

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5654677号
(P5654677)

(45) 発行日 平成27年1月14日 (2015. 1. 14)

(24) 登録日 平成26年11月28日 (2014. 11. 28)

(51) Int. Cl.	F I
GO 2 F 1/1343 (2006. 01)	GO 2 F 1/1343
GO 2 F 1/1368 (2006. 01)	GO 2 F 1/1368

請求項の数 11 (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2013-522550 (P2013-522550)	(73) 特許権者	000005049
(86) (22) 出願日	平成24年5月31日 (2012. 5. 31)		シャープ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/064216		大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号
(87) 国際公開番号	W02013/001980	(74) 代理人	110000914
(87) 国際公開日	平成25年1月3日 (2013. 1. 3)		特許業務法人 安富国際特許事務所
審査請求日	平成26年2月19日 (2014. 2. 19)	(72) 発明者	吉岡 孝兼
(31) 優先権主張番号	特願2011-142350 (P2011-142350)		日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番
(32) 優先日	平成23年6月27日 (2011. 6. 27)		2 2 号 シャープ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	青山 伊織
			日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番
			2 2 号 シャープ株式会社内
		(72) 発明者	今奥 崇夫
			日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番
			2 2 号 シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示パネル及び液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 基板、第 2 基板、及び、両基板に挟持された液晶層を備える液晶表示パネルであって、

該第 1 基板及び該第 2 基板は、電極を有し、

該第 2 基板の電極は、一対の櫛歯電極、及び、スリットを有する電極を含み、

該スリットを有する電極は、基板主面を平面視したときに、該一対の櫛歯電極の少なくとも一方と重畳し、

該一対の櫛歯電極の少なくとも一方は、該スリットを有する電極と電氣的に接続されている

ことを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項 2】

前記スリットを有する電極は、基板主面を平面視したときに、前記一対の櫛歯電極の両方と重畳する

ことを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示パネル。

【請求項 3】

第 1 基板、第 2 基板、及び、両基板に挟持された液晶層を備える液晶表示パネルであって、

該第 1 基板及び該第 2 基板は、電極を有し、

該第 2 基板の電極は、一対の櫛歯電極、及び、スリットを有する電極を含み、

該スリットを有する電極は、基板主面を平面視したときに、該一对の櫛歯電極と重畳しない

ことを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項 4】

前記スリットを有する電極のエッジの少なくとも一部は、基板主面を平面視したときに、前記一对の櫛歯電極と重畳していない

ことを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の液晶表示パネル。

【請求項 5】

前記一对の櫛歯電極における櫛歯部分と櫛歯部分との間の幅を S (μm) とすると、前記スリットを有する電極のエッジの少なくとも一部は、基板主面を平面視したときに、前記一对の櫛歯電極から $0.5 \mu\text{m}$ 以上、 $0.7 S \mu\text{m}$ 以下離れている

ことを特徴とする請求項 4 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 6】

前記スリットを有する電極は、前記一对の櫛歯電極とは異なる層に設けられる

ことを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の液晶表示パネル。

【請求項 7】

前記液晶層は、閾値電圧未満で基板主面に対して垂直方向に配向する液晶分子を含む

ことを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の液晶表示パネル。

【請求項 8】

前記第 1 基板の電極は、面状電極である

ことを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載の液晶表示パネル。

【請求項 9】

前記液晶層は、正の誘電率異方性を有する液晶分子を含む

ことを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載の液晶表示パネル。

【請求項 10】

前記第 1 基板及び第 2 基板の少なくとも一方は、薄膜トランジスタ素子を備え、該薄膜トランジスタ素子は、酸化物半導体を含む

ことを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載の液晶表示パネル。

【請求項 11】

請求項 1～10 のいずれかに記載の液晶表示パネルを備える

ことを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示パネル及び液晶表示装置に関する。より詳しくは、立上がり・立下がりの両方において液晶分子を電界によって配向制御させる 3 層電極構造を有する液晶表示パネル及び液晶表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

液晶表示パネルは、一对のガラス基板等に液晶表示素子を挟持して構成され、薄型で軽量かつ低消費電力といった特長を活かして、パーソナルコンピュータ、テレビジョン、カーナビゲーション等の車載用の機器、携帯電話等の携帯情報端末のディスプレイ等、日常生活やビジネスに欠かすことのできないものとなっている。これらの用途において、液晶層の光学特性を変化させるための電極配置や基板の設計に係る各種モードの液晶表示パネルが検討されている。

【0003】

近年の液晶表示装置の表示方式としては、負の誘電率異方性を有する液晶分子を基板面に対して垂直配向させた垂直配向 (VA: Vertical Alignment) モードや、正又は負の誘電率異方性を有する液晶分子を基板面に対して水平配向させて液晶層に対し横電界を印加する面内スイッチング (IPS: In-Plane Switching) モード及び縞状電界スイッチング (

10

20

30

40

50

F F S :Fringe Field Switching) 等が挙げられる。

【0004】

例えば、F F S 駆動方式の液晶表示装置として、高速応答性及び広視野角を有する薄膜トランジスタ型液晶ディスプレイであって、第1の共通電極層を有する第1の基板と、ピクセル電極層及び第2の共通電極層の両方を有する第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に挟まれた液晶と、高速な入力データ転送速度に対する高速応答性及び見る人にとっての広視野角をもたらすために、前記第1の基板にある前記第1の共通電極層と、前記第2の基板にある前記ピクセル電極層及び第2の共通電極層の両方との間に電界を発生させる手段とを含むディスプレイが開示されている（例えば、特許文献1参照。）

。

【0005】

また複数の電極により横電界を印加する液晶装置として、互いに対向配置された一对の基板間に誘電率異方性が正の液晶からなる液晶層が挟持された液晶装置であって、前記一对の基板を構成する第1の基板、第2の基板のそれぞれに前記液晶層を挟んで対峙し、該液晶層に対して縦電界を印加する電極が設けられるとともに、前記第2の基板には、前記液晶層に対して横電界を印加する複数の電極が設けられた液晶装置が開示されている（例えば、特許文献2参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特表2006-523850号公報

【特許文献2】特開2002-365657号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記特許文献1は、垂直配向型の3層電極構造を有する液晶表示装置において、立上がり（暗状態〔黒表示〕から明状態〔白表示〕に表示状態が変化する間）は下側基板の上層スリット下層面状電極間で発生するフリンジ電界（F F S 駆動）、立下がり（明状態〔白表示〕から暗状態〔黒表示〕に表示状態が変化する間）は基板間の電位差で発生する縦電界により、立上がり、立下がりともに電界によって液晶分子を回転させて高速応答化できるものを開示する。

【0008】

図24は、下側基板が従来のF F S 構造であるF F S 駆動方式の電極構造を有する液晶表示パネルの断面模式図である。図25は、F F S 構造を有する液晶表示パネルの絵素平面模式図である。図26は、図24に示した液晶表示パネルにおいて、立上がりにおけるダイレクタdの分布、電界分布及び透過率分布（実線）を示すシミュレーション結果である。なお、図24では、液晶表示パネルの構造を示しており、図25に示したスリット電極417が一定の電圧に印加され（図では14V。）、スリット電極417が配置された基板と、対向基板に、それぞれ下層電極413、対向電極423が配置されている。下層電極413、対向電極423に印加される電圧は、7Vである。

【0009】

このように、垂直配向している液晶表示装置にフリンジ電界を印加しても、スリット電極端近傍の液晶分子しか回転しないため、透過率が十分に得られないおそれがある（図26参照。）。これに対し、本発明者は、上層スリット電極の代わりに一对の櫛歯電極を用いて櫛歯駆動をおこない、櫛歯電極間の液晶分子を十分に水平方向に配向させることにより、透過率を高めることができることを見出した。

【0010】

ここで、3層電極構造の櫛歯駆動の立上がり時には、横電界を発生させる上層電極だけでなく、対向電極及び下層電極にもそれぞれ電圧が印加されているため、それらが上層電極による横電界を遮るように働き、透過率が低くなってしまうおそれがある。更に透過率を

10

20

30

40

50

高めるための工夫の余地があった。

【0011】

これを解決するには、下層・対向電極を遠ざければよいが、その分セル厚が厚くなってしまうため、視野角特性（特に偏光板の視野角補償）が悪くなったり、液晶量増加といったコスト面の問題が発生したりするおそれがあり、現実的な解決策ではない。

【0012】

また、上記特許文献2は、3層電極構造を有する液晶表示装置において櫛歯駆動を用いて応答速度を向上させることを記載している。しかしながら、実質的に表示方式がツイステッドネマティック（TN）モードの液晶装置についての記載しかなく、広視野角、高コントラストの特性等を得るのに有利な方式である垂直配向型の液晶表示装置については何ら開示されていない。また、透過率の改善や、電極構造と透過率との関連性についても何ら開示されていない。

10

【0013】

本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、立上がり・立下がりの両方において液晶分子を電界によって配向制御させる3層電極構造を有する液晶表示パネル及び液晶表示装置において、十分に高速応答化するとともに、透過率が優れる液晶表示パネル及び液晶表示装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明者らは、垂直配向型の液晶表示パネル及び液晶表示装置において高速応答化と高透過率とを両立させることを検討し、立上がり・立下がりの両方において液晶分子を電界によって配向制御させる3層電極構造に着目した。そして、電極構造について更なる検討をおこない、上記した従来方式では、下層電極を、スリットを有さない面状電極にしているところ、オン時に電気力線が下に強く引かれるために透過率を落としてしまっていることを見出した。そして、櫛歯電極駆動において、さらに透過率を上げるために、下層電極にもスリットを設けることを見出した。上側基板の対向電極よりも下側基板の電極の方が櫛歯電極（例えば、上層電極）に接近しており、さらに櫛歯電極と面状電極（例えば、下層電極）との間は通常は絶縁層（誘電体層）となっているため、電気力線を引き込みやすく、櫛歯電極により発生する横電界を遮る度合いが大きい。そのため、面状電極（例えば、下層電極）にスリットを設けることで、下層電極が面状電極である場合に下方向に引っ張られる電気力線を制御し、立上がり時の透過率を改善することが出来ることを見出した。

20

30

【0015】

本発明では、垂直配向型の3層電極構造を有する液晶表示装置において、例えば下側基板の上層電極を一对の櫛歯電極として櫛歯駆動をおこなうことにより、立上がりは櫛歯電極間の電位差で横電界、立下がり基板間の電位差で縦電界を発生させ、立上がり、立下がりともに電界によって液晶分子を回転させて高速応答化し、かつ櫛歯駆動の横電界により高透過率化も実現できる点で上述した特許文献とは異なる。低温環境下では応答速度の課題が特に顕著になるところ、本発明ではこれを解決することができる。

【0016】

更に、上述した特許文献では下層電極にスリットを設ける方式に関しては何ら述べていないが、その構造では実現できる透過率に限界があり、更に透過率を向上させるためには駆動方法だけでなく、各電極構造にも目を向ける必要がある。そこで、透過率改善を図るための下層電極にスリットを設けた新規な3電極構造の液晶表示パネル及び液晶表示装置を提案する。また、上述した上層電極が一对の櫛歯電極であり、下層電極がスリットを有する電極であることが本発明の効果を発揮するうえで好ましいが、上層電極がスリットを有する電極であり、下層電極が一对の櫛歯電極であっても本発明の効果を発揮することができる。

40

【0017】

すなわち、本発明は、第1基板、第2基板、及び、両基板に挟持された液晶層を備える液

50

晶表示パネルであって、上記第1基板及び該第2基板は、電極を有し、上記第2基板の電極は、一对の櫛歯電極、及び、スリットを有する電極を含む液晶表示パネルである。

【0018】

上記スリットを有する電極は、本発明の技術分野においてスリットを有するといえるものであればよく、スリットをまわりこむようにして、その全体が電氣的に接続されているものであってもよく、スリットによって、2つ以上の電氣的に接続されていない部分に分けられるものであってもよい。また、上記スリットを有する電極は、本発明の効果を発揮できる限り、部分的にスリットを有さない面状の領域があってもよい。

【0019】

上記スリットを有する電極は、基板主面を平面視したときに、上記一对の櫛歯電極の少なくとも一方と重畳することが好ましい。これにより、オフ特性を保ちつつ、すなわち、オフ時の応答速度を十分に上げるとともに、オフ時の透過率を十分に低下させつつ、オン時の透過率を十分に向上させることができる。より好ましくは、上記スリットを有する電極が、基板主面を平面視したときに、上記一对の櫛歯電極の少なくとも一方の実質的に全部と重畳することである。また、上記スリットを有する電極が、基板主面を平面視したときに、上記一对の櫛歯電極の少なくとも一方から突出している（延びている）ことが好ましい。

10

【0020】

上記一对の櫛歯電極の少なくとも一方は、上記スリットを有する電極と電氣的に接続されていることが好ましい。中でも、基板主面を平面視したときに上記スリットを有する電極と重畳する方の櫛歯電極が、上記スリットを有する電極と電氣的に接続されていることがより好ましい。更に、1絵素当たりの駆動用TFT数が2つ以下であることが特に好ましい。

20

【0021】

上記スリットを有する電極は、基板主面を平面視したときに、上記一对の櫛歯電極と重畳しないこともまた本発明の好ましい形態の1つである。これにより、透過率を十分に優れたものとするとともに、立下がり時に縦電界を十分に印加することができ、オフ特性を優れたものとすることができる。上記スリットを有する電極は、基板主面を平面視したときに、上記一对の櫛歯電極間のスペース（本明細書中、基板主面を平面視したときの、一对の櫛歯電極における櫛歯部分と櫛歯部分との間の領域をスペースともいう。）の中心と重畳するように配置されることが好ましい。また、上記スリットを有する電極が、基板主面を平面視したときに、一对の櫛歯電極の一方から、一对の櫛歯電極間のスペースの幅の半分以下だけスペースの幅方向（基板主面を平面視したときに、櫛歯電極の長手方向と垂直な向き）に突出していることが好ましい。

30

【0022】

また上記スリットを有する電極は、基板主面を平面視したときに、上記一对の櫛歯電極の両方と重畳することもまた好ましい形態の1つである。より好ましくは、上記スリットを有する電極は、基板主面を平面視したときに、上記一对の櫛歯電極の両方の実質的に全部と重畳することである。

【0023】

上記スリットを有する電極のエッジの少なくとも一部は、基板主面を平面視したときに、上記一对の櫛歯電極と重畳していないことが好ましい。

40

【0024】

例えば、上記スリットを有する電極が、一对の櫛歯電極間のスペースの幅の7割以下だけスペースの幅方向に突出していることが好ましい。例えば、上記一对の櫛歯電極における櫛歯部分と櫛歯部分との間の幅を S （ μm ）とすると、上記スリットを有する電極のエッジの少なくとも一部は、基板主面を平面視したときに、上記一对の櫛歯電極から $0.5\mu\text{m}$ 以上、 $0.7S\mu\text{m}$ 以下離れていることが好ましい。

【0025】

上記スリットを有する電極は、上記一对の櫛歯電極とは異なる層に設けられることが好ま

50

しい。通常は、スリットを有する面状電極は、一対の櫛歯電極と電気抵抗層を介して形成される。上記電気抵抗層は、絶縁層であることが好ましい。絶縁層とは、本発明の技術分野において、絶縁層といえるものであればよい。

【0026】

上記一対の櫛歯電極は、基板主面を平面視したときに、2つの櫛歯電極が対向するように配置されているといえるものであればよい。これら一対の櫛歯電極により櫛歯電極間で横電界を好適に発生させることができるため、液晶層が正の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときは、立上がり時の応答性能及び透過率が優れたものとなり、液晶層が負の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときは、立下がり時において横電界によって液晶分子を回転させて高速応答化することができる。また、上記第1基板及び上記第2基板が有する電極は、基板間に電位差を付与することができるものであればよく、これにより、液晶層が正の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときの立下がり時、並びに、液晶層が負の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときの立上がり時において基板間の電位差で縦電界を発生させ、電界によって液晶分子を回転させて高速応答化することができる。

10

【0027】

上記一対の櫛歯電極は、同一の層に設けられていてもよく、また、本発明の効果を発揮できる限り、一対の櫛歯電極が異なる層に設けられていてもよいが、一対の櫛歯電極は、同一の層に設けられていることが好ましい。一対の櫛歯電極が同一の層に設けられているとは、それぞれの櫛歯電極が、その液晶層側、及び／又は、液晶層側と反対側において、共通する部材（例えば、絶縁層、液晶層等）と接していることをいう。

20

【0028】

上記一対の櫛歯電極は、基板主面を平面視したときに、櫛歯部分がそれぞれ沿っていることが好ましい。中でも、一対の櫛歯電極の櫛歯部分がそれぞれ略平行であること、言い換えれば、一対の櫛歯電極がそれぞれ複数の略平行なスリットを有することが好適である。

【0029】

上記液晶層は、閾値電圧未満で基板主面に対して垂直方向に配向する液晶分子を含むことが好ましい。なお、基板主面に対して垂直方向に配向するとは、本発明の技術分野において、基板主面に対して垂直方向に配向するといえるものであればよく、実質的に垂直方向に配向する形態を含む。上記液晶層に含まれる液晶分子は、閾値電圧未満で基板主面に対して垂直方向に配向する液晶分子から実質的に構成されるものであることが好適である。このような垂直配向型の液晶表示パネルは、広視野角、高コントラストの特性等を得るのに有利な方式であり、その適用用途が拡大しているものである。

