

(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2009-80214

(P2009-80214A)

(43) 公開日 平成21年4月16日(2009.4.16)

(51) Int.Cl.

G02F 1/13357 (2006.01)

F I

G O 2 F 1/13357

テーマコード (参考)

2H091

2H191

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-248255 (P2007-248255)

(22) 出願日 平成19年9月25日 (2007. 9. 25)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦

(74) 代理人 100091351

弁理士 河野 哲

(74) 代理人 100088683

弁理士 中村 誠

(74) 代理人 100108855

弁理士 蔵田 昌俊

(74) 代理人 100075672

司隆峰 士理弁

(74) 代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

[最終頁に続く](#)

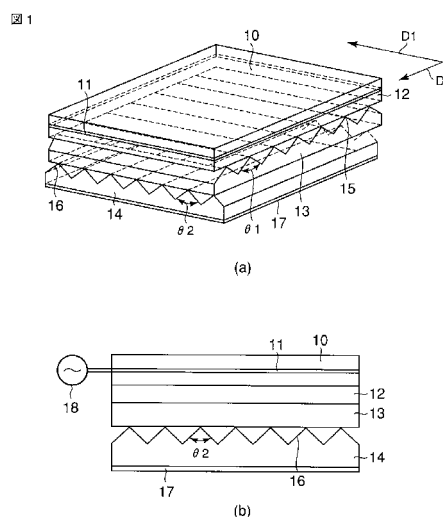
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】白の反射率を増加させ、コントラスト及び視野角の低下をできるだけ小さく抑制することができる液晶表示装置を提供することにある。

【解決手段】液晶表示装置においては、第１及び第２の基板間に光散乱性の液晶から構成される液晶層が保持されている。第２の基板下には、第１方向に沿って延出され、第２方向に沿って配置されたプリズム体から構成される第１のプリズムアレイが配置されている。また、第１のプリズムアレイ下には、第２方向に沿って延出され、第１方向に沿って配置されたプリズム体から構成される第２のプリズムアレイが配置されている。第１及び第２のプリズムアレイは、頂角の和が１８０度から２４０度の範囲内に定められ、その一方の頂角が９０度より大きく定められる。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

液晶駆動用の第 1 電極を設けた第 1 面を有する第 1 基板と、

前記第 1 電極に対向する第 2 電極を設けた第 2 面を有する第 2 基板と、

前記第 1 及び第 2 基板間に保持された光散乱性の液晶から構成される液晶層と、

前記第 2 基板の前記第 2 面に対抗する面側に配置され、第 1 方向に沿って延出される第 1 のプリズム頂部を有し、前記第 1 方向に交差する第 2 方向に沿って配置された複数のプリズム体から構成され、前記第 1 のプリズム頂部が第 1 の頂角を有する第 1 のプリズムアレイと、

前記第 1 のプリズムアレイ下に配置され、前記第 2 方向に沿って延出される第 2 のプリズム頂部を有し、前記第 1 方向に沿って配置された複数のプリズム体から構成され、前記第 2 のプリズム頂部が第 2 の頂角を有する第 2 のプリズムアレイと、

前記第 2 のプリズムアレイ下に配置された入射された光線を吸収する光吸収層とを有し、

前記第 1 及び第 2 の頂角の和が 180 度以上、且つ、240 度以下に定められ、前記第 1 及び第 2 の頂角の一方が 90 度より大きいことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】

前記第 1 の頂角が 90 度より大きいことを特徴とする請求項 1 の液晶表示装置。

【請求項 3】

前記液晶層は、ポリマー分散型液晶で構成されることを特徴とする請求項 1 の液晶表示装置。

【請求項 4】

前記第 1 の頂角が 90 度から 120 度の範囲内に定められ、前記第 2 の頂角が 60 度から 120 度の範囲内に定められることを特徴とする請求項 1 の液晶表示装置。

【請求項 5】

前記第 1 の頂角が 90 度から 120 度の範囲内に定められ、前記第 2 の頂角が 90 度から 120 度の範囲内に定められることを特徴とする請求項 1 の液晶表示装置。

【請求項 6】

前記第 1 の頂角が 90 度に定められ、前記第 2 の頂角が 120 度に定められることを特徴とする請求項 1 の液晶表示装置。

【請求項 7】

前記第 1 の頂角が 120 度に定められ、前記第 2 の頂角が 120 度に定められることを特徴とする請求項 1 の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、明るい反射表示を実現する液晶表示装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

液晶ディスプレイ（LCD）は、よく知られるように、CRTディスプレイと比べると、奥行きを薄くでき場所を取らない特徴があるため、現在では家庭用、オフィスパソコン、ノートパソコン等のディスプレイの主流となっている。また、最近の携帯電話、デジカメ、デジタルビデオ、カーナビ等のモバイル機器では、ほとんどの機器で液晶ディスプレイが搭載され、綺麗なカラー画像が表示されている。

【0003】

液晶ディスプレイの欠点は、周囲から入射する光線が強い場合には輝度やコントラストが減少し、見にくい画像になってしまうことである。液晶ディスプレイを含む発光型或いは透過型ディスプレイは、自ら光を放っており、自ら光るタイプのディスプレイでは、周辺から光線が液晶ディスプレイに入射する場合には、画質が大きく劣化する虞がある。従って、液晶ディスプレイでは、周囲から入射する光線に負けないための、高輝度（100

10

20

30

40

50

0 c d / m²) で高コントラスト比 (1 0 0 0 : 1) に設計することが必要になっている。

【 0 0 0 4 】

一方、通常のオフィス作業で我々が取り扱う書類では、照明で照らされて反射光線の輝度は、せいぜい 2 5 0 c d / m²、コントラストは 1 0 : 1 程度である。これらの反射原稿は、周囲からの光線を反射するものであり、周囲からの入射光線に従って反射光線の光量に変化し周囲が明るいほど見易くなる。発光型・透過型のディスプレイは、反射型原稿と比較すると極端に高輝度・高コントラストであるため、長時間の作業では目の疲労、場合によってはディスプレイ症候群などを発症する場合もある。

【 0 0 0 5 】

このような背景から、O A 用のパソコンのディスプレイ或いは明るい場所を使用するモバイル機器のディスプレイとしては、反射型のディスプレイが望まれている。携帯電話の一部では、液晶の一部を反射型にして、明るい場所でも見えるようにしているものもある。反射型のディスプレイとしては、現在までに様々な発表がなされているが、その一例としてポリマー分散型液晶 (Polymer Dispersed Liquid Crystal 以下省略して単に “ P D L C ” と称する。) がある。

