

(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2010-79120

(P2010-79120A)

(43) 公開日 平成22年4月8日(2010.4.8)

(51) Int.Cl.

G02F 1/1334 (2006.01)

F I

G02F 1/1334

テーマコード (参考)

2H189

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-249434 (P2008-249434)
 (22) 出願日 平成20年9月29日 (2008.9.29)

(71) 出願人 000002303
 スタンレー電気株式会社
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
 (74) 代理人 100091340
 弁理士 高橋 敬四郎
 (74) 代理人 100105887
 弁理士 来山 幹雄
 (72) 発明者 岡本 英史
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス
 タンレー電気株式会社内
 (72) 発明者 都甲 康夫
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス
 タンレー電気株式会社内
 Fターム(参考) 2H189 AA04 AA07 CA11 DA04 DA34
 DA43 HA16 JA04 LA03

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子及びその製造方法

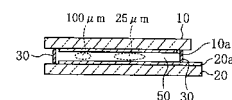
(57) 【要約】

【課題】 多様な表現が可能な液晶表示素子を提供する

。

【解決手段】 第1の電極を備える第1の透明基板と、第2の電極を備え、第2の電極が第1の電極と向き合うように、第1の透明基板に対向配置された第2の透明基板と、第1の透明基板と第2の透明基板との間に挟持され、厚さの異なる複数の領域を備え、最も厚い領域は最も薄い領域の2倍以上の厚さを有し、厚さに応じた電圧で散乱状態と透明状態とが切り替わる液晶材料で形成された液晶層とを含む液晶表示素子を提供する。

【選択図】 図2



50：液晶層

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の電極を備える第 1 の透明基板と、

第 2 の電極を備え、前記第 2 の電極が前記第 1 の電極と向き合うように、前記第 1 の透明基板に対向配置された第 2 の透明基板と、

前記第 1 の透明基板と前記第 2 の透明基板との間に挟持され、厚さの異なる複数の領域を備え、最も厚い領域は最も薄い領域の 2 倍以上の厚さを有し、厚さに応じた電圧で散乱状態と透明状態とが切り替わる液晶材料で形成された液晶層とを含む液晶表示素子。

【請求項 2】

前記液晶層は、ポリマ分散型液晶またはポリマネットワーク液晶を含んで構成される請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 3】

前記液晶層は、前記第 1 の透明基板と前記第 2 の透明基板との間の、シール部に囲まれた領域に配置され、前記シール部の厚さは場所によって異なる請求項 1 または 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 の電極がベタ電極である請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子。

【請求項 5】

(a) 第 1 の電極を備える第 1 の透明基板、及び、第 2 の電極を備える第 2 の透明基板を準備する工程と、

(b) 前記第 1 及び第 2 の透明基板のいずれか一方に、ギャップコントロール剤を含んだシール剤を形成し、いずれか一方に、径が 2 倍以上異なる複数径のギャップコントロール剤を、場所に応じて散布する工程と、

(c) 前記第 1 及び第 2 の透明基板を貼り合わせ、両透明基板間に、厚さに応じた電圧で散乱状態と透明状態とが切り替わる液晶材料を注入する工程とを有する液晶表示素子の製造方法。

【請求項 6】

前記工程 (b) において、前記第 1 及び第 2 の透明基板のいずれか一方の、前記シール剤の内側に対応する領域の全面に最小径のギャップコントロール剤を散布するか、または、前記最小径のギャップコントロール剤を部分的に散布し、散布されない領域には他の径のギャップコントロール剤を散布する請求項 5 に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項 7】

前記工程 (b) において、前記第 1 及び第 2 の透明基板のいずれか一方の、前記シール剤の内側に対応する領域の全面に、接着剤の付いた、最小径のギャップコントロール剤を散布する請求項 5 または 6 に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項 8】

前記工程 (b) において、前記第 1 及び第 2 の透明基板のいずれか一方に、場所によって異なる径のギャップコントロール剤を含んだシール剤を形成する請求項 5 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項 9】

前記工程 (c) において、ポリマ分散型液晶またはポリマネットワーク液晶を含んで構成される液晶材料を注入する請求項 5 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項 10】

前記工程 (a) において、前記第 1 及び第 2 の電極をベタ電極とする前記第 1 及び第 2 の透明基板を準備する請求項 5 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項 11】

(a) 第 1 の電極を備える第 1 の透明基板、及び、第 2 の電極を備える第 2 の透明基板

10

20

30

40

50

を準備する工程と、

(b) 前記第 1 及び第 2 の透明基板のいずれか一方の基板に、ギャップコントロール剤を含んだシール剤を閉じた形状のパターンに形成し、径が 2 倍以上異なる複数径のギャップコントロール剤を、厚さに応じた電圧で散乱状態と透明状態とが切り替わる液晶材料に添加して、該基板のシール剤の内側の領域に、添加されたギャップコントロール剤の径ごとに、相互に異なる領域に滴下する工程と、

(c) 前記第 1 及び第 2 の透明基板を貼り合わせる工程とを有する液晶表示素子の製造方法。

【請求項 1 2】

前記工程 (b) において、径の小さなギャップコントロール剤が添加された液晶材料から滴下する請求項 1 1 に記載の液晶表示素子の製造方法。

10

【請求項 1 3】

前記工程 (b) において、場所によって異なる径のギャップコントロール剤を含んだシール剤を形成する請求項 1 1 または 1 2 に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項 1 4】

前記工程 (b) において、ポリマ分散型液晶またはポリマネットワーク液晶にギャップコントロール剤を添加する請求項 1 1 ～ 1 3 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項 1 5】

前記工程 (b) において、ギャップコントロール剤を、径ごとに異なる濃度で液晶材料に添加する請求項 1 1 ～ 1 4 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子の製造方法。

20

【請求項 1 6】

前記工程 (a) において、前記第 1 及び第 2 の電極をベタ電極とする前記第 1 及び第 2 の透明基板を準備する請求項 1 1 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示素子(liquid crystal display; LCD)とその製造方法に関する。

【背景技術】

30

【0002】

電極の有無等による基板表面の段差分をスペーサの径の差で補正し、表示領域のギャップを均一化した液晶表示装置の発明が開示されている(たとえば、特許文献 1 参照)。特許文献 1 記載の発明においては、表示領域内外に配置するスペーサの径を異ならせて、電極やカラーフィルタの段差を解消し、均一な表示を実現している。