30

【0030】

上記一対の櫛歯電極は、閾値電圧以上で異なる電位とすることができることが好ましい。閾値電圧とは、例えば、明状態の透過率を100%に設定したとき、5%の透過率を与える電圧値を意味する。閾値電圧以上で異なる電位とすることができるとは、閾値電圧以上で異なる電位とする駆動操作を実現できるものであればよく、これにより液晶層に印加する電界を好適に制御することが可能となる。異なる電位の好ましい上限値は、例えば20Vである。異なる電位とすることができる構成としては、例えば、一対の櫛歯電極のうち、一方の櫛歯電極をあるTFTで駆動するとともに、他方の櫛歯電極を、別のTFTで駆動したり、該他方の櫛歯電極の下層電極と導通させたりすることにより、一対の櫛歯電極をそれぞれ異なる電位とすることができる。上記一対の櫛歯電極における櫛歯部分の幅は、例えば2 μ m以上が好ましい。また、櫛歯部分と櫛歯部分との間の幅（スペースの長さ）は、例えば2 μ m～7 μ mであることが好ましい。

40

【0031】

上記液晶表示パネルは、一対の櫛歯電極間又は第1基板と第2基板との間で生じる電界により、液晶層における液晶分子が基板主面に対して垂直方向に配向されるように構成されたものであることが好ましい。また、上記第1基板の電極は、面状電極であることが好ましい。本明細書中、面状電極とは、複数の画素内で電氣的に接続された形態を含み、例えば第1基板の面状電極としては、すべての画素内で電氣的に接続された形態、同一の画素

50

ラインごとに電氣的に接続された形態等が好適なものとして挙げられる。これにより、縦電界を好適に印加して高速応答化することができる。特に、上記第1基板の電極が面状電極であることにより、立下がり時に基板間の電位差で好適に縦電界を発生させることができ、高速応答化させることができる。上記第1基板の電極は、通常は、ガラス基板の液晶層側に設けられるものであるが、ガラス基板の液晶層側と反対側（観察者側）に設けられるものであってもよい。

【0032】

また、横電界・縦電界を好適に印加するうえで、第2基板の液晶層側の電極（上層電極）を、一对の櫛歯電極とし、第2基板の液晶層側と反対側の電極（下層電極）を、スリットを有する電極とすることが特に好ましい。例えば、第2基板の一对の櫛歯電極の下層（第2基板からみて液晶層と反対側の層）に絶縁層を介してスリットを有する電極を設けることができる。更に、上記第2基板のスリットを有する電極は、同一の画素ラインに沿って電氣的に接続されているものであることが好ましいが、各画素単位で独立であってもよい。なお、櫛歯電極とスリットを有する電極とを電氣的に接続させた場合に、当該スリットを有する電極が同一の画素ラインごとに電氣的に接続されているときは、当該櫛歯電極も同一の画素ラインごとに電氣的に接続されている形態となり、当該形態も本発明の好ましい形態の一つである。同一の画素ラインごとに電氣的に接続されているとは、画素の縦、横等の配列のいずれか1つに沿って複数の画素にわたって電氣的に接続されるものであればよい。また、すべての画素ラインにおいてそれぞれ電極が電氣的に接続されている必要はなく、実質的に同一の画素ラインごとに電氣的に接続されているといえるものであればよい。

【0033】

上記スリットを有する電極が同一の画素列内で電氣的に接続されている形態がより好ましい。上記同一の画素列とは、例えば第2基板がアクティブマトリクス基板である場合、基板主面を平面視したときに、アクティブマトリクス基板におけるゲートバスラインに沿って配置される画素列である。このように第1基板の面状電極及び／又は第2基板のスリットを有する電極が同一の画素列内で電氣的に接続されていることにより、例えば偶数のゲートバスラインに対応する画素ごと・奇数のゲートバスラインに対応する画素ごとに、電位変化が反転するように電極に電圧を印加することができ、好適に縦電界を発生させて高速応答化することができる。

【0034】

上記第1基板の面状電極は、本発明の技術分野において面形状といえるものであればよく、その一部の領域にリブやスリット等の配向規制構造体を有していたり、基板主面を平面視したときに画素の中心部分に当該配向規制構造体を有していたりしてもよいが、実質的に配向規制構造体を有さないものが好適である。

また上記第2基板のスリットを有する電極は、その一部の領域にリブ等を有していてもよいが、実質的にスリットだけを有し、スリット以外は面形状であるものが好適である。

【0035】

上記液晶層は、通常、一对の櫛歯電極又は第1基板と第2基板との間で生じる電界により、閾値電圧以上で基板主面に対して水平成分を含んで配向するものであるが、中でも、水平方向に配向する液晶分子を含むことが好ましい。水平方向に配向するとは、本発明の技術分野において水平方向に配向するといえるものであればよい。これにより透過率を向上することができる。上記液晶層に含まれる液晶分子は、閾値電圧以上で基板主面に対して水平方向に配向する液晶分子から実質的に構成されるものであることが好適である。

【0036】

上記液晶層は、正の誘電率異方性を有する液晶分子（ポジ型液晶分子）を含むことが好ましい。正の誘電率異方性を有する液晶分子は、電界を印加した場合に一定方向に配向されるものであり、配向制御が容易であり、より高速応答化することができる。また、上記液晶層は、負の誘電率異方性を有する液晶分子（ネガ型液晶分子）を含むこともまた好ましい。これにより、より透過率を向上することができる。すなわち、高速応答化の観点から

は、上記液晶分子が正の誘電率異方性を有する液晶分子から実質的に構成されることが好適であり、透過率の観点からは、上記液晶分子が負の誘電率異方性を有する液晶分子から実質的に構成されることが好適であるといえる。

【0037】

上記第1基板及び第2基板は、少なくとも一方の液晶層側に、通常は配向膜を有する。該配向膜は、垂直配向膜であることが好ましい。また、該配向膜としては、有機材料、無機材料から形成された配向膜、光活性材料から形成された光配向膜等が挙げられる。なお、上記配向膜は、ラビング処理等による配向処理がなされていない配向膜であってもよい。有機材料、無機材料から形成された配向膜、光配向膜等の、配向処理が必要ない配向膜を用いることによって、プロセスの簡略化によりコストを削減するとともに、信頼性及び歩留まりを向上することができる。また、ラビング処理をおこなった場合、ラビング布などからの不純物混入による液晶汚染、異物による点欠陥不良、液晶パネル内でラビングが不均一であるために表示ムラが発生するなどのおそれがあるが、これら不利点も無いものとする。また、上記第1基板及び第2基板は、少なくとも一方の液晶層側と反対側に、偏光板を有することが好ましい。該偏光板は、円偏光板が好ましい。このような構成により、透過率改善効果を更に発揮することができる。該偏光板は、直線偏光板であることもまた好ましい。このような構成により、視野角特性を優れたものとする。 10

【0038】

本発明の液晶表示パネルは、縦電界発生時においては、通常、少なくとも第1の基板が有する電極と第2の基板が有する電極（例えば、第1基板の面状電極と第2基板のスリットを有する電極）との間に電位差を生じさせる。好ましい形態は、第1の基板が有する電極と第2の基板が有する電極との間に、第2の基板が有する電極（例えば、一對の櫛歯電極）間よりも高い電位差を生じさせる形態である。 20

【0039】

また横電界発生時においては、通常、少なくとも第2の基板が有する電極（例えば、一對の櫛歯電極）間に、電位差を生じさせる。例えば、第2の基板が有する電極間に、第1の基板が有する電極（例えば、面状電極）と第2の基板が有するスリットを有する電極との間よりも高い電位差を生じさせる形態とすることができる。また、第2の基板が有する電極間に、第1の基板が有する電極と第2の基板が有する電極間よりも低い電位差を生じさせる形態とすることもできる。 30

【0040】

なお、偶数ライン・奇数ラインごとに共通接続された下層電極（第2基板が有するスリットを有する電極）に印加して電位変化を反転させるものとする。 30

【0041】

本発明の液晶表示パネルが備える第1基板及び第2基板は、液晶層を挟持するための一對の基板であり、例えば、ガラス、樹脂等の絶縁基板を母体とし、絶縁基板上に配線、電極、カラーフィルタ等を作り込むことで形成される。

【0042】

なお、上記一對の櫛歯電極の少なくとも一方が画素電極であること、上記一對の櫛歯電極を備える第2基板がアクティブマトリクス基板であることが好適である。また、本発明の液晶表示パネルは、透過型、反射型、半透過型のいずれであってもよい。 40

【0043】

本発明はまた、本発明の液晶表示パネルを備える液晶表示装置でもある。本発明の液晶表示装置における液晶表示パネルの好ましい形態は、上述した本発明の液晶表示パネルの好ましい形態と同様である。液晶表示装置としては、パーソナルコンピュータ、テレビジョン、カーナビゲーション等の車載用の機器、携帯電話等の携帯情報端末のディスプレイ等が挙げられ、特に、カーナビゲーション等の車載用の機器等の低温環境下等で用いられる機器に適用されることが好ましい。

【0044】

本発明の液晶表示パネル及び液晶表示装置の構成としては、このような構成要素を必須として形成されるものである限り、その他の構成要素により特に限定されるものではなく、液晶表示パネル及び液晶表示装置に通常用いられるその他の構成を適宜適用することができる。

【0045】

上述した各形態は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜組み合わせられてもよい。

【発明の効果】

【0046】

本発明の液晶表示パネル及び液晶表示装置によれば、第1基板及び第2基板が電極を有し、第2基板の電極が一对の櫛歯電極、及び、スリットを有する電極を含むことにより、充分に高速応答化するとともに、透過率を十分に優れるものとすることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】実施形態1に係る液晶表示パネルの横電界発生時における断面模式図である。

【図2】実施形態1に係る液晶表示パネルの縦電界発生時における断面模式図である。

【図3】実施形態1に係る液晶表示パネルの横電界発生時における断面模式図である。

【図4】実施形態1に係る液晶表示パネルの横電界発生時におけるシミュレーション結果である。

【図5】実施形態1に係る液晶表示パネルの縦電界発生時におけるシミュレーション結果である。

20

【図6】実施形態1に係る液晶表示パネルの断面模式図である。

【図7】実施形態1に係る液晶表示パネルの下層電極の構造例を示す平面模式図である。

【図8】実施形態1に係る液晶表示パネルの各形態、及び、比較例2に係る液晶表示パネルの各形態の、時間（m s e c）に対する透過率（%）及び電圧（V）を示すグラフである。

【図9】実施形態2に係る液晶表示パネルの断面模式図である。

【図10】実施形態1に係る液晶表示パネルの各形態、及び、実施形態2に係る液晶表示パネルの各形態の、時間（m s e c）に対する透過率（%）及び電圧（V）を示すグラフである。

【図11】実施形態2に係る液晶表示パネルの各形態の、時間（m s e c）に対する透過率（%）及び電圧（V）を示すグラフである。

30

【図12】実施形態2に係る液晶表示パネルの横電界発生時のシミュレーション結果である。

【図13】実施形態2に係る液晶表示パネルの縦電界発生時のシミュレーション結果である。

【図14】実施形態2の変形例に係る液晶表示パネルの横電界発生時のシミュレーション結果である。

【図15】実施形態2の変形例に係る液晶表示パネルの縦電界発生時のシミュレーション結果である。

【図16】実施形態3に係る液晶表示パネルの断面模式図である。

40

【図17】実施形態1に係る液晶表示パネルの各形態、及び、実施形態3に係る液晶表示パネルの各形態の、時間（m s e c）に対する透過率（%）及び電圧（V）を示すグラフである。

【図18】実施形態3に係る液晶表示パネルの横電界発生時のシミュレーション結果である。

【図19】実施形態3に係る液晶表示パネルの縦電界発生時のシミュレーション結果である。

【図20】実施形態4に係る液晶表示パネルの断面模式図である。

【図21】実施形態2に係る液晶表示パネルの各形態、及び、実施形態4に係る液晶表示パネルの、時間（m s e c）に対する透過率（%）及び電圧（V）を示すグラフである。

50

【図 2 2】実施形態 4 に係る液晶表示パネルの横電界発生時のシミュレーション結果である。

【図 2 3】実施形態 4 に係る液晶表示パネルの縦電界発生時のシミュレーション結果である。

【図 2 4】比較例 1 に係る液晶表示パネルのフリンジ電界発生時の断面模式図である。

【図 2 5】図 2 4 に示した液晶表示パネルの平面模式図である。

【図 2 6】比較例 1 に係る液晶表示パネルのフリンジ電界発生時のシミュレーション結果である。

【図 2 7】比較例 2 に係る液晶表示パネルの横電界発生時の断面模式図である。

【図 2 8】比較例 2 に係る液晶表示パネルの横電界発生時のシミュレーション結果である。

【図 2 9】比較例 2 に係る液晶表示パネルの縦電界発生時のシミュレーション結果である。

【図 3 0】本実施形態の液晶駆動方法に用いられる液晶表示装置の一例を示す断面模式図である。

【図 3 1】本実施形態に用いられるアクティブ駆動素子周辺の平面模式図である。

【図 3 2】本実施形態に用いられるアクティブ駆動素子周辺の断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0048】

以下に実施形態を掲げ、本発明を図面を参照して更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。本明細書中、画素とは、特に明示しない限り、絵素（サブ画素）であってもよい。更に、面状電極は、本発明の技術分野において面状電極であるといえる限り、例えば、点形状のリブ及び／又はスリットが形成されていてもよいが、実質的に配向規制構造体を有さないものが好ましい。そして、液晶層を挟持する一対の基板のうち、表示面側の基板を上側基板ともいい、表示面と反対側の基板を下側基板ともいう。また、基板に配置される電極のうち、表示面側の電極を上層電極ともいい、表示面と反対側の電極を下層電極ともいう。更に、本実施形態の回路基板（第 2 基板）を、薄膜トランジスタ素子（TFT）を有すること等から、TFT 基板又はアレイ基板ともいう。なお、本実施形態では、立上がり（例えば横電界印加）・立下がり（例えば縦電界印加）の両方において、TFT をオン状態にして一対の櫛歯電極の少なくとも一方の電極（画素電極）に電圧を印加している。

【0049】

なお、各実施形態において、同様の機能を発揮する部材及び部分は同じ符号を付している。また、図中、特に断らない限り、（i）は、下側基板の上層にある櫛歯電極の一方の電位を示し、（i i）は、下側基板の上層にある櫛歯電極の他方の電位を示し、（i i i）は、下層電極の電位を示し、（i v）は、上側基板の面状電極の電位を示す。また、実施形態 4 において、（v）は、もう 1 つの下層電極の電位を示す。また、図 4、図 5、図 1 2～図 1 5、図 1 8、図 1 9、図 2 2、図 2 3、図 2 8、図 2 9 においては、透過率分布を示す実線とともに、等電位線を示している。なお、図 8、図 1 0、図 1 1、図 1 7、図 2 1 においては、縦軸が 2 つある 2 軸グラフであるところ、点線の円と矢印は、それぞれのグラフがいずれの縦軸の値を示しているかを指し示している。

【0050】

後述する実施形態では、下側基板に配置される一対の櫛歯電極とスリットを有する電極のうち、一対の櫛歯電極を上層電極とし、スリットを有する電極を下層電極としており、これが好ましい形態であるが、一対の櫛歯電極を下層電極とし、スリットを有する電極を上層電極としても本発明の効果を発揮することができる。

【0051】

実施形態 1（櫛歯電極直下に下層電極を配置する方式）

図 1 は、実施形態 1 に係る液晶表示パネルの横電界発生時における断面模式図である。図 2 は、実施形態 1 に係る液晶表示パネルの縦電界発生時における断面模式図である。実施

形態 1 は、櫛歯電極 17 の直下に下層電極 13 を配置する方式を採る。図 1 及び図 2 において、点線は、発生する電界の向きを示す。実施形態 1 に係る液晶表示パネルは、ポジ型液晶である液晶分子 31 を用いた垂直配向型の 3 層電極構造（ここで、第 2 層目に位置する下側基板の上層電極は一对の櫛歯電極である。）を有する。実施形態 1 では、下層電極 13 が櫛歯電極 17 と独立に駆動され、かつ櫛歯電極 19 とともに独立に駆動される。立上がりは、図 1 に示すように、一对の櫛歯電極 16（例えば、電位 0 V である櫛歯電極 17 と電位 14 V である櫛歯電極 19 とからなる）間の電位差 14 V で発生する横電界により、液晶分子を回転させる。このとき、基板間（電位 7 V である下層電極 13 と電位 7 V である対向電極 23 との間）の電位差は実質的に生じていない。

【0052】

また、立下がりも、図 2 に示すように、基板間（例えば、それぞれ電位 14 V である下層電極 13、櫛歯電極 17、及び、櫛歯電極 19 と、電位 0 V である対向電極 23 との間）の電位差 14 V で発生する縦電界により、液晶分子を回転させる。このとき、一对の櫛歯電極 16（例えば、電位 14 V である櫛歯電極 17 と電位 14 V である櫛歯電極 19 とからなる）間の電位差は実質的に生じていない。なお、図 2 では対向電極 23 を 0 V としており、このように 0 V としてもよいが、後述するシミュレーションでは対向電極を常時 7 V としている。

【0053】

立上がり、立下がりともに電界によって液晶分子を回転させることにより、高速応答化する。すなわち、立上がりでは、一对の櫛歯電極 16 間の広範囲の横電界でオン状態として高透過率化し、立下がりでは、基板間の縦電界でオン状態として高速応答化する。更に、櫛歯駆動の横電界により高透過率化も実現することができる。なお、実施形態 1 及びこれ以降の実施形態では液晶としてポジ型液晶を用いているが、ポジ型液晶の代わりにネガ型液晶を用いてもよい。ネガ型液晶を用いた場合は、一对の基板間の電位差により、液晶分子が水平方向に配向し、一对の櫛歯電極間の電位差により、液晶分子が垂直方向に配向することになる。これにより、透過率が優れたものとなるとともに、立上がり・立下がりの両方において電界によって液晶分子を回転させて高速応答化することができる。