【 0 0 0 6 】

P D L C においては、I T O 電極が形成された上側のガラス基板及び同様に I T O 電極が形成された下側のガラス基板との間に、高分子中に分散された液晶微粒子が薄膜内に保持されている構造を備えている。通常、このように液晶微粒子が高分子中に分散された状態では、液晶は配向していないため、液晶分子は、様々な方向を向けられ、外部から光線が入射されている場合には、入射光線は、P D L C 内で散乱される。I T O 電極間に駆動電源が接続されて電圧が印加されると、印加電界で液晶分子が配向される。従って、外部から来た光線は、P D L C 内で散乱されることなく、P D L C 内を透過される。透過した光線は、下側のガラス基板背面の薄い空気層を通過して、P D L C の背面に設置されている光吸収体に向けられている。このような構造の P D L C においては、光線が P D L C 内で散乱される散乱状態では、白が観察され、光線が P D L C を透過する透過状態では、背面の光吸収体の色が観察されることとなる。

【 0 0 0 7 】

このような P D L C では、高分子中に分散している液晶の小粒子に電界が加えられて液晶が配向される。液晶は、光シャッターとして用いられ、散乱 - 非散乱状態が切り換えられることから、原理的に偏光板が必要無いことを特徴としている。偏光板が必要な液晶では、偏光板により透過する光線が制限され、2 枚の板の間に液晶を挟みこんで液晶を支持しているため、入射する光量の半分以上が吸収されてしまう問題がある。これに対し、P D L C では偏光板、配向板を使用しないことで光量の吸収が大幅に減少するため明るい画面が得られる。従って、外部からの光線を取り込んで表示する反射型ディスプレイへの応用が考えられている。

【 0 0 0 8 】

P D L C 層を反射型ディスプレイに使用し、高い反射率、即ち、明るい白を表示したい場合には、後方散乱の量を多くする必要がある。しかし、反射型ディスプレイを構成する場合には、後方散乱による白が薄くしかも下地が透けてしまう現象が生ずる問題がある。

【 0 0 0 9 】

この問題を避けるために、基板裏側に鏡面を設けて P D L C 層を抜けた光線を再び全て後方へと反射させて、白色の明るさを改善すること提案されている。しかし、この方法では、任意の色を出すことができない問題がある。つまり、P D L C 層の裏側を鏡面にするために、明るい白の表示は可能であるが、P D L C 層が透明になった場合には、裏の鏡面が見え、メタリックな銀と白の表示になってしまう問題がある。

【 0 0 1 0 】

P D L C 層の後方散乱を増加させる反射型ディスプレイとして、特許文献 1 に開示されているように P D L C 層の後方にプリズムアレイを設置する構造が知られている。この構

10

20

30

40

50

造の反射型ディスプレイでは、前方散乱した光線の一部がプリズムアレイで全反射され、後方散乱されてP D L C層に戻され、後方散乱される光線量を増加させている。また、より反射率を増加させる方法としては、プリズムアレイを更に一枚重ねて直交配置することで更に大きな反射率を得ることが想定される。しかし、プリズムアレイの枚数を増やすほど、黒レベルの反射率も大きくなり、コントラストが減少される虞がある。更に、プリズムアレイを使用することによる、視野角が減少してしまう虞もある。

【特許文献1】特開平9 - 1 5 2 5 9 8

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 1 1】

10

以上述べてきた様に、P D L Cを使用した反射型ディスプレイでは、前方散乱が少なく明るい白が得られない問題がある。これに対し、P D L C層の裏側にプリズムアレイを設置する構造では、後方散乱を増加させて白の反射率を新聞紙程度の5 0 %以上まで増加させることが可能となる。しかし、プリズムアレイを使用したことにより、コントラストや視野角の低下を招いてしまう問題もある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 1 2】

本発明は、上記問題点を解決するためになされてものであり、その目的は、プリズムアレイを用いて白の反射率を増加させ、コントラスト及び視野角の低下をできるだけ小さく抑制することができる液晶表示装置を提供することにある。

20

【0 0 1 3】

この発明によれば、

液晶駆動用の第1電極を設けた第1面を有する第1基板と、

前記第1電極に対向する第2電極を設けた第2面を有する第2基板と、

前記第1及び第2基板間に保持された光散乱性の液晶から構成される液晶層と、

前記第2基板の前記第2面に対抗する面側に配置され、第1方向に沿って延出される第1のプリズム頂部を有し、前記第1方向に交差する第2方向に沿って配置された複数のプリズム体から構成され、前記第1のプリズム頂部が第1の頂角を有する第1のプリズムアレイと、

前記第1のプリズムアレイ下に配置され、前記第2方向に沿って延出される第2のプリズム頂部を有し、前記第1方向に沿って配置された複数のプリズム体から構成され、前記第2のプリズム頂部が第2の頂角を有する第2のプリズムアレイと、

30

前記第2のプリズムアレイ下に配置された入射された光線を吸収する光吸収層とを有し、

前記第1及び第2の頂角の和が1 8 0度以上、且つ、2 4 0度以下に定められ、前記第1及び第2の頂角の一方が9 0度より大きいことを特徴とする液晶表示装置が提供される。

【発明の効果】

【0 0 1 4】

この発明の液晶表示装置においては、P D L C層の裏側に2枚のプリズムアレイが設けられることで、白の反射率を新聞紙並みに増加させている。また、2枚のプリズムアレイの頂角を最適に設定して、白の反射率をある程度維持しながら、高いコントラストと広い視野角を実現することができる。このような液晶表示装置では、明るい白を表現でき、見やすい反射型の液晶表示装置を実現することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0 0 1 5】

以下、必要に応じて図面を参照しながら、この発明の一実施の形態に係る液晶表示装置を説明する。

【0 0 1 6】

[第1の実施の形態]

50

この発明の第 1 の実施の形態に係る P D L C を使用した反射型ディスプレイについて詳細に説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 (a) 及び (b) は、この発明の第 1 の実施の形態に係る P D L C 及びプリズムアレイを組み合わせた反射型ディスプレイの基本構造を示している。図 1 (a) は、プリズムアレイを背面に備えた P D L C ディスプレイを示す斜視図であり、図 1 (b) は、図 1 (a) に示したディスプレイの構造を示す断面図である。

