

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年2月20日(20.02.2014)



(10) 国際公開番号

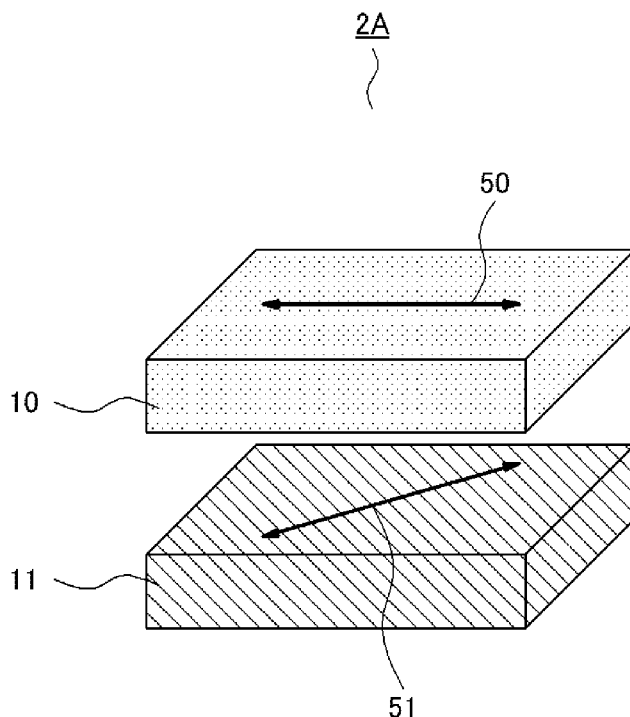
WO 2014/027458 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/30 (2006.01) *G03B 21/14* (2006.01)
G02F 1/1335 (2006.01) *G03B 21/16* (2006.01)
G03B 21/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/004827
- (22) 国際出願日: 2013年8月12日(12.08.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-179830 2012年8月14日(14.08.2012) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大野 友嗣(OHNO, Yuji); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内
Tokyo (JP). 今井 雅雄(IMAI, Masao); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内
Tokyo (JP). 鈴木 尚文(SUZUKI, Naofumi); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内
Tokyo (JP). 富山 瑞穂(TOMIYAMA, Mizuho); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内
Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 下坂 直樹(SHIMOSAKA, Naoki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内
Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: POLARIZATION ELEMENT, OPTICAL DEVICE, AND VIDEO DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 偏光素子、光学装置及び映像表示装置



(57) Abstract: The present invention is provided with a polarizer, and a crystal substrate provided adhered to the polarizer. The crystal substrate is uniaxial, has an optical axis having a rising angle within $\pm 15^\circ$ from the substrate surface and an azimuth angle ϕ_i within $45^\circ \pm 10^\circ$ or within $-45^\circ \pm 10^\circ$ from the polarizer transmission axis, and has a phase difference, using an integral phase difference order (m), within $(90^\circ + 180^\circ \times m) \pm 20^\circ$, said phase difference order (m) being equal to or less than 2.

(57) 要約: 偏光子と、偏光子に密着して配置された結晶基板と、を備え、結晶基板は、光学軸が、基板面からの起き上がり角が $\pm 15^\circ$ 以内、方位角 ϕ_i が偏光子透過軸から $45^\circ \pm 10^\circ$ 以内または $-45^\circ \pm 10^\circ$ 以内であり、位相差が、整数の位相差次数mを用いて、 $(90^\circ + 180^\circ \times m) \pm 20^\circ$ 以内であり、位相差次数mが2以下の一軸性結晶基板である。

WO 2014/027458 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：偏光素子、光学装置及び映像表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、光の偏光状態を変換する偏光素子、光学装置及び映像表示装置に関する。

背景技術

[0002] プロジェクタは、光源と、光源からの出射光が入射される照明光学系と、照明光学系からの光を映像信号に応じて変調して出射する変調素子と、変調素子からの光をスクリーンに投射する投射光学系とを備えている。このようなプロジェクタでは、変調素子として液晶パネル等の偏光依存性を有する素子が使用されることがある。

[0003] 液晶パネルは、液晶セルと、その前後に配置された偏光子とを備えている。液晶セルの前に配置された偏光子は、光源から出射した光を特定の偏光状態に変換し、液晶セルは入射した光の偏光状態を別の偏光状態に変換する。そして、液晶セルの後に配置した偏光子は、液晶セルを透過した光のうち、特定の偏光のみを透過させる。

[0004] 偏光子としては、透過軸方向以外の方向の偏光を吸収する吸収型偏光子や透過軸方向以外の方向の偏光を反射する反射型偏光子が挙げられる。いずれの素子においても、透過軸方向に振動する直線偏光が出射される。

[0005] 特許文献1には、反射型偏光子を用いて反射される偏光を再利用し、液晶表示体の輝度を向上させる方法が提案されている。

[0006] 反射型偏光子であるグリッド偏光子を利用して、透過光はそのまま液晶パネルに入射させ、反射光は4分の1波長板を前面に配置したミラーで反射させる。これにより、偏光面を90°回転させて偏光子を通過させ、液晶パネルに入射させる。この結果、偏光子での光の損失が減少し、画面の輝度が向上する。

[0007] ここで、偏光子は、わずかでも光の吸収が生じると発熱する。発熱により

偏光子の温度が上昇すると、透過方向透過率の低下、吸収（または反射）方向透過率の上昇、ヘイズの上昇といった偏光子の特性劣化が生じる。偏光子の特性劣化は、プロジェクタのコントラスト低下や輝度低下、色ずれを引き起こす要因となる。そこで、偏光子の放熱効果を高めるために、熱伝導率の高い水晶基板やサファイア基板といった結晶基板を冷却板として密着させる提案がなされている（特許文献2、3）。

[0008] このような各特許文献に開示された技術に基づき、4分の1波長板として機能する結晶基板と、反射型偏光子とを組み合わせ形成し、結晶基板に冷却板と4分の1波長板の両機能を持たせる構成が考えられる。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開昭63-168626号公報

特許文献2：特許第3443549号公報

特許文献3：特許第3979106号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、水晶基板やサファイア基板は、1つの光学軸を有する一軸性結晶基板であるため、以下のような問題があった。即ち、結晶基板の位相差には入射角依存性があることから、光の入射角によって、位相差が 90°

（4分の1波長）と異なる値になる。この結果、光の入射角によっては、偏光再利用効率が極端に低下してしまう問題が生じる。例えば、結晶基板の位相差が 180° のとき、結晶基板を2度通過すると、偏光が 180° 回転し、元の偏光に戻ってしまうことから、反射した偏光を再利用することができない。

[0011] このように反射型偏光子と4分の1波長板とを組み合わせ偏光再利用を行う構成においては、偏光子の放熱効果を向上し、また偏光再利用効率の角度依存性の抑制を同時に行う技術が求められている。

[0012] そこで、本発明の主目的は、結晶基板を用いて偏光子の放熱効果を向上させると共に、偏光再利用効率の角度依存性が抑制できる偏光素子、光学装置及び映像表示装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0013] 上記の課題を解決するために、偏光素子は、直線偏光を透過させ、それ以外の偏光を反射する偏光子と、前記偏光子に密着して配置された結晶基板と、を備え、前記結晶基板は、光学軸が、基板面からの起き上がり角が $\pm 15^\circ$ 以内、方位角 ϕ_i が前記偏光子透過軸から $45^\circ \pm 10^\circ$ 以内または $-45^\circ \pm 10^\circ$ 以内であり、位相差が、整数の位相差次数 m を用いて、 $(90^\circ + 180^\circ \times m) \pm 20^\circ$ 以内であり、位相差次数 m が2以下の一軸性結晶基板であることを特徴とする。

[0014] また、光学装置は、上記偏光素子を備えると共に、前記偏光素子に送風を送る冷却ファン、前記偏光素子の前記結晶基板に密着して設けられたヒートシンク、前記偏光素子に向けて光を出射する光源の少なくとも1つを備えたことを特徴とする。

[0015] さらに、映像表示装置は、上記光学装置と、入射光の偏光状態を変える液晶セルと、備えることを特徴とする。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、結晶基板を用いて、偏光子の放熱効果を高めつつ、偏光子の透過前後での偏光状態の変化の角度依存性を抑えた偏光素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の第1の実施形態の偏光素子の構成を模式的に示す斜視図である。