【0054】

更に、下層電極 13 にスリットを設けることで、さらに高速応答化するとともに、高透過率化することができる。なお、下層電極 13 は、スリットをまわりこむようにして、その全体が電氣的に接続されている。

図 3 は、実施形態 1 に係る液晶表示パネルの横電界発生時における断面模式図である。図 3 では、下層電極のエッジが、基板主面を平面視したときに、一对の櫛歯電極間のスペースの中心に設けた場合を示す。

【0055】

実施形態 1 では、オフ特性を良好なものとしつつ、立ち上がり時の透過率を優れたものとすることができる。また、下層電極のスリットの設け方（L/S の値や電極の位置）や、各電極の電圧印加条件を最適化することで、オフ時の応答を悪化させずに、透過率向上効果だけでなく、オン時の応答速度も更に上げることができる。

実施形態 1 について、以下に詳細に説明する。

【0056】

実施形態 1 に係る液晶表示パネルは、立上がり・立下がりの両方において液晶分子を電界によって配向制御させる 3 層電極構造を有する液晶表示パネルにおいて、更に下層電極にスリット構造を持たせることで透過率向上や応答改善を行うことができることを特徴とする。

【0057】

シミュレーションは、代表的な条件として、セル厚 $3.6 \mu\text{m}$ 、上層電極（櫛歯電極）の幅の長さ L / 一对の櫛歯電極における櫛歯部分と櫛歯部分との間の幅 $S = 2.6 \mu\text{m} / 3.0 \mu\text{m}$ 、誘電体層（櫛歯電極と下層電極との間の絶縁層）の層厚 $0.3 \mu\text{m}$ （ $\epsilon = 6.9$ ）とした。また、対向電圧は、常時 7 V とし、櫛歯電極（上層電極）（i）は、オン時

10

20

30

40

50

に0 Vとし、オフ時に1.4 Vとした。更に、櫛歯電極（上層電極）（i i）は、オン時・オフ時ともに1.4 Vとした。

【0058】

また、実施形態1～4のそれぞれで下層電極（i i i）の印加電圧を変えている。実施形態1は、下層電極（i i i）は、オン時7 V、オフ時1.4 Vとして計算をおこなった。

【0059】

図4は、実施形態1に係る液晶表示パネルの横電界発生時におけるシミュレーション結果である。下層電極にスリットを設けることにより、下層電極にスリットを設けていない比較例2（図28）と比較して、オン時に横電界を遮断する成分を減らし（例えば、図4の実線で囲んだ部分は、図28の実線で囲んだ部分と比べて、横電界が遮断されていない。）、透過率を上げることが可能である。図4では、オン状態となって2.0 msec後（ $T = 2.8 \text{ msec}$ ）の液晶表示パネルを示す。図5は、実施形態1に係る液晶表示パネルの縦電界発生時におけるシミュレーション結果である。図5は、オフ状態となって1.5 msec後（ $T = 4.8 \text{ msec}$ ）の液晶表示パネルを示す。図4及び図5は、セル厚 $3.6 \mu\text{m}$ 、櫛歯間隔 $3.0 \mu\text{m}$ としたときの、ダイレクタD、電界、及び、透過率分布（実線）を示している。なお、 $T \text{ (msec)}$ は、後述する図8のグラフの横軸（時間軸）の値を示している。

【0060】

下層電極にスリットを設けることで、後述する比較例2（図27及び図28）のように下層電極がスリットを有さない面状電極である場合において、オン時に電気力線が下に強く引かれるために透過率を落としてしまうことを十分に防止することができる（実施形態1に係る図4と比較例2に係る図28の実線で囲んだ部分を参照。）。このため、透過率を向上させることができる。言い換えれば、下層電極にスリットを設けることで、オン時の横電界を遮る要素を減らすことが可能となるため、透過率を上げることが可能である。

【0061】

具体的には、立上がりでは、下層電極がスリットを有さない面状電極であるときは、シミュレーションにより求めた透過率は12.2%であった。一方、本発明の液晶表示パネルでは、下層電極を、スリットを有する電極とすることにより、シミュレーションにより求めた透過率は13.6%でありより高いものとすることができた。

【0062】

図6は、実施形態1に係る液晶表示パネルの断面模式図である。図1～図3、図6に示すように、実施形態1に係る液晶表示パネルは、スリットを有する下層電極を片側の櫛歯電極（i）の下に配置することを特徴とする。言い換えれば、スリットを有する電極が、基板主面を平面視したときに、一対の櫛歯電極の一方の実質的に全部と重畳する。また、実施形態1に係る液晶表示パネルは、一対の櫛歯電極（上層電極）間のスペースの中で、下層電極にスリットを設ける（基板主面を平面視したときに、下層電極のエッジが上記スペースの中にある。）。

【0063】

図7は、実施形態1に係る液晶表示パネルの下層電極の構造例を示す平面模式図である。実施形態1に係る下層電極13は、櫛歯電極であり、このような形態が好ましいが、スリットを有する電極であれば本発明の効果を発揮することができる。また、実施形態1に係る下層電極13は、基板主面を平面視したときに櫛歯電極17の全体と重畳するように配置されている。更に、下層電極13のエッジの実質的にすべてが、基板主面を平面視したときに、櫛歯電極17から α （ $0.5 \mu\text{m}$ 以上、 $0.7 \mu\text{m}$ 以下が好ましい。）離れている。下層電極13と櫛歯電極17との位置関係は、このような形態が特に好ましいが、下層電極13のエッジの少なくとも一部が、基板主面を平面視したときに、櫛歯電極17から上記 α だけ離れているものであればよい。例えば、下層電極13のエッジの櫛歯部分が、櫛歯電極17に沿っており、当該沿っている部分が該櫛歯電極17から上記 α だけ離れているものが好ましい形態の1つである。後述する実施形態2においても、好適な形態は、 α の数値範囲が異なる以外は上述した通りである。なお、後述する実施形態3におい

10

20

30

40

50

ては、例えば、下層電極の櫛歯部分が櫛歯電極17と櫛歯電極19との間に配置される以外は本実施形態と同様の構成とすることができる。また、後述する実施形態4においては、例えば、下層電極13を一对の櫛歯電極とする(図7に加えて、櫛歯電極19の全体と重畳するようにもう一つの櫛歯電極を追加する)以外は本実施形態の構成と同様の構成とすることができる。

【0064】

図8は、実施形態1に係る液晶表示パネルの各形態、及び、比較例2に係る液晶表示パネルの各形態の、時間(ms)に対する透過率(%)及び電圧(V)を示すグラフである。下層電極がスリットを有さない面状である場合は、オン時の横電界(一对の櫛歯電極(i)と(ii)により発生)を、下層電極(iii)により縦に引っ張ることで透過率を落としてしまっていたが(比較例2)、この要因を減らすことができるため、立上がり時の透過率を向上させることができる。

10

【0065】

図8に示したように下層電極がスリットを有さない面状である場合に対して、下層電極がスリットを有する場合はオフ特性を保ちつつ、透過率を向上させることができる。本明細書中、オフ特性とは、オフ時の応答速度を十分に上げること、及び、オフ時の透過率を十分に低下させることをいう。

【0066】

シミュレーションは、一方の櫛歯電極(i)の真下にスリットを有する下層電極(iii)を配置し、一方の櫛歯電極(i)からスリットを有する下層電極(iii)が0.5μm、1μm、2μm突出している場合での計算となっている。具体的には、図8中、「下層スリット+2.0μm(オン時(iii)=7V)」とは、実施形態1に係る液晶表示パネルにおいて、基板主面を平面視したときに、一方の櫛歯電極(i)から下層電極(iii)が2.0μm突出していることをいう。同様に、「下層スリット+1.0μm(オン時(iii)=7V)」、「下層スリット+0.5μm(オン時(iii)=7V)」とは、実施形態1に係る液晶表示パネルにおいて、基板主面を平面視したときに、一方の櫛歯電極(i)から下層電極(iii)がそれぞれ1.0μm、0.5μm突出していることをいう。「下層面状」とは、ここでは下層電極がスリットを有さない面状であることをいい、比較例2の場合を示す。なお、スリットの幅Sは、上記したように3.0μmである。

20

30

【0067】

対向電極(iv)及び下層電極(iii)をオン時7Vにする上記の駆動では、下層電極の突出が+1.0μm、+0.5μm、+2.0μmの順に透過率が高くなっている(+1.0μmの場合が最も高い。)。また、この場合、櫛歯電極間のスペースのおよそ中心で切ること、すなわち、スリットを有する電極が、基板主面を平面視したときに、一对の櫛歯電極の一方から、一对の櫛歯電極間のスペースの幅の7割以下だけスペースの幅方向に突出していることが最もよい切り方となる(スリットのおよそ真ん中に下層電極のエッジがきたときに透過率が極大となる。)。例えば、一对の櫛歯電極における櫛歯部分と櫛歯部分との間の幅をS(μm)とすると、基板主面を平面視したときに、一方の櫛歯電極(i)から下層電極(iii)が0.5μm以上、0.7Sμm以下突出している形態が好ましい。言い換えれば、基板主面を平面視したときに、一方の櫛歯電極(i)から下層電極(iii)のエッジが0.5μm以上、0.7Sμm以下離れている形態が好ましい。ここで、離れている距離は、基板主面を平面視したときの平面上の距離をいう(図6における、横方向の両矢印で示した距離。)。このような形態により、実施形態1において、下層電極をある程度大きくすることによりオフ特性(黒になる時の応答速度や透過率[低い方が好ましい])を改善するとともに、透過率も高いものとする効果を顕著に発揮できる。また、例えば、Sが1μm以上の場合に、上記形態を適用することが特に好ましい。Sの上限値は、例えば10μmである。

40

【0068】

また実施形態1に係る液晶表示パネルは、図1～図3、図6に示されるように、アレイ基

50

板10、液晶層30及び対向基板20（カラーフィルタ基板）が、液晶表示パネルの背面側から観察面側に向かってこの順に積層されて構成されている。実施形態1の液晶表示パネルは、図2に示されるように、閾値電圧未満では液晶分子を垂直配向させる。また、図1に示されるように、櫛歯電極間の電圧差が閾値電圧以上ではガラス基板11（第2基板）上に形成された上層電極17、19（一对の櫛歯電極16）間に発生する電界で、液晶分子を櫛歯電極間で水平方向に傾斜させることによって透過光量を制御する。スリットを有する下層電極13は、上層電極17、19（一对の櫛歯電極16）との間に絶縁層15を挟んで形成される。絶縁層15には、例えば、酸化膜 SiO_2 や、窒化膜 SiN や、アクリル系樹脂等が使用され、または、それらの材料の組み合わせも使用可能である。

【0069】

10

図1、図2には示していないが、偏光板が、両基板の液晶層とは反対側に配置されている。偏光板としては、円偏光板又は直線偏光板のいずれも使用することが可能である。また、両基板の液晶層側にはそれぞれ配向膜が配置され、これら配向膜には、膜面に対して液晶分子を垂直に立たせるものである限り、有機配向膜又は無機配向膜のいずれであってもよい。

【0070】

ゲートバスラインで選択されたタイミングで、ソースバスラインから供給された電圧を薄膜トランジスタ素子（TFT）を通じて、液晶材料を駆動する櫛歯電極19に印加する。なお、本実施形態では櫛歯電極17と櫛歯電極19とは同層に形成されており、同層に形成される形態が好適であるが、櫛歯電極間に電圧差を発生させて横電界を印加し、透過率を向上するという本発明の効果を発揮できる限り、別層に形成されるものであってもよい。櫛歯電極19は、コンタクトホールを介してTFTから延びているドレイン電極と接続されている。なお、スリットを有する下層電極13は、ゲートバスラインの偶数ライン・奇数ラインごとに共通接続されていてもよい。また、対向電極23は、面状形状であり、すべての画素に対応して共通接続されている。

20

【0071】

なお、上述したシミュレーションでは、櫛歯電極の電極幅 L は $2.6\mu\text{m}$ であるが、例えばリーク、断線等デバイス作製上の観点から $2\mu\text{m}$ 以上が好ましい。櫛歯電極の電極間隔 S は、 $3.0\mu\text{m}$ であるが、例えば $2\mu\text{m}$ 以上が好ましい。なお、好ましい上限値は、例えば $7\mu\text{m}$ である。

30

また、電極間隔 S と電極幅 L との比（ L/S ）としては、例えば $0.4\sim 3$ であることが好ましい。より好ましい下限値は、 0.5 であり、より好ましい上限値は、 1.5 である。

【0072】

セル厚 d は、 $3.6\mu\text{m}$ であるが、 $2\mu\text{m}\sim 7\mu\text{m}$ であればよく、当該範囲内であることが好適である。セル厚 d （液晶層の厚み）は、本明細書中、液晶表示パネルにおける液晶層の厚みの全部を平均して算出されるものであることが好ましい。

【0073】

実施形態1の液晶表示パネルを備える液晶表示装置は、通常の液晶表示装置が備える部材（例えば、光源等）を適宜備えることができる。後述する実施形態2～4においても同様である。

40

【0074】

実施形態2（櫛歯電極直下に下層電極を配置する方式において、下層電極（ $i i i$ ）と櫛歯電極（ i ）又は櫛歯電極（ $i i$ ）とを等電位にする方式）

実施形態2では、櫛歯電極直下にスリットを有する下層電極を配置する実施形態1の方式に加えて、下層電極（ $i i i$ ）と櫛歯電極（ i ）又は（ $i i$ ）とを等電位とした。

図9は、実施形態2に係る液晶表示パネルの断面模式図である。図9に示すように、実施形態2に係る液晶表示パネルは、下層電極のスリットの設け方は実施形態1に係る液晶表示パネルと同様であり、各電極の電圧印加条件が実施形態1と異なる。

【0075】

50

図10は、実施形態1に係る液晶表示パネルの各形態、及び、実施形態2に係る液晶表示パネルの各形態の、時間(msec)に対する透過率(%)及び電圧(V)を示すグラフである。実施形態2は、下層電極を櫛歯(上層)電極と等電位と設定して計算をおこなった。なお、図10においては、塗りつぶしプロットは実施形態2の場合を示す。白抜きプロットは実施形態1の場合、及び、下層電極がスリットを有さない面状であり、下層電極(iii)と櫛歯電極(i)とを等電位とした場合を示す。

【0076】

下層電極がスリットを有さない面状である場合は、オン時の横電界(一对の櫛歯電極(i)と(iii)により発生)を、下層電極(iii)により縦に引っ張ることで透過率を落としてしまっていたが(比較例2)、実施形態2においてもこの要因を減らすことができるため、オフ特性を保ちつつ、立上がり時の透過率を向上させることができる。

10

【0077】

実施形態2においても、上述したように、シミュレーションは、一方の櫛歯電極(i)の真下にスリットを有する下層電極(iii)を配置し、一方の櫛歯電極(i)からスリットを有する下層電極(iii)が0.5μm、1μm、2μm突出している場合での計算となっている。図10中、「下層スリット+2.0μm」とは、実施形態2に係る液晶表示パネルにおいて、基板主面を平面視したときに、一方の櫛歯電極(i)から下層電極(iii)が2.0μm突出していることをいう。同様に、「下層スリット+1.0μm」、「下層スリット+0.5μm」とは、実施形態2に係る液晶表示パネルにおいて、基板主面を平面視したときに、一方の櫛歯電極(i)から下層電極(iii)がそれぞれ1.0μm、0.5μm突出していることをいう。なお、「下層スリット+1.0μm(オン時(iii)=7V)」、「下層スリット+0.5μm(オン時(iii)=7V)」は、図8におけるものと同一である。「下層面状」は、下層電極がスリットを有さない面状電極であることを示す。また、(i)=(iii)は、櫛歯電極(i)と下層電極(iii)とが等電位である場合を示す。後述する図面においても同様である。なお、上記突出する長さは、図9における横方向の両矢印で示される長さである。

20

【0078】

実施形態2では、下層電極(iii)と櫛歯(上層)電極の片側(i)又は(ii)とを等電位にするため、駆動用TF T数を削減することができる。これにより、製造がより容易になるとともに、TF T数が削減されることによって開口率を充分に向上することができる。例えば、1絵素当たりのTF T数を2つ以下とすることが好ましい。

30

【0079】

櫛歯電極(i)と下層電極(iii)とを等電位にする上記の駆動では、スペースSが3μmであるところ、下層電極(iii)の突出が+0.5μm、+1.0μm、+2.0μmの順に透過率が高くなっている(+0.5μmが最も高い。)。例えば、一对の櫛歯電極における櫛歯部分と櫛歯部分との間の幅をS(μm)とすると、スリットを有する電極のエッジの少なくとも一部は、基板主面を平面視したときに、前記一对の櫛歯電極から0μm以上、0.5Sμm以下離れていることが好ましい。言い換えれば、一方の櫛歯電極(i)から下層電極(iii)が0μm以上、スペースSの長さの50%以下突出している形態が好ましい。これにより、実施形態2において、下層電極をある程度大きくすることによりオフ特性(黒になる時の応答速度や透過率[低い方が好ましい])を改善するとともに、透過率も充分に高いものとする効果を顕著に発揮することができる。なお、Sの好ましい範囲は、実施形態1において上述したのと同様である。図10の下層スリット+0.5μmの場合のように、条件によっては、実施形態1よりも透過率が高くなる。