【 0 0 1 8 】

図 1 (a) 及び (b) に示されるように、P D L C ディスプレイは、液晶駆動用の I T O 電極が形成された上側のガラス基板 1 0 及びこのガラス基板 1 0 に間隙を空けて対向配置され、同様に I T O 電極が形成された下側のガラス基板 1 2 を備えている。ガラス基板 1 0 、 1 2 間の間隙には、高分子中に液晶微粒子が分散された P D L C 層 1 1 が保持されている。P D L C 層 1 1 の後方散乱を増加させるために、図 1 に示す様に P D L C 層の後方、即ち、下側のガラス基板 1 2 の背面に第 1 のプリズムアレイ 1 3 が設けられ、この第 1 のプリズムアレイ 1 3 の背面に第 1 のプリズムアレイ 1 3 の頂部 1 5 に交差するように配置された頂部 1 6 を有した第 2 のプリズムアレイ 1 4 が設けられている。第 2 のプリズムアレイ 1 4 の背面に光吸収層 1 7 が設けられている。ガラス基板 1 0 、 1 2 の I T O 電極は、図 1 (b) に示すように液晶駆動源 1 8 に接続されている。液晶駆動源 1 8 がオフ状態にある場合には、後に説明するように外部から入射される光線を前方散乱並びに後方散乱させて液晶ディスプレイに白色表示させている。また、液晶駆動源 1 8 がオンされる

10

20

【 0 0 1 9 】

第 1 及び第 2 のプリズムアレイ 1 3 は、複数のプリズム体が配列されて一体化されて構成されている。第 1 のプリズムアレイ 1 3 は、プリズム体の頂部 1 5 が第 1 方向 D 1 に延出され、複数のプリズム部が第 1 方向 D 1 に交差する第 2 方向 D 2 に配列されている。同様に、第 2 のプリズムアレイ 1 4 は、プリズム体の頂部 1 6 が第 2 方向 D 2 に延出され、複数のプリズム部が第 1 方向 D 1 に配列されている。

30

【 0 0 2 0 】

図 1 に示される配置では、第 1 のプリズムアレイ 1 3 のプリズム体の頂部 1 5 が下側のガラス基板 1 2 の背面に接触されている。第 2 のプリズムアレイ 1 4 のプリズム体の頂部 1 6 が第 1 のプリズムアレイの底面に接触させている。第 2 のプリズムアレイ 1 4 の底面には、光吸収層 1 7 が設けられている。この 2 枚のプリズムアレイ 1 3 、 1 4 が下側のガラス基板 1 2 の背面に設けられることによって、ディスプレイにおける白の反射率を大きく増加することができる。

第 1 のプリズムアレイ 1 3 の頂部 1 5 は、頂角 $\theta 1$ を有し、第 2 のプリズムアレイ 1 4 の頂部 1 6 は、頂角 $\theta 2$ を有している。ここで、下記に説明されるように、第 1 プリズムアレイ 1 3 の頂角 $\theta 1$ 及び第 2 のプリズムアレイ 1 4 の頂角 $\theta 2$ の和 ($\theta 1 + \theta 2$) が 1 8 0 度以上且つ 2 4 0 度以下に定められている。第 1 プリズムアレイ 1 3 の頂角 $\theta 1$ 或いは第 2 のプリズムアレイ 1 4 の頂角 $\theta 2$ のいずれか一方が 9 0 度より大きく定められている。好ましくは、第 1 のプリズムアレイ 1 3 の頂角 $\theta 1$ は、9 0 度以上に定められている。

40

【 0 0 2 1 】

以下に、比較例 1 、 2 及び 3 を参照しながら、第 1 及び第 2 のプリズムアレイ 1 3 , 1 4 が下側のガラス基板 1 2 の背面に設けられ、それらの頂角 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ の組み合わせが上述した範囲に最適化されることによって反射率は高く維持したままで、視野角をできるだけ大きくし、且つ、コントラストをできるだけ大きくすることができる根拠について説明する。

50

【 0 0 2 2 】

[比較例 1]

図 2 (a) 及び (b) は、第 1 の比較例に係るプリズムアレイを備えていない反射型ディスプレイを示している。始めに、この図 2 (a) 及び (b) を参照してプリズムアレイ 1 3、1 4 が設けられる技術的背景に関して説明する。図 2 (a) 及び (b) の説明において、比較例 1 に係る液晶表示装置は、プリズムアレイ 1 3、1 4 が設けられていない点においてこの発明の実施の形態に係る液晶表示装置と相違するが、他の構成要素に関しては、実質同一であるので、この発明の実施の形態に係る液晶表示装置の説明の一部をなすものとする。

【 0 0 2 3 】

10

始めに、P D L C における散乱について図 2 (a) 及び (b) を参照して説明する。図 2 (a) は、電圧が印加されないオフ状態における P D L C 内における入射光線の散乱を示し、図 2 (b) は、電圧が印可されるオン状態における P D L C を入射光線が透過して透明となる様子を示している。

【 0 0 2 4 】

図 2 (a) 及び (b) に示されるように、P D L C には、外部の様々な方向から光線 L R 1 ~ L R 3 が上側のガラス基板 1 0 0 及びこの基板 1 0 0 に形成された I T O 電極 1 0 3 を介して P D L C 層 (ポリマー分散型液晶層) 1 0 1 に入射される。P D L C 層 1 0 1 では、高分子中に液晶微粒子 1 0 2 が分散されている

駆動電源 1 0 8 がオンされて I T O 電極 1 0 3、1 0 4 間に電圧が印加された状態では、図 2 (b) に示すように液晶微粒子 1 0 2、即ち、液晶分子が配向され、光線 L R は、P D L C 層 (ポリマー分散型液晶層) 1 0 1、I T O 電極 1 0 4、この I T O 電極 1 0 3 が形成された上側のガラス基板 1 0 5、空気層 1 0 7 を通過して P D L C の背面に設置されている光吸収体 1 0 6 に達し、この光吸収体 1 0 6 に吸収される。従って、背面の光吸収体の色が外部から観察される。

