

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5491966号
(P5491966)

(45) 発行日 平成26年5月14日(2014.5.14)

(24) 登録日 平成26年3月7日(2014.3.7)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 2 F 1/13363 (2006.01) G O 2 F 1/13363
G 0 2 F 1/1343 (2006.01) G O 2 F 1/1343

請求項の数 4 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2010-122758 (P2010-122758)	(73) 特許権者	502356528 株式会社ジャパンディスプレイ 東京都港区西新橋三丁目7番1号
(22) 出願日	平成22年5月28日(2010.5.28)	(73) 特許権者	506087819 パナソニック液晶ディスプレイ株式会社 兵庫県姫路市飾磨区妻鹿日田町1-6
(62) 分割の表示	特願2005-31217 (P2005-31217) の分割	(74) 代理人	110000154 特許業務法人はるか国際特許事務所
原出願日	平成17年2月8日(2005.2.8)	(72) 発明者	梶田 大介 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株 式会社日立製作所日立研究所内
(65) 公開番号	特開2010-181914 (P2010-181914A)	(72) 発明者	檜山 郁夫 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株 式会社日立製作所日立研究所内
(43) 公開日	平成22年8月19日(2010.8.19)		
審査請求日	平成22年5月28日(2010.5.28)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光入射側の第一の偏光板を備えた第一基板ともう一方の第二の偏光板を備えた第二基板間のそれぞれの吸収軸が略垂直(小さい方の成す角度が $88^\circ \sim 90^\circ$)で、液晶分子が前記基板に平行且つ、前記第一の偏光板の吸収軸に略垂直あるいは略平行(小さい方の成す角度が $0^\circ \sim 2^\circ$)方向に配向され、前記第一の基板に対して平行な方向に電界を印加することにより前記液晶分子が前記第一の基板に対して平行な面内で回転する液晶層と、前記第一の基板又は前記第二基板のいずれか一方の基板の前記液晶層に近い側に、各画素に対向して一対の電極を有するマトリクス駆動の電極群が設けられ、背面照明装置を有する液晶表示装置であって、

前記第一、第二の偏光板は、偏光層の両側にそれぞれ支持基材を有する偏光板であって、前記支持基材は面内および厚さ方向のリタレーションが 10nm 以上であり、前記第一、第二の偏光板それぞれの液晶層側に配置される支持基材は、略同等の複屈折性を示し(面内および厚さ方向それぞれのリタレーション差が 20nm 以下)、前記第一基板と前記液晶層間に、面内あるいは厚さ方向のリタレーションが 20nm 以上の光学位相補償部材が配置され、

前記第一および第二の偏光板の液晶層側に配置される支持基材は、面内における遅相軸方向の屈折率 n_1 、面内における進相軸方向の屈折率 n_2 、厚さ方向の屈折率 n_3 に対して、 n_1 と n_2 とは異方性であり、 n_2 より大きい n_1 と n_3 とは略等しく、

前記第一基板と前記液晶層間に配置される光学位相補償部材は、 n_1 と n_2 とは異方性

であり、 n_1 より小さい n_2 と n_3 とは略等しく、

前記第一および第二の偏光板の液晶層側に配置される支持基材および、前記第一基板と前記液晶層間に配置される光学位相補償部材の面内の遅相軸は、前記第一の偏光板の吸収軸と略平行（小さい方の成す角度が $0^\circ \sim 2^\circ$ ）あるいは略垂直（小さい方の成す角度が $88^\circ \sim 90^\circ$ ）であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】

光入射側の第一の偏光板を備えた第一基板ともう一方の第二の偏光板を備えた第二基板間のそれぞれの吸収軸が略垂直（小さい方の成す角度が $88^\circ \sim 90^\circ$ ）で、液晶分子が前記基板に平行且つ、前記第一の偏光板の吸収軸に略垂直あるいは略平行（小さい方の成す角度が $0^\circ \sim 2^\circ$ ）方向に配向され、前記第一の基板に対して平行な方向に電界を印加することにより前記液晶分子が前記第一の基板に対して平行な面内で回転する液晶層と、前記第一の基板又は前記第二基板のいずれか一方の基板の前記液晶層に近い側に、各画素に対向して一対の電極を有するマトリクス駆動の電極群が設けられ、背面照明装置を有する液晶表示装置であって、

前記第一、第二の偏光板は、偏光層の両側にそれぞれ支持基材を有する偏光板であって、前記支持基材は面内および厚さ方向のリタレーションが 10 nm 以上であり、前記第一、第二の偏光板それぞれの液晶層側に配置される支持基材は、略同等の複屈折性を示し（面内および厚さ方向それぞれのリタレーション差が 20 nm 以下）、前記液晶層と前記第二基板間に、面内あるいは厚さ方向のリタレーションが 20 nm 以上の光学位相補償部材が配置され、

前記第一および第二の偏光板の液晶層側に配置される支持基材は、面内における遅相軸方向の屈折率 n_1 、面内における進相軸方向の屈折率 n_2 、厚さ方向の屈折率 n_3 に対して、 n_1 と n_2 とは異方性であり、 n_2 より大きい n_1 と n_3 とは略等しく、

前記液晶層と前記第二基板間に配置される光学位相補償部材は、 n_1 と n_2 とは異方性であり、 n_1 より小さい n_2 と n_3 とは略等しく、

前記第一および第二の偏光板の液晶層側に配置される支持基材および、前記液晶層と前記第二基板間に配置される光学位相補償部材の面内の遅相軸は、前記第一の偏光板の吸収軸と略平行（小さい方の成す角度が $0^\circ \sim 2^\circ$ ）あるいは略垂直（小さい方の成す角度が $88^\circ \sim 90^\circ$ ）であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】

光入射側の第一の偏光板を備えた第一基板ともう一方の第二の偏光板を備えた第二基板間のそれぞれの吸収軸が略垂直（小さい方の成す角度が $88^\circ \sim 90^\circ$ ）で、液晶分子が前記基板に平行且つ、前記第一の偏光板の吸収軸に略垂直あるいは略平行（小さい方の成す角度が $0^\circ \sim 2^\circ$ ）方向に配向され、前記第一の基板に対して平行な方向に電界を印加することにより前記液晶分子が前記第一の基板に対して平行な面内で回転する液晶層と、前記第一の基板又は前記第二基板のいずれか一方の基板の前記液晶層に近い側に、各画素に対向して一対の電極を有するマトリクス駆動の電極群が設けられ、背面照明装置を有する液晶表示装置であって、

前記第一、第二の偏光板は、偏光層の両側にそれぞれ支持基材を有する偏光板であって、前記支持基材は面内および厚さ方向のリタレーションが 10 nm 以上であり、前記第一、第二の偏光板それぞれの液晶層側に配置される支持基材は、略同等の複屈折性を示し（面内および厚さ方向それぞれのリタレーション差が 20 nm 以下）、前記第一基板と前記液晶層間に、面内あるいは厚さ方向のリタレーションが 20 nm 以上の光学位相補償部材が配置され、

前記第一および第二の偏光板の液晶層側に配置される支持基材は、面内における遅相軸方向の屈折率 n_1 、面内における進相軸方向の屈折率 n_2 、厚さ方向の屈折率 n_3 に対して、 n_1 と n_2 とは異方性であり、 n_2 より大きい n_1 と n_3 とは略等しく、

前記第一基板と前記液晶層間に配置される光学位相補償部材は、 n_1 と n_2 とは異方性であり、 n_2 より大きい n_1 と n_3 とは略等しく、

前記第一および第二の偏光板の液晶層側に配置される支持基材および、前記第一基板と

10

20

30

40

50

前記液晶層間に配置される光学位相補償部材の面内の遅相軸は、前記第一の偏光板の吸収軸と略平行（小さい方の成す角度が $0^{\circ} \sim 2^{\circ}$ ）あるいは略垂直（小さい方の成す角度が $88^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ）であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】

光入射側の第一の偏光板を備えた第一基板ともう一方の第二の偏光板を備えた第二基板間のそれぞれの吸収軸が略垂直（小さい方の成す角度が $88^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ）で、液晶分子が前記基板に平行且つ、前記第一の偏光板の吸収軸に略垂直あるいは略平行（小さい方の成す角度が $0^{\circ} \sim 2^{\circ}$ ）方向に配向され、前記第一の基板に対して平行な方向に電界を印加することにより前記液晶分子が前記第一の基板に対して平行な面内で回転する液晶層と、前記第一の基板又は前記第二基板のいずれか一方の基板の前記液晶層に近い側に、各画素 10
 に対向して一対の電極を有するマトリクス駆動の電極群が設けられ、背面照明装置を有する液晶表示装置であって、

前記第一、第二の偏光板は、偏光層の両側にそれぞれ支持基材を有する偏光板であって、前記支持基材は面内および厚さ方向のリタレーションが 10 nm 以上であり、前記第一、第二の偏光板それぞれの液晶層側に配置される支持基材は、略同等の複屈折性を示し（面内および厚さ方向それぞれのリタレーション差が 20 nm 以下）、前記液晶層と前記第二基板間に、面内あるいは厚さ方向のリタレーションが 20 nm 以上の光学位相補償部材が配置され、

前記第一および第二の偏光板の液晶層側に配置される支持基材は、面内における遅相軸方向の屈折率 n_1 、面内における進相軸方向の屈折率 n_2 、厚さ方向の屈折率 n_3 に対して、 n_1 と n_2 とは異方性であり、 n_2 より大きい n_1 と n_3 とは略等しく、 20

前記液晶層と前記第二基板間に配置される光学位相補償部材は、 n_1 と n_2 とは異方性であり、 n_2 より大きい n_1 と n_3 とは略等しく、

前記第一および第二の偏光板の液晶層側に配置される支持基材および、前記液晶層と前記第二基板間に配置される光学位相補償部材の面内の遅相軸は、前記第一の偏光板の吸収軸と略平行（小さい方の成す角度が $0^{\circ} \sim 2^{\circ}$ ）あるいは略垂直（小さい方の成す角度が $88^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ）であ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、液晶ディスプレイに関するもので、特に黒表示時に液晶分子がホモジニアス配向であり、これに横方向の電界を印加することにより光の透過・遮断を制御するインプレーンスイッチングモード（IPS）の液晶表示装置に関し、その視野角特性（特に黒表示及び低階調）の大幅な改善に関するものである。

【背景技術】

【0002】

液晶に印加する電界の方向を基板に対して平行な方向にする方式（以下、横電界方式またはIPSモード）として、1枚の基板上に設けた櫛歯電極を用いた方式が、〔特許文献1〕特公昭63-21907号公報、〔特許文献2〕特開平9-80424号公報、〔特許文献3〕特開2001-056476号公報に提案されている。この方式により、液晶分子は主に基板に対して平行な面内で回転するので、斜めから見た場合の電界印加時と非印加時における複屈折率の度合の相違が小さく、視野角が広いことが知られている。 40

【0003】

しかしながら、IPSモードは、液晶自体の複屈折率の変化は小さいものの、偏光板の特性により偏光板の吸収軸からずれた方位の斜め方向から見た場合光が漏れることがわかっていて、このような偏光板の斜め方向の光漏れを無くすために位相差板を用いる方式が〔特許文献4〕特開2001-350022号公報に開示されている。しかしながら、この文献は、基本的には偏光板のみの視野角改善で、VAモードについては液晶の影響を考慮しているが、IPSモードについては液晶層による影響を補償する方式については何ら 50

開示されていない。

【0004】

また、〔特許文献5〕特許公報3204182号には、観察方向により白の色変化が生じるのを解決する手段が開示されている。しかしながら、黒表示特性改善については言及されていない。

【0005】

更に、〔特許文献6〕特許公報2982869号には、黒表示の視野角特性を改善するために、偏光板の一方の内側に位相差板を配置する構成が開示されている。この方式は、偏光板の両側に配置された支持基材TACの影響も考慮しているが、片側に1枚の位相補償では斜め視野角において、十分に黒が沈まないばかりか、液晶層の波長分散による色付きを低減する構成にはなっていないことが、我々の検討で判明した。また、我々の本発明である黒表示時の液晶分子の配向軸（遅相軸）が入射側の偏光板の吸収軸に平行か、垂直かによる位相補償の違いについては開示されていない。前述した公知例では、視野角特性を輝度特性のみで議論しており、この色変化への対処法は何ら開示されていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特公昭63-21907号公報

【特許文献2】特開平9-80424号公報

【特許文献3】特開2001-056476号公報

【特許文献4】特開2001-350022号公報

【特許文献5】特許公報3204182号

【特許文献6】特許公報2982869号

【特許文献7】特開平2005-3733号公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】応用物理学会光学懇話会編 「結晶光学」森北出版株式会社出版 1984年第1版第4刷発行、第5章p102～p163

【非特許文献2】J. Opt.Soc.Am. の論文タイトル“Optical in Stratified and Anisotropic Media: 4x4-Matrix Formulation” D. W. Berreman著 1972年、volume62、NO4、p502～p510

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

解決しようとする問題点は、黒表示時において液晶分子がホモジニアス配向であり、これに横方向の電界を印加することにより光の透過・遮断を制御するインプレーンスイッチング（IPS）モードの液晶表示装置において、斜め方向において輝度上昇と色付きが生じる点である。

【0009】

IPSモードは、水平方向にホモジニアスな配向をした液晶分子と、吸収軸が画面正面に対して上下と左右の方向をさして直交するように配置した2枚の偏光板を用いており、上下左右方向から画面を斜めに見るときには、2枚の偏光板の吸収軸は直交して見る位置関係にあり、ホモジニアス配向の液晶分子と一方の偏光板吸収軸は平行であるため、十分に黒輝度を小さくできる。これに対して方位角45°の方向から画面を斜めに見ると、2枚の偏光板の吸収軸の成す角度が90°からずれるため、透過光が複屈折を生じ光が漏れるために十分に黒輝度を小さくできない。更には、波長により斜め方向の光漏れ量が異なり、色付きを生じる。そこで、本発明は、IPSモードにおいて黒表示についても、全方位のあらゆる角度で良好な表示を得るために、斜め方向から見た際の黒表示の輝度上昇と色付きを共に低減する手段を提供することを目的とする。さらに、IPSモードは、正面から見た際、特に黒表示時において、面内表示むらやコントラスト比低下が生じやすい問