40

【0080】

図11は、実施形態2に係る液晶表示パネルの各形態の、時間(msec)に対する透過率(%)及び電圧(V)を示すグラフである。なお、図11においては、塗りつぶしプロットは下層電極(iii)と異なる位置の櫛歯電極(ii)を等電位としている。白抜きプロットは下層電極(iii)と同じ位置の櫛歯電極(i)を等電位としている。

図11では、一方の櫛歯電極(i)と下層電極(iii)を等電位にしたり(実施形態2

50

）、一方の櫛歯電極（ $i i$ ）と下層電極（ $i i i$ ）とを等電位にしたり（実施形態2の変形例）する場合についてそれぞれ示す。図11より、同じ位置、すなわち、基板主面を平面視したときに互いに重畳する一方の櫛歯電極（ i ）と下層電極（ $i i i$ ）とを等電位にする場合（白抜きプロットにて示す）の方が、一方の櫛歯電極（ $i i$ ）と下層電極（ $i i i$ ）とを等電位にする場合（塗りつぶしプロットにて示す）よりも、透過率が高く、応答速度も速く、透過率・応答共に良好な結果が得られることが分かる。

【0081】

更に、一方の櫛歯電極（ i ）と下層電極（ $i i i$ ）とが等電位である場合は、下層電極（ $i i i$ ）が一方の櫛歯電極（ i ）をアシストするため、オン時の応答速度が速くなる。

【0082】

図12は、実施形態2（一方の櫛歯電極（ i ）と下層電極（ $i i i$ ）とが等電位）に係る液晶表示パネルの横電界発生時のシミュレーション結果である。図13は、実施形態2に係る液晶表示パネルの縦電界発生時のシミュレーション結果である。図14は、実施形態2の変形例（一方の櫛歯電極（ $i i$ ）と下層電極（ $i i i$ ）とが等電位）に係る液晶表示パネルの横電界発生時のシミュレーション結果である。図15は、実施形態2の変形例に係る液晶表示パネルの縦電界発生時のシミュレーション結果である。図12及び図14は、オン状態となって2.0 msec後（ $T = 2.8 \text{ msec}$ ）の液晶表示パネルを示す。図13及び図15は、オフ状態となって1.5 msec後（ $T = 4.8 \text{ msec}$ ）の液晶表示パネルを示す。なお、図12～図15における T （msec）は、図10、図11のグラフの横軸（時間軸）の値を示している。

ダイレクタDの方向と透過率分布を比較すると、条件によって対称性が異なる。実施形態1に対して実施形態2では対称性が改善されている（図4と、図12及び図14との、点線で囲んだ透過率分布〔実線〕を参照。）。

【0083】

上記の実施形態2のような透過率・応答速度となる理由としては、以下のような透過率分布の対称性が影響していると考えられる。すなわち、図4、図12及び図14の透過率分布（実線）を比較すると、実施形態2の変形例の一方の櫛歯電極（ $i i$ ）と下層電極（ $i i i$ ）とを等電位とする場合に最も対称性が失われており（図14）、実施形態1である一方の櫛歯電極（ i ）・下層電極（ $i i i$ ）側に透過率分布が少し傾いている（図4）。一方、実施形態2の一方の櫛歯電極（ $i i$ ）と下層電極（ $i i i$ ）とを等電位とする場合では透過率分布の対称性が得られている（図12）。

なお、実施形態2におけるその他の構成は、上述した実施形態1の構成と同様である。実施形態2に係る図のその他の参照番号は、百の位に1を付した以外は、実施形態1に係る図に示したものと同様である。

【0084】

実施形態3（一对の櫛歯電極の間〔スペース〕に下層電極を配置する方式）

図16は、実施形態3に係る液晶表示パネルの断面模式図である。実施形態3は、下層電極（ $i i i$ ）を一对の櫛歯（上層）電極の間に配置する方式についてのものである。なお、基板主面を平面視したときに、下層電極のスリット（下層電極の無い部分）と一对の櫛歯電極とが重畳することとなる。実施形態3では、実施形態1と同様に、下層電極（ $i i i$ ）が櫛歯電極（ i ）と独立に駆動され、かつ櫛歯電極（ $i i$ ）とも独立に駆動される。計算は、下層電極をオン時7V、オフ時14Vとしておこなった。

【0085】

図17は、実施形態1に係る液晶表示パネルの各形態、及び、実施形態3に係る液晶表示パネルの各形態の、時間（msec）に対する透過率（%）及び電圧（V）を示すグラフである。なお、図17においては、塗りつぶしプロットは実施形態3の場合を示す。白抜きプロットは実施形態1の場合、及び、下層面状の場合（比較例2）を示す。

【0086】

オン時に下層電極（ $i i i$ ）を適当な電圧にしておけば、下層電極（ $i i i$ ）は櫛歯電極（ i ）と櫛歯電極（ $i i$ ）との間の横電界をアシストするように働く。このため、オン時

10

20

30

40

50

の透過率を十分に上げることができる。例えば、オン時に下層電極（ $i i i$ ）を、一對の櫛歯電極間の電圧の中間値以下とすることが好ましい。

【0087】

更に、オフ時は櫛歯電極（上層電極）のスリット（電極のない部分）を補強するように下層電極が配置され、働くため、十分な縦電界が印加され、下層電極がスリットを有さない面状電極である場合に近い、際立って優れたオフ特性が得られる。

【0088】

シミュレーションは、櫛歯電極間のスペース（基板主面を平面視したときの櫛歯電極と櫛歯電極との間の領域）の中心に、スリットを有する下層電極（ $i i i$ ）を配置し、電極長さを $1\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m}$ とした場合の計算となっている。図17中、「実施形態3（ $3.0\mu\text{m}$ ）」とは、基板主面を平面視したときに、櫛歯電極（ i ）と櫛歯電極（ $i i i$ ）との間のスペース全体にわたる電極長さ $3\mu\text{m}$ の下層電極が配置されていることをいう。同様に、「実施形態3（ $2.0\mu\text{m}$ ）」、「実施形態3（ $1.0\mu\text{m}$ ）」とは、基板主面を平面視したときに、櫛歯電極（ i ）と櫛歯電極（ $i i i$ ）との間のスペースに電極長さ $2\mu\text{m}$ の下層電極、電極長さ $1\mu\text{m}$ の下層電極がそれぞれ配置されていることをいう。なお、「下層スリット+ $2.0\mu\text{m}$ 」、「下層スリット+ $1.0\mu\text{m}$ 」、「下層スリット+ $0.5\mu\text{m}$ 」は、図8等において上述したのと同様である。

【0089】

上記の駆動では、下層電極（ $i i i$ ）の長さが $1.0\mu\text{m}$ 、 $2.0\mu\text{m}$ 、 $3.0\mu\text{m}$ の順に透過率が高くなっている（ $1.0\mu\text{m}$ が最も高い。）。例えば、一對の櫛歯電極における櫛歯部分と櫛歯部分との間の幅を $S(\mu\text{m})$ とすると、下層電極（ $i i i$ ）（スリットを有する電極）の長さは、基板主面を平面視したときに、一對の櫛歯電極から $0.3S\mu\text{m}$ 以上、 $0.7S\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。言い換えれば、下層電極（ $i i i$ ）の電極長さが、スペース S の長さの30%以上、70%以下であることが好ましい。これにより、実施形態3において、下層電極をある程度大きくすることによりオフ特性（黒になる時の応答速度や透過率〔低い方が好ましい〕）を改善するとともに、透過率も十分に高いものとする効果を顕著に発揮することができる。なお、 S の好ましい範囲は、実施形態1において上述したのと同様である。なお、実施形態3における「電極の長さ」とは、通常は、電極の長手方向ではなく、電極の短手方向の長さ（電極の幅の長さ）をいう。

【0090】

図18は、実施形態3に係る液晶表示パネルの横電界発生時のシミュレーション結果である。図19は、実施形態3に係る液晶表示パネルの縦電界発生時のシミュレーション結果である。図18は、オン状態となって 2.0msec 後（ $T=2.8\text{msec}$ ）の液晶表示パネルを示す。図19は、オフ状態となって 1.5msec 後（ $T=4.8\text{msec}$ ）の液晶表示パネルを示す。なお、図18及び図19における $T(\text{msec})$ は、図17のグラフの横軸（時間軸）の値を示している。

【0091】

図4（実施形態1）においては、実施形態1の電極配置では透過率分布の対称性が十分に得られなかったが、櫛歯スペースの中間に下層電極を配置した実施形態3では、オン時の透過率分布により対称性を持たせることができる（図4と図18の点線で囲んだ部分を参照。）。40

更に、オフ時は、下層電極がスリットを有さない面状電極の場合のようにしっかりと透過率を落とすことが可能である（図19参照。）。50

なお、実施形態3におけるその他の構成は、上述した実施形態1の構成と同様である。実施形態3に係る図のその他の参照番号は、百の位に2を付した以外は、実施形態1に係る図に示したものと同様である。

【0092】

実施形態4（全ての櫛歯電極の下に下層電極を配置する方式）

図20は、実施形態4に係る液晶表示パネルの断面模式図である。実施形態4は、下層電極（ $i i i$ ）を全ての櫛歯電極（ i ）、（ $i i$ ）の下に配置する方式についてのものであ

る。すなわち、櫛歯電極（上層電極）のスペースの中で下層電極のスリット（電極のない部分）を設ける（下層電極のエッジを設ける。）。なお、実施形態4では、下層電極が、スリットを有するとともに、基板主面を平面視したときに、一对の櫛歯電極の実質的に全部と重畳する。実施形態4は、下層電極を櫛歯（上層）電極と等電位と設定して計算をおこなった。

【0093】

図21は、実施形態2に係る液晶表示パネルの各形態、及び、実施形態4に係る液晶表示パネルの、時間（msec）に対する透過率（%）及び電圧（V）を示すグラフである。図21では、一方の櫛歯電極（i）と下層電極（iii）とを等電位とするとともに、一方の櫛歯電極（ii）と下層電極（v）とを等電位とした場合を示す。このように、実施形態4では、下層電極が、スリットによって、2つの電氣的に接続されていない部分に分けられている。なお、図21においては、塗りつぶしプロットは実施形態2の場合を示す。白抜きプロットは実施形態4の場合を示す。

【0094】

実施形態4に係る液晶表示パネルにより、実施形態2に対して透過率をある程度維持しながら、オフ特性を十分に改善することが出来る。

【0095】

シミュレーションは、一方の櫛歯電極（i）と下層電極（iii）との中心を合わせるとともに、一方の櫛歯電極（ii）と下層電極（v）の中心を合わせ、図20において、下層電極（iii）と下層電極（v）をそれぞれ一方の櫛歯電極（i）と一方の櫛歯電極（ii）よりも左右に0.56μmずつ伸ばした構成での計算となっている（図21において「実施形態4（下層スリット+0.56μm）」として示す。）。なお、「実施形態2（+1.0μm）」、「実施形態2（+0.5μm）」は、図10において上述した「下層スリット+1.0μm（（i）=（iii））」、「下層スリット+0.5μm（（i）=（iii））」とそれぞれ同様であり、櫛歯電極（i）と下層電極（iii）とを同電位としたうえで、基板主面を平面視したときに下層電極（iii）が櫛歯電極（i）からそれぞれ1.0μm、0.5μm伸ばした形態である。なお、下層電極（iii）と下層電極（v）をそれぞれ一方の櫛歯電極（i）と一方の櫛歯電極（ii）よりも左右に0.2~1μmずつ伸ばした構成が好ましい。

【0096】

図22は、実施形態4に係る液晶表示パネルの横電界発生時のシミュレーション結果である。図23は、実施形態4に係る液晶表示パネルの縦電界発生時のシミュレーション結果である。図22は、オン状態となって2.0msec後（T=2.8msec）の液晶表示パネルを示す。図23は、オフ状態となって1.5msec後（T=4.8msec）の液晶表示パネルを示す。なお、図22及び図23におけるT（msec）は、図21のグラフの横軸（時間軸）の値を示している。実施形態4では、透過率分布が対称的になっている。

なお、実施形態4におけるその他の構成は、上述した実施形態1の構成と同様である。実施形態4に係る図のその他の参照番号は、百の位に3を付した以外は、実施形態1に係る図に示したものと同様である。

【0097】

実施形態1~4の液晶表示パネルは、製造が容易で、高速応答化・高透過率化が達成可能なものである。また、フィールドシーケンシャル方式を実施可能な応答速度を実現できる。なお、TFT基板及び対向基板において、SEM（Scanning Electron Microscope：走査型電子顕微鏡）等の顕微鏡観察により、本発明の液晶表示パネル及び液晶表示装置に係る電極構造等を確認することができる。

【0098】

また上述したTFT駆動方法は、液晶を変化させて初期状態に戻すまでの駆動周期であるサブフレームを含んで駆動する方法であり、サブフレームの周期中に、一对の櫛歯電極の電極間に電位差を生じさせる駆動操作、下層電極と対向電極との間に一对の櫛歯電極の電

10

20

30

40

50

極間よりも高い電位差を生じさせる駆動操作、並びに、一对の櫛歯電極、下層電極及び対向電極の全電極間に実質的に電位差を生じさせない駆動操作を実行することを含むものであってもよい。これにより上述した本発明の効果を発揮できると共に、液晶分子の配向を好適に制御して黒表示時の透過率を十分に低いものとすることができる。

【0099】

比較例1（フリンジ電界駆動方式）

図24は、比較例1に係る液晶表示パネルのフリンジ電界発生時の断面模式図である。図25は、図24に示した液晶表示パネルの平面模式図である。図26は、比較例1に係る液晶表示パネルのフリンジ電界発生時のシミュレーション結果である。

【0100】

比較例1に係る液晶表示パネルは、特許文献1と同様に、FFS駆動によりフリンジ電界を発生させるものである。図26は、ダイレクタD、電界、および透過率分布のシミュレーション結果を示す。なお、比較例1に係る図24、図25の参照番号は、特に明示した場合を除いて、百の位に4を付した以外は、実施形態1に係る図に示したものと同様である。

【0101】

上述した特許文献1に記載のFFS駆動のディスプレイ（一对の櫛歯電極の代わりにスリット電極を用いたもの）では、下側基板の上層—下層電極間で発生するフリンジ電界で液晶分子を回転させる。上層電極は、スリットを有する電極であり、下層電極は、スリット等を有さない、すべての画素に共通する面状電極である。この場合スリット電極端近傍の液晶分子しか回転しないため、シミュレーションにおける透過率は低く、3.6%となった。上述した実施形態のように透過率を向上させることができなかった（図26参照。）

【0102】

比較例2（下層面状電極（オン時（iii）7V））

図27は、比較例2に係る液晶表示パネルの横電界発生時の断面模式図である。図28は、比較例2に係る液晶表示パネルの横電界発生時のシミュレーション結果である。図29は、比較例2に係る液晶表示パネルの縦電界発生時のシミュレーション結果である。

【0103】

比較例2に係る液晶表示パネルは、上述した実施形態と同様に、一对の櫛歯電極により横電界を発生させるものである。図26は、ダイレクタD、電界、および透過率分布のシミュレーション結果（セル厚5.0μm、スリット間隔3.0μm）を示す。なお、比較例1に係る図24、図25の参照番号は、特に明示した場合を除いて、百の位に5を付した以外は、実施形態1に係る図に示したものと同様である。

【0104】

3層電極構造において、下層電極をスリットを有さない面状電極とした場合、オン時に、対向電極や下層電極に印加される電圧が、上層電極（櫛歯電極）で作りに出ず横電界を妨げてしまうため、十分な透過率が得られない（透過率シミュレーション結果：12.2%）。すなわち、下層電極がスリットを有さず、面状であると、オン時に、横電界が下層電極によって下に引かれてその分透過率が低下する。また、上記原因により、オン時の応答速度も遅くなってしまう。

【0105】

（その他の好適な実施形態）

本発明の各実施形態においては、酸化物半導体TFT（IGZO等）が好適に用いられる。この酸化物半導体TFTについて、以下に詳細に説明する。

【0106】

上記第1基板及び第2基板の少なくとも一方は、通常は薄膜トランジスタ素子を備える。上記薄膜トランジスタ素子は、酸化物半導体を含むことが好ましい。すなわち、薄膜トランジスタ素子においては、シリコン半導体膜の代わりに、酸化亜鉛等の酸化物半導体膜を用いてアクティブ駆動素子（TFT）の活性層を形成することが好ましい。このようなT

10

20

30

40

50

F Tを「酸化物半導体T F T」と称する。酸化物半導体は、アモルファスシリコンよりも高いキャリア移動度を示し、特性バラつきも小さいという特徴を有している。このため、酸化物半導体T F Tは、アモルファスシリコンT F Tよりも高速で動作でき、駆動周波数が高く、より高精細である次世代表示装置の駆動に好適である。また、酸化物半導体膜は、多結晶シリコン膜よりも簡便なプロセスで形成されるため、大面積が必要とされる装置にも適用できるという利点を奏する。

【0107】

本実施形態の液晶駆動方法を、特にF S D（フィールドシーケンシャル表示装置）で使用する場合に、以下の特徴が顕著なものとなる。

（１）画素容量が通常のV A（垂直配向）モードよりも大きい（図30は、本実施形態の液晶駆動方法に用いられる液晶表示装置の一例を示す断面模式図であるところ、図30中、矢印で示される箇所において、上層電極と下層電極との間に大きな容量が発生するため、画素容量が通常の垂直配向〔V A：Vertical Alignment〕モードの液晶表示装置より大きい。）。（２）R G Bの3画素が1画素になるため、1画素の容量が3倍である。（３）更に、240Hz以上の駆動が必要のためゲートオン時間が非常に短い。