[図2]光の方位角、極角等の角度を定義する斜視図である。

[図3]本発明の第1の実施形態の実施例の第1実施モデルのシミュレーション結果を示した図である。

[図4]本発明の第1の実施形態の実施例の結果を示した図で、(a)は第2実

施モデルのシミュレーション結果、（b）は第3実施モデルのシミュレーション結果である。

[図5]本発明の第1の実施形態の実施例の結果を示した図で、（a）は第4実施モデルのシミュレーション結果、（b）は第5実施モデルのシミュレーション結果である。

[図6]本発明の第1の実施形態の実施例の比較モデルのシミュレーション結果を示した図である。

[図7]本発明の第1の実施形態の別な偏光素子の構成を示す斜視図である。

[図8]本発明の第2の実施形態の偏光素子の構成を模式的に示す斜視図である。

[図9]本発明の第2の実施形態の原理を示す断面図である。

[図10]本発明の第2の実施形態の実施例の第1実施モデルのシミュレーション結果を示した図である。

[図11]本発明の第2の実施形態の別な偏光素子の構成を示す斜視図である。

[図12]本発明の第3の実施形態の光学装置の構成を示す斜視図である。

[図13]本発明の第4の実施形態の光学装置の構成を示す斜視図である。

[図14]本発明の第4の実施形態の別な光学装置の構成を示す斜視図である。

[図15]本発明の第4の実施形態の別な光学装置の構成を示す斜視図である。

[図16]本発明の第5の実施形態の光学装置の構成を示す斜視図である。

[図17]本発明の第5の実施形態の別の光学装置の構成を示す斜視図である。

[図18]本発明の第5の実施形態の別の光学装置の構成を示す斜視図である。

[図19]本発明の第6の実施形態の映像表示装置の構成を示す配置図である。

[図20]本発明の第7の実施形態の映像表示装置の構成を示す配置図である。

[図21]本発明の第7の実施形態の別の映像表示装置の構成を示す配置図である。

発明を実施するための形態

[0018] （第1の実施形態）

本発明の第1の実施形態を説明する。図1は、本実施形態にかかる偏光素

子 2 A の斜視図である。この偏光素子 2 A は、偏光子 1 0 と、偏光子 1 0 に密着して配置された結晶基板 1 1 とから構成されている。以下の説明では、偏光素子 2 A に入射する光は、結晶基板 1 1 側から入射させるとする。

[0019] 図 2 は、光の進行方向 D を $x y z$ 座標において入射角度（方位角 ϕ_i と極角 θ_i ）を用いて定義した図である。

[0020] 偏光子 1 0 は、特に反射型偏光子である。このような偏光子 1 0 として、例えば等方性フィルムと異方性フィルムとを多層積層させた多層フィルム反射型偏光子、金属をグリッド状に配置したワイヤグリッド偏光子、無機が多層膜で形成されたフォトリソ構造を有するフォトリソ結晶偏光子等が挙げられる。

[0021] 結晶基板 1 1 は、一軸性結晶基板である。そして、この結晶基板 1 1 の光学軸 5 1 は、基板面からの起き上がり角が $\pm 15^\circ$ 以内、方位角 ϕ_i は偏光子透過軸 5 0 から $45^\circ \pm 10^\circ$ 以内または $-45^\circ \pm 10^\circ$ 以内である。また、位相差は、整数の位相差次数 m を用いて、 $(90^\circ + 180^\circ \times m) \pm 20^\circ$ 以内である。ここで、位相差次数 m は 2 以下の正の整数である。

[0022] 結晶基板 1 1 の熱伝導率は、 $5 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上が好ましい。また、可視光波長領域で透明なものが好ましい。このような結晶基板 1 1 として、例えば水晶やサファイアが挙げられる。結晶基板 1 1 の光学軸 5 1 は、基板面からの起き上がり角が $\pm 15^\circ$ 以内、方位角 ϕ_i が偏光子透過軸 5 0 から $45^\circ \pm 10^\circ$ 以内または $-45^\circ \pm 10^\circ$ 以内とする。より好ましくは、基板面からの起き上がり角が $\pm 5^\circ$ 以内、方位角 ϕ_i が偏光子透過軸 5 0 から $45^\circ \pm 3^\circ$ 以内または $-45^\circ \pm 10^\circ$ 以内である。位相差 Δ は、 m を正の整数として、 $(90^\circ + 180^\circ \times m) \pm 20^\circ$ 以内である。より好ましくは、 $(90^\circ + 180^\circ \times m) \pm 5^\circ$ 以内である。ここで、 m は位相差次数であり、2 以下である。より好ましくは、位相差次数 m は、0 である。

[0023] 次に、このような構成の偏光素子 2 A の動作を説明する。このとき、結晶基板 1 1 や偏光子 1 0 の面は、 $x y$ 面内であり、これらの厚み方向は z 軸方向とする。方位角 ϕ_i は、光の進行方向 D を $x y$ 面内に投影した際の投影写像

がx軸とのなす角である。極角 θ_i は、光の進行方向Dとz軸とのなす角である。以下、偏光子10の透過軸50は、y軸方向に平行とする。

[0024] また、光源からの光はランダム偏光であり、光源、結晶基板11及び偏光子10で回折や拡散は生じないとする。そして、結晶基板11は、入射した光をそのまま（入射光がランダム偏光であればランダム偏光のまま）出射する。

[0025] 偏光子10は、透過軸50の方向の直線偏光を透過させるが、それ以外の方向の偏光は反射する。反射された光は、結晶基板11に入射する。結晶基板11に入射した反射光は、結晶基板11の位相差 Δ_s により偏光状態が変化して、出射する。光の波長が λ のとき、結晶基板11の屈折率楕円体の長軸方向屈折率を $n_{s//}$ 、短軸方向屈折率を $n_{s\perp}$ 、厚みを d_s とすると、

$$\Delta_s = \left(\sqrt{n_{s//}^2 - \sin^2 \theta_i} \left(\frac{n_{s//}^2}{n_{s\perp}^2} \cos^2 \phi_i + \sin^2 \phi_i \right) - \sqrt{n_{s\perp}^2 - \sin^2 \theta_i} \right) d_s \times \frac{360^\circ}{\lambda} \quad \dots(1)$$

に示す位相差 Δ_s が生じる。

[0026] 光学軸51がずれると、位相差 Δ_s が式1で表される値から変化する。位相差の変化について検討したところ、光学軸51は、基板面からの起き上がり角が $\pm 15^\circ$ 以内、方位角 ϕ_i が偏光子10の透過軸50から $45^\circ \pm 10^\circ$ 以内または $-45^\circ \pm 10^\circ$ 以内であれば、その影響は小さいことがわかった。より好ましくは、基板面からの起き上がり角が $\pm 5^\circ$ 以内、方位角 ϕ_i が偏光子10の透過軸50から $45^\circ \pm 3^\circ$ 以内である。

[0027] 位相差 Δ_s は、 $(90^\circ + 180^\circ \times m)$ に等しいとき、光源と反射型偏光子10とを組み合わせた光源ユニットにおいて、最も効率的に偏光を再利用することができる。そして、 $(90^\circ + 180^\circ \times m)$ からの差が 20° 以内であれば、位相差のずれによる影響は小さい。より好ましくは 5° 以内である。

[0028] ここで、式1から次数 m が大きくなる（即ち、厚み d_s が大きくなる）につれて、位相差 Δ_s の入射極角 θ_i 依存性が大きくなることがわかる。この入射極角 θ_i 依存性を低減させるためには、次数 m は2以下が好ましい。より好ま

しい位相差次数 m は0である。

[0029] (実施例)

次に、実施例を説明する。本実施例では、後述する第1実施モデル～第5実施モデル、比較モデルの偏光素子を用いて、その偏光状態に関するシミュレーションを行った。

[0030] <第1実施モデル> 第1実施モデルの偏光素子は、偏光子10として透過軸方位角 ϕ_i が 90° の多層フィルム反射型偏光子、結晶基板11として光学軸が極角 θ_i が 90° 、方位角 ϕ_i が 45° のサファイア基板（屈折率： $n_{s//}=1.7637$ 、 $n_{s\perp}=1.7718$ 、厚み： $d_s=16.3\mu\text{m}$ （次数0））を用いた。

[0031] <第2実施モデル> 第2実施モデルの偏光素子は、偏光子10として透過軸方位角 ϕ_i が 90° の多層フィルム反射型偏光子、結晶基板11として光学軸が極角 θ_i が 75° 、方位角 ϕ_i が 45° のサファイア基板（屈折率： $n_{s//}=1.7637$ 、 $n_{s\perp}=1.7718$ 、厚み： $d_s=16.3\mu\text{m}$ 「次数0」）を用いた。

