

明 細 書

発明の名称：液晶ディスプレイ

技術分野

[0001] 本発明は、液晶ディスプレイに関する。より詳しくは、前面板を備える液晶ディスプレイに関するものである。

背景技術

[0002] 液晶ディスプレイは、液晶分子の電気光学特性を利用して文字及び画像を表示する装置であり、携帯電話、ノートパソコン、液晶テレビ等の機器に広く普及している。

[0003] 近年、液晶ディスプレイは大画面化が進み、デジタルサイネージといった、屋外又は半屋外で用いられるディスプレイとしての用途が特に注目されている。

[0004] また、携帯機器又はデジタルサイネージ用の液晶ディスプレイにおいては、液晶パネルの前面側、すなわち観察者側に、液晶パネルを保護するための保護板、又は、保護機能を兼ね備えたタッチパネルが設けられることが多い。

[0005] 従来の液晶ディスプレイは、例えば、図38に示すように、液晶パネル1110と、液晶パネル1110の観察者側に設けられた保護板1121とを備え、液晶パネル1110は、一対の偏光板1112、1117を有する。

[0006] しかしながら、液晶パネル1110及び保護板1121の間に空気層が介在するため、液晶パネル1110及び空気層の間の界面と、保護板1121及び空気層の間の界面とにおいて屈折率差が大きくなる。したがって、該界面で外光が反射し、その結果、明所での視認性が著しく低下してしまう。また、保護板1121の表面での外光の反射も大きい。

[0007] このような外光の反射を低減するための方法として、低反射フィルムを用いる方法が挙げられる。例えば、図39に示すように、保護板1121の観察者側及び液晶パネル1110側にそれぞれ、低反射フィルム1127、1128を設け、偏光板1117の観察者側に低反射フィルム1118を設ける

。

[0008] 別の方法としては、保護板 1 1 2 1 及び液晶パネル 1 1 1 0 の間の空気層を樹脂で埋める方法が挙げられる。

[0009] しかしながら、いずれの方法によっても、コストが高くなる割には明所での視認性を劇的に向上することはできなかった。

[0010] また、表示品位を低下させる外光の反射は、液晶パネルの内部でも発生する。例えば、一般的な液晶パネルにおいては、配線の金属膜、又は、画素電極の ITO（インジウム錫酸化物、屈折率が略 2.0）と、ガラス基板、液晶層、又は、配向膜との間の屈折率差が大きい。そのため、これらによって形成される界面で外光が反射する。

[0011] そこで、パネル内部での反射を低減させる方法として、円偏光板を用いる方法が開示されている（例えば、特許文献 1、2 参照。）。

[0012] また、EL ディスプレイのような自発光型ディスプレイにおいても、発光素子の内部で発生する外光の反射を低減するために、円偏光板を用いる技術が開示されている（例えば、特許文献 3 参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献 1：特開 2000-39611 号公報

特許文献 2：国際公開第 2009/104414 号

特許文献 3：特開 2003-91244 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] しかしながら、特許文献 1 記載の技術においては、液晶セルの観察者側に第一及び第二直線偏光板を設ける必要があり、液晶セルの観察者側に 1 枚の偏光板が設けられた一般的な液晶ディスプレイに比べて透過率が 6～7% 減少してしまう。また、直線偏光板は通常、直線偏光素子と、直線偏光素子を保護するための保護フィルム（例えば、TAC フィルム）とを備え、直線偏光

素子を紫外線から保護するために保護フィルムには通常、紫外線吸収材が混入されている。したがって、特許文献1では、第一及び第二直線偏光板の直線偏光素子の間に設けられた保護フィルムが紫外線を吸収するため、白表示が黄色くなり、表示品位が落ちてしまう。更に、偏光板1枚分のコストが余分にかかってしまう。

[0015] また、特許文献2記載の技術においては、光学板に設けられた偏光層及び $\lambda/4$ 板が外の環境に晒される。そのため、偏光層及び $\lambda/4$ 板は、紫外線、温度、湿度、水の接触、及び、汚れの付着の影響を受け、劣化しやすい。すなわち、ディスプレイとしての性能を維持できる期間が短くなってしまう。また、光学板に設けられたプラスチック層が位相差を有する場合、コントラストが低下することがある。なお、プラスチック層の代わりに強化ガラスを使用することも考えられる。しかしながら、本発明者らが調査した結果、強化ガラスの内部には応力があり、そのため、強化ガラスは複屈折を示すことがわかった。また、プラスチック層としてフィルムタイプのタッチパネルを使用することも考えられる。しかしながら、タッチパネルのフィルムに使用される樹脂には通常、複屈折を示すような材料（例えば、PET）が使用される。したがって、これらの部材は円偏光の状態を変化させるので、いずれの場合もコントラストが低下する可能性がある。これは、円偏光の状態が変化してしまうと、円偏光板による反射防止性能は低下してしまうからである。更に、特許文献2記載の技術については、視野角特性を向上するという点で改善の余地があった。

[0016] また、特許文献3の技術においては、円偏光板による反射防止効果を得られる代わりに、ELディスプレイの白輝度が大幅に低下してしまう。円偏光板を用いない場合の白輝度を100とした場合、円偏光板を用いた場合の白輝度は、円偏光板の透過率に依存するが、実際には43程度に減少してしまう。なお、特許文献3では理想的な偏光板を利用することを仮定し、白輝度を50としている。また、特許文献3の図4（A）及び図5には、 $\lambda/4$ 板上に反射防止膜を配置した構造が開示されている。しかしながら、現在一般的

に流通している $\lambda/4$ 板（例えば、日本ゼオン社製のゼオノア）は、ウェットプロセス及びドライプロセスのいずれにおいても他の材料との密着性が弱い。したがって、 $\lambda/4$ 板上に反射防止膜を配置した場合、取り扱いが非常に困難となり、量産性に課題がある。なお、特許文献3には、耐擦傷性を向上するために、反射防止膜の下地にハードコート層を形成してもよいと記載されているが、やはり $\lambda/4$ 板の柔らかさが耐擦傷性に悪影響を及ぼすため、実用的ではない。例えば、ゼオノア製の $\lambda/4$ 板上にハードコート層を形成した場合の鉛筆硬度はHB以下であるが、取り扱いが容易となるレベルは、3H以上である。

[0017] 本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、耐久性及び視認性に優れ、高いコントラスト及び広視野角を有する液晶ディスプレイを提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0018] 本発明者らは、耐久性及び視認性に優れ、高いコントラスト及び広視野角を有する液晶ディスプレイについて種々検討したところ、円偏光板の配置場所に着目した。そして、空気層を介して液晶パネル及び前面板を互いに対向配置し、前面板に保護板、直線偏光素子及び $\lambda/4$ 板を設け、これら保護板、直線偏光素子及び $\lambda/4$ 板を液晶パネルに向かってこの順に積層し、液晶パネルの液晶セルとして垂直配向モードの液晶セルを採用し、 $\lambda/4$ 板のNZ係数を $1 < NZ$ に設定し、液晶セルと前面板の直線偏光素子との間に他の直線偏光素子を設けないことにより、耐久性、視認性、コントラスト及び視野角特性を向上できることを見だし、上記課題をみごとに解決することができることに想到し、本発明に到達したものである。

[0019] すなわち、本発明のある側面は、液晶セルを有する液晶パネルと、前記液晶パネルの観察者側に空気層を介して配置された前面板とを備える液晶ディスプレイであって、前記前面板は、保護板と、前記保護板の前記液晶パネル側に配置された直線偏光素子と、前記直線偏光素子の前記液晶パネル側に配置された $\lambda/4$ 板とを有し、前記液晶セルは、垂直配向モードの液晶セルであ

り、前記 $\lambda/4$ 板のNZ係数は、 $1 < NZ$ を満たし、前記液晶セル及び前記直線偏光素子の間には他の直線偏光素子が設けられていない液晶ディスプレイ（以下、本発明の液晶ディスプレイとも言う。）である。

[0020] 本発明の液晶ディスプレイの構成としては、このような構成要素を必須として形成されるものである限り、その他の構成要素により特に限定されるものではない。

本発明の液晶ディスプレイにおける好ましい形態について以下に詳しく説明する。以下に示す各種形態は、適宜組み合わせられてもよく、以下の2以上の好ましい形態を互いに組み合わせた形態もまた、好ましい形態の一つである。

[0021] 前記前面板は、前記保護板の観察者側に反射防止層を有することが好ましい。これにより、前面板の観察者側の表面における外光の反射を低減することができる。

[0022] 前記保護板は、無機材料を用いて形成され、前記反射防止層（保護板の観察者側に配置された反射防止層）は、前記保護板上に直接設けられることが好ましい。これにより、反射防止層の材料の選択肢が増加し、例えば、無機材料を選択することができる。したがって、反射防止層の劣化を低減することができる。

[0023] 本発明の液晶ディスプレイを容易に製造し、また、光漏れを効果的に抑制する観点からは、前記 $\lambda/4$ 板のNZ係数は、 $NZ \leq 2$ を満たすことが好ましい。

[0024] 視認性をより向上する観点からは、下記形態（1）、（2）が好ましく、下記形態（3）がより好ましい。

[0025] 形態（1）において、前記前面板は、前記 $\lambda/4$ 板の前記液晶パネル側に配置された反射防止層を更に有する。

[0026] 形態（2）において、前記液晶パネルは、前記液晶セルの前記前面板側に配置された反射防止層を更に有する。

[0027] 形態（3）において、前記前面板は、前記 $\lambda/4$ 板の前記液晶パネル側に配

置された第1の反射防止層を更に有し、前記液晶パネルは、前記液晶セルの前記前面板側に配置された第2の反射防止層を更に有する。

[0028] 反射防止層が設けられた部材の取り扱いを容易にする観点からは、上記形態(1)において、前記前面板は、基材フィルムを更に有し、前記λ/4板の前記液晶パネル側に配置された前記反射防止層は、前記基材フィルム上に形成されることが好ましく、上記形態(2)において、前記液晶パネルは、基材フィルムを更に有し、前記液晶セルの前記前面板側に配置された前記反射防止層は、前記基材フィルム上に形成されることが好ましく、上記形態(3)において、前記前面板は、第1の基材フィルムを更に有し、前記第1の反射防止層は、前記第1の基材フィルム上に形成され、前記液晶パネルは、第2の基材フィルムを更に有し、前記第2の反射防止層は、前記第2の基材フィルム上に形成されることが好ましい。

[0029] 視野角特性を更に向上する観点からは、上記形態(1)、(2)において、前記基材フィルムの面内位相差は、10nm以下であり、前記基材フィルムの厚み方向位相差は、20nm以上、80nm以下であることが好ましく、上記形態(3)において、前記第1の基材フィルム及び前記第2の基材フィルムの面内位相差は各々、10nm以下であり、前記第1の基材フィルム及び前記第2の基材フィルムの厚み方向位相差は各々、20nm以上、80nm以下であることが好ましい。同様の観点からは、上記形態(1)、(2)において、前記基材フィルムは、トリアセチルセルロースを用いて形成されることが好ましく、上記形態(3)において、前記第1の基材フィルム及び前記第2の基材フィルムは、トリアセチルセルロースを用いて形成されることが好ましい。なお、前記第1の基材フィルムの位相差は、前記第2の基材フィルムの位相差と同じであってもよいし、異なってもよいが、通常では、両者は、実質的に同じに設定される。より具体的には、この場合、両者の面内位相差の差は、1nm以下(好適には0.1nm以下)であってもよく、また、両者の厚み方向位相差の差は、1nm以下(好適には0.1nm以下)であってもよい。

[0030] 前記直線偏光素子、及び、前記 $\lambda/4$ 板はそれぞれ、第1の直線偏光素子、及び、第1の $\lambda/4$ 板であってもよく、前記液晶パネルは、前記液晶セルの背面側に配置された第2の $\lambda/4$ 板と、前記第2の $\lambda/4$ 板の背面側に配置された第2の直線偏光素子とを更に有してもよく、前記第2の $\lambda/4$ 板のNZ係数は、前記第1の $\lambda/4$ 板のNZ係数と実質的に等しくてもよい。これにより、透過型又は半透過型において、高いコントラスト及び広視野角を効果的に実現することができる。

[0031] 前記液晶セルの厚み方向位相差は、黒表示時（最低階調を表示している時）、 $260\sim 320\text{ nm}$ （より好適には $290\sim 310\text{ nm}$ ）であることが好ましい。これにより、透過型において、高い透過率を実現することができる。

[0032] なお、本発明の液晶ディスプレイは、反射型の液晶ディスプレイであってもよい。高い透過率を実現する観点からは、反射型の場合は、前記液晶セルの厚み方向位相差は、黒表示時、 $130\sim 160\text{ nm}$ （より好適には $145\sim 155\text{ nm}$ ）であることが好ましく、半透過型の場合は、前記液晶セルの厚み方向位相差は、黒表示時、透過領域において $260\sim 320\text{ nm}$ （より好適には $290\sim 310\text{ nm}$ ）であり、反射領域において $130\sim 160\text{ nm}$ （より好適には $145\sim 155\text{ nm}$ ）であることが好ましい。

[0033] 前記前面板は、前記直線偏光素子（第1の直線偏光素子）よりも観察者側に配置された $\lambda/4$ 板を更に有することが好ましい。これにより、アクティブシャッターメガネ方式の立体映像認識システム用のディスプレイとして本発明の液晶ディスプレイを利用することができる。また、観察者の視点及び／又は顔の傾きが変化したとしても画面輝度が低下するのを抑制することができる。更に、消費電力の増加を伴うことなく明るい立体映像表示を得られる。

発明の効果

[0034] 本発明によれば、優れた耐久性及び視認性と、高いコントラストと、広視野角とを実現することができる液晶ディスプレイを実現することができる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]実施形態1の液晶ディスプレイを示す断面模式図である。

[図2]実施形態1の液晶ディスプレイを示す断面模式図であり、実施形態1における外光の反射防止機構を説明するための図である。

[図3]実施形態1の液晶ディスプレイを示す断面模式図であり、実施形態1のコントラストを説明するための図である。

[図4]比較形態1の液晶ディスプレイを示す断面模式図である。

[図5]比較形態2の液晶ディスプレイを示す断面模式図である。

[図6]比較形態2の液晶ディスプレイを示す断面模式図であり、比較形態2のコントラストを説明するための図である。

[図7]上段は、比較形態1に係るシミュレーションモデルM1と、比較形態2に係るシミュレーションモデルM2及びM3と、実施形態1に係るシミュレーションモデルM4とを示す断面模式図である。下段は、シミュレーションモデルM1～M4の等輝度コンター図を示す。

[図8]シミュレーションモデルM1～M4の極角 60° での黒表示輝度の方位角依存性を示すグラフである。

[図9]シミュレーションモデルM1～M4の方位角 75° での黒表示輝度の極角依存性を示すグラフである。

[図10]上段は、実施形態1に係るシミュレーションモデルM4～M8を示す断面模式図である。下段は、シミュレーションモデルM4～M8の等輝度コンター図を示す。

[図11]シミュレーションモデルM4～M8の極角 60° での黒表示輝度の方位角依存性を示すグラフである。

[図12]シミュレーションモデルM4～M8の方位角 75° での黒表示輝度の極角依存性を示すグラフである。

[図13]上段は、比較形態2に係るシミュレーションモデルM9と、実施形態1に係るシミュレーションモデルM10～M13とを示す断面模式図である。下段は、シミュレーションモデルM9～M13の等輝度コンター図を示す。

。

[図14]液晶セルのR t hを260nmに設定した場合において、シミュレーションモデルM9～M13の極角60°での黒表示輝度の方位角依存性を示すグラフである。

[図15]液晶セルのR t hを290nmに設定した場合において、シミュレーションモデルM9～M13の極角60°での黒表示輝度の方位角依存性を示すグラフである。

[図16]液晶セルのR t hを320nmに設定した場合において、シミュレーションモデルM9～M13の極角60°での黒表示輝度の方位角依存性を示すグラフである。

[図17]シミュレーションモデルM4において、液晶セルのR t hを変更しながら白表示時の透過率を計算した結果を示す。

[図18]実施形態2の液晶ディスプレイを示す断面模式図である。

[図19]実施形態1の液晶ディスプレイを示す断面模式図であり、実施形態1における多重映りを説明するための図である。

[図20]比較形態3の液晶ディスプレイを示す断面模式図である。

[図21]上段は、実施形態1に係るシミュレーションモデルM4と、比較形態3に係るシミュレーションモデルM14及びM15と、実施形態2に係るシミュレーションモデルM16とを示す断面模式図である。下段は、シミュレーションモデルM4、M14～M16の等輝度コンター図を示す。

[図22]シミュレーションモデルM4、M14～M16の極角60°での黒表示輝度の方位角依存性を示すグラフである。

[図23]シミュレーションモデルM4、M14～M16の方位角75°での黒表示輝度の極角依存性を示すグラフである。

[図24]上段は、実施形態1に係るシミュレーションモデルM4及びM17と、実施形態2に係るシミュレーションモデルM16及びM18とを示す断面模式図である。下段は、シミュレーションモデルM4、M16～M18の等輝度コンター図を示す。

[図25]シミュレーションモデルM4、M16～M18の極角60°での黒表示輝度の方位角依存性を示すグラフである。

[図26]シミュレーションモデルM4、M16～M18の方位角75°での黒表示輝度の極角依存性を示すグラフである。

[図27]実施形態3の液晶ディスプレイを示す断面模式図である。

[図28]実施形態4の液晶ディスプレイを示す断面模式図である。

[図29]上段は、実施形態1に係るシミュレーションモデルM4と、実施形態2に係るシミュレーションモデルM16と、実施形態3に係るシミュレーションモデルM19と、実施形態4に係るシミュレーションモデルM20とを示す断面模式図である。下段は、シミュレーションモデルM4、M16、M19、M20の等輝度コンター図を示す。

[図30]シミュレーションモデルM4、M16、M19、M20の極角60°での黒表示輝度の方位角依存性を示すグラフである。

[図31]シミュレーションモデルM4、M16、M19、M20の方位角75°での黒表示輝度の極角依存性を示すグラフである。

[図32]上段は、実施形態2に係るシミュレーションモデルM21及びM22と、実施形態3に係るシミュレーションモデルM23及びM24と、実施形態4に係るシミュレーションモデルM25及びM26とを示す断面模式図である。下段は、シミュレーションモデルM21～M26の等輝度コンター図を示す。

[図33]シミュレーションモデルM21及びM22の極角60°での黒表示輝度の方位角依存性を示すグラフである。

[図34]シミュレーションモデルM23及びM24の極角60°での黒表示輝度の方位角依存性を示すグラフである。

[図35]シミュレーションモデルM25及びM26の極角60°での黒表示輝度の方位角依存性を示すグラフである。

[図36]実施形態5の液晶ディスプレイを示す断面模式図である。

[図37]実施形態6の液晶ディスプレイを示す断面模式図である。

[図38]従来の液晶ディスプレイを示す断面模式図である。

[図39]別の従来の液晶ディスプレイを示す断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0036] 本明細書において、液晶ディスプレイの前後については、観察者（画面）の反対側を背面側と定義する。

[0037] また、液晶ディスプレイの方位（方位角）は、観察者が当該ディスプレイの画面を正面視した状態において、当該観察者から見て3時方向を基準（0°方位）とし、反時計回りを正として規定される。

[0038] また、直線偏光素子は、無偏光（自然光）、部分偏光又は偏光から、特定方向にのみ振動する偏光（直線偏光）を取り出す機能を有するものである。ただし、本明細書において、直線偏光素子を含む偏光板のコントラストは、必ずしも無限大である必要はなく、5000以上（好適には10000以上）であってもよい。特に断りのない限り、本明細書中で「直線偏光素子」又は「偏光素子」というときは保護フィルムを含まず、偏光機能を有する素子だけを指す。

[0039] 本明細書において、 $\lambda/4$ 板は、少なくとも波長550nmの光に対して略 $1/4$ 波長のリタデーションを有する層である。 $\lambda/4$ 板の面内位相差Rは、波長550nmの光に対して理想的には137.5nmであるが、100nm以上、180nm以下であればよく、120nm以上、160nm以下であることが好ましく、130nm以上、145nm以下であることがより好ましい。

[0040] 面内位相差Rは、複屈折層（液晶セル及び $\lambda/4$ 板を含む。）の面内方向の主屈折率を n_x 及び n_y と定義し、面外方向（厚み方向）の主屈折率を n_z 、複屈折層の厚みをdと定義したとき、 $R = |n_x - n_y| \times d$ で定義される面内方向の位相差（単位：nm）である。これに対して、厚み方向位相差 R_{th} は、 $R_{th} = (n_z - (n_x + n_y) / 2) \times d$ で定義される面外方向（厚み方向）の位相差（単位：nm）である。ただし、 n_x 及び n_y の方向は、互いに直交する。また、NZ係数は、複屈折層の二軸性の程度を表わ

すパラメータであり、 $NZ = (n_s - n_z) / (n_s - n_f)$ で定義される。なお、 n_s は、 n_x 、 n_y のうちの大きい方を、 n_f は、 n_x 、 n_y のうちの小さい方を表す。また、本明細書中で位相差、NZ 係数等の光学パラメータの測定波長は、特に断りのない限り 550 nm とする。

[0041] 本明細書において、複屈折層（位相差フィルム）とは、光学的異方性を有する層（フィルム）のことである。複屈折層は、本発明の作用効果を十分に奏する観点から、面内位相差 R と、厚み方向位相差 R_{th} の絶対値との少なくとも一方が 10 nm 以上の値を有するものを意味し、好ましくは、20 nm 以上の値を有するものを意味する。

[0042] また、等方性フィルムとは、面内位相差 R と、厚み方向位相差 R_{th} の絶対値とのいずれもが 10 nm 以下の値を有するものを意味し、好ましくは、5 nm 以下の値を有するものを意味する。

[0043] 以下に実施形態を掲げ、本発明を図面に参照して更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。

[0044] （実施形態 1）

実施形態 1 の液晶ディスプレイ 1 は、透過型の液晶ディスプレイであり、図 1 に示すように、液晶パネル 10 と、液晶パネル 10 の観察者側に空気層 40 を介して設けられた前面板 20 と、液晶パネル 10 の背面側に設けられたバックライトユニット 30 とを備える。液晶パネル 10 及び前面板 20 は、表示領域の周囲（額縁領域）に設けられたシール材によって互いに貼り合わされている。

[0045] 前面板 20 は、液晶パネル 10 の画面の観察者側、すなわち画面前方に配置された透明な部材であり、液晶パネル 10 の画面（表示領域）を覆って配置される。

[0046] 前面板 20 は、保護板 21 と、保護板 21 の液晶パネル 10 側に配置された偏光板 22 と、保護板 21 の観察者側に配置された低反射層（反射防止層）26 とを有する。偏光板 22 は、接着層又は粘着層を介して保護板 21 に貼付されている。偏光板 22 は、好適には、紫外線吸収剤入り接着層又は粘着

層 2 9 を介して保護板 2 1 に貼付されている。これにより、後述する、直線偏光素子 1 4、2 4 とトリアセチルセルロース（TAC）フィルム等の保護フィルム 2 3、1 3 との紫外線による劣化を軽減することができる。接着剤及び粘着剤のいずれを用いるかは生産性を考慮して適宜決定すればよく、通常、接着剤は接着力が大変強く、一方粘着剤は接着力が接着剤より弱い。接着剤、粘着剤の材料は特に限定されず、例えば、アクリル系の材料が挙げられる。

[0047] 保護板 2 1 は、様々な衝撃から液晶パネル 1 0 を保護するための無色透明の基材である。保護板 2 1 の材料としては、透明性が高く、かつ機械的強度が高い材料が好ましい。具体的には、液晶ディスプレイ 1 を屋外又は半屋外で使用することを想定すると、ガラス、強化ガラス等の無機材料、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂等の有機材料が挙げられ、なかでも、無機材料が好適である。