【0108】

更に、酸化物半導体T F T（I G Z O等）を適用した場合のメリットは、以下の通りである。

上記（１）と（２）の理由より、52型で画素容量がU V 2 Aの240Hz駆動の機種の約20倍ある。

故に、従来のa-Siでトランジスタを作製するとトランジスタが約20倍以上大きくなり、開口率が充分にとれない課題があった。

I G Z Oの移動度はa-Siの約10倍であるため、トランジスタの大きさが約1/10になる。

カラーフィルタR G Bを用いる液晶表示装置にあった3つのトランジスタが1つになっているので、a-Siとほぼ同等か小さいくらいで作製可能である。

上記のようにトランジスタが小さくなると、C g dの容量も小さくなるので、その分ソースバスラインに対する負担も小さくなる。

【0109】

〔具体例〕

酸化物半導体T F Tの構成図（例示）を、図31、図32に示す。図31は、本実施形態に用いられるアクティブ駆動素子周辺の平面模式図である。図32は、本実施形態に用いられるアクティブ駆動素子周辺の断面模式図である。なお、符号Tは、ゲート・ソース端子を示す。符号C sは、補助容量を示す。

酸化物半導体T F Tの作製工程の一例（当該部）を、以下に説明する。

酸化物半導体膜を用いたアクティブ駆動素子（T F T）の活性層酸化物半導体層905a、905bは、以下のようにして形成できる。

まず、スパッタリング法を用いて、例えば厚さが30nm以上、300nm以下のIn-Ga-Zn-O系半導体（I G Z O）膜を絶縁膜913iの上に形成する。この後、フォトリソグラフィにより、I G Z O膜の所定の領域を覆うレジストマスクを形成する。次いで、I G Z O膜のうちレジストマスクで覆われていない部分をウェットエッチングにより除去する。この後、レジストマスクを剥離する。このようにして、島状の酸化物半導体層905a、905bを得る。なお、I G Z O膜の代わりに、他の酸化物半導体膜を用いて酸化物半導体層905a、905bを形成してもよい。

【0110】

次いで、基板911gの表面全体に絶縁膜907を堆積させた後、絶縁膜907をパターニングする。

具体的には、まず、絶縁膜913i及び酸化物半導体層905a、905bの上に、絶縁膜907として例えばSiO₂膜（厚さ：例えば約150nm）をC V D法によって形成する。

絶縁膜 907 は、 SiO_y 等の酸化物膜を含むことが好ましい。

【0111】

酸化物膜を用いると、酸化物半導体層 905a、905b に酸素欠損が生じた場合に、酸化物膜に含まれる酸素によって酸素欠損を回復することが可能となるので、酸化物半導体層 905a、905b の酸化欠損をより効果的に低減できる。ここでは、絶縁膜 907 として SiO_2 膜からなる単層を用いているが、絶縁膜 907 は、 SiO_2 膜を下層とし、 SiN_x 膜を上層とする積層構造を有していてもよい。

絶縁膜 907 の厚さ（積層構造を有する場合には各層の合計厚さ）は、50nm 以上、200nm 以下であることが好ましい。50nm 以上であれば、ソース・ドレイン電極のパターニング工程等において、酸化物半導体層 905a、905b の表面をより確実に保護できる。一方、200nm を超えると、ソース電極やドレイン電極により大きい段差が生じるので、断線等を引き起こすおそれがある。

10

【0112】

また本実施形態における酸化物半導体層 905a、905b は、例えば Zn-O 系半導体 (ZnO)、In-Ga-Zn-O 系半導体 (IGZO)、In-Zn-O 系半導体 (IZO)、又は、Zn-Ti-O 系半導体 (ZTO) 等からなる層であることが好ましい。中でも、In-Ga-Zn-O 系半導体 (IGZO) がより好ましい。

【0113】

なお、本モードは上記の酸化物半導体 TFT との組合せで一定の作用効果を奏するが、アモルファス Si TFT や多結晶 Si TFT 等公知の TFT 素子を用いて駆動させることも可能である。

20

【0114】

上述した実施形態における各形態は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜組み合わせられてもよい。

【0115】

なお、本願は、2011 年 6 月 27 日に出願された日本国特許出願 2011-142350 号を基礎として、パリ条約ないし移行する国における法規に基づく優先権を主張するものである。該出願の内容は、その全体が本願中に参照として組み込まれている。