[0032] <第3実施モデル> 第3実施モデルの偏光素子は、偏光子10として透過軸方位角 ϕ_i が 90° の多層フィルム反射型偏光子、結晶基板11として、光学軸が極角 θ_i が 90° 、方位角 ϕ_i が 35° のサファイア基板（屈折率： $n_{s//}=1.7637$ 、 $n_{s\perp}=1.7718$ 、厚み： $d_s=16.3\mu\text{m}$ 「次数0」）を用いた。

[0033] <第4実施モデル> 第4実施モデルの偏光素子は、偏光子10として透過軸方位角 ϕ_i が 90° の多層フィルム反射型偏光子、結晶基板11として光学軸が極角 θ_i が 90° 、方位角 ϕ_i が 45° のサファイア基板（屈折率： $n_{s//}=1.7637$ 、 $n_{s\perp}=1.7718$ 、厚み： $d_s=12.6\mu\text{m}$ 「位相差 70° 」）を用いた。

[0034] <第5実施モデル> 第5実施モデルの偏光素子は、偏光子10として透過軸方位角 ϕ_i が 90° の多層フィルム反射型偏光子、結晶基板11として光学軸が極角 θ_i が 90° 、方位角 ϕ_i が 45° の水晶基板（屈折率： $n_{s//}=1$

． 5 5 6 2, $n_{s\perp} = 1.5470$ 、厚み： $d_s = 71.9 \mu\text{m}$ 「次数2」）を用いた。

[0035] <比較モデル> 比較モデルの偏光素子は、偏光子10として透過軸方位が 90° の多層フィルム反射型偏光子、結晶基板11として光学軸が極角 θ_i が 90° 、方位角 ϕ_i が 45° のサファイア基板（屈折率： $n_{s\parallel} = 1.7637$, $n_{s\perp} = 1.7718$ 、厚み： $d_s = 341.5 \mu\text{m}$ 「次数10」）を用いた。

[0036] これらの偏光素子に対して、光源は結晶基板11側に配置され、その出射光はランダム偏光とした。なお、光源の反射率は0.6で、偏光状態が保存される正反射であるとした。そして、偏光子10の透過偏光方向の透過率の角度依存性をシミュレーションした。

[0037] 図3は、第1実施モデルのシミュレーション結果を示した図である。図4（a）は、第2実施モデルのシミュレーション結果を示す図、図4（b）は第3実施モデルのシミュレーション結果を示す図である。また、図5（a）は第4実施モデルのシミュレーション結果を示す図、図5（b）は第5実施モデルのシミュレーション結果を示す図である。さらに、図6は、比較モデルのシミュレーション結果を示す図である。

[0038] 図3から、第1実施モデルの偏光素子では、透過光強度の角度依存性が小さく、偏光再利用効率が高い結果を得ることができた。また、図4（a）及び図4（b）から、結晶基板11の光学軸51が基板面からの起き上がり角 $\pm 15^\circ$ 以内、方位角 ϕ_i が偏光子10の透過軸50から $45^\circ \pm 10^\circ$ 以内または $-45^\circ \pm 10^\circ$ 以内であれば、角度依存性が比較的小さく、偏光再利用効率が高い結果を得ることが確認できた。図5（a）及び図5（b）から、位相差 Δ が $90^\circ \pm 20^\circ$ 以内であり、位相差次数 m が2以下であれば、角度依存性は比較的小さく、高い偏光再利用効率を得ることが確認できた。

[0039] また、図6から、位相差次数が10のとき、特に方位角 ϕ_i が 45° 、 135° 、 225° 、 315° での角度依存性が大きいことが示された。この結

果、偏光再利用効率が低下する。

[0040] 以上から、本構成の偏光素子によれば、偏光状態の変化の角度依存性が小さい結晶基板を用いて偏光子の放熱効果を高めることができるので、偏光を効率的に再利用することができるようになる。具体的には、透過偏光を特定方向の直線偏光、反射偏光を円偏光とし、それらの角度依存性を抑えることができる。

[0041] なお、本構成の偏光素子 2 A では、偏光子 1 0 の片面のみに結晶基板 1 1 を密着配置する構成を示したが、本実施形態は、これに限定されない。例えば、図 7 に示すように、第 2 の結晶基板 1 4 を追設して、この第 2 の結晶基板 1 4 と偏光子 1 0 とで結晶基板 1 1 を挟むように設けた偏光素子 2 B でも良い。この場合、偏光子 1 0 と結晶基板 1 1、結晶基板 1 1 と第 2 の結晶基板 1 4 は、それぞれ密着して配置する。

[0042] 第 2 の結晶基板 1 4 の光学軸 5 4 を偏光子 1 0 の透過軸 5 0 とほぼ平行又はほぼ直交、或はほぼ厚み方向とすることで、透過偏光を特定方向の直線偏光、反射偏光を円偏光とした状態で、放熱効果をさらに高めることができる。なお、結晶基板 1 1 の位相差は、用途に合わせて適宜変更することができる。

[0043] (第 2 の実施形態)

次に、本発明の第 2 の実施形態を説明する。なお、第 1 の実施形態と同一構成に関しては同一符号を用いて説明を適宜省略する。

[0044] 図 8 は、本実施形態にかかる偏光素子 2 C の斜視図である。偏光素子 2 C には、第 1 の実施形態にかかる偏光素子 2 A に対して光学補償媒体 1 2 が追設されている。そして、この光学補償媒体 1 2 と偏光子 1 0 とで結晶基板 1 1 を挟んでいる。光学補償媒体 1 2 は、光学軸 5 2 が結晶基板 1 1 の光学軸 5 1 とほぼ平行な異方性媒体である。

[0045] 光学補償媒体 1 2 の材料は、例えば水晶やサファイア等の結晶やポリカーボネートのような異方性フィルム、フォトリソグラフィによる微細構造の偏光素子が挙げられる。

[0046] 光学軸 5 2 は、結晶基板 1 1 の光学軸 5 1 とほぼ平行な方向であり、例えば光学軸 5 1 からの差が極角 θ_i が 15° 以内、方位角 ϕ_i が 10° 以内である。より好ましくは、極角 θ_i が 5° 以内、方位角 ϕ_i が 3° 以内である。

[0047] 特に、結晶基板 1 1 の屈折率と光学補償媒体 1 2 の屈折率（屈折率楕円体の長軸方向屈折率 $n_{c//}$ 、短軸方向屈折率 $n_{c\perp}$ ）とは、以下の関係を満たすことが好ましい。

[0048] 即ち、結晶基板 1 1 の屈折率異方性が正（ $n_{s//} > n_{s\perp}$ ）のときは、光学補償媒体 1 2 の屈折率異方性が負（ $n_{c//} < n_{c\perp}$ ）であること、又は結晶基板 1 1 の屈折率異方性が負（ $n_{s//} < n_{s\perp}$ ）のときは、光学補償媒体 1 2 の屈折率異方性が正（ $n_{c//} > n_{c\perp}$ ）であることが望まれる。

[0049] サファイアの屈折率異方性は負であり、水晶の屈折率異方性は正である。このとき、光学補償媒体 1 2 の厚み d_c は、

$$d_c = \frac{1}{n_{c//} - n_{c\perp}} \left(\frac{1}{4} \lambda - (n_{s//} - n_{s\perp}) d_s - k \frac{\lambda}{2} \right) \quad \dots(2)$$

で与えられる。ここで k は正の整数である。なお、この式 2 で示される光学補償媒体 1 2 の厚み d_c は、結晶基板 1 1 と光学補償基板 1 2 とを透過した光の偏光状態が、入射角度が変わってもほぼ同じになる厚みである。

[0050] そこで、実際の光学補償媒体 1 2 の厚みは、式 2 で与えられる厚み d_c の $\pm 10\%$ 以内とする。より好ましくは、 $\pm 3\%$ 以内とする。そして、 k は、

$$k' = \frac{2 \left(\Delta - (n_{s//} - n_{s\perp}) \sqrt{1 - 1/n_{s\perp}^2} d_s - \sqrt{1 - 1/n_{c\perp}^2} \left(\Delta - (n_{s//} - n_{s\perp}) d_s \right) \right)}{\lambda \left(1 - \sqrt{1 - 1/n_{c\perp}^2} \right)} \quad \dots(3)$$

から得られる k' に最も近い整数から ± 2 以内の値とする。より好ましくは、最も近い整数である。また、光学補償媒体 1 2 の光学軸と、結晶基板 1 1 の光学軸 5 1 との差は 10° 以内とする。