【0003】

ポリマ分散型液晶(polymer dispersed liquid crystal; PDLC)を用いた表示素子が公知である。PDLC 表示素子の製造においては、PDLC 中に液晶性を有しないモノマと、光反応開始剤を添加したものを基板間に注入し、紫外線を均一に照射して液晶層を形成する。紫外線の照射によりモノマがポリマ化し、液晶層は液晶部分とポリマ部分とが相分離する(ミクロな相分離)。液晶部分とポリマ部分とは屈折率が異なるため、電圧無印加時に液晶層に入射した光は散乱(均一散乱)される。電圧が印加されると、液晶が電界方向に立ち上がり、液晶とポリマとの屈折率差が小さくなるため、液晶層は透明状態になる(たとえば、特許文献 2 参照)。

40

【0004】

通常の PDLC 表示素子においては、液晶層全体にわたる均一散乱と透明状態との切り替えは可能であるが、表示領域内の場所により散乱状態を制御すること、たとえば表示領域内の一部だけを透明状態とし、その周囲を散乱状態とすることや、印加する電圧値によって散乱状態となる場所を変えることは困難である。

【0005】

50

パターンニングされた複数の電極を設け、各電極に印加する電圧を変えることで、場所によってある程度異なる散乱状態を形成することは可能であるが、この方法では多くの電極が必要となる上、徐々に散乱状態が変化していくことで得られる表現、たとえばあたかもガラス表面が凍っていくような自然な変化を表示することは不可能であった。

【0006】

高抵抗ITOを用いて電位勾配を発生させ、実効的に液晶層にかかる電圧を変えて自然な変化を表現することは可能である。しかし電位勾配を起こすような高抵抗透明導電膜の形成は困難である。たとえば、ITOを500Ω以上にしようとすると、膜厚を5nm以下にする必要がある。

【0007】

もともと高抵抗の金属酸化膜で電極を形成した場合には、コストがかかることに加え、パターンニングが困難であるという問題が生じる。

【0008】

メインシール剤に添加するギャップコントロール剤の粒径を場所により変えることで、たとえば右から左に徐々に氷が張っていく表示を実現することができる。また、メインシール剤に添加するギャップコントロール剤の粒径と、表示領域に散布するギャップコントロール剤の粒径とを違えて、周囲から凍っていくようなイメージを表現することが可能であろう。しかしその方法では、それ以上の複雑な表現は実現不可能である。

【0009】

更に、液晶セルのサイズが小さい表示素子にはメインシールの影響を与えやすいが、セルサイズが大きな液晶表示素子については、液晶セルの中央付近までメインシールの影響を与えることは難しいという問題もあった。

【0010】

【特許文献1】特開平5-241165号公報

【特許文献2】特開2005-060703号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明の目的は、多様な表現が可能な液晶表示素子を提供することである。

【0012】

また、多様な表現が可能な液晶表示素子の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の一観点によれば、第1の電極を備える第1の透明基板と、第2の電極を備え、前記第2の電極が前記第1の電極と向き合うように、前記第1の透明基板に対向配置された第2の透明基板と、前記第1の透明基板と前記第2の透明基板との間に挟持され、厚さの異なる複数の領域を備え、最も厚い領域は最も薄い領域の2倍以上の厚さを有し、厚さに応じた電圧で散乱状態と透明状態とが切り替わる液晶材料で形成された液晶層とを含む液晶表示素子が提供される。

【0014】

また、本発明の他の観点によれば、(a)第1の電極を備える第1の透明基板、及び、第2の電極を備える第2の透明基板を準備する工程と、(b)前記第1及び第2の透明基板のいずれか一方に、ギャップコントロール剤を含んだシール剤を形成し、いずれか一方に、径が2倍以上異なる複数径のギャップコントロール剤を、場所に応じて散布する工程と、(c)前記第1及び第2の透明基板を貼り合わせ、両透明基板間に、厚さに応じた電圧で散乱状態と透明状態とが切り替わる液晶材料を注入する工程とを有する液晶表示素子の製造方法が提供される。

【0015】

更に、本発明の他の観点によれば、(a)第1の電極を備える第1の透明基板、及び、第2の電極を備える第2の透明基板を準備する工程と、(b)前記第1及び第2の透明基

10

20

30

40

50

板のいずれか一方の基板に、ギャップコントロール剤を含んだシール剤を閉じた形状のパターンに形成し、径が2倍以上異なる複数径のギャップコントロール剤を、厚さに応じた電圧で散乱状態と透明状態とが切り替わる液晶材料に添加して、該基板のシール剤の内側の領域に、添加されたギャップコントロール剤の径ごとに、相互に異なる領域に滴下する工程と、(c)前記第1及び第2の透明基板を貼り合わせる工程とを有する液晶表示素子の製造方法が提供される。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、多様な表現が可能な液晶表示素子を提供することができる。

【0017】

また、多様な表現が可能な液晶表示素子の製造方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本願に係る発明は、印加する電圧により素子の散乱状態を変化させる液晶表示素子であって、同じ電圧を液晶層に印加したとしても、場所によって異なる散乱状態が生じる液晶表示素子、及びその製造方法に関わる。この液晶表示素子においては、印加する電圧を時間的に変化させることで、液晶素子内の散乱状態を、場所、時間に応じて変化させ、たとえば徐々に凍っていくような表示を実現することが可能である。

【0019】

以下、実施例によって詳細に説明する。

【0020】

図1(A)～(D)は、第1の実施例による液晶表示素子の製造方法を示す概略図である。第1の実施例による液晶表示素子の製造方法は、ギャップコントロール剤散布法を利用した液晶表示素子の製造方法である。

【0021】

図1(A)を参照する。透明電極10aが形成された上側ガラス基板10、及び透明電極20aが形成された下側ガラス基板20を準備する。上側及び下側ガラス基板10、20は、たとえば厚さ0.7mmの青板ガラスで形成された透明基板である。

【0022】

なお、上側及び下側ガラス基板10、20の厚さはこれに限られない。液晶セルの厚さに対するフレキシブル性を高めることができるため、より薄い方が好ましい。

【0023】

透明電極10a、20aは、100～2000Å、たとえば2000Åの厚さを有するITO電極であり、その電極パターンはベタである。シール部に電極パターンが存在しないように、部分的なパターンングが施されているが、液晶表示素子の光制御部分(画素部分、表示エリア)にはベタ電極が用いられる。