[0048] 偏光板 2 2 は、トリアセチルセルロース（TAC）フィルム等の保護フィルム 2 3 と、直線偏光素子 2 4 と、 $\lambda/4$ 板 2 5 とを有し、これらの部材は、保護板 2 1 側からこの順に積層されている。保護フィルム 2 3 及び $\lambda/4$ 板 2 5 は各々、接着層（図示せず）を介して直線偏光素子 2 4 に貼付されている。

[0049] 偏光板 2 2 は、円偏光板として機能し、直線偏光素子 2 4 の透過軸と、 $\lambda/4$ 板 2 5 の面内遅相軸とのなす角は、 40° 以上、 50° 以下であり、 42° 以上、 48° 以下であることが好ましく、 44° 以上、 46° 以下であることがより好ましい。

[0050] 一般的な $\lambda/4$ 板は、フィルムを一軸延伸して形成され、NZ 係数が 1 のフィルムであるが、 $\lambda/4$ 板 2 5 の NZ 係数は、1 よりも大きく、1.2 以上であることが好ましく、1.3 以上であることがより好ましい。これにより、広い視角範囲において、黒表示時の光漏れを小さくし、コントラストを高くすることができる。すなわち、視野角特性を向上することができる。

[0051] $\lambda/4$ 板 2 5 の NZ 係数の上限は特に限定されないが、 $\lambda/4$ 板 2 5 を容易

に製造する観点からは、2以下であることが好ましい。また、NZ係数が2以下の $\lambda/4$ 板は、入手が容易である。 $\lambda/4$ 板25のNZ係数が2を超えると、 $\lambda/4$ 板25の製造が困難である。また、黒表示時の光漏れを効果的に抑制する観点からは、 $\lambda/4$ 板25のNZ係数は、2以下であることが好ましく、1.7以下であることがより好ましく、1.6以下であることが更に好ましい。

[0052] 低反射層26の種類としては特に限定されず、例えば、反射率が低いAR (Anti Reflection) 層、反射率がAR層よりも高いLR (Low Reflection) 層、モスアイ層等が挙げられる。

[0053] なお、前面板20は、傷付防止のためのハードコート層、防眩性を付与するためのAG (Anti Glare) 層等の表面処理層を更に有してもよい。

[0054] 液晶パネル10は、液晶セル11と、液晶セル11の背面側（バックライトユニット30側）に設けられた偏光板12とを有する。偏光板12は、接着層又は粘着層（図示せず）を介して液晶セル11に貼付されている。

[0055] 液晶セル11の観察者側、すなわち、液晶セル11と偏光板22の直線偏光素子24との間には他の偏光板（直線偏光素子）が設けられておらず、偏光板22が検光子として機能する。

[0056] 液晶セル11は、一对の基板（図示せず）と、該一对の基板間に挟持された液晶層（図示せず）とを備える。液晶セル11の表示モードは、垂直配向 (Vertical Alignment (VA)) モードであり、液晶セル11は、液晶層中の液晶分子を基板面に対して略垂直に配向させることで黒表示を行う。そのような液晶セル11の表示モードの具体例としては、例えば、Multi-domain VA (MVA) モード、Continuous Pinwheel Alignment (CPA) モード、Patterned VA (PVA) モード、Biased VA (BVA) モード、Reverse TN (RTN) モード、In Plane Switching-VA (IPS-VA) モード等が挙げられる。液晶層のプレチル

ト角は、基板の法線方向に液晶分子の長軸が配向した時を 0° と定義すると、通常、 5° 以下に設定される。なお、プレチルト角は、電圧無印加時における液晶分子の傾斜角、すなわち基板の法線方向と液晶分子の長軸方向となす角である。

[0057] 黒表示時において、液晶セル11の厚み方向位相差 R_{th} ($\Delta n d$) は、 $260 \sim 320 \text{ nm}$ (好適には $290 \sim 310 \text{ nm}$) に設定される。これにより、白表示時の透過率を向上することができる。なお、 Δn は、液晶分子の複屈折異方性を、 d は、セル厚を表す。液晶セル11の厚み方向位相差 R_{th} は、 Δn と d の積から算出することができる。

[0058] なお、液晶セル11の厚み方向位相差 R_{th} が $260 \sim 320 \text{ nm}$ である場合、黒表示時の液晶セル11の厚み方向位相差 R_{th} によって、 $\lambda/4$ 板25の最適なNZ係数はほとんど変化しない。

[0059] 液晶セル11の駆動方式としては特に限定されず、単純マトリクス方式（パッシブマトリクス方式）、プラズマアドレス方式等であってもよいが、なかでもTF-T方式（アクティブマトリクス方式）が好適である。

[0060] 偏光板12は、 $\lambda/4$ 板15と、直線偏光素子14と、トリアセチルセルロース（TAC）フィルム等の保護フィルム13とを有し、これらの部材は、液晶セル11側からこの順に積層されている。保護フィルム13及び $\lambda/4$ 板15は各々、接着層（図示せず）を介して直線偏光素子14に貼付されている。

[0061] 偏光板12は、円偏光板として機能し、直線偏光素子14の透過軸と、 $\lambda/4$ 板15の面内遅相軸となす角は、 40° 以上、 50° 以下であり、 42° 以上、 48° 以下であることが好ましく、 44° 以上、 46° 以下であることがより好ましい。

[0062] なお、液晶セル11の表示モードによっては、 $\lambda/4$ 板15を省略することができる。

[0063] 偏光板12、22（直線偏光素子14、24）は、互いにクロスニコルに配置されている。すなわち、直線偏光素子14の透過軸と、直線偏光素子24

の透過軸とのなす角は、略 90° （好適には $87\sim 93^\circ$ 、より好適には $89\sim 91^\circ$ ）に設定される。

[0064] ただし、偏光板12、22（直線偏光素子14、24）の透過軸の配置関係は、液晶セル11のモードに合わせて適宜設定でき、例えばパラレルニコルであってもよい。

[0065] 直線偏光素子24の透過軸は、液晶ディスプレイ1の画面を正面視した時、実質的に鉛直方向を向くように設定されている。より具体的には、直線偏光素子24の透過軸は、 $87\sim 93^\circ$ 方位（好適には $89\sim 91^\circ$ 方位）の範囲内に設定されている。

[0066] 直線偏光素子14、24の種類としては、吸収型の直線偏光素子が挙げられ、その具体例としては、典型的にはポリビニルアルコール（PVA）フィルムに二色性を有するヨウ素錯体等の異方性材料を吸着配向させたものが挙げられる。 $\lambda/4$ 板15、25はそれぞれ、直線偏光素子14、24を保護する保護フィルムとしても機能する。

[0067] $\lambda/4$ 板15、25のNZ係数は、互いに実質的に等しい。これにより、透過型の液晶ディスプレイ1において、高いコントラスト及び広視野角を効果的に実現することができる。このような観点からは、 $\lambda/4$ 板15、25のNZ係数の差は、0.1以下であることが好ましく、0.05以下であることがより好ましい。

[0068] $\lambda/4$ 板15、25の材料については特に限定されず、例えば、ポリマーフィルムを延伸したものをを用いることができる。ポリマーとしては、固有複屈折が正の材料が挙げられ、より具体的には、例えば、ポリカーボネート、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン、ポリビニルアルコール、ノルボルネン、トリアセチルセルロース、ジアチルセルロース等が挙げられる。なお、紫外線吸収剤入り接着層又は粘着層29を用いる場合は、 $\lambda/4$ 板15、25に紫外線吸収剤を混入しなくてもよい。

[0069] $\lambda/4$ 板15、25の形成方法は特に限定されないが、 $\lambda/4$ 板15、25

はそれぞれ、直線偏光素子 1 4、2 4 とともに円偏光板を構成する。そのため、 $\lambda/4$ 板 1 5、2 5 はそれぞれ、面内遅相軸が直線偏光素子 1 4、2 4 の透過軸と略 45° の相対角度を成すように、直線偏光素子 1 4、2 4 上に積層される。したがって、 $\lambda/4$ 板 1 5、2 5 は、ロールフィルムの流れ方向に対して斜め方向に延伸配向させる斜め延伸法を用いて形成されることが特に好ましい。

[0070] このように、 $\lambda/4$ 板 1 5、2 5 はそれぞれ、直線偏光素子 1 4、2 4 に隣接することが好ましい。すなわち、 $\lambda/4$ 板 1 5 と直線偏光素子 1 4 との間には複屈折層が設けられないことが好ましく、 $\lambda/4$ 板 2 5 と直線偏光素子 2 4 との間には複屈折層が設けられないことが好ましい。これにより、 $\lambda/4$ 板 1 5 及び直線偏光素子 1 4 により所望の円偏光板を容易に構成できるとともに、 $\lambda/4$ 板 2 5 及び直線偏光素子 2 4 により所望の円偏光板を容易に構成できる。ただしこのとき、 $\lambda/4$ 板 1 5 及び直線偏光素子 1 4 の間と、 $\lambda/4$ 板 2 5 及び直線偏光素子 2 4 の間との少なくとも一方には、等方性フィルムが配置されてもよい。また、 $\lambda/4$ 板 1 5 と直線偏光素子 1 4 との間に複屈折層があってもよく、この場合でも、該複屈折層の遅相軸を、直線偏光素子 1 4 の透過軸と略平行又は略直交をなす方向に設定することで、該複屈折層の複屈折機能を実質的に無効化し、 $\lambda/4$ 板 1 5 と直線偏光素子 1 4 との間に複屈折層が設けられていない場合と同様の効果を得ることができる。同様に、 $\lambda/4$ 板 2 5 と直線偏光素子 2 4 との間に複屈折層があってもよく、この場合でも、該複屈折層の遅相軸を、直線偏光素子 2 4 の透過軸と略平行又は略直交をなす方向に設定することで、該複屈折層の複屈折機能を実質的に無効化し、 $\lambda/4$ 板 2 5 と直線偏光素子 2 4 との間に複屈折層が設けられていない場合と同様の効果を得ることができる。なお、これらの場合において、略平行とは、両軸のなす角が $0^\circ \pm 3^\circ$ の範囲内であることが好ましく、 $0^\circ \pm 1^\circ$ の範囲内であることがより好ましく、略直交とは、両軸のなす角が $90^\circ \pm 3^\circ$ の範囲内であることが好ましく、 $90^\circ \pm 1^\circ$ の範囲内であることがより好ましい。

- [0071] バックライトユニット 30 は、直下型であってもよいし、エッジライト型であってもよい。液晶ディスプレイ 1 は、半透過型又は反射型の液晶ディスプレイであってもよく、反射型の場合は、バックライトユニット 30 を省略することができる。
- [0072] 空気層 40 は、前面板 20 に外力が加わった時に、前面板 20 が変形する空間を提供する。この前面板 20 の変形によって外力が分散及び吸収され、その結果、液晶パネル 10 が保護される。
- [0073] 空気層 40 の厚みは、液晶ディスプレイ 1 の使用環境に応じて適宜設定することができる。例えば、環境条件の良い半屋内（温度及び湿度の変化が小さく、耐擦性が求められない環境）であれば、モバイル用途で採用される比較的小さな厚み（例えば、1 mm）であってもよい。また、環境条件の悪い完全屋外（温度及び湿度の変化が大きく、耐擦性が求められる環境）であれば、液晶パネル 10 を冷却する必要があるため、空気が循環できるだけの厚み（例えば、50 mm）に設定されることが好ましい。
- [0074] なお、液晶セル 11 及び偏光板 22 の間には、等方性フィルムがあってもよい。また、液晶セル 11 及び偏光板 22 の間には、複屈折層があってもよく、この場合でも、該複屈折層の遅相軸を、直線偏光素子 24 の透過軸と略平行又は略直交をなす方向に設定することで、該複屈折層の複屈折機能を実質的に無効化し、液晶セル 11 及び偏光板 22 の間に複屈折層が設けられていない場合と同様の効果を得ることができる。なお、この場合において、略平行とは、両軸のなす角が $0^{\circ} \pm 3^{\circ}$ の範囲内であることが好ましく、 $0^{\circ} \pm 1^{\circ}$ の範囲内であることがより好ましく、略直交とは、両軸のなす角が $90^{\circ} \pm 3^{\circ}$ の範囲内であることが好ましく、 $90^{\circ} \pm 1^{\circ}$ の範囲内であることがより好ましい。
- [0075] 図 2 を用いて、本実施形態における外光の反射防止機構について説明する。まず、液晶セル 11 及び空気層 40 の間の界面における外光の反射（以下、セル表面反射とも言う。）について説明する。観察者側から液晶ディスプレイ 1 に入射した外光（無偏光）は、直線偏光素子 24 を通過し、直線偏光に

変換される。この直線偏光は、 $\lambda/4$ 板25を通過し、低反射層26側から見て、例えば右円偏光に変換される。この右円偏光は、液晶セル11の表面で反射する。このとき、光路の方位が逆転するので、右円偏光は、低反射層26側から見て左円偏光に変換される。この左円偏光は、 $\lambda/4$ 板25を再び通過し、直線偏光素子24の透過軸に対して直交する直線偏光に変換され、その結果、この直線偏光は、直線偏光素子24に吸収され、外に出ることができない。このようにして、液晶セル11及び空気層40の間の界面における反射率を略ゼロにすることができる。

[0076] また、 $\lambda/4$ 板25及び空気層40の間の界面における外光の反射も、セル表面反射と同じ原理により、直線偏光素子24に吸収される。

[0077] 更に、液晶セル11の内部で発生する反射も、セル表面反射と同じ原理により、直線偏光素子24に吸収される。

[0078] 最後に、前面板20の観察者側の表面における反射について説明する。前面板20の観察者側の表面には、低反射層26が形成されている。したがって、この表面における反射を1.5～0.1%に低減することができる。

[0079] 低反射層26は、有機系基材フィルム（例えば、プラスチックフィルム）上に形成されてもよいが、保護板21上に直接形成されることが好ましい。これにより、低反射層26の基材として、すなわち、保護板21の材料として、ガラス等の無機材料を利用することができる。したがって、低反射層26の材料としても無機材料（例えば、J S R社製の無機材料）を選択することができる。そのため、低反射層26の外の環境に対する耐性を向上することができる。

[0080] 図3を用いて、液晶ディスプレイ1のコントラストについて説明する。なお、図3は、黒表示時を示す。

[0081] バックライトユニット30から液晶パネル10に入射した光（無偏光）は、直線偏光素子14を通過し、直線偏光に変換される。この直線偏光は、 $\lambda/4$ 板15を通過し、円偏光に変換される。この円偏光は、その偏光状態を維持したまま液晶セル11を通過する。そして、この円偏光は、 $\lambda/4$ 板25

を通過し、直線偏光に変換される。 $\lambda/4$ 板25の面内遅相軸は、 $\lambda/4$ 板15の面内遅相軸と直交関係にあり、 $\lambda/4$ 板15、25のNZ係数は互いに実質的に等しいので、 $\lambda/4$ 板25を通過した直線偏光の振動方向は、直線偏光素子24の透過軸に対して直交する。すなわち、 $\lambda/4$ 板25を通過した直線偏光の偏光状態は、直線偏光素子24の消光位と実質的に等しくなる。その結果、この直線偏光は、直線偏光素子24に吸収され、外に出ることができない。

[0082] 本実施形態では、偏光板22が保護板21及び液晶セル11の間に配置されており、偏光板12及び22の間に、液晶セル11を除いて、位相差を有する部材がない。そのため、保護板21の材料にかかわらず、高いコントラスト（例えば、正面コントラスト）を維持することができる。

[0083] また、上述のように、 $\lambda/4$ 板25のNZ係数が1よりも大きく設定されているので、広い視角範囲において、黒表示時の光漏れを小さくし、コントラストを高くすることができる。

[0084] また、偏光板22が保護板21よりも液晶セル11側（内側）に配置されていることから、偏光板22が外の環境の影響を受けにくくすることができる。したがって、液晶ディスプレイ1のディスプレイとしての性能を維持できる期間を伸ばすことができる。

[0085] 更に、液晶ディスプレイ1では、液晶セル11の観察者側に一枚の偏光板22が設けられているだけであるので、本実施形態は、特許文献1に記載の技術に比べ、透過率を向上することができる。具体的には、特許文献1に記載の技術に比べ、白表示時の輝度を6～7%向上することができる。

[0086] 一般的な液晶ディスプレイは、通常、液晶セルの観察者側に設けられた少なくとも一枚の偏光板を利用して表示を行う。そのため、一般的な液晶ディスプレイの透過率に比べて、偏光板22が設けられた本実施形態の液晶ディスプレイ1の透過率が低下する心配はない。それに対して、上述のように、特許文献3の技術においては、ELディスプレイの白輝度が大幅に低下してしまう。

[0087] (比較形態1)

本比較形態の液晶ディスプレイ101は、以下の点を除いて、実施形態1の液晶ディスプレイ1と同じである。図4に示すように、比較形態1の液晶ディスプレイ101は、保護板21、低反射層26を備えない。偏光板22が接着層又は粘着層(図示せず)を介して液晶セル11に貼付されている。 $\lambda/4$ 板15、25のNZ係数は、1.0に設定されている。このように、液晶ディスプレイ101は、一般的な円偏光モードの液晶ディスプレイである。

[0088] (比較形態2)

図5に示すように、比較形態2の液晶ディスプレイ102は、前面板20の代わりに前面板1020を備えることを除いて、実施形態1の液晶ディスプレイ1と同じである。

[0089] 前面板1020は、保護板21と、保護板21の観察者側に配置された偏光板22と、偏光板22の観察者側に配置された低反射層26とを有する。このように、前面板1020は、構成部材の配置順序が異なることを除いて、前面板20と同じである。

[0090] 図6を用いて、液晶ディスプレイ102のコントラストについて説明する。図6は、黒表示時を示す。

[0091] バックライトユニット30から液晶パネル10に入射した光(無偏光)は、直線偏光素子14を通過し、直線偏光に変換される。この直線偏光は、 $\lambda/4$ 板15を通過し、円偏光に変換される。この円偏光は、その偏光状態を維持したまま液晶セル11を通過し、そして、保護板21を通過する。このとき、保護板21が位相差(特に面内位相差)を有すると、円偏光の偏光状態が乱れ、円偏光は楕円偏光に変換される。この楕円偏光は、 $\lambda/4$ 板25を通過しても直線偏光には変換されない。したがって、バックライトユニット30からの光の一部が偏光板22から漏れてしまい、その結果、コントラスト(例えば、正面コントラスト)が低下してしまう。

[0092] また、偏光板22が保護板21よりも観察者側(外側)に配置されているこ

とから、偏光板 22 は外の環境の影響を大きく受ける。したがって、液晶ディスプレイ 102 のディスプレイとしての性能を長期間、維持することが困難である。

[0093] 更に、低反射層 26 は、TAC フィルム等の保護フィルム 23 上に形成されている。TAC フィルム等の有機系基材は、紫外線を受けて劣化してしまう。そのため、低反射層 26 の性能を長期間、維持することが困難である。

[0094] (シミュレーションによる検証)

以下、実施形態 1 及び比較形態 1、2 について、黒表示時の輝度（黒表示輝度）、すなわち黒表示時の光漏れを計算した結果について説明する。なお、本明細書において、シミュレーションソフトには、LCD マスターを使用した。

[0095] 図 7 の上段に、比較形態 1 の液晶ディスプレイ 101 に係るシミュレーションモデル M1 と、比較形態 2 の液晶ディスプレイ 102 に係るシミュレーションモデル M2 及び M3 と、実施形態 1 の液晶ディスプレイ 1 に係るシミュレーションモデル M4 とを示す。モデル M1 では、吸収型直線偏光素子 51、 $\lambda/4$ 板 52、垂直配向型の液晶セル 53、 $\lambda/4$ 板 54 及び吸収型直線偏光素子 55 がこの順に積層されている。直線偏光素子 51 の下にバックライトユニット（図示せず）を配置した。 $\lambda/4$ 板 52、54 の面内位相差 R はそれぞれ、138 nm に設定し、 $\lambda/4$ 板 52、54 の NZ 係数はそれぞれ、1.0 に設定した。黒表示時の液晶セル 53 の厚み方向位相差 R_{th} は、320 nm に設定した。直線偏光素子 51、55 の吸収軸はそれぞれ、90° 方位及び 0° 方位に設定し、 $\lambda/4$ 板 52、54 の面内遅相軸はそれぞれ、135° 方位及び 45° 方位に設定した。

[0096] モデル M2 は、 $\lambda/4$ 板 54 及び液晶セル 53 の間に、厚み 100 mm の空気層 56 を設けたことを除いて、比較形態 1 に係るモデル M1 と同じである。このモデル M2 は、比較形態 2 において保護板 21 に位相差がない場合を想定している。

[0097] モデル M3 は、 $\lambda/4$ 板 54 の空気層 56 側にアクリル樹脂板 57 を配置し

たことを除いて、モデルM2と同じである。このモデルM3は、比較形態2において保護板21に位相差がある場合を想定している。

[0098] 三菱マテリアル社製の透明アクリル樹脂板（厚さ5 mm）の位相差を実測し、その値をアクリル樹脂板57の位相差として設定した。具体的には、アクリル樹脂板57の面内位相差Rは、0.5 nmに設定し、アクリル樹脂板57の厚み方向位相差R_{t h}は、45 nmに設定した。

[0099] モデルM4は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、1.6に設定したことを除いて、比較形態1に係るモデルM2と同じである。実施形態1においても保護板21は、位相差を有し得るが、保護板21は偏光板22の観察者側に配置されているため、保護板21の位相差が表示品位に影響することはない。したがって、モデルM4にはアクリル樹脂板等の部材を配置していない。

[0100] 図7の下段に、モデルM1～M4の等輝度コンター図を示す。また、図8に、モデルM1～M4の極角60°での黒表示輝度の方位角依存性を示す。更に、図9に、モデルM1～M4の方位角75°での黒表示輝度の極角依存性を示す。

[0101] これらの図に示すように、実施形態1に係るモデルM4においては、比較形態1、2に係るモデルM1～M3に比べて、広い視角範囲において黒表示輝度を低くでき、広い視角範囲において高コントラストを実現できることが分かった。すなわち、モデルM4は、モデルM1～M3に比べて広視野角である。

[0102] なお、モデルM3において、アクリル樹脂板57の面内位相差Rを0 nmに設定した場合についても計算したが、この場合も、面内位相差Rを0.5 nmに設定した場合とほとんど同じ結果が得られた。

[0103] また、モデルM3には、面内位相差Rが小さいアクリル樹脂板57を配置したため、モデルM3と実施形態1に係るM4とで、正面方向における黒表示輝度に大きな差がでなかったと思われる。しかしながら、アクリル樹脂板57に代えて面内位相差Rが大きい樹脂板（例えば、ポリカーボネート樹脂板

）を配置したモデルを考えると、該モデルでは、モデルM4に比べて、正面方向における黒表示輝度が増加し、正面コントラストが低下することが容易に予想できる。

[0104] 以下、実施形態1について、 $\lambda/4$ 板のNZ係数を変更して黒表示輝度を計算した結果について説明する。

[0105] 図10の上段に、実施形態1の液晶ディスプレイ1に係るシミュレーションモデルM4～M8を示す。モデルM5は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、2.0に設定したことを除いて、実施形態1に係るモデルM4と同じである。モデルM6は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、3.0に設定したことを除いて、モデルM4と同じである。モデルM7は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、4.0に設定したことを除いて、モデルM4と同じである。モデルM8は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、5.0に設定したことを除いて、モデルM4と同じである。

[0106] 図10の下段に、モデルM4～M8の等輝度コンター図を示す。また、図11に、モデルM4～M8の極角 60° での黒表示輝度の方位角依存性を示す。更に、図12に、モデルM4～M8の方位角 75° での黒表示輝度の極角依存性を示す。