20

【 0 0 2 5 】

駆動電源 1 0 8 がオフの状態では、図 2 (a) に示すように液晶微粒子 1 0 2 は配向されないため液晶分子は様々な方向に向けられ、外部からの入射光線 L R 1 ~ L R 3 は、散乱され、この散乱状態では、白が観察されるはずであるが次のような理由で光吸収層 1 0 6 の色が透けて見えることとなる。この入射光線 L R 1 ~ L R 3 には、液晶微粒子 1 0 2 で散乱されるが、そのまま P D L C 層 1 0 1 を通過してしまう光線 L R 1 がある。このような散乱は、前方散乱と称せられている。これに対して、符号 L R 2 が付された光線のように、液晶微粒子 1 0 2 で散乱されて入射側に射出される散乱光 L R 2 がある。このような散乱は、後方散乱と称せられている。更に、符号 L R 3 で示されるように、前方散乱で P D L C 層 1 0 1 を通過するが、I T O 電極 1 0 3 が設けられたガラス基板 1 0 5 とこのガラス基板 1 0 5 の背後の空気層 1 0 7 の界面で全反射され、或いは、光吸収層 1 0 6 で表面反射されて、再び入射側へ向けられ、P D L C 外に射出される後方散乱もある。実際の P D L C では、これら散乱が複雑に関わりながら、散乱が生じているが、結果として、P D L C 層 1 0 1 を通過する光線 L R 1 に基づく前方散乱及び P D L C 層 1 0 1 の入射側へ戻される光線 L R 2、L R 3 に基づく後方散乱とに分けられ、他の光線は、P D L C 層 1 0 1 で吸収される。

30

40

【 0 0 2 6 】

P D L C 層 1 0 1 が反射型ディスプレイに使用され、高い反射率、即ち、明るい白を表示したい場合には、後方散乱の量を多くする必要がある。前方散乱で反対側に光線が抜ける場合には、光吸収層 1 0 6 の色が透けて見えることとなる。P D L C 層 1 0 1 での散乱は、主として前方散乱であるが、P D L C 層 1 0 1 が反射型ディスプレイに用いられる場合には、後方散乱によって白が薄くしかも下地が透けてしまう現象等が観測される。

【 0 0 2 7 】

この現象を避けるために、基板裏側を鏡面にすることにより、P D L C 層 1 0 1 を抜けた光線が再び全て後方に反射させて白色の明るさを改善する構造が提案されている。この

50

様な構造の反射型ディスプレイにあっては、白の反射率を60%以上の値とすることが出来る。しかし、この構造では、任意の色を出すことができない問題がある。即ち、PDL C層の裏側を鏡面にするために、明るい白の表示は可能であるが、PDL C層101が透明になった場合には裏の鏡面が見えることになり、この場合にはメタリックな銀と白の表示になってしまう問題がある。

【0028】

[比較例2]

図3(a)及び(b)は、図2に示したPDL C層の後方に単一のプリズムアレイが配置された第2の比較例に係る反射型ディスプレイを示している。図3(a)は、電圧が印加されないオフ状態におけるPDL C内における入射光線の散乱を示し、図3(b)は、電圧が印可されるオン状態におけるPDL Cを入射光線が透過して透明となる様子を示している。図3(a)及び(b)に示す反射型ディスプレイでは、前方散乱した光線の一部がプリズムアレイ109で全反射され、後方散乱としてPDL C層101に戻し、後方散乱される光線量を増加させている。ここで、プリズムアレイ109は、頂角90°の直角プリズムアレイが配列されて形成されている。

10

【0029】

駆動電源108がオンされてITO電極103、104間に電圧が印加された状態では、図3(b)に示すように微粒子102、即ち、液晶分子が配向され、光線LRは、PDL C層(ポリマー分散型液晶層)101、ITO電極104、このITO電極103が形成された上側のガラス基板105、空気層107を通過してPDL Cの背面に設置されているプリズムアレイ109で屈折されて光吸収体106に達し、この光吸収体106に吸収される。反射型ディスプレイを入射角が小さな垂直方向に近い方向から見た場合には、プリズムアレイ109を透過して下の着色層106を見ることとなり、背面の光吸収体の色が外部から観察される。

20

【0030】

駆動電源108がオフの状態では、図3(ba)に示すように液晶微粒子102は配向されないため液晶分子は様々な方向に向けられ、外部からの入射光線LR4、LR5は、散乱されて白が観察される。ここで、図3(ba)に符号LR4、LR5で示される光線軌跡は、前方散乱される光線の進み方を示している。

30

【0031】

図3(a)に示されるように、前方散乱した光線LR4、LR5は、PDL C層101を通過してITO電極103及びガラス基板105を透過し基板105の背面に向けられる。この通過してきた前方散乱光線LR4、LR5は、空気層110を介して、プリズムアレイ109を構成する個々のプリズムアレイに進入される。

【0032】

符号LR5が付された光線のように、プリズムアレイへの入射角が大きな前方散乱光線は、図3(a)に示すようにプリズムアレイ109をも通過してプリズムアレイ109背後の空気層107を介して光吸収層106に向けられ、この光吸収層106で吸収される。これに対して、図3(a)に符号LR4が付された前方散乱光線のように、プリズムアレイ109への入射角が大きな光線にあっては、プリズムアレイ109とプリズムアレイ109の裏側の空気層107の境界面で全反射され、全反射した光線は、再びPDL C層101に戻されて再散乱される。即ち、前方散乱でPDL C層101を抜け出した光線も、その一部は、再びPDL C層101に戻されて後方散乱に寄与することになる。この様にPDL C層101の背面に、プリズムアレイ109を設けることで、後方散乱の光線量を増加させて、白の反射率を増加させている。

40

【0033】

[比較例3]

図3(a)及び(b)に示すプリズムアレイ109に更にもう一枚のプリズムアレイ109を直交配置して重ね合わせてより大きな反射率を得る構造を想定することができる。ここで、追加されるプリズムアレイ109にも、頂角90°の直角プリズムアレイが配列

50

されているものとする。

【0034】

図4には、PDL C層101の厚さを变化させた場合におけるプリズムアレイ109の枚数、白の反射率及び着色層(黒)の反射率との関係を示している。図4において、符号Wは白レベルの曲線G1、G2、G3、G4の反射率を示し、符号Bは黒レベルの曲線G1、G2、G3、G4の反射率を示している。曲線G1は、厚さ40 μ mのPDL C層における白レベルW及び黒レベルBの反射率の変化を示し、曲線G2は、厚さ30 μ mのPDL C層における白レベルW及び黒レベルBの反射率の変化を示し、曲線G3は、厚さ25 μ mのPDL C層における白レベルW及び黒レベルBの反射率の変化を示し及び曲線G4は、厚さ15 μ mのPDL C層における白レベルW及び黒レベルBの反射率の変化を示している。また、図4のグラフの横軸は、夫々プリズムアレイ109が設けられていないプリズムアレイ無しP0の液晶表示装置における測定、1つのプリズムアレイ109が設けられているプリズムアレイ1枚P1の液晶表示装置における測定及び2枚のプリズムアレイ109が設けられているプリズムアレイ2枚P2の液晶表示装置における測定を示している。図4には、新聞の白レベルPW及び新聞の黒レベルPBが比較の為に破線で示されている。

