ ppm/K}$ 、膜厚 $h_2 = 10\text{ }\mu\text{m}$ 、線弾性係数 $E_3 = 290\text{ GPa}$ 、線膨張係数 $\alpha_3 = 2.3\text{ ppm/K}$ 、膜厚 $h_3 = 0.60\text{ }\mu\text{m}$ であるとき、曲率半径 ρ は、 -22.6 mm となる。

[0053] 図6によれば、アクティブマトリクス基板の曲率半径が 20 mm 以上又は -20 mm 以下になる裏面側無機膜の膜厚の範囲は、樹脂基板の膜厚によって、あまり変化しないことが分かる。

[0054] また、図7は、樹脂基板がポリイミド樹脂により膜厚 $10\text{ }\mu\text{m}$ に形成され、シリコン塗化膜からなる表面側無機膜の膜厚が $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.9\text{ }\mu\text{m}$ 、 $1.2\text{ }\mu\text{m}$ 及び $1.5\text{ }\mu\text{m}$ であるときのシリコン塗化膜からなる裏面側無機膜の膜厚とアクティブマトリクス基板の曲率半径との関係を示すグラフである。ここで、図7では、曲線aが膜厚 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ の場合であり、曲線bが膜厚 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ の場合であり、曲線cが膜厚 $0.9\text{ }\mu\text{m}$ の場合であり、曲線dが膜厚 $1.2\text{ }\mu\text{m}$ の場合であり、曲線eが膜厚 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ の場合である。

[0055] 図7によれば、アクティブマトリクス基板の曲率半径が 20 mm 以上又は -20 mm 以下になる裏面側無機膜の膜厚の範囲は、シリコン塗化膜からなる表面側無機膜の膜厚によって、変化することが分かる。

[0056] ここで、図8は、表面側無機膜の各総膜厚 X_a に対して、アクティブマトリクス基板の曲率半径が 20 mm になる裏面側無機膜の膜厚 Y_a を示すグラフである。なお、図8において、丸印は、アクティブマトリクス基板の曲率半径が 20 mm になる上限を示し、三角印は、アクティブマトリクス基板の曲率半径が 20 mm になる下限を示している。

[0057] 図8によれば、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mm以上及び-20mm以下になる裏面側無機膜の膜厚 Y_a は、表面側無機膜の総膜厚 X_a に対して、多項式で表される一定の相関関係を有していることが分かる。

[0058] 具体的に、図8中の各丸印を結ぶ曲線aは、

$$Y_a = 25.321X_a^3 - 49.8X_a^2 + 34.76X_a - 7.355$$

で近似され、図8中の各三角印を結ぶ曲線bは、

$$Y_a = -0.1263X_a^2 + 0.674X_a + 0.0733$$

で近似される。

[0059] したがって、表面側無機膜の総膜厚 X_a に対して、裏面側無機膜の膜厚 Y_a が

$$-0.1263X_a^2 + 0.674X_a + 0.0733 \leq Y_a \leq 25.321X_a^3 - 49.8X_a^2 + 34.76X_a - 7.355$$

の関係式を満たす場合には、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mm以上又は-20mm以下になる。

[0060] 上記の構成によれば、樹脂基板がポリイミド樹脂により形成され、各表面側無機膜がシリコン窒化膜であり、複数の表面側無機膜の総膜厚を $X_a \mu m$ とすると、裏面側無機膜の膜厚 $Y_a \mu m$ が、

$$-0.1263X_a^2 + 0.674X_a + 0.0733 \leq Y_a \leq 25.321X_a^3 - 49.8X_a^2 + 34.76X_a - 7.355$$

の関係式を満たしているので、図6及び図7のシミュレーションの結果に基づいて、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mm以上又は-20mm以下になり、アクティブマトリクス基板に対する作業性が具体的に確保される。

[0061] 上記樹脂基板の表面側には、基板表面を平坦化するための表面側樹脂膜が設けられていてもよい。

[0062] 上記の構成によれば、樹脂基板の表面側に基板表面を平坦化するための表面側樹脂膜が設けられているので、アクティブマトリクス基板を備えた液晶表示装置において、液晶層の配向の乱れが抑制される。

- [0063] 上記樹脂基板の裏面側には、耐熱性を有する裏面側樹脂膜が設けられ、上記裏面側樹脂膜の膜厚は、上記樹脂基板の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、上記複数の表面側無機膜の各線弾性係数、各線膨張係数及び総膜厚、上記裏面側無機膜の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、上記表面側樹脂膜の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚に基づいて算出される曲率半径が 20 mm 以上又は -20 mm 以下になるように、上記表面側樹脂膜の膜厚に対して所定範囲に設定されていてもよい。
- [0064] 上記の構成によれば、耐熱性を有する透明な樹脂基板の裏面側に裏面側樹脂膜が設けられているので、表面側の表面側樹脂膜に起因するアクティブマトリクス基板の反りが補償される。ここで、アクティブマトリクス基板の曲率半径は、上述したように、樹脂基板の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、複数の表面側無機膜の各線弾性係数、各線膨張係数及び総膜厚、裏面側無機膜の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、表面側樹脂膜の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、並びに裏面側樹脂膜の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚に基づいて、式2、式7、式11及び式13を用いて算出される。そして、裏面側透明絶縁膜の膜厚は、その算出されたアクティブマトリクス基板の曲率半径が 20 mm 以上又は -20 mm 以下になるように、表面側樹脂膜の膜厚に対して所定範囲に設定されているので、アクティブマトリクス基板に対する作業性が確保される。したがって、樹脂基板を用いたアクティブマトリクス基板の反りを抑制して、アクティブマトリクス基板に対する作業性が確保される。
- [0065] 上記表面側樹脂膜は、アクリル樹脂により膜厚 $X_b \mu\text{m}$ で形成され、上記裏面側樹脂膜は、ポリイミド樹脂により膜厚 $Y_b \mu\text{m}$ で形成され、上記樹脂基板、各表面側無機膜及び裏面側無機膜の総膜厚を $X_c \mu\text{m}$ とすると、上記裏面側樹脂膜の膜厚 Y_b は、

$$(-0.045X_b^2 + 1.4939X_b - 1.9462)(-0.0348X_c^2 + 0.1518X_c + 1.4817) \leq Y_b \leq$$

$$(0.0173X_b^2 + 0.8303X_b + 1.4109)(0.0073X_c^2 - 0.0011X_c + 0.7038)$$

の関係式を満たしていてもよい。

[0066] 図9は、表面側樹脂膜が膜厚2.5 μmのアクリル樹脂により形成され、ポリイミド樹脂により膜厚10 μmに形成された樹脂基板を膜厚4.7 μmの塗化シリコン基板に置き換えたときのアクリル樹脂からなる裏面側樹脂膜の膜厚とアクティブマトリクス基板の曲率半径との関係を示すグラフである。ここで、図9では、曲線aがポリイミド樹脂により膜厚10 μmに形成された樹脂基板の場合であり、曲線bが膜厚4.7 μmの塗化シリコン基板の場合である。

[0067] 図9から分かるように、曲線a及びbがほぼ一致しているので、ポリイミド樹脂により膜厚10 μmに形成された樹脂基板は、便宜上、膜厚4.7 μmの塗化シリコン基板に置き換え可能である。

[0068] また、図10は、ポリイミド樹脂により膜厚10 μmに形成された樹脂基板を膜厚4.7 μmの塗化シリコン基板に置き換え、複数の表面側無機膜を総膜厚0.9 μmのシリコン塗化膜とし、裏面側無機膜を膜厚0.9 μmのシリコン塗化膜とし、すなわち、樹脂基板、表面側無機膜及び裏面側無機膜をまとめて膜厚6.5 μmのシリコン塗化膜とし、アクリル樹脂からなる表面側樹脂膜の膜厚を1.0 μm、1.5 μm、2.0 μm、2.5 μm、3.0 μm、4.0 μm及び5.0 μmにそれぞれ変化させたときのポリイミド樹脂からなる裏面側樹脂膜の膜厚とアクティブマトリクス基板の曲率半径との関係を示すグラフである。ここで、図9では、曲線aが膜厚1.0 μmの場合であり、曲線bが膜厚1.5 μmの場合であり、曲線cが膜厚2.0 μmの場合であり、曲線dが膜厚2.5 μmの場合であり、曲線eが膜厚3.0 μmの場合であり、曲線fが膜厚4.0 μmの場合であり、曲線gが膜厚5.0 μmの場合である。

[0069] 図10によれば、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20 mm以上又は-20 mm以下になる裏面側樹脂膜の膜厚の範囲は、アクリル樹脂からなる表面側樹脂膜の膜厚によって、変化することが分かる。

[0070] ここで、図11は、表面側樹脂膜の各膜厚 X_b に対して、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mmになる裏面側樹脂膜の膜厚 Y_b を示すグラフである。なお、図11において、丸印は、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mmになる上限を示し、三角印は、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mmになる下限を示している。

[0071] 図11によれば、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mm以上及び-20mm以下になる裏面側樹脂膜の膜厚 Y_b は、表面側樹脂膜の膜厚 X_b に対して、多項式で表される一定の相関関係を有していることが分かる。

[0072] 具体的に、図11中の各丸印を結ぶ曲線aは、

$$Y_b = 0.0173X_b^2 + 0.8303X_b + 1.4109$$

で近似され、図11中の各三角印を結ぶ曲線bは、

$$Y_b = -0.045X_b^2 + 1.4939X_b - 1.9462$$

で近似される。

[0073] したがって、樹脂基板、表面側無機膜及び裏面側無機膜の総膜厚を6.5μmとした場合、表面側樹脂膜の膜厚 X_b に対して、裏面側樹脂膜の膜厚 Y_b が

$$-0.045X_b^2 + 1.4939X_b - 1.9462 \leq Y_b \leq 0.0173X_b^2 + 0.8303X_b + 1.4109$$

の関係式を満たす場合には、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mm以上又は-20mm以下になる。

[0074] さらに、図12は、アクリル樹脂からなる表面側樹脂膜の膜厚を2.5μmとし、樹脂基板、表面側無機膜及び裏面側無機膜をまとめて膜厚4.0μm、5.0μm、6.5μm、8.0μm及び10.0μmのシリコン塗化膜としたときのポリイミド樹脂からなる裏面側樹脂膜の膜厚とアクティブマトリクス基板の曲率半径との関係を示すグラフである。ここで、図12では、曲線aが膜厚4.0μmの場合であり、曲線bが膜厚5.0μmの場合であり、曲線cが膜厚6.5μmの場合であり、曲線dが膜厚8.0μmの場合であり、曲線eが膜厚10.0μmの場合である。

[0075] 図12によれば、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mm以上又

は－20mm以下になる裏面側樹脂膜の膜厚の範囲は、樹脂基板、表面側無機膜及び裏面側無機膜の総膜厚によって、変化することが分かる。

[0076] ここで、図13は、樹脂基板、表面側無機膜及び裏面側無機膜の各総膜厚 X_c に対して、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mmになる裏面側樹脂膜の膜厚 Y_b を示すグラフである。なお、図13において、丸印は、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mmになる上限を示し、三角印は、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mmになる下限を示している。

[0077] 図13によれば、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mm以上及び－20mm以下になる裏面側樹脂膜の膜厚 Y_b は、樹脂基板、表面側無機膜及び裏面側無機膜の総膜厚 X_c に対して、多項式で表される一定の相関関係を有していることが分かる。

[0078] 具体的に、図13中の各丸印を結ぶ曲線aは、

$$Y_b = 0.0261X_c^2 - 0.0039X_c + 2.5336$$

で近似され、図13中の各三角印を結ぶ曲線bは、

$$Y_b = -0.0522X_c^2 + 0.2277X_c + 2.2226$$

で近似される。

[0079] したがって、樹脂基板、表面側無機膜及び裏面側無機膜の総膜厚 X_c に対して、裏面側樹脂膜の膜厚 Y_b が

$-0.0522X_c^2 + 0.2277X_c + 2.2226 \leq Y_b \leq 0.0261X_c^2 - 0.0039X_c + 2.5336$ の関係式を満たす場合には、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mm以上又は－20mm以下になる。

[0080] 図14は、樹脂基板、表面側無機膜及び裏面側無機膜の総膜厚 X_c が6.5μmであるときの裏面側樹脂膜の膜厚が1となるように、図13のグラフを変換（規格化）したグラフである。

[0081] そして、図14中の各丸印を結ぶ曲線aは、

$$Y_b = 0.0073X_c^2 - 0.0011X_c + 0.7038$$

で近似され、図14中の各三角印を結ぶ曲線bは、

$$Y_b = -0.0348X_c^2 + 0.1518X_c + 1.4817$$

で近似される。

[0082] したがって、表面側樹脂膜の膜厚 X_b 、並びに樹脂基板、表面側無機膜及び裏面側無機膜の総膜厚 X_c に対して、裏面側樹脂膜の膜厚 Y_b が

$$(-0.045X_b^2 + 1.4939X_b - 1.9462)(-0.0348X_c^2 + 0.1518X_c + 1.4817) \leq Y_b \leq$$

$$(0.0173X_b^2 + 0.8303X_b + 1.4109)(0.0073X_c^2 - 0.0011X_c + 0.7038)$$

の関係式を満たす場合には、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mm以上又は-20mm以下になる。

[0083] 上記の構成によれば、表面側樹脂膜がアクリル樹脂により膜厚 $X_b \mu m$ で形成され、裏面側樹脂膜がポリイミド樹脂により膜厚 $Y_b \mu m$ で形成され、樹脂基板、各表面側無機膜及び裏面側無機膜の総膜厚を $X_c \mu m$ とすると、裏面側樹脂膜の膜厚 Y_b が、

$$(-0.045X_b^2 + 1.4939X_b - 1.9462)(-0.0348X_c^2 + 0.1518X_c + 1.4817) \leq Y_b \leq$$

$$(0.0173X_b^2 + 0.8303X_b + 1.4109)(0.0073X_c^2 - 0.0011X_c + 0.7038)$$

の関係式を満たしているので、図10及び図12のシミュレーションの結果に基づいて、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mm以上又は-20mm以下になり、アクティブマトリクス基板に対する作業性が具体的に確保される。

[0084] 上記薄膜電気素子は、ゲート電極及び半導体層を備えた薄膜トランジスタであり、上記複数の表面側無機膜は、上記樹脂基板の表面に設けられた下地膜、上記ゲート電極及び半導体層の間に設けられたゲート絶縁膜、及び上記薄膜トランジスタを覆うように設けられた保護膜であってもよい。

[0085] 上記の構成によれば、複数の表面側無機膜が、樹脂基板と薄膜トランジスタとの間に設けられた下地膜、薄膜トランジスタの一部として設けられたゲート絶縁膜、及び薄膜トランジスタを覆うように設けられた保護膜であるので、薄膜トランジスタ方式のアクティブマトリクス基板が具体的に構成される。

- [0086] 上記樹脂基板は、透明性を有していてもよい。
- [0087] 上記の構成によれば、樹脂基板が透明性を有しているので、透過型や半透過型の液晶表示装置に用いるアクティブマトリクス基板が具体的に構成される。
- [0088] 上記表面側樹脂膜及び裏面側樹脂膜は、透明性を有していてもよい。
- [0089] 上記の構成によれば、表面側樹脂膜及び裏面側樹脂膜が透明性を有しているので、透過型や半透過型の液晶表示装置に用いるアクティブマトリクス基板が具体的に構成される。
- [0090] また、本発明の表示装置は、上述したアクティブマトリクス基板と、上記アクティブマトリクス基板の上記薄膜電気素子が設けられた表面側に対向するように設けられた対向基板と、上記アクティブマトリクス基板及び対向基板の間に設けられた表示媒体層とを備えている。
- [0091] 上記の構成によれば、互いに対向するように設けられたアクティブマトリクス基板及び対向基板と、それらの両基板の間に設けられた表示媒体層とを備えているので、アクティブマトリクス基板及びそれを備えた表示装置における反りが抑制され、アクティブマトリクス基板及びそれを備えた表示装置に対する作業性が確保される。
- [0092] 上記表示媒体層は、液晶層であってもよい。
- [0093] 上記の構成によれば、表示媒体層が液晶層であるので、表示装置として液晶表示装置が具体的に構成される。

