

(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2015-44796

(P2015-44796A)

(43) 公開日 平成27年3月12日(2015.3.12)

(51) Int.Cl.

C07C 255/54 (2006.01)
 C09K 19/54 (2006.01)
 G02F 1/13 (2006.01)

F 1

C07C 255/54
 C09K 19/54
 G02F 1/13

C S P
 B
 5 0 0

テーマコード(参考)

4 H 006
 4 H 027

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2014-153077 (P2014-153077)
 (22) 出願日 平成26年7月28日 (2014. 7. 28)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-159196 (P2013-159196)
 (32) 優先日 平成25年7月31日 (2013. 7. 31)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

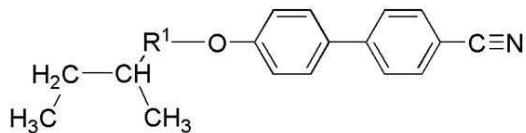
(71) 出願人 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 嘉藤 桃子
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 新倉 泰裕
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 石谷 哲二
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 F ターム(参考) 4H006 AA01 AB64
 4H027 BA02

(54) 【発明の名称】シアノビフェニル誘導体、液晶組成物、液晶素子及び液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】多様な液晶デバイスに適用することが可能な新規液晶組成物用材料を提供する。
 【解決手段】一般式(G1)で表される新規シアノビフェニル誘導体を提供する。但し、一般式(G1)中、R¹は、単結合、又は、置換もしくは無置換の炭素数1乃至6のアルキレン基を表す。また、一般式(G1)において、R¹は置換基を有していてもよい。置換基としては、例えば、フッ素(F)、塩素(Cl)、臭素(Br)、ヨウ素(I)、シアノ基(CN)、トリフルオロメチルスルホニル基(SO₂CF₃)、トリフルオロメチル基(CF₃)、ニトロ基(NO₂)、イソチオシアネート基(NCS)、又はペンタフルオロスルファニル基(SF₅)等が挙げられる。

10



(G1)

【選択図】なし

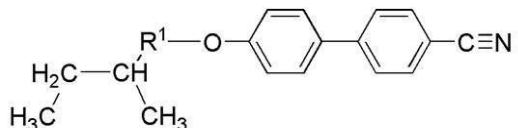
20

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一般式 (G1) で表されるシアノビフェニル誘導体。

【化 1】



(G1)

10

(但し、一般式 (G1) 中、R¹ は、単結合、又は、置換もしくは無置換の炭素数 1 乃至 6 のアルキレン基を表す。)

【請求項 2】

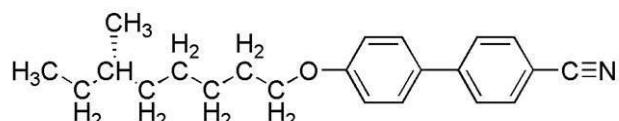
前記 R¹ は、フッ素 (F)、塩素 (Cl)、臭素 (Br)、ヨウ素 (I)、シアノ基 (CN)、トリフルオロメチルスルホニル基 (SO₂CF₃)、トリフルオロメチル基 (CF₃)、ニトロ基 (NO₂)、イソチオシアネート基 (NCS)、又はペンタフルオロスルファニル基 (SF₅) のいずれか少なくとも一つの置換基を有する、請求項 1 記載のシアノビフェニル誘導体。

20

【請求項 3】

構造式 (105) で表されるシアノビフェニル誘導体。

【化 2】



(105)

30

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一に記載のシアノビフェニル誘導体、及びネマチック液晶を少なくとも含有する液晶組成物。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の液晶組成物を用いる液晶素子。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の液晶組成物を用いる液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、物、方法、または、製造方法に関する。または、本発明は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物 (コンポジション・オブ・マター) に関する。特に、本発明の一態様は、半導体装置、表示装置、それらの駆動方法、または、それらの製造方法に関する。特に、開示する発明の一態様は、新規シアノビフェニル誘導体及びそれを含有する液晶組成物、該液晶組成物を適用した液晶素子及び液晶表示装置、並びにそれらの作製方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

近年、液晶は多様なデバイスに利用されており、特に薄型、軽量の特徴を持つ液晶表示装置（液晶ディスプレイ）は幅広い分野のディスプレイにおいて用いられている。

【0003】

液晶表示装置の応用分野の広がりに呼応して、表示性能の向上を目的として、種々の液晶モード、液晶組成物の開発が進められている（例えば、特許文献1及び特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平11-305187号公報

10

【特許文献2】特開2003-238961号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の一態様においては、多様な液晶デバイスに用いることができる新規なシアノビフェニル誘導体を提供することを目的のーとする。または、該シアノビフェニル誘導体を用いた液晶組成物を提供することを目的のーとする。または、該液晶組成物を用いた液晶素子及び液晶表示装置を提供することを目的のーとする。または、新規な液晶組成物を提供することを目的のーとする。

【0006】

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。なお、これら以外の課題は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

20

【課題を解決するための手段】

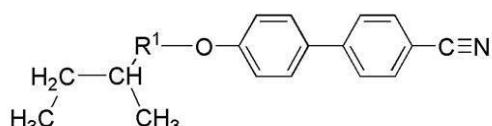
【0007】

開示する発明の一態様は、一般式（G1）で表される新規シアノビフェニル誘導体である。

【0008】

【化1】

30



(G1)

【0009】

但し、一般式（G1）中、R¹は、単結合、又は、置換もしくは無置換の炭素数1乃至6のアルキレン基を表す。

40

【0010】

なお、一般式（G1）において、R¹は置換基を有していてもよい。置換基としては、例えば、フッ素(F)、塩素(Cl)、臭素(Br)、ヨウ素(I)、シアノ基(CN)、トリフルオロメチルスルホニル基(SO₂CF₃)、トリフルオロメチル基(CF₃)、ニトロ基(NO₂)、イソチオシアネート基(NCS)、又はペンタフルオロスルファン基(SF₅)等が挙げられる。

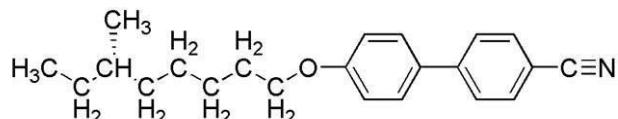
【0011】

また、本発明の他の一態様は、下記構造式（105）で表されるシアノビフェニル誘導体である。

50

【0012】

【化2】



(105)

10

【0013】

また、本発明の他の一態様は、一般式(G1)または構造式(105)の中から選ばれるいずれか一つのシアノビフェニル誘導体と、ネマチック液晶とを含有する液晶組成物である。

【0014】

一般式(G1)、または、構造式(105)で表される本発明の一態様のシアノビフェニル誘導体は、不斉中心を有し、液晶組成物中に含まれることで、該液晶組成物の捩れを誘起して螺旋構造に配向させることができる。すなわち、本発明の一態様のシアノビフェニル誘導体は、液晶組成物中において、カイラル剤として機能することができる。

20

【0015】

なお、カイラル剤は、液晶組成物中に含まれる液晶分子に捩れを付与できる機能を有する。捩れ力の強さの指標としては、螺旋ピッチ、選択反射波長、HTP(Helicical Twisting Power)、回折波長が挙げられる。

【0016】

なお、本明細書等において、液晶組成物は、一般式(G1)または構造式(105)で表されるシアノビフェニル誘導体に加えて、他の液晶性化合物、非液晶性化合物を含有してなるものである。特に、該液晶性化合物としては、ネマチック液晶が好ましい。また、該非液晶性化合物としては、例えば、重合性モノマー及び/又は重合開始剤等を含んでもよい。

30

【0017】

また、一般式(G1)または構造式(105)で表されるシアノビフェニル誘導体をカイラル剤として含む液晶組成物は、ブルー相モードなどの横電界方式を採用した液晶表示装置、TNモード、コレステリック液晶モードなどの縦電界方式を採用した液晶表示装置等に適用することができる。特に、一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体は、分子構造の一部がシアノビフェニル系液晶化合物と共通する構造を持つことから、液晶組成物中に比較的多量に溶解させることができる。ここで、液晶組成物がブルー相を発現するためには強い捩れ力を必要とするが、一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体は、液晶組成物中に多量に溶解して強い捩れ力を与えることができるため、ブルー相を示す液晶組成物用材料として特に好適である。

40

【0018】

また、本発明の一態様は、上記の液晶組成物を適用した液晶素子、液晶表示装置又は電子機器を範疇に含めるものである。

【発明の効果】

【0019】

本発明の一態様によって、多様な液晶デバイスに用いることができる新規なシアノビフェニル誘導体を提供することができる。または、該シアノビフェニル誘導体を用いた液晶組成物を提供することができる。または、該液晶組成物を用いた液晶素子及び液晶表示装置を提供することができる。または、新規な液晶組成物を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

50

- 【図1】液晶性化合物及び液晶組成物を説明する概念図。
 【図2】液晶表示装置の一形態を説明する図。
 【図3】液晶表示装置の電極構成の一形態を説明する図。
 【図4】液晶表示モジュールを説明する図。
 【図5】電子機器を説明する図。
 【図6】S-PP-O8CNの¹H NMRチャート。
 【図7】S-PP-O8CNの¹H NMRチャート。
 【図8】液晶素子における液晶組成物の反射光強度のスペクトル
 【発明を実施するための形態】

【0021】

10

以下では、本明細書に開示する発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。但し、本明細書に開示する発明は以下の説明に限定されず、その形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本明細書に開示する発明は以下に示す実施の形態又は実施例の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0022】

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様に係る新規シアノビフェニル誘導体について説明する。

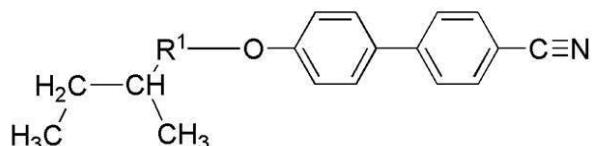
【0023】

20

本発明の一態様は、下記一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体である。

【0024】

【化3】



(G1)

30

【0025】

但し、一般式(G1)中、 R^1 は、単結合、又は、置換もしくは無置換の炭素数1乃至6のアルキレン基を表す。

【0026】

なお、一般式(G1)において、 R^1 は置換基を有していてもよい。置換基としては、例えば、フッ素(F)、塩素(Cl)、臭素(Br)、ヨウ素(I)、シアノ基(CN)、トリフルオロメチルスルホニル基(SO₂CF₃)、トリフルオロメチル基(CF₃)、ニトロ基(NO₂)、イソチオシアネート基(NCS)、又はペンタフルオロスルファンル基(SF₅)等が挙げられる。