【符号の説明】

【0116】

30

10、110、210、310：410、510：アレイ基板

11、21、111、221、311、321、411、421、511、521：ガラス基板

13、113、213、313、413、513：下層電極

23、123、223、323、423、523：対向電極

15、115、215、315、415、515：絶縁層

16、116、216、316、516：一对の櫛歯電極

17、19、117、119、217、219、317、319、517、519：櫛歯電極

20、120、220、320、420、520：対向基板

40

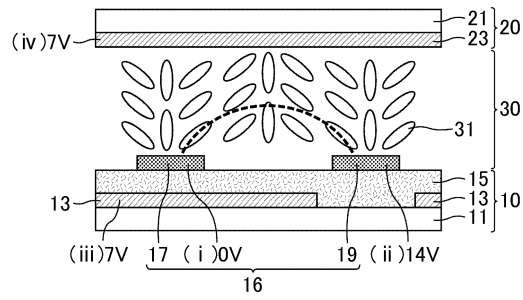
30、130、230、330、430、530：液晶層

31：液晶（液晶分子）

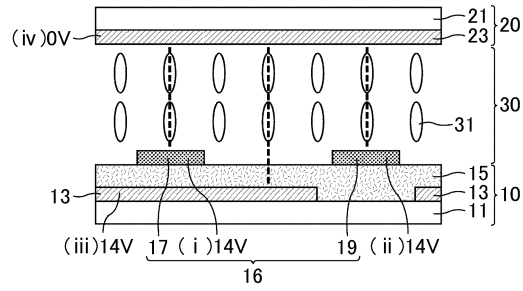
417：スリット電極

D：ダイレクタ

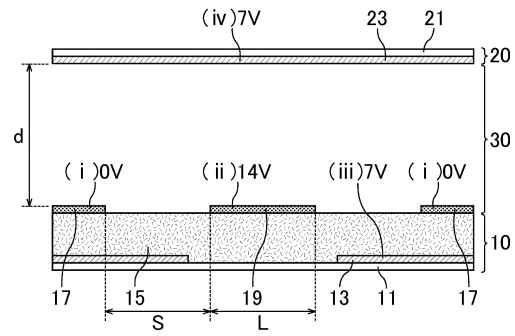
【図 1】



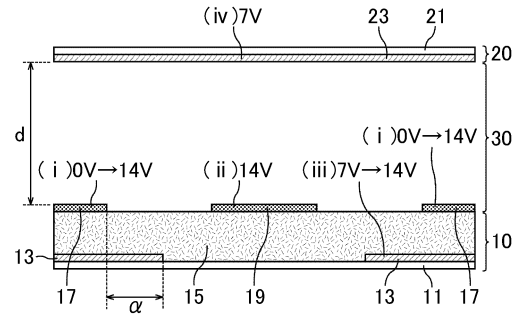
【図 2】



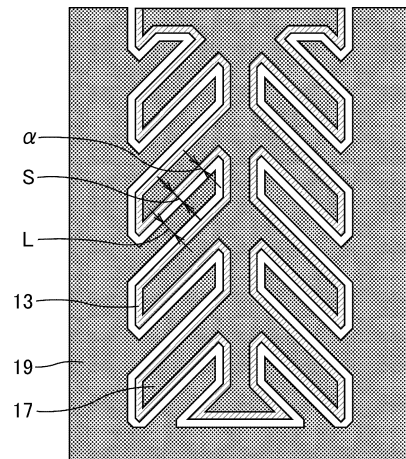
【図 3】



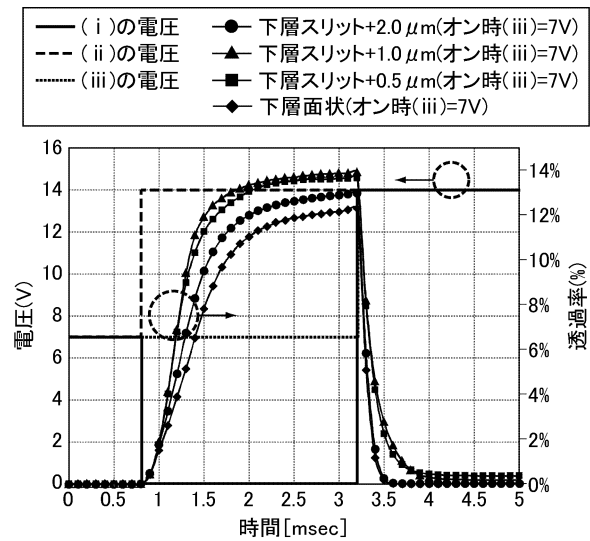
【図 6】



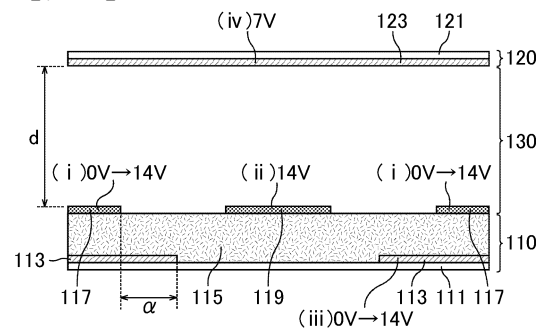
【図 7】



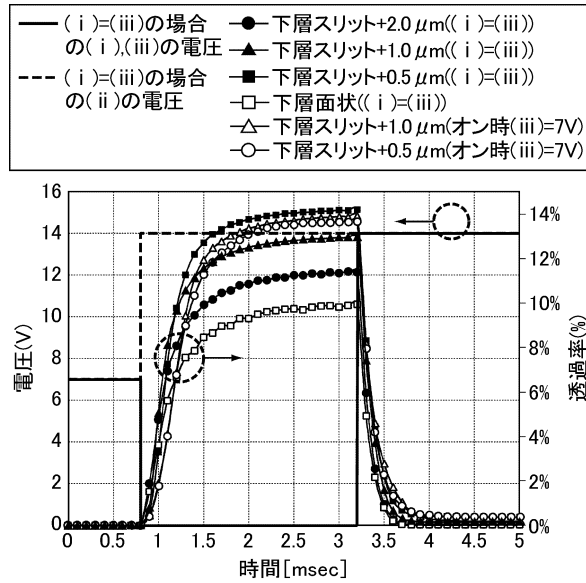
【図 8】



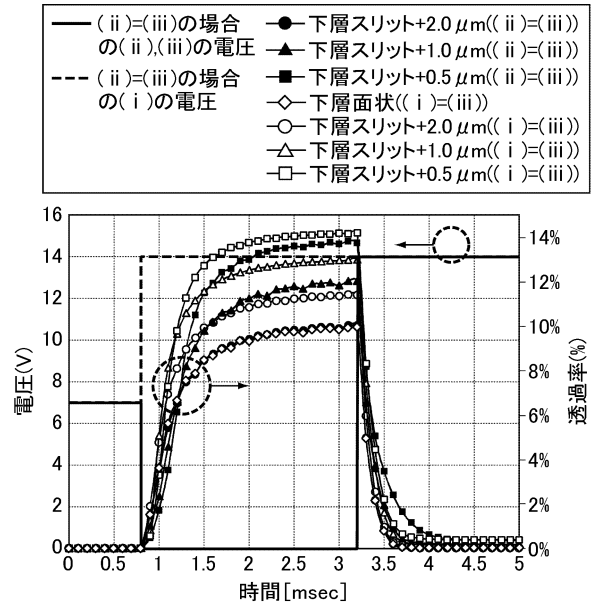
【図 9】



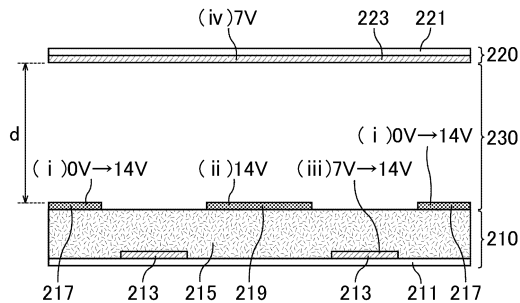
【図 10】



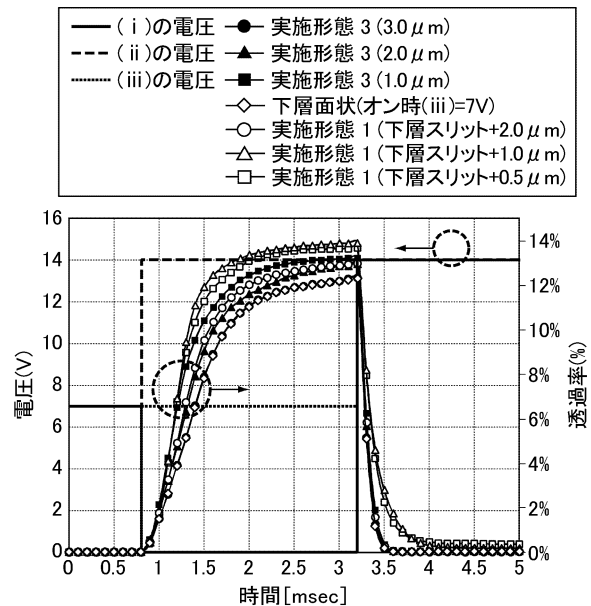
【図 11】



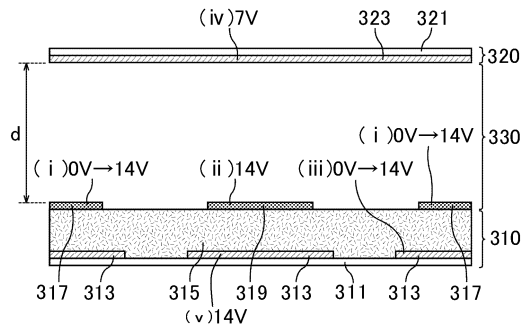
【図 16】



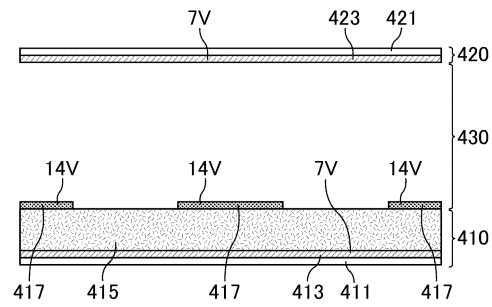
【図 17】



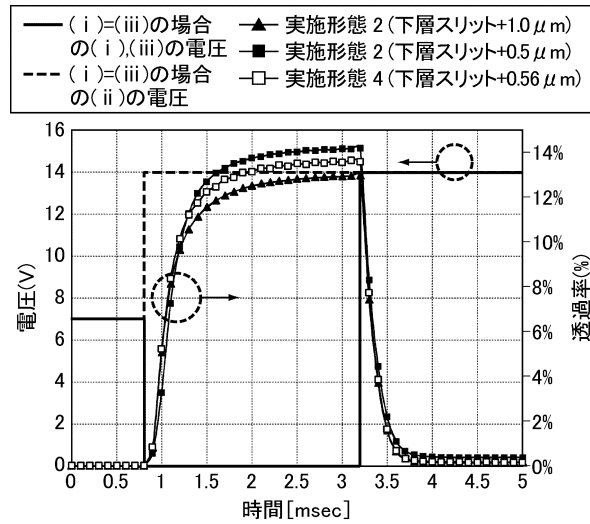
【図 20】