10

20

30

40

50

題を有する。本発明は、光学位相補償技術を用いてこれらを改善する手段も提供する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、光入射側の第一の偏光板を備えた第一基板ともう一方の第二の偏光板を備えた第二基板間のそれぞれの吸収軸が略垂直（小さい方の成す角度が $88^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ）で、液晶分子が前記基板に平行且つ、前記第一の偏光板の吸収軸に略垂直あるいは略平行（小さい方の成す角度が $0^{\circ} \sim 2^{\circ}$ ）方向に配向され、前記第一の基板に対して平行な方向に電界を印加することにより前記液晶分子が前記第一の基板に対して平行な面内で回転する液晶層と、前記第一の基板又は前記第二基板のいずれか一方の基板の前記液晶層に近い側に、各画素に対向して一对の電極を有するマトリクス駆動の電極群が設けられ、背面照明装置を有する液晶表示装置であって、前記第一、第二の偏光板は、偏光層の両側にそれぞれ支持基材を有する偏光板であって、前記支持基材は複屈折性を有し（面内および厚さ方向のリタレーションが 10nm 以上）、前記第一あるいは第二基板の前記液晶層側に複屈折性を有する光学部材あるいは膜が配置され、前記光学部材あるいは膜が配置された基板に接する前記偏光板支持基材と、前記光学部材あるいは膜を積層すると、屈折率が略等方性（面内および厚さ方向のリタレーションが 10nm 以下）であること、あるいは、光入射側の第一の偏光板を備えた第一基板ともう一方の第二の偏光板を備えた第二基板間のそれぞれの吸収軸が略垂直（小さい方の成す角度が $88^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ）で、液晶分子が前記基板に平行且つ、前記第一の偏光板の吸収軸に略垂直あるいは略平行（小さい方の成す角度が $0^{\circ} \sim 2^{\circ}$ ）方向に配向され、前記第一の基板に対して平行な方向に電界を印加することにより前記液晶分子が前記第一の基板に対して平行な面内で回転する液晶層と、前記第一の基板又は前記第二基板のいずれか一方の基板の前記液晶層に近い側に、各画素に対向して一对の電極を有するマトリクス駆動の電極群が設けられ、背面照明装置を有する液晶表示装置であって、前記第一、第二の偏光板は、偏光層の両側にそれぞれ支持基材を有する偏光板であって、前記支持基材は複屈折性を有し（面内および厚さ方向のリタレーションが 10nm 以上）、前記第一、第二の偏光板それぞれの液晶層側に配置される支持基材は、略同等の複屈折性を示し（面内および厚さ方向それぞれのリタレーション差が 20nm 以下）、前記液晶層と前記第二基板間に、複屈折性を有する（面内あるいは厚さ方向のリタレーションが 20nm 以上）光学位相補償部材が配置されることを特徴とする。

【0011】

その他の手段は、実施例で詳細に説明する。

【発明の効果】

【0012】

本発明の液晶表示装置は、偏光板，液晶層，光学位相補償部材による構成、およびそれぞれの光学位相補償部材の位相差を規定することにより、斜め視野における液晶層の影響を低減し、斜め方向の黒輝度および色付きの低減を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。

【図2】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。

【図3】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。

【図4】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。

【図5】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。

【図6】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。

【図7】本発明の液晶表示装置を説明するための定義図である。

【図8】本発明の液晶表示装置を説明するための一般的なポアンカレ球表示である。

【図9】本発明の液晶表示装置を説明するための概念図である。

【図10】本発明の液晶表示装置を説明するためのポアンカレ球表示である。

【図11】本発明の液晶表示装置を説明するためのポアンカレ球表示である。

【図12】本発明の液晶表示装置を説明するためのポアンカレ球表示である。

10

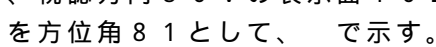
20

30

40

50

- 【図 1 3】本発明の液晶表示装置を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 1 4】本発明の液晶表示装置を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 1 5】本発明の液晶表示装置を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 1 6】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。
- 【図 1 7】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 1 8】本発明に用いた光学シミュレーション手法を説明するための概念図である。
- 【図 1 9】本発明に用いた光学シミュレーション手法を説明するための概念図である。
- 【図 2 0】本発明の液晶表示装置の一実施例の特性図である。
- 【図 2 1】本発明の液晶表示装置の一実施例の特性図である。
- 【図 2 2】本発明の液晶表示装置の一実施例の特性図である。 10
- 【図 2 3】本発明の液晶表示装置の一実施例の特性図である。
- 【図 2 4】本発明の液晶表示装置を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 2 5】本発明の液晶表示装置の一実施例の特性図である。
- 【図 2 6】本発明の液晶表示装置の一実施例の特性図である。
- 【図 2 7】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。
- 【図 2 8】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 2 9】本発明の液晶表示装置の一実施例の特性図である。
- 【図 3 0】本発明の液晶表示装置の一実施例の特性図である。
- 【図 3 1】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。
- 【図 3 2】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。 20
- 【図 3 3】本発明の液晶表示装置の一実施例の特性図である。
- 【図 3 4】本発明の液晶表示装置の一実施例の特性図である。
- 【図 3 5】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。
- 【図 3 6】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 3 7】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 3 8】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。
- 【図 3 9】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 4 0】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。
- 【図 4 1】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 4 2】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。 30
- 【図 4 3】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 4 4】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 4 5】本発明の液晶表示装置の一実施例を示した構成図である。
- 【図 4 6】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 4 7】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 4 8】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 4 9】本発明の液晶表示装置の一実施例を説明するためのポアンカレ球表示である。
- 【図 5 0】本発明の液晶表示装置の一実施例の特性図である。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0 0 1 4】 40
以下、本発明の内容を具体的に説明する。
- 【0 0 1 5】
液晶 TV が台頭するなか、自発光でない液晶ディスプレイは、白表示時は、如何に照明装置からの光を透過し、黒表示時は如何に光を遮断するかが重要である。本発明は、特に黒表示の斜めから見たときに輝度低減と同時に如何に色付きを無くすかに関するものである。
- 【0 0 1 6】
まず、黒表示時に斜め方向から見た場合、なぜ輝度が上昇し、色付きが生じるかについて説明する前に、図 7 を用いて定義を示す。照明装置からの光 6 0 が入射し、液晶素子で光が変調され、表示面 1 0 D から光が出射するとき、表示面 1 0 D の法線方向 8 0 N、水 50

平方向を70H、垂直上下方向を70Vとし、視認方向80Vをとると、視野角82を、視認方向80Vの表示面10Dへの射影を80Aとすると、水平方向70Hとの成す角を方位角81として、で示す。

【0017】

次に、直交する一对の偏光板において、視野角 θ 、方位角 ϕ を、 $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$ 、 $0^\circ \leq \phi < 180^\circ$ として、光漏れの理由について考える。図9の左図に示すように2枚の偏光板の吸収軸11CAと12CA（又は透過軸11CT, 12CT）を直交させた場合、偏光板の法線方向から入射した光は、入射側の偏光板で直線偏光になり、出射側の偏光板により吸収され、黒表示をすることができる。一方、図9の右図に示すように、斜め方向から見た場合（ $0^\circ < \theta < 90^\circ$, $0^\circ < \phi < 180^\circ$ ）は、反対側の偏光板の透過軸と平行な成分を有し、反対側の偏光板で光が完全には遮断されずに光漏れを生じる。更に、直交する偏光板間に平行配向の液晶層が配置された場合、液晶層の配向軸が入射側偏光板の吸収軸に平行であれば液晶層の影響を受けないが、液晶層の配向軸がずれる若しくは2枚の偏光板が直交からずれると液晶層の影響を受けることが我々の検討で判明した。

10

【0018】

これらの偏光状態を理解するためには、ポアンカレ球表示を使用すると非常に分かり易い。ポアンカレ球表示については、〔非特許文献1〕応用物理学会光学懇話会編「結晶光学」森北出版株式会社出版 1984年第1版第4刷発行、第5章p102～p163に開示されている。ストークスパラメータ S_0, S_1, S_2, S_3 は、光の進行方向に対し垂直な面で x, y 軸をとり、その電界振幅をそれぞれ E_x, E_y とし、 E_x と E_y の相対的位相差を $\delta = \phi_y - \phi_x$ とすると、

20

(数1)

$$S_0 = \langle |E_x|^2 \rangle + \langle |E_y|^2 \rangle$$

$$S_1 = \langle |E_x|^2 \rangle - \langle |E_y|^2 \rangle$$

$$S_2 = \langle 2E_x E_y \cos \delta \rangle$$

$$S_3 = \langle 2E_x E_y \sin \delta \rangle$$

と表され、完全偏光の場合 $S_0^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2$ となる。また、これをポアンカレ球上に表示すると、図8に示すようになる。つまり、空間直交座標系の各軸に S_1, S_2, S_3 軸を取り、偏光状態を表す S 点は、強度 S_0 の半径とする球面上に位置する。ある偏光状態 S の点を取り、緯度 L_a 及び経度 L_o を用いて表示すると、完全偏光の場合、 $S_0^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2$ であるため、半径1の球を考え、

30

(数2)

$$S_1 = \cos L_a \cos L_o$$

$$S_2 = \cos L_a \sin L_o$$

$$S_3 = \sin L_a$$

となる。ここで、ポアンカレ球上では、上半球は右回りの偏光、下半球は左回りの偏光、赤道は直線偏光、上下両極はそれぞれ右円偏光、左円偏光が配置される。

【0019】

図9の状態をポアンカレ球上で考えると図10に示すようになる。ここで、図10は、方位角 $\phi = 45^\circ$ 、 $\theta = 60^\circ$ で見た場合で、右図は $S_1 - S_2$ 面への、左図は $S_1 - S_3$ 面への射影を示す。光の入射側の偏光透過軸12CTの偏光状態は200T、吸収軸12CAに偏光成分を持つ直線偏光は200A、出射側の偏光透過軸11CTは201T、吸収軸11CAに偏光成分を有する直線偏光は201Aで示される。つまり、200Tと201Aの距離311が光漏れとなる。従って、200Tの偏光状態を201Aの偏光状態へ、変換300を行うことで光漏れをなくすことができる事がわかる。

40

【0020】

図10は、偏光層のみの理想状態を考えたが、通常の偏光板は、偏光層の両側に支持基材が配置されており、その支持基材が通常トリアセチルセルローズ(TAC)からなり、面内の位相差が殆ど無いが、厚み方向にリタレーション $R \cdot h$ をもっている。ここで、支持基材の面内の遅相軸を x 軸方向に平行とし、 x, y 軸方向それぞれの屈折率を n_x, n_y

50

y、厚さ方向の屈折率を n_z 、厚さ h とすると、
(数 3)

$$R \cdot h = ((n_x + n_y) / 2 - n_z) \cdot h$$

として表される。

【0021】

このリタデーション $R \cdot h$ により、垂直入射では偏光状態に影響を受けないが斜め入射時に支持基材の影響を受けて偏光状態が変化する。ここで、図3に示す光学的な層構成で偏光状態の変化を考える。液晶層15の両側に偏光板11, 12が配置され、入射側偏光板12の内側には支持基材12B、出射側偏光板11は内側に支持基材11Bが配置されている。ここで、液晶の配向軸15Sは、入射側偏光板12の吸収軸12CAに平行、透過軸12CTに垂直で、出射側偏光板11の吸収軸11CAに垂直、透過軸11CTに平行に配置し、これをo-modeと呼び、図5に示すように上下偏光板の軸が90°回転している場合、つまり、液晶の配向軸15Sは、入射側偏光板12の吸収軸12CAに垂直、透過軸12CTに平行で、出射側偏光板11の吸収軸11CAに平行、透過軸11CTに垂直に配置した場合をe-modeと呼ぶ。また、通常は、偏光層11C, 12Cの外側に図1, 図2に示すように支持基材11A, 12Aが配置されるが偏光状態を考える上では必要ないために省略した。この図3の構成について、ポアンカレ球上で偏光状態の変化を図11の左図を用いて考える。ここで、液晶層15の屈折率異方性 n_{LC} 、そのギャップを d_{LC} とし、その積 $n_{LC} \cdot d_{LC}$ をリタデーションと称する。また、以下断りが無い場合には、各物性値は波長550nm光の値として考える。図10と同様に方位角 = 45°, 視野角 = 60°から見た場合の光について考えると、偏光層12Cの透過軸12CTを透過した光の偏光状態は200Tとなり、支持基材12Bのリタデーション $R_1 \cdot h_1$ によりS1軸を-1側から見て時計回りにリタデーション $R_1 \cdot h_1$ 分回転し、偏光状態202の左回りの楕円偏光に変換される。更に、液晶層15により、200Tの点を中心に時計回りに液晶層のリタデーション $n_{LC} \cdot d_{LC}$ 分回転301し、偏光状態203の右回りの楕円偏光に変換される。更に、出射側偏光板11の支持基材11Bのリタデーション $R_2 \cdot h_2$ により、S1軸を-1側から見て時計回りにリタデーション $R_2 \cdot h_2$ 分回転し、偏光状態204の右回りの楕円偏光に変換される。ここで、出射側の偏光層11Cの吸収軸11CAに一致する偏光状態は201Aであり、偏光状態204と201Aの距離310分だけ光が漏れることになる。

【0022】

更には、図11の左図では、550nmの光について考えたが、図11の右図で図4の構成について、可視光領域は380nm~780nmであるので、略等価である400nm~700nmの光について考える。図10と同様に方位角 = 45°, 視野角 = 60°から見た場合の光について考えると、偏光層12Cの透過軸12CTを透過した光の偏光状態は200Tとなり、支持基材12Bのリタデーション $R_1 \cdot h_1$ によりS1軸を-1側から見て時計回りにリタデーション $R_1 \cdot h_1$ 分回転し、偏光状態212の左回りの楕円偏光に変換される。ここで、偏光状態212の直線の長さは、波長によりリタデーションが異なるため、光の波長より異なる偏光状態に変換される事を示す。更に、液晶層15により、200Tの点を中心に時計回りに液晶層のリタデーション $n_{LC} \cdot d_{LC}$ 分回転し、波長により広がりのある偏光状態213の楕円偏光に変換される。図からも分かるように短波長では左回りの楕円偏光で、長波長では右回りの楕円偏光となる。更に、出射側偏光板11の支持基材11Bのリタデーション $R_2 \cdot h_2$ により、S1軸を-1側から見て時計回りにリタデーション $R_2 \cdot h_2$ 分回転し、偏光状態214の楕円偏光に変換される。ここで、出射側の偏光層11Cの吸収軸11CAに一致する偏光状態は201Aであり、偏光状態214と201Aの距離の分だけ光が漏れ、波長により光の漏れ量が異なることが分かった。従って、斜めから見た場合色付きが生じることが理解できる。

【0023】

以上より、IPSモード液晶表示装置の黒表示時における斜め視角の光漏れ、色付きは、直交配置の偏光板におけるものとは大きく異なることが分かる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