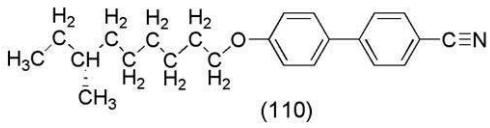
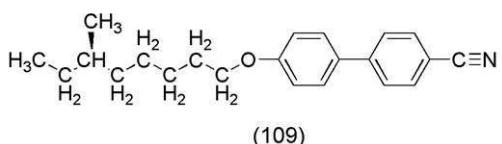
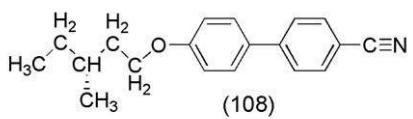
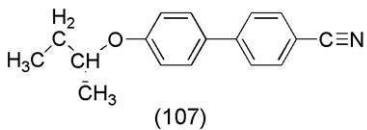
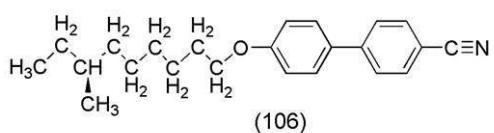
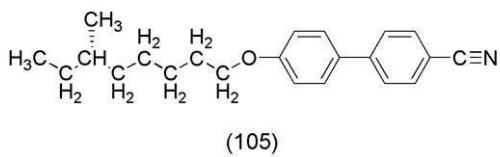
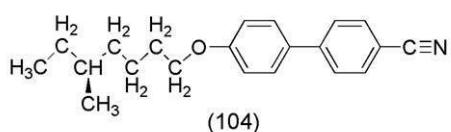
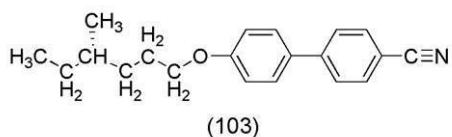
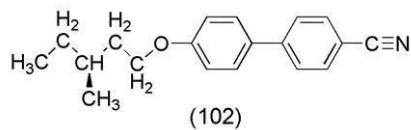
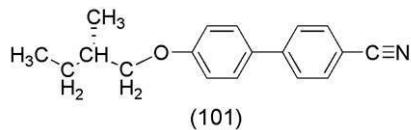
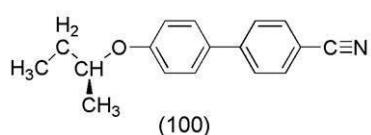
40

【0027】

上記一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体の具体例としては、構造式(100)～(110)で表されるシアノビフェニル誘導体を挙げることができる。但し、本発明の一態様はこれらに限定されるものではない。

【0028】

【化 4】



10

20

30

【 0 0 2 9 】

本実施の形態に係るシアノビフェニル誘導体の合成方法としては、種々の反応を適用することができる。以下に、一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体の合成方法の一例を示す。

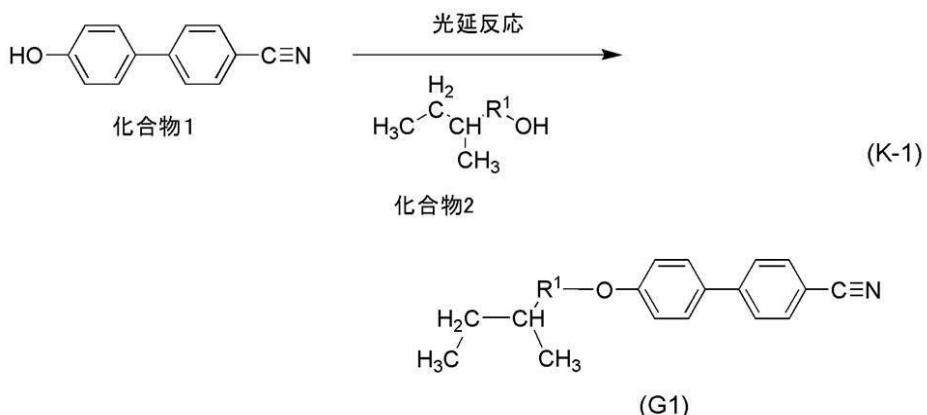
【 0 0 3 0 】

一般式 (G1) で表されるシアノビフェニル誘導体は、下記の反応式 (K-1) に示す合成反応を行うことで合成することができる。

【 0 0 3 1 】

40

【化5】



【0032】

4-シアノ-4'-ヒドロキシビフェニル(化合物1)と化合物2とを、光延反応させることにより、目的物である一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体を得ることができる(反応式(K-1))。

【0033】

但し、一般式(G1)中、R¹は、単結合、又は、置換もしくは無置換の炭素数1乃至6のアルキレン基を表す。

【0034】

なお、一般式(G1)において、R¹は置換基を有していてもよい。置換基としては、例えば、フッ素(F)、塩素(Cl)、臭素(Br)、ヨウ素(I)、シアノ基(CN)、トリフルオロメチルスルホニル基(SO₂CF₃)、トリフルオロメチル基(CF₃)、ニトロ基(NO₂)、イソチオシアネート基(NCS)、又はペンタフルオロスルファンル基(SF₅)等が挙げられる。

【0035】

以上によって、本発明の一態様のシアノビフェニル誘導体を合成することができる。

【0036】

一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体は、不斉中心を有し、液晶組成物中に含まれることで、該液晶組成物の捩れを誘起して螺旋構造に配向させ、カイラル剤として機能することができる。

【0037】

例えば、一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体をカイラル剤として含む液晶組成物は、TNモードなどの縦電界方式を採用した液晶表示装置等に適用することができる。

【0038】

以上、本実施の形態に示す、構成、方法等は、他の実施の形態に示す、構成、方法等と適宜組み合わせて用いることができる。

【0039】

(実施の形態2)

本実施の形態では、実施の形態1で示した本発明の一態様に係るシアノビフェニル誘導体を含有する液晶組成物、及び該液晶組成物を用いた液晶素子、又は液晶表示装置について図1を用いて説明する。

【0040】

本実施の形態に係る液晶組成物は、上記実施の形態1で示したシアノビフェニル誘導体と、ネマチック液晶と、を少なくとも含む。

【0041】

本発明の一態様に係る液晶組成物に含まれるネマチック液晶としては、特に限定されず、

10

20

30

40

50

ビフェニル系化合物、ターフェニル系化合物、フェニルシクロヘキシル系化合物、ビフェニルシクロヘキシル系化合物、フェニルビシクロヘキシル系化合物、安息香酸フェニル系化合物、シクロヘキシル安息香酸フェニル系化合物、フェニル安息香酸フェニル系化合物、ビシクロヘキシルカルボン酸フェニル系化合物、アゾメチン系化合物、アゾ系化合物、アゾオキシ系化合物、スチルベン系化合物、ビシクロヘキシル系化合物、フェニルピリミジン系化合物、ビフェニルピリミジン系化合物、ピリミジン系化合物、又は、ビフェニルエチン系化合物等が挙げられる。

【0042】

本発明の一態様に係る液晶素子及び液晶表示装置の例を図1(A)及び図1(B)に示す。

10

【0043】

なお、本明細書等において、液晶素子とは、液晶の光学的変調作用により光の透過又は非透過を制御する素子であり、一対の電極層及びその間に挟持された液晶組成物を少なくとも含んで構成される。本実施の形態において液晶素子は、少なくとも一対の電極層(電位の異なる画素電極層230及び共通電極層232)の間に、実施の形態1で示した一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体及びネマチック液晶を含有する液晶組成物208を有する。なお、液晶組成物208には、有機樹脂が含まれていてもよい。

【0044】

図1(A)及び図1(B)は、第1の基板200と第2の基板201とが、一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体及びネマチック液晶を含有する液晶組成物208を間に挟持して対向するように配置された液晶素子及び液晶表示装置である。図1(A)及び図1(B)の液晶素子及び液晶表示装置は、液晶組成物208に対する画素電極層230及び共通電極層232の配置が異なる例である。

20

【0045】

図1(A)の液晶素子及び液晶表示装置は、第1の基板200と液晶組成物208との間に画素電極層230と、共通電極層232が隣接して設けられている。図1(A)の構成であると、基板に概略平行(即ち、水平な方向)な電界を生じさせて、基板と平行な面内で液晶分子を動かして、階調を制御する方式を用いることができる。

【0046】

例えば、高速応答が可能であるため、バックライト装置にRGBの発光ダイオード(LED)等を配置し、時分割によりカラー表示する継時加法混色法(フィールドシーケンシャル法)や、時分割により左目用の映像と右目用の映像を交互に見るシャッター眼鏡方式による3次元表示方式に好適に採用することができる。

30

【0047】

図1(B)の液晶素子および液晶表示装置は、液晶組成物208を挟持して第1の基板200側に画素電極層230、第2の基板201側に共通電極層232が設けられている。図1(B)の構成であると、基板に概略垂直な電界を生じさせて、基板と垂直な面内で液晶分子を動かして、階調を制御する方式を用いることができる。また、液晶組成物208と、画素電極層230及び共通電極層232との間に配向膜202a、配向膜202bを設けてもよい。本発明の一態様に係る、一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体及びネマチック液晶を含有する液晶組成物は、様々な構成の液晶素子及び様々なモードの液晶表示装置に用いることができる。

40

【0048】

また、図1(A)及び図1(B)では図示しないが、偏光板、位相差板、反射防止膜などの光学フィルムなどは適宜設ける。例えば、偏光板及び位相差板による円偏光を用いてよい。また、光源としてバックライトなどを用いることができる。

【0049】

本明細書では、半導体素子(例えばトランジスタ)、又は画素電極層が形成されている基板を素子基板(第1の基板)といい、該素子基板と液晶組成物を介して対向する基板を対向基板(第2の基板)という。

50

【 0 0 5 0 】

本発明の一態様に係る液晶表示装置として、光源の光を透過することによって表示を行う透過型の液晶表示装置、入射する光を反射することによって表示を行う反射型の液晶表示装置、又は透過型と反射型を両方有する半透過型の液晶表示装置を提供することができる。

【 0 0 5 1 】

透過型の液晶表示装置の場合、光が透過する画素領域に存在する画素電極層、共通電極層、第1の基板、第2の基板、その他の絶縁膜、導電膜などは可視光の波長領域の光に対して透光性とする。

【 0 0 5 2 】

一方反射型の液晶表示装置の場合、液晶組成物に対して視認側と反対側には液晶組成物を透過した光を反射する反射性の部材（反射性を有する膜や基板など）を設ければよい。よって、視認側より反射性の部材までに設けられた、光が透過する基板、絶縁膜、導電膜は可視光の波長領域の光に対して透光性とする。なお、本明細書で透光性とは少なくとも可視光の波長領域の光を透過する性質をいう。図1（B）の構成の液晶表示装置においては、視認側と反対側の画素電極層又は共通電極層を反射性とし、反射性の部材として用いることができる。