10

【0035】

図4に示す曲線G1~G4からPDL C層101が厚いほど、白の反射率は高くなることが理解される。また、プリズムアレイ109を使用しない場合とプリズムアレイ109を使用する場合と比較すると、プリズムアレイ109を使用した場合には、反射率の増加は格段と大きくなることが判明する。プリズムアレイ109を2枚使用した場合には、新聞紙の白レベルPWに相当する約50%の反射率をも超えることができる。

20

【0036】

しかし、同時にPDL C層101が厚い(G4>G1)ほど、また、プリズムアレイの枚数を増やす程、黒レベルの反射率も大きくなる。表示装置の性能を評価する1つにコントラストがあり、コントラストは、白レベルWの反射率の黒レベルBの反射率に対する比であり、黒レベルBの反射率の変化がコントラストに大きく影響する。即ち、PDL C層101が厚く、プリズムアレイ109の枚数が多い時には、場合によっては黒レベルBの反射率が増加するため、コントラストの減少を生ずる場合もある。更に他の問題として、プリズムアレイ109を使用することによる、視野角が減少する問題も生ずる。図2(a)に示されるように、プリズムアレイ109を使用する場合には、全反射を利用して白の反射率が増加される。図2(b)に示されるように、電圧を印加して垂直に近い方向から見た場合には、下の着色層を見ることができ、斜め方向から見ると全反射を生じてしまう。全反射を生ずる角度が視野角に相当しており、プリズムアレイ2枚使用した場合には、視野角は左右上下とも ± 25 度程度まで減少してしまう問題がある。

30

【0037】

このような背景から、図1(a)及び(b)に示されるこの発明の実施の形態に係る液晶表示装置においては、第1のプリズムアレイ13におけるプリズムアレイ頂部15の頂角 $\theta 1$ 及び第2のプリズムアレイ14におけるプリズムアレイ頂部16の頂角 $\theta 2$ の組み合わせを最適化している。即ち、第1のプリズムアレイの頂角($\theta 1$)と第2のプリズムアレイの頂角($\theta 2$)の和($\theta 1 + \theta 2$)が180度以上、且つ、240度以下で、第1プリズムアレイの頂角($\theta 1$)或いは第2のプリズムアレイの頂角($\theta 2$)のいずれか一方が90度より大きくなるように最適化している。この最適化に基づき、下記に説明するように、白レベルの反射率はある程度維持しながら、高いコントラストと広い視野角を実現することができる。

40

【0038】

図5は、図1に示す第1のプリズムアレイ13の頂部15の頂角 $\theta 1$ 及び第2のプリズムアレイ14の頂部16の頂角 $\theta 2$ の組み合わせを变化させた場合における、白レベルの反射率、黒レベルの反射率及びコントラストをプロットしグラフWR、BR及びCtを示している。

50

第1のプリズムアレィ13の頂角 θ_1 と第2のプリズムアレィ14の頂角 θ_2 は、夫々60度・90度・120度の3種類を作製して、合計9種類の組み合わせの実験を行った。図5に示すグラフWR、BR及びCtから明らかなように、頂角 θ_1 、 θ_2 の組み合わせによって白反射率、黒反射率、及びコントラストの値は大きく変化してしまった。白の反射率は大きなほど、黒反射率は小さなほど、コントラストは大きなほど特性の良いことを示している。各頂角 θ_1 、 θ_2 の組み合わせに対して、(1)~(9)の数字を対応させている。

図5からは第1のプリズムアレィ13の頂角 θ_1 の変化と、第2プリズムアレィ14の頂角 θ_2 の変化の、白反射率WR・黒反射率BR・コントラストCtへの影響を考えると、第1のプリズムアレィ13の頂角 θ_1 の影響が大きいことがわかる。白の反射率WRに関しては、二枚のプリズムアレィ13、14を使用することでほぼ50%前後を維持している。しかし黒の反射率BRに関しては、第1のプリズムアレィ13の頂角 θ_1 によって影響を受け、頂角 θ_1 が小さいほど黒の反射率BRは大きくなっている。コントラストCtは、白の反射率WRを黒の反射率BRで割ったものであるので、白の反射率変化WRよりも0に近い黒の反射率変化BRがコントラストCtに大きく影響する。図5から明らかなように、黒の反射率BRは、第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 に大きく影響を受けている。そのためコントラストCtを計算すると、図5に示すようにこちらほとんど第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 に大きく影響を受けている。つまり第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 が大きくなるほど、コントラストが大きくなる傾向がある。

反射型ディスプレイとしては、コントラストCtが大きく、白の反射率WRが大きい、即ち、明るいディスプレイが理想的である。コントラストCtの基準値としては、新聞紙のコントラスト程度である7を基準とする。図5から判明することは、第2プリズムアレィ14の頂角 θ_2 に関わらず、第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 が60度ではコントラストCtは非常に小さい。これに比べて第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 が120度では、第2のプリズムアレィ14に関係なくコントラストCtが7以上とすることができる。第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 が90度の場合には、コントラストCtは、第2のプリズムアレィ14の影響を大きく受け、コントラストCtが7以上とすることができるのは、第2プリズムアレィ14の頂角 θ_2 が120度以上の場合である。

図5から反射型ディスプレイとして高いコントラストと反射率を実現できるのは、第1プリズムアレィ13の頂角が90度以上であること、そして第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 と第2のプリズムアレィ14の頂角 θ_2 の和は180度以上が必用なことがわかる。また、第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 と第2のプリズムアレィ14の頂角 θ_2 が共に90度では、やはりコントラストCtが7以上にならない。そこで、第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 と第2のプリズムアレィ14の頂角 θ_2 の一方は、90度より大きな必要がある。