また、この考え方に基づくと、色付きに最も寄与するのは液晶層による偏光状態変化であることが分かる。つまり、光学位相補償部材により、黒表示時の斜め視角における液晶層の影響を低減しながら、斜め方向における光漏れを低減することが課題となる。本発明は、この課題を解決するものである。

【 0 0 2 5 】

本発明を説明する。本発明の液晶表示装置の構成を図 1 に示す。光入射側の第一の偏光板 1 2 を備えた第一基板 1 6 ともう一方の第二の偏光板 1 1 を備えた第二基板 1 4 間のそれぞれの吸収軸が略垂直（小さい方の成す角度が $88^\circ \sim 90^\circ$ ）に配置し、液晶層 1 5 の液晶分子が前記基板 1 4、1 6 に平行な方向に配向され、第一の基板 1 6 に対して平行な方向に電界を印加することにより液晶分子が前記第一の基板 1 6 に対して平行な面内で回転する液晶層 1 5 が 2 枚の基板 1 4、1 6 間に挟持されている。また、偏光板 1 1 および 1 2 の液晶層側の支持基材 1 1 B、1 2 B は複屈折性を有する。更に、第一の基板 1 6 又は第二基板 1 4 のいずれか一方の基板の液晶層 1 5 に近い側に、各画素に対向して一对の電極を有するマトリクス駆動の電極群が設けられ、背面に照明装置 5 0 が配置されている。図 1 左は、液晶層 1 5 の光軸が入射側偏光板 1 2 の吸収軸に平行、透過軸に垂直な o-mode の場合を示している。この場合、図 1 左のように光学位相補償部材 1 3 が液晶層 1 5 と第二の偏光板 1 1 間に挟持される。また、第一の偏光板の液晶層側の支持基材 1 2 B と液晶層 1 5 間に光学位相補償部材 1 7 が配置される。さらに、偏光板支持基材 1 2 B と光学位相補償部材 1 7 を積層すると、屈折率は略等方性となる。

【 0 0 2 6 】

図 1 は偏光板支持基材 1 1 A、1 2 A および基板 1 4、1 6 を含むが、これらは偏光状態を考える場合、無視できる。これらを省略し、各部材の軸方向を明示した光学的構成図を考えると図 4 のようになる。このような光学的構成において、斜め方向からの光漏れを光学位相補償部材 1 3 および 1 7 により低減する方法を考える。

【 0 0 2 7 】

図 1 2、図 1 3 にポアンカレ球を用いて偏光状態変化を示す。第一の偏光板 1 2 に対し斜め入射した光の偏光状態は、前述した通り 2 0 0 T のように表される。図 4 の構成では、偏光板支持基材 1 2 B が複屈折性を有するが、この影響は光学位相補償部材 1 7 により打ち消されるため、入射光は偏光状態 2 0 0 T を保ったまま、液晶層 1 5 に入射する。ここで、液晶層 1 5 に封入される液晶分子の面内における遅相軸を x 軸方向に平行とし、x、y 軸方向の屈折率をそれぞれ n_x 、 n_y 、厚さ方向の屈折率を n_z 、面内リタデーションを $n \cdot dr$ とすると、

(数 4)

$$n_x > n_y \quad n_z$$

$$n \cdot dr = (n_x - n_y) \cdot dr$$

であり、このように面内においてのみ屈折率異方性を持ち、厚さ方向の屈折率が面内屈折率の小さいものと略等しい媒体をポジティブ a-plate と呼ぶことにし、今後ポジティブ a-plate のリタデーションとは面内のリタデーションを指すことにする。ポジティブ a-plate に直線偏光が入射した場合の偏光状態変化は、ポアンカレ球上では、屈折率の大きい主軸（今の場合 y 方向）、つまり遅相軸を軸とした回転変換で表される。今考えている図 4 の光学的構成では、第一の偏光板 1 2 の吸収軸と液晶層 1 5 の遅相軸 1 5 S が一致しているため、ポアンカレ球上の回転変換は図 1 2 のように考えられる。つまり、第一の偏光板 1 2 透過後の偏光状態 2 0 0 T に対して、液晶層 1 5 の遅相軸 4 0 1 を軸として回転変換 3 0 1 がなされる。よって、第一の偏光板吸収軸 1 2 C A と液晶層 1 5 の遅相軸 1 5 S の方向が高精度で一致していれば、液晶層 1 5 透過前後で偏光状態は変化しない。

【 0 0 2 8 】

次に、光学位相補償部材 1 3 および第二の偏光板支持基材 1 1 B 透過前後の偏光状態変化について考える。図 1 3 に示すように、液晶層 1 5 透過後の偏光状態 2 0 0 T を第二の偏光板吸収軸方向 1 1 C A の直線偏光状態 2 0 1 A に変換すればよいことが理解できる。

【 0 0 2 9 】

つまり、o - modeの場合、図 4 のように、第一の偏光板支持基材 1 2 B の複屈折性を第一の偏光板支持基材 1 2 B と液晶層 1 5 間に配置した光学位相補償部材 1 7 により打ち消し、液晶層 1 5 と第二の偏光板の偏光層 1 1 C 間に光学位相補償部材 1 3 を配置することにより、斜め入射光に対し液晶層の影響を排し、光漏れを低減することが可能となる。液晶層の影響がないため前述したように、斜め入射光に対し、色付きと光漏れ双方を低減できることとなる。

【 0 0 3 0 】

次に、図 1 右の e - mode の場合を考える。この場合、図 1 右のように光学位相補償部材 1 3 が第一の偏光板 1 2 と液晶層 1 5 間に挟持される。また、液晶層 1 5 と第二の偏光板の液晶層側の支持基材 1 1 B 間に光学位相補償部材 1 7 が配置される。さらに、偏光板支持基材 1 1 B と光学位相補償部材 1 7 を積層すると、屈折率は略等方性となる。

10

【 0 0 3 1 】

図 6 に光学的構成を示す。この場合の偏光状態変化をポアンカレ球により図 1 4 , 図 1 5 に示す。図 1 4 は、第一の偏光板支持基材 1 2 B および光学位相補償部材 1 3 透過前後の偏光状態変化を示している。このように e - mode の場合、液晶層 1 5 に光が入射する前に、第一の偏光板 1 2 透過後の偏光状態 2 0 0 T から第二の偏光板吸収軸方向 1 1 C A の直線偏光状態 2 0 1 A へ変換する。これにより、液晶層の遅相軸 1 5 S 方向と液晶層 1 5 に入射する光の偏光方向を一致させることができる。この場合、前述したように液晶層 1 5 透過前後の偏光状態変化は図 1 5 に示すようになる。つまり、液晶層 1 5 の影響を排したことになる。

20

【 0 0 3 2 】

つまり、e - mode の場合、図 6 のように、第二の偏光板支持基材 1 1 B の複屈折性を液晶層 1 5 と第二の偏光板支持基材 1 1 B 間に配置した光学位相補償部材 1 7 により打ち消し、第一の偏光板の偏光層 1 2 C と液晶層 1 5 間に光学位相補償部材 1 3 を配置することにより、斜め入射光に対し液晶層の影響を排し、光漏れを低減することが可能となる。液晶層の影響がないため前述したように、斜め入射光に対し、色付きと光漏れ双方を低減できることとなる。

【 0 0 3 3 】

更に、図 1 3 および図 1 4 から、光学位相補償部材 1 3 による偏光状態変化は、方向を逆とするだけで良い。よって、o - mode , e - mode それぞれの場合に対して、図 1 のように適切な層構成をとり、更に光学位相補償部材 1 3 それぞれの軸を適切に設定すると、光学位相補償部材 1 3 の仕様（光学位相補償部材の種類，構成，リタレーション）が同じならば、o - mode の場合と e - mode の場合で黒表示時の視野角特性は略等しくなる。

30

【 0 0 3 4 】

図 4 および図 6 では、偏光板支持基材および光学位相補償部材の軸配置に関しては、特に規定していないが、正面から液晶表示装置を見た際のコントラスト比を考えると、これらの遅相軸は、偏光板の吸収軸と垂直あるいは平行が望ましい。また、図 1 では、偏光板支持基材の複屈折性を打ち消す光学位相補償部材 1 7 は、液晶層と基板間に配置されているが、図 4 および図 6 の光学的構成が満たされれば、偏光板と基板間に配置されてもよい。

40

【 0 0 3 5 】

図 1 を用いてここまで述べた考え方は、斜め視角における液晶層の影響を完全に排することができ、視角特性は良好であるが、第一基板 1 6 側の光学部材構成と第二基板 1 4 側の光学部材（偏光板，光学位相補償部材）構成が異なり、構成が複雑となる欠点を有する。通常、偏光板と光学位相補償部材は貼り合わせた状態で用いる。例えば、図 1 左の構成では、まず第二の偏光板と光学位相補償部材 1 3 を貼り合わせたものを製造し、これを第二基板 1 4 に貼り合わせる。よって、図 1 のように第一の偏光板と第一基板、あるいは、第二基板と第二の偏光板間に光学位相補償部材 1 3 が配置される構成では、光学部材の貼り合わせ工程が増加する。また、第一基板 1 6 側と第二基板 1 4 側で光学部材構成が異な

50

るため、それぞれを独立に製造することとなり、生産性も悪い。これらを解決する構成を図2に示す。

【0036】

図2において、第一および第二の偏光板の液晶層側の支持基材12Bと11Bは、略同等の光学特性を有する。図1と異なり、第一の偏光板12と第一基板16間、あるいは、第二基板14と第二の偏光板11間に光学位相補償部材が配置されない。図2左のように、第一基板16と液晶層15間、あるいは図2右のように、液晶層15と第二基板14間に配置された光学位相補償部材17と、第一および第二の偏光板の液晶層側の支持基材12Bおよび11Bの光学特性により、前述した偏光状態変化を成すものである。当然、光学位相補償部材17は、第一基板16と液晶層15間、液晶層15と第二基板14間双方に配置されてもよい。特に、偏光板支持基材12Bおよび11Bとして、斜め視角における液晶層の複屈折性を打ち消す光学特性を有する媒体を選択すると、図1を用いて前述した考え方も実現でき、視角特性良好となる。

10

【0037】

以上述べた考え方の詳細な例は、以下実施例に示す。

【0038】

[実施例]

以下に具体的な実施例を示して、本発明の内容をさらに詳細に説明する。以下の実施例は本発明の内容の具体例を示すものであり、本発明がこれらの実施例に限定されるものではない。なお、本実施例においては、〔非特許文献2〕J. Opt. Soc. Am. の論文タイトル “Optical in Stratified and Anisotropic Media: 4×4-Matrix Formulation” D. W. Berr eman 著 1972年、volume 62、N04、p502～p510 に開示されている4×4マトリクス方法を用いた光学シミュレーションを用いて数値計算し検討した結果も含まれる。ここで、シミュレーションにおいては、通常のバックライトに使用されている3波長冷陰極間の分光特性、R、G、Bのカラーフィルタの分光透過特性、偏光板偏光層としては、日東電工製1224DUの分光特性を使用した。さらに、液晶層に含まれる液晶分子としては、異常光屈折率1.573、常光屈折率1.484のネマティック液晶を想定し、液晶層の厚みは3.9μmとした。また、光学位相補償部材の波長分散はポリカーボネート(PC)、ポリスチレン、ノルボルネン系材料等、あるいは液晶性高分子材料のものを用いたがこれらに限定されるものではない。また、本発明では、第一基板と第二基板間に光学位相補償部材を配置することも想定しているが、このような技術は例えば、〔特許文献7〕特開平2005-3733号公報等において開示されている。我々の検討によると、このような技術の課題の一つは表面の平坦性にある。第一基板と第二基板間に光学位相補償部材を配置した場合、光学位相補償部材の表面に凹凸があると、これが液晶層厚みのばらつきとなり、面内表示むらやコントラスト低下を招く。しかし、我々の検討によると、〔特許文献3〕特開2001-056476号公報で提案されているようなフリッジフィールド電界を用いたIPSモードでは、液晶層厚みばらつきに対して、面内表示むらやコントラスト低下が生じにくいいため、第一基板と第二基板間に光学位相補償部材を配置する技術と容易に組み合わせることが可能である。

20

30

【0039】

また、実施例中で用いる垂直、90°といった表現は、完全な垂直を意味しているわけではなく、略垂直あるいは小さい方のなす角度が88°～90°と読み替えても話の本質には何ら影響するものではない。平行といった表現についても同様である。

40

【0040】

液晶セルや電極構造、基板、偏光板の偏光層、及び照明装置はIPSとして従来から用いられるものがそのまま適用できる。本発明は、光学部材の仕様、構成に関するものである。

【0041】

更に、液晶層に対して電圧無印加時における液晶層光軸の基板に対する小さい方の角度(プレティルト角)は、実施例において示すシミュレーションでは0°としたが、±3°の

50

範囲では本実施例で示した傾向に大きな差は生じなかった。ただし、プレティルト角 0° の場合が最も良好な特性を示した。

【実施例 1】

【0042】

本実施例の構造を図 1 に、o-mode の光学的構成を図 16 に示す。本実施例では、光学位相補償部材 13 として、Nz 係数が 0 より大きく 1 より小さい二軸異方性光学位相補償フィルムを 1 枚用いる。Nz 係数とは屈折率に関して二軸異方性を有する媒体の複屈折性を表現する際、頻繁に用いられる量であり、面内の遅相軸を x 軸方向に平行とし、x, y 軸方向の屈折率をそれぞれ n_x , n_y 、z 軸方向つまり厚さ方向の屈折率を n_z とすると、次式で表される。

(数 5)

$$Nz = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$$

【0043】

ここで、面内屈折率が大きい主軸方向を二軸異方性光学位相補償フィルムの遅相軸と呼ぶこととする。図 16 において、13S が二軸異方性光学位相補償フィルム 13 の遅相軸方向を表している。本実施例では、液晶層 15 の光軸 15S と平行としている。また、今後単に二軸異方性媒体のリタレーションと呼ぶ場合、面内リタレーションを指すこととする。

【0044】

また、第一および第二の偏光板の液晶層側支持基材 12B および 11B は、トリアセチルセルロースで形成されており、面内リタレーションが 1 nm、厚さ方向のリタレーションが 50 nm とする。我々の検討によると、この複屈折性は、厚さ方向のリタレーション 50 nm を有するポジティブ c-plate により、打ち消すことが可能である。そこで、第一基板 16 と液晶層 15 間に配置される光学位相補償部材 17 として、同特性のポジティブ c-plate を選択した。

【0045】

ここで、面内で屈折率が等方性であり、厚さ方向の屈折率が大きいものをポジティブ c-plate と呼ぶこととする。数 3 に従いリタレーション $R \cdot h$ を式で表すと、次のようになる。