【 0 0 5 3 】

画素電極層230、共通電極層232は、インジウム錫酸化物（ITO）、酸化インジウムに酸化亜鉛（ZnO）を混合した導電材料、酸化インジウムに酸化シリコン（SiO₂）を混合した導電材料、酸化タンゲステンを含むインジウム酸化物、酸化タンゲステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、グラフェン、又はタンゲステン（W）、モリブデン（Mo）、ジルコニウム（Zr）、ハフニウム（Hf）、バナジウム（V）、ニオブ（Nb）、タンタル（Ta）、クロム（Cr）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、チタン（Ti）、白金（Pt）、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、銀（Ag）等の金属、又はその合金、若しくはその金属窒化物から一つ、又は複数種を用いて形成することができる。

【 0 0 5 4 】

第1の基板200、第2の基板201にはバリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、プラスチック基板などを用いることができる。なお、反射型の液晶表示装置の場合、視認側と反対側の基板にはアルミニウム基板やステンレス基板などの金属基板を用いてもよい。

【 0 0 5 5 】

一般式（G1）で表されるシアノビフェニル誘導体を液晶組成物のカイラル剤として用いることで、カイラル剤の添加量を低減することができる、よって、該液晶組成物を、液晶素子又は液晶表示装置に適用することで、低電圧駆動が可能な液晶素子又は液晶表示装置とすることが可能となり、液晶表示装置の低消費電力化を図ることができる。

【 0 0 5 6 】

以上、本実施の形態で示す、構成、方法等は、他の実施の形態に示す、構成、方法等と適宜組み合わせて用いることができる。

【 0 0 5 7 】**（実施の形態3）**

本発明の一態様に係る液晶表示装置として、パッシブマトリクス型の液晶表示装置、アクティブマトリクス型の液晶表示装置を提供することができる。本実施の形態は、本発明の一態様に係るアクティブマトリクス型の液晶表示装置の例を、図2及び図3を用いて説明する。

【 0 0 5 8 】

図2（A）は液晶表示装置の平面図であり1画素分の画素を示している。図2（B）は図2（A）の線X1-X2における断面図である。

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

図2(A)において、複数のソース配線層(配線層405aを含む)が互いに平行(図中上下方向に延伸)かつ互いに離間した状態で配置されている。複数のゲート配線層(ゲート電極層401を含む)は、ソース配線層に略直交する方向(図中左右方向)に延伸し、かつ互いに離間するように配置されている。共通配線層408は、複数のゲート配線層それぞれに隣接する位置に配置されており、ゲート配線層に概略平行な方向、つまり、ソース配線層に概略直交する方向(図中左右方向)に延伸している。ソース配線層と、共通配線層408及びゲート配線層とによって、略長方形の空間が囲まれているが、この空間に液晶表示装置の画素電極層及び共通電極層が配置されている。画素電極層を駆動するトランジスタ420は、図中左上の角に配置されている。画素電極層及びトランジスタは、マトリクス状に複数配置されている。

10

【0060】

図2の液晶表示装置において、トランジスタ420に電気的に接続する第1の電極層447が画素電極層として機能し、共通配線層408と電気的に接続する第2の電極層446が共通電極層として機能する。なお、第1の電極層と共通配線層によって容量が形成されている。共通電極層はフローティング状態(電気的に孤立した状態)として動作させることも可能だが、固定電位、好ましくはコモン電位(データとして送られる画像信号の中間電位)近傍でフリッカーの生じないレベルに設定してもよい。

20

【0061】

基板に概略平行(すなわち水平な方向)な電界を生じさせて、基板と平行な面内で液晶分子を動かして、階調を制御する方式を用いることができる。このような方式として、図2及び図3に示すようなIPSモードで用いる電極構成が適用できる。

20

【0062】

IPSモードなどに示される横電界モードでは、例えば、液晶組成物の下方に開口パターンを有する第1の電極層(例えば各画素別に電圧が制御される画素電極層)及び第2の電極層(例えば全画素に共通の電圧が供給される共通電極層)を配置する。よって第1の基板441上には、一方が画素電極層であり、他方が共通電極層である第1の電極層447及び第2の電極層446が形成され、少なくとも第1の電極層及び第2の電極層の一方が絶縁膜上に形成されている。第1の電極層447及び第2の電極層446は、様々な形状を有し、例えば開口部、屈曲部、枝分かれした部分、あるいは櫛歯状の部分を含む。第1の電極層447と第2の電極層446の間に基板に概略平行な電界を発生させるため、同形状で、かつ完全に重なる配置は避ける。

30

【0063】

また、第1の電極層447及び第2の電極層446としてFFSモードで用いる構成を適用してもよい。FFSモードに示される横電界モードでは、液晶組成物の下方に開口パターンを有する第1の電極層(例えば各画素別に電圧が制御される画素電極層)及びさらにその開口パターンの下方に平板状の第2の電極層(例えば全画素に共通の電圧が供給される共通電極層)を配置する。この場合、第1の基板441上には、一方が画素電極層であり、他方が共通電極層である第1の電極層及び第2の電極層が形成され、画素電極層と共通電極層とは絶縁膜(又は層間絶縁層)を介して積層するように配置される。画素電極層及び共通電極層のいずれか一方は、絶縁膜(又は層間絶縁層)の下方に形成され、かつ平板状であり、他方は絶縁膜(又は層間絶縁層)の上方に形成され、かつ様々な形状を有する。たとえば開口部、屈曲部、枝分かれした部分、あるいは櫛歯状の部分を含む。第1の電極層447及び第2の電極層446はその電極間に基板に対して斜め方向の電界を発生させるため、同形状で完全に重なる配置は避ける。

40

【0064】

液晶組成物444に、実施の形態1で示した一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体、及びネマチック液晶を含有してなる液晶組成物を用いる。また、液晶組成物444には、有機樹脂が含まれてもよい。

【0065】

画素電極層である第1の電極層447と共通電極層である第2の電極層446との間に電

50

界を形成することで、液晶組成物444の液晶を制御する。液晶には水平方向の電界が形成されるため、その電界を用いて液晶分子を制御できる。

【0066】

第1の電極層447及び第2の電極層446の他の例を図3に示す。図3(A)乃至図3(D)の上面図に示すように、第1の電極層447a乃至447d及び第2の電極層446a乃至446dが互い違ふとなるように形成されており、図3(A)では第1の電極層447a及び第2の電極層446aはうねりを有する波状形状であり、図3(B)では第1の電極層447b及び第2の電極層446bは同心円状の開口部を有する形状であり、図3(C)では第1の電極層447c及び第2の電極層446cは櫛歯状であり一部重なっている形状であり、図3(D)では第1の電極層447d及び第2の電極層446dは櫛歯状であり電極同士がかみ合うような形状である。なお、図3(A)乃至図3(C)のように、第1の電極層447a、447b、447c、と第2の電極層446a、446b、446cとが重なる場合は、第1の電極層447と第2の電極層446との間には絶縁膜を形成し、異なる膜上に第1の電極層447と第2の電極層446とをそれぞれ形成する。

10

【0067】

なお、第2の電極層446は、開口パターンを有する形状であるために、図2(B)の断面図においては分断された複数の電極層として示されている。これは本明細書の他の図面においても同様である。

20

【0068】

トランジスタ420は逆スタガ型の薄膜トランジスタであり、絶縁表面を有する基板である第1の基板441上に形成され、ゲート電極層401、ゲート絶縁層402、半導体層403、ソース電極層又はドレイン電極層として機能する配線層405a、405bを含む。

30

【0069】

本明細書に開示する液晶表示装置に適用できるトランジスタの構造は特に限定されず、例えばトップゲート構造、又はボトムゲート構造のスタガ型及びプレーナ型などを用いることができる。また、トランジスタはチャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造でも、2つ形成されるダブルゲート構造もしくは3つ形成されるトリプルゲート構造であっても良い。また、チャネル領域の上下にゲート絶縁層を介して配置された2つのゲート電極層を有する、デュアルゲート型でもよい。

30

【0070】

トランジスタ420を覆い、半導体層403に接する絶縁膜407、絶縁膜409が設けられ、絶縁膜409上に層間膜413が積層されている。

【0071】

第1の基板441と対向基板である第2の基板442とを、液晶組成物444を間に挟持させてシール材で固着する。液晶組成物444を形成する方法として、ディスペ ns法(滴下法)や、第1の基板441と第2の基板442とを貼り合わせてから毛細管現象等を用いて液晶を注入する注入法を用いることができる。

40

【0072】

シール材としては、代表的には可視光硬化性、紫外線硬化性又は熱硬化性の樹脂を用いるのが好ましい。代表的には、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、アミン樹脂などを用いることができる。また、フィラー、カップリング剤を含んでもよい。

【0073】

本実施の形態では、第1の基板441の外側(液晶組成物444と反対側)に偏光板443aを、第2の基板442の外側(液晶組成物444と反対側)に偏光板443bを設ける。また、偏光板の他、位相差板、反射防止膜などの光学フィルムなどを設けてもよい。例えば、偏光板及び位相差板による円偏光を用いてもよい。以上の工程で、液晶表示装置を完成させることができる。

50

【0074】

図示しないが、光源としてはバックライト、サイドライトなどを用いればよい。光源は素子基板である第1の基板441側から、視認側である第2の基板442へと透過するよう照射される。

【0075】

第1の電極層447及び第2の電極層446は、酸化タンクス滕を含むインジウム酸化物、酸化タンクス滕を含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、ITO、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物、グラフェンなどの透光性を有する導電性材料を用いることができる。

【0076】

また、第1の電極層447及び第2の電極層446はタンクス滕(W)、モリブデン(Mo)、ジルコニウム(Zr)、ハフニウム(Hf)、バナジウム(V)、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)、クロム(Cr)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、チタン(Ti)、白金(Pt)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、銀(Ag)等の金属、又はその合金、若しくはその金属窒化物から一つ、又は複数種を用いて形成することができる。

10

【0077】

また、第1の電極層447及び第2の電極層446として、導電性高分子(導電性ポリマーともいう)を含む導電性組成物を用いて形成することができる。導電性高分子としては、いわゆる電子共役系導電性高分子が用いることができる。例えば、ポリアニリン又はその誘導体、ポリピロール又はその誘導体、ポリチオフェン又はその誘導体、若しくはアニリン、ピロール及びチオフェンの2種以上からなる共重合体又はその誘導体などがあげられる。

20

【0078】

下地膜となる絶縁膜を第1の基板441とゲート電極層401の間に設けてもよい。ゲート電極層401は、モリブデン、チタン、クロム、タンタル、タンクス滕、アルミニウム、銅、ネオジム、スカンジウム等の金属材料又はこれらを主成分とする合金材料を用いて、単層で又は積層して形成することができる。また、ゲート電極層401としてリン等の不純物元素をドーピングした多結晶シリコン膜に代表される半導体膜、ニッケルシリサイドなどのシリサイド膜を用いてもよい。ゲート電極層401に遮光性を有する導電膜を用いると、バックライトからの光(第1の基板441から入射する光)が、半導体層403へ入射することを防止することができる。