[0107] これらの図に示すように、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数が2よりも大きくなると、黒表示時の光漏れが増加すること、及び、斜め方位（方位 45° 、 135° 、 225° 及び 315° ）で光漏れが多くなることが分かった。また、斜め方位で光漏れが多くなるため、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数が2よりも大きい場合のメリットとして、位相差フィルムによって補償されていない2枚の直線偏光板を用いた場合の視野角特性と同様の視野角特性を示すことが挙げられる。ただし、光漏れの量は、そのような2枚の直線偏光板を用いた場合に比べて、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数が2よりも大きい場合の方が多。なお、図11に示すように、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数が変化すると光漏れが最も大きい方位も変化する。そのため、同一方位での比較は単純にできないが、参考までに図12を載せておく。

[0108] 次に、実施形態１について、 $\lambda/4$ 板のNZ係数と黒表示時の液晶セル５３の厚み方向位相差 R_{th} （液晶セル５３の R_{th} とも言う。）とを変更して黒表示輝度を計算した結果について説明する。

[0109] 図１３の上段に、比較形態２の液晶ディスプレイ１０２に係るシミュレーションモデルＭ９と、実施形態１の液晶ディスプレイ１に係るシミュレーションモデルＭ１０～Ｍ１３とを示す。モデルＭ９は、液晶セル５３の R_{th} を２６０nm、２９０nm又は３２０nmに設定したことを除いて、比較形態２に係るモデルＭ２と同じである。モデルＭ１０は、 $\lambda/4$ 板５２、５４のNZ係数をそれぞれ１．３に設定し、液晶セル５３の R_{th} を２６０nm、２９０nm又は３２０nmに設定したことを除いて、実施形態１に係るモデルＭ４と同じである。モデルＭ１１は、液晶セル５３の R_{th} を２６０nm、２９０nm又は３２０nmに設定したことを除いて、モデルＭ４と同じである。モデルＭ１２は、液晶セル５３の R_{th} を２６０nm、２９０nm又は３２０nmに設定したことを除いて、実施形態１に係るモデルＭ５と同じである。モデルＭ１３は、 $\lambda/4$ 板５２、５４のNZ係数をそれぞれ２．５に設定し、液晶セル５３の R_{th} を２６０nm、２９０nm又は３２０nmに設定したことを除いて、モデルＭ４と同じである。

[0110] 図１３の下段に、モデルＭ９～Ｍ１３の等輝度コンター図を示す。等輝度コンター図は、上から R_{th} ＝２６０nm、２９０nm、３２０nmの結果をこの順に示している。また、図１４～１６に、モデルＭ９～Ｍ１３の極角６０°での黒表示輝度の方位角依存性を示す。図１４は、液晶セル５３の R_{th} を２６０nmに設定したときを、図１５は、液晶セル５３の R_{th} を２９０nmに設定したときを、図１６は、液晶セル５３の R_{th} を３２０nmに設定したときを示す。

[0111] これらの図に示すように、液晶セル５３の R_{th} が２６０～３２０nmの場合、 $\lambda/4$ 板５２、５４のNZ係数の最適値は、１．６付近であることが分かった。また、液晶セル５３の R_{th} が小さくなると、 $\lambda/4$ 板５２、５４のNZ係数も小さい方が光漏れが小さくなることが分かった。なお、等輝度

コンター図では、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数が2.5の場合、液晶セル53のRthが大きくなるほど視野角特性がよくなるように見えるが、図14～16に示すように、液晶セル53のRthが大きくなるほど光漏れ量が大きくなっていることが分かる。また、図14～16に示すように、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数が変化すると光漏れが最も大きい方位も変化するため、ここでは、同一方位で比較した結果は載せていない。

[0112] 液晶セル53のRthを260～320nmに設定した理由は、この範囲で白表示時の透過率が高くなるためである。実施形態1に係るモデルM4において、液晶セル53のRth ($\Delta n d$) を変更しながら白表示時の透過率を計算した結果を図17に示す。図17は550nmの光の透過率を示しており、液晶セル53の波長分散及び液晶分子のチルトは考慮されていないため、270nm付近にピークが存在する。しかしながら、これらを考慮すると290～310nmの範囲に設定することがより好ましいと言える。

[0113] (実施形態2)

図18に示すように、実施形態2の液晶ディスプレイ2は、前面板20の代わりに前面板220を備えることを除いて、実施形態1の液晶ディスプレイ1と同じである。

[0114] 前面板220は、以下の点を除いて、前面板20と同じである。前面板220は、前面板20が含む部材に加えて、基材フィルム227と、基材フィルム227上に形成された低反射層（反射防止層）228とを更に有する。

[0115] 基材フィルム227は、接着層又は粘着層（図示せず）を介して偏光板22に貼付され、低反射層228の下地として機能する。

[0116] 実施形態1では、図19に示すように、画像表示時において、バックライトユニット30から出て液晶パネル10を通過した光が、偏光板22の表面で反射し、更に、液晶セル11の表面又は内部で反射し、前面板20を通過する可能性がある。その場合、表示の多重映りが発生する可能性がある。

[0117] それに対して、本実施形態では、前面板220の液晶パネル10側の表面に低反射層228が設けられている。そのため、バックライトユニット30か

ら出て液晶パネル 10 を通過した光が、前面板 220 の液晶パネル 10 側の表面で反射するのを効果的に抑制することができる。したがって、表示の多重映りを低減することができる。

[0118] なお、低反射層 228 の種類としては特に限定されず、例えば、反射率が低い AR 層、反射率が AR 層よりも高い LR 層、モスアイ層等が挙げられる。

[0119] また、低反射層 228 は、基材フィルム 227 上に形成されているので、低反射層 228 を $\lambda/4$ 板 25 上に形成した場合に比べ、前面板 220 の取り扱いが非常に容易である。

[0120] 基材フィルム 227 の面内位相差は、10 nm 以下（より好適には 5 nm 以下）であることが好ましく、基材フィルム 227 の厚み方向位相差は、20 nm 以上、80 nm 以下（より好適には 30 nm 以上、60 nm 以下）であることが好ましい。このような位相差を有する基材フィルム 227 を用いることによって、視野角特性を更に向上することができる。なお、この場合、基材フィルム 227 の面内位相差は、10 nm 以下と小さいので、基材フィルム 227 の面内遅相軸の方向は、特に限定されず、適宜設定することができる。

[0121] そのような基材フィルム 227 の材料としては、トリアセチルセルロース（TAC）が好適であり、基材フィルム 227 は、TAC フィルムであることが好ましい。

[0122] （比較形態 3）

図 20 に示すように、比較形態 3 の液晶ディスプレイ 103 は、前面板 1020 の代わりに前面板 1120 を備えることを除いて、比較形態 1 の液晶ディスプレイ 102 と同じである。

[0123] 前面板 1120 は、以下の点を除いて、前面板 1020 と同じである。前面板 1120 は、前面板 1020 が含む部材に加えて、基材フィルム 227 と、基材フィルム 227 上に形成された低反射層（反射防止層）228 とを更に有する。

[0124] 基材フィルム 227 は、接着層又は粘着層（図示せず）を介して保護板 21

に貼付され、低反射層 228 の下地として機能する。

[0125] (シミュレーションによる検証)

以下、実施形態 2 及び比較形態 3 について、黒表示輝度を計算した結果について説明する。

[0126] 図 21 の上段に、実施形態 1 の液晶ディスプレイ 1 に係るシミュレーションモデル M4 と、比較形態 3 の液晶ディスプレイ 103 に係るシミュレーションモデル M14 及び M15 と、実施形態 2 の液晶ディスプレイ 2 に係るシミュレーションモデル M16 とを示す。モデル M14 は、 $\lambda/4$ 板 54 の空気層 56 側に TAC フィルム 58 を積層したことを除いて、比較形態 2 に係るモデル M2 と同じである。TAC フィルム 58 の面内位相差 R は、0 nm に設定し、TAC フィルム 58 の厚み方向位相差 R_{th} は、30 nm に設定した。このモデル M14 は、比較形態 3 において保護板 21 に位相差がない場合を想定している。なお、低反射層の位相差は通常、無視できるほど小さいので、各モデルに低反射層は設けていない。

[0127] モデル M15 は、アクリル樹脂板 57 の空気層 56 側に上記 TAC フィルム 58 を積層したことを除いて、比較形態 2 に係るモデル M3 と同じである。このモデル M15 は、比較形態 3 において保護板 21 に位相差がある場合を想定している。

[0128] モデル M16 は、 $\lambda/4$ 板 54 の空気層 56 側に上記 TAC フィルム 58 を積層したことを除いて、実施形態 1 に係るモデル M4 と同じである。

[0129] 図 21 の下段に、モデル M4、M14～M16 の等輝度コンター図を示す。また、図 22 に、モデル M4、M14～M16 の極角 60° での黒表示輝度の方位角依存性を示す。更に、図 23 に、モデル M4、M14～M16 の方位角 75° での黒表示輝度の極角依存性を示す。

[0130] これらの図に示すように、比較形態、実施形態のいずれの場合も、TAC フィルム 58 (及び低反射層) を直線偏光素子 51、55 の間に挿入することによって、視野角特性を向上できることが分かった。

[0131] 以下、実施形態 1、2 について、 $\lambda/4$ 板の NZ 係数を変更して黒表示輝度

を計算した結果について説明する。

[0132] 図24の上段に、実施形態1の液晶ディスプレイ1に係るシミュレーションモデルM4及びM17と、実施形態2の液晶ディスプレイ2に係るシミュレーションモデルM16及びM18とを示す。モデルM17は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、2.0に設定したことを除いて、実施形態1に係るモデルM4と同じである。モデルM18は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、2.0に設定したことを除いて、実施形態2に係るモデルM16と同じである。

[0133] 図24の下段に、モデルM4、M16～M18の等輝度コンター図を示す。また、図25に、モデルM4、M16～M18の極角 60° での黒表示輝度の方位角依存性を示す。更に、図26に、モデルM4、M16～M18の方位角 75° での黒表示輝度の極角依存性を示す。

[0134] これらの図に示すように、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数が1.6の場合は、TACフィルム58（及び低反射層）を追加すると視野角特性が若干向上し、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数が2.0の場合は、TACフィルム58（及び低反射層）を追加すると視野角特性が若干悪化することがわかった。ただし、いずれの場合も、比較形態2よりはよいレベルである。

[0135] （実施形態3）

図27に示すように、実施形態3の液晶ディスプレイ3は、液晶パネル10の代わりに液晶パネル310を備えることを除いて、実施形態1の液晶ディスプレイ1と同じである。

[0136] 液晶パネル310は、以下の点を除いて、液晶パネル10と同じである。液晶パネル310は、液晶パネル10が含む部材に加えて、基材フィルム327と、基材フィルム327上に形成された低反射層（反射防止層）328とを更に有する。

[0137] 基材フィルム327は、接着層又は粘着層（図示せず）を介して液晶セル11に貼付され、低反射層328の下地として機能する。

[0138] このように、本実施形態では、液晶パネル310の観察者側（前面板20側

）の表面に低反射層 3 2 8 が設けられている。そのため、斜め方向から前面板 2 0 に入射し、通過した外光が液晶パネル 3 1 0 の表面で反射するのを効果的に抑制できる。上述のように実施形態 1 においても円偏光板による外光の反射防止効果を得られるが、本実施形態によれば外光の映りこみを更に低減することができる。また、バックライトユニット 3 0 から出て液晶パネル 3 1 0 を通過した光が前面板 2 0 の液晶パネル 3 1 0 側の表面で反射したとしても、液晶パネル 3 1 0 の前面板 2 0 側の表面で再び反射するのを抑制することができる。したがって、表示の多重映りを低減することができる。ただし、本実施形態では、表示の多重映りを低減する効果よりも、外光の映りこみを低減する効果の方が大きい。

[0139] なお、低反射層 3 2 8 の種類としては特に限定されず、例えば、反射率が低い A R 層、反射率が A R 層よりも高い L R 層、モスアイ層等が挙げられる。

[0140] また、低反射層 3 2 8 は、基材フィルム 3 2 7 上に形成されているので、低反射層 3 2 8 を $\lambda/4$ 板上に形成した場合に比べ、液晶パネル 3 1 0 の取り扱いが非常に容易である。

[0141] 基材フィルム 3 2 7 の面内位相差は、10 nm 以下（より好適には 5 nm 以下）であることが好ましく、基材フィルム 3 2 7 の厚み方向位相差は、20 nm 以上、80 nm 以下（より好適には 30 nm 以上、60 nm 以下）であることが好ましい。このような位相差を有する基材フィルム 3 2 7 を用いることによって、視野角特性を更に向上することができる。なお、この場合、基材フィルム 3 2 7 の面内位相差は、10 nm 以下と小さいので、基材フィルム 3 2 7 の面内遅相軸の方向は、特に限定されず、適宜設定することができる。

[0142] そのような基材フィルム 3 2 7 の材料としては、トリアセチルセルロース（TAC）が好適であり、基材フィルム 3 2 7 は、TAC フィルムであることが好ましい。

[0143] （実施形態 4）

図 2 8 に示すように、実施形態 4 の液晶ディスプレイ 4 は、前面板 2 0 の代

わりに前面板 220 を備えることと、液晶パネル 10 の代わりに液晶パネル 310 を備えることとを除いて、実施形態 1 の液晶ディスプレイ 1 と同じである。すなわち、本実施形態は、実施形態 2 及び 3 を組み合わせた形態である。

[0144] 本実施形態では、斜め方向から前面板 220 に入射し、通過した外光が液晶パネル 310 の表面で反射するのを効果的に抑制できるので、実施形態 1 に比べて外光の映りこみを更に低減することができる。また、バックライトユニット 30 から出た光が、前面板 220 の液晶パネル 310 側の表面で反射するのを効果的に抑制することができるので、表示の多重映りを低減することができる。すなわち、本実施形態は、外光及び表示光の多重反射を特に効果的に低減することができる。

[0145] また、 $\lambda/4$ 板 25（及び $\lambda/4$ 板 15）の NZ 係数が 1.6 程度（より具体的には、1.5～1.7）の場合、黒表示時の光漏れを特に効果的に小さくすることができる。

[0146]（シミュレーションによる検証）

以下、実施形態 3、4 について、黒表示輝度を計算した結果について説明する。

[0147] 図 29 の上段に、実施形態 1 の液晶ディスプレイ 1 に係るシミュレーションモデル M4 と、実施形態 2 の液晶ディスプレイ 2 に係るシミュレーションモデル M16 と、実施形態 3 の液晶ディスプレイ 3 に係るシミュレーションモデル M19 と、実施形態 4 の液晶ディスプレイ 4 に係るシミュレーションモデル M20 とを示す。モデル M19 は、液晶セル 53 の空気層 56 側に TAC フィルム 59 を積層したことを除いて、実施形態 1 に係るモデル M4 と同じである。TAC フィルム 59 の面内位相差 R は、0 nm に設定し、TAC フィルム 59 の厚み方向位相差 R_{th} は、30 nm に設定した。

[0148] モデル M20 は、 $\lambda/4$ 板 54 の空気層 56 側に上記 TAC フィルム 58 を、液晶セル 53 の空気層 56 側に上記 TAC フィルム 59 を積層したことを除いて、実施形態 1 に係るモデル M4 と同じである。

[0149] 図29の下段に、モデルM4、M16、M19、M20の等輝度コンター図を示す。また、図30に、モデルM4、M16、M19、M20の極角60°での黒表示輝度の方位角依存性を示す。更に、図31に、モデルM4、M16、M19、M20の方位角75°での黒表示輝度の極角依存性を示す。

[0150] これらの図に示すように、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数が1.6の場合は、TACフィルムが2枚あると特に良好な黒表示輝度が得られることが分かった。また、TACフィルムが1枚の場合は、前面板、液晶パネルのどちらにTACフィルム（及び低反射層）を設けても黒表示輝度にはほとんど影響しないことが分かった。

[0151] 以下、実施形態2～4について、黒表示輝度を更に計算した結果について説明する。

[0152] 図32の上段に、実施形態2の液晶ディスプレイ2に係るシミュレーションモデルM21及びM22と、実施形態3の液晶ディスプレイ3に係るシミュレーションモデルM23及びM24と、実施形態4の液晶ディスプレイ4に係るシミュレーションモデルM25及びM26とを示す。モデルM21は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、2.0に設定したことを除いて、実施形態2に係るモデルM16と同じである。モデルM22は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、2.5に設定したことを除いて、モデルM16と同じである。モデルM23は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、2.0に設定したことを除いて、実施形態3に係るモデルM19と同じである。モデルM24は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、2.5に設定したことを除いて、モデルM19と同じである。モデルM25は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、2.0に設定したことを除いて、実施形態4に係るモデルM20と同じである。モデルM26は、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数をそれぞれ、2.5に設定したことを除いて、モデルM20と同じである。

[0153] 図32の下段に、モデルM21～M26の等輝度コンター図を示す。また、図33に、モデルM21及びM22の極角60°での黒表示輝度の方位角依

存性を、図34に、モデルM23及びM24の極角 60° での黒表示輝度の方位角依存性を、図35に、モデルM25及び26の極角 60° での黒表示輝度の方位角依存性を示す。

[0154] これらの図に示すように、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数が2よりも大きい場合は、TACフィルム（及び低反射層）を追加しても視野角特性は悪化する傾向にあることが分かった。このように、 $\lambda/4$ 板52、54のNZ係数が2よりも大きい場合は、視野角特性を向上する観点からは、TACフィルム（及び低反射層）を設けない方がよいことが分かった。

[0155] （実施形態5）

実施形態5の液晶ディスプレイ5は、図36に示すように、偏光板12の代わりに偏光板512を備えることを除いて、実施形態1の液晶ディスプレイ1と同じである。

[0156] 偏光板512は、直線偏光素子14及び $\lambda/4$ 板15の間に2軸性フィルム（−ACプレート）516を更に有することを除いて、偏光板12と同じである。

[0157] 2軸性フィルム516の面内位相差R及びNZ係数はそれぞれ、例えば、115nm及び−0.4である。2軸性フィルム516の面内遅相軸は、直線偏光素子14の吸収軸と平行に配置される。

[0158] 2軸性フィルム516の材料としては、ポリスチレンフィルム等のポリマーフィルムを延伸したものを用いることができる。

[0159] 2軸性フィルム516の強度を十分に確保するとともに、2軸性フィルム516を容易に作製する観点からは、2軸性フィルム516は、その材料（ポリマーフィルム）を2軸延伸することによって作製されることが好ましい。

[0160] 本実施形態によれば、偏光板（円偏光板）512を広帯域化することができる。

[0161] （実施形態6）

実施形態6の液晶ディスプレイ6は、以下の2つの点を除いて、実施形態5の液晶ディスプレイ5と同じである。1つ目は、図37に示すように、液晶

ディスプレイ 6 は、偏光板 2 2 の代わりに偏光板 6 2 2 を備える。2 つ目は、液晶ディスプレイ 6 は、アクティブシャッターメガネ方式の立体映像認識システム用のディスプレイとしても機能する。

[0162] 偏光板 6 2 2 は、保護フィルム 2 3 の代わりに $\lambda/4$ 板 6 1 5 を有することを除いて、偏光板 2 2 と同じである。

[0163] 直線偏光素子 2 4 の透過軸と、 $\lambda/4$ 板 6 1 5 の面内遅相軸とのなす角は、 40° 以上、 50° 以下であり、 42° 以上、 48° 以下であることが好ましく、 44° 以上、 46° 以下であることがより好ましい。直線偏光素子 2 4 及び $\lambda/4$ 板 2 5 のみならず、直線偏光素子 2 4 及び $\lambda/4$ 板 6 1 5 も円偏光板として機能する。

[0164] 液晶ディスプレイ 6 には、右眼用の映像信号と、左眼用の映像信号とが交互に供給され、液晶ディスプレイ 6 の画面には、視差のついた右眼用画像及び左眼用画像が交互に時分割方式で表示される。

[0165] 本実施形態において、バックライトユニット 3 0 からの光は、最終的に、円偏光になって液晶ディスプレイ 6 から出射する。すなわち、円偏光によって表示が行われる。したがって、液晶ディスプレイ 6 と、円偏光板を備えるアクティブシャッターメガネとによって立体映像認識システムを構築した場合、観察者の視点及び／又は顔の傾きが変化したとしても画面輝度が低下するのを抑制することができ、また、消費電力の増加を伴うことなく明るい立体映像表示を得られる。

[0166] $\lambda/4$ 板 6 1 5 の材料については特に限定されず、例えば、ポリマーフィルムを延伸したものをを用いることができる。ポリマーとしては、固有複屈折が正の材料が挙げられ、より具体的には、例えば、ポリカーボネート、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン、ポリビニルアルコール、ノルボルネン、トリアセチルセルロース、ジアセチルセルロース等が挙げられる。

[0167] $\lambda/4$ 板 6 1 5 の形成方法は特に限定されないが、 $\lambda/4$ 板 6 1 5 は、直線偏光素子 2 4 とともに円偏光板を構成する。そのため、 $\lambda/4$ 板 6 1 5 は、

面内遅相軸が直線偏光素子 2 4 の透過軸と略 45° の相対角度を成すように、直線偏光素子 2 4 上に積層される。したがって、 $\lambda/4$ 板 6 1 5 は、ロールフィルムの流れ方向に対して斜め方向に延伸配向させる斜め延伸法を用いて形成されることが特に好ましい。

[0168] このように、 $\lambda/4$ 板 6 1 5 は、直線偏光素子 2 4 に隣接することが好ましい。すなわち、 $\lambda/4$ 板 6 1 5 と直線偏光素子 2 4 との間には複屈折層が設けられないことが好ましい。これにより、 $\lambda/4$ 板 6 1 5 及び直線偏光素子 2 4 により所望の円偏光板を容易に構成できる。ただしこのとき、 $\lambda/4$ 板 6 1 5 及び直線偏光素子 2 4 の間には、等方性フィルムが配置されてもよい。また、 $\lambda/4$ 板 6 1 5 と直線偏光素子 2 4 との間に複屈折層があってもよく、この場合でも、該複屈折層の遅相軸を、直線偏光素子 2 4 の透過軸と略平行又は略直交をなす方向に設定することで、該複屈折層の複屈折機能を実質的に無効化し、 $\lambda/4$ 板 6 1 5 と直線偏光素子 2 4 との間に複屈折層が設けられていない場合と同様の効果を得ることができる。なお、この場合において、略平行とは、両軸のなす角が $0^\circ \pm 3^\circ$ の範囲内であることが好ましく、 $0^\circ \pm 1^\circ$ の範囲内であることがより好ましく、略直交とは、両軸のなす角が $90^\circ \pm 3^\circ$ の範囲内であることが好ましく、 $90^\circ \pm 1^\circ$ の範囲内であることがより好ましい。

[0169] また、 $\lambda/4$ 板 6 1 5 は、直線偏光素子 2 4 及びアクティブシャッターメガネの間に配置される限りは、その配置場所は特に限定されない。例えば、 $\lambda/4$ 板 6 1 5 は、保護板 2 1 の観察者側に配置されてもよく、保護板 2 1 及び低反射層 2 6 の間に配置されてもよい。

[0170] 以下、実施形態 1 ～ 6 の更なる変形例について説明する。

[0171] 実施形態 1 ～ 6 は、保護板 2 1 の代わりにタッチパネルを備えてもよい。

[0172] タッチパネルは、各種の情報を入力する入力装置であり、タッチパネルの表面をタッチ（押圧）することによって画面を透視しながら情報を入力することができる。このように、タッチパネルは、画面上の所定の箇所を指、ペン等でタッチするだけで液晶ディスプレイを対話的、直感的に操作することが