【0024】

準備された一対の基板10、20の透明電極10a、20aの表面に、水平配向膜材料、たとえば(株)日産化学製のSE-410を用いて配向膜を形成する。配向膜の厚さは、50～100nm、たとえば80nmである。その後、ラビング等により配向処理を施す。配向処理は、たとえば上下基板間の配向方向がアンチパラレルになるように行う。ツイストネマチック配向となるように、配向処理を施してもよい。

【0025】

なお、上記の配向膜形成、及び配向処理工程は必須ではない。

【0026】

図1(B)を参照する。下側基板(下側ガラス基板20及び透明電極20a)上に、ギャップコントロール剤を2～10wt%、たとえば4wt%含んだメインシール剤30を塗布形成する。メインシール剤30は、スクリーン印刷、またはディスペンサを用いて形成することができる。たとえばシール剤として(株)三井化学製のES-7500を用い、直径75μmのプラスチックボールをギャップコントロール剤に使用する。ギャップコ

10

20

30

40

50

ントロール剤は3～150 μm 径のものを利用することができるであろう。

【0027】

また、上側基板（上側ガラス基板10及び透明電極10a）上にギャップコントロール剤を散布する。接着剤付きのギャップコントロール剤、たとえば（株）積水化学製のマイクロパール（固着タイプ）を用いることが可能である。

【0028】

まず、直径6 μm のギャップコントロール剤を上側基板の全面（メインシール剤30の内側に対応する領域の全面）に散布する。次に、たとえばステンレス鋼（SUS）で形成されたマスクを通して、25 μm 、50 μm 、75 μm 、及び100 μm のプラスチックボールを、径の小さいものから順に、乾式のギャップ散布機を用いて散布する。

10

【0029】

図1（C）は、ギャップコントロール剤の散布に利用するマスク40～43の概略的な平面図である。マスク40～43は、相互に等しいサイズを有する。また、相互に異なる位置に、相互に異なる形状の開口部40a～43aを備える。

【0030】

マスク40を上側基板上方に配置し、直径25 μm のギャップコントロール剤を、開口部40aを通して上側基板上に散布する。上側基板上には、開口部40aの位置及び形状に対応した領域に、ギャップコントロール剤が散布される。

【0031】

なお、散布にあたって、マスク40は、図中の点線内領域が、メインシール剤の内側に画定される液晶表示素子の表示エリアとなるように位置合わせされて配置される。

20

【0032】

25 μm 径のギャップコントロール剤の散布が完了したら、マスク41を上側基板上に配置し、開口部41aを通して、50 μm 径のギャップコントロール剤を散布する。これにより、開口部41aの位置及び形状に対応した上側基板上の領域に、ギャップコントロール剤が散布される。

【0033】

同様に、マスク42を用い、開口部42aを通して75 μm 径のギャップコントロール剤を散布する。最後に、マスク43を用い、開口部43aを通して100 μm 径のギャップコントロール剤を散布する。

30

【0034】

図1（D）に、ギャップコントロール剤の散布が終了した上側基板の平面図を示す。上側基板上には、マスク40～43の開口部40a～43aの位置及び形状に対応するギャップコントロール剤被散布領域40b～43bが形成される。領域40b、41b、42b、43bには、それぞれ直径25 μm 、50 μm 、75 μm 、100 μm のギャップコントロール剤が散布されている。

【0035】

直径6 μm ～100 μm のギャップコントロール剤を散布し終えたら、上側基板に熱処理を施して、各大きさのギャップコントロール剤を基板に接着させる。熱処理は、たとえば120℃で10分間行う。熱処理による固着は、散布のたびに行うことも可能である。なお、紫外光を照射して接着させるギャップコントロール剤を使用してもよい。

40

【0036】

なお、図1（B）の上側基板（上側ガラス基板10及び透明電極10a）の断面図は、本図中の1B-1B線に沿った断面図である。

【0037】

上述の工程においては、すべてのサイズのギャップコントロール剤を固着タイプとしたが、特に径の大きいものについては、非固着タイプのギャップコントロール剤で構わない。また、6 μm 径のギャップコントロール剤を基板全面（メインシール剤30の内側に対応する領域の全面）に散布したが、部分的に散布してもよい。ただし、他径のギャップコントロール剤を含めて、基板全面（メインシール剤30の内側に対応する領域の全面）に

50

ギャップコントロール剤を散布する。

【0038】

メインシール剤の塗布形成された下側基板（下側ガラス基板20及び透明電極20a）と、ギャップコントロール剤の散布された上側基板（上側ガラス基板10及び透明電極10a）とを貼り合わせる。貼り合わせにおいては、上下両基板を重ね合わせ、プレス機などで一定の圧力を加えた状態で熱処理を施し、メインシール剤30を硬化させる。熱処理は、たとえば150℃で30分間行う。

【0039】

こうして、外周（メインシール剤の塗布形成部分）の厚さは75μm、メインシール剤の内側は、場所により厚さの異なる空セルが作製される。

10

【0040】

なお、本願発明者の実機製作においては、固着タイプのギャップコントロール剤を全く使用しないとき、空セルを傾けた場合や、以下説明する液晶注入工程において、ギャップコントロール剤の移動が認められた。また、極端な場合には、上側基板と下側基板との接着も認められた。上下基板の接着が生じた場合、接着部分が液晶表示素子としての表示機能を果たさなくなるだけでなく、接着によって全面にショート不良が発生し、表示部全面が表示機能を実現できなくなることもあった。

【0041】

このことから1種類以上のギャップコントロール剤を固着タイプとし、全面に散布することが好ましいと判断される。なお、全面に散布するギャップコントロール剤は、散布する複数の径のギャップコントロール剤の中で、少なくとも最小の粒径であることが望ましい。

20

【0042】

続いて、空セルに、液晶、感光性の重合性モノマ、たとえば液晶性を有しないアクリレートモノマ、及び光重合反応開始剤を混合したものを真空注入する。液晶材料としては、たとえば（株）大日本インキ化学工業製のPNM-170（屈折率異方性 $\Delta n = 0.226$ 、誘電率異方性 $\Delta \epsilon > 0$ ）を使用することができる。なお、液晶性を有するアクリレートモノマを用いてもよい。

【0043】

注入後、注入口にエンドシール剤、たとえばエポキシ系の2液性硬化剤を塗布して封止する。エンドシール剤はこれに限らないが、紫外線硬化型のエンドシール剤を用いる場合は、セル内に光が入らないように遮光を要する。