[0051] 次に、このように構成された偏光素子 2 C の動作について説明する。なお、偏光素子 2 C に入射する光の方向は、光学補償基板 1 2 側からとする。

- [0052] 図9は、結晶基板11と光学補償媒体12とにおける、光の偏光状態の変化を示す原理図である。入射角が小さい低入射角 ($\theta \doteq 0$) のときは、光学補償媒体12では位相差 Δ_{c0} 、結晶基板11では位相差 Δ_{s0} 生じる。従って、結晶基板11からは、両者の和 $\Delta_0 = \Delta_{s0} + \Delta_{c0}$ の位相差の光が出射する。
- [0053] 一方、入射角が大きい高入射角 ($\theta \doteq 90^\circ$) のときは、光学補償媒体12では位相差 Δ_{c90} 、結晶基板11では位相差 Δ_{s90} 生じる。従って、結晶基板11からは、両者の和 $\Delta_{90} = \Delta_{s90} + \Delta_{c90}$ の位相差の光が出射する。
- [0054] そこで、所望の位相差を Δ として、 $\Delta_0 = \Delta$ となるように光学補償媒体12の厚み d_c を定めると、通常位相差 Δ_{90} は Δ と異なる値となる ($\Delta_{90} \neq \Delta$)。
- [0055] しかし、結晶基板11の屈折率と光学補償媒体12の屈折率とについて、結晶基板11の屈折率異方性が正、かつ、光学補償媒体12の屈折率異方性が負、又は、結晶基板11の屈折率異方性が負、かつ、光学補償媒体12の屈折率異方性が正とすることで、 Δ_{90} を Δ に近づけることができる。また、光学補償媒体12の厚み d_c を、式2、3で表される値とすることで、 Δ_{90} を Δ にさらに近づけることができる。
- [0056] (実施例)
- 次に、実施例を説明する。本実施例では、後述する第1実施モデルを用いて、その偏光状態に関するシミュレーションを行った。
- [0057] <第1実施モデル> 第1実施モデルの偏光素子は、偏光子10として透過軸方位が 90° の多層フィルム反射型偏光子、結晶基板11として光学軸がx-y面内で方位角 ϕ_i が 45° のサファイア基板（屈折率： $n_{s//} = 1.7637$ 、 $n_{s\perp} = 1.7718$ 、厚み： $d_s = 300 \mu\text{m}$ ）、水晶製光学補償媒体（屈折率： $n_{s//} = 1.5562$ 、 $n_{s\perp} = 1.5470$ 、厚み： $d_s = 193.5 \mu\text{m}$ ）を用いた。
- [0058] 光源は光学補償媒体12側に配置され、ランダム偏光で全ての角度に1つの光を入射するものとした。また、光源の反射率は0.6で偏光状態が保存される正反射であるとした。
- [0059] そして、偏光子10の透過偏光方向の透過率の角度依存性をシミュレーシ

ョンした。

[0060] 図10は、第1実施モデルの偏光子10の透過偏光方向の透過率の角度依存性のシミュレーション結果を示している。図10に示すシミュレーション結果は、図3に示すシミュレーション結果とほぼ同等で、透過光強度の角度依存性は小さく、偏光再利用効率が高いことを示している。

[0061] 従って、本構成の偏光素子によれば、偏光状態の変化の角度依存性が小さい結晶基板を用いて偏光素子の放熱効果を高めることができると共に、偏光を効率的に再利用することができる。

[0062] また、光学補償媒体を用いることにより結晶基板の厚みを厚くすることが可能になり、加工の容易性や取扱い易さ等が向上する。

[0063] なお、上記説明では、偏光子の片面のみに結晶基板を密着配置する構成を示したが、本実施形態はこれに限定するものではない。例えば、図11に示すような構成の偏光素子2Dが可能である。この偏光素子2Dは、偏光素子2Cに対して第2の結晶基板14が追設されている。

[0064] そして、結晶基板11と第2の結晶基板14との間には偏光子10が密着して配置され、結晶基板11側に光学補償媒体12が配置された構成である。第2の結晶基板14の光学軸54は、偏光子10の透過軸50とほぼ平行又はほぼ直交、或はほぼ厚み方向にすることで、さらに放熱効果を高めることができる。

[0065] また、結晶基板11と光学補償媒体12とを組み合わせたときの位相差は、用途に合わせて適宜変更することができる。なお、光学補償媒体12は複数の異方性媒体を組み合わせた構成としてもよい。

[0066] (第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態を説明する。なお、上記実施形態と同一構成に関しては同一符号を用いて説明を適宜省略する。

[0067] 図12は、上述した偏光素子を備えた光学装置3Aの斜視図である。なお、偏光素子として上述した各種の偏光素子2A～偏光素子2Dが利用できるが、以下の説明では、偏光素子2Aを利用する場合を例に説明する。

[0068] 光学装置 3 A は、偏光素子 2 A を冷却する冷却ファン 1 5 を備える。この冷却ファン 1 5 は、結晶基板 1 1 及び偏光子 1 0 に向けて送風する。従って、結晶基板 1 1 及び偏光子 1 0 の熱を効率よく放散させることが可能になる。

[0069] よって、本構成の光学装置によれば、偏光状態の変化の角度依存性が小さい結晶基板を用いて偏光子の放熱効果を高めることができるので、偏光を効率的に再利用することができるようになる。

[0070] (第 4 の実施形態)

次に、本発明の第 4 の実施形態を説明する。なお、上記実施形態と同一構成に関しては同一符号を用いて説明を適宜省略する。

[0071] 本実施形態にかかる光学装置は、結晶基板の放熱を促進するヒートシンクを設けたものである。

[0072] 図 1 3 は、上述した偏光素子を備えた光学装置 3 B の斜視図である。なお、偏光素子として上述した各種の偏光素子 2 A ～ 偏光素子 2 D が利用できるが、以下の説明では、偏光素子 2 A を例に説明する。

[0073] 光学装置 3 B は、偏光子 1 0 側の結晶基板 1 1 面にヒートシンク 1 6 が設けられた構成である。なお、本実施形態は、ヒートシンク 1 6 を結晶基板 1 1 に取付ける際の取付け態様を限定するものではない。従って、図 1 4 に示すように、偏光子 1 0 と反対側の結晶基板 1 1 面にヒートシンク 1 6 を設けても良く、また図 1 5 に示すように、結晶基板 1 1 の端面にヒートシンクを設けても良い。但し、結晶基板 1 1 の熱伝導を妨げないように、ヒートシンク 1 6 は結晶基板 1 1 と密着して取付ける必要がある。金属と結晶基板との間に熱伝導シートもしくは熱伝導ジェルを挟んでも良い。

[0074] このようなヒートシンク 1 6 として、アルミニウムや銅等の熱伝導率が高い金属材料が挙げられる。このように、ヒートシンクを設けることで、結晶基板の熱の放散が効率よく行えるようになる。

[0075] よって、本構成の光学装置によれば、偏光状態の変化の角度依存性が小さい結晶基板を用いて偏光子の放熱効果を高めるとともに、偏光を効率的に再

利用することができるようになる。

[0076] (第5の実施形態)

次に、本発明の第5の実施形態を説明する。なお、上記実施形態と同一構成に関しては同一符号を用いて説明を適宜省略する。

[0077] 本実施形態にかかる光学装置は、上述した偏光素子と光源とを備える。図16は、本実施形態にかかる光学装置3Eの斜視図である。なお、偏光素子として上述した各種の偏光素子2A～偏光素子2Dが利用できるが、以下の説明では、偏光素子2Aを例に説明する。

[0078] 光源20として、半導体発光素子(LED)、冷陰極管、有機EL、無機EL、高圧水銀ランプ、メタルハライドランプが例示できる。このとき、光を偏光素子に導くための導光部を光源に含めることは可能である。

[0079] この光源20から出射される光は、本実施形態においては、ランダム偏光であり、かつ、可視光であるとする。偏光素子2Aは、特定の偏光のみ透過させ、それ以外の光は反射する。この偏光素子2Aで反射された光は、光源20で反射されて、再度偏光素子2Aに入射する。従って、光源20で発光した光の有効利用を図りながら、特定の偏光のみを取り出すことが可能になる。

[0080] 光学装置3Eとして、光源20と偏光素子2Aとは、全て密着配置させた構成が好ましい。このような構成とすることで、各要素の表面で生じる反射回数を減らすことができる。従って、効率的に特定の偏光状態の光が取り出せるようになる。