発明の効果

- [0094] 本発明によれば、耐熱性を有する透明な樹脂基板の裏面側に、表面側の複数の表面側無機膜の総膜厚に対して所定範囲に設定された膜厚を有する裏面側無機膜が設けられているので、樹脂基板を用いたアクティブマトリクス基板の反りを抑制して、アクティブマトリクス基板に対する作業性を確保することができる。

図面の簡単な説明

- [0095] [図1]図1は、ガラス基板上に形成された樹脂基板を用いたアクティブマトリ

クス基板の断面図である。

[図2]図2は、図1のアクティブマトリクス基板を簡略化した断面図である。

[図3]図3は、アクティブマトリクス基板の曲率変形を求めるためのモデル基板の斜視図である。

[図4]図4は、モデル基板の側面図である。

[図5]図5は、モデル基板を構成する第1基板、第2基板及び第3基板が貼り合わされていない場合の第1基板、第2基板及び第3基板の延びを示す説明図である。

[図6]図6は、樹脂基板の膜厚を変化させたときの裏面側無機膜の膜厚とアクティブマトリクス基板の曲率半径との関係を示すグラフである。

[図7]図7は、表面側無機膜の膜厚を変化させたときの裏面側無機膜の膜厚とアクティブマトリクス基板の曲率半径との関係を示すグラフである。

[図8]図8は、表面側無機膜の各膜厚に対して、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mmになる裏面側無機膜の膜厚を示すグラフである。

[図9]図9は、樹脂基板をシリコン窒化膜に置き換えたときの裏面側樹脂膜の膜厚とアクティブマトリクス基板の曲率半径との関係を示すグラフである。

[図10]図10は、表面側樹脂膜の膜厚を変化させたときの裏面側樹脂膜の膜厚とアクティブマトリクス基板の曲率半径との関係を示すグラフである。

[図11]図11は、表面側樹脂膜の各膜厚に対して、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mmになる裏面側樹脂膜の膜厚を示すグラフである。

[図12]図12は、樹脂基板の膜厚を変化させたときの裏面側樹脂膜の膜厚とアクティブマトリクス基板の曲率半径との関係を示すグラフである。

[図13]図13は、樹脂基板、表面側無機膜及び裏面側無機膜の各総膜厚に対して、アクティブマトリクス基板の曲率半径が20mmになる裏面側樹脂膜の膜厚を示すグラフである。

[図14]図14は、樹脂基板、表面側無機膜及び裏面側無機膜の総膜厚が6.5μmであるときの裏面側樹脂膜の膜厚が1となるように、図13のグラフを変換したグラフである。

[図15]図15は、実施形態1に係る液晶表示装置の断面図である。

[図16]図16は、実施形態1に係る液晶表示装置の製造工程の一部を断面で示す第1の説明図である。

[図17]図17は、図16に続く液晶表示装置の製造工程の一部を断面で示す第2の説明図である。

[図18]図18は、図17に続く液晶表示装置の製造工程の一部を断面で示す第3の説明図である。

[図19]図19は、図18に続く液晶表示装置の製造工程の一部を断面で示す第4の説明図である。

[図20]図20は、図19に続く液晶表示装置の製造工程の一部を断面で示す第5の説明図である。

[図21]図21は、図20に続く液晶表示装置の製造工程の一部を断面で示す第6の説明図である。

[図22]図22は、図21に続く液晶表示装置の製造工程の一部を断面で示す第7の説明図である。

[図23]図23は、図22に続く液晶表示装置の製造工程の一部を断面で示す第8の説明図である。

[図24]図24は、図23に続く液晶表示装置の製造工程の一部を断面で示す第9の説明図である。

[図25]図25は、実施形態2に係る液晶表示装置の断面図である。

[図26]図26は、実施形態3に係る液晶表示装置の断面図である。

発明を実施するための形態

[0096] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、本発明は、以下の各実施形態に限定されるものではない。

[0097] 《発明の実施形態1》

図15～図24は、本発明に係るアクティブマトリクス基板及びそれを備えた表示装置の実施形態1を示している。具体的に、図15は、本実施形態の液晶表示装置60aの断面図である。また、図16～図24は、液晶表示

装置 60a の製造工程を断面で示す第 1 ~ 第 9 の説明図である。

[0098] 液晶表示装置 60a は、図 15 に示すように、互いに対向するように設けられたアクティブマトリクス基板 20 及び対向基板 40 と、アクティブマトリクス基板 20 及び対向基板 40 の間に設けられた液晶層 50 と、アクティブマトリクス基板 20 及び対向基板 40 を互いに接着すると共に、アクティブマトリクス基板 20 及び対向基板 40 の間に液晶層 50 を封入するために枠状に設けられたシール材（不図示）と、アクティブマトリクス基板 20 の図中下面に設けられた位相差補償フィルム 51 と、位相差補償フィルム 51 の図中下面に設けられた偏光フィルム 53 と、対向基板 40 の図中上面に設けられた位相差補償フィルム 52 と、位相差補償フィルム 52 の図中上面に設けられた偏光フィルム 54 を備えている。

[0099] アクティブマトリクス基板 20 は、図 15 に示すように、耐熱性を有する透明な裏面側樹脂膜 8 と、裏面側樹脂膜 8 の図中上面に設けられた裏面側無機膜 9 と、裏面側無機膜 9 の図中上面に設けられた耐熱性を有する透明な第 1 樹脂基板 10 と、第 1 樹脂基板 10 の図中上面に表面側無機膜の 1 つとして設けられた下地膜 11 と、下地膜 11 の図中上面に互いに平行に延びるように設けられた複数のゲート線 12 と、各ゲート線 12 の間にそれぞれ設けられ、互いに平行に延びるように配置された複数の容量線 12b と、各ゲート線 12 及び各容量線 12b を覆うように表面側無機膜の 1 つとして設けられたゲート絶縁膜 13 と、ゲート絶縁膜 13 の図中上面に各ゲート線 12 と直交する方向に互いに平行に延びるように設けられた複数のソース線（不図示）と、各ゲート線 12 及び各ソース線の交差部分毎、すなわち、各副画素毎に薄膜電気素子としてそれぞれ設けられた複数の TFT5 と、各 TFT5 及び各ソース線を覆うように表面側無機膜の 1 つとして設けられた保護膜 16 と、保護膜 16 の図中上面に表面側樹脂膜として設けられた透明な平坦化膜 17 と、平坦化膜 17 の図中上面にマトリクス状に設けられ、各 TFT5 にそれぞれ接続された複数の画素電極 18a と、各画素電極 18a を覆うように設けられた配向膜 19 を備えている。ここで、第 1 樹脂基板 10 に求

められる耐熱性としては、例えば、ガラス転移点が250°C～300°C以上であることが望ましい。

- [0100] ゲート線12は、図15に示すように、対向基板40から露出するアクティブマトリクス基板の端子領域まで延設され、その端子領域において透明導電層18bに接続されている。
- [0101] TFT5は、図15に示すように、第1樹脂基板10上に下地膜11を介して設けられたゲート電極12aと、ゲート電極12aを覆うように設けられたゲート絶縁膜13と、ゲート絶縁膜13上にゲート電極12aに重なるように島状に設けられた半導体層14と、半導体層14上に互いに離間及び対峙するように設けられたソース電極15a及びドレイン電極15bとを備えている。
- [0102] ゲート電極12aは、例えば、上記各ゲート線12線が各副画素毎に側方に突出した部分である。
- [0103] 半導体層14は、図15に示すように、チャネル領域を有する真性アモルファスシリコン層14aと、チャネル領域が露出するように真性アモルファスシリコン層14a上に設けられ、ソース電極15a及びドレイン電極15bにそれぞれ接続されたn⁺アモルファスシリコン層14bとを備えている。
- [0104] ソース電極15aは、例えば、上記ソース線が各副画素毎に側方に突出した部分である。
- [0105] ドレイン電極15bは、図15に示すように、平坦化膜17に形成されたスルーホール17cを介して、画素電極18aに接続されている。また、ドレイン電極15bは、図15に示すように、各副画素において、ゲート絶縁膜13を介して容量線12bに重なることにより、補助容量6を構成している。
- [0106] 裏面側無機膜9、下地膜11、ゲート絶縁膜13及び保護膜16は、例えば、シリコン窒化膜である。
- [0107] ここで、下地膜11、ゲート絶縁膜13及び保護膜16の総膜厚をX_a(μm)とすると、裏面側無機膜9の膜厚Y_a(μm)は、

$$-0.1263X_a^2 + 0.674X_a + 0.0733 \leq Y_a \leq 25.321X_a^3 - 49.8X_a^2 + 34.76X_a - 7.355$$

の関係式を満たしている。

- [0108] 平坦化膜17は、例えば、アクリル樹脂により形成されている。なお、本実施形態では、透明性及び耐熱性に優れたアクリル樹脂からなる平坦化膜17を例示したが、平坦化膜17は、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、シリコーン樹脂などにより形成されていてもよい。
- [0109] 裏面側樹脂膜8は、例えば、ポリイミド樹脂により形成されている。
- [0110] ここで、平坦化膜17の膜厚を X_b (μm) とし、第1樹脂基板10、下地膜11、ゲート絶縁膜13、保護膜16及び裏面側無機膜9の総膜厚を X_c (μm) とすると、裏面側樹脂膜8の膜厚 Y_b (μm) は、
 $(-0.045X_b^2 + 1.4939X_b - 1.9462)(-0.0348X_c^2 + 0.1518X_c + 1.4817) \leq Y_b \leq (0.0173X_b^2 + 0.8303X_b + 1.4109)(0.0073X_c^2 - 0.0011X_c + 0.7038)$
の関係式を満たしている。
- [0111] なお、本実施形態では、高耐熱性のポリイミド樹脂からなる裏面側樹脂膜8を例示したが、裏面側樹脂膜8は、ポリアミドイミド樹脂、ポリベンゾイミダゾール樹脂、シリコーン樹脂などにより形成されていてもよい。
- [0112] 対向基板40は、図15に示すように、耐熱性を有する透明な裏面側樹脂膜28と、裏面側樹脂膜28の図中下面に設けられた裏面側無機膜29と、裏面側無機膜29の図中下面に設けられた耐熱性を有する透明な第2樹脂基板30と、第2樹脂基板30の図中下面に設けられた下地膜31と、下地膜31の図中下面に格子状に設けられたブラックマトリクス32と、ブラックマトリクス32の各格子間に赤色層、緑色層及び青色層などがそれぞれ設けられたカラーフィルター33と、ブラックマトリクス31及びカラーフィルター32を覆うように表面側樹脂膜として設けられた透明な平坦化膜34と、平坦化膜34の図中下面に設けられた共通電極35と、共通電極35を覆うように設けられた配向膜36とを備えている。

- [0113] 第1樹脂基板10及び第2樹脂基板30は、(全)芳香族ポリイミド、芳香族(カルボン酸成分)-環式脂肪族(ジアミン成分)ポリイミド、環式脂肪族(カルボン酸成分)-芳香族(ジアミン成分)ポリイミド、(全)環式脂肪族ポリイミド、フッ素化芳香族ポリイミドなどのポリイミド樹脂により形成されている。ここで、分子内及び分子間において電荷移動錯体が形成されない環式脂肪族ポリイミド、並びにフッ素含有構造により分子内及び分子間において電荷移動錯体が形成され難いフッ素化芳香族ポリイミドは、可視光域での透明性が良好になる。また、第1樹脂基板10及び第2樹脂基板30の透明性としては、例えば、可視光域(400 nm～800 nmの波長域)に対する全光線透過率(total luminous transmittance)が80%以上であることが望ましい。
- [0114] 液晶層50は、例えば、電気光学特性を有するネマチックの液晶材料などにより構成されている。
- [0115] 上記構成の液晶表示装置60aは、アクティブマトリクス基板20上の各画素電極18aと対向基板40上の共通電極35との間に配置する液晶層50に各副画素毎に所定の電圧を印加して、液晶層50の配向状態を変えることにより、各副画素毎に光の透過率を調整して、画像を表示するように構成されている。
- [0116] 次に、本実施形態の液晶表示装置60aを製造する方法について、図16～図24を用いて説明する。ここで、本実施形態の製造方法は、第1樹脂基板形成工程、アクティブマトリクス基板前駆体作製工程、第2樹脂基板形成工程、対向基板前駆体作製工程、パネル前駆体作製工程、第1樹脂基板分離工程及び第2樹脂基板分離工程を備える。
- [0117] <第1樹脂基板形成工程>
- まず、ガラス基板などの第1支持基板7(図16参照)上に、例えば、スピニコート法により、シランカップリング剤を塗布した後に、加熱処理を行うことにより、シランカップリング膜(不図示)を形成する。
- [0118] 続いて、上記シランカップリング膜が形成された基板全体に、例えば、ス

ピンコート法により、ポリアミド酸の樹脂溶液を塗布した後に、加熱処理を行って、樹脂溶液から有機溶剤を揮発させると共に、イミド化反応を行わせることにより、図16に示すように、裏面側樹脂膜8を膜厚1.5μm～3.5μm程度に形成する。ここで、上記樹脂溶液は、例えば、ジメチルアセトアミドやN-メチルピロリドンなどの有機溶剤にポリイミドの前駆体であるポリアミド酸を溶解させたものである。また、上記樹脂溶液の加熱処理では、例えば、樹脂溶液が塗布された第1支持基板7をホットプレート上に載置し、大気雰囲気中で40℃～100℃程度で5分～1時間程度、加熱した後に、酸化による黄色への変色を抑制してイミド化するために、窒素雰囲気中（酸素濃度100ppm以下）で250℃～350℃程度で1時間～3時間程度、加熱する。

- [0119] さらに、裏面側樹脂膜8が形成された基板全体に、例えば、プラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 法により、シリコン窒化膜を300℃程度以上で膜厚0.6μm～2.0μm程度に成膜して、図17に示すように、裏面側無機膜9を形成する。
- [0120] 続いて、裏面側無機膜9が形成された基板全体に、例えば、スピンドル法により、シランカップリング剤を塗布した後に、加熱処理を行うことにより、シランカップリング膜（不図示）を形成する。
- [0121] さらに、上記シランカップリング膜が形成された基板全体に、例えば、スピンドル法により、ポリアミド酸の樹脂溶液を塗布した後に、加熱処理を行って、塗布された樹脂溶液から有機溶剤を揮発させると共に、イミド化反応を行わせることにより、図18に示すように、第1樹脂基板10を膜厚5μm～20μm程度に形成する。ここで、第1樹脂基板10の膜厚は、後述する第1樹脂基板分離工程において、第1支持基板7から第1樹脂基板10を分離する際に第1樹脂基板10の形状を保持し、膜破損の発生を抑制し、再現性良く分離するために、5μm以上であることが好ましく、また、上記加熱処理の際に表面に凹凸が形成されないように溶剤を揮発させるために、20μm以下であることが好ましい。

[0122] <アクティブマトリクス基板前駆体作製工程>

まず、上記第1樹脂基板形成工程で形成された第1樹脂基板10の表面を、例えば、2-アミノエタノール及びジメチルスルホキシドの混合液（重量%比70：30）、ジメチルスルホキシド、N-メチルピロリドンなどの有機溶剤で洗浄した後に、第1樹脂基板10の表面に、例えば、プラズマCVD法により、250°C～300°C程度の成膜温度でシリコン窒化膜を厚さ250nm程度に成膜して、図19に示すように、下地膜11を形成する。

[0123] 続いて、下地膜11が形成された基板全体に、例えば、スパッタリング法により、チタン膜（厚さ30nm～150nm程度）、アルミニウム膜（厚さ200nm～500nm程度）及びチタン膜（厚さ30nm～150nm程度）を順に成膜して金属積層膜を形成した後に、その金属積層膜に対して、フォトリソグラフィ処理、エッチング処理及びレジストの剥離処理を行うことにより、ゲート線12、ゲート電極12a及び容量線12bを形成する。

[0124] さらに、ゲート線12、ゲート電極12a及び容量線12bが形成された基板全体に、例えば、プラズマCVD法により、250°C～300°C程度の成膜温度でシリコン窒化膜を厚さ400nm程度で成膜して、ゲート絶縁膜13を形成する。

[0125] そして、ゲート絶縁膜13が形成された基板全体に、例えば、プラズマCVD法により、真性アモルファスシリコン膜（厚さ70nm～150nm程度）、及びリンがドープされたn⁺アモルファスシリコン膜（厚さ40nm～80nm程度）を順に成膜した後に、真性アモルファスシリコン膜及びn⁺アモルファスシリコン膜の積層膜に対して、フォトリソグラフィ処理、エッチング処理及びレジストの剥離処理を行うことにより、半導体層形成層を形成する。