30

【0044】

最後に、真空注入後の液晶セルに、たとえば（株）目白プレシジョン製の光配向装置を用いて、強い紫外線を照射する。たとえば波長350nmの紫外光を83mW/cm²の強度で、トータルの露光時間が30秒となるように照射する。この場合の照射量は2.5J/cm²となる。

【0045】

（株）目白プレシジョン製の光配向装置の光源は高圧水銀ランプであるが、キセノンランプ、メタルハライドランプ、低圧水銀ランプ等を使用して紫外光の照射を行ってもよい。

40

【0046】

図2に、第1の実施例による製造方法で製造された液晶表示素子の概略を示す。当該液晶表示素子は、液晶セルが場所により異なる厚さを備える。6μmのギャップコントロール剤が散布された領域の液晶層50の厚さは約6μmである。また、25μmのギャップコントロール剤の散布位置の液晶層50は、約25μmの厚さを有する。径が50μm、75μm、100μmのギャップコントロール剤が散布された場所の液晶層50も、それぞれギャップコントロール剤の直径に応じた厚さを備える。

【0047】

上述のように、第1の実施例による製造方法で製造された液晶表示素子の液晶層50は

50

、場所により $6\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ の厚さを有する。また、セル厚に応じて電気光学特性の閾値が変化する特性を有する P D L C を用いて液晶層 50 を構成しているため、セル内の散乱度と電圧に対する閾値を、セル厚の異なる領域ごとに変えることができる。すなわち、透明電極 10 a、20 a に印加する電圧を変化させることにより、液晶層 50 の散乱状態と透明状態とを場所ごと（液晶層 50 の厚さの異なる領域ごと）に切り替え、制御することができる。このため、表示パターンの制約が少なく、多様で表現性豊かな表示を実現することができる。

【0048】

ギャップコントロール剤の径と基板上での散布領域とを様々に制御することによって、従来は困難であった、たとえば表示エリア内の一部だけを透明状態とし、その周囲を散乱状態とする表示や、徐々に散乱状態が変化していくような表示、あたかもガラス表面が凍っていくような自然な変化の表示を容易に実現することができる。

10

【0049】

第1の実施例による製造方法によれば、高抵抗の I T O や特殊な駆動回路を用いる必要がなく、また、駆動回路を1台とすることができるので、液晶表示素子を低コストで製造することができる。

【0050】

液晶セルの最大厚さ（ギャップコントロール剤の最大径）が最小厚さ（ギャップコントロール剤の最小径）の2倍以上、より好ましくは5倍以上、更に好ましくは10倍以上、一層好ましくは20倍以上であれば、表現性に優れた表示を実現することができるであろう。

20

【0051】

また、液晶セルに厚さの異なる領域を、少なくとも2つ、より好ましくは3つ以上、更に好ましくは5つ以上、一層好ましくは10以上形成することにより、多様で豊かな表現を実現できるであろう。

【0052】

図3に、第1の実施例による製造方法と同様の製造方法で製造された液晶表示素子（液晶セル）の一例を外観写真で示す。

【0053】

製造された液晶表示素子は、一方向（図の左右方向）に長い矩形状で、長さ方向に沿って液晶セルの厚さ（ギャップコントロール剤の粒径）の異なる領域が形成されている。本図に示す液晶セルにおいては、図面の左側から順に、 $100\ \mu\text{m}$ 、 $75\ \mu\text{m}$ 、 $50\ \mu\text{m}$ 、 $25\ \mu\text{m}$ 、及び $5\ \mu\text{m}$ のセル厚領域が形成されている。

30

【0054】

なお、図3には矩形状の液晶セルに異なる電圧を印加した場合の4枚の写真をまとめて示してある。上から順に、7 V、12 V、20 V、及び30 V の電圧を印加した場合の写真である。

【0055】

各液晶セルの写真を参照すると、液晶セルが、場所により、セル厚に応じた散乱性の分布をもっていることが認められる。また、4枚の写真を俯瞰すると、印加電圧を大きくする（図の下方にいく）にしたがって、セル厚の薄い方（図の右側）から透明状態となる領域が拡大していくことが認められる。

40

【0056】

本願発明者の目視によっても、液晶セルへの電圧の印加により、セルの薄い部分がまず透明になり、電圧を上げていくにつれ、徐々にセルの厚い部分も透明になっていく様子が観察された。30 V 程度の、非常に高い電圧を印加したときに、セル全面が完全に透明となった。更に、この状態から電圧を少しずつ小さくしていくと、セルの厚い部分から徐々に散乱をはじめ、散乱の状態がセルの薄い部分へ広がっていく様子が観察された。すなわち場所により、異なった状態で徐々に凍っていくような表示が確認された。

【0057】

50

図4 (A) ~ (F) を参照して、第1の実施例による製造方法と同様の製造方法で製造された液晶表示素子 (液晶セル) の他の例について説明する。

【0058】

図4 (A) は、液晶セルの面内厚さを示す、概略的な平面図である。他の例による液晶表示素子 (液晶セル) は、略正方形の平面形状を有しており、図示するように、右上及び左上の角部に厚さ100 μm の三角形領域、中央部に厚さ25 μm の円形領域、左下隅に厚さ50 μm の三日月形状領域が形成され、その他の部分のセル厚は75 μm とされている。

【0059】

図4 (B) ~ (F) を参照する。図4 (B) ~ (F) の各図は、他の例による液晶セルに、それぞれ順に2 V、7 V、12 V、20 V、及び30 Vの電圧を印加したときの外観写真を示す。

【0060】

図3に示した外観写真の場合と同様に、液晶セルが、場所により、セル厚に応じた散乱性の分布をもっていることが認められる。また、印加電圧を大きくするにしたがい、セル厚の薄い領域から透明状態となっていくことが認められる。

【0061】

図5 (A) ~ (C) は、第1の実施例による製造方法と同様の製造方法で製造された液晶表示素子 (液晶セル) の更に他の例に、演出照明部を付加した液晶表示装置の写真である。

【0062】

図示の液晶表示装置において、光源は、液晶セルの横方向から光を入射できる構成とした。赤、青、緑3色の発光ダイオードを一組にして6箇所配置し、白色光及びカラー光を照射できるようにした。なお、背景 (液晶セルの奥側) には文字や絵等の反射物体、または別途バックライトを配置してもよい。

【0063】

図5 (A)、(B)、及び(C) は、それぞれ印加電圧を、2 V、12 V、及び30 Vとした場合を示す。(A) から (B)、(B) から (C) へと移行するにしたがい、表示が明瞭となる。このように表示の明瞭性を徐々に変化させる表現を実現することも可能である。