[0081] なお、本実施形態は、上述した構成に限定しない。例えば、図17に示す光源装置3Fや図18に示す光源装置3Gが可能である。

[0082] 図17に示す光源装置3Fは、光源20と偏光素子2Aとの間に光学素子21が配置されている。この光学素子21は、特定の入射角範囲に入射した光のみを透過させ、それ以外の光を反射させる誘電体多層膜角度制御フィルタ、偏光状態を維持したまま光を拡散させる拡散素子、あるいは、これらを組み合わせた構成が可能である。

[0083] これにより、光学素子 2 1 によって光の角度が制御される。従って、偏光を再利用しながら、より効率的に特定の偏光を取り出すことができる。なお、上述した光学素子 2 1 は偏光素子 2 A と光源 2 0 との間に配置した構成であるが、光学素子 2 1 と光源 2 0 とで偏光素子 2 A を挟むように配置しても良い。

[0084] 図 1 8 に示す光源装置 3 G は、光源 2 0 と偏光素子 2 A との間に導光部 2 2 が配置されている。導光部 2 2 は、テーパ状に形成され、面積が小さく、かつ、指向性の低い光から、より面積が大きく、かつ、指向性の高い照明光を偏光素子 2 A に入射させる。

[0085] このとき、導光部 2 2 は、偏光素子 2 A 及び光源 2 0 とそれぞれ密着して設けるならば、表面反射の回数を少なくできるので好ましい。なお、導光部 2 2 は、テーパ形状を有していなくてもよい。また、光源 2 0 と導光部 2 2 の間、もしくは導光部 2 2 と結晶基板 1 1 の間に、光学素子 2 1 を配置してもよい。

[0086] また、上記説明では、光源 2 0、導光部 2 2、偏光素子 2 A の順に配置したが、光源 2 0、偏光素子 2 A、導光部 2 2 の順に配置しても良い。また、光源 2 0 と偏光素子 2 A との間に光学補償媒体 1 2 を配置してもよい。光源 2 0 と、導光部 2 2 との間、あるいは導光部 2 2 と偏光素子 2 A との間に、光学素子 2 1 を配置してもよい。

[0087] さらに、上記偏光素子 2 A は偏光子 1 0 と結晶基板 1 1 とにより構成されていたが、先に述べた第 2 の結晶基板を用いて、第 2 の結晶基板、偏光子 1 0、結晶基板 1 1 が順次積層されていても良い。このとき第 2 の結晶基板 1 4 の光学軸 5 2 は、偏光子 1 0 の透過軸 5 0 とほぼ平行又はほぼ直交、或はほぼ厚み方向とした構成とする。

[0088] (第 6 の実施形態)

次に、本発明の第 6 の実施形態を説明する。なお、上記実施形態と同一構成に関しては同一符号を用いて説明を適宜省略する。

[0089] 本実施形態にかかる映像表示装置は、上述した光学装置を備える。なお、

以下においては、光学装置として光学装置 3 E を例に説明するが、これに限定しない。

[0090] 図 1 9 は、本実施形態にかかる映像表示装置 4 A の断面図である。映像表示装置 4 A は、光学装置 3 E、液晶セル 3 3、偏光子 3 4 が、この順で配置された構成となっている。

[0091] 偏光子 3 4 は、ポリビニルアルコールを主体に、ヨウ素化合物分子を吸着配向させて作られた吸収型偏光子、等方性フィルムと異方性フィルムとを多層積層させた有機多層膜反射型偏光子、金属をグリッド状に配置したワイヤグリッド偏光子、無機の多層膜で形成されたフォトニック構造のフォトニック結晶偏光子等を用いることが可能である。

[0092] そして、偏光素子 2 A は、入射した光から偏光子 1 0 の透過軸方向の成分のみの直線偏光として液晶セル 3 3 に出射する。液晶セル 3 3 は、入力された映像信号に応じて入射した偏光の位相を変調し、偏光状態を変化させる空間光変調素子である。液晶セル 3 3 から出射された光は偏光子 3 4 に入射し、この偏光子 3 4 は、入射した偏光のうち偏光子 3 4 の透過軸方向成分のみを出射する。これにより、映像信号に応じた映像が表示できるようになる。

[0093] 以上の構成により、放熱効果の高い偏光素子を用いた映像表示装置で表示される映像のコントラスト低下や輝度低下、色ずれが抑制できる。ここで、コントラストを向上させるために、偏光素子 2 A と液晶セル 3 3 との間に別の偏光素子を配置しても良い。

[0094] (第 7 の実施形態)

次に、本発明の第 7 の実施形態を説明する。なお、上記実施形態と同一構成に関しては同一符号を用いて説明を適宜省略する。

[0095] 図 2 0 は、本実施形態にかかる映像表示装置（プロジェクタ）4 B の概略構成図である。この映像表示装置 4 B は、光源 2 0 R、2 0 G 及び 2 0 B と、照明光学系 4 2 R、4 2 G 及び 4 2 B と、光学装置 3 E と、液晶セル 3 3 R、3 3 G 及び 3 3 B と、クロスダイクロイックプリズム 4 3 と、投射光学系 4 4 とを備える。

- [0096] そして、光源 20R、20G及び20Bは、それぞれ異なる波長の光を発生するものとする。以下、光源 20Rから赤色（R）光が出射され、光源 20Gから緑色（G）光が出射され、光源 20Bから青色（B）光が出射されるものとする。
- [0097] 照明光学系 42R、42G及び42Bは、光源 20R、20G及び20Bから発生した各色光を、偏光素子 2Aに導いて入射させる。偏光素子 2Aを透過した各色の直線偏光は、液晶セル 33R、33G及び33Bに入射する。液晶セル 33R、33G、33Bは、入射された各色光を映像信号に応じて変調して出射する空間光変調素子である。液晶セル 33R、33G、33Bを透過した光は、偏光子 34で変調される。
- [0098] そして、変調された光のうち特定の偏光方向の光のみが透過する。クロスダイクロイックプリズム 43は、偏光素子 2Aからのそれぞれの変調光を合成して出射する。投射光学系 44は、クロスダイクロイックプリズム 43から出射された合成光をスクリーン Sに投射して、スクリーン S上に映像信号に応じた映像を表示する。
- [0099] なお、本実施形態は、上述構成に限定しない。例えば、図 21に示するような構成でも良い。
- [0100] 図 21は、本実施形態の映像表示装置（プロジェクタ）の構成の別の例を示す配置図である。図 21において、映像表示装置 4Cは、光源 20R、20G及び20Bと、偏光素子 2Aと、液晶パネル 35と、偏光子 34と、照明光学系 45と、投射光学系 46とを有する。
- [0101] 偏光素子 2Aは、偏光素子 2B～2D、光学装置 3A、3B、3C、3Dのいずれでもよい。なお、液晶パネル 35として、本実施形態では第 6の実施形態における映像表示装置 4Aを用いるとする。
- [0102] そして、照明光学系 45は、光源 20R、20G及び20Bから発生した各色光を合成して、偏光素子 2Aに出射する。偏光素子 2Aを透過した直線偏光は、液晶セル 33に入射する。液晶セル 33は、入射された合成光を映像信号に応じて変調して出射する空間光変調素子である。液晶セルを透過後

、偏光子 3 4 で、変調された光のうち特定の偏光方向の光のみ透過する。

[0103] 投射光学系 4 5 は、偏光子 3 4 から出射された変調光をスクリーン S に投射して、スクリーン S 上に映像信号に応じた映像を表示する。

[0104] 以上説明した映像投射装置によれば、偏光素子の放熱効果を向上させた上で、映像表示装置のコントラスト低下や、輝度低下、色ずれを抑えることができる。

[0105] なお、液晶セルの入射前後以外の位置にも、偏光素子を適宜配置してよい。例えば、光源と照明光学系の間、あるいは照明光学系内、光源と照明光学系の間、あるいは照明光学系内に、偏光素子を配置することができる。

[0106] 以上説明した各実施形態において、図示した構成は単なる一例であって、本発明はその構成に限定されるものではない。例えば、上記実施の形態における数値、材質等は例示的なものであり、適宜変更して実施することが可能である。上記実施の形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

<付記 1>

偏光子と、

前記偏光子に密着して配置された結晶基板と、を備え、

前記結晶基板は、光学軸が、基板面からの起き上がり角が $\pm 15^\circ$ 以内、方位角 ϕ_i が前記偏光子透過軸から $45^\circ \pm 10^\circ$ 以内または $-45^\circ \pm 10^\circ$ 以内であり、位相差が、整数の位相差次数 m を用いて、 $(90^\circ + 180^\circ \times m) \pm 20^\circ$ 以内であり、位相差次数 m が 2 以下の一軸性結晶基板であることを特徴とする偏光素子。