[0126] 続いて、上記半導体層形成層が形成された基板全体に、スパッタリング法により、例えば、アルミニウム膜（厚さ100nm～400nm程度）及びチタン膜（厚さ30nm～100nm程度）などを順に成膜して金属積層膜

を形成した後に、その金属積層膜に対して、フォトリソグラフィ処理、エッチング処理及びレジストの剥離処理を行うことにより、ソース線、ソース電極 15 a 及びドレイン電極 15 b を形成する。

- [0127] さらに、ソース電極 15 a 及びドレイン電極 15 b をマスクとして、上記半導体層形成層の n⁺アモルファスシリコン層をエッチングすることにより、チャネル領域を形成して、半導体層 14 及びそれを備えた TFT 5 を形成する。
- [0128] そして、TFT 5 が形成された基板全体に、例えば、プラズマ CVD 法により、250°C～300°C 程度の成膜温度でシリコン窒化膜を厚さ 250 nm 程度で成膜して、その無機絶縁膜に対して、フォトリソグラフィ処理、エッチング処理及びレジストの剥離処理を行うことにより、保護膜 16 を形成する。
- [0129] 続いて、保護膜 16 が形成された基板全体に、例えば、スピンドルコート法により、アクリル系の感光性樹脂を厚さ 2 μm～3 μm 程度で塗布し、その塗布された感光性樹脂に対して、露光及び現像を行うことにより、平坦化膜 17 を形成する。
- [0130] さらに、平坦化膜 17 が形成された基板全体に、例えば、スパッタリング法により、ITO (Indium Tin Oxide) 膜やIZO (Indium Zinc Oxide) 膜などの透明導電膜を厚さ 100 nm～200 nm 程度で成膜した後に、その透明導電膜に対して、フォトリソグラフィ処理、エッチング処理及びレジストの剥離処理を行うことにより、画素電極 18 a 及び透明導電層 18 b を形成する。
- [0131] 最後に、画素電極 18 a 及び透明導電層 18 b が形成された基板全体に、例えば、スクリーン印刷法により、ポリイミド系の樹脂膜を厚さ 100 nm 程度で塗布した後に、その塗布膜に対して、焼成及びラビング処理を行うことにより、配向膜 19 を形成する。
- [0132] 以上のようにして、図 20 に示すようなアクティブマトリクス基板前駆体 21 を作製することができる。

[0133] <第2樹脂基板形成工程>

まず、ガラス基板などの第2支持基板27上に、例えば、スピンドルコート法により、シランカップリング剤を塗布した後に、加熱処理を行うことにより、シランカップリング膜(不図示)を形成する。

[0134] 続いて、上記シランカップリング膜が形成された基板全体に、例えば、スピンドルコート法により、ポリアミド酸の樹脂溶液を塗布した後に、加熱処理を行って、樹脂溶液から有機溶剤を揮発させると共に、イミド化反応を行わせることにより、裏面側樹脂膜28を膜厚2.0μm～3.2μm程度に形成する。

[0135] さらに、裏面側樹脂膜28が形成された基板全体に、例えば、プラズマCVD法により、シリコン塗化膜を膜厚0.2μm～0.3μm程度で成膜して、裏面側無機膜29を形成する。

[0136] 続いて、裏面側無機膜29が形成された基板全体に、例えば、スピンドルコート法により、シランカップリング剤を塗布した後に、加熱処理を行うことにより、シランカップリング膜(不図示)を形成する。

[0137] さらに、上記シランカップリング膜が形成された基板全体に、例えば、スピンドルコート法により、ポリアミド酸の樹脂溶液を塗布した後に、加熱処理を行って、塗布された樹脂溶液から有機溶剤を揮発させると共に、イミド化反応を行わせることにより、第2樹脂基板30を膜厚5μm～20μm程度に形成する。

[0138] <対向基板前駆体作製工程>

まず、上記第2樹脂基板形成工程で形成された第2樹脂基板30の表面を、例えば、2-アミノエタノール及びジメチルスルホキシドの混合液、ジメチルスルホキシド、N-メチルピロリドンなどの有機溶剤で洗浄した後に、第2樹脂基板30の表面に、例えば、プラズマCVD法により、シリコン塗化膜を厚さ250nm程度で成膜して、下地膜31を形成する。

[0139] 続いて、下地膜31が形成された基板全体に、例えば、スパッタリング法により、クロム膜(厚さ100nm程度)などの金属膜を成膜した後に、そ

の金属膜に対して、フォトリソグラフィ処理、エッチング処理及びレジストの剥離処理を行うことにより、ブラックマトリクス32を形成する。

- [0140] さらに、ブラックマトリクス32が形成された基板全体に、例えば、スピノコート法により、赤色、緑色又は青色に着色された感光性樹脂を塗布した後に、その塗布膜を露光及び現像することにより、選択した色の着色層（例えば、赤色層）を厚さ $1\text{ }\mu\text{m}$ 程度に形成し、他の2色についても同様な工程を繰り返すことにより、他の2色の着色層（例えば、緑色層及び青色層）を厚さ $1\text{ }\mu\text{m}$ 程度に形成して、カラーフィルター33を形成する。
- [0141] 続いて、カラーフィルター33が形成された基板全体に、例えば、スピノコート法により、アクリル樹脂を厚さ $2\text{. }5\text{ }\mu\text{m}$ 程度で塗布した後に、加熱処理を行うことにより、平坦化膜34を形成する。
- [0142] さらに、平坦化膜34が形成された基板全体に、例えば、スパッタリング法により、ITO膜やIZO膜などの透明導電膜を厚さ 100 nm 程度でマスクを用いて成膜することにより、共通電極35を形成する。
- [0143] 最後に、共通電極35が形成された基板全体に、例えば、スクリーン印刷法により、ポリイミド系の樹脂膜を厚さ 100 nm 程度で塗布した後に、その塗布膜に対して、焼成及びラビング処理を行うことにより、配向膜36を形成する。
- [0144] 以上のようにして、図21に示すような対向基板前駆体41を作製することができる。

[0145] <パネル前駆体作製工程>

例えば、上記対向基板前駆体作製工程で作製された対向基板前駆体41上の配向膜36の表面に、熱硬化性樹脂などにより構成され、液晶注入口を有するシール材を枠状に印刷し、そのシール材が印刷された対向基板前駆体41と、上記アクティブマトリクス基板前駆体作製工程で作製されたアクティブマトリクス基板前駆体21とを貼り合わせて、上記シール材を硬化させた後に、アクティブマトリクス基板前駆体21及び対向基板前駆体41の間に真空注入法により液晶材料を注入すると共に、上記液晶注入口を封止するこ

とにより、アクティブマトリクス基板前駆体21及び対向基板前駆体41の間に液晶層50を封入して、図22に示すようなパネル前駆体61を作製する。

[0146] <第1樹脂基板分離工程>

まず、上記パネル前駆体作製工程で作製されたパネル前駆体61に対して、図23に示すように、アクティブマトリクス基板前駆体21側から紫外レーザー光L_uを照射することにより、第1支持基板7及び裏面側樹脂膜8の境界部分の裏面側樹脂膜8側の部分において、紫外光の吸収によるアブレーション（熱吸収による膜の分解／気化）現象を起こして、第1支持基板7と裏面側樹脂膜8を含む第1樹脂基板10とを分離する。ここで、照射する紫外レーザー光L_uとしては、例えば、XeCIレーザーから発振される波長308nmのレーザー光が好適である。また、アブレーション条件としては、照射対象の樹脂基板によって条件出しを行うことが必要であるが、例えば、照射するエネルギー強度が300mW/cm²～500mW/cm²程度であり、1ショット～10ショット程度の照射を行うものである。なお、紫外線レーザー光L_uの透過率は、裏面側樹脂膜8で1%程度以下であり、ガラス基板（第1支持基板7）で40%程度以上である。

[0147] 続いて、第1支持基板7が分離されたパネル前駆体61を構成するアクティブマトリクス基板20の表面に、図24に示すように、位相差補償フィルム51を貼り付ける。

[0148] <第2樹脂基板分離工程>

まず、上記第1樹脂基板分離工程で位相差補償フィルム51が貼り付けられたパネル前駆体に対して、上記第1樹脂基板分離工程と同様に、対向基板前駆体41側から紫外レーザー光を照射することにより、第2支持基板27と裏面側樹脂膜28を含む第2樹脂基板30とを分離する。

[0149] 続いて、第2支持基板27が分離されたパネル前駆体を構成する対向基板40の表面に、位相差補償フィルム52を貼り付けた後に、位相差補償フィルム51及び52の各表面に偏光フィルム53及び54をそれぞれ貼り付け

る。

[0150] 以上のようにして、本実施形態の液晶表示装置 60a を製造することができる。

[0151] 以上説明したように、本実施形態のアクティブマトリクス基板 20 によれば、耐熱性を有する透明な第 1 樹脂基板 10 の裏面側に裏面側無機膜 9 が設けられているので、表面側の下地膜 11、ゲート絶縁膜 13 及び保護膜 16 に起因するアクティブマトリクス基板 20 の反りを補償することができる。ここで、アクティブマトリクス基板 20 の曲率半径は、上述したように、第 1 樹脂基板 10 の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、複数の表面側無機膜（下地膜 11、ゲート絶縁膜 13、保護膜 16）の各線弾性係数、各線膨張係数及び総膜厚、並びに裏面側無機膜 9 の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚に基づいて、式 2、式 7、式 11 及び式 13 を用いて算出することができる。そして、第 1 樹脂基板 10 がポリイミド樹脂により形成され、複数の表面側無機膜（下地膜 11、ゲート絶縁膜 13 及び保護膜 16）がシリコン塗化膜であり、複数の表面側無機膜の総膜厚を $X_a \mu m$ とすると、裏面側無機膜の膜厚 $Y_a \mu m$ が、

$$-0.1263X_a^2 + 0.674X_a + 0.0733 \leq Y_a \leq 25.321X_a^3 - 49.8X_a^2 + 34.76X_a - 7.355$$

の関係式を満たしているので、図 6 及び図 7 のシミュレーションの結果に基づいて、アクティブマトリクス基板 20 の曲率半径が 20 mm 以上又は -20 mm 以下になり、アクティブマトリクス基板 20 に対する作業性を確保することができる。したがって、樹脂基板を用いたアクティブマトリクス基板 20 の反りを抑制して、アクティブマトリクス基板 20 に対する作業性を確保することができる。

[0152] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板 20 によれば、第 1 樹脂基板 10 の表面側に平坦化膜 17 が設けられているので、アクティブマトリクス基板 20 を備えた液晶表示装置 60a において、液晶層 50 の配向の乱れを抑制することができる。

[0153] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板20によれば、耐熱性を有する透明な第1樹脂基板10の裏面側に裏面側樹脂膜8が設けられているので、表面側の平坦化膜17に起因するアクティブマトリクス基板20の反りを補償することができる。ここで、アクティブマトリクス基板20の曲率半径は、上述したように、第1樹脂基板10の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、複数の表面側無機膜（下地膜11、ゲート絶縁膜13、保護膜16）の各線弾性係数、各線膨張係数及び総膜厚、裏面側無機膜9の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、平坦化膜17の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、並びに裏面側樹脂膜8の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚に基づいて、式2、式7、式11及び式13を用いて算出することができる。そして、平坦化膜17がアクリル樹脂により膜厚 $X_b \mu m$ で形成され、裏面側樹脂膜8がポリイミド樹脂により膜厚 $Y_b \mu m$ で形成され、第1樹脂基板10、各表面側無機膜及び裏面側無機膜9の総膜厚を $X_c \mu m$ とすると、裏面側樹脂膜8の膜厚 Y_b が

$$Y_b \leq (-0.045X_b^2 + 1.4939X_b - 1.9462)(-0.0348X_c^2 + 0.1518X_c + 1.4817) \leq$$

$$Y_b \leq (0.0173X_b^2 + 0.8303X_b + 1.4109)(0.0073X_c^2 - 0.0011X_c + 0.7038)$$

の関係式を満たしているので、図10及び図12のシミュレーションの結果に基づいて、アクティブマトリクス基板20の曲率半径が20mm以上又は-20mm以下になり、アクティブマトリクス基板20に対する作業性を確保することができる。したがって、樹脂基板を用いたアクティブマトリクス基板20の反りを抑制して、アクティブマトリクス基板20に対する作業性を確保することができる。

[0154] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板20及びそれを備えた液晶表示装置60aによれば、アクティブマトリクス基板20の反りが抑制されるので、液晶表示装置60aのアクティブマトリクス基板の端子領域に電子部品を実装する実装工程で実装される電子部品と端子との電気的な接続を良好ににすることができる。

- [0155] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板20及びそれを備えた液晶表示装置60aによれば、アクティブマトリクス基板20の反りが抑制されるので、また、アクティブマトリクス基板20に形成された素子や配線に対する機械的なストレスを抑制することができ、アクティブマトリクス基板20及び液晶表示装置60aの製造歩留まり及び信頼性を向上させることができる。
- [0156] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板20を備えた液晶表示装置60aによれば、アクティブマトリクス基板20の反りが抑制されることにより、液晶表示装置60aの平坦性を良好にすることができ、表示品位を向上させることができる。
- [0157] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板20を備えた液晶表示装置60aによれば、アクティブマトリクス基板20の反りが抑制されるので、液晶表示装置60aに対して装置の剛性や信頼性を確保するために行うラミネート工程における作業性を良好にすることができ、アクティブマトリクス基板20及び液晶表示装置60aの製造歩留まり及び信頼性を向上させることができる。
- [0158] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板20を備えた液晶表示装置60aによれば、アクティブマトリクス基板20の反りが抑制されることにより、コモン転移材を介してアクティブマトリクス基板20と対向基板40とを電気的に接続する部分における接続不良を抑制することができ、アクティブマトリクス基板20及び液晶表示装置60aの製造歩留まり、信頼性及び品質を向上させることができる。
- [0159] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板20及びそれを備えた液晶表示装置60aによれば、アクティブマトリクス基板20の反りが抑制されるので、製造工程時の基板の取り扱いが容易になり、生産性を向上させることができる。
- [0160] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板20及びそれを備えた液晶表示装置60aによれば、アクティブマトリクス基板20及び液晶表示装置

60aの製造歩留まり及び生産性を向上させることができるので、製造コストを低減することができる。

- [0161] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板20及びそれを備えた液晶表示装置60aによれば、基板の丸まりを直接的に矯正するための基板構成や矯正装置などが不要であるので、使用部材の削減及び製造コストの低減を実現することができると共に、液晶表示装置60aの軽量化及び薄型化を実現することができる。
- [0162] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板20によれば、既存のTFT製造装置及び製造プロセスを利用することができるので、新たな設備投資を少なくて、低成本で表示装置を製造することができる。
- [0163] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板20によれば、裏面側樹脂膜8及び裏面側無機膜9が水分などの透過を抑制するバリア膜として機能するので、TFT5の信頼性を向上させることができる。
- [0164] また、本実施形態のアクティブマトリクス基板20によれば、無機絶縁膜を比較的高温（250°C～300°C程度）で成膜するので、高品質で高信頼性の薄膜電気素子を形成することができる。

[0165] 《発明の実施形態2》

図25は、本実施形態の液晶表示装置60bの断面図である。なお、以下の各実施形態において、図15～図24と同じ部分については同じ符号を付して、その詳細な説明を省略する。

- [0166] 上記実施形態1では、位相差補償フィルム51及び52を備えた液晶表示装置60aを例示したが、本実施形態では、位相差補償フィルムを備えない液晶表示装置60bを例示する。
- [0167] 液晶表示装置60bは、図25に示すように、互いに対向するように設けられたアクティブマトリクス基板20及び対向基板40と、アクティブマトリクス基板20及び対向基板40の間に設けられた液晶層50と、アクティブマトリクス基板20及び対向基板40を互いに接着すると共に、アクティブマトリクス基板20及び対向基板40の間に液晶層50を封入するために

枠状に設けられたシール材（不図示）と、アクティブマトリクス基板20の図中下面に設けられた偏光フィルム53と、対向基板40の図中上面に設けられた偏光フィルム54とを備えている。