できる。

[0173] タッチパネルの動作原理は特に限定されず、例えば、抵抗膜方式、静電容量結合方式、赤外線方式、超音波方式、電磁誘導結合方式等が挙げられるが、なかでもコスト削減の観点からは、抵抗膜方式及び静電容量結合方式が好適である。

[0174] また、実施形態 1～6 において、各 $\lambda/4$ 板は、フラット分散性、又は、逆波長分散性の複屈折層（位相差フィルム）であってもよい。これにより、反射光の色付きを低減することができる。

[0175] 本願は、2011年2月18日に出願された日本国特許出願2011-033607号を基礎として、パリ条約ないし移行する国における法規に基づく優先権を主張するものである。該出願の内容は、その全体が本願中に参照として組み込まれている。

符号の説明

- [0176] 1、2、3、4、5、6：液晶ディスプレイ
10、310：液晶パネル
11：液晶セル
12、22、512、622：偏光板（円偏光板）
13、23：保護フィルム
14、24：直線偏光素子
15、25、52、54、615： $\lambda/4$ 板
20、220：前面板
21：保護板
26：低反射層（反射防止層）
29：紫外線吸収剤入り接着層又は粘着層
30：バックライトユニット
40、56：空気層
51、55：吸収型直線偏光素子
53：垂直配向型の液晶セル

５７：アクリル樹脂板

５８、５９：ＴＡＣフィルム

２２７、３２７：基材フィルム

２２８、３２８：低反射層（反射防止層）

５１６：２軸性フィルム

請求の範囲

- [請求項1] 液晶セルを有する液晶パネルと、前記液晶パネルの観察者側に空気層を介して配置された前面板とを備える液晶ディスプレイであって、前記前面板は、保護板と、前記保護板の前記液晶パネル側に配置された直線偏光素子と、前記直線偏光素子の前記液晶パネル側に配置された $\lambda/4$ 板とを有し、前記液晶セルは、垂直配向モードの液晶セルであり、前記 $\lambda/4$ 板のN Z係数は、 $1 < N Z$ を満たし、前記液晶セル及び前記直線偏光素子の間には他の直線偏光素子が設けられていないことを特徴とする液晶ディスプレイ。
- [請求項2] 前記前面板は、前記保護板の観察者側に配置された反射防止層を更に有することを特徴とする請求項1記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項3] 前記保護板は、無機材料を用いて形成され、前記反射防止層は、前記保護板上に直接設けられることを特徴とする請求項2記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項4] 前記 $\lambda/4$ 板のN Z係数は、 $N Z \leq 2$ を満たすことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項5] 前記前面板は、前記 $\lambda/4$ 板の前記液晶パネル側に配置された反射防止層を更に有することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項6] 前記前面板は、基材フィルムを更に有し、前記 $\lambda/4$ 板の前記液晶パネル側に配置された前記反射防止層は、前記基材フィルム上に形成されることを特徴とする請求項5記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項7] 前記基材フィルムの面内位相差は、 10 nm 以下であり、前記基材フィルムの厚み方向位相差は、 20 nm 以上、 80 nm 以下であることを特徴とする請求項6記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項8] 前記基材フィルムは、トリアセチルセルロースを用いて形成されるこ

とを特徴とする請求項 6 又は 7 記載の液晶ディスプレイ。

[請求項 9] 前記液晶パネルは、前記液晶セルの前記前面板側に配置された反射防止層を更に有することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の液晶ディスプレイ。

[請求項 10] 前記液晶パネルは、基材フィルムを更に有し、
前記液晶セルの前記前面板側に配置された前記反射防止層は、前記基材フィルム上に形成されることを特徴とする請求項 9 記載の液晶ディスプレイ。

[請求項 11] 前記基材フィルムの面内位相差は、10 nm 以下であり、
前記基材フィルムの厚み方向位相差は、20 nm 以上、80 nm 以下であることを特徴とする請求項 10 記載の液晶ディスプレイ。

[請求項 12] 前記基材フィルムは、トリアセチルセルロースを用いて形成されることを特徴とする請求項 10 又は 11 記載の液晶ディスプレイ。

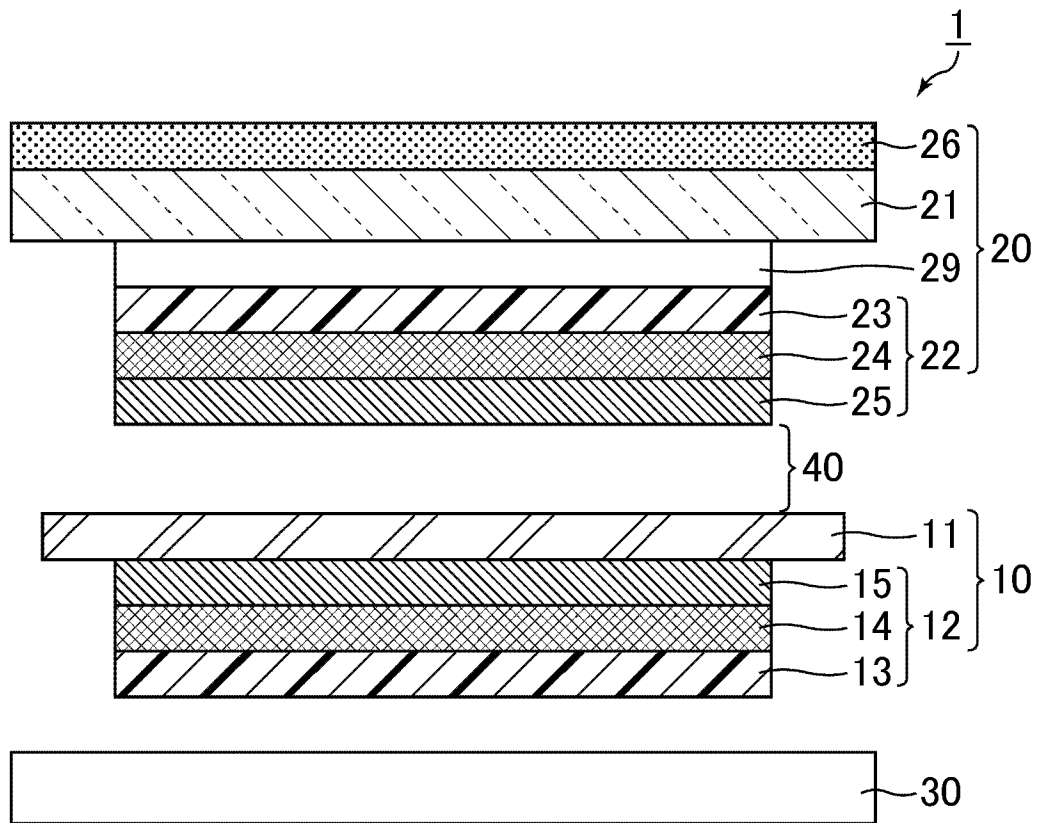
[請求項 13] 前記前面板は、前記 $\lambda/4$ 板の前記液晶パネル側に配置された第 1 の反射防止層を更に有し、
前記液晶パネルは、前記液晶セルの前記前面板側に配置された第 2 の反射防止層を更に有することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の液晶ディスプレイ。

[請求項 14] 前記前面板は、第 1 の基材フィルムを更に有し、
前記第 1 の反射防止層は、前記第 1 の基材フィルム上に形成され、
前記液晶パネルは、第 2 の基材フィルムを更に有し、
前記第 2 の反射防止層は、前記第 2 の基材フィルム上に形成されることを特徴とする請求項 13 記載の液晶ディスプレイ。

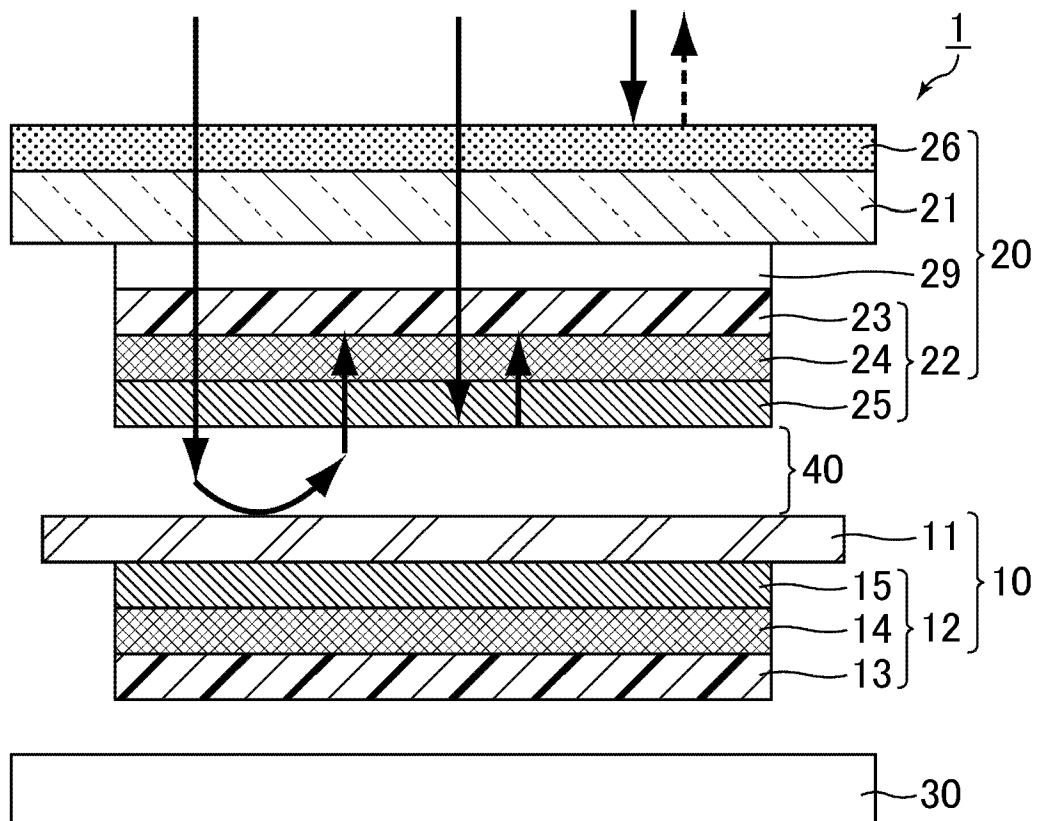
[請求項 15] 前記第 1 の基材フィルム及び前記第 2 の基材フィルムの面内位相差は各々、10 nm 以下であり、
前記第 1 の基材フィルム及び前記第 2 の基材フィルムの厚み方向位相差は各々、20 nm 以上、80 nm 以下であることを特徴とする請求項 14 記載の液晶ディスプレイ。

- [請求項16] 前記第1の基材フィルム及び前記第2の基材フィルムは、トリアセチルセルロースを用いて形成されることを特徴とする請求項14又は15記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項17] 前記直線偏光素子、及び、前記 $\lambda/4$ 板はそれぞれ、第1の直線偏光素子、及び、第1の $\lambda/4$ 板であり、
前記液晶パネルは、前記液晶セルの背面側に配置された第2の $\lambda/4$ 板と、前記第2の $\lambda/4$ 板の背面側に配置された第2の直線偏光素子とを更に有し、
前記第2の $\lambda/4$ 板のNZ係数は、前記第1の $\lambda/4$ 板のNZ係数と実質的に等しいことを特徴とする請求項1～16のいずれかに記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項18] 前記液晶セルの厚み方向位相差は、黒表示時、260～320nmであることを特徴とする請求項1～17のいずれかに記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項19] 前記前面板は、前記直線偏光素子よりも観察者側に配置された $\lambda/4$ 板を更に有することを特徴とする請求項1～18のいずれかに記載の液晶ディスプレイ。

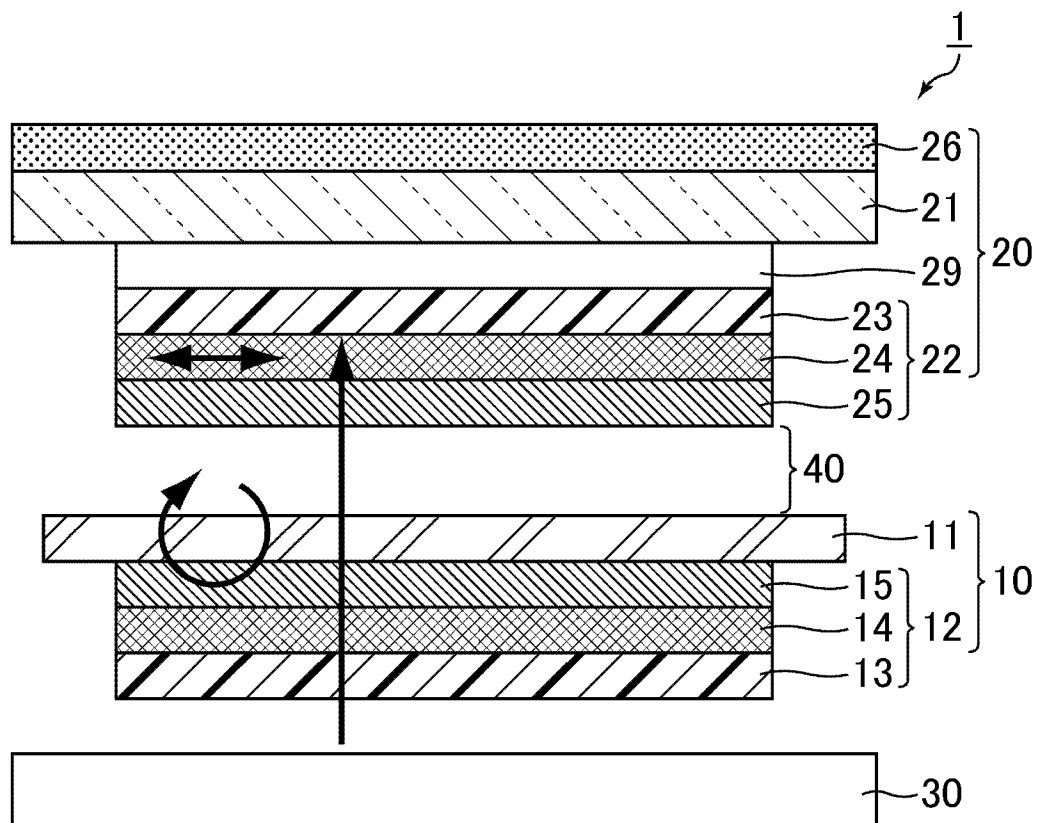
[図1]



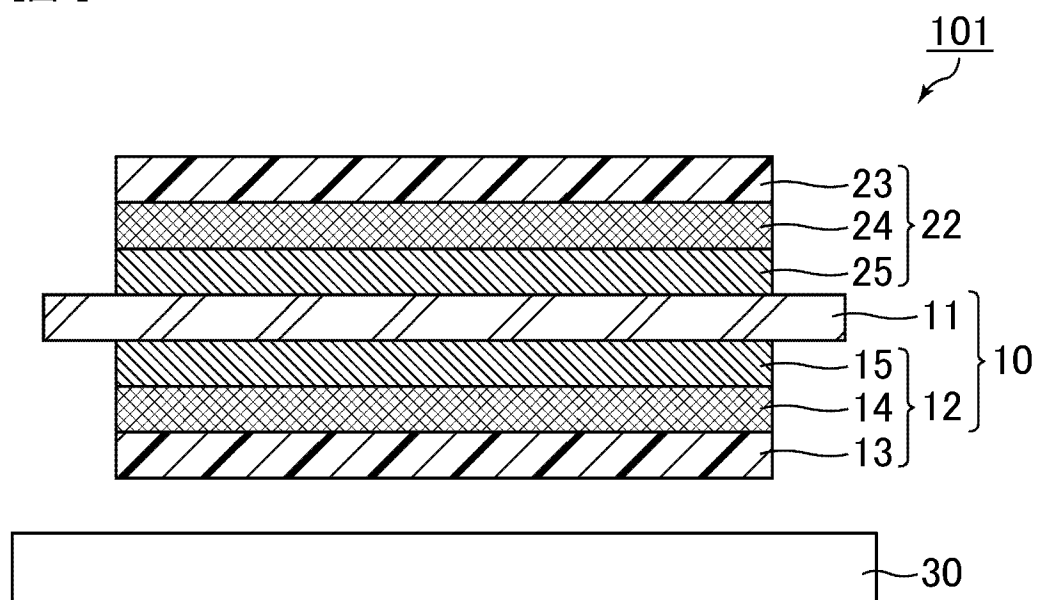
[図2]



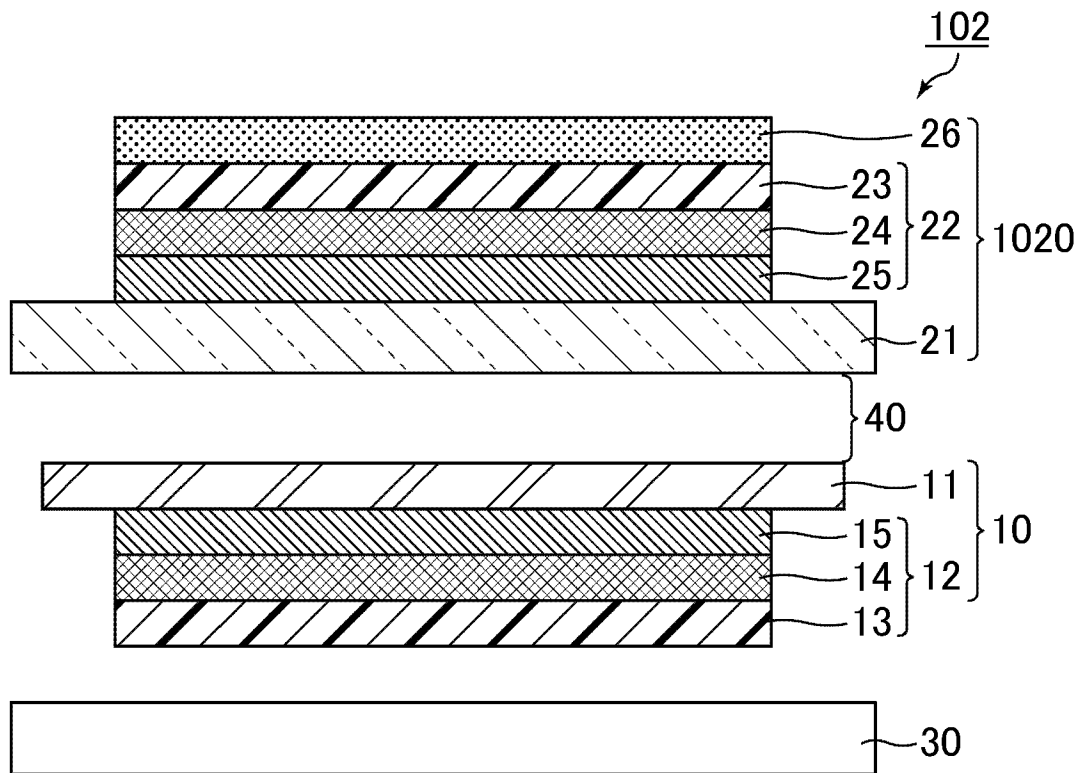
[図3]



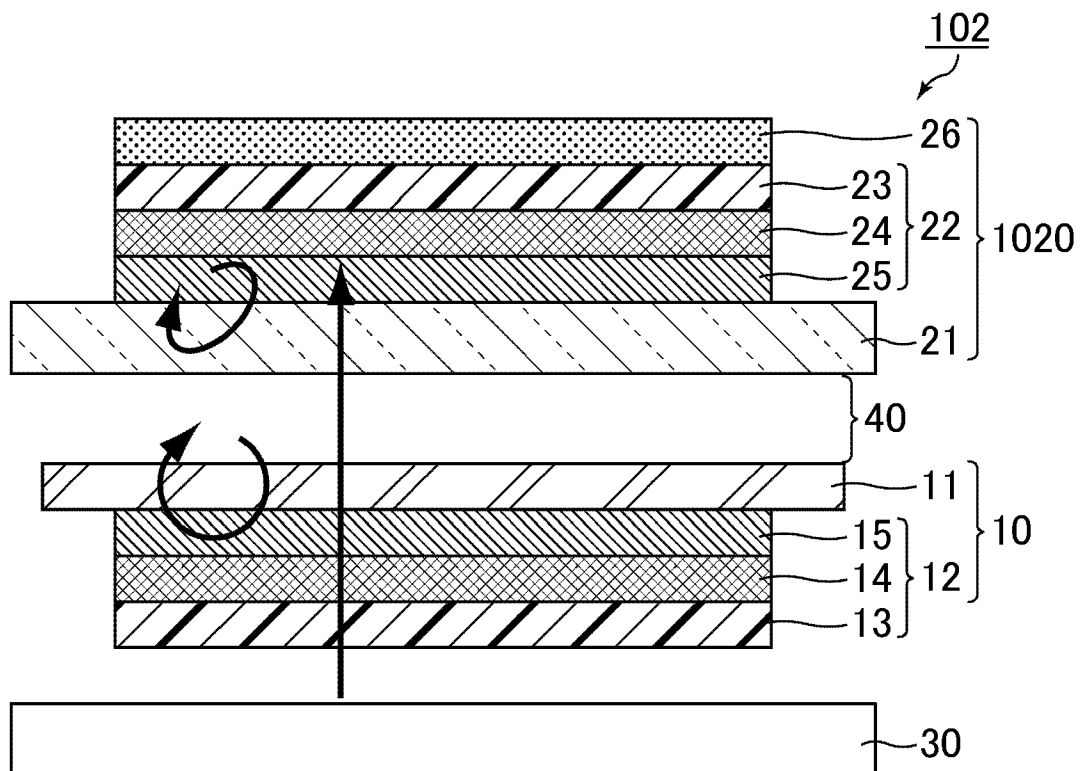
[図4]



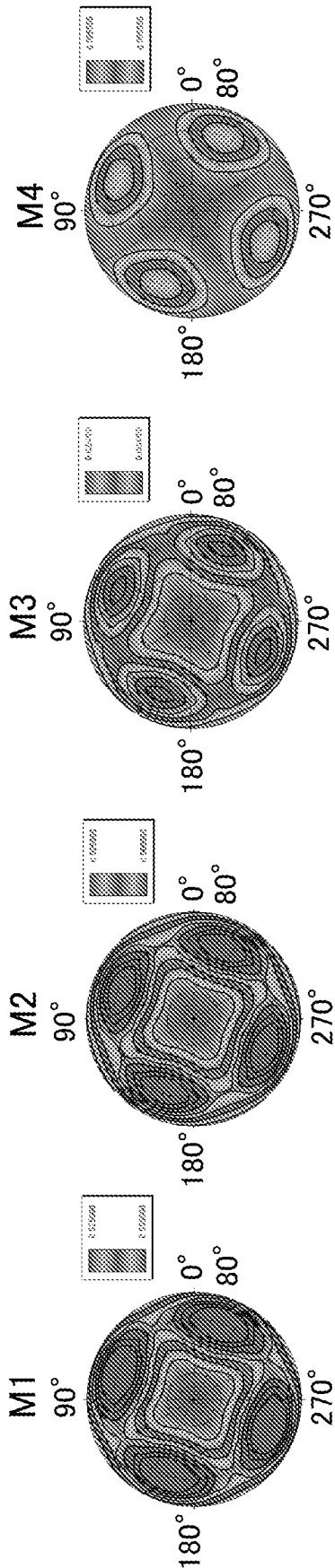
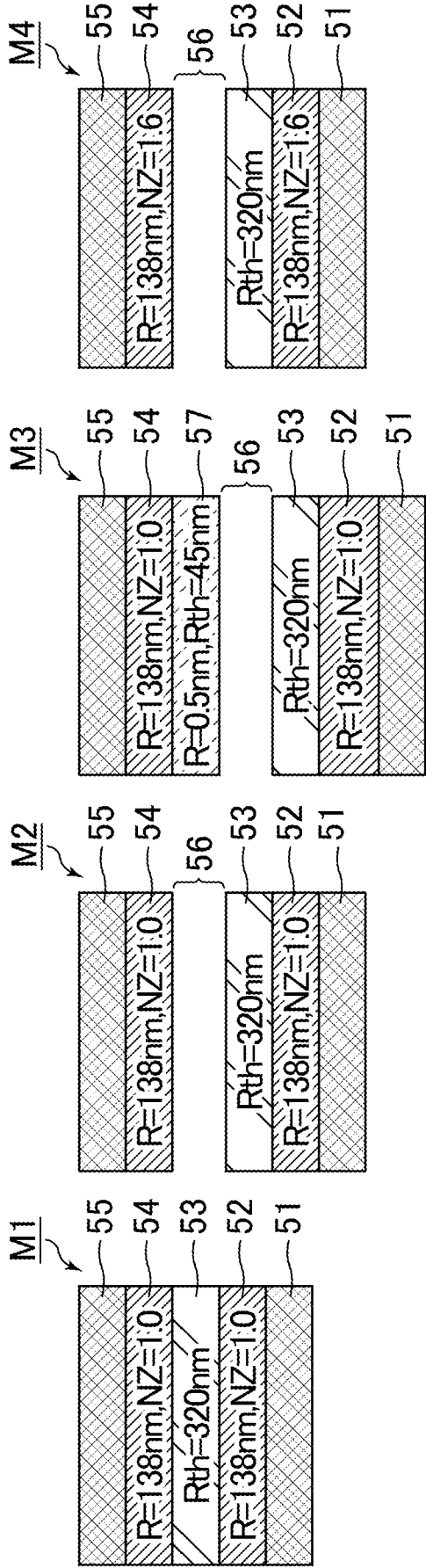
[図5]