<付記 2>

前記偏光子が反射型偏光子であることを特徴とする付記 1 に記載の偏光素子。

<付記 3>

前記結晶基板が、 $5 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以上の熱伝導率を有していることを特徴とする付記 1 又は 2 に記載の偏光素子。

<付記 4>

前記結晶基板が、サファイアであることを特徴とする付記 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の偏光素子。

<付記 5>

前記結晶基板が、水晶であることを特徴とする付記 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の偏光素子。

<付記 6>

前記偏光子の、前記結晶基板の反対側の面に密着して設けられて、前記結晶基板とで当該偏光素子を挟むように第 2 の結晶基板を設けたことを特徴とする付記 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の偏光素子

<付記 7>

前記第 2 の結晶基板の光学軸が、前記偏光子透過軸とほぼ平行又は前記偏光子透過軸とほぼ直交、又は厚み方向にほぼ等しいことを特徴とする付記 6 に記載の偏光素子。

<付記 8>

前記結晶基板の、前記偏光子の反対側の面に密着して、前記結晶基板を前記偏光子とで挟む光学補償媒体を設け、

前記光学補償媒体の光学軸が、前記結晶基板の光学軸とほぼ平行であることを特徴とする付記 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の偏光素子。

<付記 9>

前記光学補償媒体の光学軸が、前記結晶基板の光学軸との差が 10° 以内であることを特徴とする付記 8 に記載の偏光素子。

<付記 10>

前記結晶基板の屈折率異方性の正負符号と、光学補償媒体の屈折率異方性の正負符号とが、逆であることを特徴とする付記 8 又は 9 に記載の偏光素子

<付記 11>

前記結晶基板の屈折率異方性が正で、前記光学補償媒体の屈折率異方性が負であることを特徴とする付記 8 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の偏光素子

。

<付記 1 2>

前記結晶基板の屈折率異方性が負で、前記光学補償媒体の屈折率異方性が正であることを特徴とする付記 8 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載の偏光素子

。

<付記 1 3>

前記光学補償媒体の厚みは、入射角度を変えたときの透過光の偏光状態が入射光の偏光状態と同じになる厚みに設定されていることを特徴とする付記 8 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の偏光素子。

<付記 1 4>

前記光学補償媒体の厚み d_c は、前記結晶基板の長軸方向の屈折率が $n_{s//}$ 、短軸方向の屈折率が $n_{s\perp}$ 、厚みが d_s であり、前記光学補償媒体の長軸方向の屈折率が $n_{c//}$ 、短軸方向の屈折率が $n_{c\perp}$ のとき、整数 k を用いて、

$$d_c = \frac{1}{n_{c//} - n_{c\perp}} \left(\frac{1}{4} \lambda - (n_{s//} - n_{s\perp}) d_s - k \frac{\lambda}{2} \right) \quad \dots(2)$$

で得られる値の $\pm 10\%$ の範囲の値に当該前記光学補償媒体の厚みを設定したことを特徴とする付記 1 3 に記載の偏光素子。

<付記 1 5>

前記整数 k が、

$$k' = \frac{2 \left(\Delta - (n_{s//} - n_{s\perp}) \sqrt{1 - 1/n_{s\perp}^2} d_s - \sqrt{1 - 1/n_{c\perp}^2} \left(\Delta - (n_{s//} - n_{s\perp}) d_s \right) \right)}{\lambda \left(1 - \sqrt{1 - 1/n_{c\perp}^2} \right)} \quad \dots(3)$$

で表される k' に最も近い整数から ± 2 以内の値であることを特徴とする付記 1 4 に記載の偏光素子。

<付記 1 6>

付記 1 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載の偏光素子を備えると共に、

前記偏光素子に送風を送る冷却ファン、前記偏光素子の前記結晶基板に密

着して設けられたヒートシンク、前記偏光素子に向けて光を出射する光源の少なくとも１つを備えたことを特徴とする光学装置。

<付記１７>

前記光源と前記偏光素子との間に、光学素子を設けたことを特徴とする付記１６に記載の光学装置。

<付記１８>

前記光学素子が、特定の入射角範囲に入射した光のみを透過させ、それ以外の光を反射させる角度制御フィルタ、偏光状態を維持したまま光を拡散させる拡散素子、あるいは、これらを組み合わせた構成、であることを特徴とする付記１７に記載の光学装置。

<付記１９>

付記１乃至１５のいずれか１項に記載の偏光素子と、
光を映像信号に応じて変調して出射する変調素子と、を備えることを特徴とする映像表示装置。

<付記２０>

付記１６乃至１８のいずれか１項に記載の光学装置と、
光を映像信号に応じて変調して出射する変調素子と、を備えることを特徴とする映像表示装置。

<付記２１>

付記１乃至１５のいずれか１項に記載の偏光素子と、
光源からの出射光が入射し、変調素子に入射させる照明光学系と、
光を映像信号に応じて変調させる変調素子と、
前記変調素子からの光をスクリーンに投射する投射光学系と、
を備えることを特徴とする映像表示装置。

<付記２２>

付記１６乃至１８のいずれか１項に記載の光学装置と、
光源からの出射光が入射し、変調素子に入射させる照明光学系と、
光を映像信号に応じて変調させる変調素子と、

前記変調素子からの光をスクリーンに投射する投射光学系と、
を備えることを特徴とする映像表示装置。

<付記 23>

前記変調素子は、液晶セルであることを特徴とする付記 19 乃至 22 のいずれか 1 項に記載の映像表示装置。

この出願は、2012 年 8 月 14 日に出願された日本出願特願 2012-179830 を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0107] 2A～2D 偏光素子
 3A～3G 光学装置
 4A～4C 映像表示装置
 10 偏光子
 11 結晶基板
 12、13 光学補償媒体
 14 結晶基板
 15 冷却ファン
 16 ヒートシンク
 20、20R、20G、20B 光源
 21 光学素子
 22 導光部
 33、33R、33G、33B 液晶セル
 34 偏光子
 35 液晶パネル（液晶表示装置）
 42R、42G、42B、45 照明光学系
 43 クロスダイクロイックプリズム
 44、46 投射光学系

請求の範囲

- [請求項1] 偏光子と、
前記偏光子に密着して配置された結晶基板と、を備え、
前記結晶基板は、光学軸が、基板面からの起き上がり角が $\pm 15^\circ$ 以内、方位角 ϕ_i が前記偏光子透過軸から $45^\circ \pm 10^\circ$ 以内または $-45^\circ \pm 10^\circ$ 以内であり、位相差が、整数の位相差次数 m を用いて、 $(90^\circ + 180^\circ \times m) \pm 20^\circ$ 以内であり、位相差次数 m が2以下の一軸性結晶基板であることを特徴とする偏光素子。
- [請求項2] 前記結晶基板の、前記偏光子の反対側に設けられて、前記結晶基板を前記偏光素子とで挟む位置に設けられた光学補償媒体を備え、
前記光学補償媒体の光学軸が、前記結晶基板の光学軸とほぼ平行であることを特徴とする請求項1に記載の偏光素子。
- [請求項3] 前記結晶基板の屈折率異方性の正負符号と、光学補償媒体の屈折率異方性の正負符号とが、逆であることを特徴とする請求項2に記載の偏光素子
- [請求項4] 前記光学補償媒体の厚みは、入射角度を変えたときの透過光の偏光状態が入射光の偏光状態と同じになる厚みに設定されていることを特徴とする請求項2または3に記載の偏光素子。
- [請求項5] 前記光学補償媒体の光学軸が、前記結晶基板の光学軸との差が 10° 以内であることを特徴とする請求項2乃至4のいずれか1項に記載の偏光素子。
- [請求項6] 前記偏光子の、前記結晶基板の反対側の面に密着して設けられて、前記結晶基板とで当該偏光子を挟むように設けられた第2の結晶基板を備え、
前記第2の結晶基板の光学軸が、前記偏光子透過軸とほぼ平行又は前記偏光子透過軸とほぼ直交、又は厚み方向にほぼ等しいことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の偏光素子。
- [請求項7] 前記結晶基板が、 $5 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ より大きな値の熱伝導率を有する