30

【0079】

ゲート絶縁層402は、酸化シリコン膜、酸化ガリウム膜、酸化アルミニウム膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化窒化アルミニウム膜、又は窒化酸化シリコン膜等を用いて形成することができる。又は、ゲート絶縁層402の材料として酸化ハフニウム、酸化イットリウム、酸化ラントン、ハフニウムシリケート、ハフニウムアルミネート、窒素が添加されたハフニウムシリケート、窒素が添加されたハフニウムアルミネートなどのhig h-k材料を用いてもよい。これらのhig h-k材料を用いることでゲートリーク電流を低減できる。

40

【0080】

また、ゲート絶縁層402として、有機シランガスを用いたCVD法により酸化シリコン層を形成することも可能である。有機シランガスとしては、テトラエトキシシラン(TEOS:化学式Si(OCH₃)₄)、テトラメチルシラン(TMDS:化学式Si(CH₃)₄)、テトラメチルシリクロテトラシロキサン(TMCTS)、オクタメチルシリクロテトラシロキサン(OMCTS)、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)、トリエトキシラン(SiH(OCH₃)₃)、トリスジメチルアミノシラン(SiH(N(CH₃)₂)₃)等のシリコン含有化合物を用いることができる。なお、ゲート絶縁層402は、単層構造としてもよいし、積層構造としてもよい。

【0081】

50

半導体層 403 に用いる材料は特に限定されず、トランジスタ 420 に要求される特性に応じて適宜設定すればよい。半導体層 403 に用いることのできる材料の例を説明する。

【0082】

半導体層 403 を形成する材料としては、シランやゲルマンに代表される半導体材料ガスを用いた化学気相成長法やスパッタリング法等の物理気相成長法で作製される非晶質（アモルファスともいう）半導体、該非晶質半導体を光エネルギーや熱エネルギーを利用して結晶化させた多結晶半導体、或いは微細な結晶相とアモルファス相が混在した微結晶半導体などを用いることができる。半導体層はスパッタリング法、LPCVD 法、又はプラズマ CVD 法等により成膜することができる。

【0083】

アモルファス半導体としては、代表的には水素化アモルファスシリコン、結晶性半導体としては代表的にはポリシリコンなどがあげられる。ポリシリコン（多結晶シリコン）には、800 以上のプロセス温度を経て形成されるポリシリコンを主材料として用いた所謂高温ポリシリコンや、600 以下のプロセス温度で形成されるポリシリコンを主材料として用いた所謂低温ポリシリコン、また結晶化を促進する元素などを用いて、非晶質シリコンを結晶化させたポリシリコンなどを含んでいる。もちろん、前述したように、微結晶半導体又は半導体層の一部に結晶相を含む半導体を用いることもできる。

【0084】

また、酸化物半導体を用いてもよく、酸化物半導体としては、例えば、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛、In-Zn 系酸化物、Sn-Zn 系酸化物、Al-Zn 系酸化物、Zn-Mg 系酸化物、Sn-Mg 系酸化物、In-Mg 系酸化物、In-Ga 系酸化物、In-Ga-Zn 系酸化物（IGZO とも表記する）、In-Al-Zn 系酸化物、In-Sn-Zn 系酸化物、Sn-Ga-Zn 系酸化物、Al-Ga-Zn 系酸化物、Sn-Al-Zn 系酸化物、In-Hf-Zn 系酸化物、In-La-Zn 系酸化物、In-Ce-Zn 系酸化物、In-Pr-Zn 系酸化物、In-Nd-Zn 系酸化物、In-Sm-Zn 系酸化物、In-Eu-Zn 系酸化物、In-Gd-Zn 系酸化物、In-Tb-Zn 系酸化物、In-Dy-Zn 系酸化物、In-Ho-Zn 系酸化物、In-Er-Zn 系酸化物、In-Tm-Zn 系酸化物、In-Yb-Zn 系酸化物、In-Lu-Zn 系酸化物、In-Sn-Ga-Zn 系酸化物、In-Hf-Ga-Zn 系酸化物、In-Al-Ga-Zn 系酸化物、In-Sn-Al-Zn 系酸化物、In-Sn-Hf-Zn 系酸化物、In-Hf-Al-Zn 系酸化物を用いることができる。また、上記酸化物半導体に In と Ga と Sn と Zn 以外の元素、例えば SiO₂ を含ませてもよい。

【0085】

ここで、例えば、In-Ga-Zn-O 系酸化物半導体とは、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、亜鉛（Zn）を有する酸化物半導体、という意味であり、その組成は問わない。

【0086】

また、酸化物半導体層は、化学式 InMO₃(ZnO)_m (m > 0) で表記される薄膜を用いることができる。ここで、M は、Ga、Al、Mn および Co から選ばれた一又は複数の金属元素を示す。例えば M として、Ga、Ga 及び Al、Ga 及び Mn、又は Ga 及び Co などがある。

【0087】

酸化物半導体層として、例えば、C AAC-O S (C Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor) 膜を用いることができる。

【0088】

C AAC-O S 膜は、c 軸配向した複数の結晶部を有する酸化物半導体膜の一つである。

【0089】

ソース電極層又はドレイン電極層として機能する配線層 405a、405b の材料としては、Al、Cr、Ta、Ti、Mo、W から選ばれた元素、又は上述した元素を成分とす

る合金等が挙げられる。また、熱処理を行う場合には、この熱処理に耐える耐熱性を導電膜に持たせることが好ましい。

【0090】

ゲート絶縁層402、半導体層403、ソース電極層又はドレイン電極層として機能する配線層405a、405bを大気に触れさせることなく連続的に形成してもよい。大気に触れさせることなく連続成膜することで、大気成分や大気中に浮遊する汚染不純物元素に汚染されることなく各積層界面を形成することができるので、トランジスタ特性のばらつきを低減することができる。

【0091】

なお、半導体層403は一部のみがエッティングされ、溝部(凹部)を有する半導体層である。

10

【0092】

トランジスタ420を覆う絶縁膜407、絶縁膜409は、乾式法や湿式法で形成される無機絶縁膜、有機絶縁膜を用いることができる。例えば、CVD法やスパッタリング法などを用いて得られる窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化タンタル膜などを用いることができる。また、ポリイミド、アクリル、ベンゾシクロブテン系樹脂、ポリアミド、エポキシ等の有機材料を用いることができる。また上記有機材料の他に、低誘電率材料(low-k材料)、シロキサン系樹脂、PSG(リンガラス)、BPSG(リンボロンガラス)等を用いることができる。また、絶縁膜407として酸化ガリウム膜を用いてもよい。

20

【0093】

なおシロキサン系樹脂とは、シロキサン系材料を出発材料として形成されたSi-O-Si結合を含む樹脂に相当する。シロキサン系樹脂は置換基としては有機基(例えばアルキル基やアリール基)やフッ素を用いても良い。また、有機基はフッ素を有していても良い。シロキサン系樹脂は塗布法により成膜し、焼成することによって絶縁膜407として用いることができる。

30

【0094】

なお、これらの材料で形成される絶縁膜を複数積層させることで、絶縁膜407、絶縁膜409を形成してもよい。例えば、無機絶縁膜上有機樹脂膜を積層する構造としてもよい。

【0095】

以上のように、一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体、及びネマチック液晶を含有してなる液晶組成物を、液晶素子又は液晶表示装置に適用することで、低電圧駆動が可能な液晶素子又は液晶表示装置とすることができます。よって、液晶表示装置の低消費電力化を図ることができる。

40

【0096】

以上、本実施の形態に示す、構成、方法などは、他の実施の形態に示す構成、方法などと適宜組み合わせて用いることができる。

【0097】

(実施の形態4)

トランジスタを作製し、該トランジスタを画素部、さらには駆動回路に用いて表示機能を有する液晶表示装置を作製することができる。また、トランジスタを用いて駆動回路の一部又は全体を、画素部と同じ基板上に一体形成し、システムオンパネルを形成することができる。

【0098】

液晶表示装置は表示素子として液晶素子(液晶表示素子ともいう)を含む。

【0099】

また、液晶表示モジュールは、表示素子が封止された状態にあるパネル(液晶表示装置)と、該パネルにコントローラを含むIC等を実装した部品とを含む。さらに、該液晶表示装置を作製する過程における、表示素子が完成する前の一形態に相当する素子基板に関し

50

、該素子基板は、電流を表示素子に供給するための手段を複数の各画素に備える。素子基板は、具体的には、表示素子の画素電極のみが形成された状態であっても良いし、画素電極となる導電膜を成膜した後であって、エッチングして画素電極を形成する前の状態であっても良いし、あらゆる形態があてはまる。

【0100】

なお、本明細書中における液晶表示装置とは、画像表示デバイス、もしくは光源（照明装置含む）を指す。また、コネクター、例えばFPC（Flexible printed circuit）もしくはTCP（Tape Carrier Package）が液晶表示装置に取り付けられた表示モジュール、TCPの先にプリント配線板が設けられた表示モジュール、又は液晶表示装置にCOG（Chip On Glass）方式によりIC（集積回路）が直接実装された表示モジュールも全て液晶表示装置に含む場合がある。
10

【0101】

なお、表示モジュールは、液晶表示装置の上に設けられたタッチセンサパネルを有している場合がある。ただし、タッチセンサ用のパネルを別途設けるのではなく、液晶表示装置の対向基板に、タッチセンサ用の電極が設けられているなどのような、インセル型、オンセル型の場合もある。また、表示モジュールは、バックライト、光学フィルム（偏光板、位相差板、輝度向上フィルム）などを有している場合がある。

【0102】

液晶表示装置の一形態に相当する液晶表示パネル（表示モジュール）の外観及び断面について、図4を用いて説明する。図4（A1）（A2）は、第1の基板4001上に形成されたトランジスタ4010、4011、及び液晶素子4013を、第2の基板4006との間にシール材4005によって封止した、パネルの上面図であり、図4（B）は、図4（A1）（A2）のM-Nにおける断面図に相当する。
20

【0103】

第1の基板4001上に設けられた画素部4002と、走査線駆動回路4004とを囲むようにして、シール材4005が設けられている。また画素部4002と、走査線駆動回路4004の上に第2の基板4006が設けられている。よって画素部4002と、走査線駆動回路4004とは、第1の基板4001とシール材4005と第2の基板4006とによって、液晶組成物4008と共に封止されている。
30