【0064】

本願発明者は、実作した液晶表示素子 (液晶セル) において、セル厚に応じて、液晶層の散乱状態と透明状態との切り替わる電圧の閾値を測定した。光透過率が10%程度 (散乱に近い状態) になる電圧は、セル厚が5 μm のとき約1 V、15 μm のとき約3 V、30 μm のとき約6 V、そして75 μm のとき約20 Vであった。また、光透過率が90%程度 (透明に近い状態) になる電圧は、セル厚が5 μm のとき約1.5 V、15 μm のとき約4.5 V、30 μm のとき約10 V、そして75 μm のとき約30 Vであった。

【0065】

図6は、第1の実施例による製造方法で製造された液晶表示素子の液晶層の透明状態と散乱状態とを切り替える電圧を示す表である。

【0066】

たとえば液晶層に5 Vの電圧を印加すると、6 μm 径のギャップコントロール剤が散布された領域の液晶層のみを透明状態とし、その他の領域 (図1 (D) における領域40b ~ 43b) の液晶層を散乱状態とすることができる。

【0067】

また、10 Vの電圧を印加することによって、6 μm 及び25 μm 径のギャップコントロール剤が散布された領域の液晶層のみを透明状態とし、その他の領域 (図1 (D) における領域41b ~ 43b) の液晶層を散乱状態とすることができる。

【0068】

更に、たとえば15 Vの電圧を印加することで、50 μm 径以下のギャップコントロー

10

20

30

40

50

ル剤が散布された領域の液晶層を透明状態とし、その他の領域（図1（D）における領域42b及び43b）の液晶層を散乱状態とすることが可能である。

【0069】

そして、印加電圧を25Vとすれば、100 μ m径のギャップコントロール剤が散布された領域43bの液晶層のみを散乱状態とし、30V以上の電圧を印加すれば表示エリア全面の液晶層を透明状態とすることができる。

【0070】

このように、印加電圧を変化させることで、各セル厚部分の透明状態と散乱状態とを切り替え、表示を制御することができる。

【0071】

なお、図6の表中に示した電圧値間の電圧においては、散乱状態が中間調的に変化する。また、散乱性（光反射率）は、ほぼセル厚の対数に比例する。

【0072】

図7（A）～（D）は、第2の実施例による液晶表示素子の製造方法を示す概略図である。第2の実施例による液晶表示素子の製造方法は、液晶滴下注入方式(one drop filling; ODF)を利用した液晶表示素子の製造方法である。

【0073】

図7（A）を参照する。透明電極10aが形成された上側ガラス基板10、及び透明電極20aが形成された下側ガラス基板20を準備する。上側及び下側ガラス基板10、20は、たとえば厚さ0.7mmの青板ガラスで形成された透明基板である。

【0074】

なお、上側及び下側ガラス基板10、20の厚さはこれに限られない。液晶セルの厚さに対するフレキシブル性を高めることができるため、より薄い方が好ましい。

【0075】

透明電極10a、20aは、100～2000Å、たとえば2000Åの厚さを有するITO電極である。上側及び下側ガラス基板10、20上の透明電極10a、20aの電極パターンはベタである。シール部に電極パターンが存在しないように、部分的なパターニングが施されているが、液晶表示素子の光制御部分（画素部分、表示エリア）にはベタ電極が用いられる。

【0076】

準備された一対の基板10、20の透明電極10a、20aの表面に、水平配向膜材料、たとえば（株）日産化学製のSE-610を用いて配向膜を形成する。配向膜は、たとえばフレキソ印刷法で形成する。なお、使用する水平配向膜材料の表面エネルギーは低い、すなわち接触角が高い方が好ましい。

【0077】

配向膜の厚さは、50～100nm、たとえば80nmである。その後、ラビング等により配向処理を施す。配向処理は、たとえば上下基板間の配向方向がアンチパラレルになるように行う。配向処理における熱処理は、たとえば230℃で1時間実施する。ツイストネマチック配向となるように、配向処理を施してもよい。

【0078】

なお、上記の配向膜形成、及び配向処理工程は必須ではない。

【0079】

図7（B）を参照する。下側基板（下側ガラス基板20及び透明電極20a）上に、ギャップコントロール剤を2～10wt%、たとえば4wt%含んだメインシール剤30を塗布形成する。

【0080】

たとえばシール剤として、光熱併用硬化型シール剤である（株）積水化学製のフォトレックSを用い、直径75 μ mのプラスチックボールをギャップコントロール剤として、シール剤の中に添加する。ギャップコントロール剤は3～150 μ m径のものを利用することができるであろう。

10

20

30

40

50

【0081】

シール剤の粘度は、たとえば約40万 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ と高いため、メインシール剤30は、ディスペンサを用いて塗布形成することが適当である。メインシール剤30は、注入口をもたない、閉じた形状のパターンに形成する。なお、メインシール剤30の外側に、更に外周シールパターンを形成してもよい。

【0082】

次に、下側基板のメインシール剤30のシールパターンの内側に、ギャップコントロール剤を添加した液晶、感光性の重合性モノマ、たとえば液晶性を有しないアクリレートモノマ、及び光重合反応開始剤を混合したものを滴下する。液晶には、たとえば(株)大日本インキ化学工業製のPNM-170(屈折率異方性 $\Delta n=0.226$ 、誘電率異方性 $\Delta \epsilon>0$)が使用される。液晶に添加するギャップコントロール剤として、たとえば直径が $6\mu\text{m}$ 、 $25\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$ 、 $75\mu\text{m}$ 、及び $100\mu\text{m}$ のプラスチックボールを用いる。各粒径のギャップコントロール剤を添加した各液晶が、下側基板上の相互に異なる所定の位置に滴下される。なお、アクリレートモノマは、液晶性を有するものを用いてもよい。

10

【0083】

ギャップコントロール剤の添加濃度は、ギャップコントロール剤の径によって異なる。たとえば $6\mu\text{m}$ 径のギャップコントロール剤であれば、液晶中に $0.11\text{wt}\%$ (液晶1g当たり約1000万個、セル内分散量 $100\text{個}/\text{mm}^2$)の割合で混入する。ギャップコントロール剤が添加された液晶は、攪拌脱泡の後、滴下される。また、 $100\mu\text{m}$ 径のギャップコントロール剤の場合、液晶中に $5.2\text{wt}\%$ (液晶1g当たり約10万個、セル内分散量 $10\text{個}/\text{mm}^2$)の割合で添加し、攪拌脱泡後、滴下を行う。