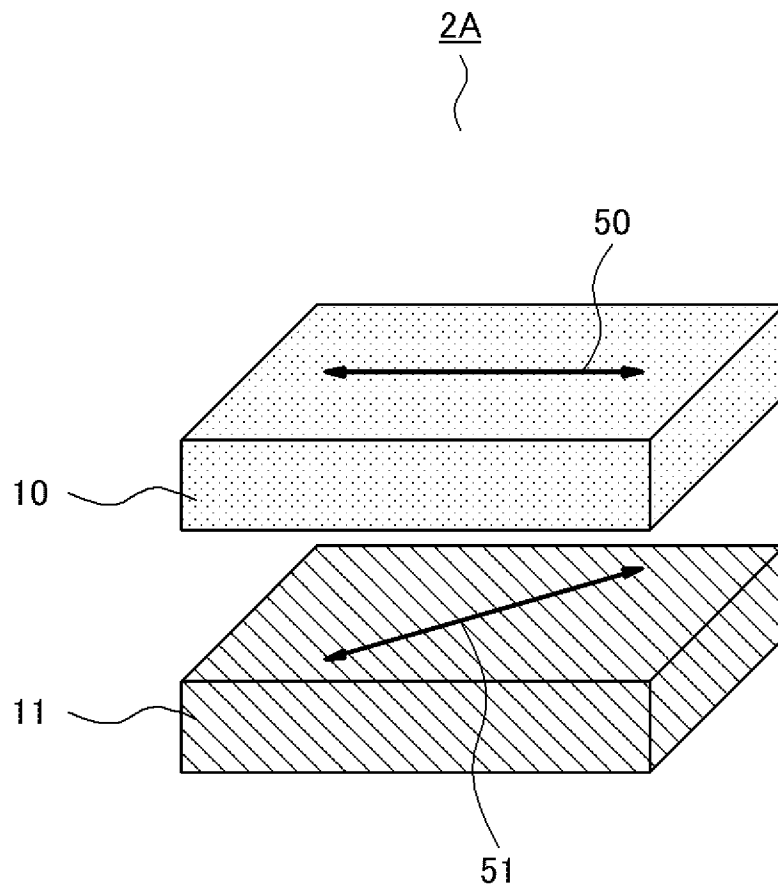
ことを特徴とする請求項 1 乃至は 6 のいずれか一項に記載の偏光素子
。

[請求項8] 請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の偏光素子を備えると共に、
前記偏光素子に送風を送る冷却ファン、前記結晶基板に密着して設けられたヒートシンク、前記偏光素子に向けて光を出射する光源の少なくとも 1 つを備えたことを特徴とする光学装置。

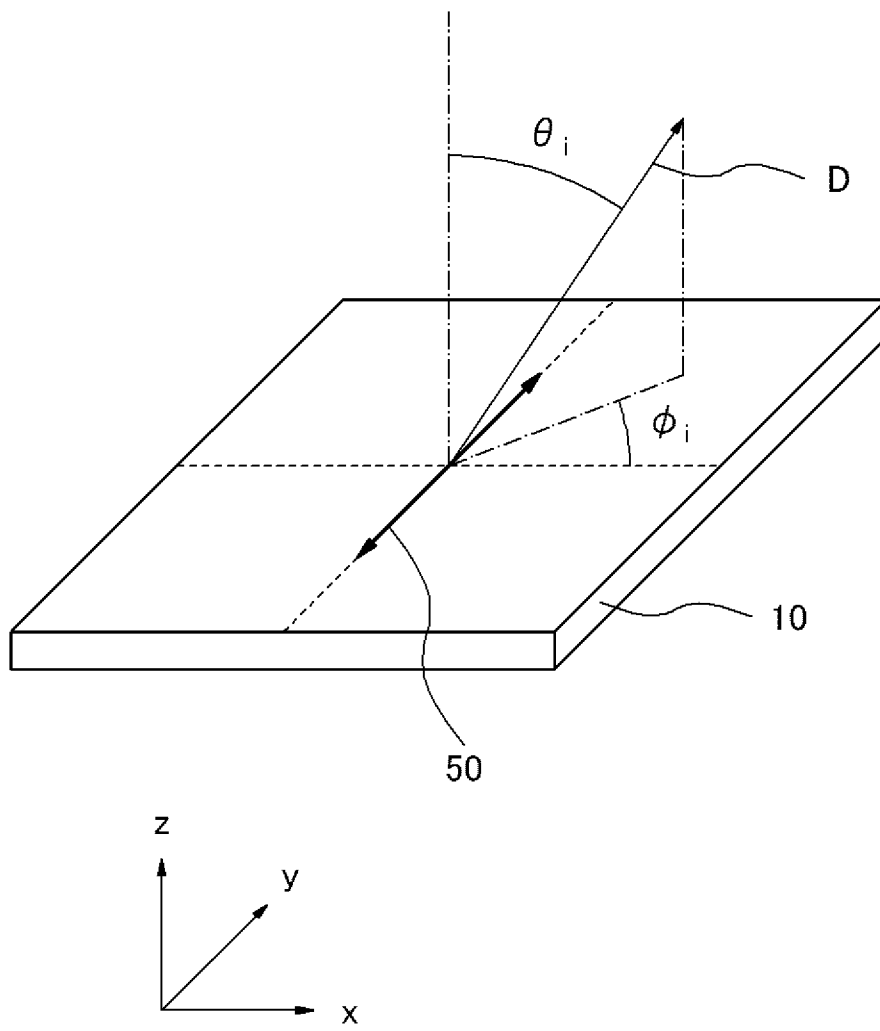
[請求項9] 請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の偏光素子と、
光を映像信号に応じて変調して出射する変調素子と、を備えることを特徴とする映像表示装置。

[請求項10] 請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の偏光素子と、
光源からの出射光が入射し、変調素子に入射させる照明光学系と、
光を映像信号に応じて変調させる変調素子と、
前記変調素子からの光をスクリーンに投射する投射光学系と、
を備えることを特徴とする映像表示装置。

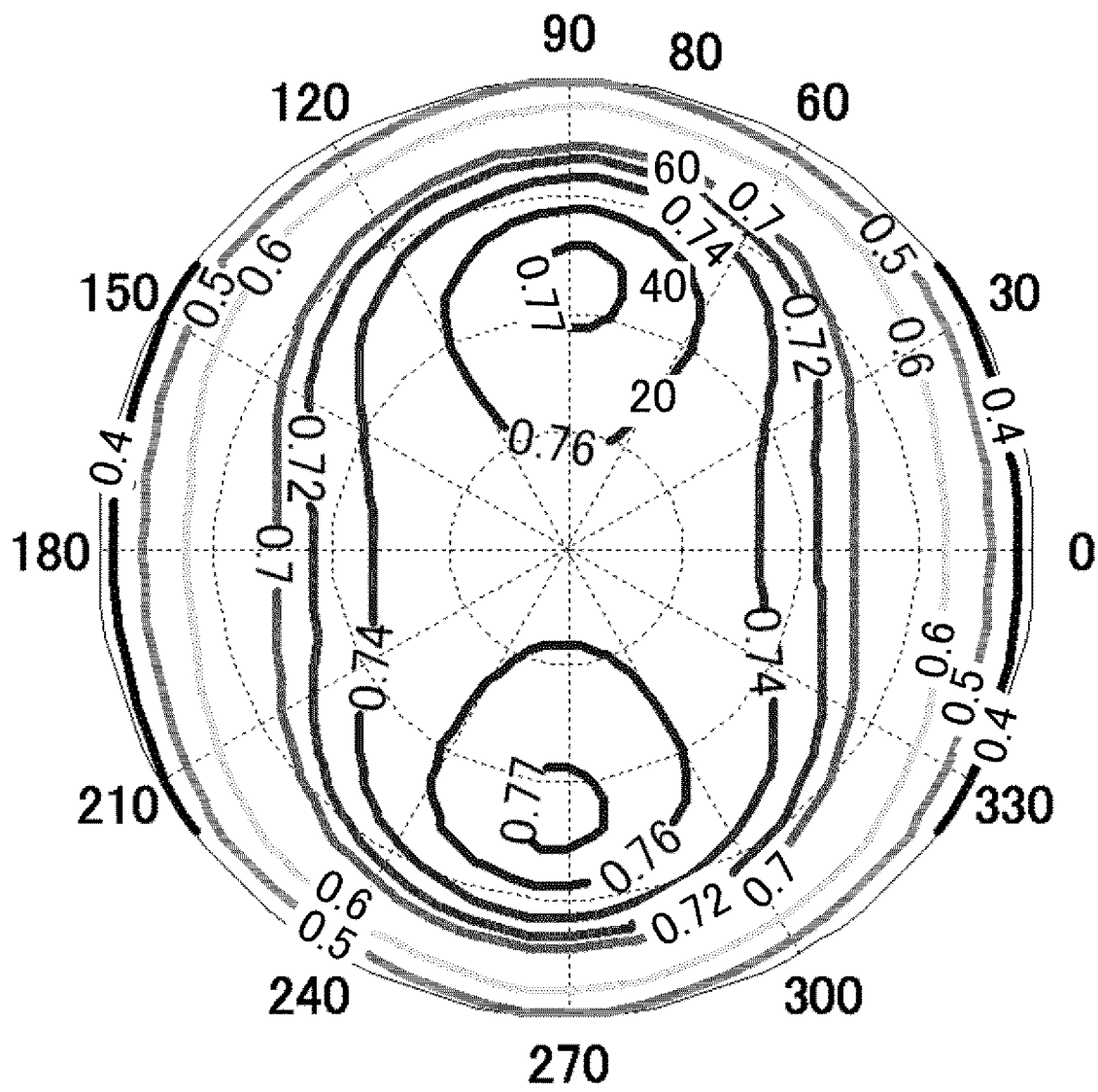
[図1]