【0104】

また、図4（A1）は第1の基板4001上のシール材4005によって囲まれている領域とは異なる領域に、別途用意された基板上に単結晶半導体膜又は多結晶半導体膜で形成された信号線駆動回路4003が実装されている。なお、図4（A2）は信号線駆動回路の一部を第1の基板4001上に設けられたトランジスタで形成する例であり、第1の基板4001上に信号線駆動回路4003bが形成され、かつ別途用意された基板上に単結晶半導体膜又は多結晶半導体膜で形成された信号線駆動回路4003aが実装されている。
。

【0105】

なお、別途形成した駆動回路の接続方法は、特に限定されるものではなく、COG方法、ワイヤボンディング方法、或いはTAB方法などを用いることができる。図4（A1）は、COG方法により信号線駆動回路4003を実装する例であり、図4（A2）は、TAB方法により信号線駆動回路4003を実装する例である。
40

【0106】

また第1の基板4001上に設けられた画素部4002と、走査線駆動回路4004は、トランジスタを複数有しており、図4（B）では、画素部4002に含まれるトランジスタ4010と、走査線駆動回路4004に含まれるトランジスタ4011とを例示している。トランジスタ4010、4011上には絶縁層4020、層間膜4021が設けられている。

【0107】

トランジスタ 4010、4011 は、実施の形態 3 に示すトランジスタを適用することができる。

【0108】

また、層間膜 4021、又は絶縁層 4020 上において、駆動回路用のトランジスタ 4011 の半導体層のチャネル形成領域と重なる位置に導電層を設けてもよい。導電層は、電位がトランジスタ 4011 のゲート電極層と同じでもよいし、異なっていても良く、第 2 のゲート電極層として機能させることもできる。また、導電層の電位が GND、或いは導電層はフローティング状態であってもよい。

【0109】

また、層間膜 4021 上に画素電極層 4030 及び共通電極層 4031 が形成され、画素電極層 4030 はトランジスタ 4010 と電気的に接続されている。液晶素子 4013 は、画素電極層 4030、共通電極層 4031 及び液晶組成物 4008 を含む。なお、第 1 の基板 4001、第 2 の基板 4006 の外側にはそれぞれ偏光板 4032a、4032b が設けられている。

【0110】

液晶組成物 4008 に、実施の形態 1 で示した一般式 (G1) で表されるシアノビフェニル誘導体、及びネマチック液晶を含有してなる液晶組成物を用いる。画素電極層 4030 及び共通電極層 4031 には、上記実施の形態で示したような画素電極層及び共通電極層の構成を適用することができる。

【0111】

画素電極層 4030 と共に共通電極層 4031 との間に電界を形成することで、液晶組成物 4008 の液晶を制御する。液晶には水平方向の電界が形成されるため、その電界を用いて液晶分子を制御できる。

【0112】

なお、第 1 の基板 4001、第 2 の基板 4006 としては、透光性を有するガラス、プラスチックなどを用いることができる。プラスチックとしては、F R P (Fiber Reinforced Plastics) 板、P V F (ポリビニルフルオライド) フィルム、ポリエステルフィルム又はアクリル樹脂フィルムを用いることができる。また、アルミニウムホイルを P V F フィルムやポリエステルフィルムで挟んだ構造のシートを用いることもできる。

【0113】

またスペーサ 4035 は絶縁膜を選択的にエッチングすることで得られる柱状のスペーサであり、液晶組成物 4008 の膜厚（セルギャップ）を制御するために設けられている。なお球状のスペーサを用いていても良い。液晶組成物 4008 を用いる液晶表示装置において液晶組成物の厚さであるセルギャップは $1 \mu m$ 以上 $20 \mu m$ 以下とすることが好ましい。なお、本明細書においてセルギャップの厚さとは、液晶組成物の厚さ（膜厚）の最大値とする。

【0114】

なお図 4 は透過型液晶表示装置の例であるが、本発明の一態様は半透過型液晶表示装置でも、反射型液晶表示装置でも適用できる。

【0115】

また、図 4 の液晶表示装置では、基板の外側（視認側）に偏光板を設ける例を示すが、偏光板は基板の内側に設けてもよい。偏光板の材料や作製工程条件によって適宜設定すればよい。また、ブラックマトリクスとして機能する遮光層を設けてもよい。

【0116】

層間膜 4021 の一部としてカラーフィルタ層や遮光層を形成してもよい。図 4 においては、トランジスタ 4010、4011 上方を覆うように遮光層 4034 が第 2 の基板 4006 側に設けられている例である。遮光層 4034 を設けることにより、さらにコントラスト向上やトランジスタの安定化の効果を高めることができる。

【0117】

10

20

30

40

50

図4(B)においては、トランジスタ4010、4011を保護膜として機能する絶縁層4020で覆う構成としてもよいが、特に限定されない。なお、保護膜は、大気中に浮遊する有機物や金属物、水蒸気などの汚染不純物の侵入を防ぐためのものであり、緻密な膜を適用することが好ましい。例えば、スパッタリング法を用いて、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、酸化窒化アルミニウム膜、又は窒化酸化アルミニウム膜の単層、又は積層を形成すればよい。

【0118】

また、平坦化絶縁膜として透光性の絶縁層をさらに形成してもよい。

10

【0119】

画素電極層4030及び共通電極層4031は、透光性を有する導電性材料を用いることができる。

【0120】

また別途形成された信号線駆動回路4003と、走査線駆動回路4004又は画素部4002に与えられる各種信号及び電位は、FPC4018から供給されている。

【0121】

また、トランジスタは静電気などにより破壊されやすいため、ゲート線又はソース線に対して、駆動回路保護用の保護回路を同一基板上に設けることが好ましい。保護回路は、非線形素子を用いて構成することが好ましい。

【0122】

図4では、接続端子電極4015が、画素電極層4030と同じ導電膜から形成され、端子電極4016は、トランジスタ4010、4011のソース電極層及びドレイン電極層と同じ導電膜で形成されている。

20

【0123】

接続端子電極4015は、FPC4018が有する端子と、異方性導電膜4019を介して電気的に接続されている。

【0124】

また図4においては、信号線駆動回路4003を別途形成し、第1の基板4001に実装している例を示しているが、この構成に限定されない。走査線駆動回路を別途形成して実装しても良いし、信号線駆動回路の一部又は走査線駆動回路の一部のみを別途形成して実装しても良い。

30

【0125】

以上のように、一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体、及びネマチック液晶を含有してなる液晶組成物を、液晶素子又は液晶表示装置に適用することができる。

【0126】

以上、本実施の形態に示す、構成、方法などは、他の実施の形態に示す構成、方法などと適宜組み合わせて用いることができる。

【0127】

(実施の形態5)

本明細書に開示する液晶表示装置は、さまざまな電子機器(遊技機も含む)に適用することができる。電子機器としては、例えば、テレビジョン装置(テレビ、又はテレビジョン受信機ともいう)、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機(携帯電話、携帯電話装置ともいう)、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。

40

【0128】

図5(A)は、ノート型のパーソナルコンピュータであり、本体3001、筐体3002、表示部3003、キーボード3004などによって構成されている。上記実施の形態のいずれかで示した液晶表示装置を表示部3003に適用することにより、低消費電力なノート型のパーソナルコンピュータとすることができます。

50

【 0 1 2 9 】

図5(B)は、携帯情報端末(PDA)であり、本体3021には表示部3023と、外部インターフェイス3025と、操作ボタン3024等が設けられている。また操作用の付属品としてスタイルス3022がある。上記実施の形態のいずれかで示した液晶表示装置を表示部3023に適用することにより、低消費電力な携帯情報端末とすることができます。

【 0 1 3 0 】

図5(C)は、電子書籍であり、筐体2701および筐体2703の2つの筐体で構成されている。筐体2701および筐体2703は、軸部2711により一体とされており、該軸部2711を軸として開閉動作を行うことができる。このような構成により、紙の書籍のような動作を行うことが可能となる。

10

【 0 1 3 1 】

筐体2701には表示部2705が組み込まれ、筐体2703には表示部2707が組み込まれている。表示部2705および表示部2707は、継ぎ画面を表示する構成としてもよいし、異なる画面を表示する構成としてもよい。異なる画面を表示する構成として、例えば右側の表示部(図5(C)では表示部2705)に文章を表示し、左側の表示部(図5(C)では表示部2707)に画像を表示することができる。上記実施の形態のいずれかで示した液晶表示装置を表示部2705、表示部2707に適用することにより、低消費電力な電子書籍とすることができます。表示部2705として半透過型、又は反射型の液晶表示装置を用いる場合、比較的明るい状況下での使用も予想されるため、太陽電池を設け、太陽電池による発電、及びバッテリーでの充電を行えるようにしてもよい。なおバッテリーとしては、リチウムイオン電池を用いると、小型化を図れる等の利点がある。

20

【 0 1 3 2 】

また、図5(C)では、筐体2701に操作部などを備えた例を示している。例えば、筐体2701において、電源2721、操作キー2723、スピーカー2725などを備えている。操作キー2723により、頁を送ることができる。なお、筐体の表示部と同一面にキーボードやポインティングデバイスなどを備える構成としてもよい。また、筐体の裏面や側面に、外部接続用端子(イヤホン端子、USB端子など)、記録媒体挿入部などを備える構成としてもよい。さらに、電子書籍は、電子辞書としての機能を持たせた構成としてもよい。

30

【 0 1 3 3 】

また、電子書籍は、無線で情報を送受信できる構成としてもよい。無線により、電子書籍サーバから、所望の書籍データなどを購入し、ダウンロードする構成とすることも可能である。

【 0 1 3 4 】

図5(D)は、携帯電話であり、筐体2800及び筐体2801の二つの筐体で構成されている。筐体2801には、表示パネル2802、スピーカー2803、マイクロフォン2804、ポインティングデバイス2806、カメラ用レンズ2807、外部接続端子2808などを備えている。また、筐体2800には、携帯電話の充電を行う太陽電池セル2810、外部メモリスロット2811などを備えている。また、アンテナは筐体2801内部に内蔵されている。上記実施の形態のいずれかで示した液晶表示装置を表示パネル2802に適用することにより、低消費電力な携帯電話とすることができます。

40

【 0 1 3 5 】

また、表示パネル2802はタッチパネルを備えており、図5(D)には映像表示されている複数の操作キー2805を点線で示している。なお、太陽電池セル2810で出力される電圧を各回路に必要な電圧に昇圧するための昇圧回路も実装している。

【 0 1 3 6 】

表示パネル2802は、使用形態に応じて表示の方向が適宜変化する。また、表示パネル2802と同一面上にカメラ用レンズ2807を備えているため、テレビ電話が可能であ

50

る。スピーカー 2803 及びマイクロフォン 2804 は音声通話に限らず、テレビ電話、録音、再生などが可能である。さらに、筐体 2800 と筐体 2801 は、スライドし、図 5 (D) のように展開している状態から重なり合った状態とすることができる、携帯に適した小型化が可能である。