[0168] 以上説明したように、本実施形態のアクティブマトリクス基板20及び液晶表示装置60bによれば、上記実施形態1と同様に、耐熱性を有する透明な第1樹脂基板10の裏面側に、表面側の下地膜11、ゲート絶縁膜13及び保護膜16の総膜厚に対して所定範囲に設定された膜厚を有する裏面側無機膜9が設けられていると共に、表面側の平坦化膜17の膜厚に対して所定範囲に設定された膜厚を有する裏面側樹脂膜8が設けられているので、樹脂基板を用いたアクティブマトリクス基板20の反りを抑制して、アクティブマトリクス基板20に対する作業性を確保することができる。

[0169] また、本実施形態の液晶表示装置60bによれば、上記実施形態1で説明した各効果の他に、位相差補償フィルムが設けられていないので、液晶表示装置60bの積層構造のバランスを損なうことなく、液晶表示装置60bの厚さを小さくすることができ、また、使用部材が減ることにより、製造単価を低く抑えると共に、製造工程数を減らすことができる。

[0170] 《発明の実施形態3》

図26は、本実施形態の液晶表示装置60cの断面図である。

[0171] 上記各実施形態では、平面状の液晶表示装置60a及び60bを例示したが、本実施形態では、フレキシブルな曲面状の液晶表示装置60cを例示する。

[0172] 具体的に、液晶表示装置60cは、図26に示すように、互いに対向するように設けられたアクティブマトリクス基板20及び対向基板40と、アクティブマトリクス基板20及び対向基板40の間に設けられた液晶層50と、アクティブマトリクス基板20及び対向基板40を互いに接着すると共に、アクティブマトリクス基板20及び対向基板40の間に液晶層50を封入するために枠状に設けられたシール材51と、アクティブマトリクス基板20の図中下側に設けられたバックライト57とを備えている。なお、図26

では、アクティブマトリクス基板20及び対向基板40の各表面に貼り付けられる光学シート（偏光フィルム、位相差補償フィルムなど）が省略されている。

[0173] バックライト57は、図26に示すように、アクティブマトリクス基板20及び対向基板40の形状に合わせて変形するフレキシブルな導光板55と、導光板55の一辺（図中左端）に沿って設けられた複数の光源56と、導光板55の図中下面に設けられ、各光源56からの光をアクティブマトリクス基板20側に反射する反射シート（不図示）とを備えている。ここで、導光板55は、例えば、透明なシリコーンゴムなどに構成されている。また、光源56は、例えば、発光ダイオード（Light Emitting Diode（LED））などにより構成されている。ここで、アクティブマトリクス基板20及び導光板55の間には、拡散シートやレンズシートなどの光学シートが配置されてもよい。

[0174] 上記構成の液晶表示装置60cは、アクティブマトリクス基板20上の各画素電極18aと対向基板40上の共通電極35との間に配置する液晶層50に各副画素毎に所定の電圧を印加して、液晶層50の配向状態を変えることにより、各副画素毎に光の透過率を調整した後に、図26に示すように、表示光Ldを出射して、画像を表示するように構成されている。

[0175] 以上説明したように、本実施形態のアクティブマトリクス基板20及びそれを備えた液晶表示装置60cによれば、上記実施形態1及び2と同様に、耐熱性を有する透明な第1樹脂基板10の裏面側に、表面側の下地膜11、ゲート絶縁膜13及び保護膜16の総膜厚に対して所定範囲に設定された膜厚を有する裏面側無機膜9が設けられていると共に、表面側の平坦化膜17の膜厚に対して所定範囲に設定された膜厚を有する裏面側樹脂膜8が設けられているので、樹脂基板を用いたアクティブマトリクス基板20の反りを抑制して、アクティブマトリクス基板20に対する作業性を確保することができる。

[0176] なお、上記各実施形態では、薄膜電気素子として3端子素子のTFTが設

けられたアクティブマトリクス基板を例示したが、本発明は、例えば、アモルファスシリコンを用いたダイオードなどの2端子素子の薄膜電気素子が設けられたアクティブマトリクス基板にも適用することができる。

- [0177] また、上記各実施形態では、下地膜11、ゲート絶縁膜13及び保護膜16を構成する無機絶縁膜として、シリコン窒化膜を用いたアクティブマトリクス基板を例示したが、本発明は、無機絶縁膜として、シリコン酸化膜やシリコン酸窒化膜を単独で又はシリコン窒化膜と組み合わせて用いたアクティブマトリクス基板にも適用することができる。
- [0178] また、上記各実施形態では、表面側樹脂膜及び裏面側樹脂膜として、透明なアクリル樹脂及びポリイミド樹脂をそれぞれ例示したが、表面側樹脂膜及び裏面側樹脂膜として、不透明な樹脂を用いることにより、反射型の液晶表示装置や自発光型の表示装置などを構成してもよい。
- [0179] また、上記各実施形態では、表示装置として、液晶表示装置を例示したが、本発明は、有機EL (Electro Luminescence) 表示装置、エレクトロウェッティング方式やエレクトロクロミック方式の表示装置などの他の表示装置にも適用することができる。
- [0180] また、上記各実施形態では、液晶表示装置を例示したが、本発明は、液晶材料の代わりに、例えば、電気光学効果を有する材料（例えば、KDP (KH_2PO_4) 結晶、LiTaO₃、LiNbO₃、Ba₂NaNb₅O₁₅、Sr_{0.5}Ba_{0.5}Nb₂O₆など）を用いて、偏光を利用する空間光変調素子（並列情報処理光コンピューティング装置など）にも適用することができる。
- [0181] また、上記各実施形態では、画素電極に接続されたTFTの電極をドレン電極としたアクティブマトリクス基板を例示したが、本発明は、画素電極に接続されたTFTの電極をソース電極と呼ぶアクティブマトリクス基板にも適用することができる。

産業上の利用可能性

- [0182] 以上説明したように、本発明は、樹脂基板を用いたアクティブマトリクス基板の反りを抑制することができるので、電子書籍、電子ノート、電子新聞

、デジタルサイネージ（電子看板）などの表示装置について有用である。

符号の説明

- [0183] 5 TFT (薄膜電気素子)
8 裏面側樹脂膜
9 裏面側無機膜
10 第1樹脂基板
11 下地膜（表面側無機膜）
12a ゲート電極
13 ゲート絶縁膜（表面側無機膜）
14 半導体層
16 保護膜（表面側無機膜）
17 平坦化膜（表面側樹脂膜）
20 アクティブマトリクス基板
40 対向基板
50 液晶層（表示媒体層）
60a～60c 液晶表示装置

請求の範囲

- [請求項1] 耐熱性を有する樹脂基板と、
上記樹脂基板の表面側に設けられた薄膜電気素子と、
上記樹脂基板の表面側に互いに異なる層に同一材料により設けられ
た複数の表面側無機膜と、
上記樹脂基板の裏面側に上記各表面側無機膜と同一材料により設け
られた裏面側無機膜とを備え、
上記裏面側無機膜の膜厚は、上記樹脂基板の線弾性係数、線膨張係
数及び膜厚、上記複数の表面側無機膜の各線弾性係数、各線膨張係數
及び総膜厚、並びに上記裏面側無機膜の線弾性係数、線膨張係數及び
膜厚に基づいて算出される曲率半径が 20 mm 以上又は -20 mm 以
下になるように、上記複数の表面側無機膜の総膜厚に対して所定範囲
に設定されている、アクティブマトリクス基板。
- [請求項2] 上記樹脂基板は、ポリイミド樹脂により形成され、
上記各表面側無機膜は、シリコン窒化膜であり、
上記複数の表面側無機膜の総膜厚を $X_a \mu m$ とすると、
上記裏面側無機膜の膜厚 $Y_a \mu m$ は、
$$-0.1263 X_a^2 + 0.674 X_a + 0.0733 \leq Y_a \leq 25.321 X_a^3 - 49.8 X_a^2 + 34.76 X_a - 7.355$$
 の関係式を満たしている、請求項 1 に記載のアクティブマトリクス基
板。
- [請求項3] 上記樹脂基板の表面側には、基板表面を平坦化するための表面側樹
脂膜が設けられている、請求項 1 又は 2 に記載のアクティブマトリク
ス基板。
- [請求項4] 上記樹脂基板の裏面側には、耐熱性を有する裏面側樹脂膜が設けら
れ、
上記裏面側樹脂膜の膜厚は、上記樹脂基板の線弾性係数、線膨張係
数及び膜厚、上記複数の表面側無機膜の各線弾性係数、各線膨張係數

及び総膜厚、上記裏面側無機膜の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、上記表面側樹脂膜の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚、上記裏面側樹脂膜の線弾性係数、線膨張係数及び膜厚に基づいて算出される曲率半径が20mm以上又は-20mm以下になるように、上記表面側樹脂膜の膜厚に対して所定範囲に設定されている、請求項3に記載のアクティブマトリクス基板。

[請求項5] 上記表面側樹脂膜は、アクリル樹脂により膜厚 $X_b \mu m$ で形成され、

上記裏面側樹脂膜は、ポリイミド樹脂により膜厚 $Y_b \mu m$ で形成され、

上記樹脂基板、各表面側無機膜及び裏面側無機膜の総膜厚を $X_c \mu m$ とすると、

上記裏面側樹脂膜の膜厚 Y_b は、

$$(-0.045X_b^2 + 1.4939X_b - 1.9462)(-0.0348X_c^2 + 0.1518X_c + 1.4817) \leq Y_b \leq (0.0173X_b^2 + 0.8303X_b + 1.4109)(0.0073X_c^2 - 0.0011X_c + 0.7038)$$

の関係式を満たしている、請求項4に記載のアクティブマトリクス基板。

[請求項6] 上記薄膜電気素子は、ゲート電極及び半導体層を備えた薄膜トランジスタであり、

上記複数の表面側無機膜は、上記樹脂基板の表面に設けられた下地膜、上記ゲート電極及び半導体層の間に設けられたゲート絶縁膜、及び上記薄膜トランジスタを覆うように設けられた保護膜である、請求項1乃至5の何れか1つに記載のアクティブマトリクス基板。

[請求項7] 上記樹脂基板は、透明性を有している、請求項1乃至6の何れか1つに記載のアクティブマトリクス基板。

[請求項8] 上記表面側樹脂膜及び裏面側樹脂膜は、透明性を有している、請求

項4又は5に記載のアクティブマトリクス基板。

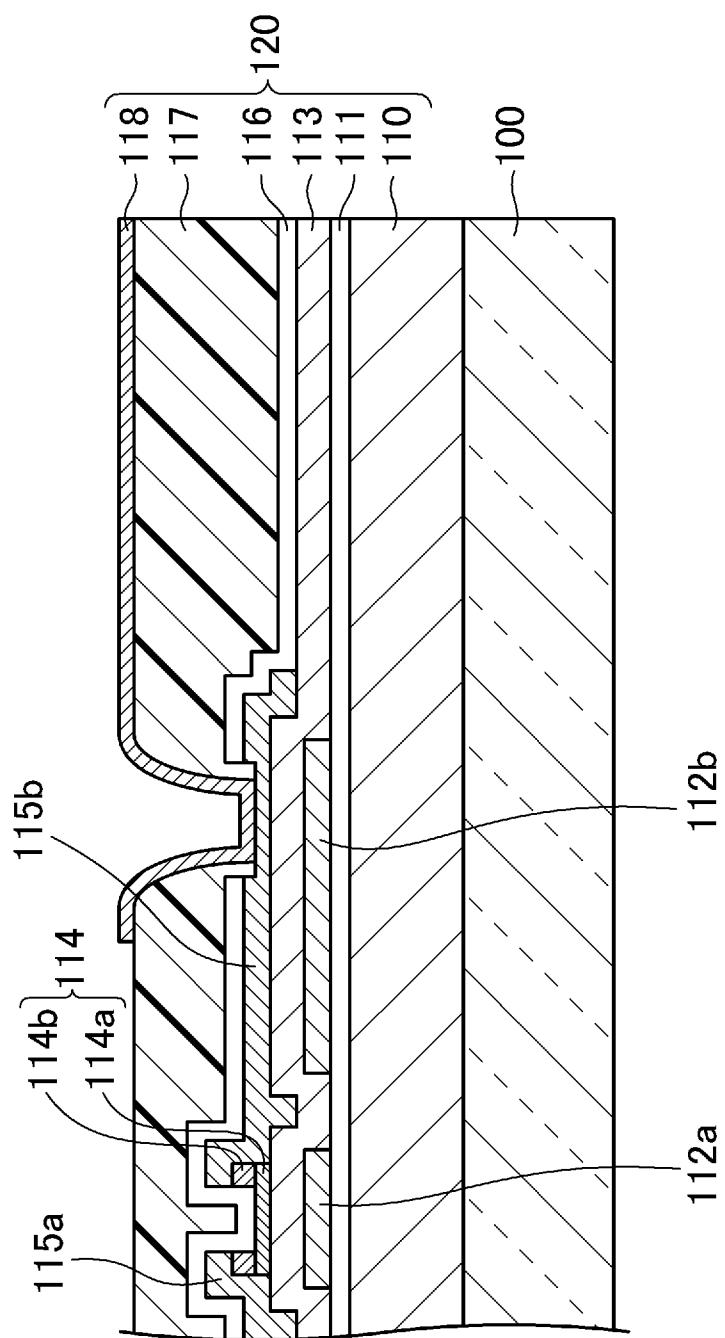
[請求項9] 請求項1乃至8の何れか1つに記載されたアクティブマトリクス基板と、

上記アクティブマトリクス基板の上記薄膜電気素子が設けられた表面側に対向するように設けられた対向基板と、

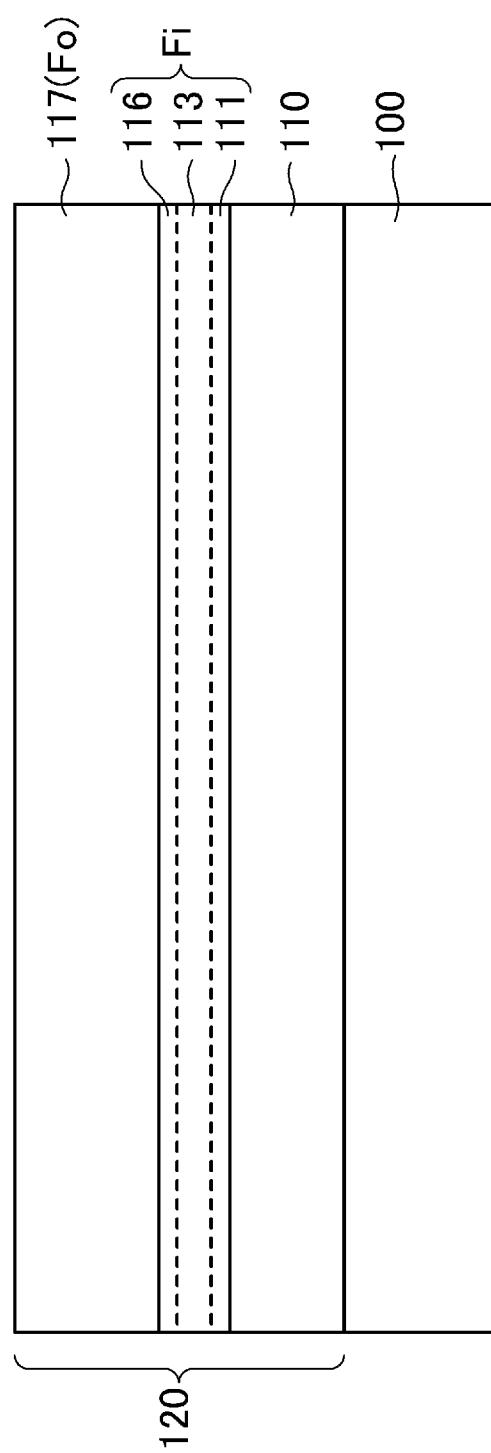
上記アクティブマトリクス基板及び対向基板の間に設けられた表示媒体層とを備えている、表示装置。