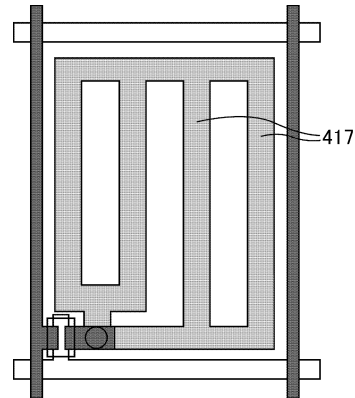
【図 24】



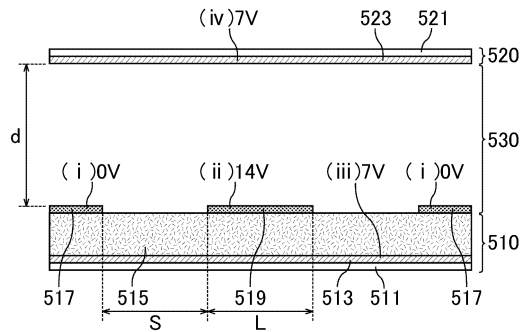
【図 2 1】



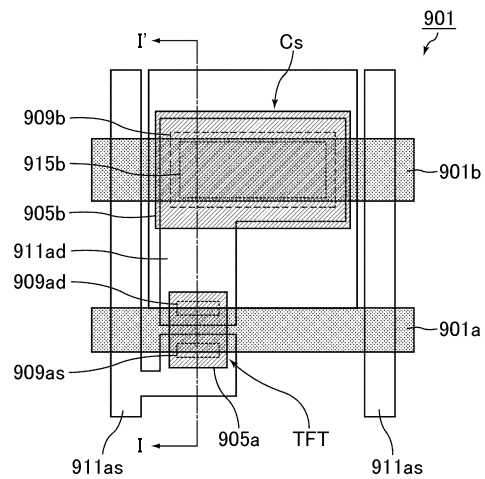
【図 25】



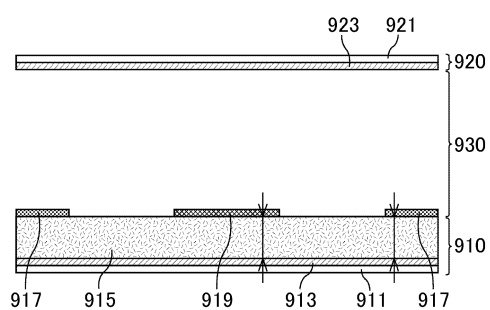
【図 27】



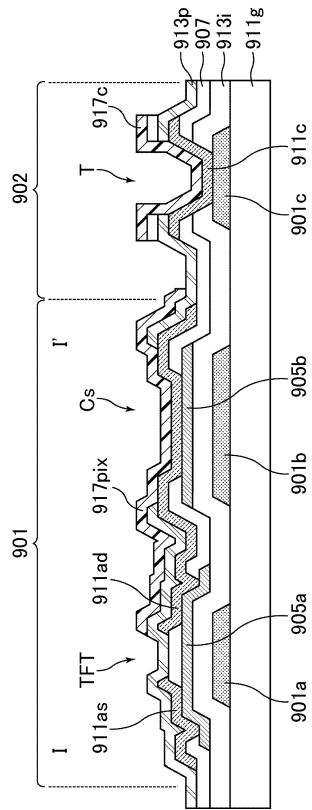
【図 3 1】



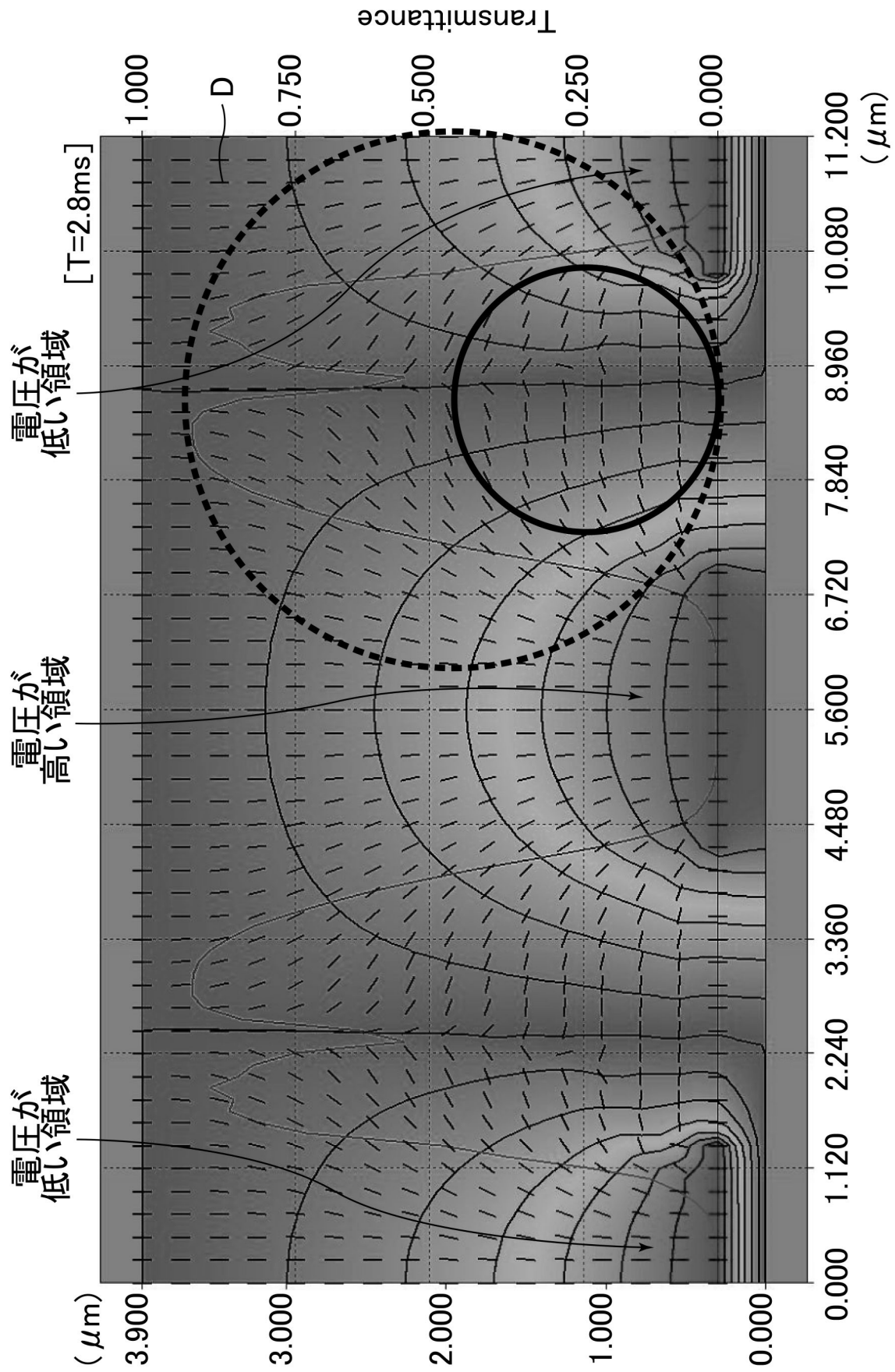
【図 30】



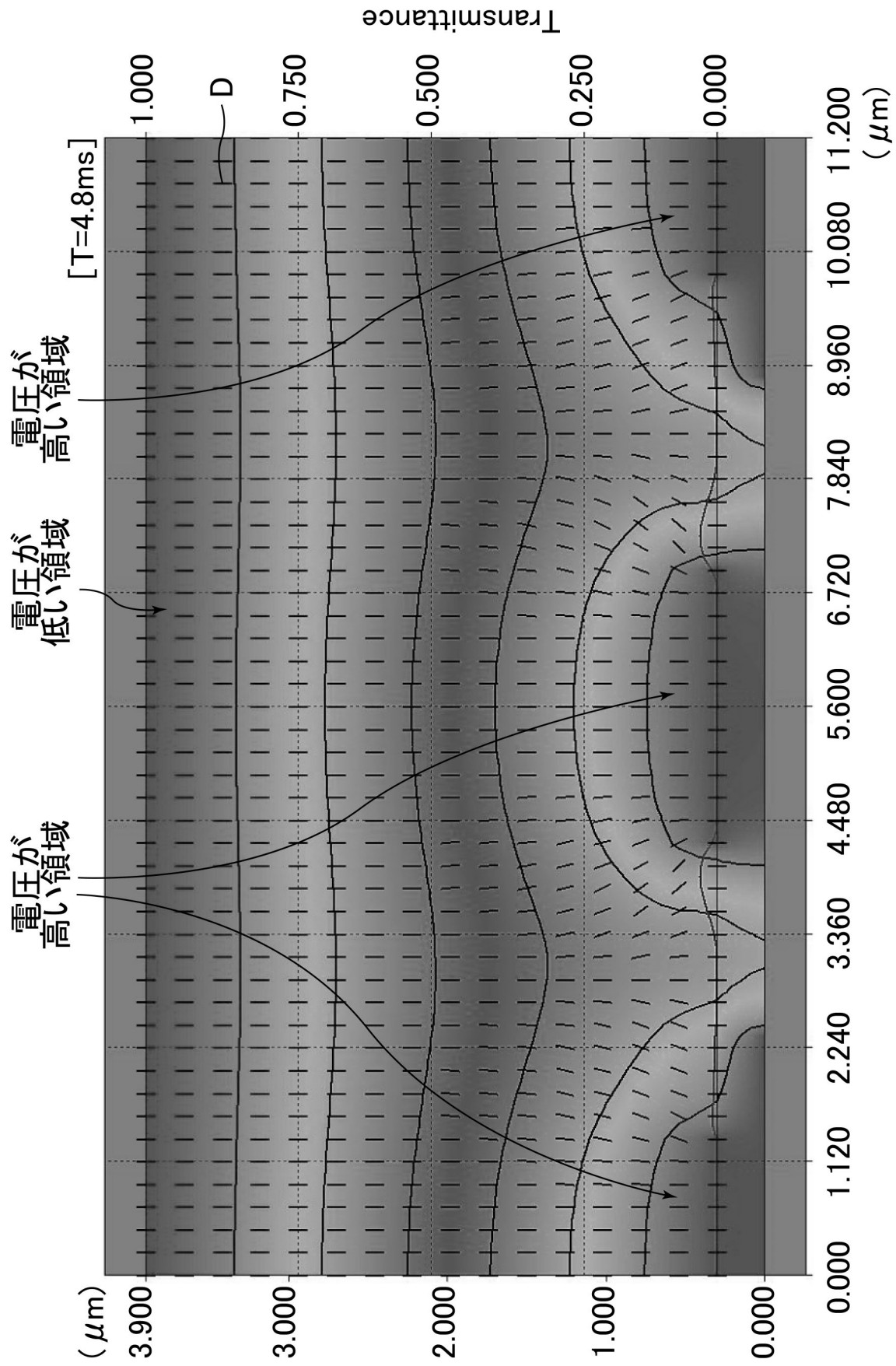
【図 3 2】



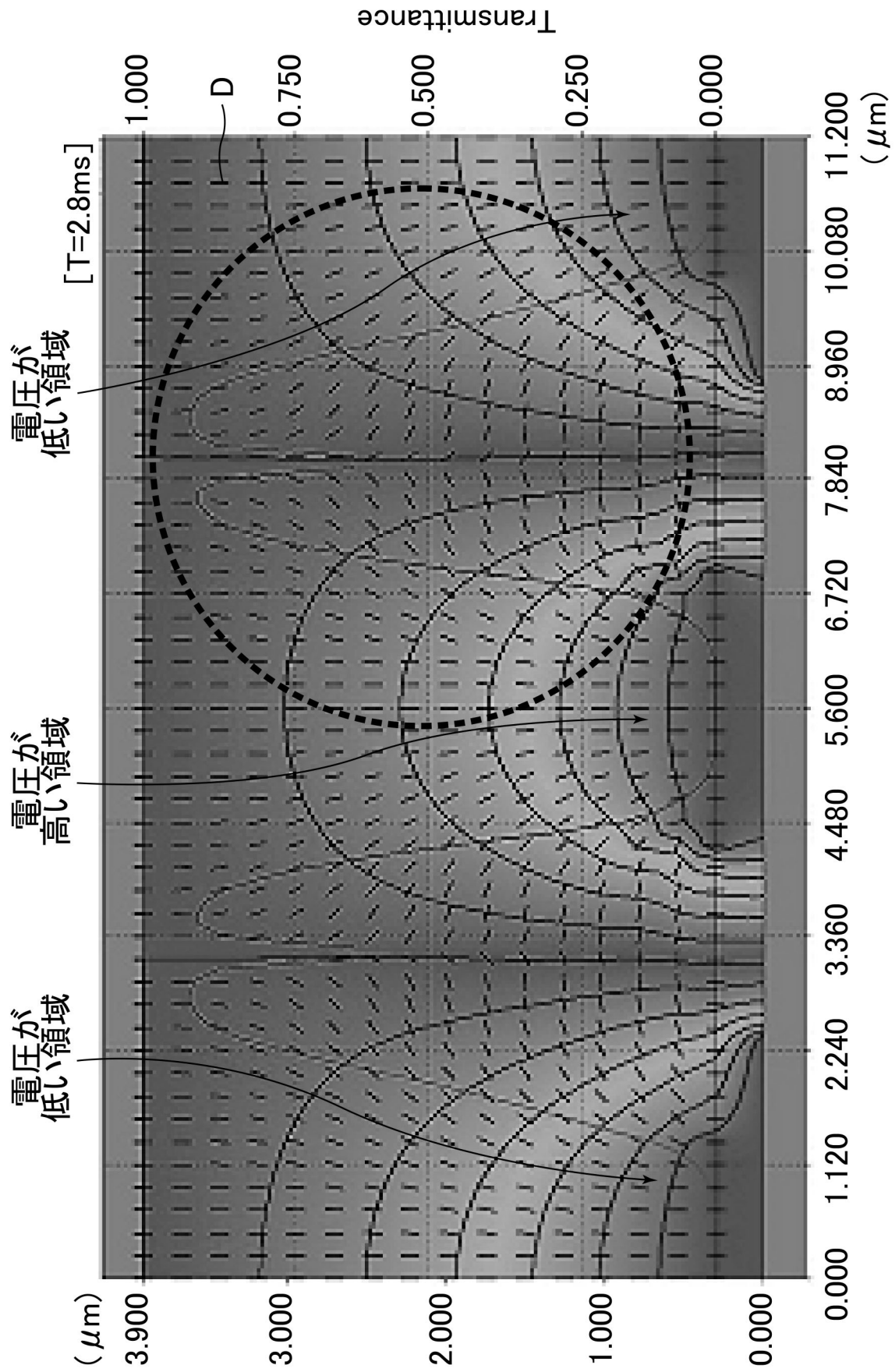
【図 4】



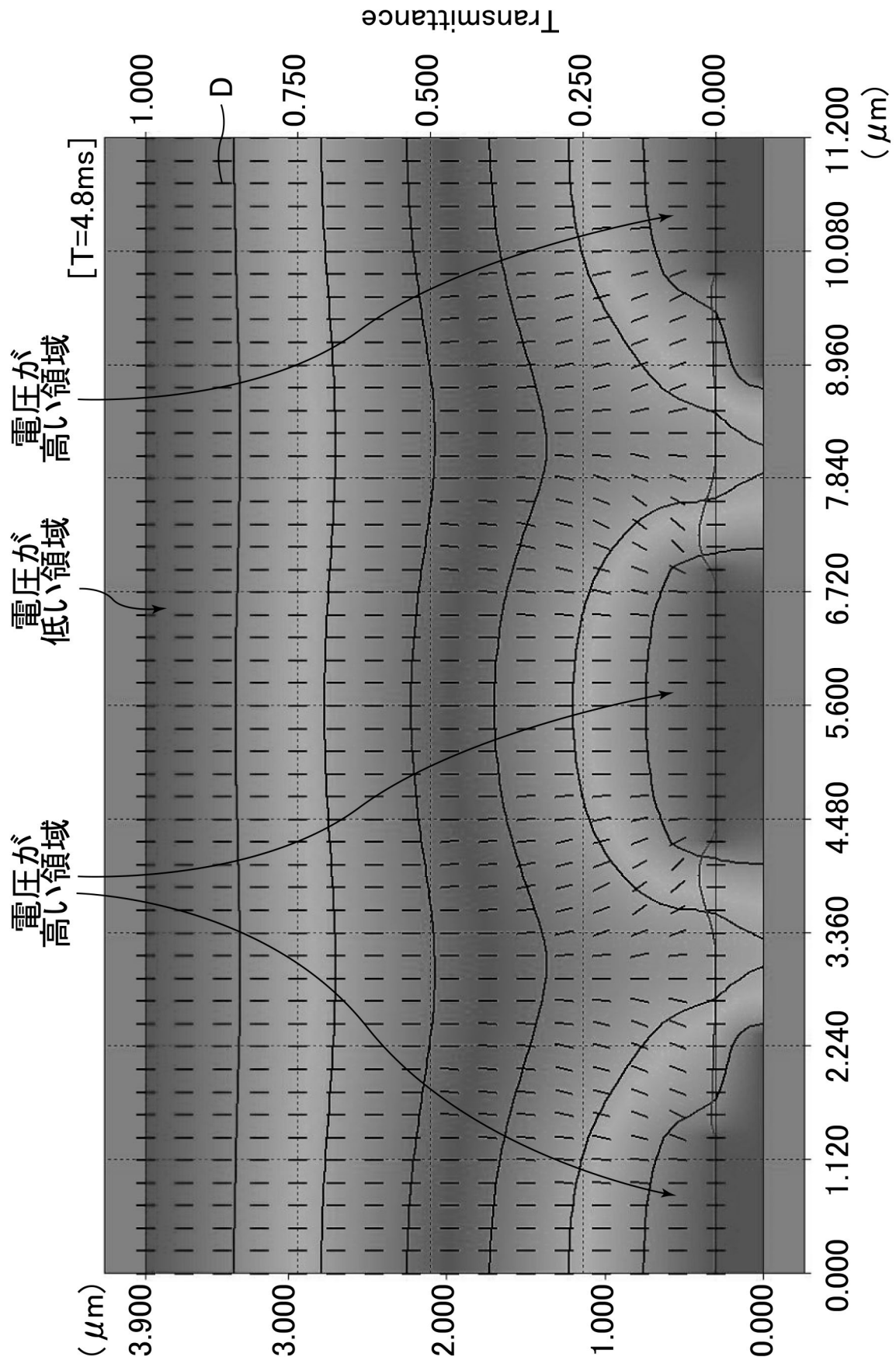
【図 5】



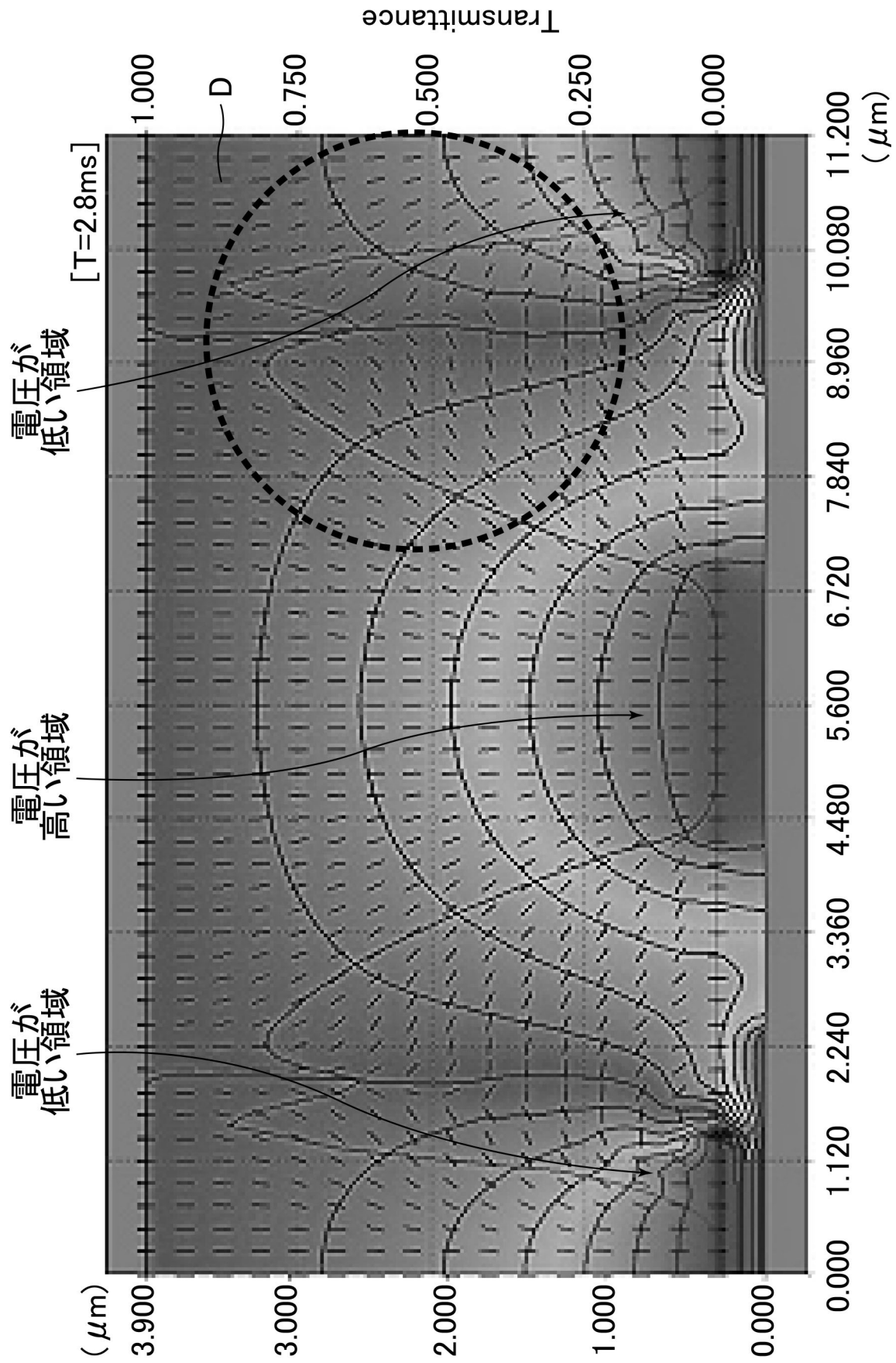
【図 12】



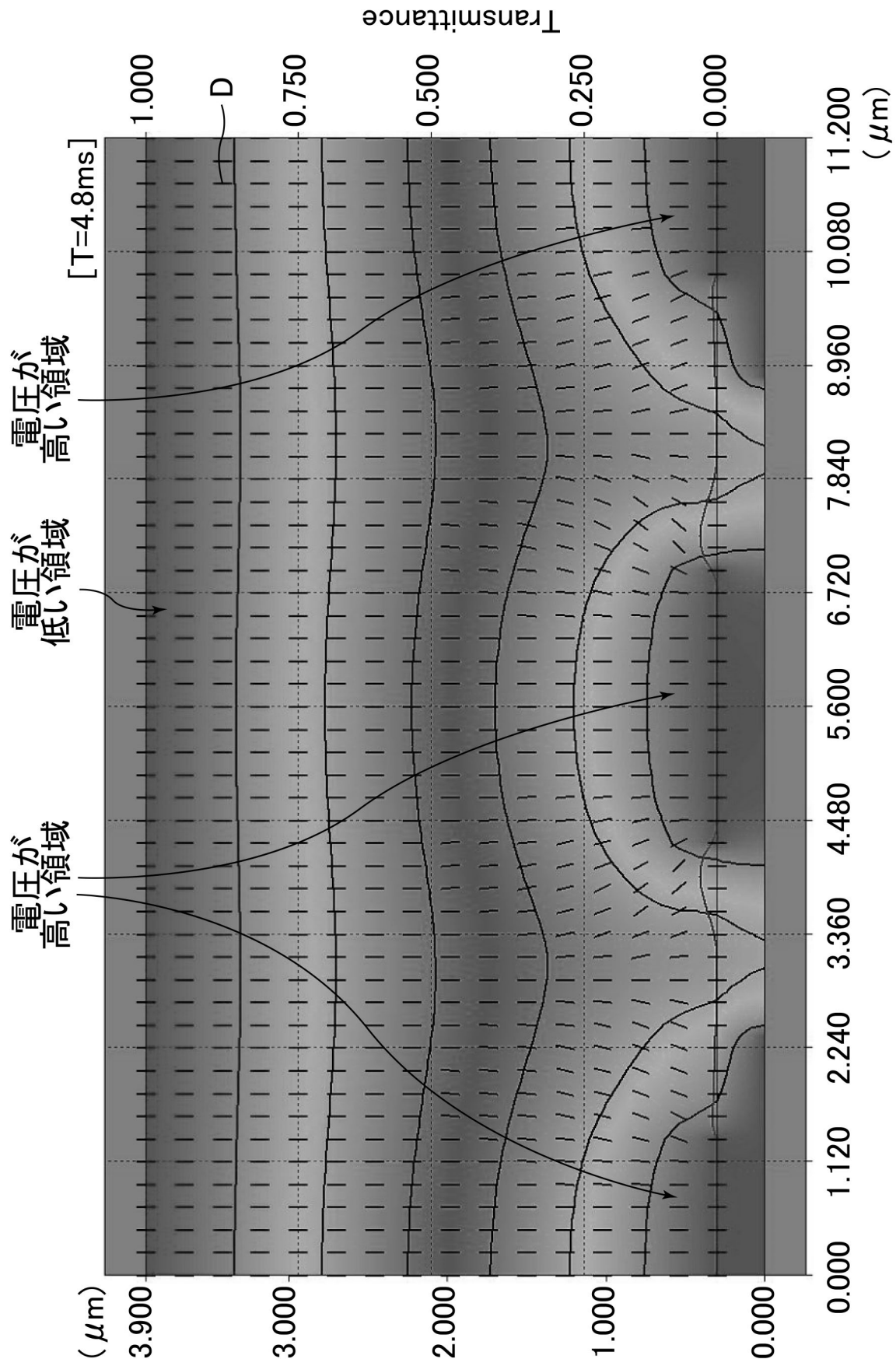
【図 13】



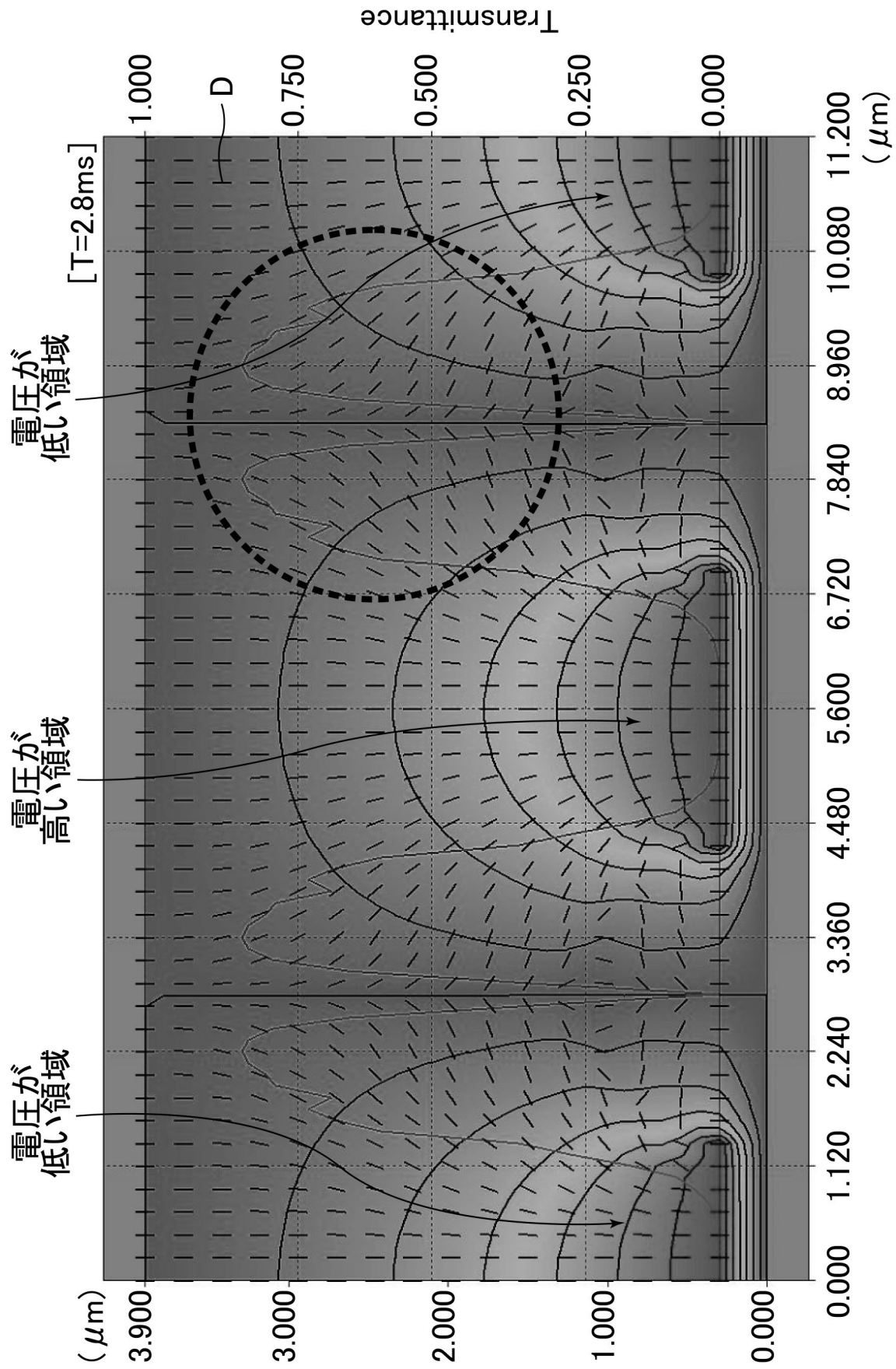
【図 14】



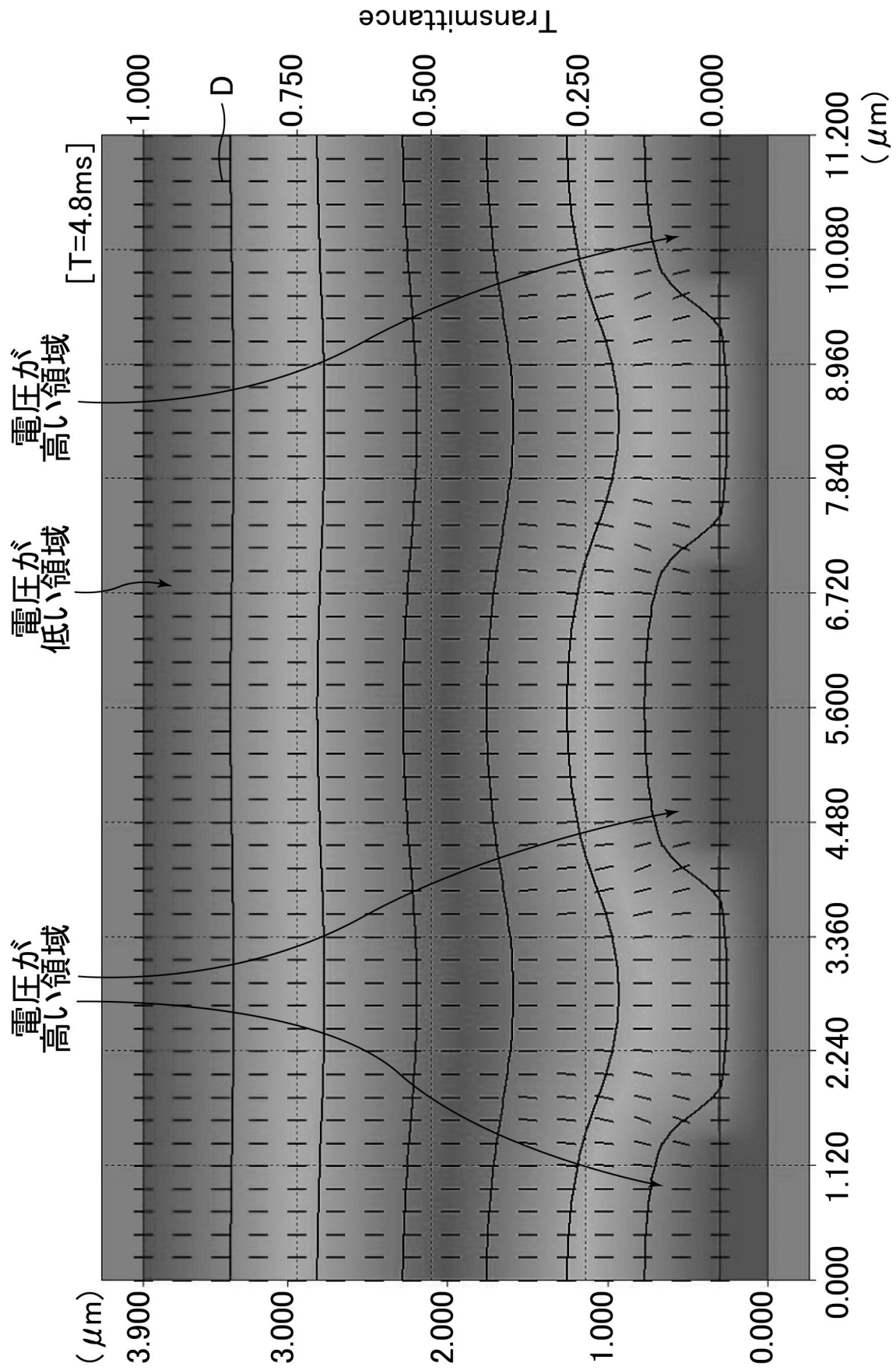
【図 15】



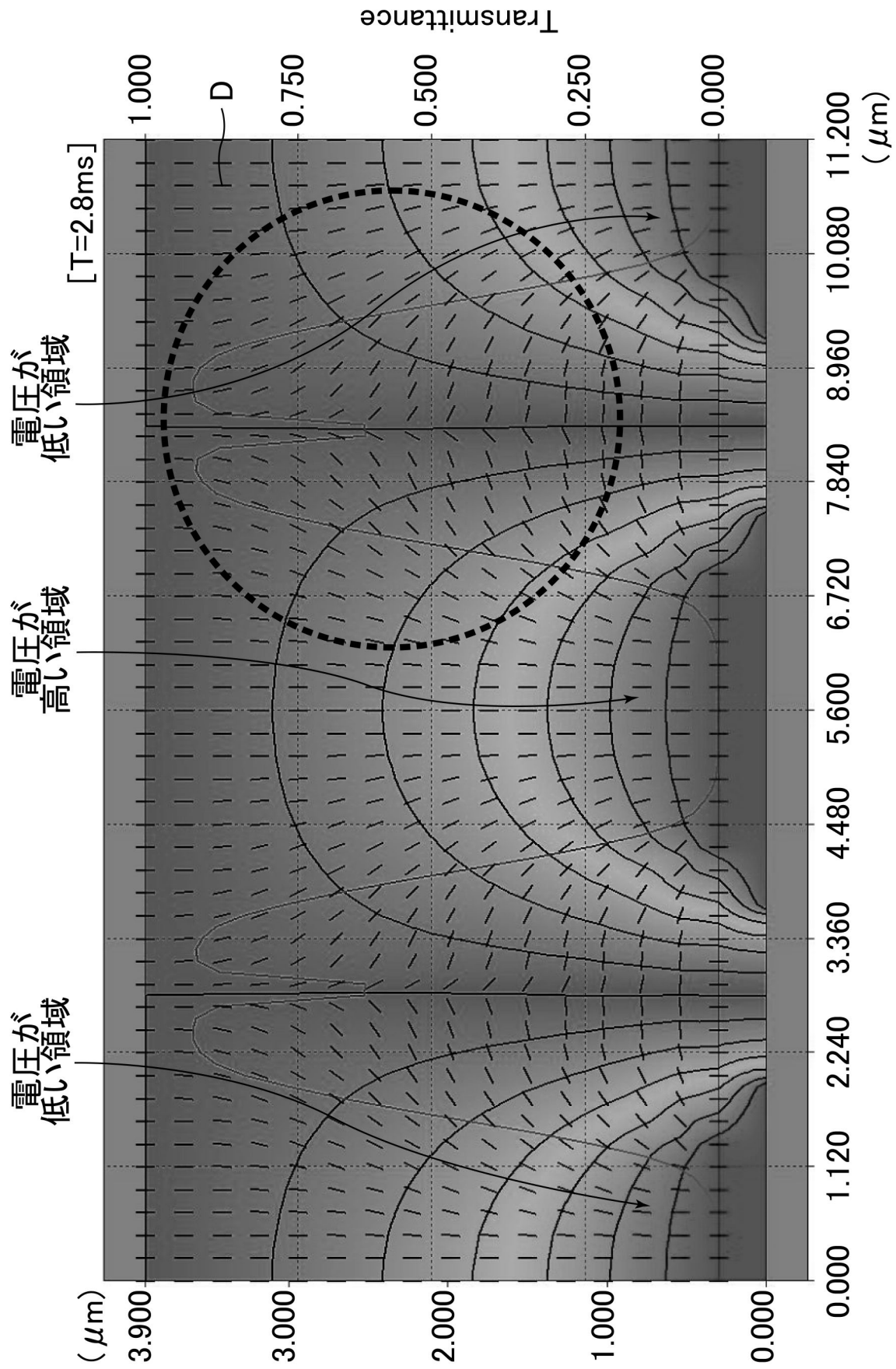
【図18】



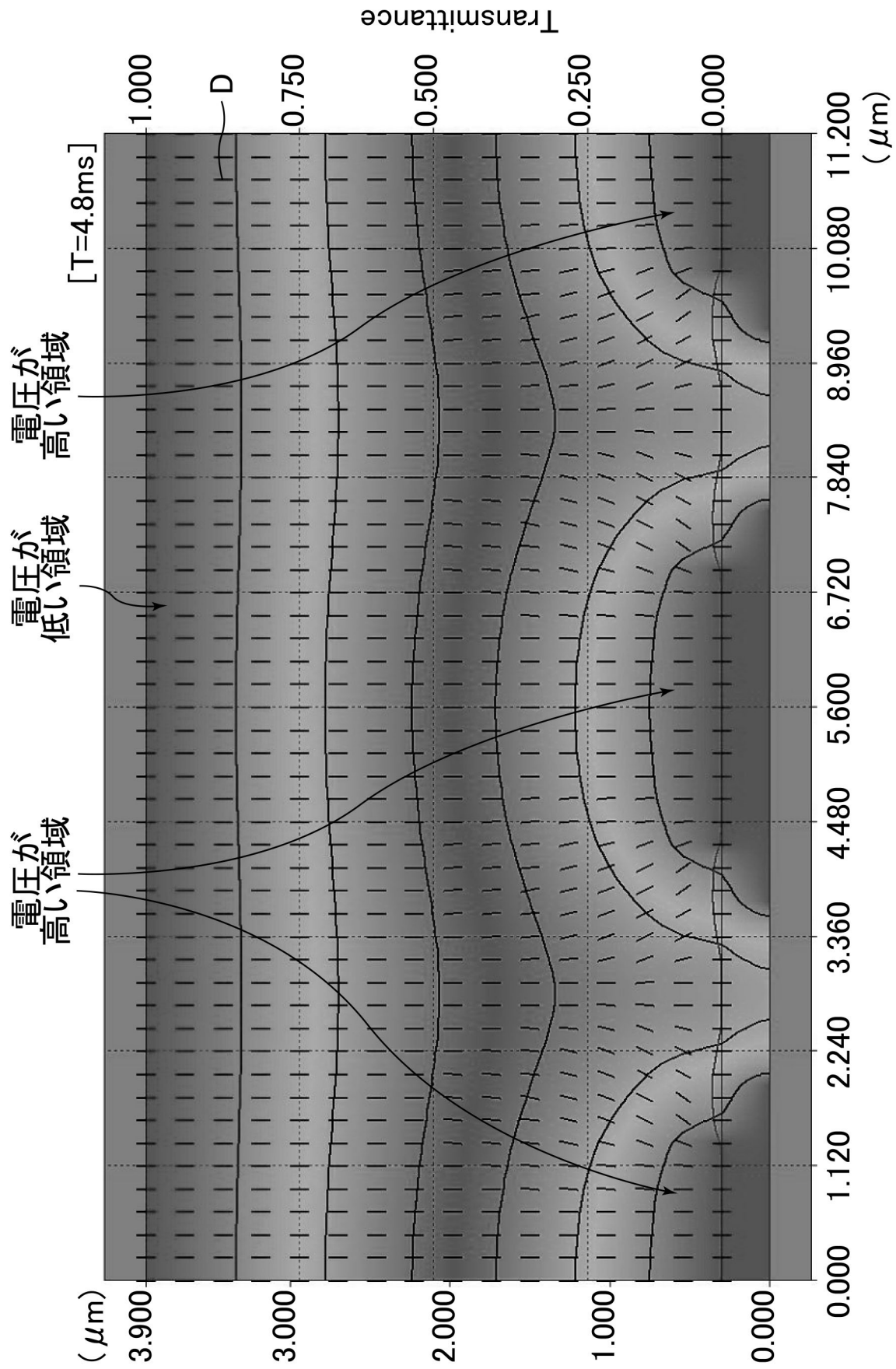
【図 19】



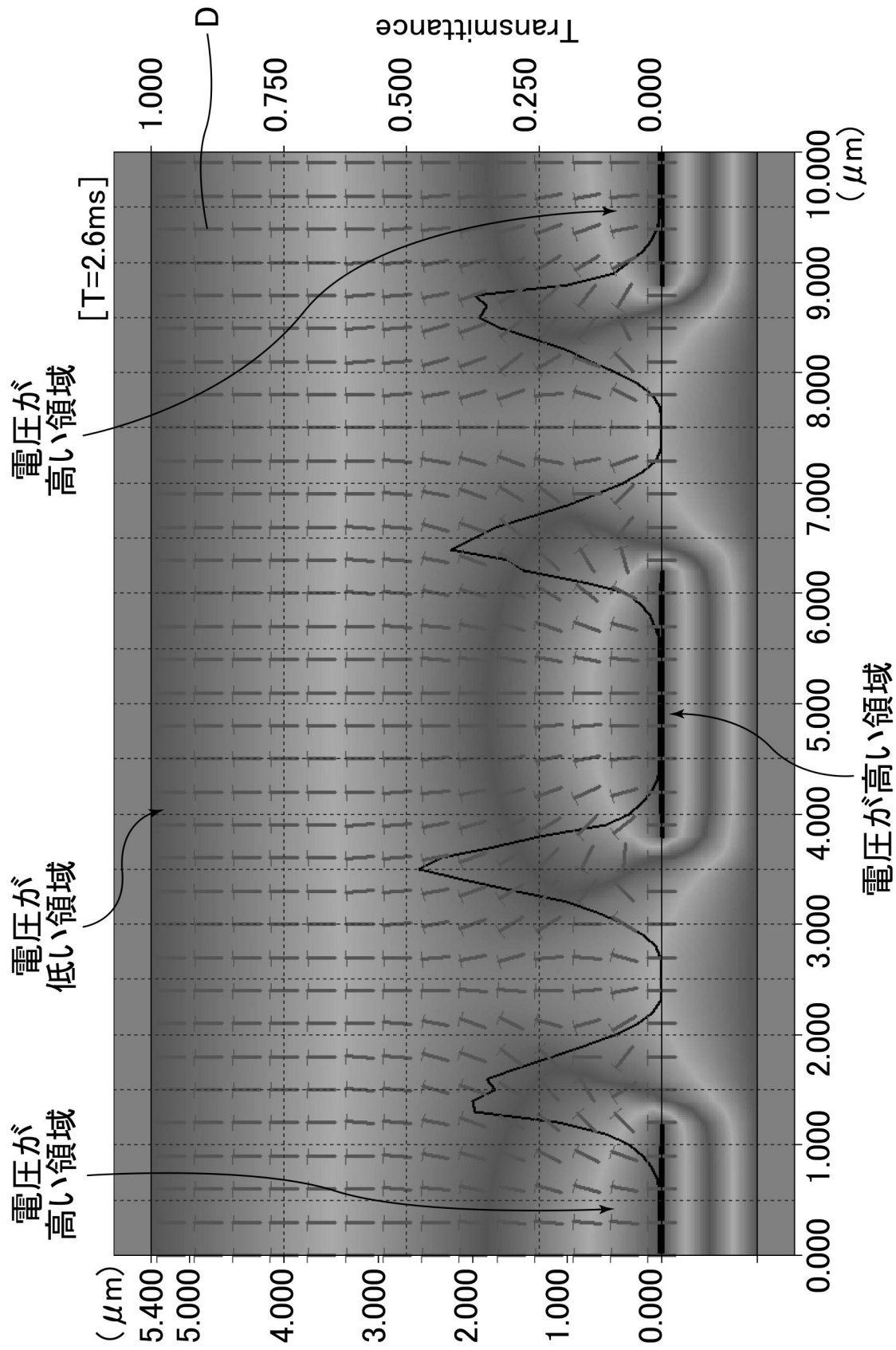
【図 22】



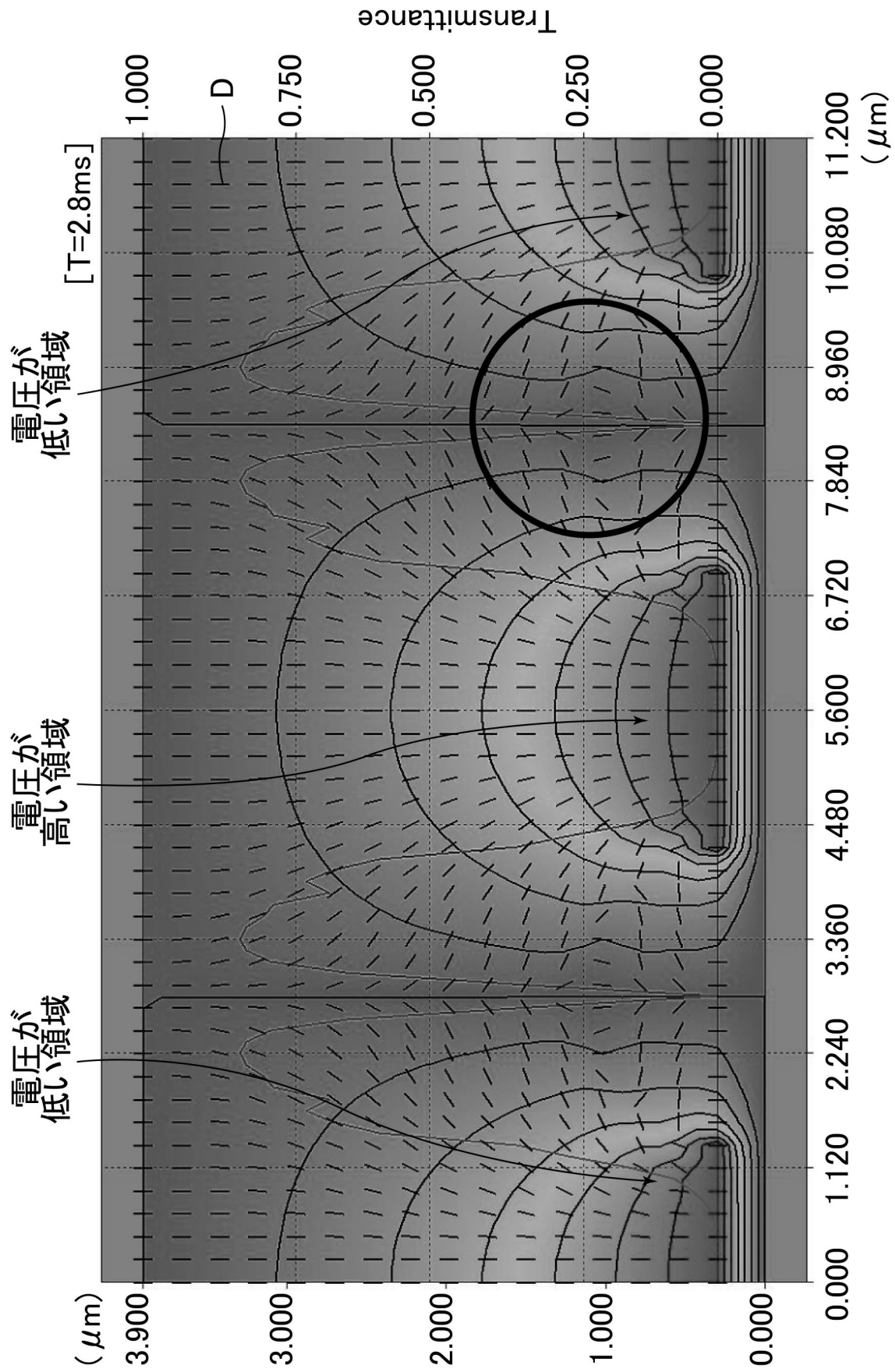
【図 23】



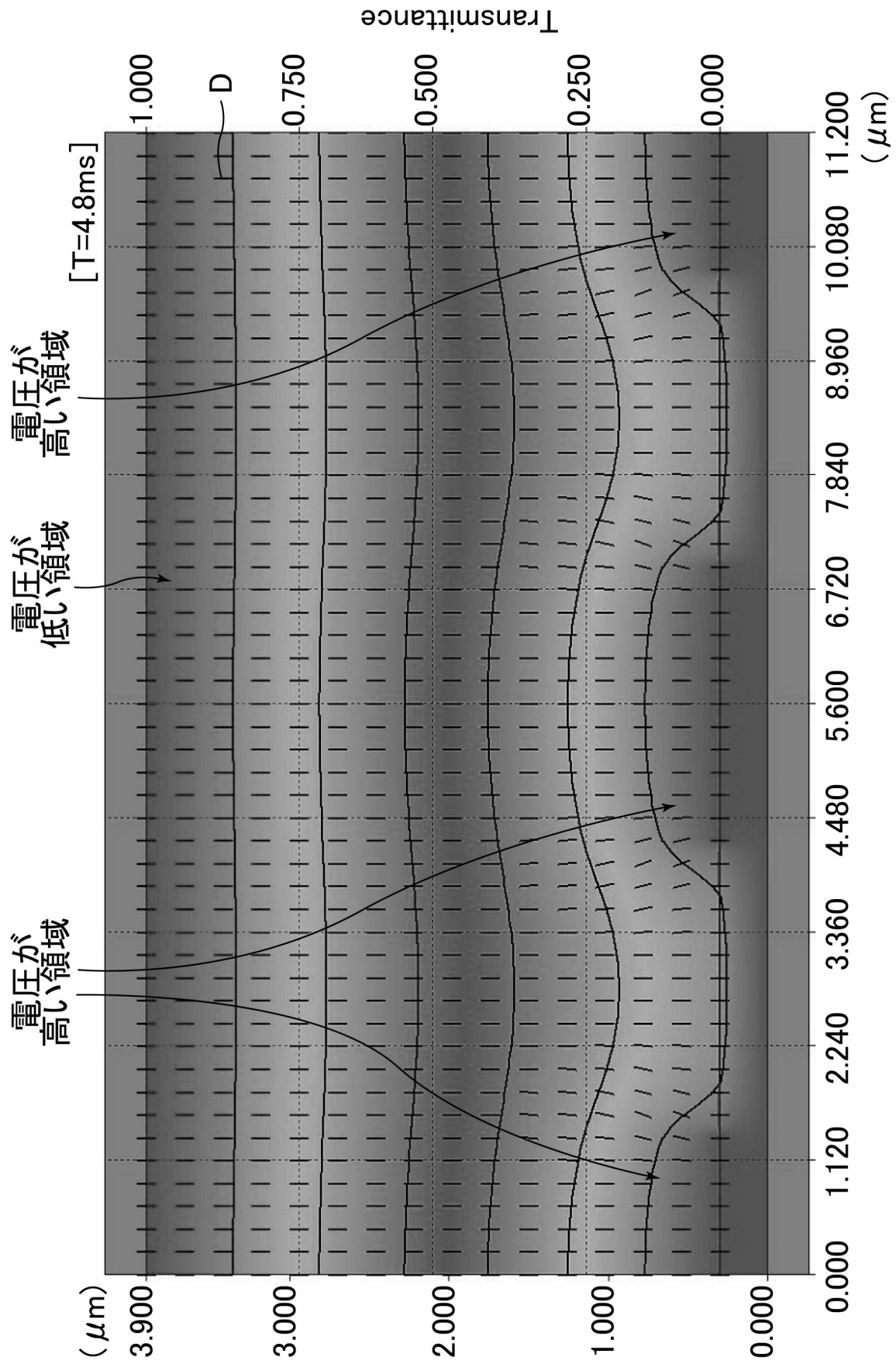
【図 26】



【図 28】



【図 29】



フロントページの続き

- (72)発明者 居山 裕一
日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町２番２号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 津田 和彦