(数 6)

$$n_z > n_x \quad n_y$$

$$R \cdot h = (n_z - (n_x + n_y) / 2) \cdot h$$

【0046】

今後、ポジティブ c-plate のリタレーションとは、この厚さ方向のリタレーションを指すものとする。

【0047】

この構成により、図 13 で示した偏光状態変換が可能となる。ポアンカレ球上で偏光状態変化を表すと図 17 のようになる。13P が二軸異方性光学位相補償フィルム 13 による偏光状態変化、11BP が第二の偏光板の液晶層側支持基材 11B による偏光状態変化である。

【0048】

ここで、二軸異方性光学位相補償フィルム 13 のリタレーションにより黒表示時の視野角特性は大きく変化するため、光学シミュレーションによりリタレーションを決定する必要がある。ここで、評価指標を定める必要がある。本発明は、黒表示時に視野角を変化させたときの輝度変化と色変化低減が目的であるため、それぞれの評価指標を導入する。

【0049】

輝度変化の指標としては、視野角を変化させたときの透過率最大値を導入する。ここで透過率とは、入射光波長 400 ~ 700 nm において視感度を考慮して求めたものである。図 18 によりこれを説明する。同図は、光学位相補償フィルムの仕様が異なる三種類の液晶表示装置において、黒表示時の透過率視野角特性を評価したもので、方位角を固定し

10

20

30

40

50

て、極角のみを変化させた場合である。同図により、仕様3が最も輝度変化の特性が良好となる。ここで、それぞれの仕様における透過率最大値を比較しても同様の結果が得られることが分かる。451T1, 451T2, 451T3はそれぞれ仕様1, 2, 3の透過率最大値である。このように、透過率最大値が小さいならば、視野角変化に伴う輝度変化も小さいと言える。

【0050】

次に、色変化の指標としては x, y を導入する。図19に説明図を示す。図19はある光学位相補償フィルム仕様において、黒表示時の色をCIE 1931 x, y 色度座標上にプロットしたものであり、全方位角、全極角方向から見た全ての色度座標をプロットしている。結果として、同図に示す楕円領域が得られる。視野角変化に伴う色変化を低減することは、同図における楕円領域を小さくすることに相当する。そこで、この楕円長軸の長さを評価指標とする。これが x, y である。

10

【0051】

まず、図16において、光学位相補償部材17が配置されず、第一の偏光板の液晶層側の支持基材12Bの複屈折性が打ち消されていない場合について、二軸異方性光学位相補償フィルム13のリタデーションを100nmから300nmまで、Nz係数を-0.3から1まで変化させたときの最大透過率変化を図20, x, y の変化を図21に示す。次に、図16において、光学位相補償部材17が上記の通り、第一の偏光板の液晶層側の支持基材12Bの複屈折性を打ち消すように配置された場合について、同様に最大透過率、

x, y の変化をそれぞれ図22および図23に示す。図20と図22および図21と図23を比較すると、光学位相補償部材17により第一の偏光板の液晶層側の支持基材12Bの複屈折性を打ち消したことによる視野角特性向上効果が理解できる。光学位相補償部材が配置されない場合のIPS液晶表示装置において、黒表示時の最大透過率が2%前後であることを考えると、図22および図23に示した光学位相補償フィルム範囲は、性能良好であると言える。また、本実施例では、図16において、光学位相補償部材17として偏光板支持基材12Bの複屈折性を略完全に打ち消すものを選択したが、両者の面内リタデーションおよび厚さ方向のリタデーション差が30nm以内であれば、光学位相補償部材17を配置しない場合と比較した際の視野角特性向上効果は得られた。

20

【0052】

前述したように、図1左に示すo-modeの場合の構成と、図1右に示すe-modeの場合の構成をとることで、ここで求めた光学位相補償フィルム13のリタデーションに対する黒表示時の視野角特性変化の傾向は略同じである。

30

【実施例2】

【0053】

本実施例の構造を図1、o-modeの光学的構成を図16に示す。本実施例では、光学位相補償部材13として、Nz係数が0より大きく1より小さい二軸異方性光学位相補償フィルムを1枚用いる。図16において、13Sが二軸異方性光学位相補償フィルム13の遅相軸方向を表している。本実施例では、液晶層15の光軸15Sと平行としている。

【0054】

また、第一の偏光板の液晶層側支持基材12Bは、トリアセチルセルロースで形成されており、面内リタデーションが1nm、厚さ方向のリタデーションが50nmとする。そこで、実施例1と同様に、第一基板16と液晶層15間に配置される光学位相補償部材17として、リタデーション50nmを有するポジティブc-plateを選択した。また、本実施例では第二の偏光板の液晶層側支持基材11Bは、複屈折性が無視できるほど小さいものとする。この構成により、図13で示した偏光状態変換が可能となる。ポアンカレ球上で偏光状態変化を表すと図24のようになる。13Pが二軸異方性光学位相補償フィルム13による偏光状態変化である。光学位相補償フィルムのリタデーションおよびNz係数に対する最大透過率および x, y の変化をそれぞれ、図25および図26に示す。図20と図25、図21と図26を比較すると、本実施例で良好な視野角特性が得られることが理解できる。

40

50

【 0 0 5 5 】

本実施例では、図 1 左の構成としたが、図 1 6 の光学的構成が満足されれば、略同様の結果が得られる。つまり、光学位相補償フィルム 1 3 は、同等の複屈折性を示す塗布膜として液晶層 1 5 と第二基板 1 4 間に配置されてもよい。また、第二の偏光板の液晶層側の支持基材 1 1 B を略等方性としたため、図 1 6 の光学的構成においては、支持基材 1 1 B が存在しないと略等価に考えることができる。つまり、本実施例の光学位相補償フィルム 1 3 が、そのまま偏光板支持基材 1 1 B となってもよい。

【 0 0 5 6 】

また、図 1 6 では、光学位相補償フィルム 1 3 の遅相軸 1 3 S が、液晶層 1 5 の光軸 1 5 S と平行としたが、本実施例の構成では垂直であっても略同様の結果が得られる。e - mode に関しても、前述の通りである。

10

【実施例 3】

【 0 0 5 7 】

本実施例の構造を図 1、o - mode の光学的構成を図 2 7 に示す。本実施例では、図 1 における光学位相補償部材 1 3 として、 N_z 係数 < 0.5 の光学位相補償フィルムを 1 枚用いる。また、第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 1 B として、 N_z 係数 > 0.5 の複屈折性を示す媒体を用いる。図 2 7 において、1 3 が N_z 係数 < 0.5 の光学位相補償フィルムであり、1 3 S が同光学位相補償フィルムの遅相軸方向である。さらに、1 1 B が第二の偏光板の液晶層側支持基材であり、 N_z 係数 > 0.5 であり、1 1 B S が遅相軸方向である。それぞれの遅相軸方向は、液晶層 1 5 の遅相軸方向 1 5 S と平行に配置されている。また、第一の偏光板の液晶層側支持基材 1 2 B は、トリアセチルセルロースで形成されており、面内リタレーションが 1 nm 、厚さ方向のリタレーションが 50 nm とする。そこで、実施例 1 と同様に、第一基板 1 6 と液晶層 1 5 間に配置される光学位相補償部材 1 7 として、リタレーション 50 nm を有するポジティブ c - plate を選択した。

20

【 0 0 5 8 】

この構成により、図 1 3 で示した偏光状態変換が可能となる。ポアンカレ球上で偏光状態変化を表すと図 2 8 のようになる。1 3 P が光学位相補償フィルム 1 3 による偏光状態変化であり、1 1 B P が第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 1 B による偏光状態変化である。我々の検討によると、光学位相補償部材 1 3 が N_z 係数 < 0.5 の複屈折性を有し、第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 1 B が、 N_z 係数 > 0.5 の複屈折性を有する条件が満たされれば、図 2 8 のような偏光状態変化が生じる。両者の N_z 係数の組み合わせにより、最適リタレーションが異なることは、図 2 8 から理解できる。我々の検討によると、両者の最適リタレーションは $20 \text{ nm} \sim 200 \text{ nm}$ の範囲に含まれることが分かった。

30

【 0 0 5 9 】

一例として、図 2 7 において、光学位相補償部材 1 3 を $N_z = -1$ 、第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 1 B を $N_z = 1$ とした場合の最大透過率、 $x y$ のリタレーション依存をそれぞれ図 2 9、図 3 0 に示す。上記のリタレーション範囲で良好な視野角特性が得られることが理解できる。

【 0 0 6 0 】

本実施例では、図 2 7 のように、光学位相補償フィルム 1 3 および偏光板支持基材 1 1 B の遅相軸 1 3 S、1 1 B S を液晶層の光軸 1 5 S と平行としたが、我々の検討によると、遅相軸 1 3 S、1 1 B S は液晶層の光軸 1 5 S と直交関係にあっても図 2 8 と等価な偏光状態変化が可能である。ただしこの場合、光学位相補償フィルム 1 3 が N_z 係数 > 0.5 、偏光板支持基材 1 1 B が N_z 係数 < 0.5 である必要がある。e - mode の場合は、前述したようにこれらの関係が逆となる。

40

【 0 0 6 1 】

また本実施例では、図 2 8 の偏光状態変換を光学位相補償フィルム 1 3 と第二の偏光板支持基材 1 1 B の複屈折性により実現したが、二枚の光学位相補償フィルムにより実現してもよい。第二の偏光板支持基材 1 1 B が光学的に略等方性であれば、光学的には本実施例と全く同様と考えてよい。また、一般に偏光板支持基材が有する複屈折性は小さいため

50

、実施例のように本斜め視角における液晶層の複屈折性の影響を排した場合は、図1における光学位相補償部材13が満たすべき特性は、略同等である。

【実施例4】

【0062】

本実施例の構造を図1、o-modeの光学的構成を図31に示す。本実施例では、図1における光学位相補償部材13として、 N_z 係数 = 0.75 の光学位相補償フィルムを1枚用いる。また、第二の偏光板の液晶層側支持基材11Bとして、 N_z 係数 = 0.25 の複屈折性を示す媒体を用いる。図31において、13が N_z 係数 = 0.75の光学位相補償フィルムであり、13Sが同光学位相補償フィルムの遅相軸方向である。さらに、11Bが第二の偏光板の液晶層側支持基材であり、 N_z 係数 = 0.25 であり、11BSが遅相軸方向である。それぞれの遅相軸方向は、液晶層15の遅相軸方向15Sと平行に配置されている。また、第一の偏光板の液晶層側支持基材12Bは、トリアセチルセルロースで形成されており、面内リタレーションが1nm、厚さ方向のリタレーションが50nmとする。そこで、実施例1と同様に、第一基板16と液晶層15間に配置される光学位相補償部材17として、リタレーション50nmを有するポジティブc-plateを選択した。

【0063】

この構成により、図13で示した偏光状態変換が可能となる。ポアンカレ球上で偏光状態変化を表すと図32のようになる。13Pが光学位相補償フィルム13による偏光状態変化であり、11BPが第二の偏光板の液晶層側支持基材11Bによる偏光状態変化である。我々の検討によると、光学位相補償部材13が $0.6 < N_z < 0.9$ の複屈折性を有し、第二の偏光板の液晶層側支持基材11Bが、 $0.1 < N_z < 0.4$ の複屈折性を有する条件が満たされれば、図32のような偏光状態変化が生じる。両者の最適リタレーションは270nm近傍であることは、図32から理解できる。

【0064】

本実施例における光学位相補償フィルム13および第二の偏光板支持基材11Bのリタレーションと最大透過率、 x yの関係それぞれ、図33および図34に示す。リタレーション270nm近傍で良好な視野角特性が得られることが理解できる。

【0065】

本実施例では、図31のように、光学位相補償フィルム13および偏光板支持基材11Bの遅相軸13S、11BSを液晶層の光軸15Sと平行としたが、我々の検討によると、遅相軸13S、11BSは液晶層の光軸15Sと直交関係にあっても図32と等価な偏光状態変化が可能である。ただしこの場合、光学位相補償フィルム13が N_z 係数 0.25、偏光板支持基材11Bが N_z 係数 0.75である必要がある。e-modeの場合は、前述したようにこれらの関係が逆となる。

【0066】

また本実施例では、図32の偏光状態変換を光学位相補償フィルム13と第二の偏光板支持基材11Bの複屈折性により実現したが、二枚の光学位相補償フィルムにより実現してもよい。第二の偏光板支持基材11Bが光学的に略等方性であれば、光学的には本実施例と全く同様と考えてよい。また、一般に偏光板支持基材が有する複屈折性は小さいため、実施例のように本斜め視角における液晶層の複屈折性の影響を排した場合は、図1における光学位相補償部材13が満たすべき特性は、略同等である。

【実施例5】

【0067】

本実施例の構造を図2左、光学的構成を図35に示す。本実施例は、o-modeであり、第一および第二の偏光板の液晶層側支持基材12Bおよび11Bが、ネガティブa-plateと同等の複屈折性を有し、両者のリタレーションは略等しい。また、第一基板16と液晶層15間に、ポジティブa-plateと同等の複屈折性を有する光学位相補償部材17が配置され、第一の偏光板の液晶層側支持基材12Bと第一基板16間、および第二基板14と第二の偏光板の液晶層側支持基材11B間には複屈折性を有する光学部材は配置されない。さらに、第一の偏光板の液晶層側支持基材12Bの遅相軸12BSは第一の偏光板

吸収軸 1 2 C A に平行であり、第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 1 B の遅相軸 1 1 B S は第一の偏光板吸収軸 1 2 C A に垂直であり、光学位相補償部材 1 7 の遅相軸 1 7 S は第一の偏光板吸収軸 1 2 C A に垂直である。

【 0 0 6 8 】

ここで、面内に屈折率異方性を持ち、厚さ方向の屈折率が面内屈折率の大きいものと略等しいものをネガティブ a - plate と呼ぶこととする。数 4 に従い、リタデーションを式で表すと、次のようになる。今後、ネガティブ a - plate のリタデーションとは次の面内リタデーションを指すとする。

(数 7)

$$\begin{aligned} n_y - n_z > n_x \\ n \cdot dr = (n_y - n_x) \cdot dr \end{aligned}$$

10

【 0 0 6 9 】

ネガティブ a - plate には、屈折率が大きい主軸が二つあるが、今後ネガティブ a - plate の遅相軸と述べる場合、面内屈折率の大きい方向を指すものとする(数 7 では n_y の方向)。