20

【0084】

なお、たとえば $100\mu\text{m}$ 径のギャップコントロール剤は比重が大きいため、長時間攪拌しても、時間の経過とともに液晶の底に沈殿する傾向がある。そのため、たとえば攪拌機能付きのシリンジを使って液晶を滴下することが望ましい。攪拌機能付きのシリンジは、粒径がおおむね $10\mu\text{m}$ 以上のギャップコントロール剤の添加された液晶の滴下に、好ましく使用される。

【0085】

ギャップコントロール剤を含んだ液晶の滴下量は、そのセル厚(ギャップコントロール剤の径等で定まる液晶滴下位置のセル厚)にしたい領域の面積に、当該セル厚を乗じて求める体積か、それより数%小さい体積とする。

30

【0086】

液晶の滴下は、添加されたギャップコントロール剤の径が小さい方から順に行われることが望ましい。これは、含むギャップコントロール剤の径が大きい液晶ほど、広がりやすいという理由による。

【0087】

図7(C)に、メインシール剤30の塗布形成と、ギャップコントロール剤を添加した液晶の滴下が終了した下側基板の平面図を示す。領域40b、41b、42b、43bには、それぞれ直径 $25\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$ 、 $75\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ のギャップコントロール剤が添加された液晶が滴下されている。メインシール剤30の内側のその他の領域には、 $6\mu\text{m}$ 径のギャップコントロール剤を含む液晶が滴下されている。

40

【0088】

なお、図7(B)の下側基板(下側ガラス基板20及び透明電極20a)の断面図は、本図中の7B-7B線に沿った断面図である。

【0089】

図7(D)を参照する。真空重ね合わせ装置を用いて、上下基板を貼り合わせる。上側ガラス基板10と下側ガラス基板20とを、透明電極10a、20a形成面が向き合うように保持し、真空引きを行う。下側ガラス基板20は下に載置し、上側ガラス基板10は、落下防止のため、機械的なピンまたは静電吸着を利用して上に配置する。

50

【0090】

所定の真空度に達したところで、一定距離を保って、上下基板を所定位置に位置合わせをし、その後徐々に両基板間の距離を近づけて重ね合わせを行う。両基板の距離が、メインシールの高さ以下、またはメインシールの外側に外周シールを形成した場合には、その高さ以下に近づいたところで大気圧に開放すると、両基板が密着する。

【0091】

なお、重ね合わせ時に、合わせた位置からずれないように、シール部の一部、または外周シール部を形成した場合にはその一部に紫外光を照射してもよい。ただ、シール剤の粘度が高いためずれることは少ない。このため必須の工程ではない。

【0092】

また、液晶の滴下後は、すみやかに基板の貼り合わせを行うことが望ましい。時間の経過とともに液晶が広がり、硬化前のシール剤と接触して、欠陥を形成する場合があるためである。

【0093】

第2の実施例による液晶表示素子の製造方法においては、表面エネルギーの低い（接触角の高い）水平配向膜材料である（株）日産化学製のSE-610を用いて配向膜を形成しているため、滴下された液晶は急速には拡散しない。それでも所望のセル厚分布が得られなかったり、表示欠陥を生じさせたりする可能性があるため、滴下後、たとえば30分以内に貼り合わせることが望ましい。貼り合わせ時間等の観点から、表面エネルギーが 42 dy n / c m 以下の水平配向膜材料を用いて配向膜を形成することが好ましいであろう。

【0094】

貼り合わせ後の基板間の距離は、場所により異なるサイズで分布しているギャップコントロール剤の径、メインシール剤に混入されているギャップコントロール剤の径、及び、液晶の滴下量によって定まる。特に、場所により異なるサイズで分布しているギャップコントロール剤の径が強く影響し、それにより、場所によりセル厚の異なる複数の領域が形成される。

【0095】

それらの領域の各々においては、領域の中央部の厚さは、含んでいるギャップコントロール剤の径とほぼ等しくなる。また、相互に隣り合う二つの領域の境界の厚さは、境界線を挟むそれら領域の中央部の厚さの中間の厚さとなる。

【0096】

続いて、紫外光を上下基板全面に照射し、メインシール剤30の仮硬化と、液晶中のモノマのポリマ化を同時に行う。照射においては、たとえば（株）ウシオ電機製の紫外線照射機を用い、トータル露光量を 3 J / c m^2 とする。

【0097】

最後に、オープンにて、 120°C 、60分の熱処理を行い、メインシール剤を本硬化する。

【0098】

第2の実施例による製造方法で製造された液晶表示素子も、第1の実施例による製造方法で製造された液晶表示素子と同様の構造、機能を備え、同様の効果を奏する。

【0099】

また、第2の実施例による液晶表示素子の製造方法はODFを用いるため、低コスト化を実現することができる。更に、エンドシールを不要とするため、高信頼性の液晶表示素子を製造することができる。

【0100】

第2の実施例による製造方法で製造された液晶表示素子についても、液晶セルの最大厚さ（ギャップコントロール剤の最大径）が最小厚さ（ギャップコントロール剤の最小径）の2倍以上、より好ましくは5倍以上、更に好ましくは10倍以上、一層好ましくは20倍以上であれば、表現性に優れた表示を実現することができるであろう。

【0101】

また、液晶セルに厚さの異なる領域を、少なくとも2つ、より好ましくは3つ以上、更に好ましくは5つ以上、一層好ましくは10以上形成することにより、多様で豊かな表現を実現できるであろう。

【0102】

以上、実施例、及び変形例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0103】

たとえば第1の実施例による製造方法においては、ギャップコントロール剤を上側基板に散布し、メインシール剤を下側基板に塗布形成したが、ギャップコントロール剤を散布する基板と、メインシール剤を形成する基板を同一基板とすることもできる。

10

【0104】

また、実施例においては、PDLCを用いて液晶層を構成したが、たとえばポリマネットワーク液晶(polymer network liquid crystal; PNLC)を使用することも可能である。PNLCもPDLC同様、セル厚に応じて電気光学特性の閾値が変化する特性を有する液晶材料である。

【0105】

更に、実施例においては、メインシール剤に添加するギャップコントロール剤の径を単一(75 μ m)としたが、メインシール剤に混入するギャップコントロール剤の粒径を場所により変えてもよい。