図2からわかるように白の反射率に関しては、第1プリズムアレィ13と第2のプリズムアレィ14の和($\theta_1 + \theta_2$)が200度程度にならない限り、50%付近の値で大きな変化は無い。第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 が90度、60度、120度の順に白の反射率が少しずつ低くなっている。これに対して、第2のプリズムアレィ14に関しては、同じ第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 に対して、60度、90度、120度の順に白の反射率が少しずつ低くなっている。一方黒の反射率BRは、第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 が60度、90度、120度の順に低くなっている。また、第2のプリズムアレィ14に関しても、同じ第1プリズムアレィ13の頂角 θ_2 に対して、60度、90度、120度の順に黒の反射率が少しずつ低くなっている。黒の反射率BRに関しては、主として第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 の影響を大きく受けていることがわかる。コントラストCtは、白の反射率WRを黒の反射率BRで割ったものなので、黒の反射率BRの影響を受けやすい。つまり、コントラストCtは第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 の影響を大きく受けることになる。従って、第1プリズムアレィ13の頂角 θ_1 が90度より大きいことが好ましきこととなる。

図6を参照して、第1プリズムアレィ13の黒の反射率BRへの影響が大きな理由を説

明する。破線で示した様なプリズムアレイ 20 への入射光 21 は、プリズムアレイ斜面 22 で屈折してプリズムアレイ 20 の内部を進んでゆく。プリズムアレイ底面 23 まで進んだ光線は、ここでも屈折し、破線で示した様に外へと出てゆく。プリズムアレイ 20 の入射角 θ がある程度大きくなった場合には、図 6 に実線で示すようにプリズムアレイ底面 23 で全反射して、図 6 に示すような経路で再びプリズムアレイ 20 の外側へと出て行く。この全反射になる入射角度は、プリズムアレイの頂角が大きいほど大きくなり、例えば、頂角 θ が 60 度の場合には、33 度、頂角 θ が 90 度では 40 度、120 度では 58 度となる。黒の反射率 BR が低くなり十分に濃い黒を表現するためには、プリズムアレイ 20 に入射した光線がその裏側にある黒の着色層まで到達する必要がある。つまり、プリズムアレイ 20 が第 1 プリズムアレイ 13 に相当すると仮定すると、第 1 プリズムアレイ 13 で全反射する光線が多くなると、それだけ下側（第 2 プリズムアレイ 14 の側）へと抜ける光線の量が少なくなってしまう。上述の様に頂角 θ が 60 度の場合には 33 度で、頂角 θ が 90 度では、40 度で、頂角 θ が 120 度では 58 度で全反射を生ずるため、頂角 θ が 120 度の場合には、頂角 θ が 60 度の場合の二倍近い範囲の光線が下側へと通過することができる。つまり、第 1 プリズムアレイ 13 を光線が通過する際に、第 1 プリズムアレイ 13 の頂角 θ_1 の角度によって、下側に抜ける光線の量に大きな差ができてしまうのである。

10

【0039】

尚、第 1 プリズムアレイ 13 と第 2 のプリズムアレイ 14 の頂角の和が 240 度では、黒の反射率 BR がかなり小さくなるため、コントラスト Ct としては十分な値を得られているが、白の反射率 WR は 45 % 程度まで減少し、新聞紙よりも暗くなっている。これ以上角度を大きくした場合には、黒が濃くなるので更なるコントラスト Ct の上昇は望めるが、更に白の反射率 WR が減少してしまっている。従って、明るい反射型ディスプレイを実現するためには、これ以上角度を大きくすることは避けるべきであり、第 1 プリズムアレイ 13 と第 2 のプリズムアレイ 14 の頂角 θ_1 , θ_2 の和 ($\theta_1 + \theta_2$) は 240 度が上限となる。

20

【0040】

次に視野角に関しての説明を行う。図 7 は、図 5 の測定データを書き換えたものであり、○印が第 1 プリズムアレイ 13 の頂角 θ_1 が 90 度である場合及び △印が第 1 プリズムアレイ 13 の頂角 θ_1 が 120 度の場合の白反射率 WR ・黒反射率 BR 、コントラスト Ct の第 2 プリズムアレイ 14 の頂角 θ_2 に対する依存性を示したグラフである。この図 7 は、図 5 と同様に、第 1 プリズムアレイ 13 の頂角 θ_1 が 90 度で第 2 プリズムアレイ 14 の頂角 θ_2 が 120 度の場合に、白反射率 WR 、黒反射率 BR 、コントラスト Ct がもっとも最適化された状態になっていることがわかる。この第 1 プリズムアレイ 13 の頂角 θ_1 が 90 度の条件で第 2 プリズムアレイ 14 の頂角 θ_2 を様々に変化させて、視野角の測定を行った測定データが図 8 に示されている。第 1 プリズムアレイ 13 の頂角 θ_1 が 90 度、第 2 プリズムアレイ 14 の頂角 θ_2 が 60 度の場合の視野角は、20 度も得られなく、少し斜めから見ると全反射のために、黒が見えるはずのところが銀色に見えてしまう。第 1 プリズムアレイ 13 の頂角 θ_1 が 90 度で、第 2 プリズムアレイ 14 の頂角 θ_2 も 90 度の場合には、視野角はやや広くなり 40 度程度となる。第 1 プリズムアレイ 13 の頂角 θ_1 が 90 度で、第 2 プリズムアレイ 14 の頂角 θ_2 が 120 度の場合には、視野角は更に広くなり 60 度程度となる。つまり今回の実験から得られることは、第 1 プリズムアレイ 13 の頂角 θ_1 が 90 度で、第 2 プリズムアレイ 14 の頂角 θ_2 が 120 度の場合が、白の反射率 WR もほぼ満足できる値で、コントラスト Ct は、ほぼ最高値また視野角も 60 度と十分に広く、最良の組み合わせであることがわかった。従って、第 1 の頂角が 90 度から 120 度の範囲内に定められ、第 2 の頂角が 90 度から 120 度の範囲内に定められることが好ましく、第 1 の頂角が 90 度に定められ、第 2 の頂角が 120 度に定められ、或いは、第 1 の頂角が 120 度に定められ、第 2 の頂角が 90 度に定められることがより好ましい。