【 0 0 7 0 】

この構成により、図 1 3 で示した偏光状態変換が可能となる。ポアンカレ球上で偏光状態変化を表すと図 3 6 のようになる。1 2 B P が第一の偏光板の液晶層側支持基材 1 2 B による偏光状態変化であり、1 7 P が第一基板 1 6 と液晶層 1 5 間に配置される光学位相補償部材 1 7 による偏光状態変化であり、1 5 P が液晶層 1 5 による偏光状態変化であり、1 1 B P が第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 1 B による偏光状態変化である。これらの偏光状態変化が互いに打ち消し合い、実質、図 1 3 と同等の偏光状態変換がなされる。また、我々の検討によると、偏光板支持基材は必ずしもネガティブ a - plate である必要はなく、 $-0.3 < Nz < 0.3$ であれば本発明の効果は得られる。同様に、光学位相補償部材 1 7 についても、必ずしもポジティブ a - plate である必要はなく、 $0.7 < Nz < 1.3$ であれば本発明の効果は得られる。

20

【 0 0 7 1 】

偏光板支持基材 1 2 B および 1 1 B のリタデーションを 260 nm、光学位相補償部材 1 7 のリタデーションを 170 nm とした場合、最大透過率は 0.0821%、 xy は 0.133 となった。本構成で良好な視野角特性が得られることが理解できる。

30

【 0 0 7 2 】

図 3 6 から分かるように、偏光板支持基材や光学位相補償部材の最適リタデーションは、液晶層のリタデーションやそれぞれの光学部材の波長分散に依存する。

【 0 0 7 3 】

本実施例では、偏光状態変換を簡略構成により実現するため、図 2 に示した構成をとったが、偏光板支持基材と基板間に光学位相補償部材を配置した構成においても、本実施例で述べたものと同等の偏光状態変化が可能である。

【 実施例 6 】

【 0 0 7 4 】

本実施例の構造を図 2 左、光学的構成を図 3 5 に示す。本実施例は、o - mode であり、第一および第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 2 B および 1 1 B が、ネガティブ a - plate と同等の複屈折性を有し、両者のリタデーションは略等しい。また、第一基板 1 6 と液晶層 1 5 間に、ネガティブ a - plate と同等の複屈折性を有する光学位相補償部材 1 7 が配置され、第一の偏光板の液晶層側支持基材 1 2 B と第一基板 1 6 間、および第二基板 1 4 と第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 1 B 間には複屈折性を有する光学部材は配置されない。さらに、第一の偏光板の液晶層側支持基材 1 2 B の遅相軸 1 2 B S は第一の偏光板吸収軸 1 2 C A に平行であり、第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 1 B の遅相軸 1 1 B S は第一の偏光板吸収軸 1 2 C A に垂直であり、光学位相補償部材 1 7 の遅相軸 1 7 S は第一の偏光板吸収軸 1 2 C A に垂直である。

40

【 0 0 7 5 】

50

この構成により、図 13 で示した偏光状態変換が可能となる。ポアンカレ球上で偏光状態変化を表すと図 37 のようになる。12BP が第一の偏光板の液晶層側支持基材 12B による偏光状態変化であり、17P が第一基板 16 と液晶層 15 間に配置される光学位相補償部材 17 による偏光状態変化であり、15P が液晶層 15 による偏光状態変化であり、11BP が第二の偏光板の液晶層側支持基材 11B による偏光状態変化である。これらの偏光状態変化が互いに打ち消し合い、実質、図 13 と同等の偏光状態変換がなされる。また、我々の検討によると、偏光板支持基材は必ずしもネガティブ a - plate である必要はなく、 $-0.3 < Nz < 0.3$ であれば本発明の効果は得られる。同様に、光学位相補償部材 17 についても、必ずしもネガティブ a - plate である必要はなく、 $-0.3 < Nz < 0.3$ であれば本発明の効果は得られる。

10

【0076】

図 36 と図 37 を比較すると理解できるように、本実施例においてなされる偏光状態変換は、実施例 5 と本質的に等価である。よって、良好な視野角特性が得られることが理解できる。

【0077】

図 37 から分かるように、偏光板支持基材や光学位相補償部材の最適リタデーションは、液晶層のリタデーションやそれぞれの光学部材の波長分散に依存する。

【0078】

本実施例では、偏光状態変換を簡略構成により実現するため、図 2 に示した構成をとったが、偏光板支持基材と基板間に光学位相補償部材を配置した構成においても、本実施例で述べたものと同等の偏光状態変化が可能である。

20

【実施例 7】

【0079】

本実施例の構造を図 2 右、光学的構成を図 38 に示す。本実施例は、o - mode であり、第一および第二の偏光板の液晶層側支持基材 12B および 11B が、ネガティブ a - plate と同等の複屈折性を有し、両者のリタデーションは略等しい。また、液晶層 15 と第二基板 14 間に、ネガティブ a - plate と同等の複屈折性を有する光学位相補償部材 17 が配置され、第一の偏光板の液晶層側支持基材 12B と第一基板 16 間、および第二基板 14 と第二の偏光板の液晶層側支持基材 11B 間には複屈折性を有する光学部材は配置されない。さらに、第一の偏光板の液晶層側支持基材 12B の遅相軸 12BS は第一の偏光板吸収軸 12CA に平行であり、第二の偏光板の液晶層側支持基材 11B の遅相軸 11BS は第一の偏光板吸収軸 12CA に垂直であり、光学位相補償部材 17 の遅相軸 17S は第一の偏光板吸収軸 12CA に垂直である。

30

【0080】

この構成により、図 13 で示した偏光状態変換が可能となる。ポアンカレ球上で偏光状態変化を表すと図 39 のようになる。12BP が第一の偏光板の液晶層側支持基材 12B による偏光状態変化であり、17P が液晶層 15 と第二基板 14 間に配置される光学位相補償部材 17 による偏光状態変化であり、15P が液晶層 15 による偏光状態変化であり、11BP が第二の偏光板の液晶層側支持基材 11B による偏光状態変化である。これらの偏光状態変化が互いに打ち消し合い、実質、図 13 と同等の偏光状態変換がなされる。また、我々の検討によると、偏光板支持基材は必ずしもネガティブ a - plate である必要はなく、 $-0.3 < Nz < 0.3$ であれば本発明の効果は得られる。同様に、光学位相補償部材 17 についても、必ずしもネガティブ a - plate である必要はなく、 $-0.3 < Nz < 0.3$ であれば本発明の効果は得られる。

40

【0081】

図 36 と図 39 を比較すると理解できるように、本実施例においてなされる偏光状態変換は、実施例 5 と本質的に等価である。よって、良好な視野角特性が得られることが理解できる。

【0082】

図 39 から分かるように、偏光板支持基材や光学位相補償部材の最適リタデーションは

50

、液晶層のリタレーションやそれぞれの光学部材の波長分散に依存する。

【0083】

本実施例では、偏光状態変換を簡略構成により実現するため、図2に示した構成をとったが、偏光板支持基材と基板間に光学位相補償部材を配置した構成においても、本実施例で述べたものと同等の偏光状態変化が可能である。

【実施例8】

【0084】

本実施例の構造を図2左、光学的構成を図40に示す。本実施例は、e-modeであり、第一および第二の偏光板の液晶層側支持基材12Bおよび11Bが、ネガティブa-plateと同等の複屈折性を有し、両者のリタレーションは略等しい。また、第一基板16と液晶層15間に、ネガティブa-plateと同等の複屈折性を有する光学位相補償部材17が配置され、第一の偏光板の液晶層側支持基材12Bと第一基板16間、および第二基板14と第二の偏光板の液晶層側支持基材11B間には複屈折性を有する光学部材は配置されない。さらに、第一の偏光板の液晶層側支持基材12Bの遅相軸12BSは第一の偏光板吸収軸12CAに平行であり、第二の偏光板の液晶層側支持基材11Bの遅相軸11BSは第一の偏光板吸収軸12CAに垂直であり、光学位相補償部材17の遅相軸17Sは第一の偏光板吸収軸12CAに垂直である。

【0085】

この構成により、図14で示した偏光状態変換が可能となる。ポアンカレ球上で偏光状態変化を表すと図41のようになる。12BPが第一の偏光板の液晶層側支持基材12Bによる偏光状態変化であり、17Pが第一基板16と液晶層15間に配置される光学位相補償部材17による偏光状態変化であり、15Pが液晶層15による偏光状態変化であり、11BPが第二の偏光板の液晶層側支持基材11Bによる偏光状態変化である。これらの偏光状態変化が互いに打ち消し合い、実質、図14と同等の偏光状態変換がなされる。また、我々の検討によると、偏光板支持基材は必ずしもネガティブa-plateである必要はなく、 $-0.3 < Nz < 0.3$ であれば本発明の効果は得られる。同様に、光学位相補償部材17についても、必ずしもネガティブa-plateである必要はなく、 $-0.3 < Nz < 0.3$ であれば本発明の効果は得られる。

【0086】

図36と図41を比較すると理解できるように、本実施例においてなされる偏光状態変換は、実施例5と本質的に等価である。よって、良好な視野角特性が得られることが理解できる。

【0087】

図41から分かるように、偏光板支持基材や光学位相補償部材の最適リタレーションは、液晶層のリタレーションやそれぞれの光学部材の波長分散に依存する。

【0088】

本実施例では、偏光状態変換を簡略構成により実現するため、図2に示した構成をとったが、偏光板支持基材と基板間に光学位相補償部材を配置した構成においても、本実施例で述べたものと同等の偏光状態変化が可能である。

【実施例9】

【0089】

本実施例の構造を図2右、光学的構成を図42に示す。本実施例は、e-modeであり、第一および第二の偏光板の液晶層側支持基材12Bおよび11Bが、ネガティブa-plateと同等の複屈折性を有し、両者のリタレーションは略等しい。また、液晶層15と第二基板14間に、ポジティブa-plateと同等の複屈折性を有する光学位相補償部材17が配置され、第一の偏光板の液晶層側支持基材12Bと第一基板16間、および第二基板14と第二の偏光板の液晶層側支持基材11B間には複屈折性を有する光学部材は配置されない。さらに、第一の偏光板の液晶層側支持基材12Bの遅相軸12BSは第一の偏光板吸収軸12CAに平行であり、第二の偏光板の液晶層側支持基材11Bの遅相軸11BSは第一の偏光板吸収軸12CAに垂直であり、光学位相補償部材17の遅相軸17Sは第

10

20

30

40

50

一の偏光板吸収軸 1 2 C A に平行である。

【 0 0 9 0 】

この構成により、図 1 4 で示した偏光状態変換が可能となる。ポアンカレ球上で偏光状態変化を表すと図 4 3 のようになる。1 2 B P が第一の偏光板の液晶層側支持基材 1 2 B による偏光状態変化であり、1 7 P が液晶層 1 5 と第二基板 1 4 間に配置される光学位相補償部材 1 7 による偏光状態変化であり、1 5 P が液晶層 1 5 による偏光状態変化であり、1 1 B P が第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 1 B による偏光状態変化である。これらの偏光状態変化が互いに打ち消し合い、実質、図 1 4 と同等の偏光状態変換がなされる。また、我々の検討によると、偏光板支持基材は必ずしもネガティブ a - plate である必要はなく、 $-0.3 < N z < 0.3$ であれば本発明の効果は得られる。同様に、光学位相補償部材 1 7 についても、必ずしもポジティブ a - plate である必要はなく、 $0.7 < N z < 1$ であれば本発明の効果は得られる。

10

【 0 0 9 1 】

図 3 6 と図 4 3 を比較すると理解できるように、本実施例においてなされる偏光状態変換は、実施例 5 と本質的に等価である。よって、良好な視野角特性が得られることが理解できる。

【 0 0 9 2 】

図 4 3 から分かるように、偏光板支持基材や光学位相補償部材の最適リタデーションは、液晶層のリタデーションやそれぞれの光学部材の波長分散に依存する。

【 0 0 9 3 】

本実施例では、偏光状態変換を簡略構成により実現するため、図 2 に示した構成をとったが、偏光板支持基材と基板間に光学位相補償部材を配置した構成においても、本実施例で述べたものと同等の偏光状態変化が可能である。

20

【 実施例 1 0 】

【 0 0 9 4 】

本実施例の構造を図 2 右、光学的構成を図 4 2 に示す。本実施例は、e - mode であり、第一および第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 2 B および 1 1 B が、ネガティブ a - plate と同等の複屈折性を有し、両者のリタデーションは略等しい。また、液晶層 1 5 と第二基板 1 4 間に、ネガティブ a - plate と同等の複屈折性を有する光学位相補償部材 1 7 が配置され、第一の偏光板の液晶層側支持基材 1 2 B と第一基板 1 6 間、および第二基板 1 4 と第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 1 B 間には複屈折性を有する光学部材は配置されない。さらに、第一の偏光板の液晶層側支持基材 1 2 B の遅相軸 1 2 B S は第一の偏光板吸収軸 1 2 C A に平行であり、第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 1 B の遅相軸 1 1 B S は第一の偏光板吸収軸 1 2 C A に垂直であり、光学位相補償部材 1 7 の遅相軸 1 7 S は第一の偏光板吸収軸 1 2 C A に平行である。

30

【 0 0 9 5 】

この構成により、図 1 4 で示した偏光状態変換が可能となる。ポアンカレ球上で偏光状態変化を表すと図 4 4 のようになる。1 2 B P が第一の偏光板の液晶層側支持基材 1 2 B による偏光状態変化であり、1 7 P が液晶層 1 5 と第二基板 1 4 間に配置される光学位相補償部材 1 7 による偏光状態変化であり、1 5 P が液晶層 1 5 による偏光状態変化であり、1 1 B P が第二の偏光板の液晶層側支持基材 1 1 B による偏光状態変化である。これらの偏光状態変化が互いに打ち消し合い、実質、図 1 4 と同等の偏光状態変換がなされる。また、我々の検討によると、偏光板支持基材は必ずしもネガティブ a - plate である必要はなく、 $-0.3 < N z < 0.3$ であれば本発明の効果は得られる。同様に、光学位相補償部材 1 7 についても、必ずしもネガティブ a - plate である必要はなく、 $-0.3 < N z < 0.3$ であれば本発明の効果は得られる。

40

【 0 0 9 6 】

図 3 6 と図 4 4 を比較すると理解できるように、本実施例においてなされる偏光状態変換は、実施例 5 と本質的に等価である。よって、良好な視野角特性が得られることが理解できる。

50

【0097】

図44から分かるように、偏光板支持基材や光学位相補償部材の最適リタレーションは、液晶層のリタレーションやそれぞれの光学部材の波長分散に依存する。

【0098】

本実施例では、偏光状態変換を簡略構成により実現するため、図2に示した構成をとったが、偏光板支持基材と基板間に光学位相補償部材を配置した構成においても、本実施例で述べたものと同等の偏光状態変化が可能である。