【0137】

外部接続端子 2808 は A C アダプタ及び U S B ケーブルなどの各種ケーブルと接続可能であり、充電及びパーソナルコンピュータなどとのデータ通信が可能である。また、外部メモリスロット 2811 に記録媒体を挿入し、より大量のデータ保存及び移動に対応できる。

【0138】

また、上記機能に加えて、赤外線通信機能、テレビ受信機能などを備えたものであってもよい。

【0139】

図 5 (E) は、デジタルビデオカメラであり、本体 3051、表示部 3057、接眼部 3053、操作スイッチ 3054、表示部 3055、バッテリー 3056 などによって構成されている。上記実施の形態のいずれかで示した液晶表示装置を表示部 3057、表示部 3055 に適用することにより、低消費電力なデジタルビデオカメラとすることができる。

【0140】

図 5 (F) は、テレビジョン装置であり、筐体 9601 や表示部 9603 などによって構成されている。表示部 9603 により、映像を表示することが可能である。また、ここでは、スタンド 9605 により筐体 9601 を支持した構成を示している。上記実施の形態のいずれかで示した液晶表示装置を表示部 9603 に適用することにより、低消費電力なテレビジョン装置とすることができる。

【0141】

テレビジョン装置の操作は、筐体 9601 が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機により行うことができる。また、リモコン操作機に、当該リモコン操作機から出力する情報を表示する表示部を設ける構成としてもよい。

【0142】

なお、テレビジョン装置は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般的のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線又は無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）又は双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

【0143】

以上、本実施の形態に示す、構成、方法などは、他の実施の形態に示す構成、方法などと適宜組み合わせて用いることができる。

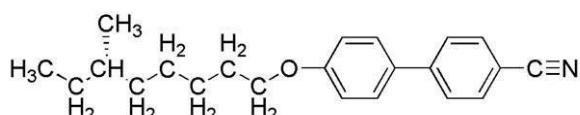
【実施例 1】

【0144】

本実施例では、実施の形態 1 の構造式 (105) で表されるシアノビフェニル誘導体である、(S)-4-シアノ-4'-(6-メチル-n-オクチル-1-オキシ)ビフェニルル（略称；S-PP-O8CN）を合成する例を示す。

【0145】

【化 6】



(105)

10

20

30

40

50

【0146】

[ステップ1：(S)-4-シアノ-4'-(6-メチル-n-オクチル-1-オキシ)ビフェニル(略称；S-PP-O8CN)の合成法]

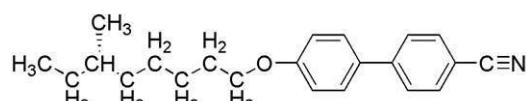
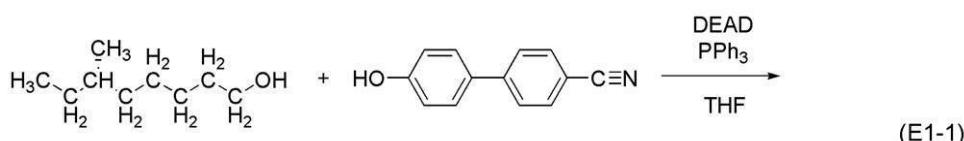
1.3 g (6.4 mmol) の 4-シアノ-4'-(6-メチル-n-オクチル-1-オキシ)ビフェニルと 1.7 g (6.4 mmol) のトリフェニルホスフィンを 200 mL の三口フラスコに加え、減圧下で攪拌しながら脱気し、脱気後フラスコ内の雰囲気を窒素置換した。この混合物に 0.76 g (5.3 mmol) の (S)-6-メチル-1-オクタノールと、46 mL のテトラヒドロフラン (THF) を加えた。この混合物に、2.9 mL (6.4 mmol) のアゾジカルボン酸ジエチル (40%トルエン溶液、約 2.2 mol/L) を、窒素雰囲気下、10 度以下で加え、室温で 24 時間攪拌した。得られた混合物を 40 度で 5 時間攪拌した。得られた混合物に約 50 mL のジエチルエーテルを加え希釈し、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液で洗浄し、水層をジエチルエーテルで抽出した。得られた抽出溶液と有機層を合わせ、硫酸マグネシウムで乾燥した。

【0147】

この混合物を自然濾過により濾別し、濾液を濃縮して白色油状物を得た。この油状物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒；ヘキサン：酢酸エチル = 5 : 1)により精製した。得られたフラクションを濃縮し真空乾燥して、無色油状物を得た。この油状物を高速液体カラムクロマトグラフィー(展開溶媒；クロロホルム)により精製した。得られたフラクションを濃縮して、目的物である (S)-4-シアノ-4'-(6-メチル-n-オクチル-1-オキシ)ビフェニルの白色固体を収量 0.86 g、収率 51% で得た。上記ステップ1の反応スキームを下記(E1-1)に示す。

【0148】

【化7】



(105)

【0149】

核磁気共鳴法 (NMR) によって、この化合物が目的物である (S)-4-シアノ-4'-(6-メチル-n-オクチル-1-オキシ)ビフェニル (S-PP-O8CN) であることを確認した。

【0150】

得られた物質 (S-PP-O8CN) の ^1H NMR データを以下に示す。

^1H NMR (CDCl₃, 300 MHz) : (ppm) = 0.84 - 0.89 (m, 6 H)、1.09 - 1.46 (m, 9 H)、1.77 - 1.86 (m, 2 H)、4.01 (t, 2 H)、6.99 (d, 2 H)、7.52 (d, 2 H)、7.62 - 7.70 (m, 4 H)

【0151】

また、 ^1H NMR チャートを図 6 (A)、(B)、図 7 に示す。なお、図 6 (B) は、図 6 (A) における 0 ppm から 5 ppm の範囲を拡大して表したチャートであり、図 7 は、図 6 (A) における 5 ppm から 10 ppm の範囲を拡大して表したチャートである。測定結果から、目的物である S-PP-O8CN が得られたことを確認した。

【0152】

10

20

30

40

50

また、本実施例において合成したS-PP-O8CNとネマチック液晶とを混合した液晶組成物のHTPを測定した。測定は室温下にて行い、測定方法はグランジャン・カノ・くさび法を用いた。なお、液晶組成物におけるネマチック液晶とS-PP-O8CNの混合比は98.0wt%:2.0wt% (=ネマチック液晶:S-PP-O8CN)とした。また、ネマチック液晶は、混合液晶E-8(株式会社LCC製)、4-(trans-4-n-プロピルシクロヘキシル)-3',4'-ジフルオロ-1,1'-ビフェニル(略称:CPP-3FF)(大立高分子工業社製)、及び4-n-ペンチル安息香酸4-シアノ-3-フルオロフェニル(略称:PEP-5CNF)(大立高分子工業社製)の混合液晶を用い、その混合比を、40wt%:30wt%:30wt% (=E-8:CPP-3FF:PEP-5CNF)とした。

10

【0153】

測定の結果、本実施例で作製したS-PP-O8CNを含有する液晶組成物のHTPは、およそ $1.7\text{ }\mu\text{m}^{-1}$ であり、本実施例で合成したS-PP-O8CNは液晶組成物中でカイラル剤として機能することが確認された。

【0154】

液晶組成物のHTPを $20\text{ }\mu\text{m}^{-1}$ 以下とするカイラル剤は、TNモードのような螺旋ピッチの長い液晶組成物の調合に適している。HTP(μm^{-1})とカイラル剤添加量(wt%)と螺旋ピッチ(μm)の関係は、数式(1)で与えられる。ここで数式(1)により、ある目的の螺旋ピッチを設定してカイラル剤の添加量を決定する場合、HTPを高くするカイラル剤を用いることにより、カイラル剤の添加量を少量とすることができます。その反面、目的の液晶組成物が少量である場合、カイラル剤の添加量も少量となるため、そのカイラル剤の添加量の誤差による影響が大きくなってしまう。

20

【0155】

【数1】

$$\text{HTP } (\mu\text{m}^{-1}) = \frac{1}{\frac{\text{カイラル剤添加量 (wt\%)}}{100} \times \text{螺旋ピッチ } (\mu\text{m})} \quad (1)$$

【0156】

一般的にTN材料の螺旋ピッチは $50\text{ }\mu\text{m} \sim 200\text{ }\mu\text{m}$ 程度である。例えば螺旋ピッチを $100\text{ }\mu\text{m}$ (許容誤差 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以内)に設定した場合、HTPを $5\text{ }\mu\text{m}^{-1}$ とするカイラル剤を使用した場合では、カイラル剤の添加量は $0.182\text{ wt\%} \sim 0.222\text{ wt\%}$ となる。一方、HTPを $100\text{ }\mu\text{m}^{-1}$ とするカイラル剤を使用した場合では、カイラル剤の添加量は $0.009\text{ wt\%} \sim 0.011\text{ wt\%}$ とごくわずかであり、添加量の調整が難しくなる。よって、液晶組成物のHTPを $20\text{ }\mu\text{m}^{-1}$ 以下とするカイラル剤はTNモード用のカイラル剤に適していることがわかる。

30

【0157】

よって、本実施例で作製したS-PP-O8CNは、液晶組成物のカイラル剤として、特にTNモードの液晶組成物のカイラル剤として好適に用いることが可能であることが示された。

40

【実施例2】

【0158】

本実施例では、本発明の一態様の液晶組成物、及び該液晶組成物を用いたTNモードの液晶素子を作製し、特性の評価を行った。

【0159】

本実施例で作製した液晶組成物は、ネマチック液晶として混合液晶ZLI-4792(メルク株式会社製)、カイラル剤として、実施例1で合成方法を示した((S)-4-シアノ-4'-(6-メチル-n-オクチル-1-オキシ)ビフェニル(略称;S-PP-O8CN)を用いた。液晶組成物において、ネマチック液晶ZLI-4792に対するカイラル剤S-PP-O8CNの割合は1.28wt%である。

50

【0160】

本実施例で作製した液晶組成物について室温下にてグランジャン・カノーくさび法を用いて螺旋ピッチを測定したところ、 $55.1\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0161】

続いて透過型のTNセルを用いて電圧印加前後の配向観察を行った。使用したTNセルは、セル厚 $4\text{ }\mu\text{m}$ の縦電界印加用のセルである。画素電極層は、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物(ITSO)を用いてガラス基板上にスパッタリング法にて形成した。その膜厚は 110 nm である。このガラス基板2枚に水平配向膜であるSE-6414(日産化学工業株式会社製)をスピンドルコーターにて塗布し、 230°C にて焼成を行った。続いてラビング装置にてラビング処理を行い、一方の基板に直径 $4\text{ }\mu\text{m}$ のスペーサを散布した。そして、スペーサを散布した基板に熱硬化型のシールを塗布し、両方の基板のラビング方向が 90° 揃るように貼り合わせを行った。そして、貼り合わせた基板を 0.3 kgf/cm^2 の圧力で押しながら、 160°C の温度で4時間の加熱処理を行った。