【0106】

20

また、紫外線の照射条件(最初に露光される部分)を変えることもできる。これにより、セル内の散乱状態を場所により変えることが可能である。

【0107】

紫外線照射時にマスクを用いたり、セルを傾けて配置してもよい。

【0108】

その他、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者には自明であろう。

【産業上の利用可能性】

【0109】

たとえば、パチンコ、パチスロ等遊技機器の演出用表示装置、自動車搭載用の表示装置、一般照明、自動販売機等の各種照明用表示装置に好適に利用可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0110】

【図1】(A)～(D)は、第1の実施例による液晶表示素子の製造方法を示す概略図である。

【図2】第1の実施例による製造方法で製造された液晶表示素子の概略図である。

【図3】第1の実施例による製造方法と同様の製造方法で製造された液晶表示素子(液晶セル)の一例の外観写真である。

【図4】(A)～(F)は、第1の実施例による製造方法と同様の製造方法で製造された液晶表示素子(液晶セル)の他の例について説明する概略図及び写真である。

【図5】(A)～(C)は、第1の実施例による製造方法と同様の製造方法で製造された液晶表示素子(液晶セル)の更に他の例に、演出照明部を付加した液晶表示装置の写真である。

40

【図6】第1の実施例による製造方法で製造された液晶表示素子の液晶層の透明状態と散乱状態とを切り替える電圧を示す表である。

【図7】(A)～(D)は、第2の実施例による液晶表示素子の製造方法を示す概略図である。

【符号の説明】

【0111】

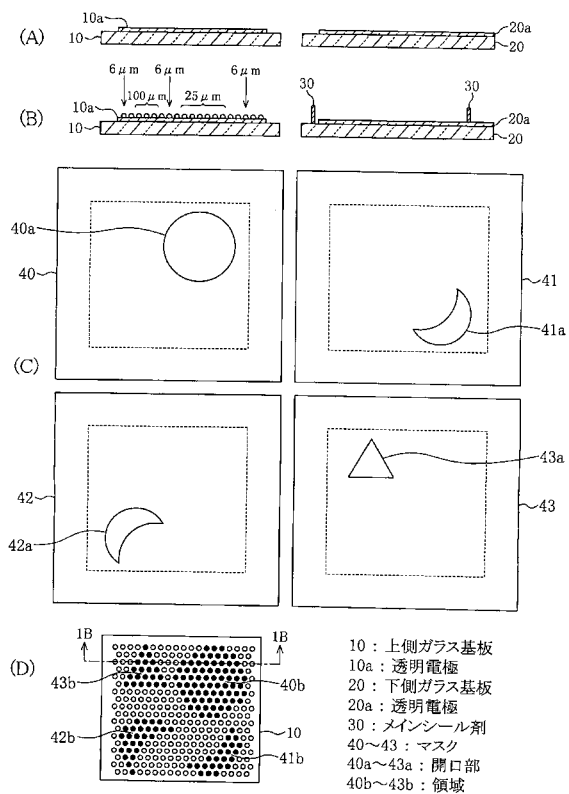