【実施例11】

【0099】

本実施例の構造を図1左、o-modeの光学的構成を図45に示す。本実施例では、第一基板16と液晶層15間に配置される光学位相補償部材17が、ポジティブa-plateと同等の複屈折性を有し、液晶層15と光学位相補償部材17のリタレーションをそれぞれ加えると、550nmとなる。また、液晶層15の遅相軸15Sと光学位相補償部材17の遅相軸17Sは互いに平行である。本構成により、面内表示むらが小さく、コントラスト比が高い、さらに視角特性良好なIPSモードの液晶表示装置が実現できる。

10

【0100】

以下、本実施例について説明する。IPSモード液晶表示装置は、通常液晶層のリタレーションを270nm~400nm程度とする。これは、十分明るい白表示を得るためである。第一および第二の偏光板の吸収軸と液晶層の光軸が、平行あるいは垂直の関係に完全に満たす場合、面内表示むらは小さく、十分なコントラスト比が得られる。しかし、生産上、微小な軸ずれが生じることを避けるのは困難である。液晶層のリタレーションが前述の範囲内にあり、液晶層光軸に軸ずれが生じた場合を考える。黒表示を正面から見た場合をポアンカレ球上で考えると、図46のようになる。正面から見る場合、第一の偏光板と第二の偏光板の吸収軸が直交関係にあれば、偏光状態200Tと201Aは一致する。しかし、液晶層光軸に軸ずれが生じた場合、液晶層により偏光状態変化15Pが生じ、光漏れが生じる。これが、面内表示むらやコントラスト比低下要因となる。

20

【0101】

本実施例では、図45のように、液晶層15と光学位相補償部材17のリタレーションをそれぞれ加えると、550nmとなる。この場合、黒表示を正面から見た場合をポアンカレ球上で考えると、図47のようになる。同図から、本構成では、液晶層光軸15Sおよび光学位相補償部材17の遅相軸17Sに、偏光板吸収軸12CAおよび11CAに対する軸ずれが生じた場合にも良好な黒表示が得られることが理解できる。白表示時は、複屈折性が変化するのが液晶層15のみであるため、本構成は白表示時には何ら影響を及ぼすものではない。

30

【0102】

我々の検討によると、液晶層15と光学位相補償部材17のリタレーションをそれぞれ加えて、450~600nm程度であれば、本発明の効果が得られる。また、本実施例では、光学位相補償部材17を第一基板16と液晶層15間に配置したが、図47を考えれば理解できるように、光学位相補償部材17は第一の偏光板の液晶層側支持基材12Bと第一基板16間に配置されてもよい。つまり、図45の光学的構成が満たされればよい。さらに、光学位相補償部材17は、液晶層15と第二の偏光板の液晶層側支持基材11B間に配置されてもよい。

40

【0103】

e-modeの場合は、液晶層光軸15Sおよび遅相軸17Sの偏光板吸収軸に対する相対関係が本実施例と逆となる。

【0104】

また、我々の検討によると光学位相補償部材17が、ネガティブa-plateと同等の複屈折性を有しても本発明と同様の効果が得られる。

【0105】

本実施例では、図1に示したように光学位相補償部材13を用いたが、面内表示むら低

50

減，コントラスト比向上の効果は、光学位相補償部材 1 3 を配置しなくても、前述した条件を満たすことで得られる。これに、光学位相補償部材 1 3 を配置する、あるいは、偏光板支持基材 1 2 B および 1 1 B の複屈折性を制御し、実施例 1 ~ 1 0 の構成を組み合わせることで、さらに、視角特性も良好となる。

【実施例 1 2】

【0 1 0 6】

本実施例の構造を図 1 左、o - mode の光学的構成を図 4 5 に示す。本実施例では、第一基板 1 6 と液晶層 1 5 間に配置される光学位相補償部材 1 7 が、ポジティブ a - plate と同等の複屈折性を有し、液晶層 1 5 と光学位相補償部材 1 7 のリタレーションをそれぞれ加えると、5 5 0 nm となる。また、液晶層 1 5 の遅相軸 1 5 S と光学位相補償部材 1 7 の遅相軸 1 7 S は互いに平行である。さらに、これら二つの軸は、第一基板 1 6 に対して法線方向に傾いており、いわゆるチルト角を有する。本構成により、面内表示むらが小さく、コントラスト比が高く、さらに視角特性良好な IPS モードの液晶表示装置が実現できる。本実施例では、簡単のため、偏光板の液晶層側支持基材 1 2 B および 1 1 B は光学的に等方性であるとする。また、光学位相補償部材 1 3 として、 $N_z = 0.5$ ，リタレーション 2 7 0 nm の二軸異方性光学位相補償フィルムを用いた。

10

【0 1 0 7】

以下、本実施例について説明する。IPS モード液晶表示装置を作成する際、液晶層はホモニアス配向とする必要があるため、一般にラビング手法が用いられる。この場合、液晶分子は基板に対して僅かに傾き、プレチルト角が生じるのが一般的である。我々の検討によると、この液晶層プレチルト角が IPS モード液晶表示装置の視角特性を悪化させる。これをポアンカレ球により、図 4 8 で説明する。o - mode であり、第一の偏光板の液晶層側支持基材 1 2 B が光学的に等方性であるため、前述したように、斜め視角における液晶層の影響は抑制される。しかし、液晶層がプレチルト角を有する場合、厳密には斜め視角において液晶層の影響が残る。さらに、この影響は液晶分子のチルトアップ方向とチルトダウン方向で非対称である。図 4 8 に示す 2 つの偏光状態変化 1 5 - 1 P，1 5 - 2 P は、何れも液晶層 1 5 による偏光状態変化であるが、2 方向で偏光状態変化が異なることを示している。この非対称性は、液晶層のプレチルト角が大きいほど顕著である。このため、入射光が液晶層 1 5 を透過した後、光学位相補償部材 1 3 や偏光板支持基材 1 1 B により図 1 3 に示した偏光状態変化がなされたとしても、ここで示した非対称性が残り、IPS モード液晶表示装置の視角特性に影響を及ぼす。特に、黒表示時に斜め視角において光漏れ，色付きが生じてしまう。

20

30

【0 1 0 8】

本構成によると、この液晶層プレチルトの影響を軽減できる。これを図 4 9 を用いて説明する。本構成の IPS モード液晶表示装置について、黒表示時の斜め視角における偏光状態変化を光学位相補償部材 1 7 および液晶層 1 5 によるもののみ表すと、図 4 9 のようになる。本実施例では、光学位相補償部材 1 7 が液晶層 1 5 と同じプレチルト角を有し、両者のリタレーション和が 5 5 0 nm 程度であるため、同図に示すように、入射光が光学位相補償部材 1 7 および液晶層 1 5 を透過した後の偏光状態は、ほぼ一致する。

【0 1 0 9】

本構成において、光学位相補償部材 1 7 と液晶層 1 5 のリタレーション和を変化させた場合の最大透過率、 $x y$ の変化を図 5 0 に示す。両者のリタレーション和が 5 5 0 nm に近づくと、視角特性が向上することが理解できる。本実施例では、実施例 1 1 の条件も満たすため、面内表示むらも低減され、コントラスト比向上効果も得られる。

40

【0 1 1 0】

また、本実施例では光学位相補償部材 1 3 として $N_z = 0.5$ ，リタレーション 2 7 0 nm の二軸異方性光学位相補償フィルムを用いたが、入射光が液晶層 1 5 および光学位相補償部材 1 7 を透過した後の偏光状態変化が、光学位相補償部材 1 3 および偏光板支持基材 1 1 B により図 1 3 のように実現されれば良好な視角特性が得られる (o - mode の場合)。また、我々の検討によると、液晶層 1 5 と光学位相補償部材 1 7 のリタレーション和が

50

450 ~ 600 nm程度であれば、本発明の効果が得られる。また、本実施例では、光学位相補償部材17を第一基板16と液晶層15間に配置したが、図47を考えれば理解できるように、光学位相補償部材17は第一の偏光板の液晶層側支持基材12Bと第一基板16間に配置されてもよい。つまり、図45の光学的構成が満たされればよい。さらに、光学位相補償部材17は、液晶層15と第二の偏光板の液晶層側支持基材11B間に配置されてもよい。

【0111】

e - modeの場合は、液晶層光軸15Sおよび遅相軸17Sの偏光板吸収軸に対する相対関係が本実施例と逆となる。

【0112】

また、我々の検討によると光学位相補償部材17が、ネガティブa - plate と同等の複屈折性を有しても本発明と同様の効果が得られる。但しこの場合、液晶層15のリタレーションと光学位相補償部材17のリタレーションは略等しくする必要があり、液晶層15の光軸15Sと光学位相補償部材17の遅相軸17Sは直交関係である必要がある。

【産業上の利用可能性】

【0113】

本発明は、液晶ディスプレイに関するもので、特に水平方向に配向した液晶分子を横方向の電界を印加することにより光を透過・遮断を制御するインプレーンスイッチングモード(I PS)の液晶表示装置に関し、その視野角特性(黒表示及び低階調)の大幅な改善に関するものであり、I PSモードの全ての液晶ディスプレイに適用できる。

【符号の説明】

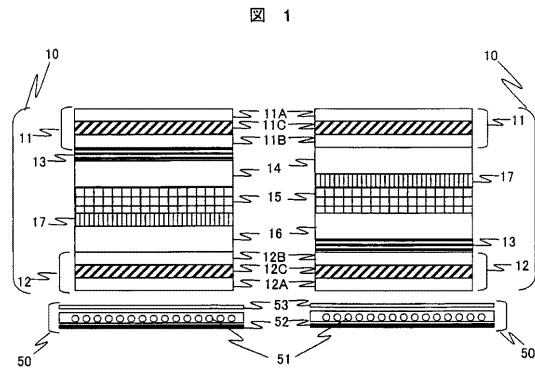
【0114】

10 液晶表示素子、10D 表示面、11 出射側偏光板、11A, 11B, 12A, 12B 支持基材、11C, 12C 偏光層、11CT, 12CT 偏光透過軸、11CA, 12CA 吸収軸、12 入射側偏光板、13, 17 光学位相補償部材、15 液晶層、15S 液晶層光軸(液晶層遅相軸)、50 照明装置、51 ランプ、52 反射板、53 拡散板、60 入射光、70V 表示面垂直方向、70H 表示面水平方向、80N 表示面法線、80V 視認方向、80A 視認方向の表示面への射影方向、81 方位角、82 視野角。