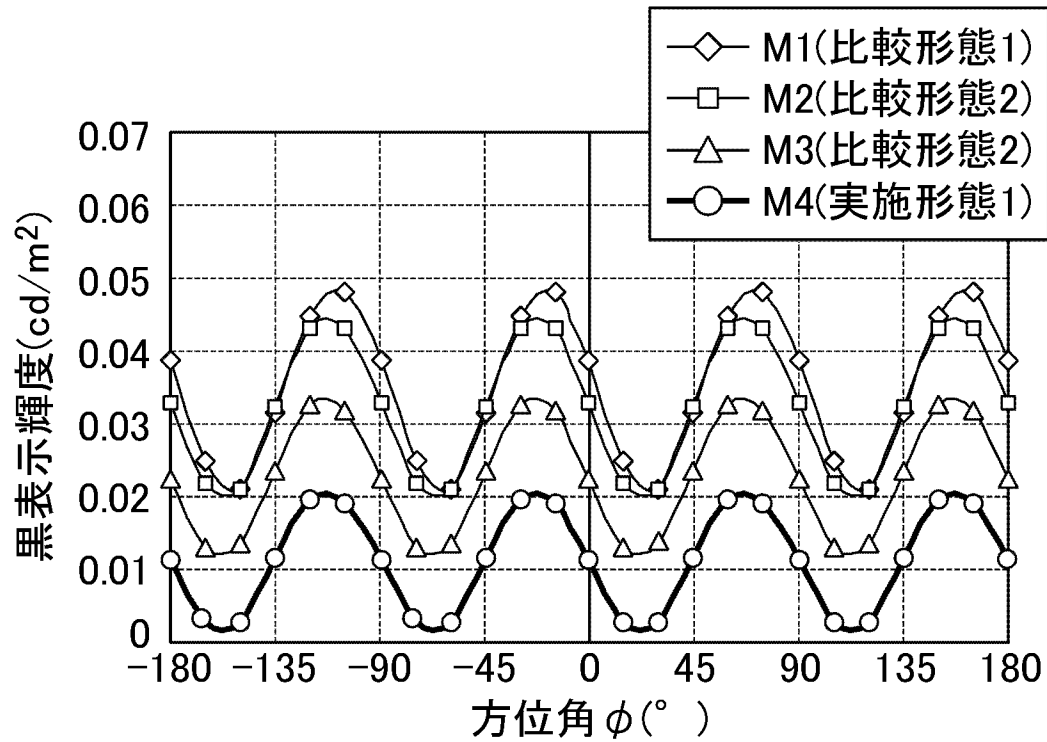
[図6]



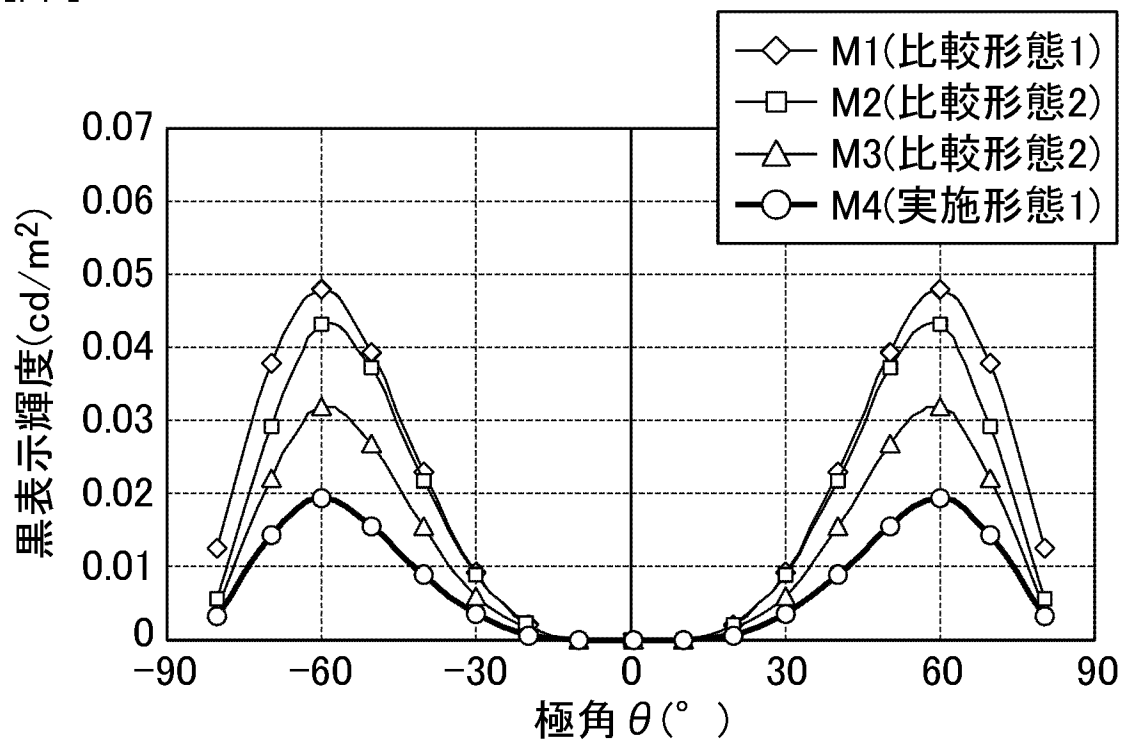
[図7]



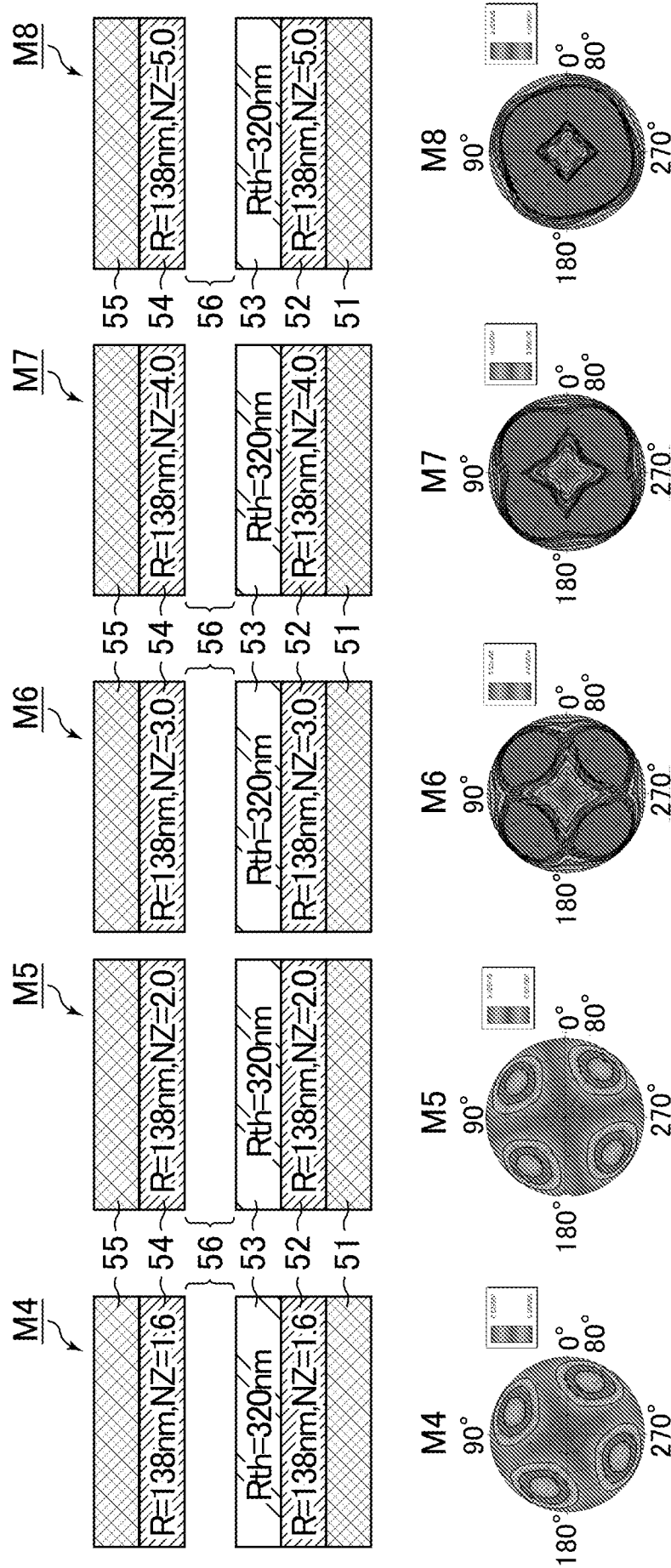
[圖8]



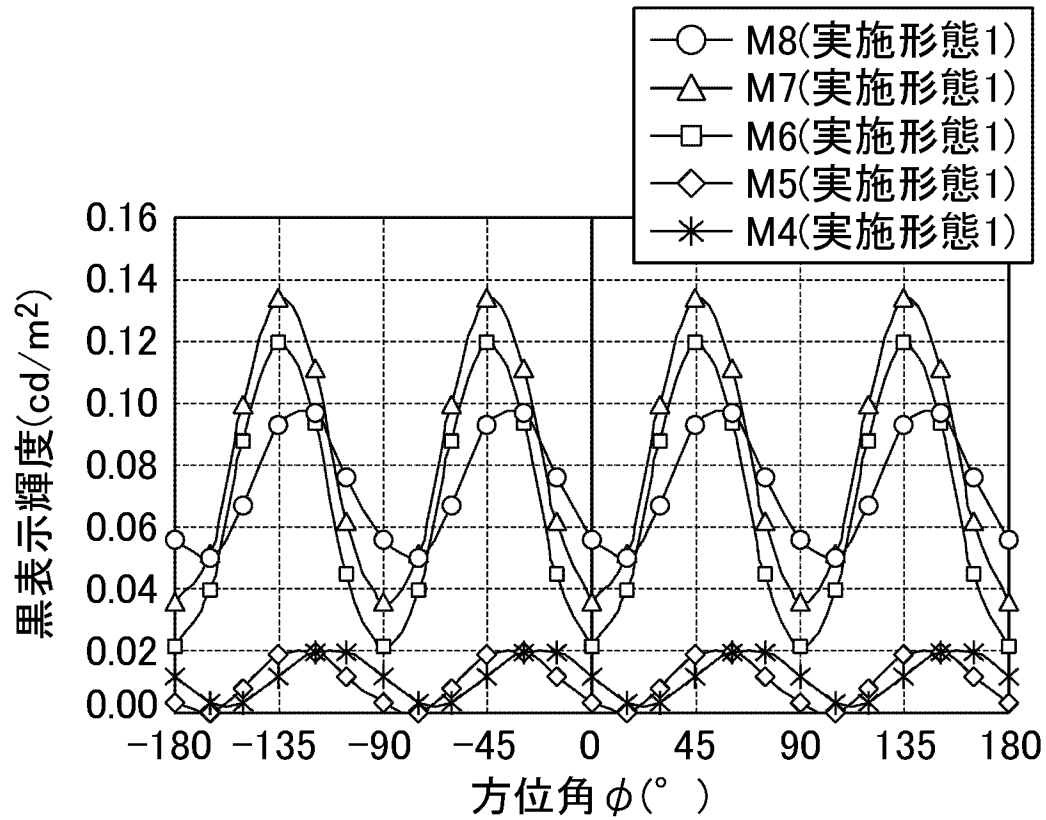
[圖9]



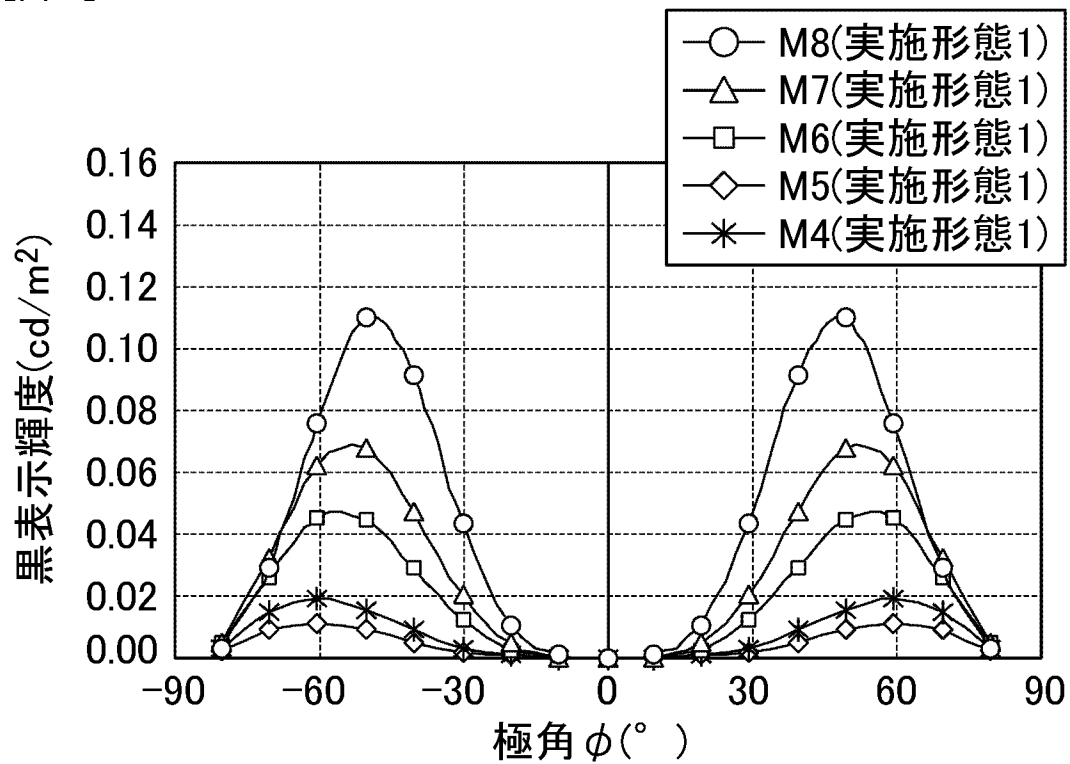
[図10]



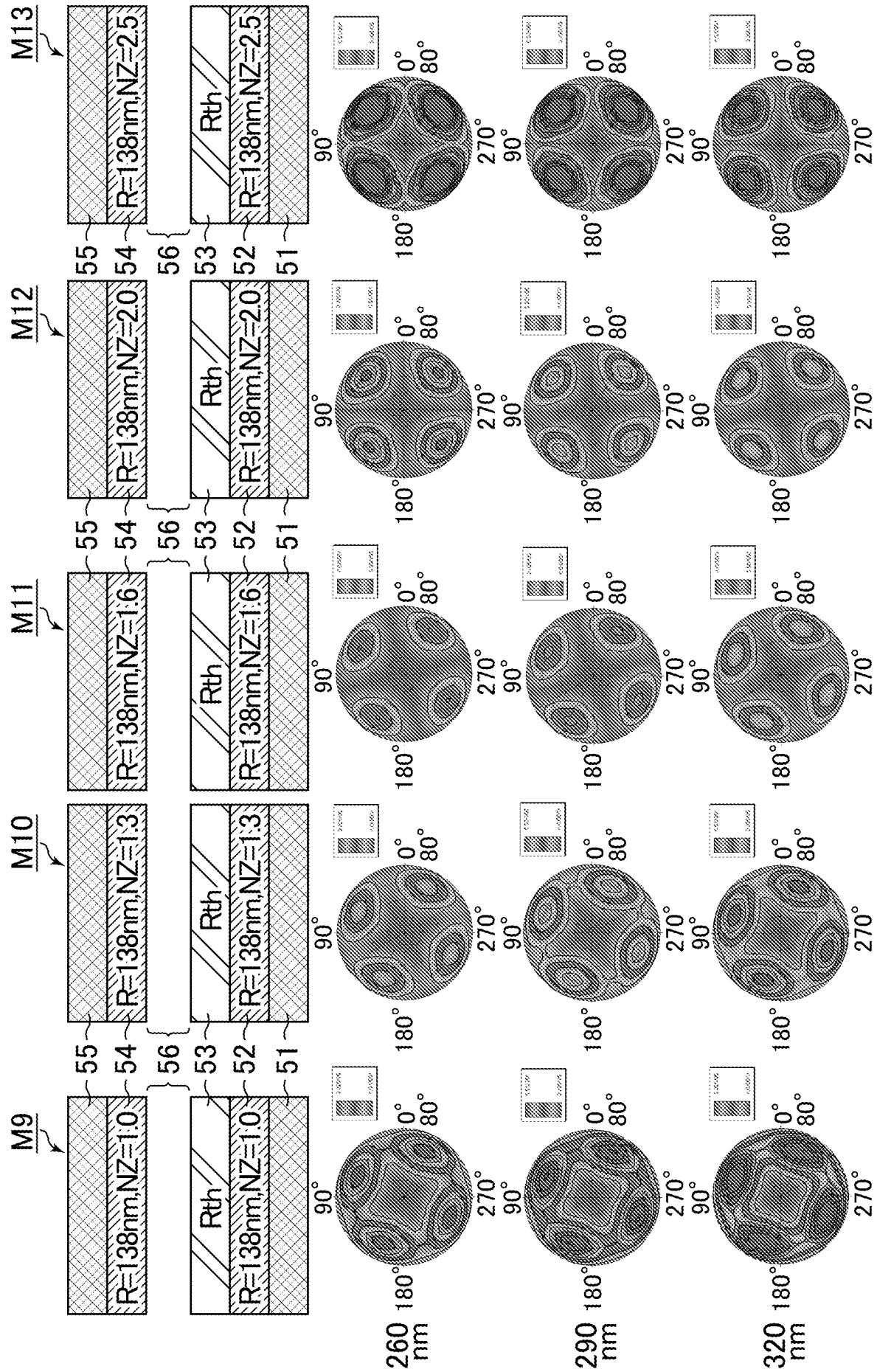
[図11]



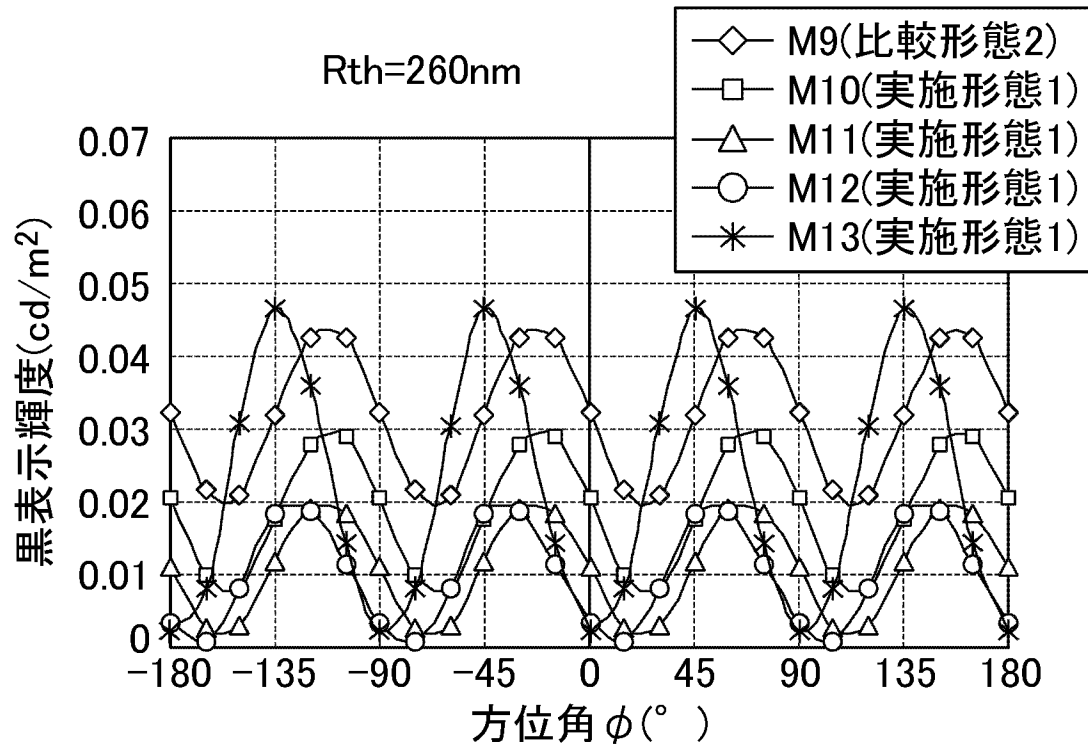
[図12]



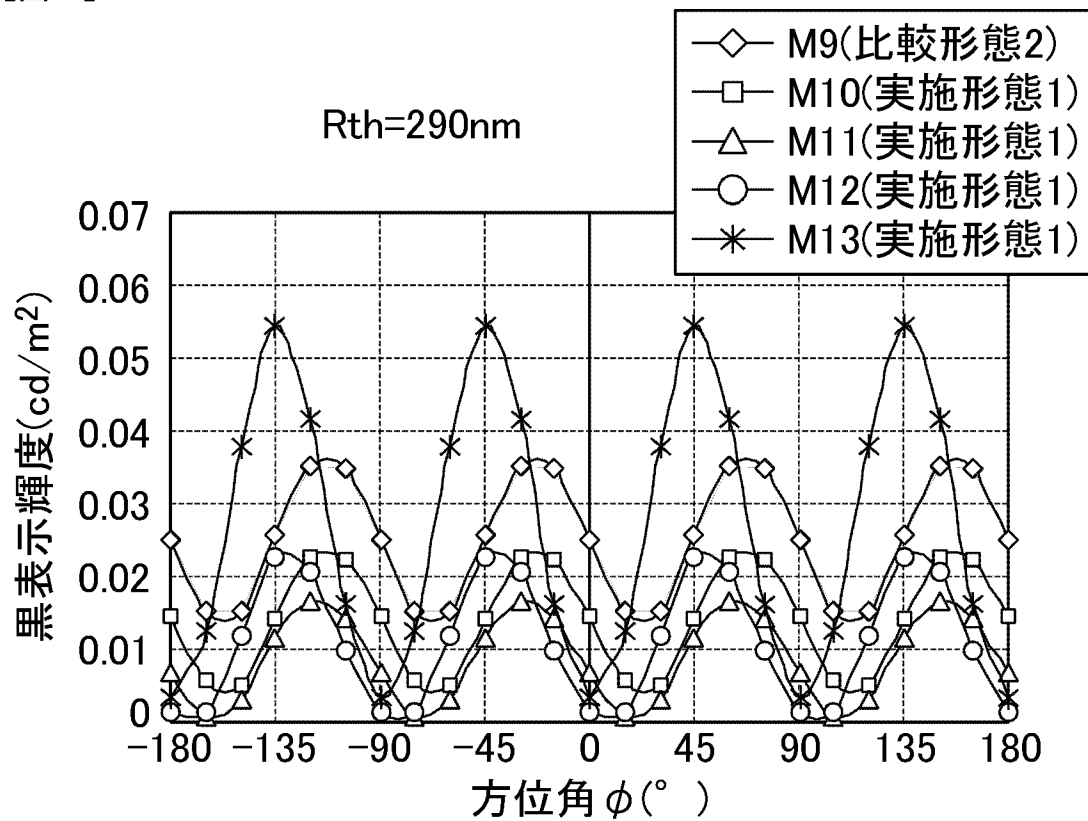
[図13]