10 上側ガラス基板

20 下側ガラス基板

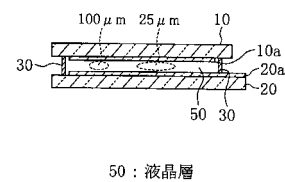
50

10a、20a 透明電極
 30 メインシール剤
 40～43 マスク
 40a～43a 開口部
 40b～43b 領域
 50 液晶層

【図 1】



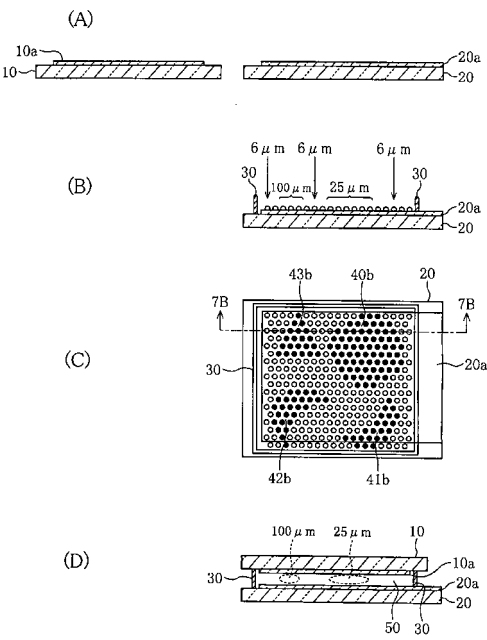
【図 2】



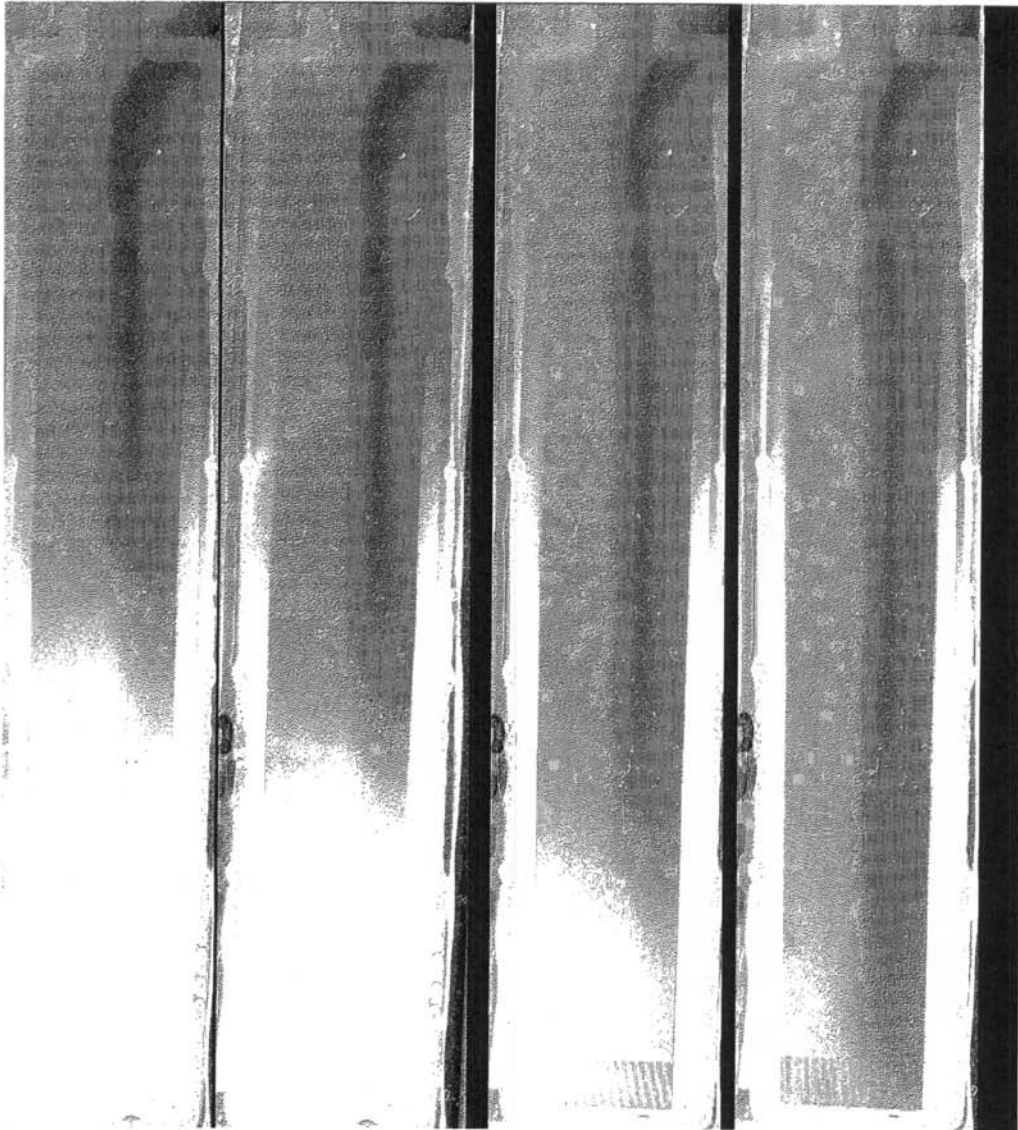
【図 6】

セル厚 印加電圧	6 μ m	25 μ m	50 μ m	75 μ m	100 μ m
1V以下	散乱	散乱	散乱	散乱	散乱
2V	透明	散乱	散乱	散乱	散乱
7V	透明	透明	散乱	散乱	散乱
12V	透明	透明	透明	散乱	散乱
20V	透明	透明	透明	透明	散乱
30V	透明	透明	透明	透明	透明

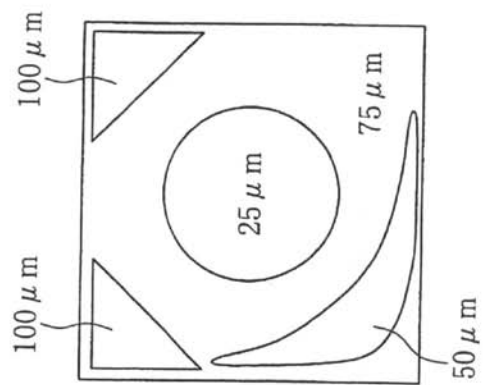
【図 7】



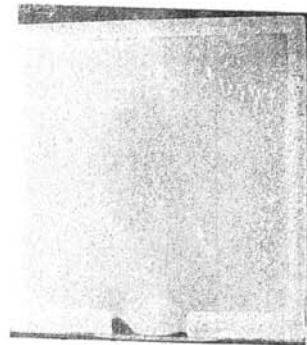
【図 3】



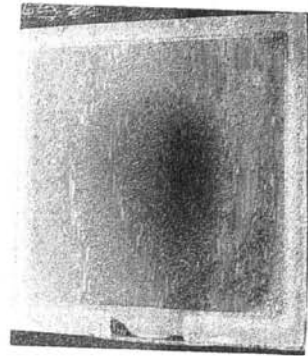
【図 4】



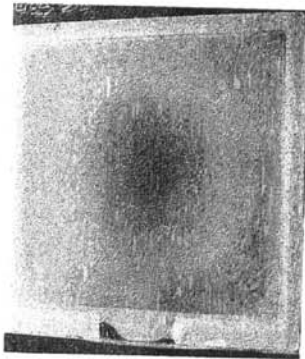
(A)



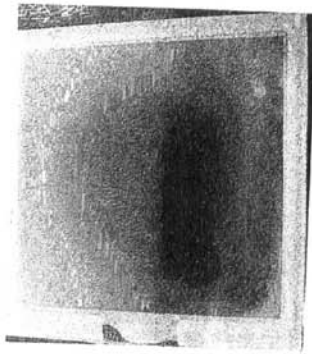
(B)



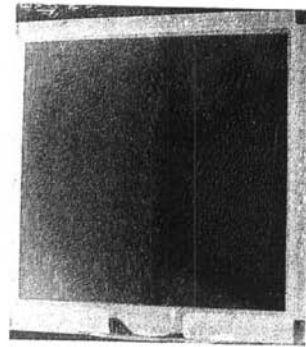
(D)



(C)



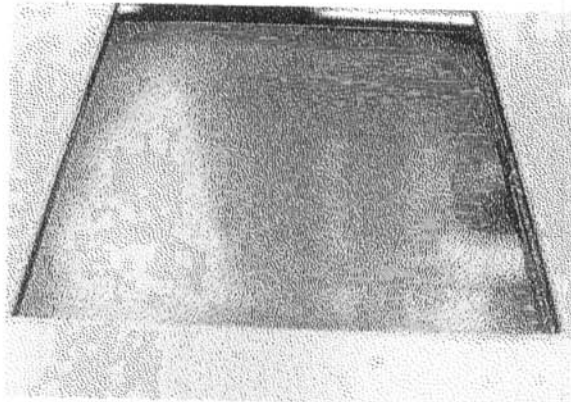
(E)



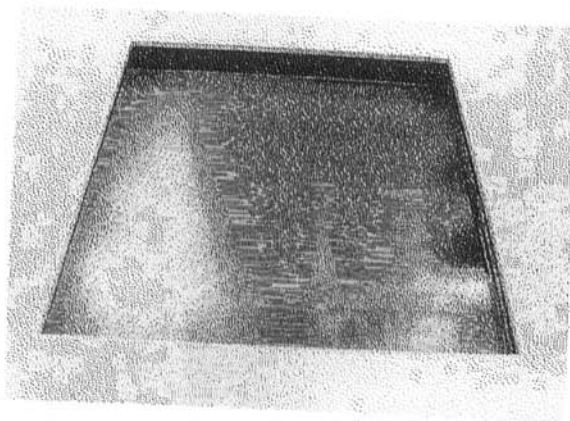
(F)

【図 5】

(A)



(B)



(C)