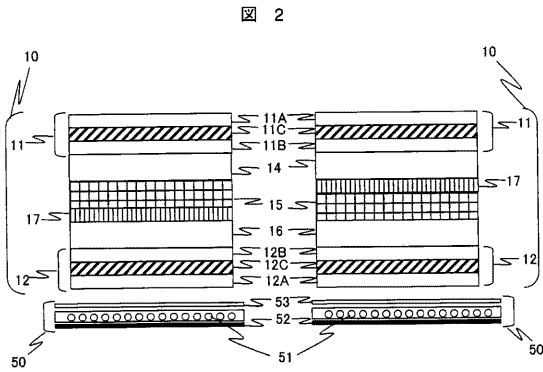
10

20

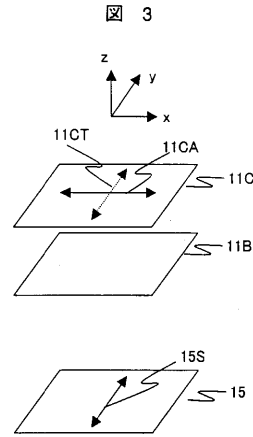
【 図 1 】



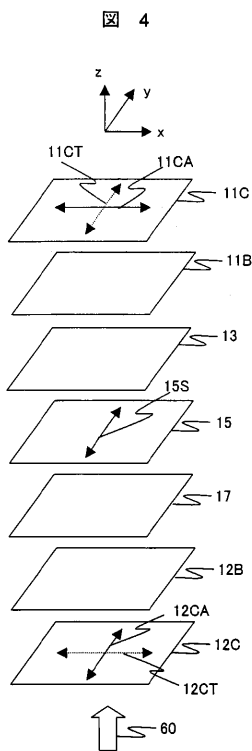
【 図 2 】



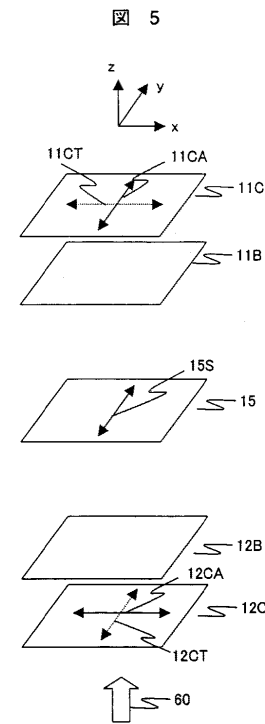
【 図 3 】



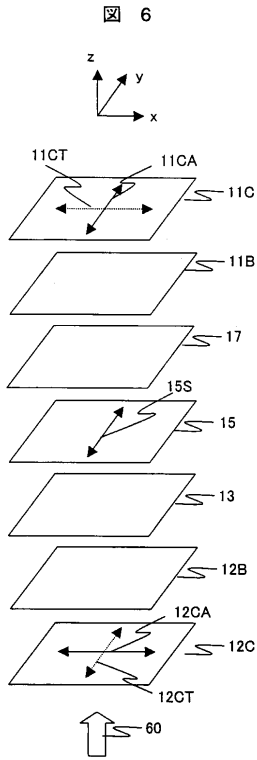
【 図 4 】



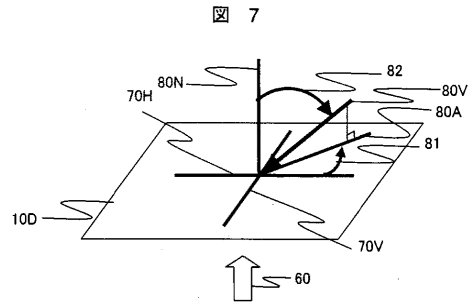
【 図 5 】



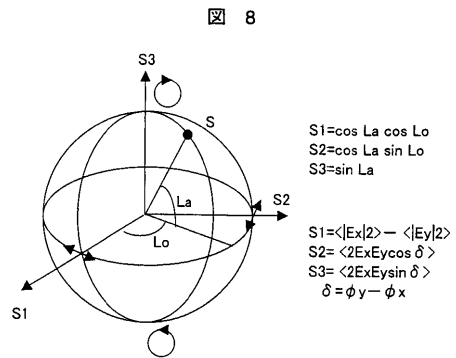
【 図 6 】



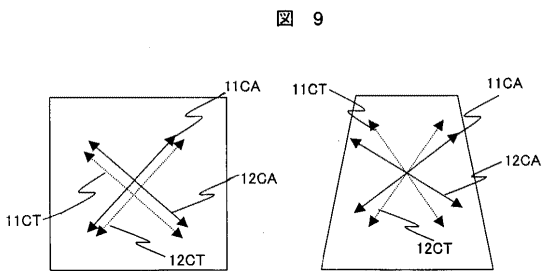
【 図 7 】



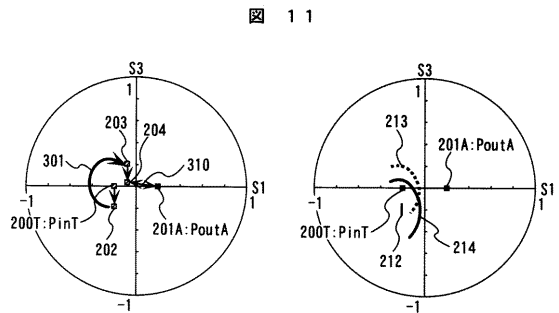
【 図 8 】



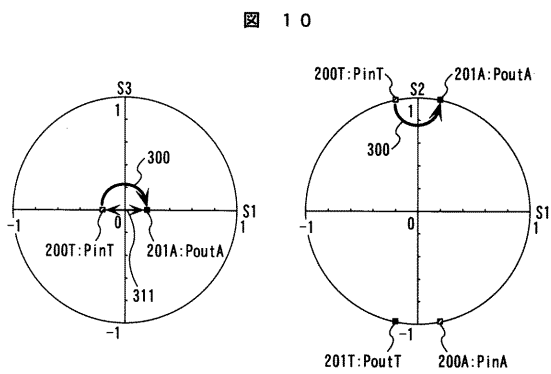
【 図 9 】



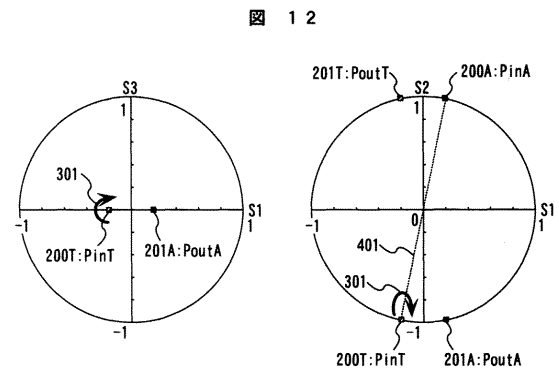
【 図 1 1 】



【 図 1 0 】

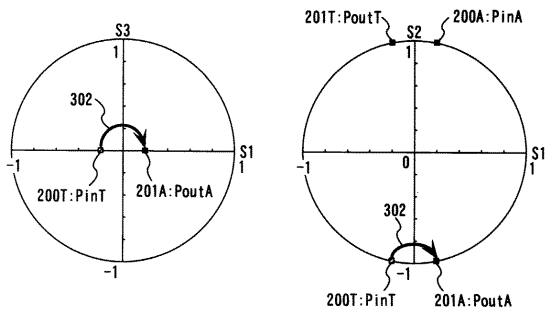


【 図 1 2 】



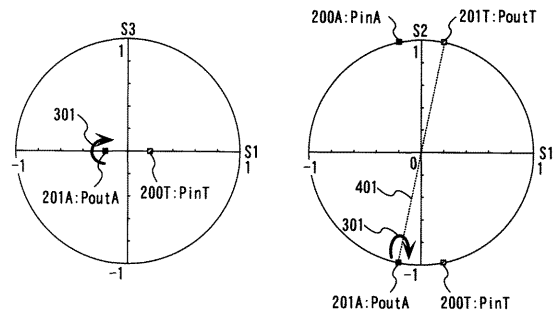
【 図 13 】

図 13



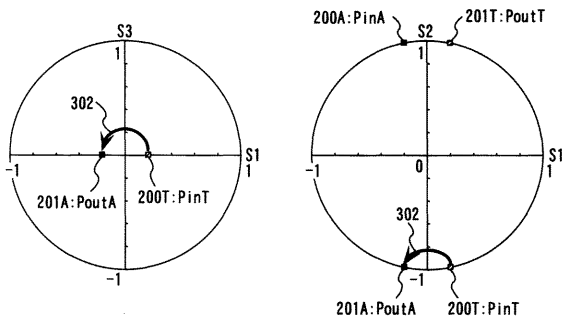
【 図 15 】

図 15



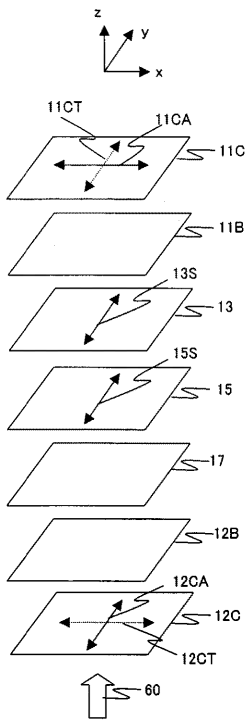
【 図 14 】

図 14



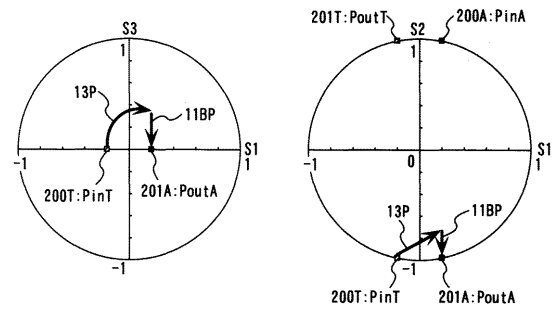
【 図 16 】

図 16



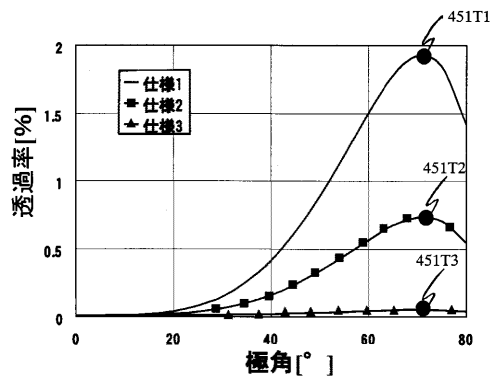
【 図 17 】

図 17

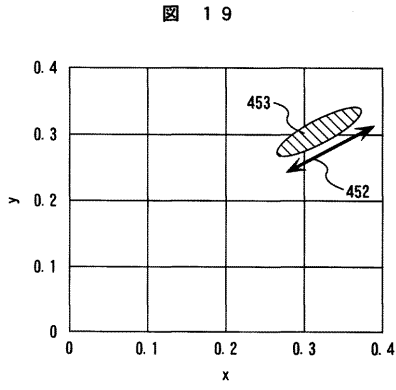


【 図 18 】

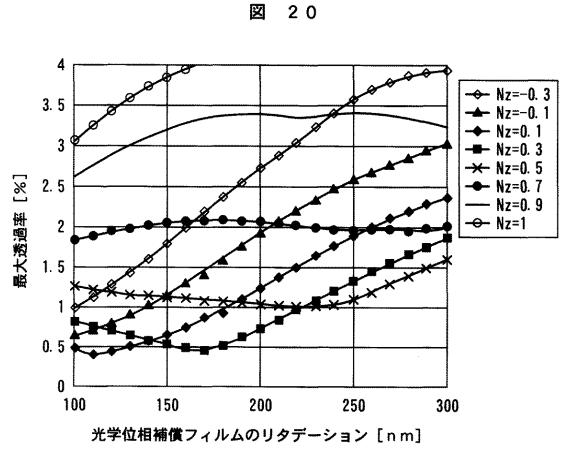
図 18



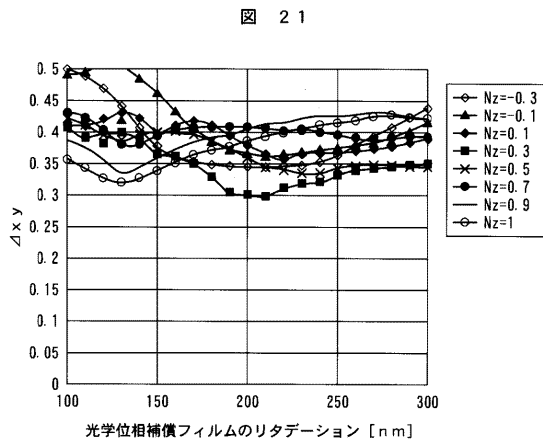
【図 19】



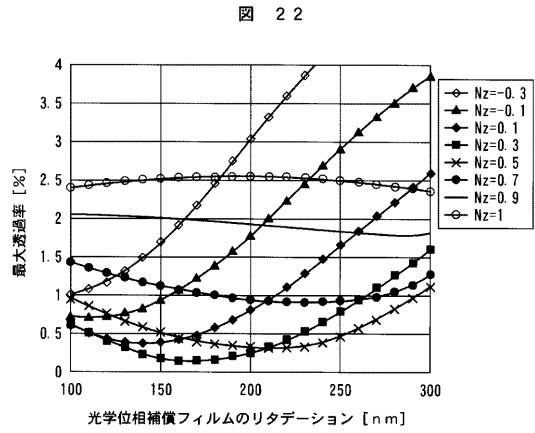
【図 20】



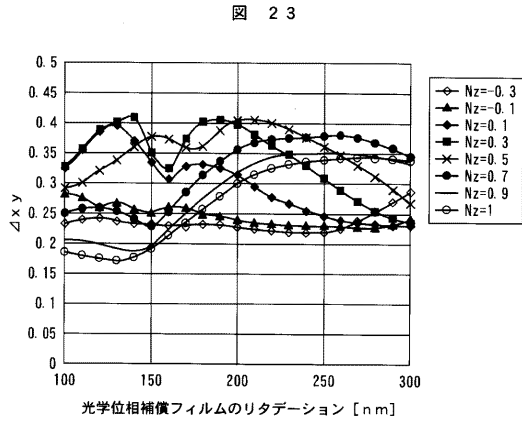
【図 21】



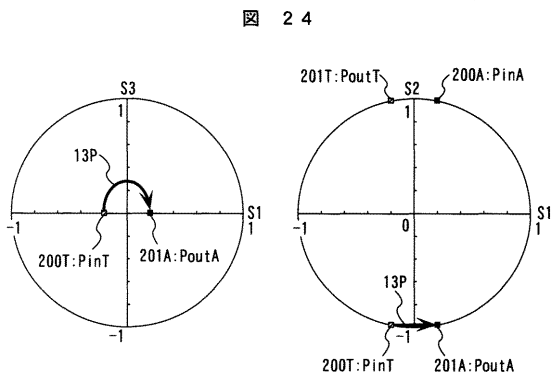
【図 22】



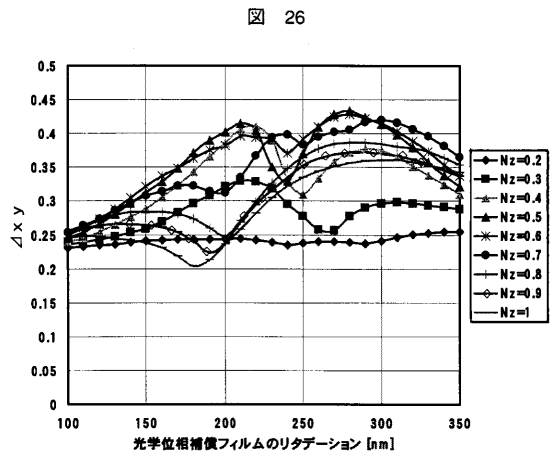
【 図 2 3 】



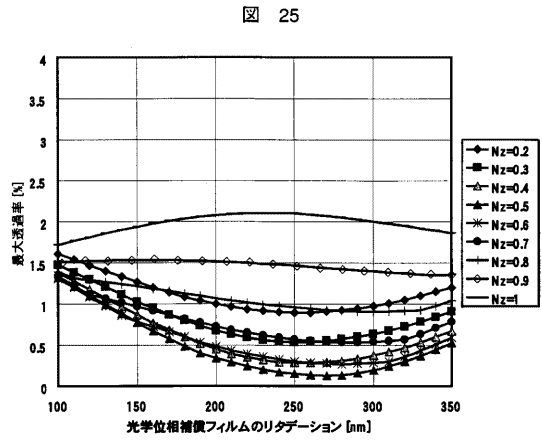
【 図 2 4 】



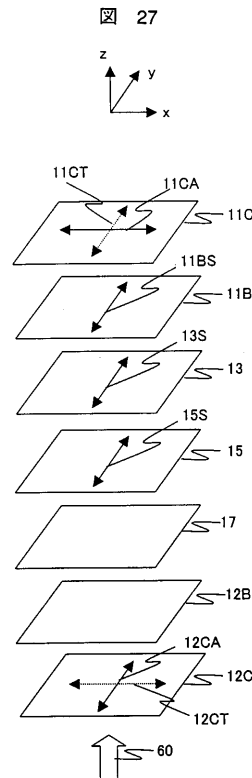
【 図 2 6 】



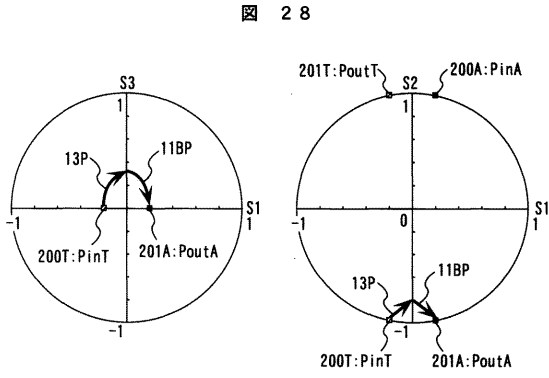
【 図 2 5 】



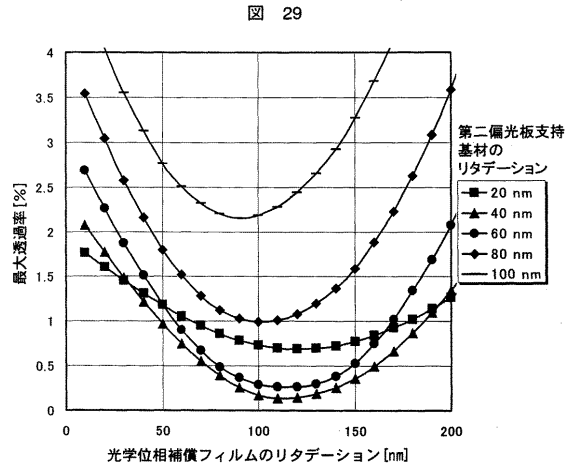
【 図 2 7 】