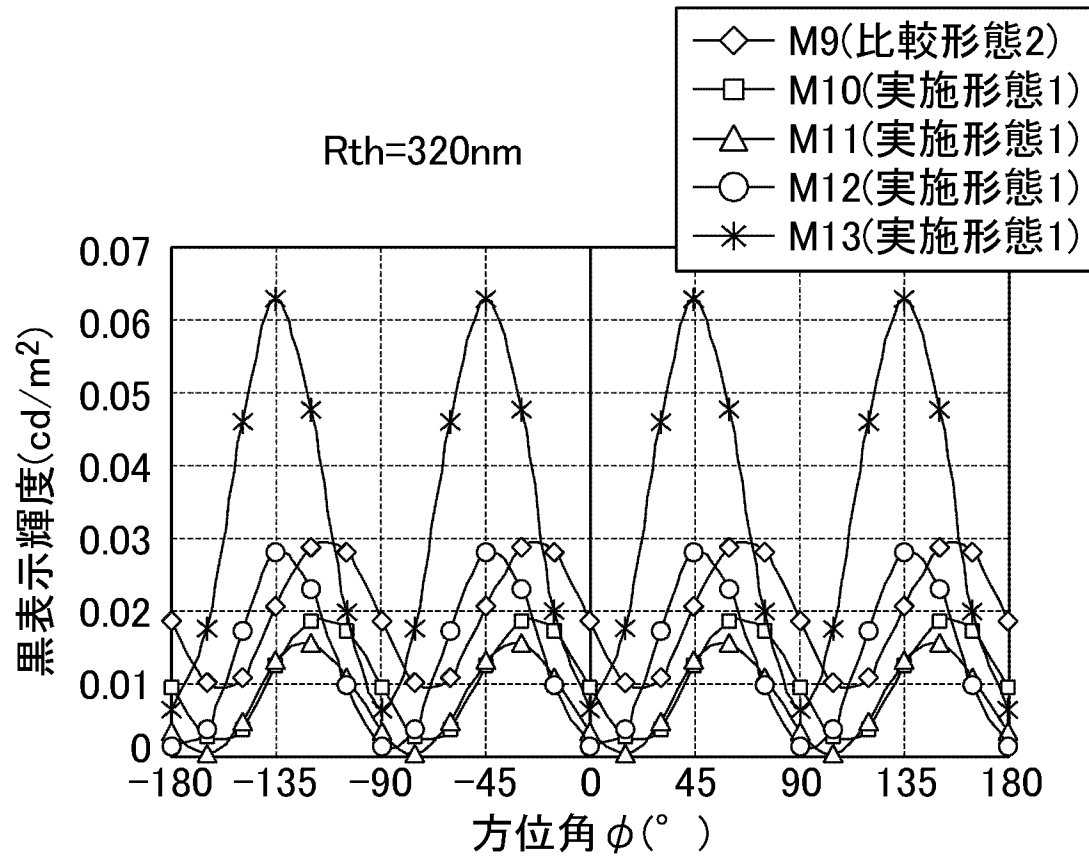
[図14]



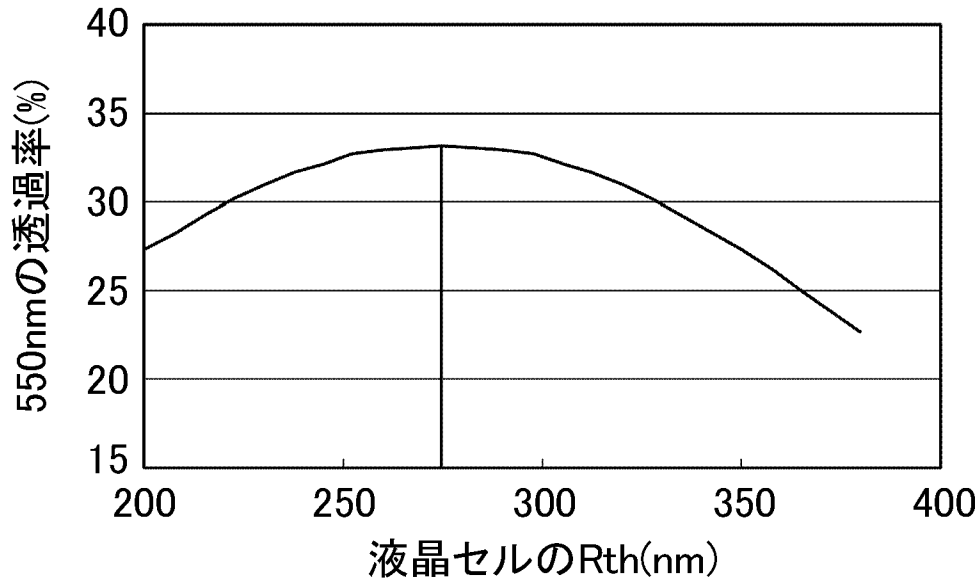
[図15]



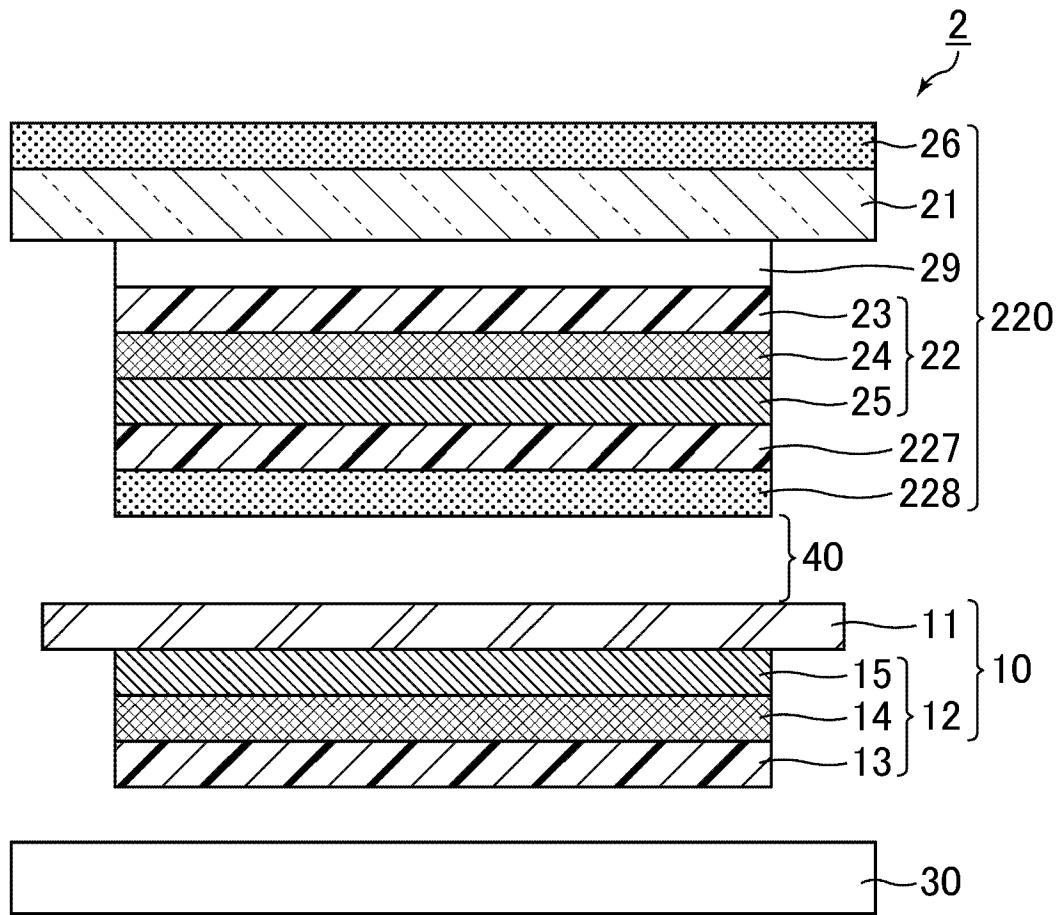
[図16]



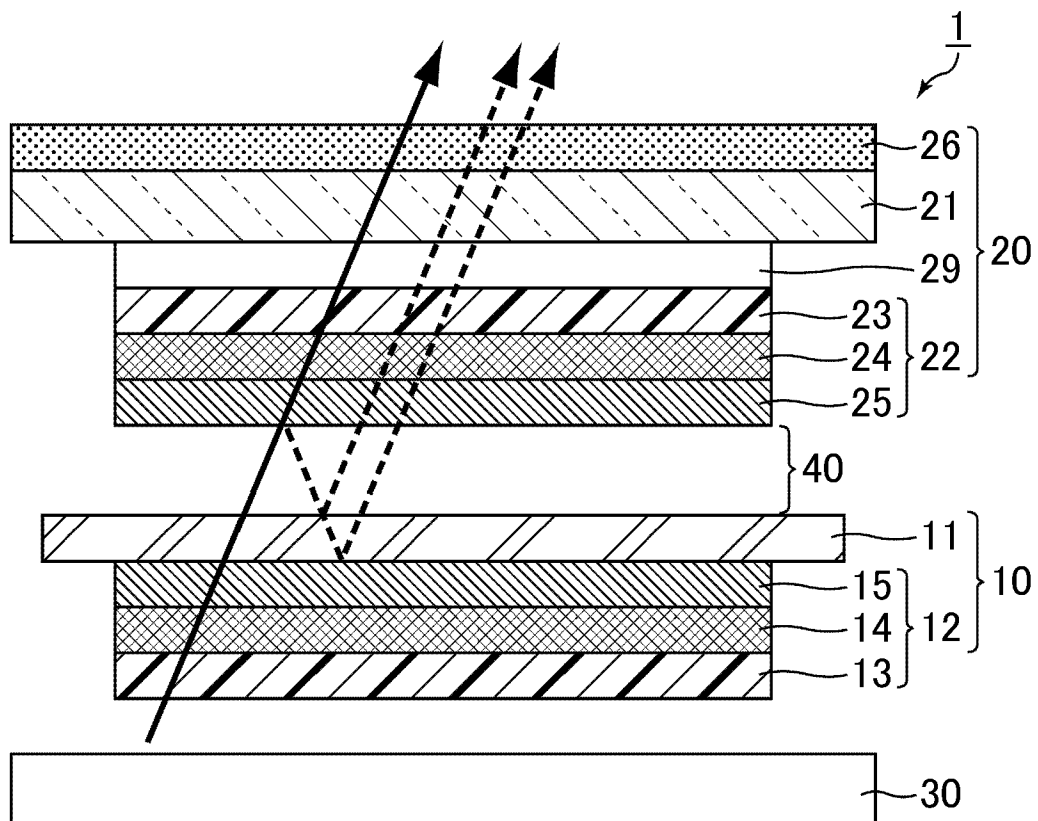
[図17]



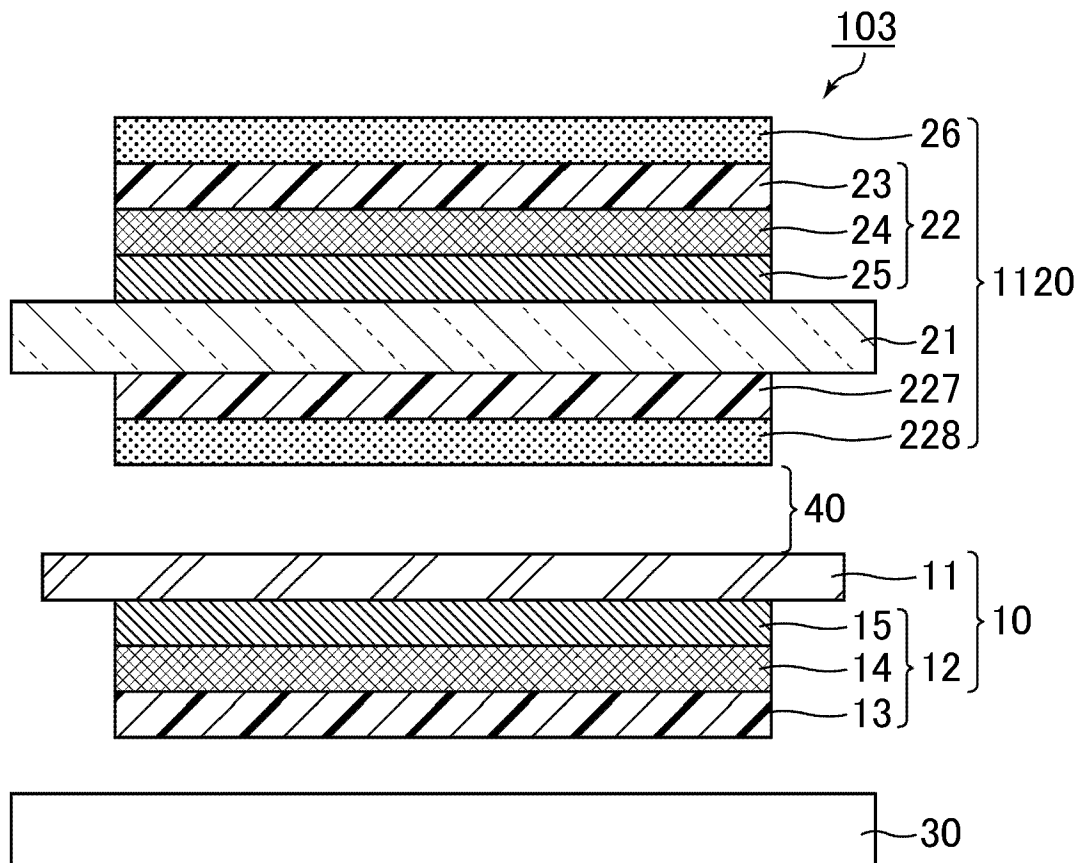
[図18]



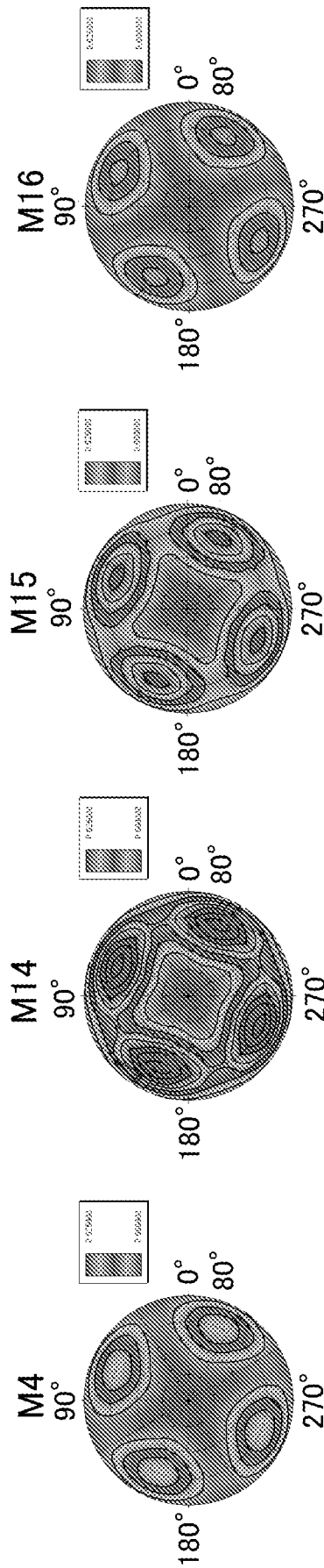
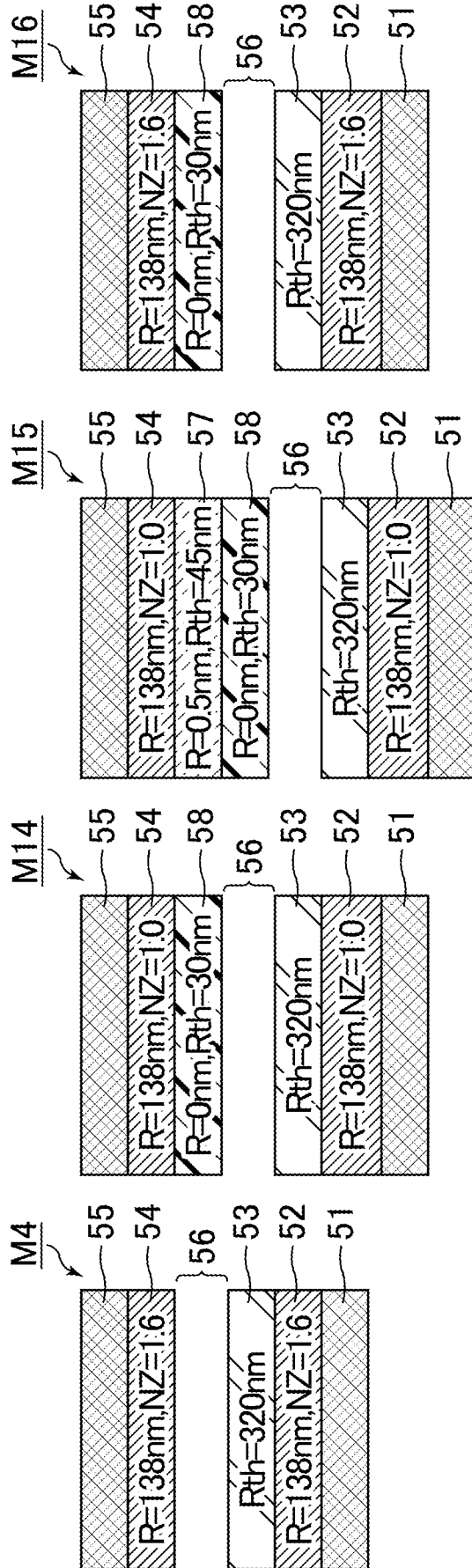
[図19]



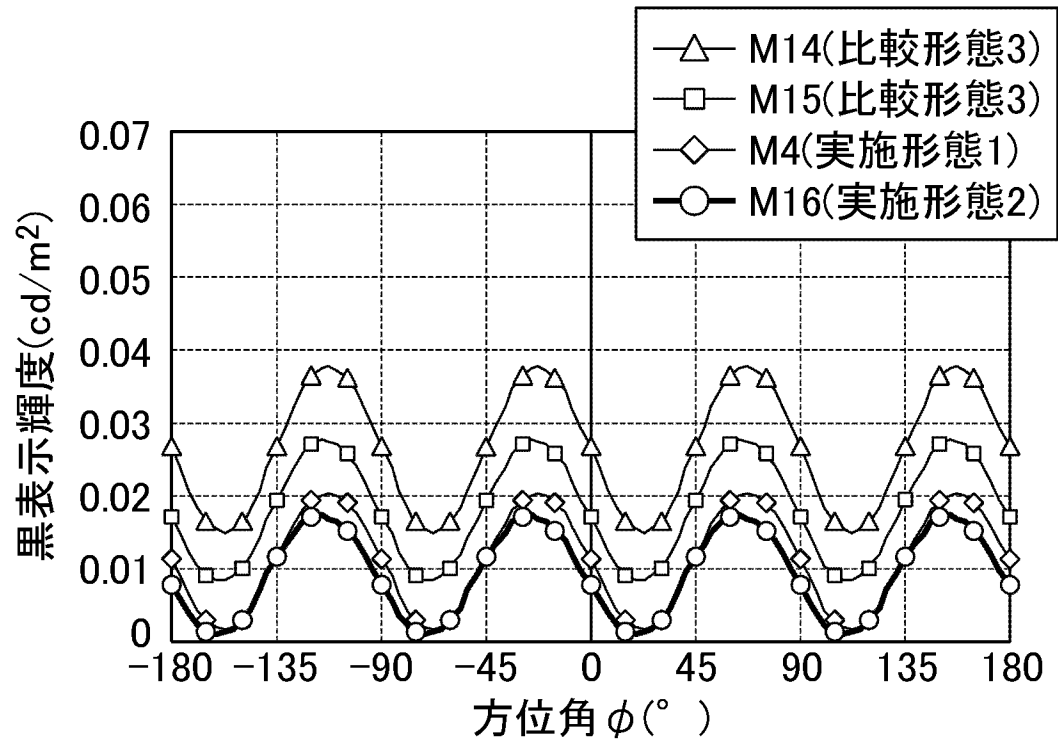
[図20]



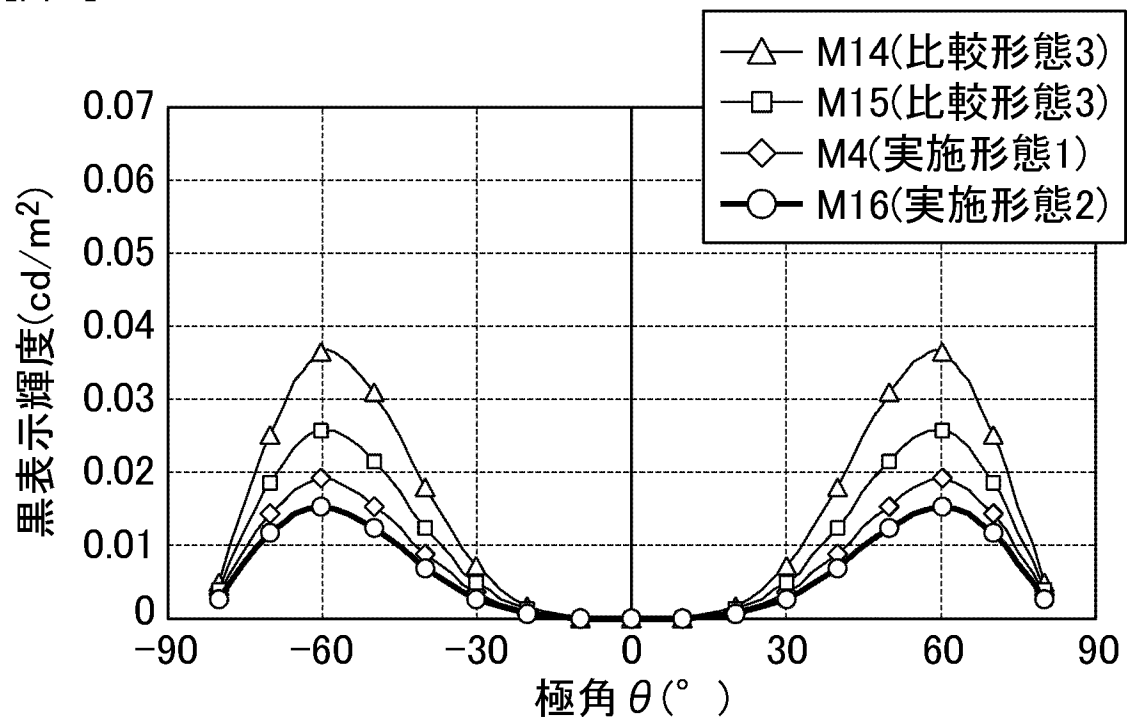
[図21]