日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町２番２号 シャープ株式会社内

審査官 佐藤 洋允

- (56)参考文献 特開２００２－３６５６５７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１１／０２４４９５（ＷＯ，Ａ１）
特開２００９－１８６８６９（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１１／００１７４２（ＷＯ，Ａ１）

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｆ１／１３４３－１／１３４５
Ｇ０２Ｆ１／１３５－１／１３６８

专利名称(译)	液晶显示面板和液晶显示装置		
公开(公告)号	JP5654677B2	公开(公告)日	2015-01-14
申请号	JP2013522550	申请日	2012-05-31
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
当前申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	吉岡孝兼 青山伊織 今奥崇夫 居山裕一 津田和彦		
发明人	吉岡 孝兼 青山 伊織 今奥 崇夫 居山 裕一 津田 和彦		
IPC分类号	G02F1/1343 G02F1/1368		
CPC分类号	G02F1/134309 G02F1/133707 G02F2001/134372 G02F2001/134381		
FI分类号	G02F1/1343 G02F1/1368		
优先权	2011142350 2011-06-27 JP		
其他公开文献	JPWO2013001980A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种液晶显示面板和液晶显示装置，它们具有足够快的响应性和优异的透射率。本发明的液晶显示面板包括第一基板，第二基板，以及包括夹在两个基板的液晶层，所述第一基板和所述第二基板的液晶显示面板包括：电极第二衬底电极，一对梳状电极，并且包括具有狭缝的电极的液晶显示面板。

【图2】