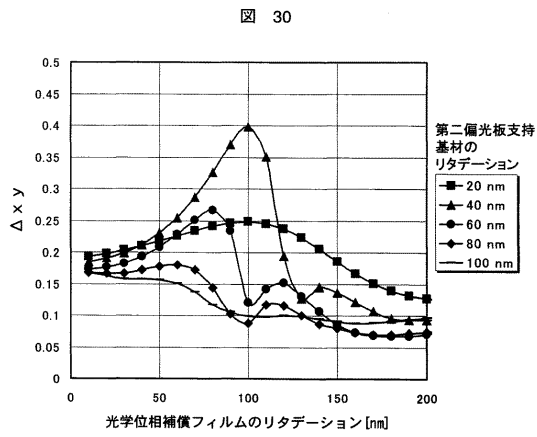
【図 28】



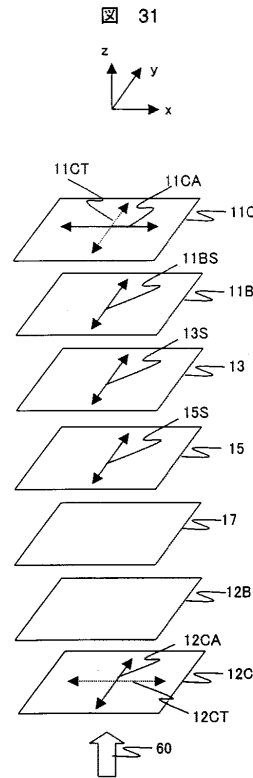
【図 29】



【図 30】

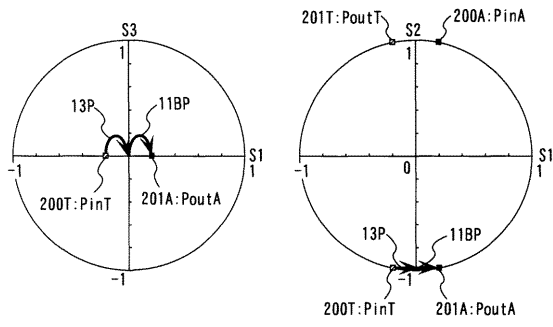


【図 31】



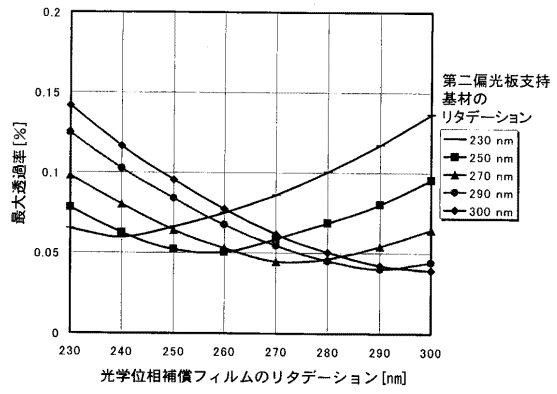
【 図 3 2 】

図 3 2



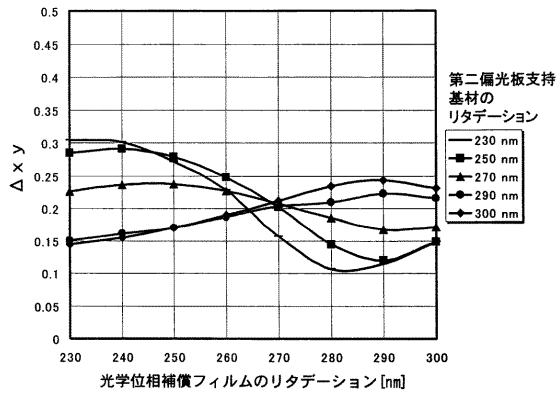
【 図 3 3 】

図 33



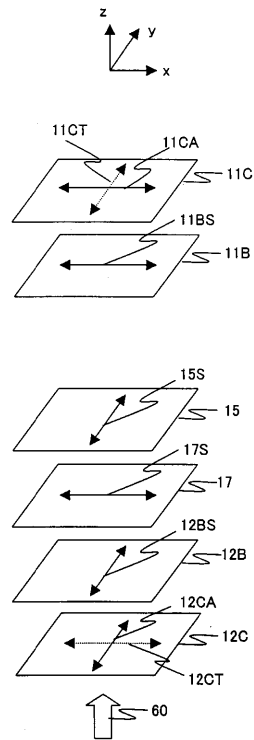
【 図 3 4 】

図 34



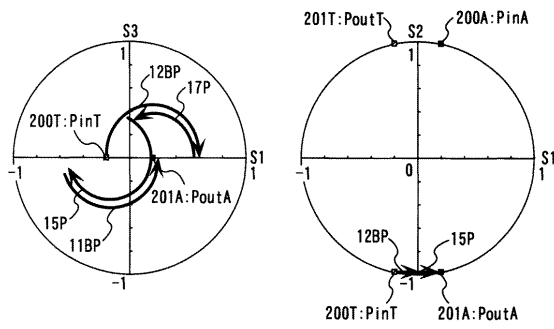
【 図 3 5 】

図 35



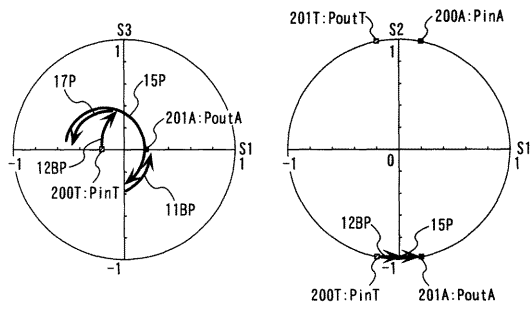
【 36 】

36



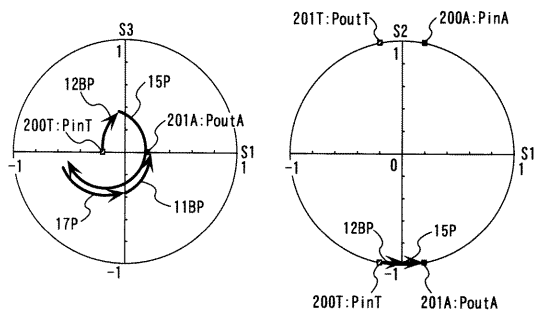
【 37 】

37



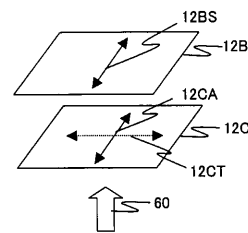
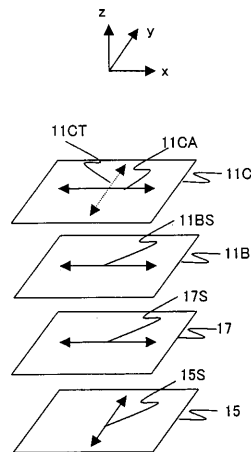
【 39 】

39



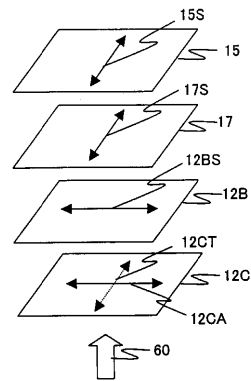
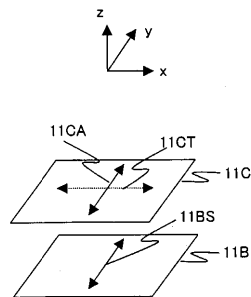
【 38 】

38



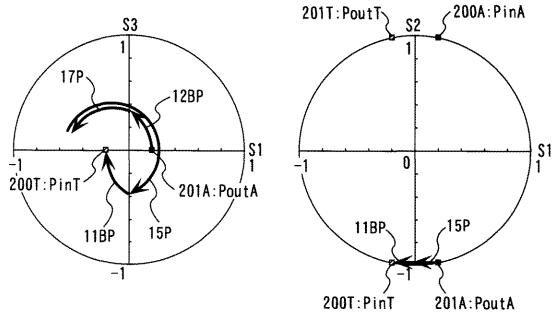
【 40 】

40



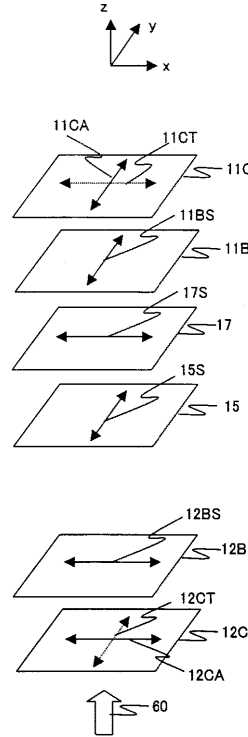
【 図 4 1 】

図 4 1



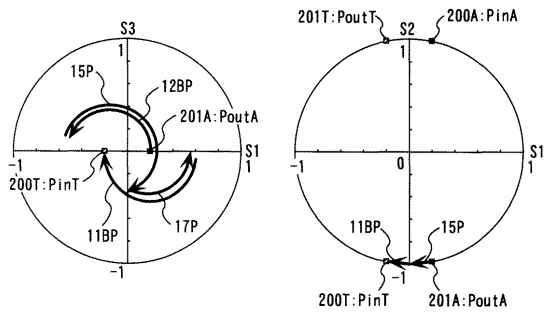
【 図 4 2 】

図 4 2



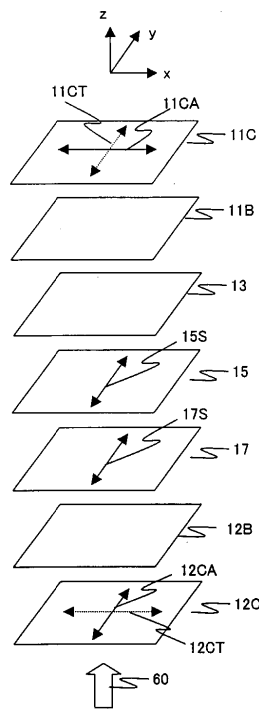
【 図 4 3 】

図 4 3



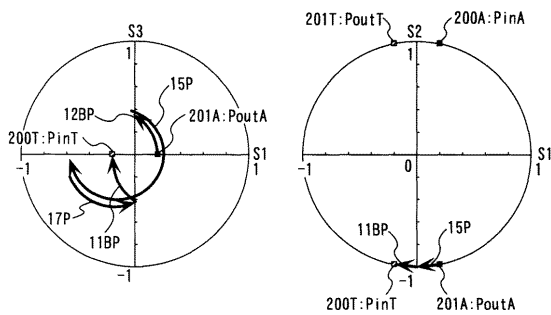
【 図 4 5 】

図 4 5



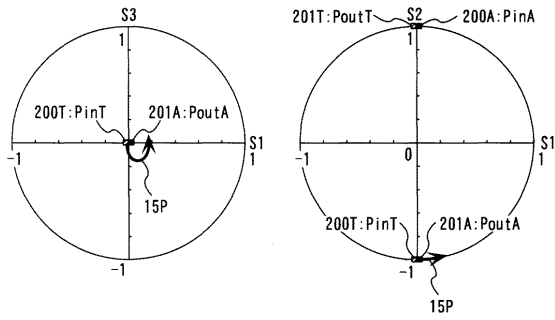
【 図 4 4 】

図 4 4



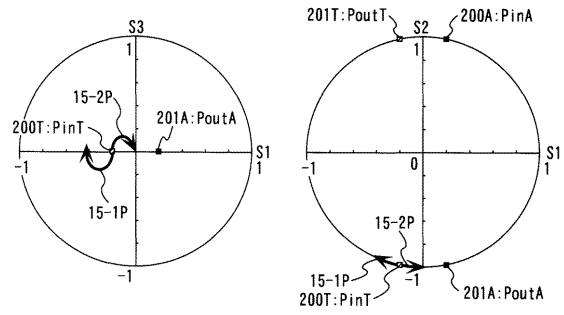
【 図 4 6 】

図 4 6



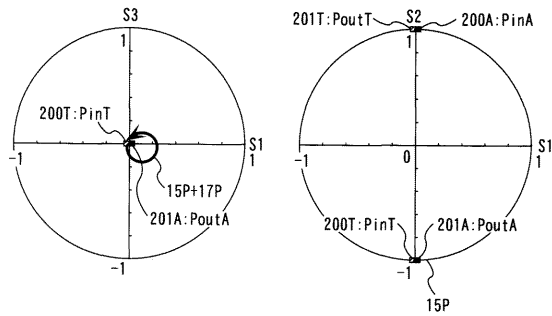
【 図 4 8 】

図 4 8



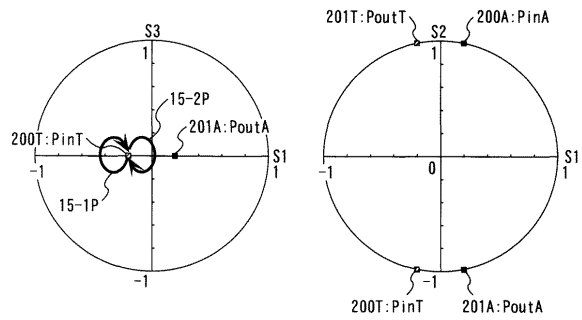
【 図 4 7 】

図 4 7



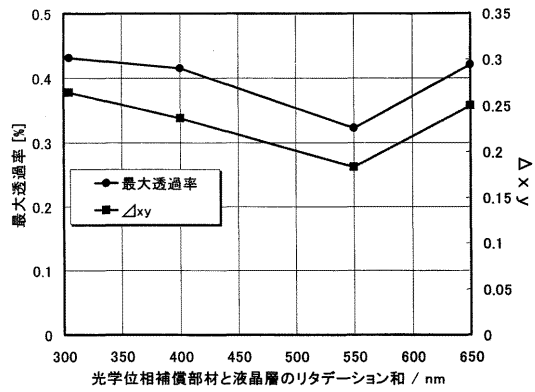
【 図 4 9 】

図 4 9



【 図 5 0 】

図 5 0



フロントページの続き

(72)発明者 石井 正宏
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立ディスプレイズ内

審査官 鈴木 俊光

(56)参考文献 特開2004-157523(JP,A)
特開平10-307291(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02F 1/13363