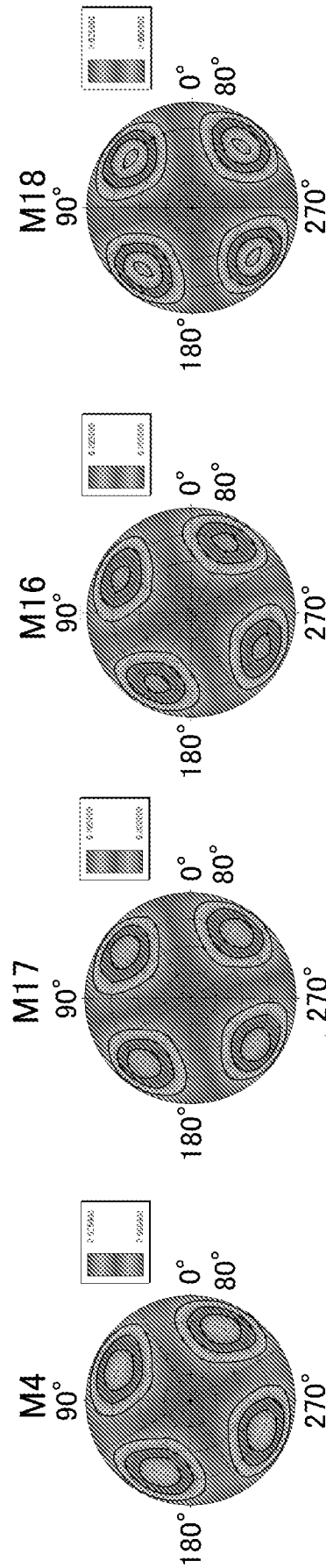
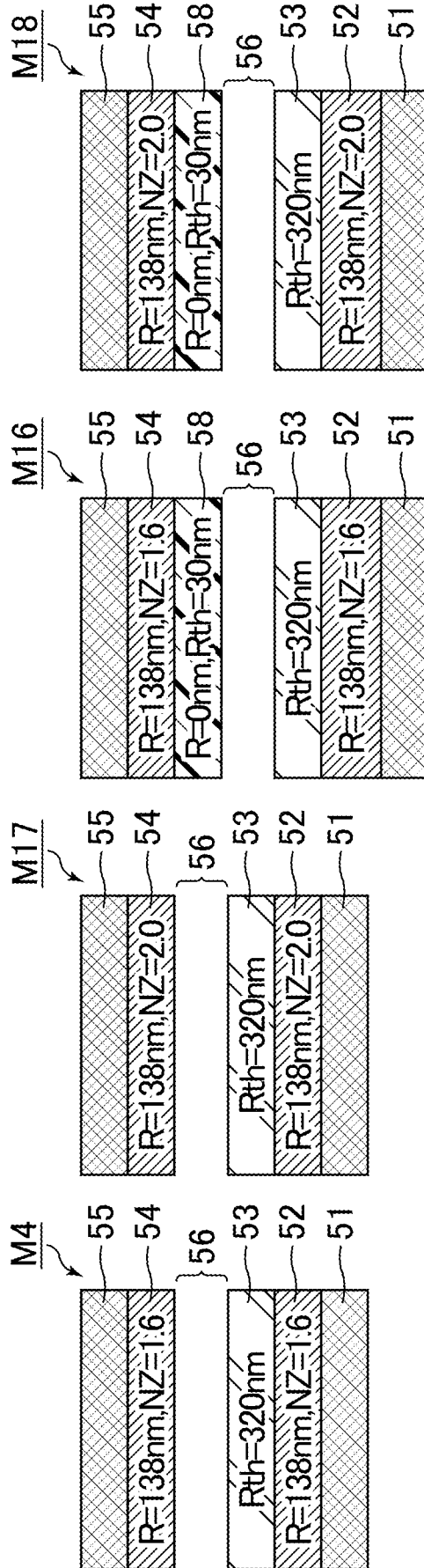
[図22]



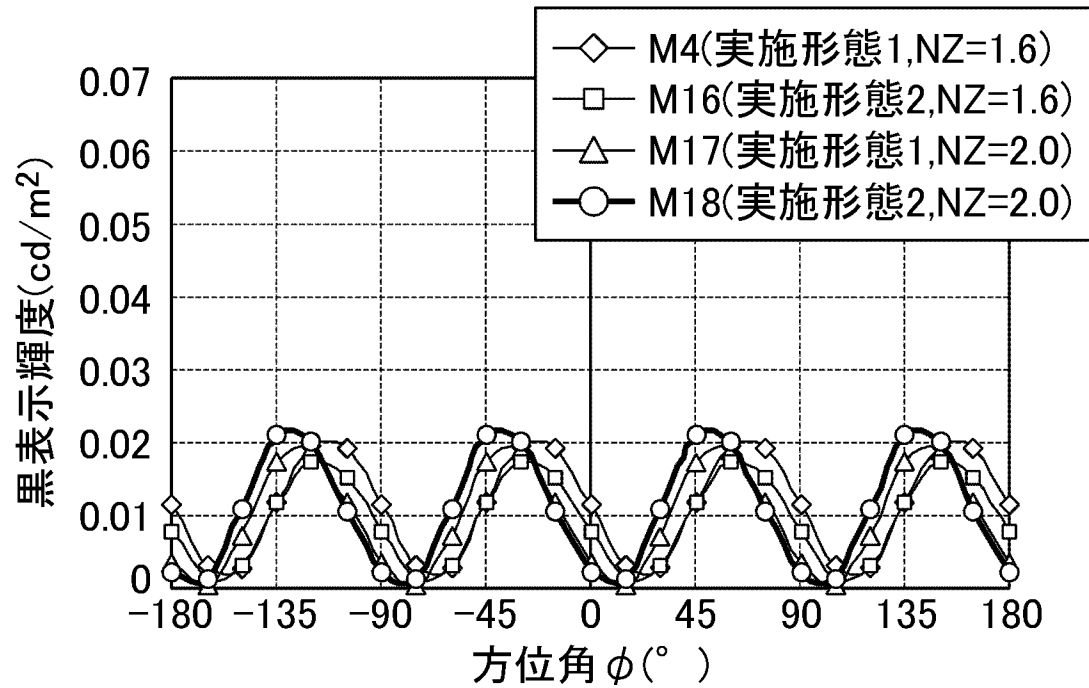
[図23]



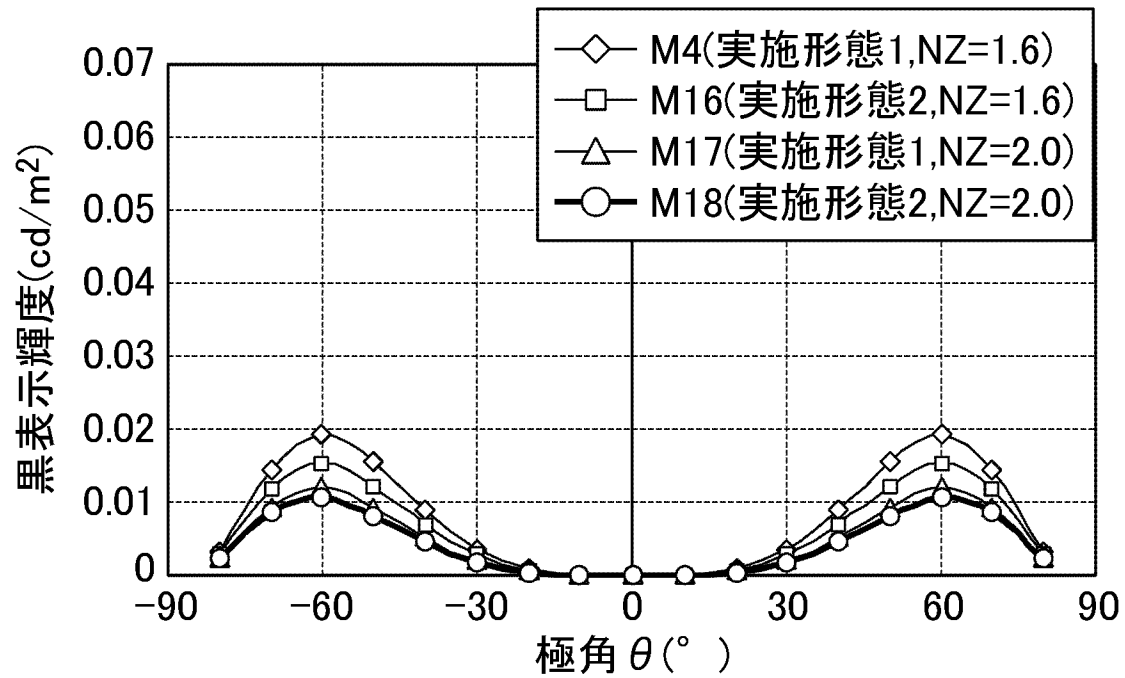
[図24]



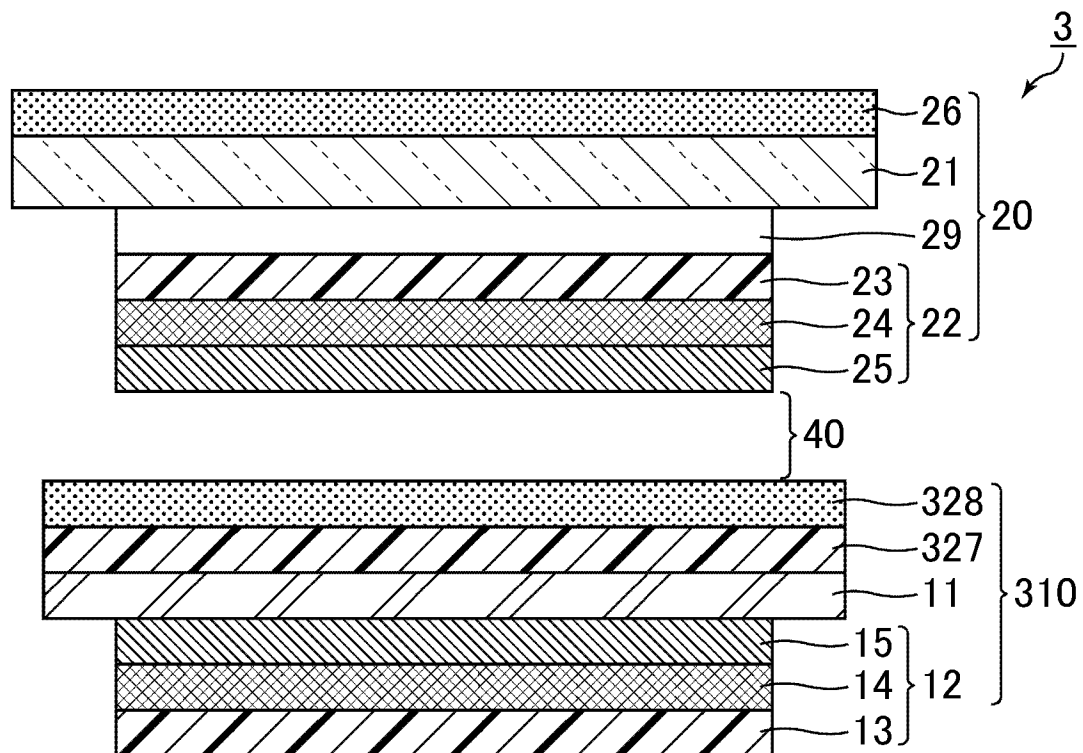
[図25]



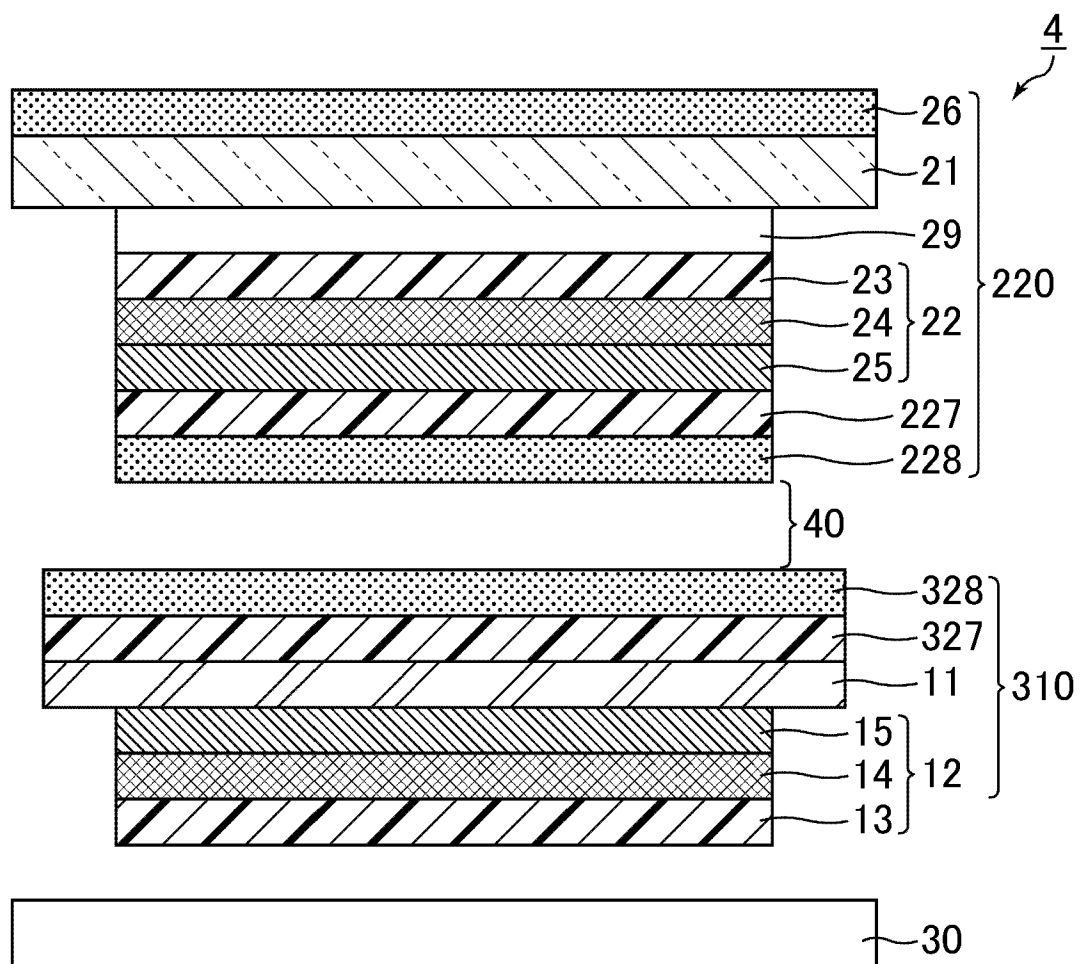
[図26]



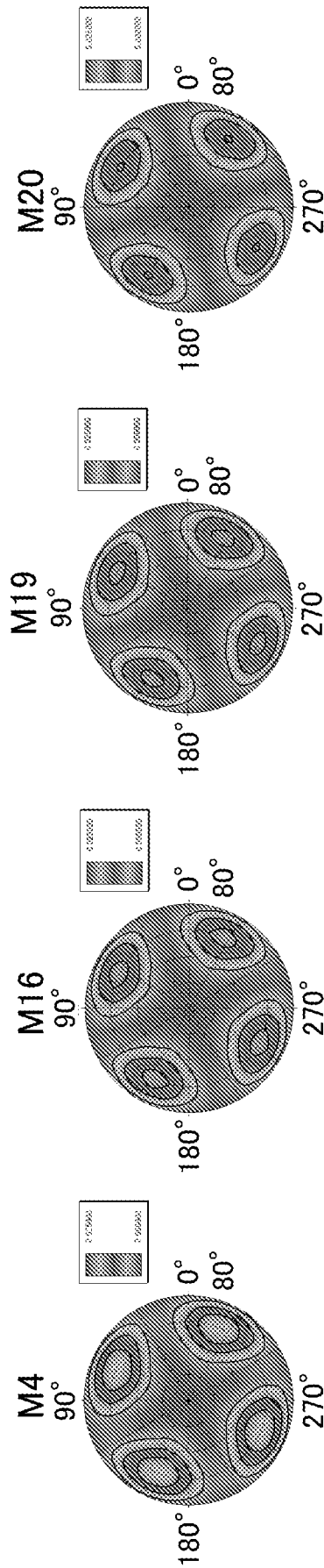
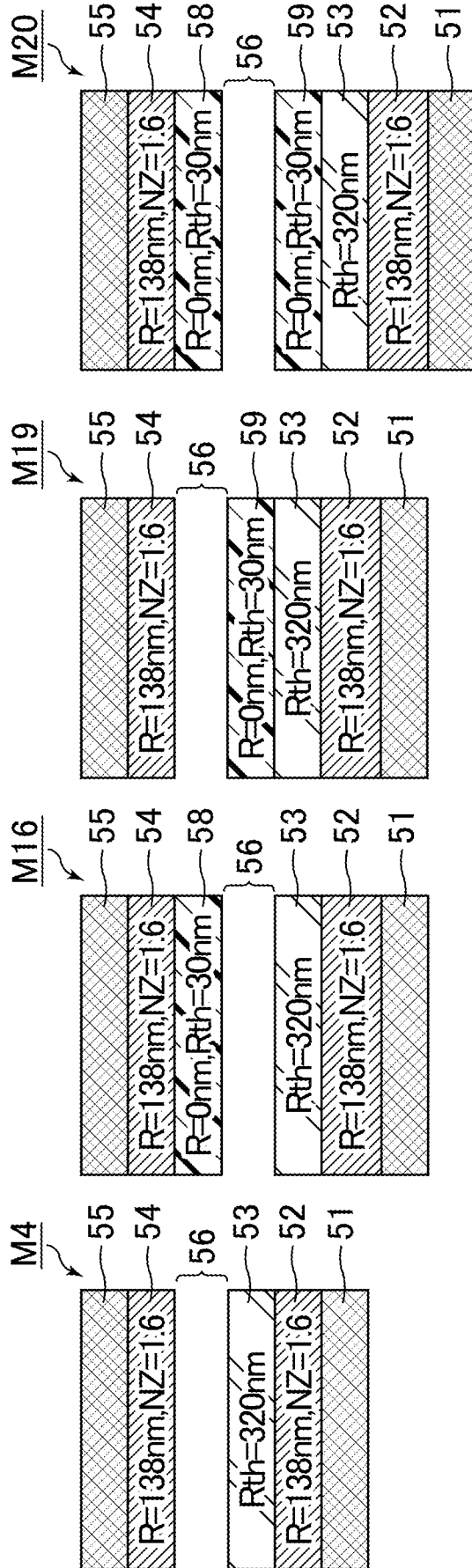
[図27]



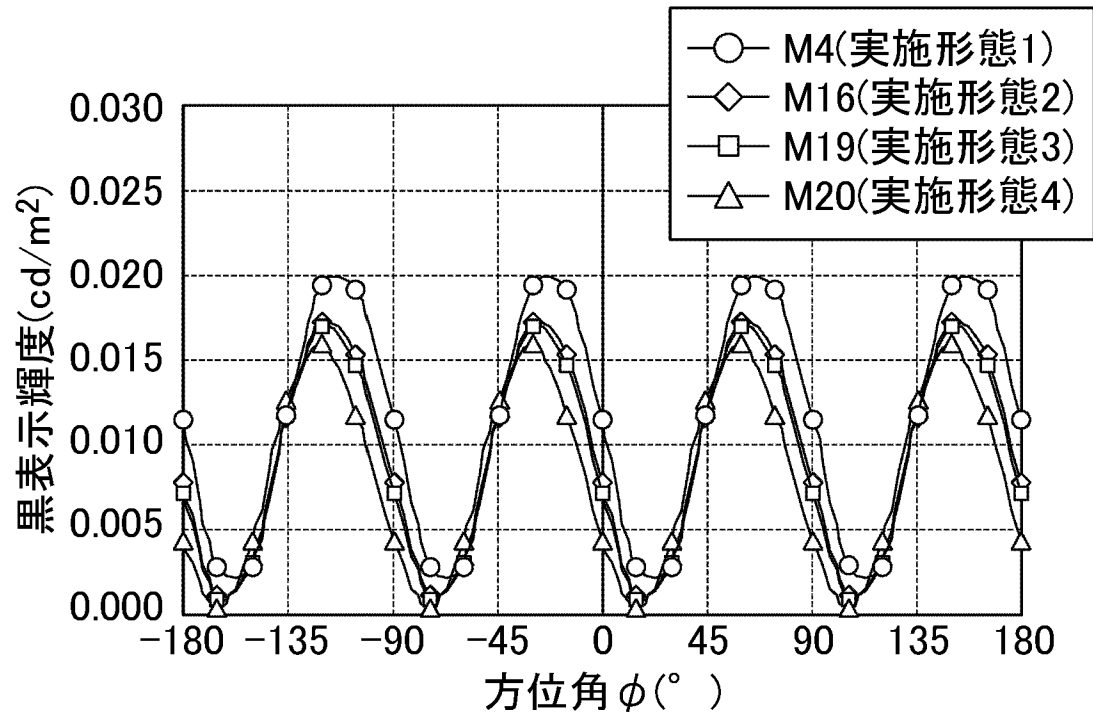
[図28]



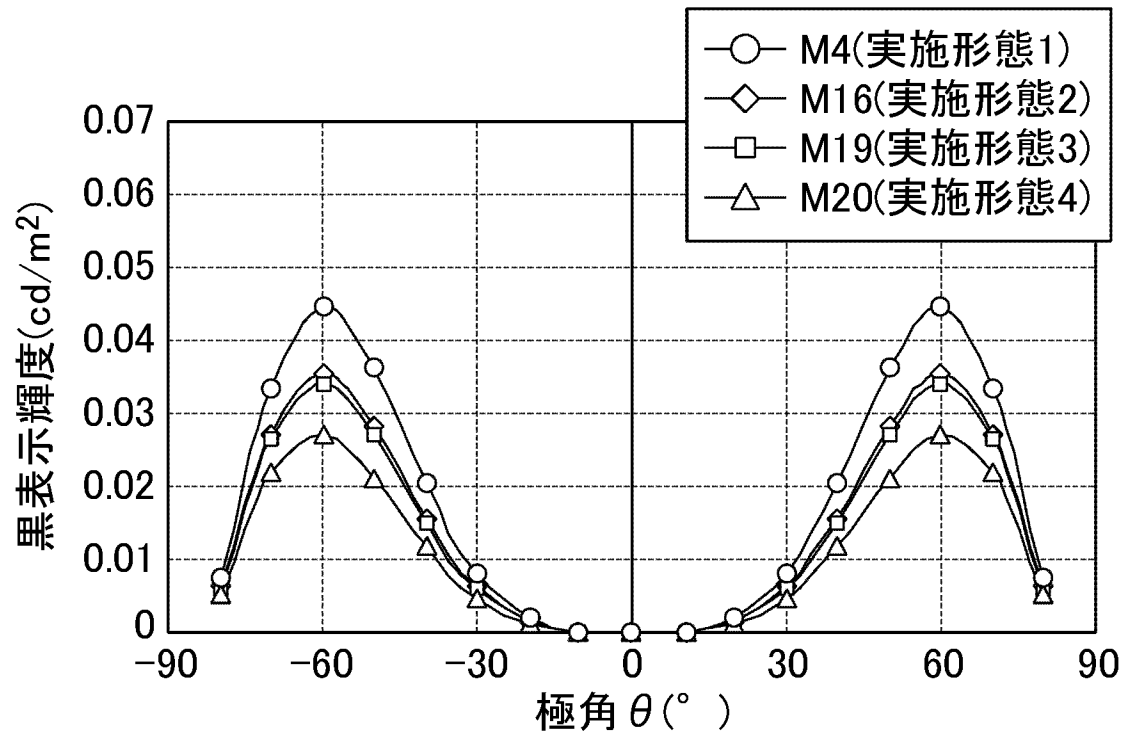
[図 29]