10

【0162】

このようにして作製した基板を分断し、毛細管現象を利用した注入法を用いて液晶組成物を注入し、液晶素子を作製した。この液晶素子を偏光顕微鏡(MX-61L オリンパス株式会社製)にてクロスニコル観察を行ったところ、リバースツイストによる線欠陥は全く発生しておらず、良好な配向が得られていた。

【0163】

続いて、この液晶素子の電圧-透過率特性をRET S+VT測定システム(大塚電子社製)にて測定した。印加した電圧は 0 V から 10 V で 0.2 V 刻みである。測定後に偏光顕微鏡にて再度クロスニコル観察を行ったところ、リバースツイストによる線欠陥は全く発生しておらず、電圧印加後でも良好な配向が得られていた。

20

【0164】

以上の結果より本発明の一形態である液晶組成物は、一般式(G1)で表されるシアノビフェニル誘導体をカイラル剤として含有することで、TNモードの素子としても使用することができる事が示された。

【実施例3】

【0165】

本実施例では、実施例1で合成方法を示した(S)-4-シアノ-4'-(6-メチル-n-オクチル-1-オキシ)ビフェニル(略称;S-PP-O8CN)を使用した液晶組成物(実施例試料1)と、比較例として本発明の一態様を適用しない液晶組成物(比較例試料1)とを用いて液晶素子を作製し、それぞれの特性の評価を行った。

30

【0166】

本実施例で作製した液晶素子に用いた液晶組成物の構成を表1(実施例試料1)、表2(比較例試料1)に示す。割合(混合比)は全て重量比で表している。

【0167】

【表1】

試料名		割合(wt%)	
実施例 試料1	液晶	5CB	45.0
		5CT	11.0
		3OCB	16.0
		5OCB	12.0
		S-PP-O8CN	16.0
	カイラル剤	S-DOL-Pn	6

40

【0168】

50

【表2】

試料名		割合(wt%)	
比較例 試料1	液晶	5CB	45.0
		5CT	11.0
		3OCB	16.0
		5OCB	12.0
		8OCB	16.0
	カイラル剤	S-DOL-Pn	6

10

20

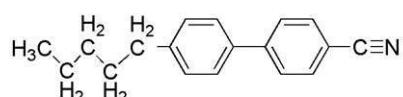
【0169】

実施例試料1と比較例試料1は液晶とカイラル剤を混ぜた試料である。カイラル剤として(4S、5S)-4,5-ビス[ヒドロキシ-ジ(フェナントレン-9-イル)]メチル-2,2-ジメチル-1,3-ジオキソラン(略称:S-DOL-Pn)と、液晶として4-シアノ-4'-n-ペンチルビフェニル(略称:5CB)(東京化成工業株式会社製)と、4-シアノ-4'-(4-n-ペンチルフェニル)ビフェニル(略称:5CT)(株式会社LCC製)、4-シアノ-4'-(n-プロピル-1-オキシ)ビフェニル(略称:3OCB)(和光純薬工業株式会社製)、4-シアノ-4'-(n-ペンチル-1-オキシ)ビフェニル(略称:5OCB)(東京化成工業株式会社製)を用いた。加えて実施例試料1ではS-PP-O8CN(略称)、比較例試料1では4-シアノ-4'-(n-オクチル-1-オキシ)ビフェニル(略称:8OCB)(和光純薬工業株式会社製)を液晶として用いた。

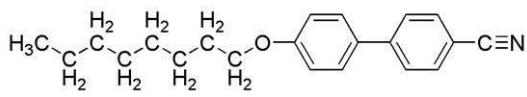
【0170】

なお、本実施例で用いたS-PP-O8CN(略称)、S-DOL-Pn(略称)、5CB(略称)、5CT(略称)、3OCB(略称)、5OCB(略称)、8OCB(略称)の構造式を下記に示す。

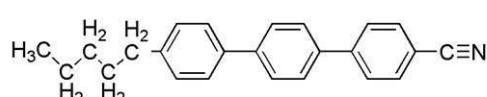
【化8】



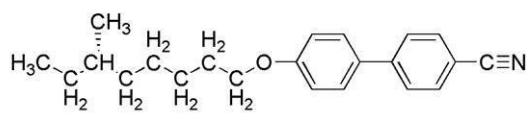
(5CB)



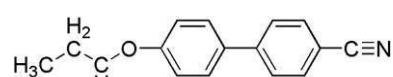
(8OCB)



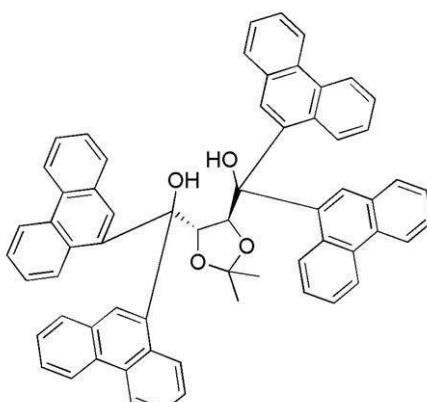
(5CT)



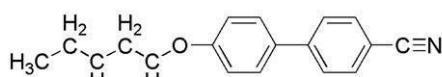
(S-PP-O8CN)



(3OCB)



(S-DOL-Pn)



(5OCB)

10

20

30

40

50

【0171】

本実施例では、上述の実施例試料1と比較例試料1とをそれぞれ液晶組成物として用いて液晶素子を作製した。本実施例の液晶素子は、画素電極層及び共通電極層が形成されたガラス基板と、対向基板となるガラス基板とを、間に4μmの空隙を有してシール材によって貼り合わせた後、注入法によって等方相の状態で攪拌した本実施例の液晶組成物を基板間に注入して作製した。

【0172】

画素電極層及び共通電極層は、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物(ITSO)を用いてスパッタリング法にて形成し、膜厚を110nmとした。なお、画素電極層と共通電極層の各幅、及び画素電極層と共通電極層との間隔は2μmとした。また、シール材は紫外線及び熱硬化型シール材を行い、硬化処理として90秒間の紫外線(放射照度100mW/cm²)照射処理を行い、その後120°で1時間加熱処理を行った。

【0173】

作製した本実施例の液晶素子において、液晶組成物の反射光強度のスペクトルを測定した。測定には、偏光顕微鏡(MX-61L オリンパス株式会社製)、温調器(HCS302-MK1000 INSTEC社製)、及び顕微分光システム(LV microUV/VIS 株式会社ラムダビジョン製)を用いた。

【0174】

本実施例においては、まず液晶素子の液晶組成物を等方相とした後、温調器によって毎分1.0°で降温させながら偏光顕微鏡にて観察を行い、液晶組成物がブルー相を発現する温度範囲の測定を行った。本実施例の液晶組成物において、比較例試料1における等方相とブルー相の相転移温度は68.2°であり、ブルー相とコレステリック相の相転移温度は64.2°であった。また実施例試料1における等方相とブルー相の相転移温度は60.4°であり、ブルー相とコレステリック相の相転移温度は58.8°であった。

【0175】

次いで、液晶素子において、液晶組成物がブルー相を発現する温度範囲内の任意の温度で恒温とし、顕微分光システムにて液晶組成物の反射光強度のスペクトルを測定した。

【0176】

なお、本実施例の反射光強度のスペクトルの測定において、顕微分光システムの測定モードは、反射モードとし、偏光子はクロスニコルとし、測定領域は、 $12 \mu m$ 、測定波長は $250 nm \sim 800 nm$ とした。測定範囲が狭いため、顕微分光システムのモニタにてブルー相の色が長波長となる領域を選定して測定を行った。なお、測定時に画素電極層及び共通電極層の影響を受けないように、電極層が形成されていない対向基板となるガラス基板側から測定を行った。

【0177】

図8に、本実施例の液晶素子における液晶組成物の反射光強度のスペクトルを示す。液晶組成物の反射スペクトルにおいて、回折波長のピークを検出した。検出した反射スペクトルにおける回折波長のピークは、最も長波長側に出現するピークの最大値である。なお、スペクトルの縦軸は強度を表すが、各スペクトルにおいてピーク波長における反射光強度によりスペクトルを規格化している。

10

【0178】

なお、回折波長はブルー相でのみ評価可能であるため、ブルー相の捩れ力の評価に有効である。回折波長が短波長にあるほど、ブルー相の結晶格子が小さく、捩れ力が強い液晶組成物といえる。

20

【0179】

本実施例の液晶素子において、液晶組成物の反射スペクトルにおける最も長波長側の回折波長のピークは、実施例試料1において $396 nm$ であり、比較例試料1において $412 nm$ であった。以上より、S-PP-O8CNを液晶材料に代えて $15 wt\%$ 以上添加してもブルー相の出現温度を $10^\circ C$ 以上も下げるこことなしに、ブルー相の回折波長を短波長化することができた。これにより、電圧無印加時のブルー相の回折波長による光漏れを低減することができ、高コントラスト化が可能であることが分かった。

【符号の説明】

【0180】

200	基板	
201	基板	30
202 a	配向膜	
202 b	配向膜	
208	液晶組成物	
230	画素電極層	
232	共通電極層	
401	ゲート電極層	
402	ゲート絶縁層	
403	半導体層	
405 a	配線層	
405 b	配線層	40
407	絶縁膜	
408	共通配線層	
409	絶縁膜	
413	層間膜	
420	トランジスタ	
441	基板	
442	基板	
443 a	偏光板	
443 b	偏光板	
444	液晶組成物	50