30

40

【0041】

50

次に図9(a)及び(b)を参照して、例えば第1プリズムアレイ13の頂角 θ_1 が60度及び第2プリズムアレイ14の頂角 θ_2 が120度の場合と順番が逆で、第1プリズムアレイ3の頂角 θ_1 が120度及び第2プリズムアレイ14の頂角 θ_2 が60度の場合とで反射率が異なる理由について説明する。本来純粋に順番が変わっただけでは、光線追跡から考えると反射率に差は生じないはずである。実際に測定した反射率に差が生ずる原因は解析できてないが、定性的には2つの原因が考えられる。1つはプリズムアレイ13, 14内部でのロスが原因であり、もう1つはどちらのプリズムアレイ13, 14でより多くの全反射を行うのかに起因していると思われる。図9(a)に示す様に、第1のプリズムアレイ13の頂角 θ_1 が小さく、第2のプリズムアレイ14の頂角 θ_2 が大きな場合には、図9(a)に示すようにある方向から入射した光線は、第1のプリズムアレイ13の下面で全反射を生じて、再び第1のプリズムアレイ13から出射されてくる。これに対して図9(b)に示す様に、第1のプリズムアレイ13の頂角 θ_1 が大きく、第2のプリズムアレイ14の頂角 θ_2 が小さな場合には、図9(a)に示した角度と同じ入射角の光線に対しては、第1プリズムアレイ13を透過して第2プリズムアレイ14に入射し、第2プリズムアレイ14の下面で全反射して図示したような経路で再び第1のプリズムアレイ13から出射されてくる。結果的には全反射して戻ってくるのであるが、経路に関しては図示した様に大きく異なっている。図9(b)の様に経路が長くなると、プリズムアレイ内部でのロスも大きくなるが各媒体の境界面で生ずる、表面反射などによるロスも大きくなってしまふ。このために第1プリズムアレイ13の頂角 θ_1 が60度・第2プリズムアレイ14の頂角 θ_2 が120度の方が、第1プリズムアレイ13の頂角 θ_1 が120度・第2プリズムアレイの頂角 θ_2 が60度の場合と比較して反射率が大きくなる一因でもある。

10

20

【0042】

以上のように、この発明の液晶表示装置によれば、白の反射率を増加させ、コントラスト及び視野角の低下をできるだけ小さく抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】(a)及び(b)は、この発明の実施の形態に係る液晶表示装置の構造を概略的に示す斜視図及び断面図である。

【図2】(a)及び(b)は、比較例1に係る液晶表示装置の構造及び光線軌跡を概略的に示す断面図である。

30

【図3】(a)及び(b)は、比較例2に係る液晶表示装置の構造及び光線軌跡を概略的に示す断面図である。

【図4】比較例1、比較例2及び比較例3に係る液晶表示装置における白レベル及び黒レベルでの反射率を示すグラフである。

【図5】図1(a)及び(b)に示される液晶表示装置における白反射率、黒反射率及びコントラストの測定値を示したグラフである。

【図6】図1(a)及び(b)に示される液晶表示装置において、第1プリズムアレイの頂角がコントラストに与える影響が大きいことを説明する為のプリズムアレイにおける光線の軌跡を示す模式図である。

40

【図7】図1(a)及び(b)に示される液晶表示装置における第1及び第2プリズムアレイの頂角と白反射率、黒反射率及びコントラストの関係を示したグラフである。

【図8】図1(a)及び(b)に示される液晶表示装置における第2プリズムアレイの頂角と視野角の関係について示すグラフである。

【図9】図1(a)及び(b)に示される液晶表示装置におけるプリズムアレイの並べ方の順序で反射率が変化することを説明為の組み合わせプリズムアレイにおける光線の軌跡を示す模式図である。