[請求項10] 上記表示媒体層は、液晶層である、請求項9に記載の表示装置。

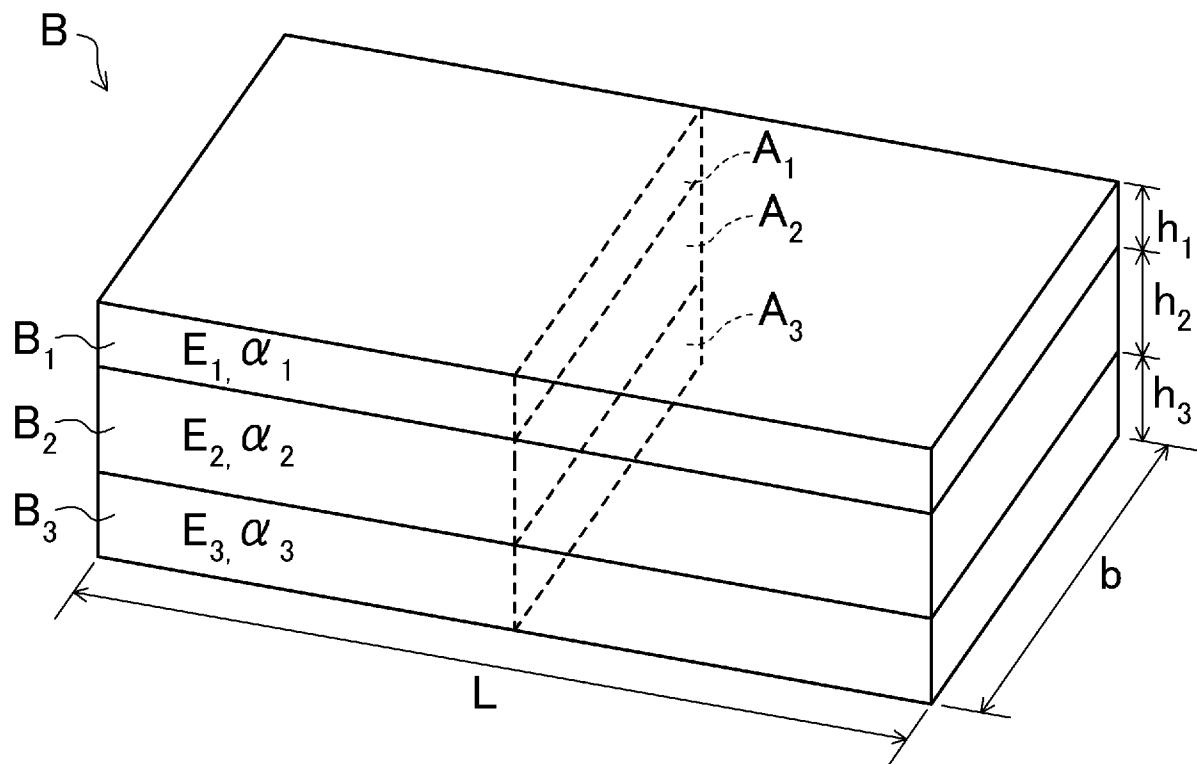
[図1]



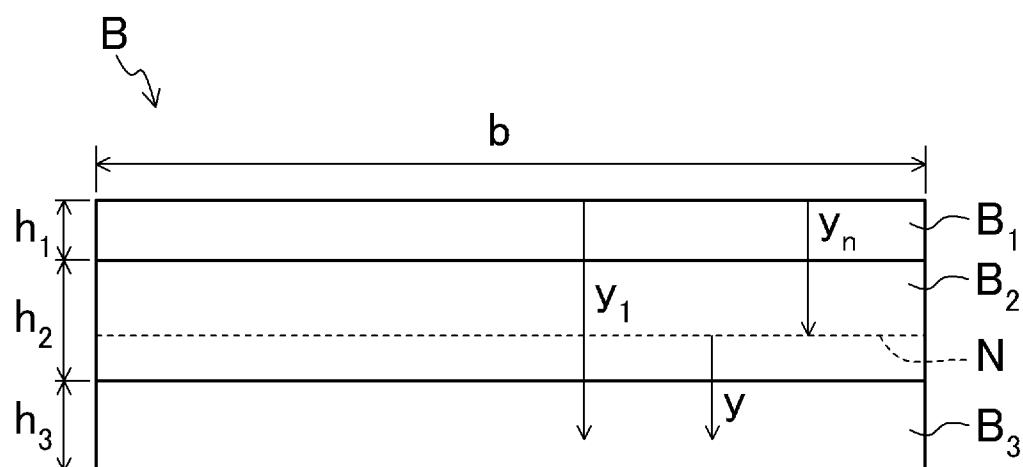
[図2]



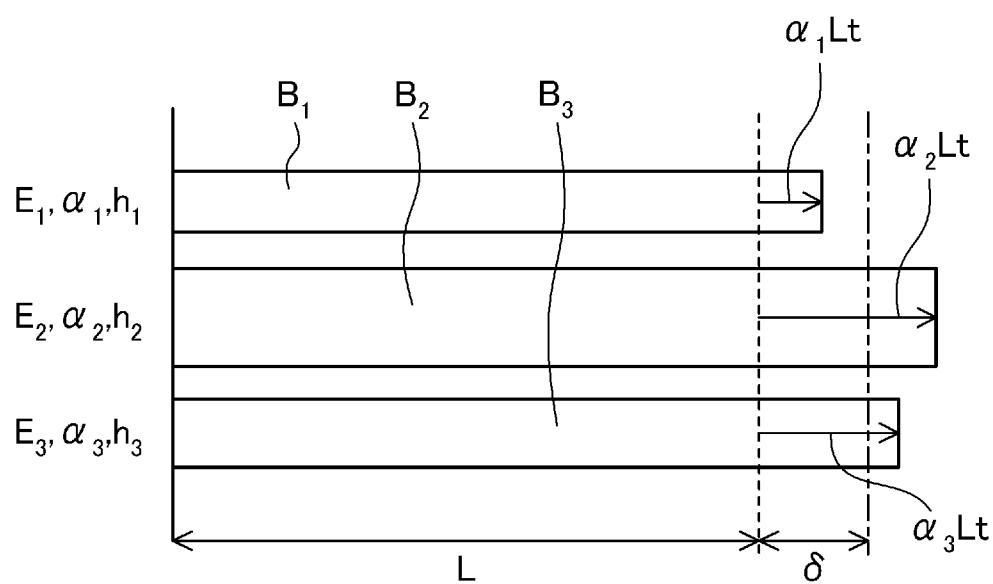
[図3]



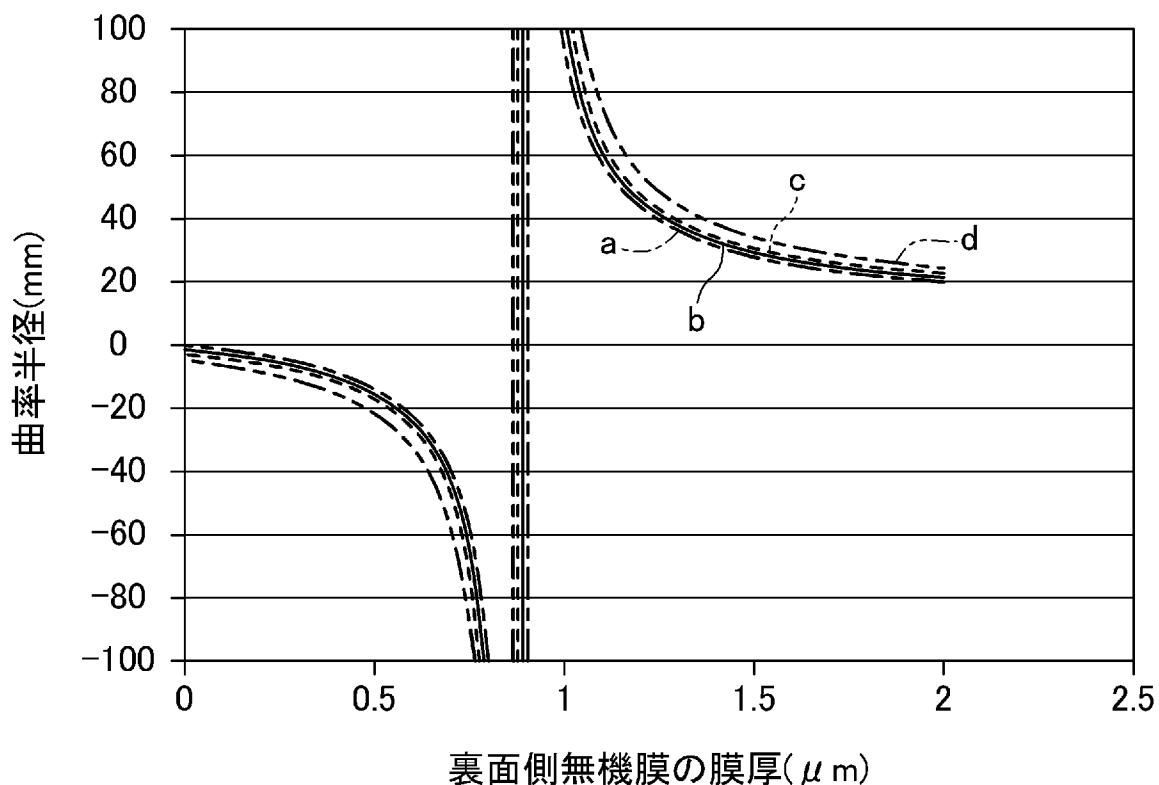
[図4]



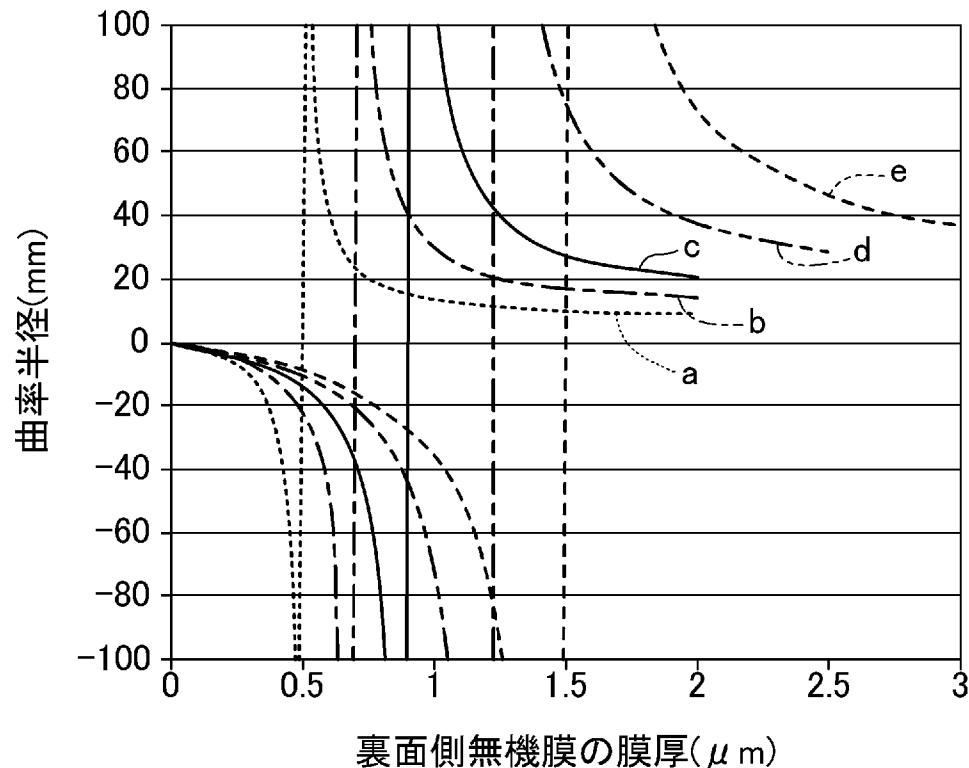
[図5]



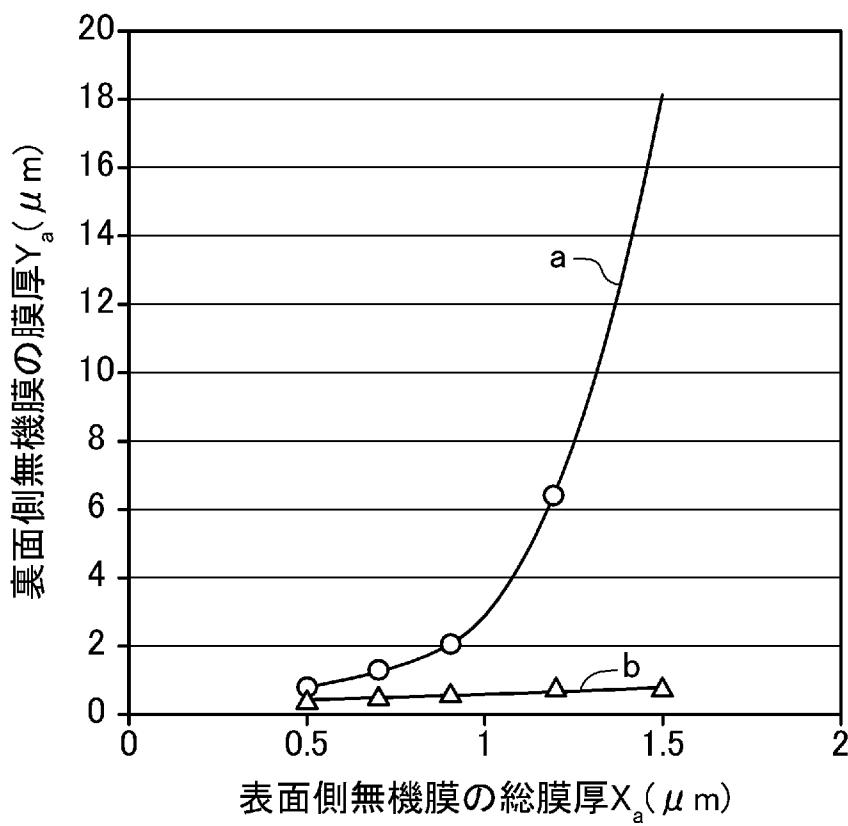
[図6]



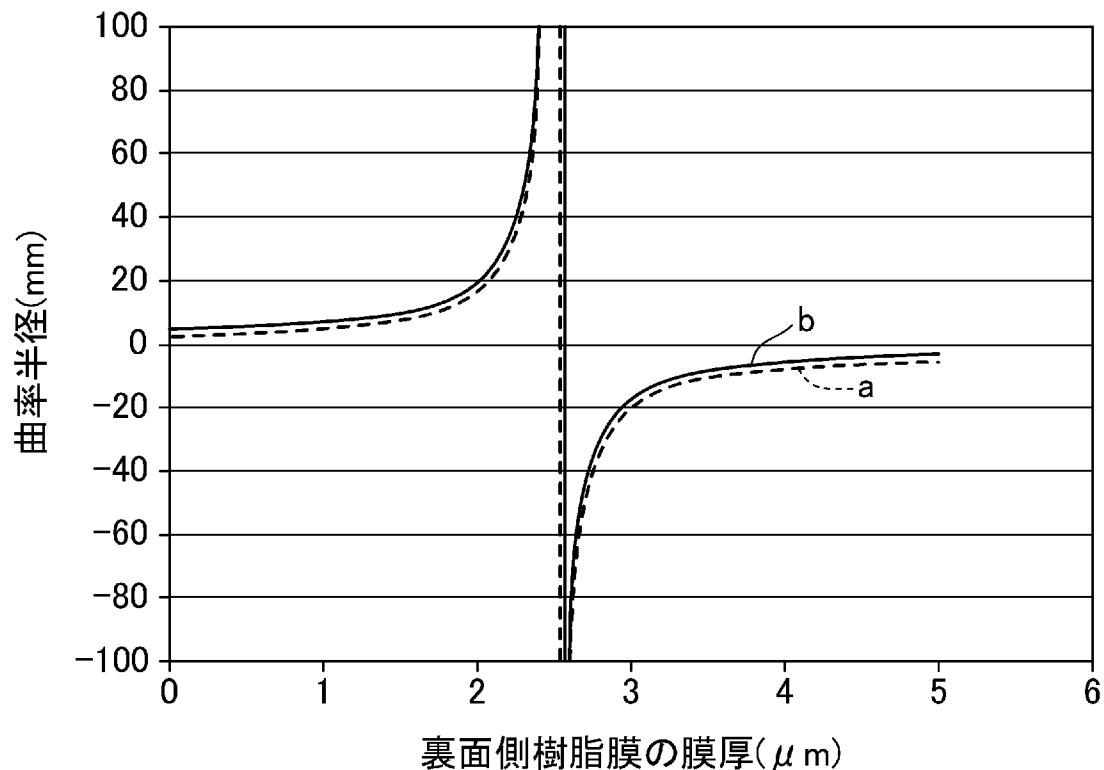
[図7]