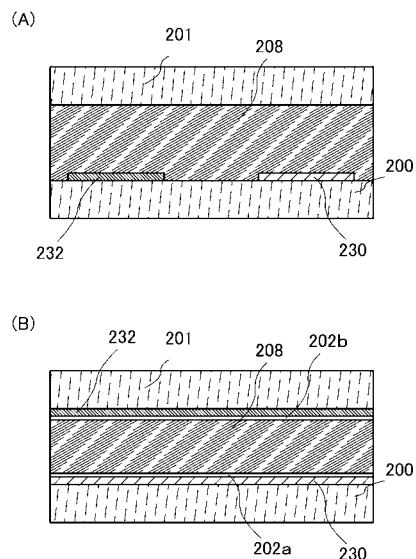
4 4 6	電極層	
4 4 6 a	電極層	
4 4 6 b	電極層	
4 4 6 c	電極層	
4 4 6 d	電極層	
4 4 7	電極層	
4 4 7 a	電極層	
4 4 7 b	電極層	
4 4 7 c	電極層	
4 4 7 d	電極層	10
2 7 0 1	筐体	
2 7 0 3	筐体	
2 7 0 5	表示部	
2 7 0 7	表示部	
2 7 1 1	軸部	
2 7 2 1	電源	
2 7 2 3	操作キー	
2 7 2 5	スピーカー	
2 8 0 0	筐体	
2 8 0 1	筐体	20
2 8 0 2	表示パネル	
2 8 0 3	スピーカー	
2 8 0 4	マイクロフォン	
2 8 0 5	操作キー	
2 8 0 6	ポインティングデバイス	
2 8 0 7	カメラ用レンズ	
2 8 0 8	外部接続端子	
2 8 1 0	太陽電池セル	
2 8 1 1	外部メモリスロット	
3 0 0 1	本体	30
3 0 0 2	筐体	
3 0 0 3	表示部	
3 0 0 4	キーボード	
3 0 2 1	本体	
3 0 2 2	スタイラス	
3 0 2 3	表示部	
3 0 2 4	操作ボタン	
3 0 2 5	外部インターフェイス	
3 0 5 1	本体	
3 0 5 3	接眼部	40
3 0 5 4	操作スイッチ	
3 0 5 5	表示部	
3 0 5 6	バッテリー	
3 0 5 7	表示部	
4 0 0 1	基板	
4 0 0 2	画素部	
4 0 0 3	信号線駆動回路	
4 0 0 3 a	信号線駆動回路	
4 0 0 3 b	信号線駆動回路	
4 0 0 4	走査線駆動回路	50

4 0 0 5	シール材
4 0 0 6	基板
4 0 0 8	液晶組成物
4 0 1 0	トランジスタ
4 0 1 1	トランジスタ
4 0 1 3	液晶素子
4 0 1 5	接続端子電極
4 0 1 6	端子電極
4 0 1 8	F P C
4 0 1 9	異方性導電膜
4 0 2 0	絶縁層
4 0 2 1	層間膜
4 0 3 0	画素電極層
4 0 3 1	共通電極層
4 0 3 2 a	偏光板
4 0 3 2 b	偏光板
4 0 3 4	遮光層
9 6 0 1	筐体
9 6 0 3	表示部
9 6 0 5	スタンド

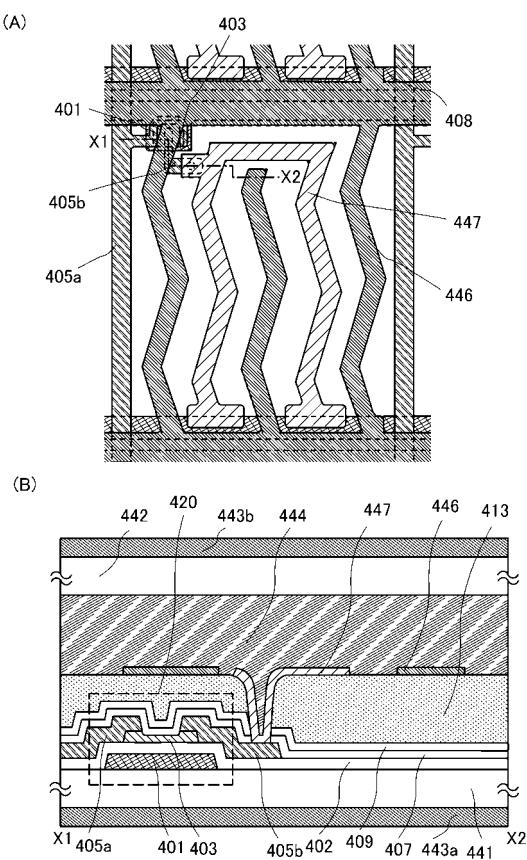
10

20

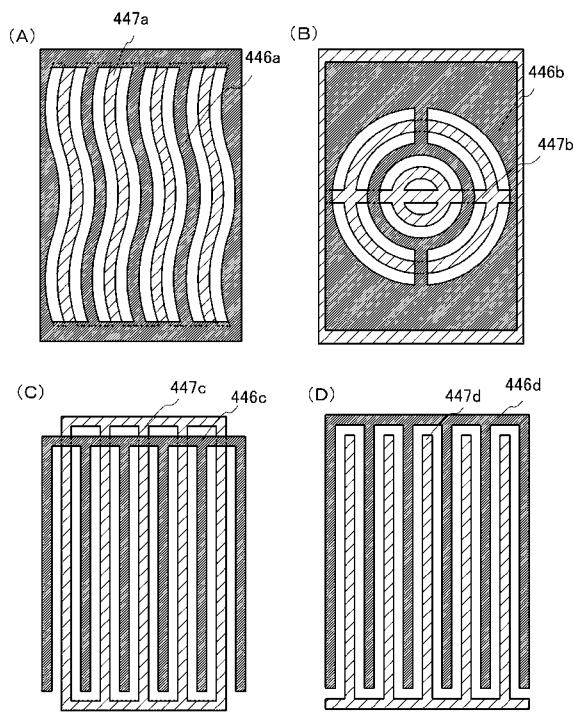
【図1】



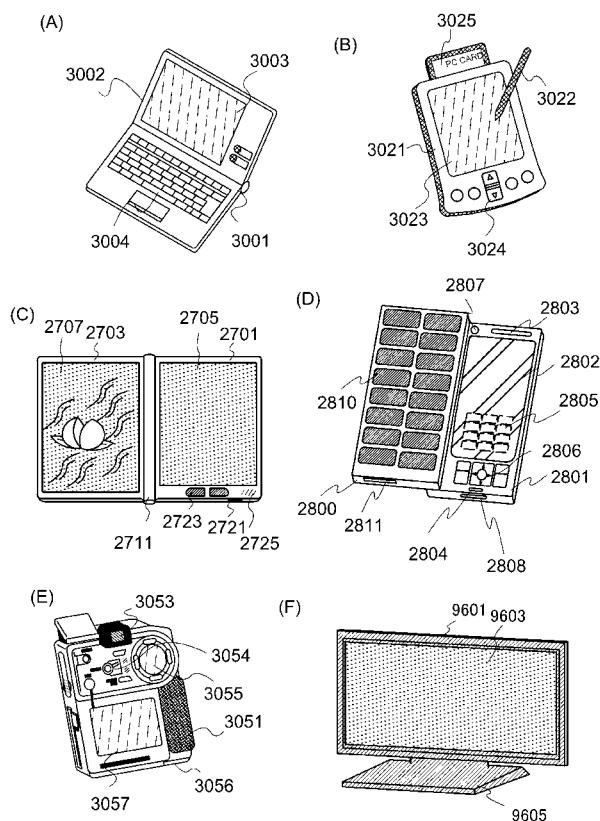
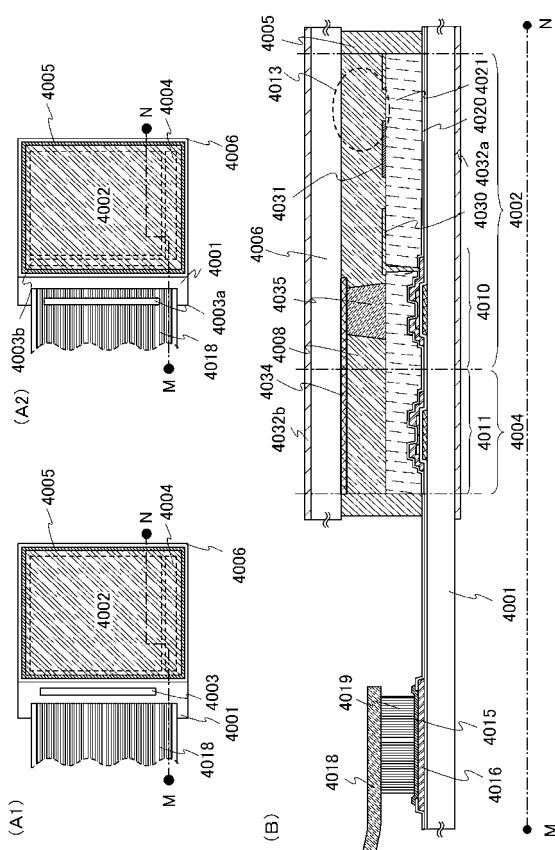
【図2】



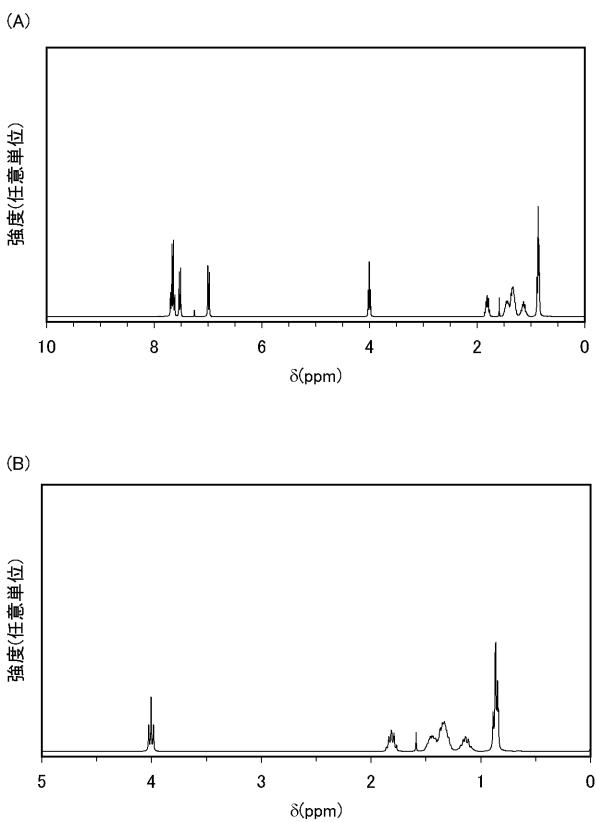
【図3】



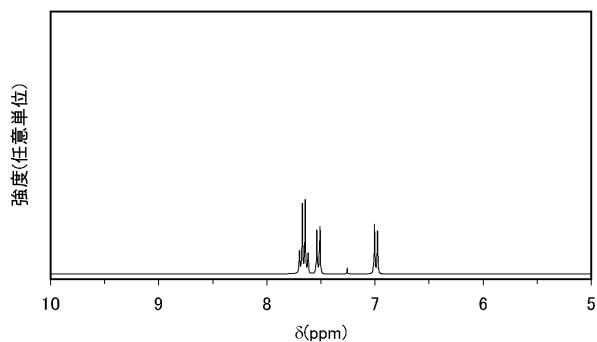
【図4】



【図6】



【図7】



【図8】