【符号の説明】

【0044】

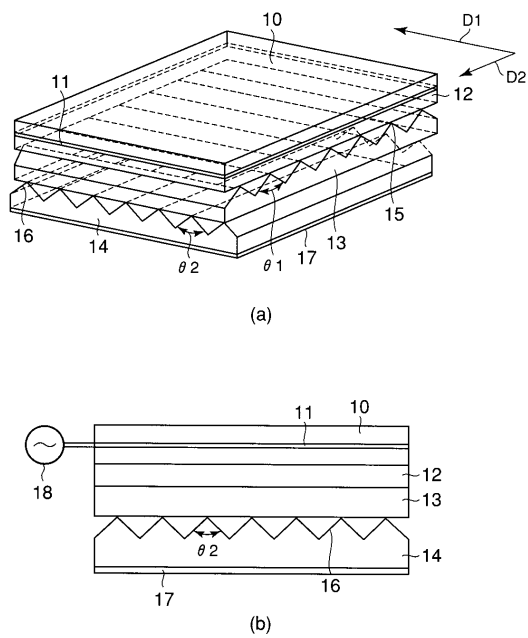
10、12...ガラス基板、11...PDL層、13, 14...プリズムアレ

50

イ、15, 16 . . . プリズム頂部、

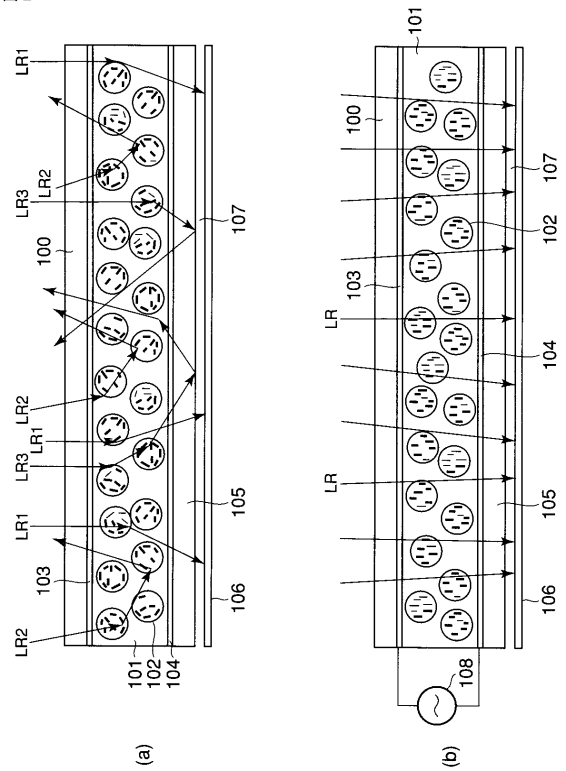
【図 1】

図 1



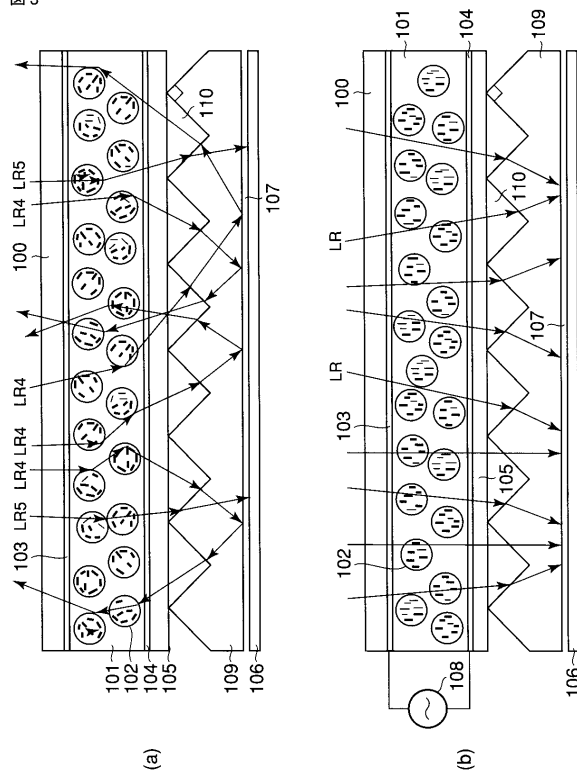
【図 2】

図 2



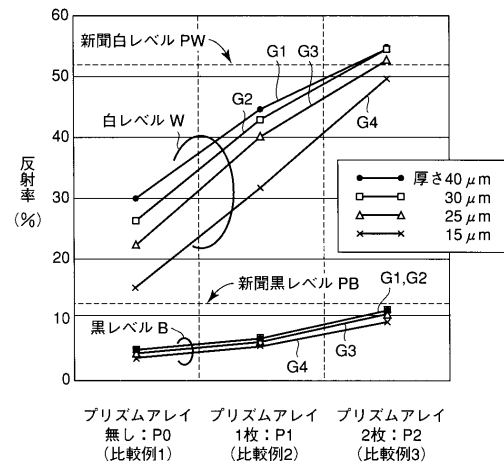
【図 3】

図 3



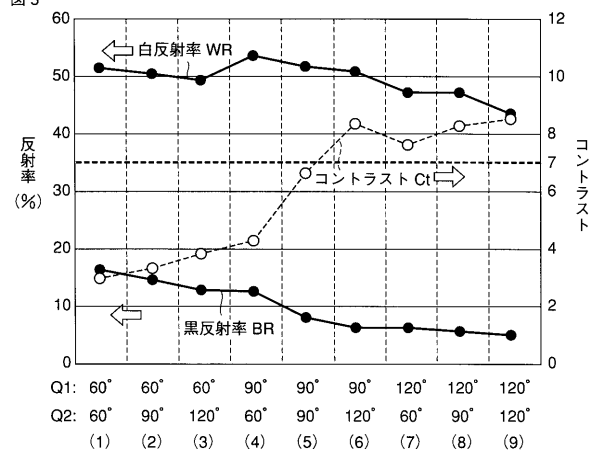
【図 4】

図 4



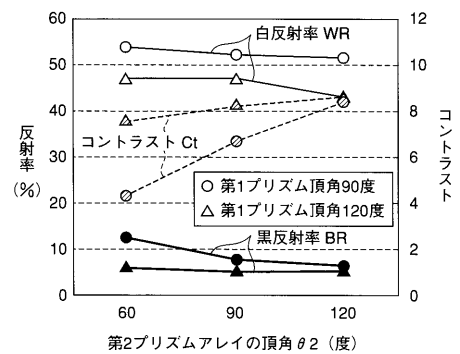
【図 5】

図 5



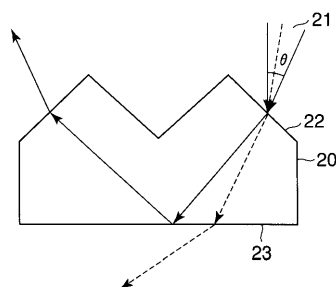
【図 7】

図 7



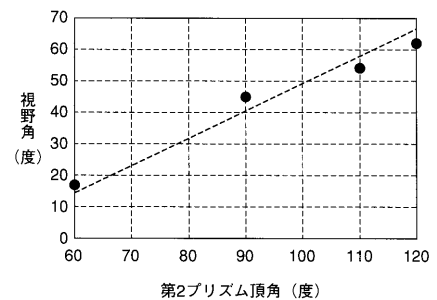
【図 6】

図 6



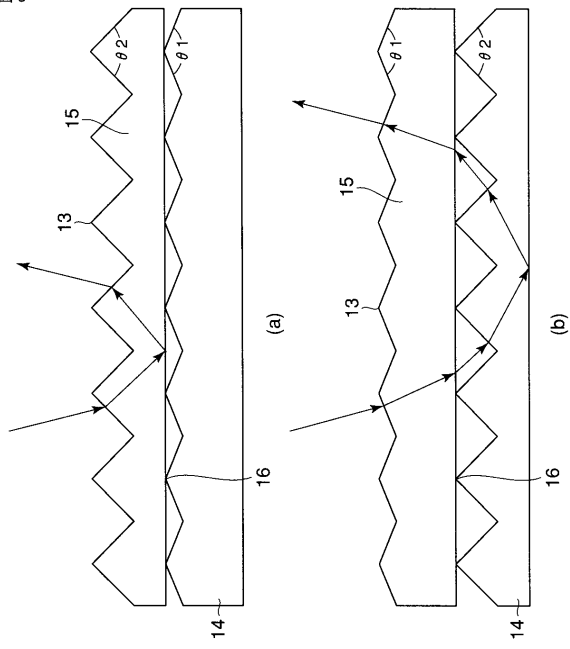
【図 8】

図 8



【 図 9 】

図 9



フロントページの続き

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 永戸 一志

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内

(72)発明者 長谷川 励

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内

(72)発明者 大岡 青日

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内

F ターム(参考) 2H091 FA21Z FA23Z FB02 FD23 HA02 HA18 JA01 JA02 LA16 LA17
2H191 FA52Z FA71Z FB02 FD43 HA02 HA27 JA01 JA02 LA21 LA22

Fig. 1 consists of two parts. Part (a) is a 3D perspective view of a multi-layered structure. It shows a top layer (10) with a grid pattern, a middle layer (11) with a wavy interface (12) below it, and a bottom layer (13). The wavy interface is defined by a series of peaks and valleys. Part (b) is a cross-sectional view of the structure, showing the layers (10, 11, 12, 13) and the wavy interface (14) between them. A circular feature (15) is shown on the left side of the structure.