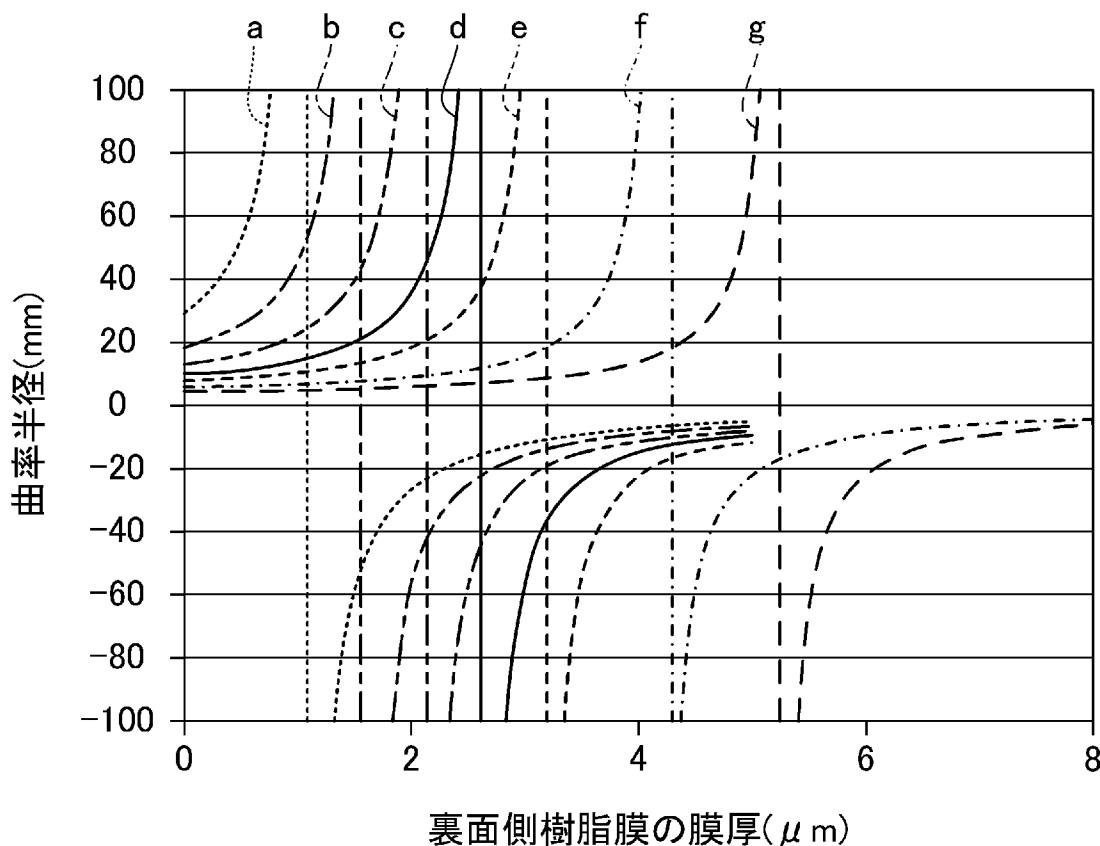
[図8]



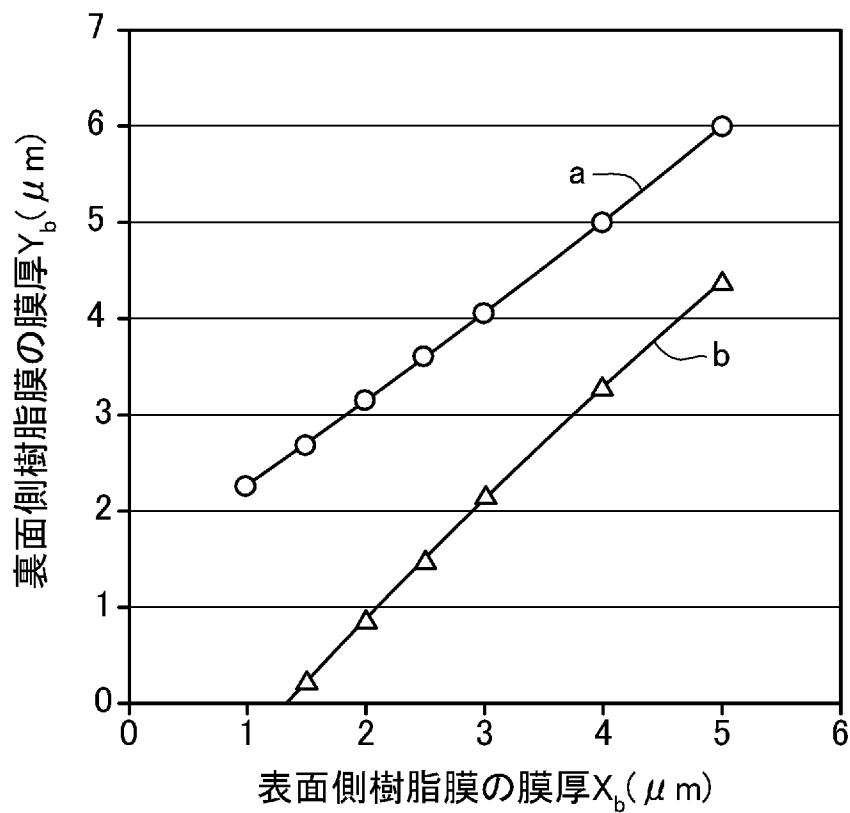
[図9]



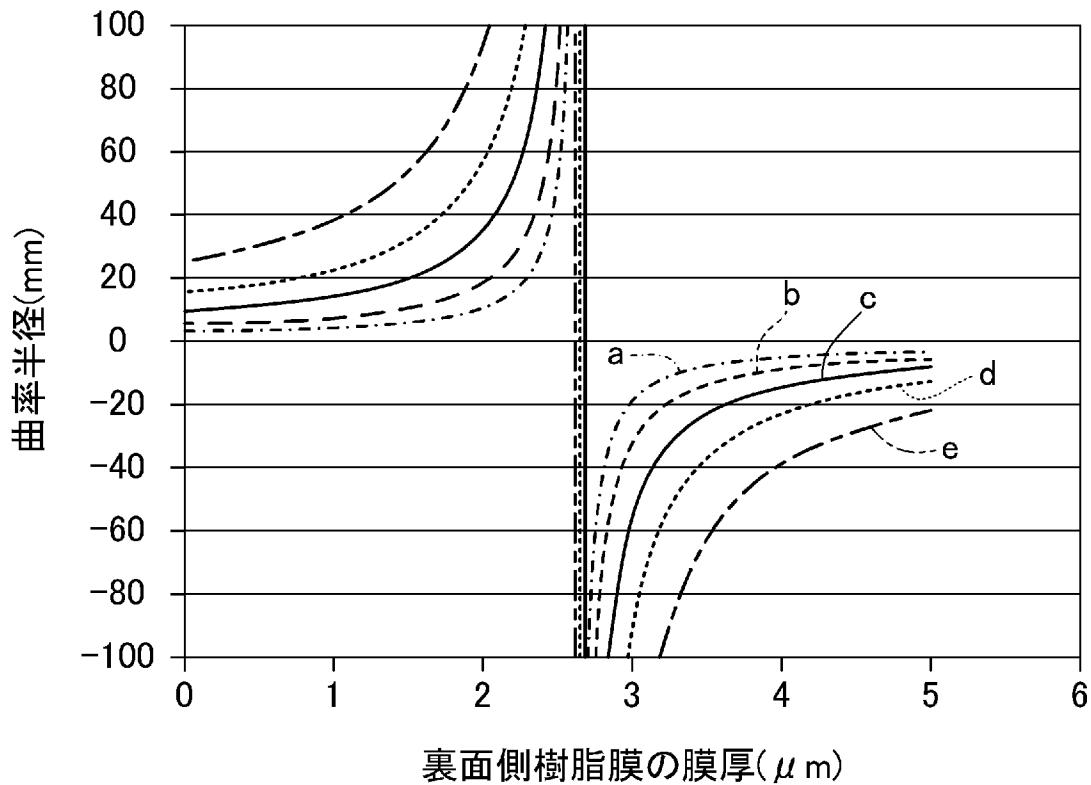
[図10]



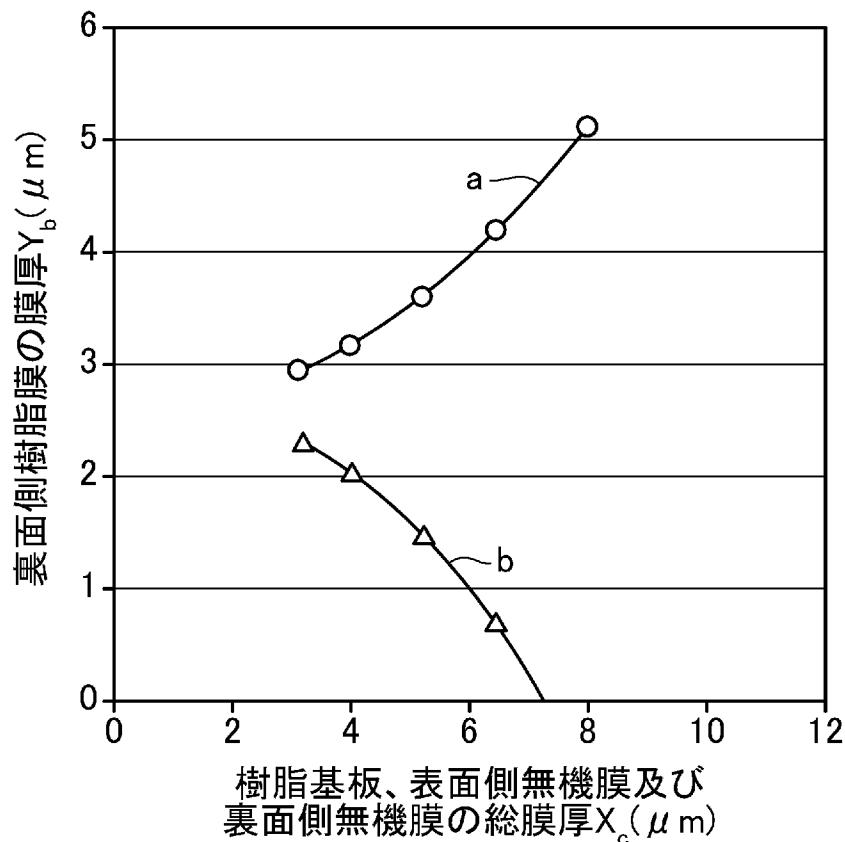
[図11]



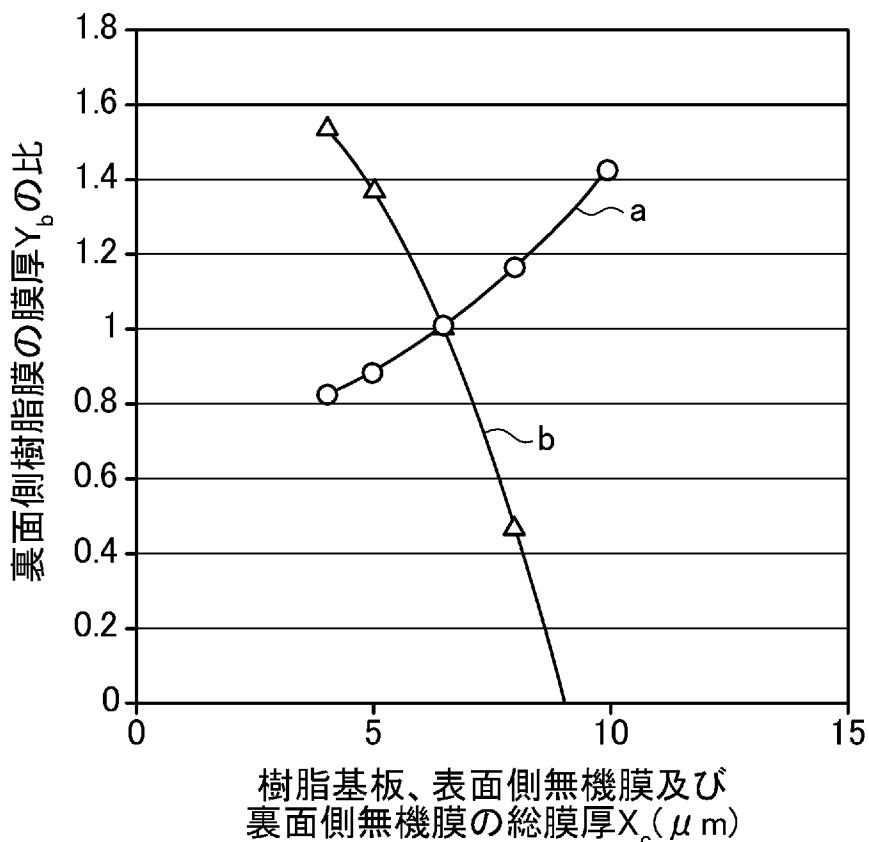
[図12]



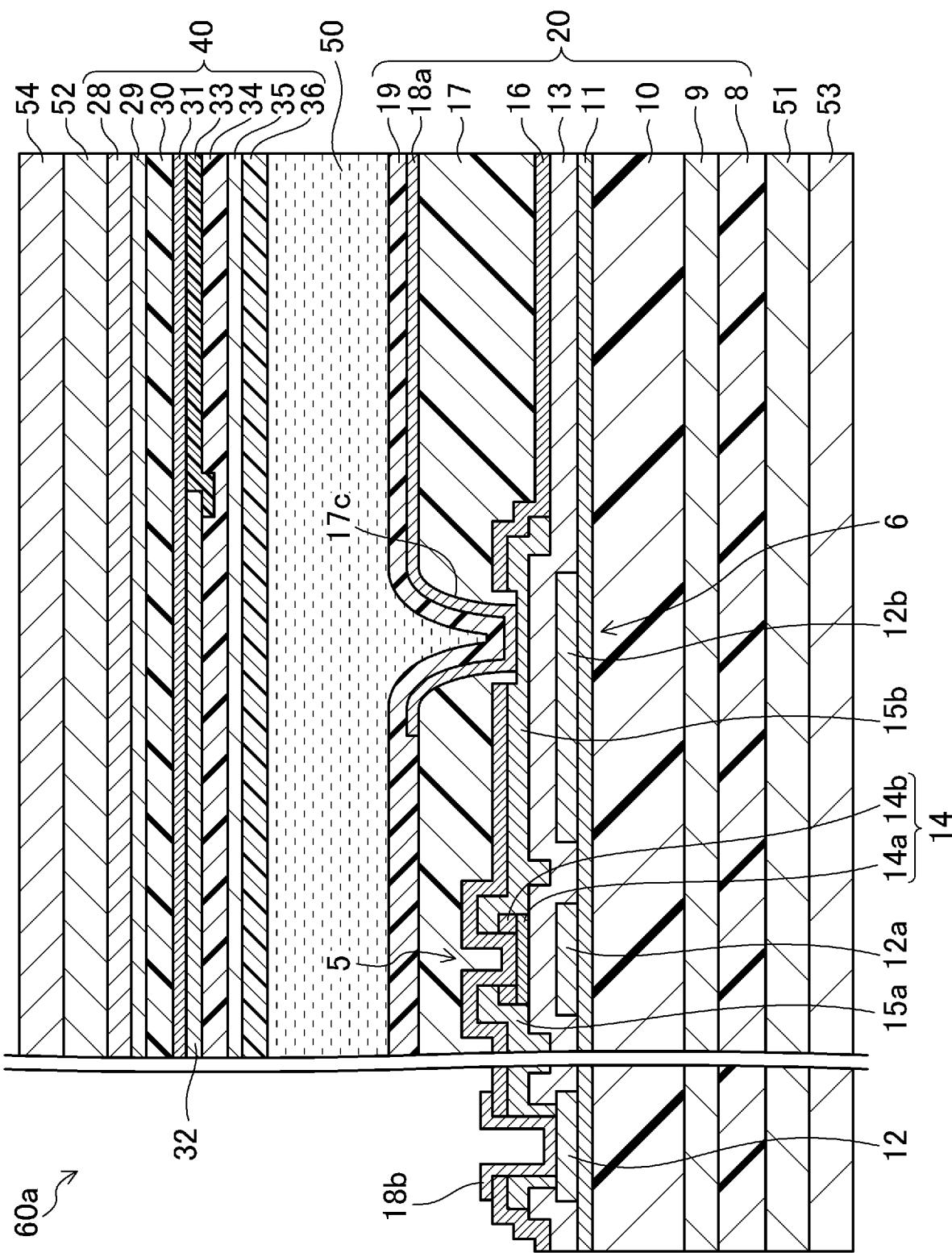
[図13]