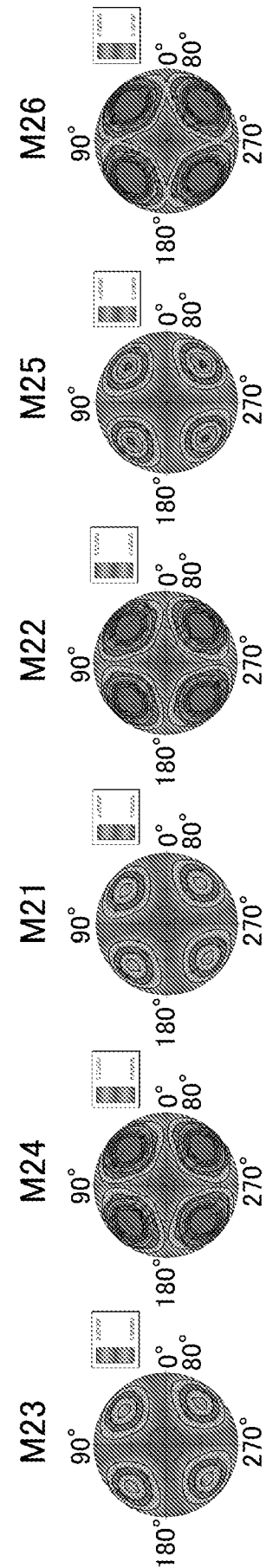
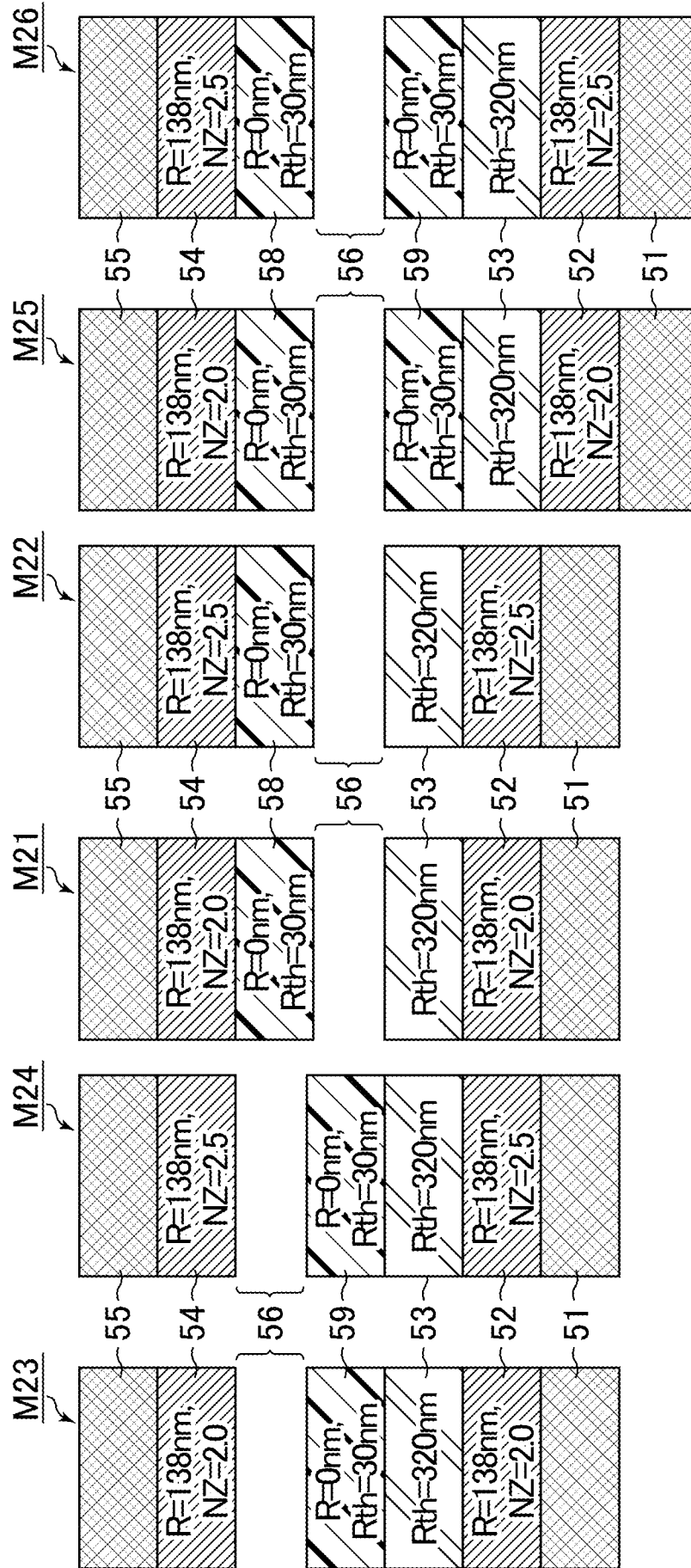
[図30]



[図31]

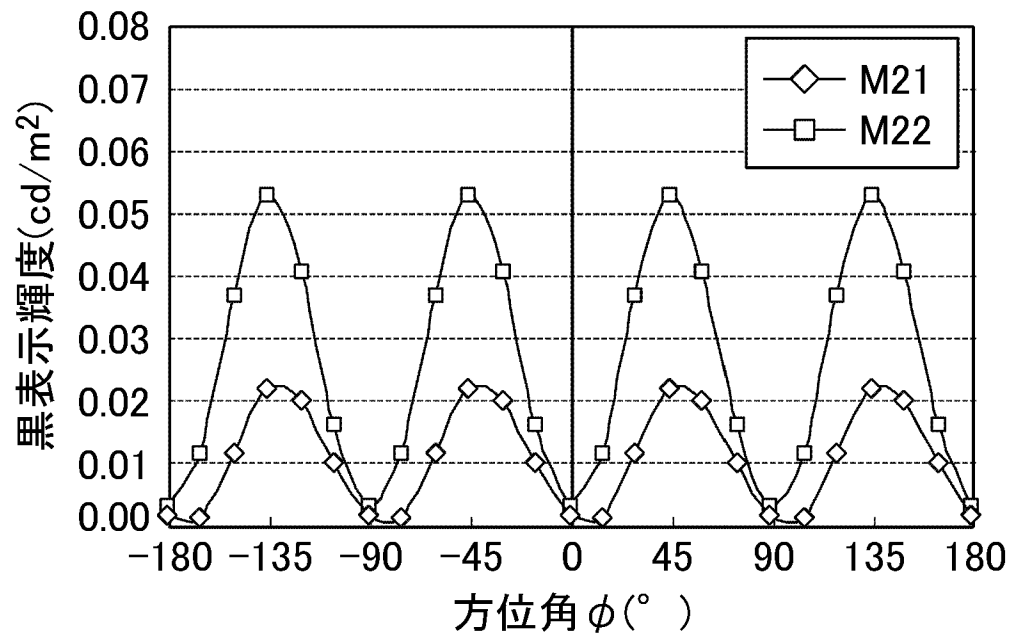


[図32]



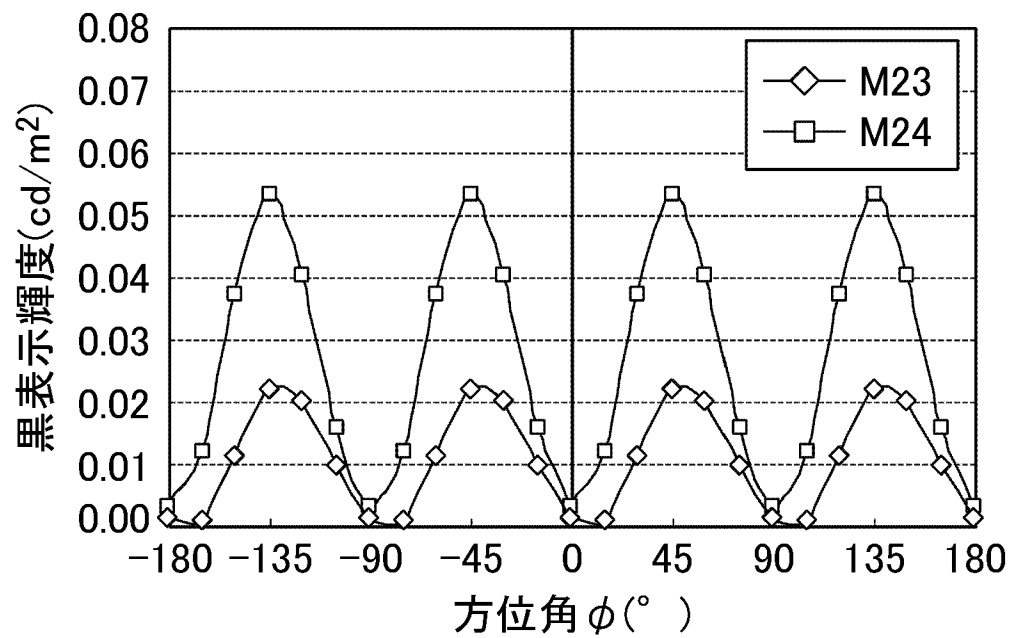
[図33]

実施形態2

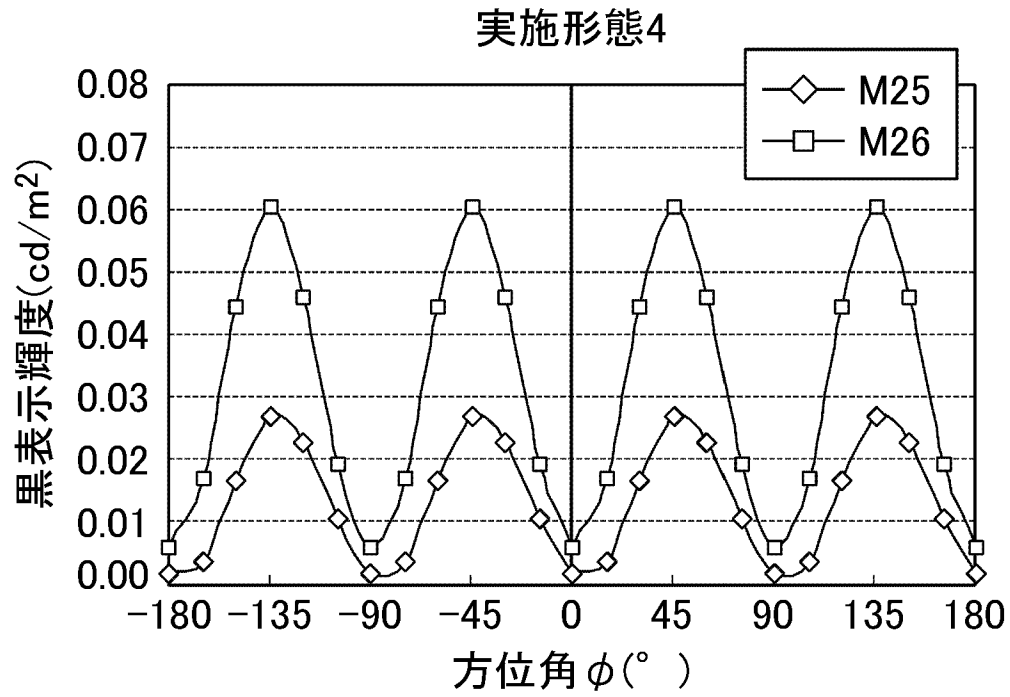


[図34]

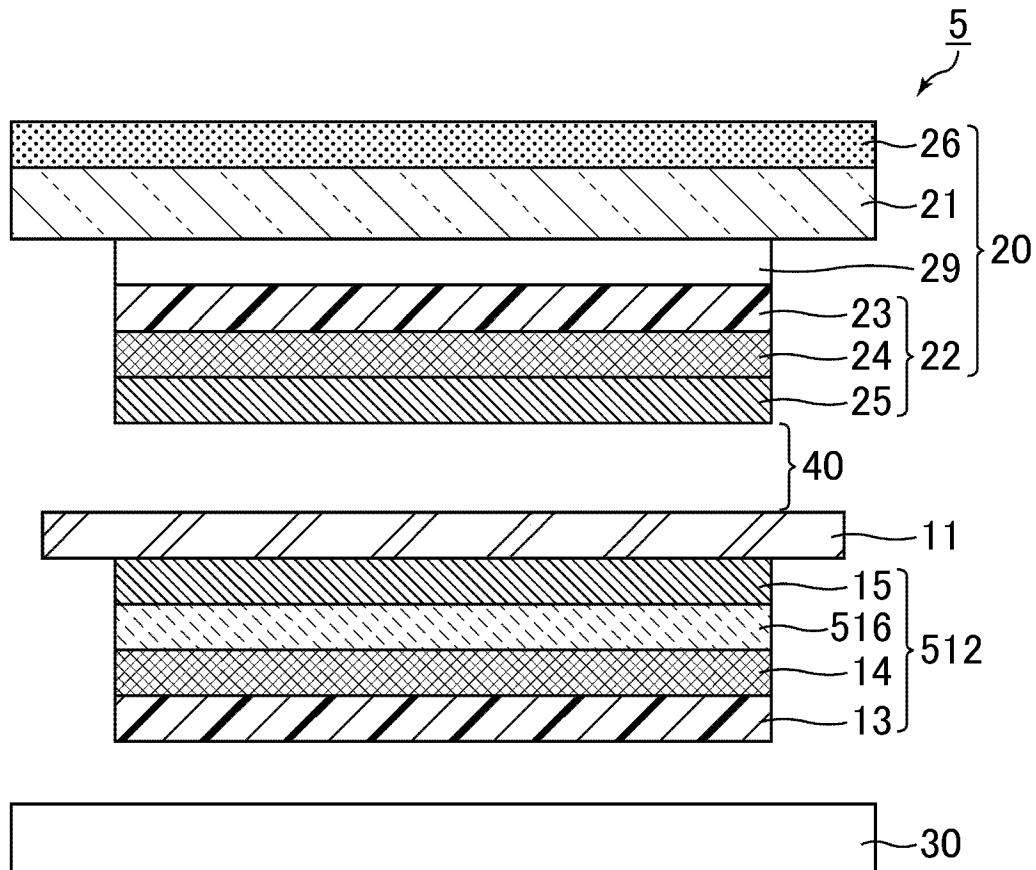
実施形態3



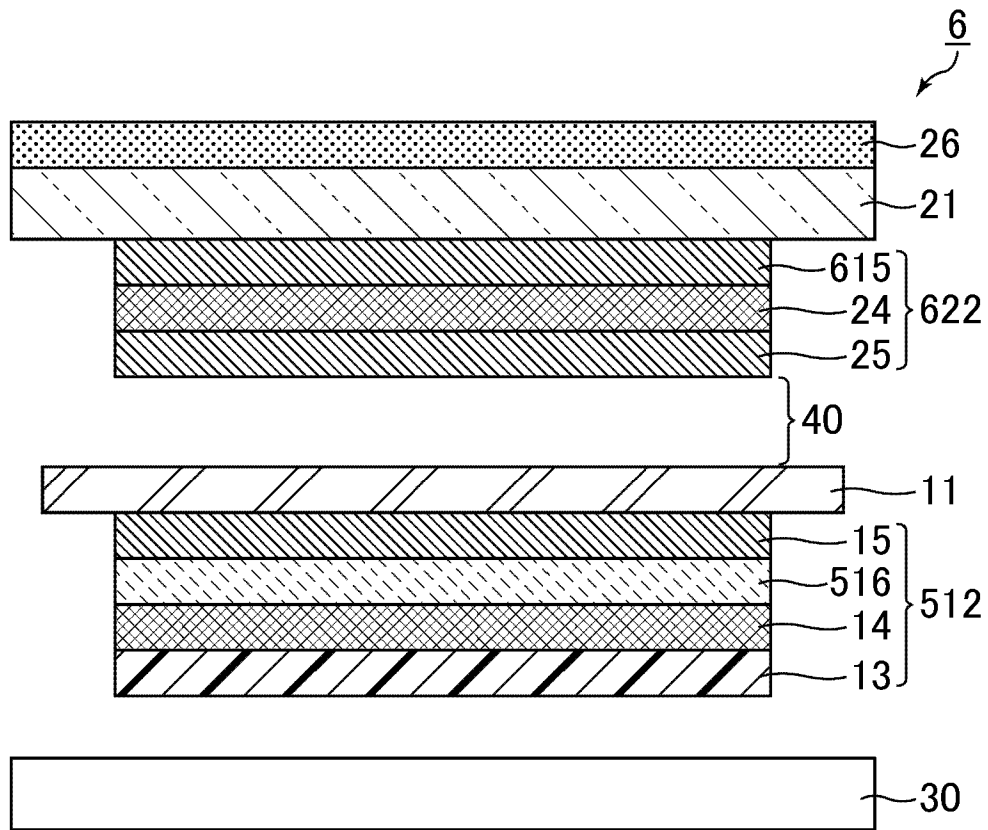
[図35]



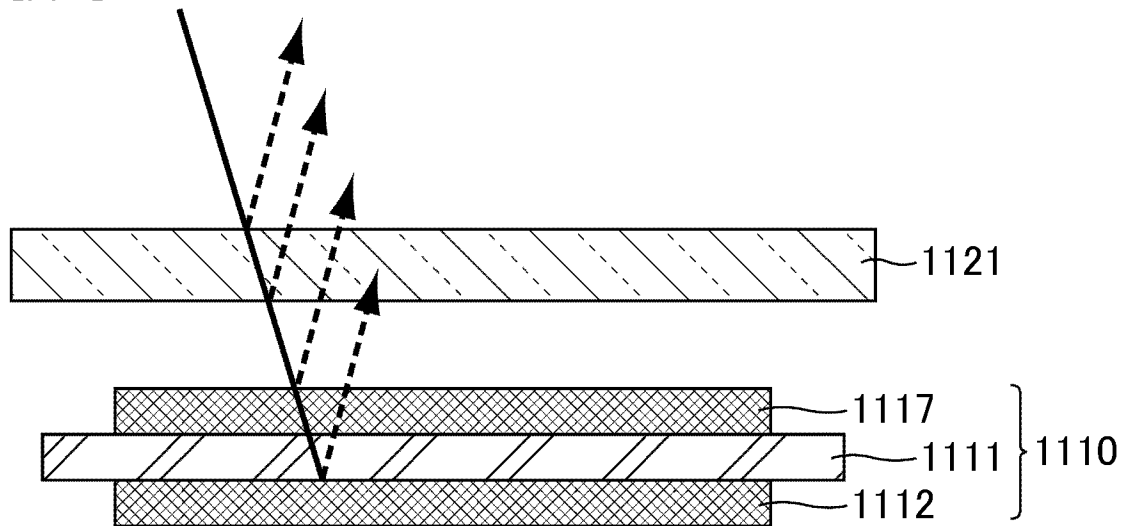
[図36]



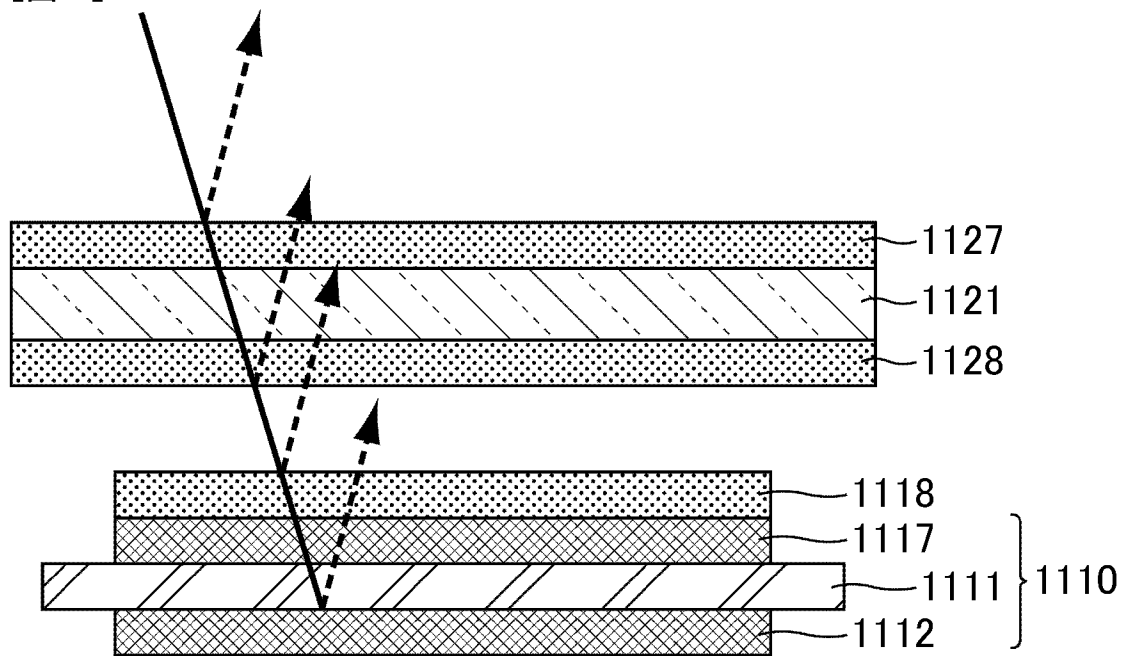
[図37]



[図38]



[図39]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052915

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/1335(2006.01)i, G02B5/30(2006.01)i, G02F1/13363(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02F1/1335, G02B5/30, G02F1/13363

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2010-139760 A (Casio Computer Co., Ltd.), 24 June 2010 (24.06.2010), paragraphs [0002] to [0006], [0019] to [0059], [0065]; fig. 1, 2, 5 & US 2010/0149462 A1 & KR 10-2010-0067615 A & CN 101750788 A	1 2-19
Y	WO 2010/035606 A1 (Sharp Corp.), 01 April 2010 (01.04.2010), paragraphs [0067] to [0074]; fig. 4 (Family: none)	2-19
Y	JP 2003-294907 A (Nitto Denko Corp.), 15 October 2003 (15.10.2003), paragraphs [0001], [0014], [0017] (Family: none)	6-8, 10-12, 14-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 February, 2012 (24.02.12)Date of mailing of the international search report
06 March, 2012 (06.03.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052915

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-154837 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 15 June 2006 (15.06.2006), paragraphs [0001], [0033] (Family: none)	6-8, 10-12, 14-18
Y	JP 10-268233 A (Sharp Corp.), 09 October 1998 (09.10.1998), paragraphs [0083], [0084], [0091] to [0093] & US 5956001 A1	19

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02F1/1335 (2006.01)i, G02B5/30 (2006.01)i, G02F1/13363 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02F1/1335, G02B5/30, G02F1/13363

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2010-139760 A (カシオ計算機株式会社) 2010.06.24, 段落【0002】-【0006】、【0019】-【0059】、【0065】、 【図1】、【図2】、【図5】 & US 2010/0149462 A1 & KR 10-2010-0067615 A & CN 101750788 A	1 2-19
Y	W0 2010/035606 A1 (シャープ株式会社) 2010.04.01, 段落【0067】-【0074】、【図4】 (ファミリーなし)	2-19
Y	JP 2003-294907 A (日東電工株式会社) 2003.10.15, 段落【000	6-8, 10-12, 14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

2 L

3 6 1 1

▲高▼木 尚哉

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	1】、【0014】、【0017】 (ファミリーなし)	-18
Y	JP 2006-154837 A (大日本印刷株式会社) 2006.06.15, 段落【0001】、【0033】 (ファミリーなし)	6-8, 10-12, 14 -18
Y	JP 10-268233 A (シャープ株式会社) 1998.10.09, 段落【0083】、【0084】、【0091】 - 【0093】 & US 5956001 A1	19