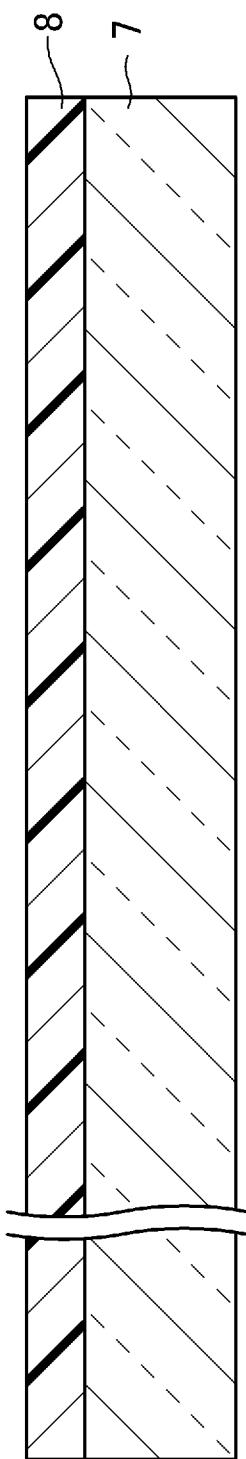
[図14]



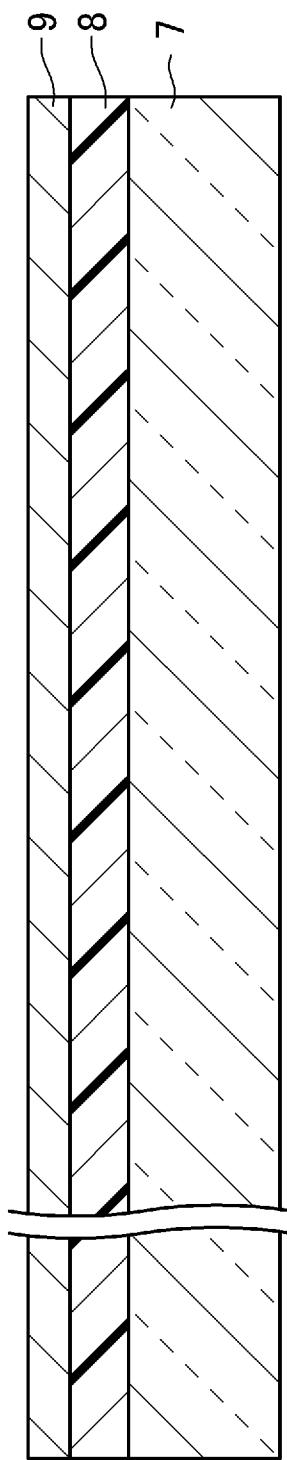
[図15]



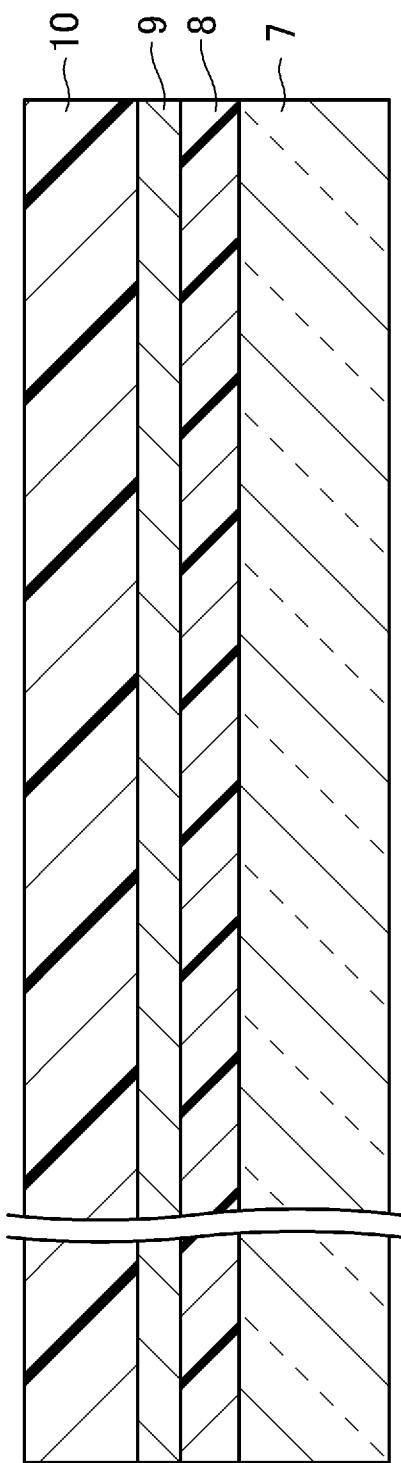
[図16]



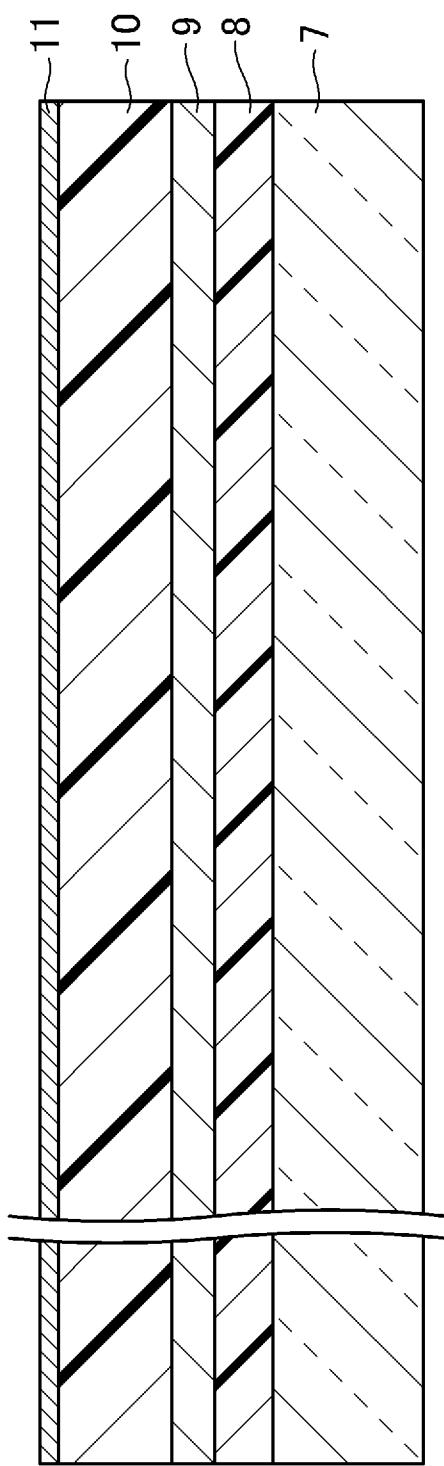
[図17]



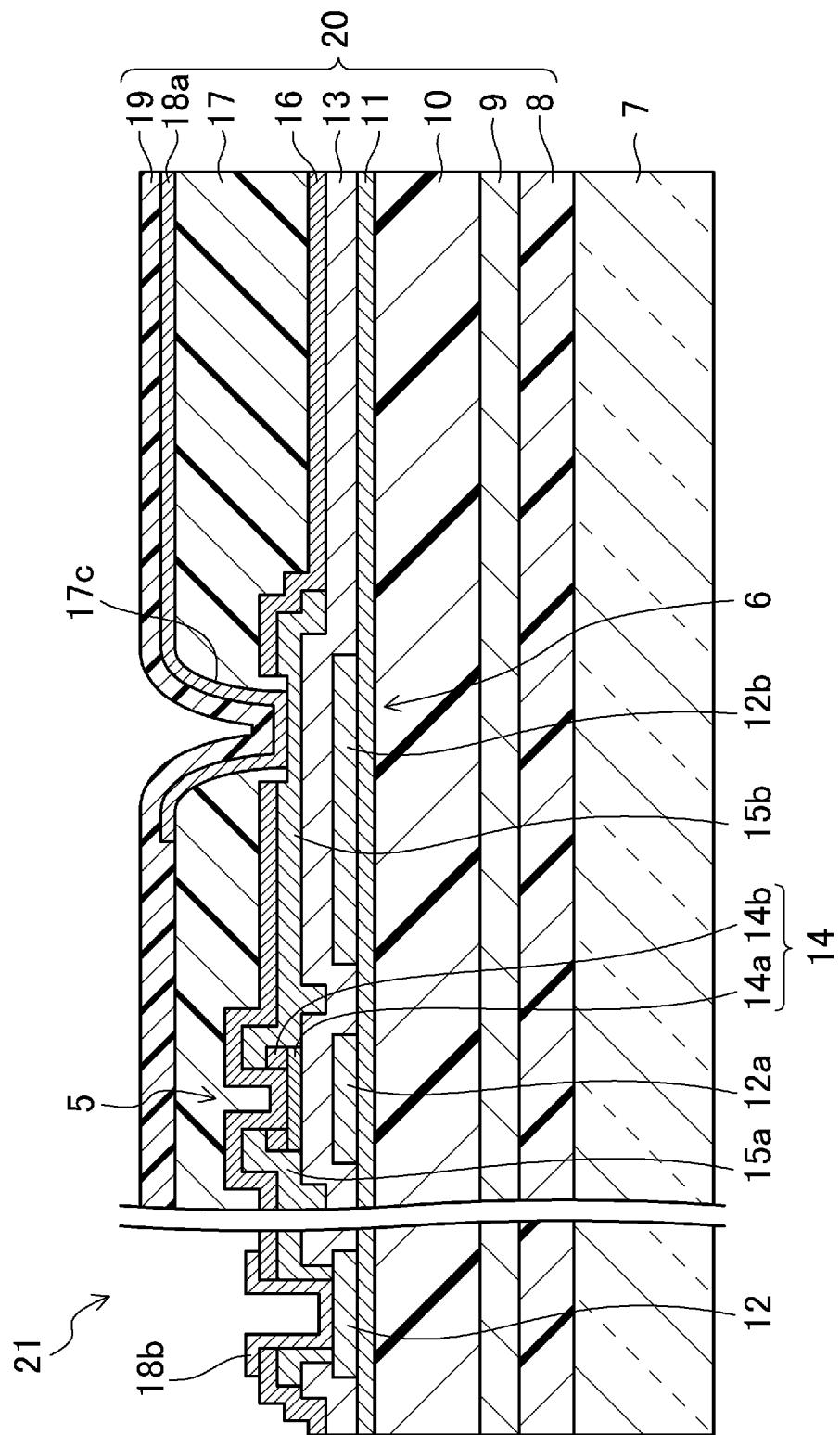
[図18]



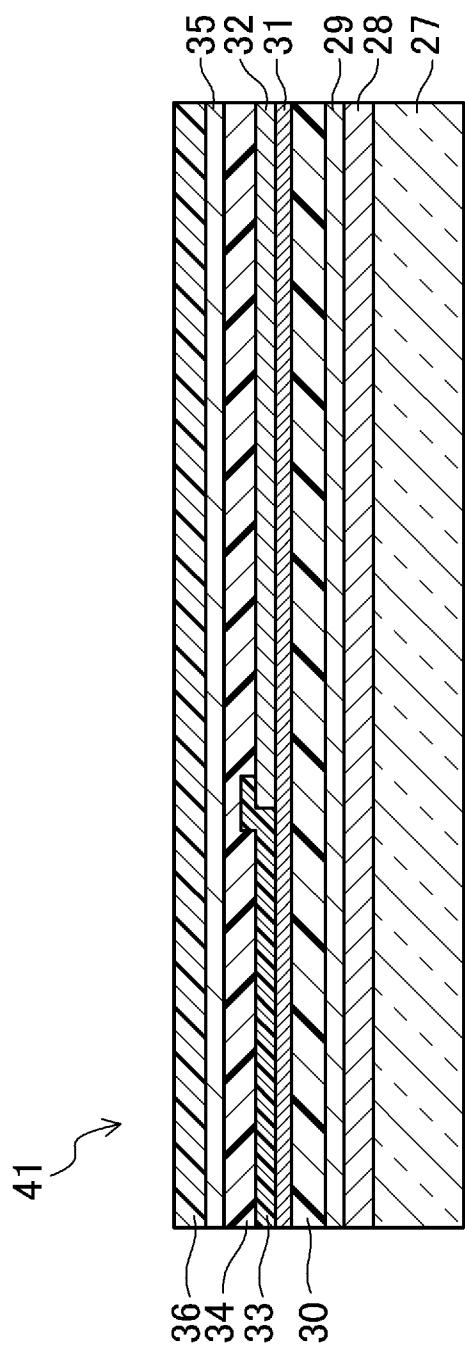
[図19]



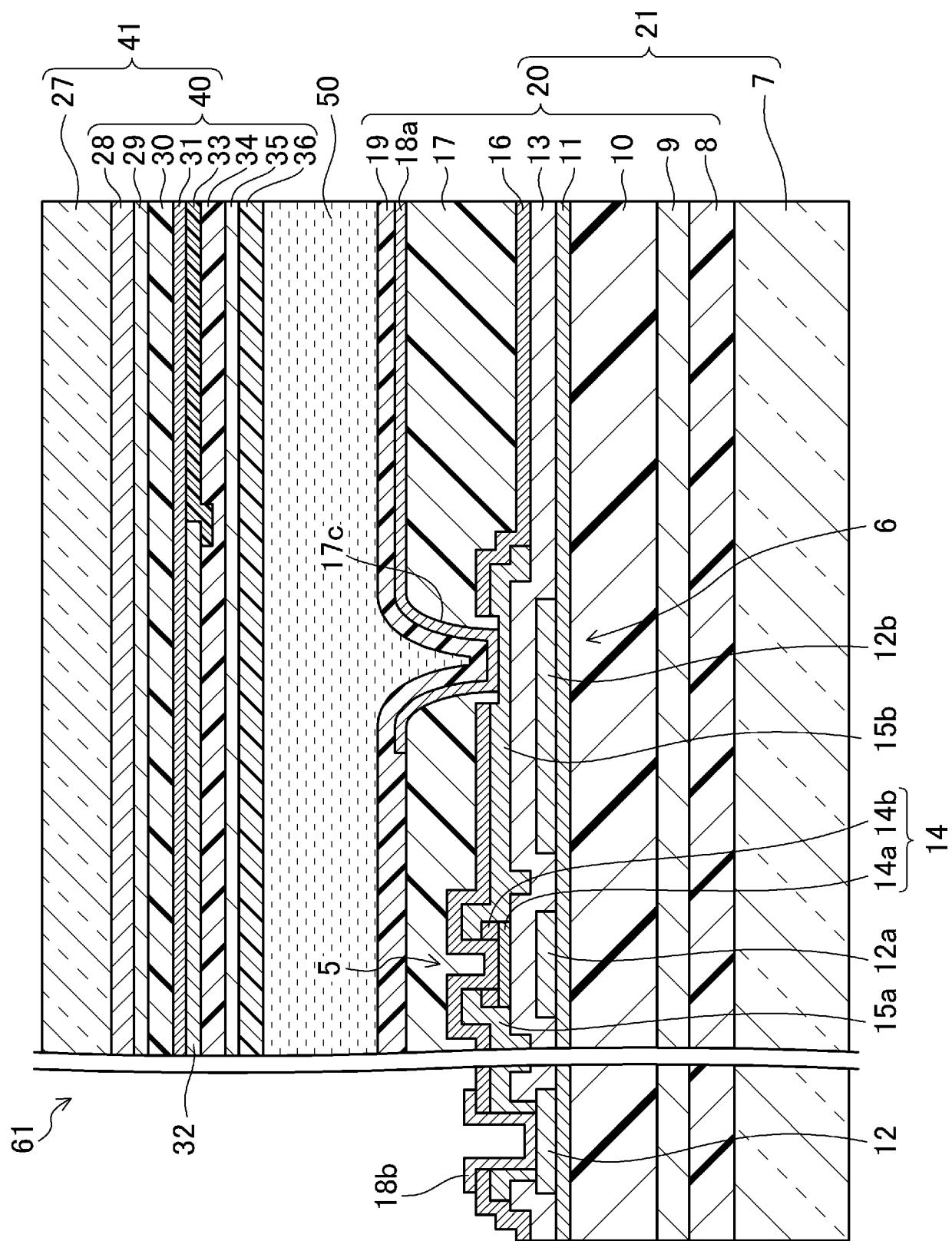
[図20]



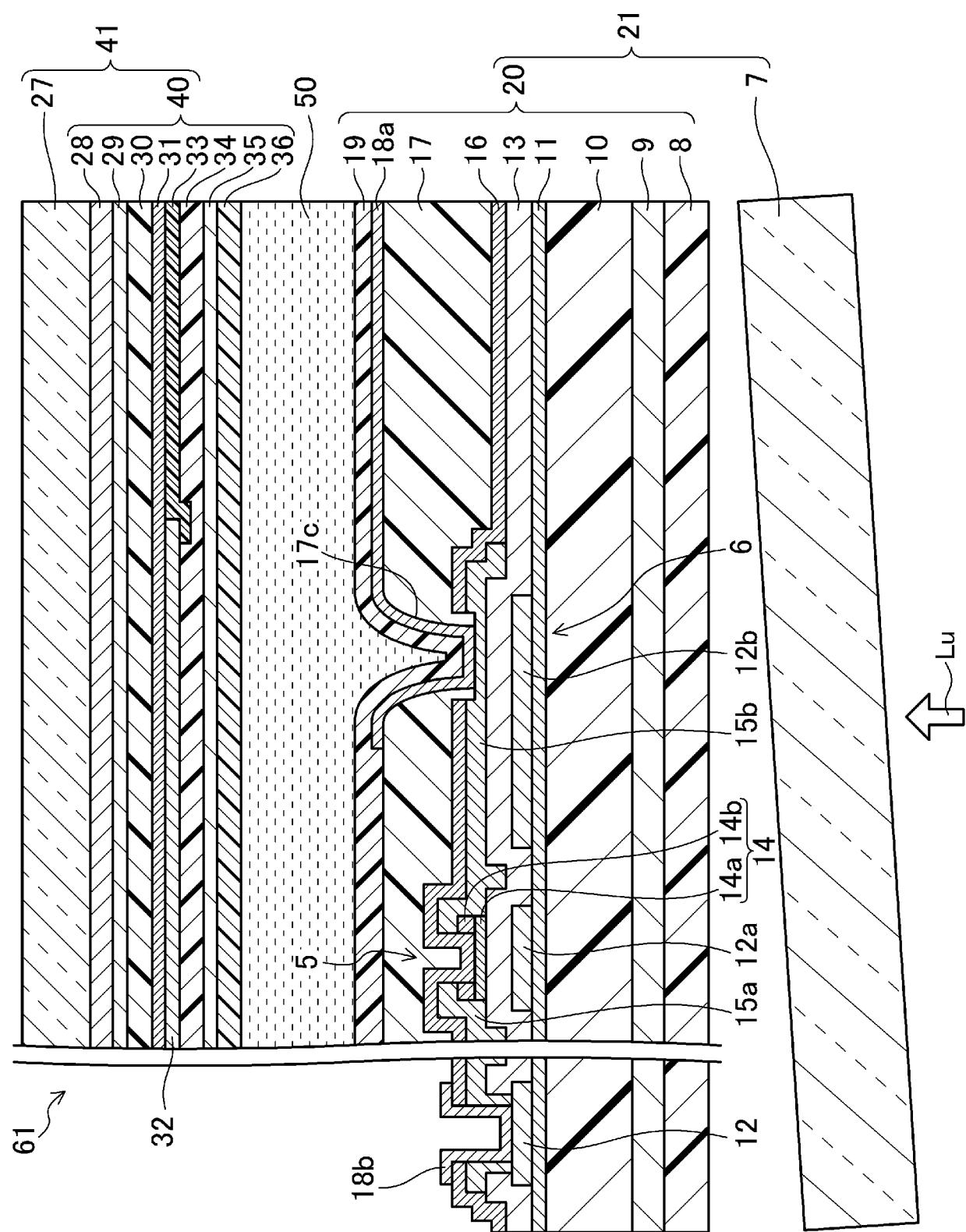
[図21]



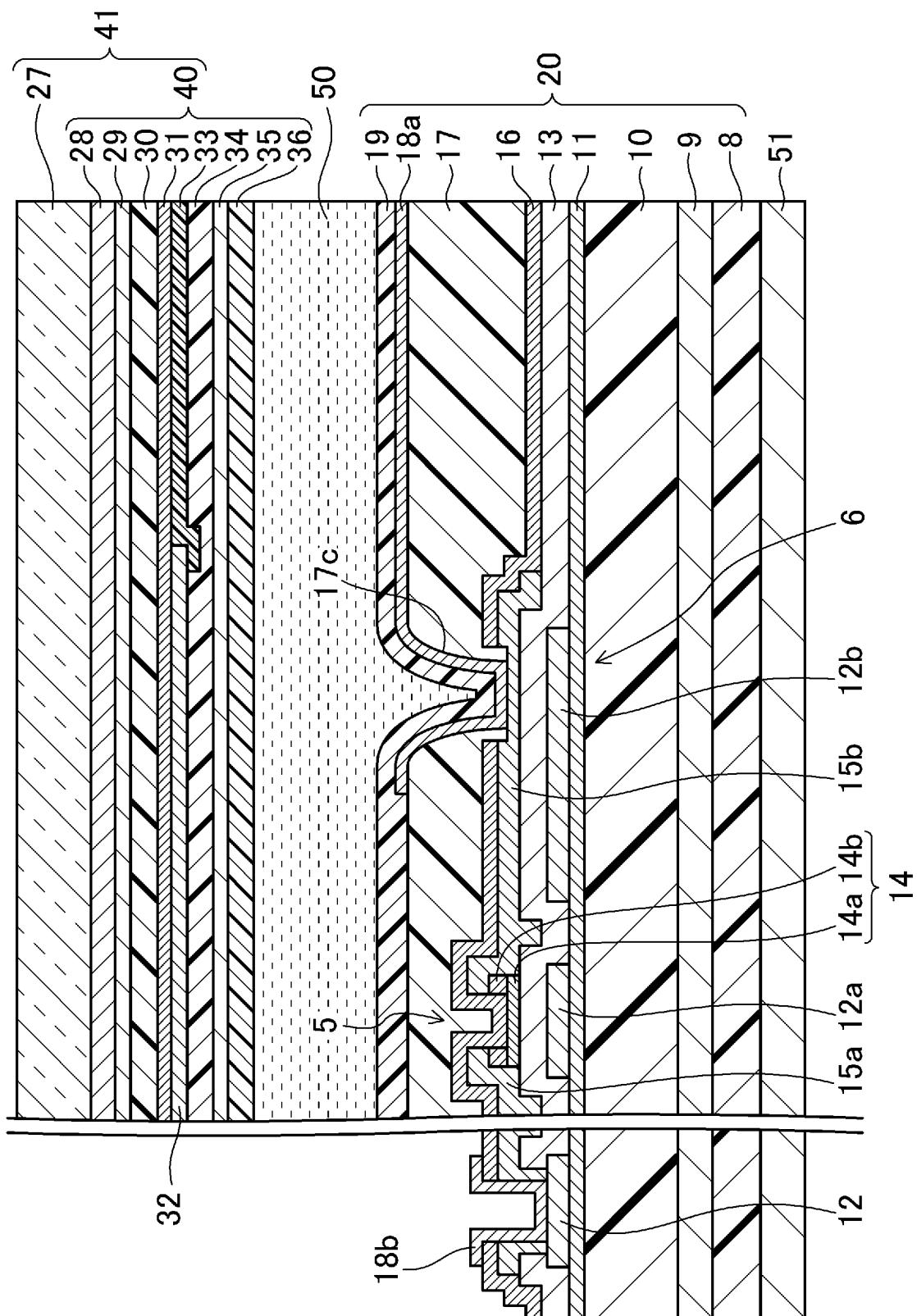
[図22]



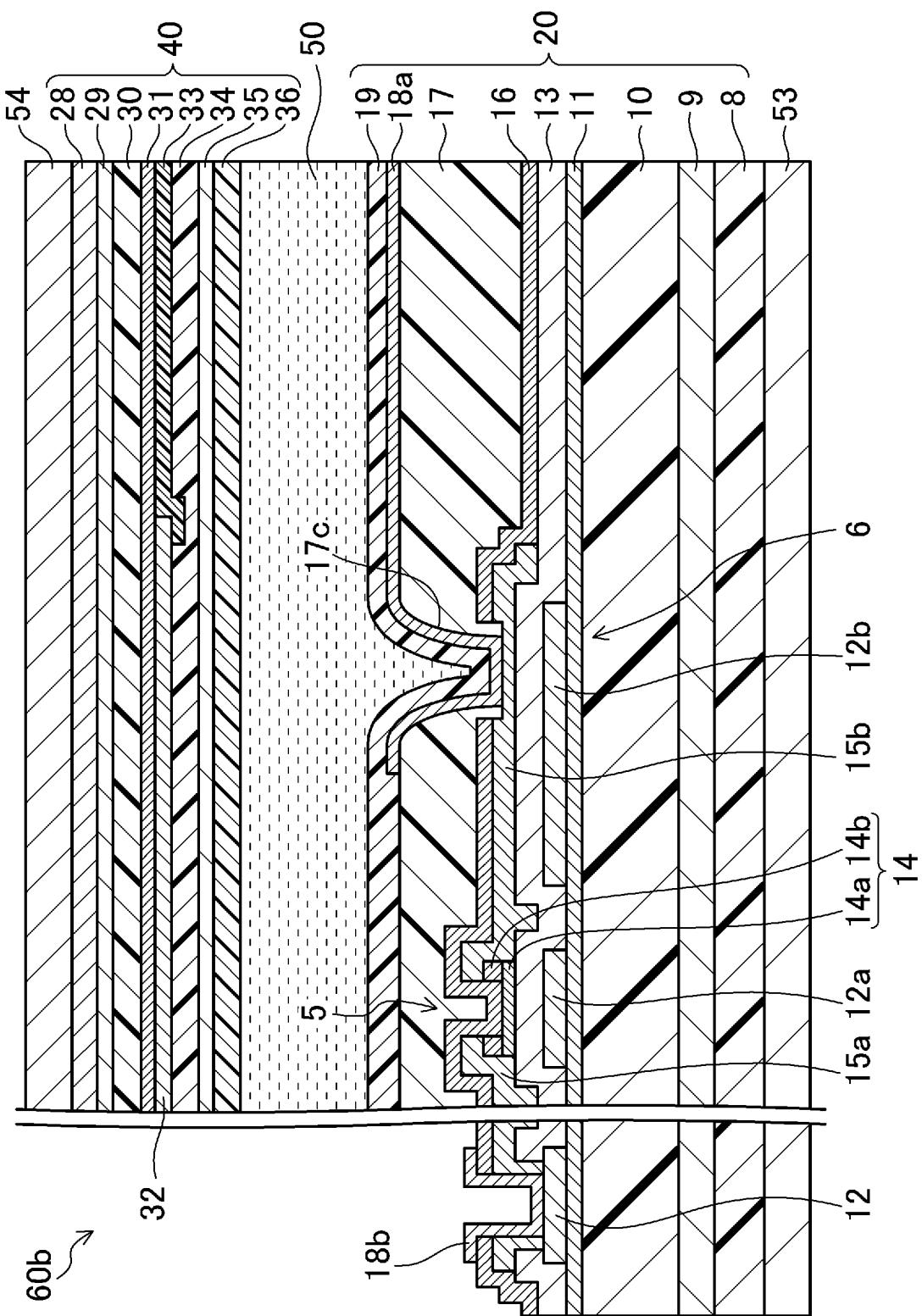
[図23]



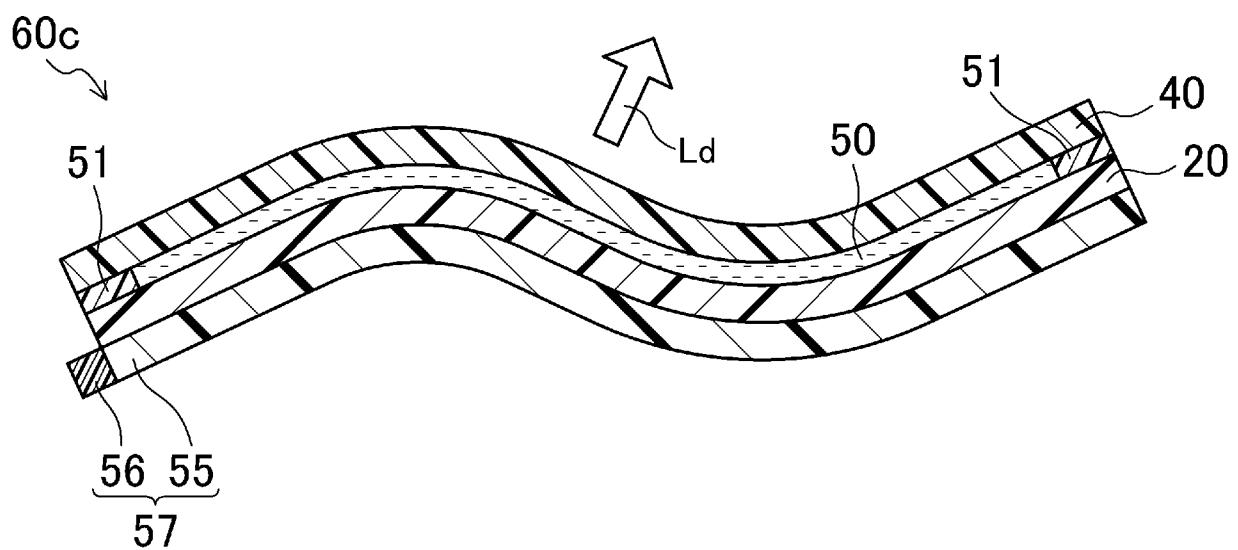
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003932

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G09F9/30(2006.01)i, G02F1/1333(2006.01)i, G02F1/1368(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G09F9/30, G02F1/1333, G02F1/1368

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-103341 A (Hitachi Displays, Ltd.), 26 May 2011 (26.05.2011), paragraphs [0019] to [0029]; fig. 2, 5 (Family: none)	1-10
A	JP 2007-065644 A (Asahi Kasei Corp.), 15 March 2007 (15.03.2007), paragraphs [0029] to [0035]; fig. 1 (Family: none)	1-10
A	JP 2006-058764 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 02 March 2006 (02.03.2006), paragraphs [0018] to [0035]; fig. 2 (Family: none)	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 July, 2012 (18.07.12)

Date of mailing of the international search report
31 July, 2012 (31.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003932

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3-203245 A (Nitto Denko Corp.), 04 September 1991 (04.09.1991), page 4, lower left paragraph, line 3 to page 5, lower right paragraph, line 12; fig. 1, 2 (Family: none)	1-10
A	JP 2010-009017 A (Mitsubishi Electric Corp.), 14 January 2010 (14.01.2010), paragraphs [0050] to [0065]; fig. 15 to 17 & US 2009/0290113 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int.Cl. G09F9/30(2006.01)i, G02F1/1333(2006.01)i, G02F1/1368(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int.Cl. G09F9/30, G02F1/1333, G02F1/1368

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-103341 A (株式会社日立ディスプレイズ) 2011.05.26, 段落0019-0029、図2、5 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2007-065644 A (旭化成株式会社) 2007.03.15, 段落0029-0035、図1 (ファミリーなし)	1-10

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

□ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 07. 2012

国際調査報告の発送日

31. 07. 2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許序審査官(権限のある職員)

小野 博之

21

4072

電話番号 03-3581-1101 内線 3273

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-058764 A (富士写真フィルム株式会社) 2006.03.02, 段落 0018-0035、図2 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 3-203245 A (日東電工株式会社) 1991.09.04, 4頁左下段落3行 - 5頁右下段落12行、図1、2 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2010-009017 A (三菱電機株式会社) 2010.01.14, 段落0050 - 0065、図15-17 & US 2009/0290113 A1	1-10