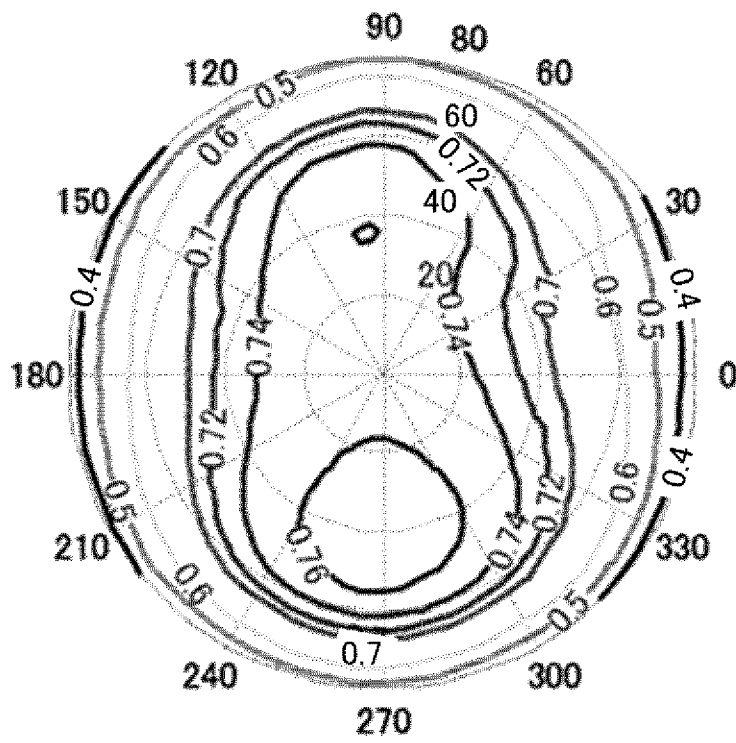
[図2]



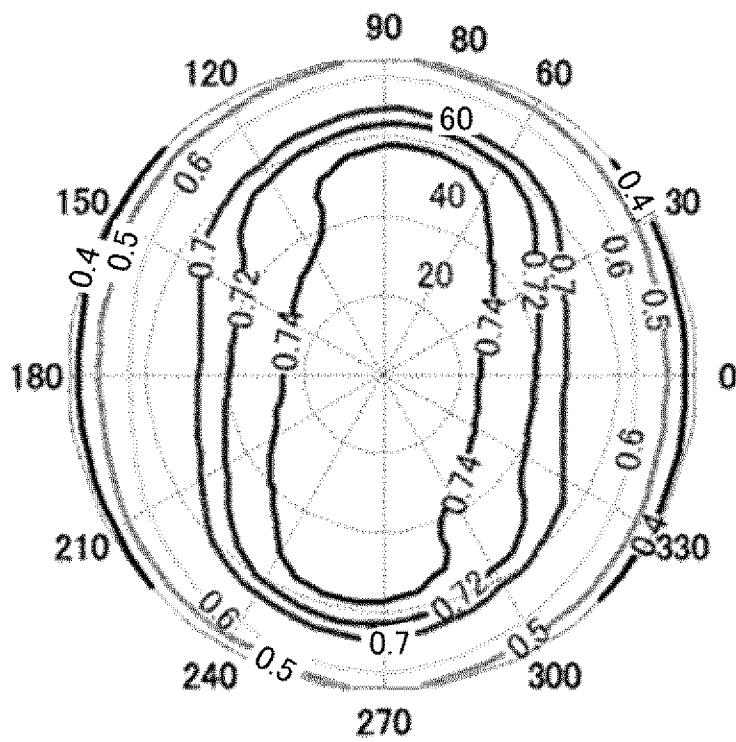
[図3]



[図4]

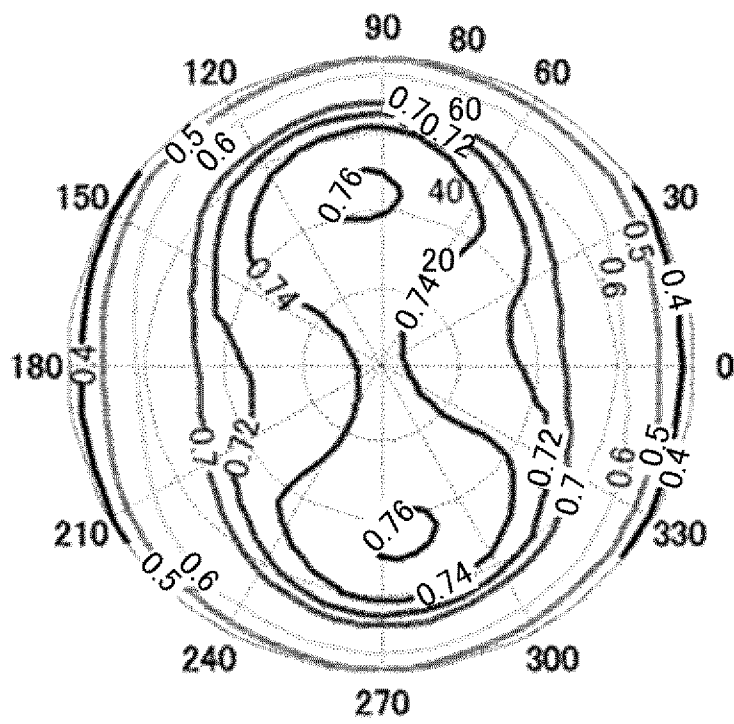


(a)

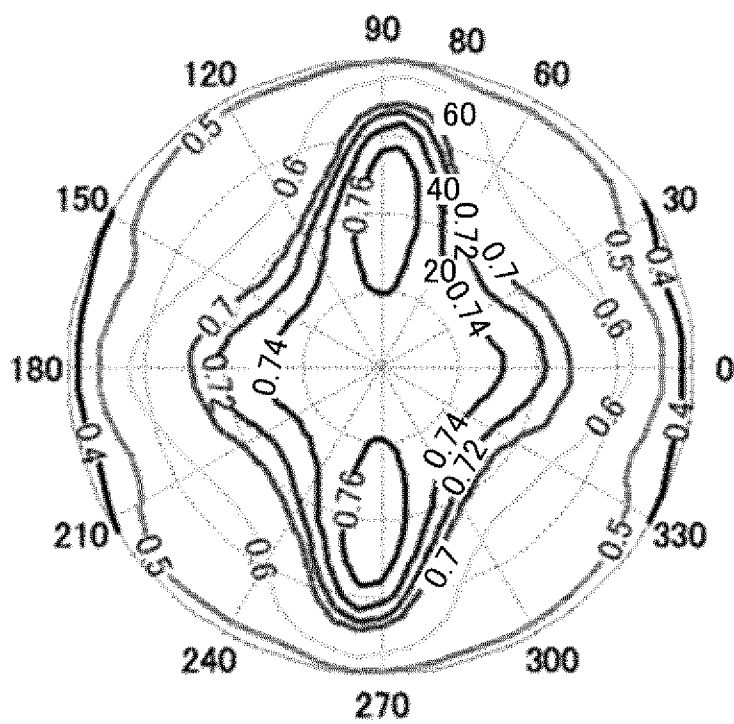


(b)

[図5]

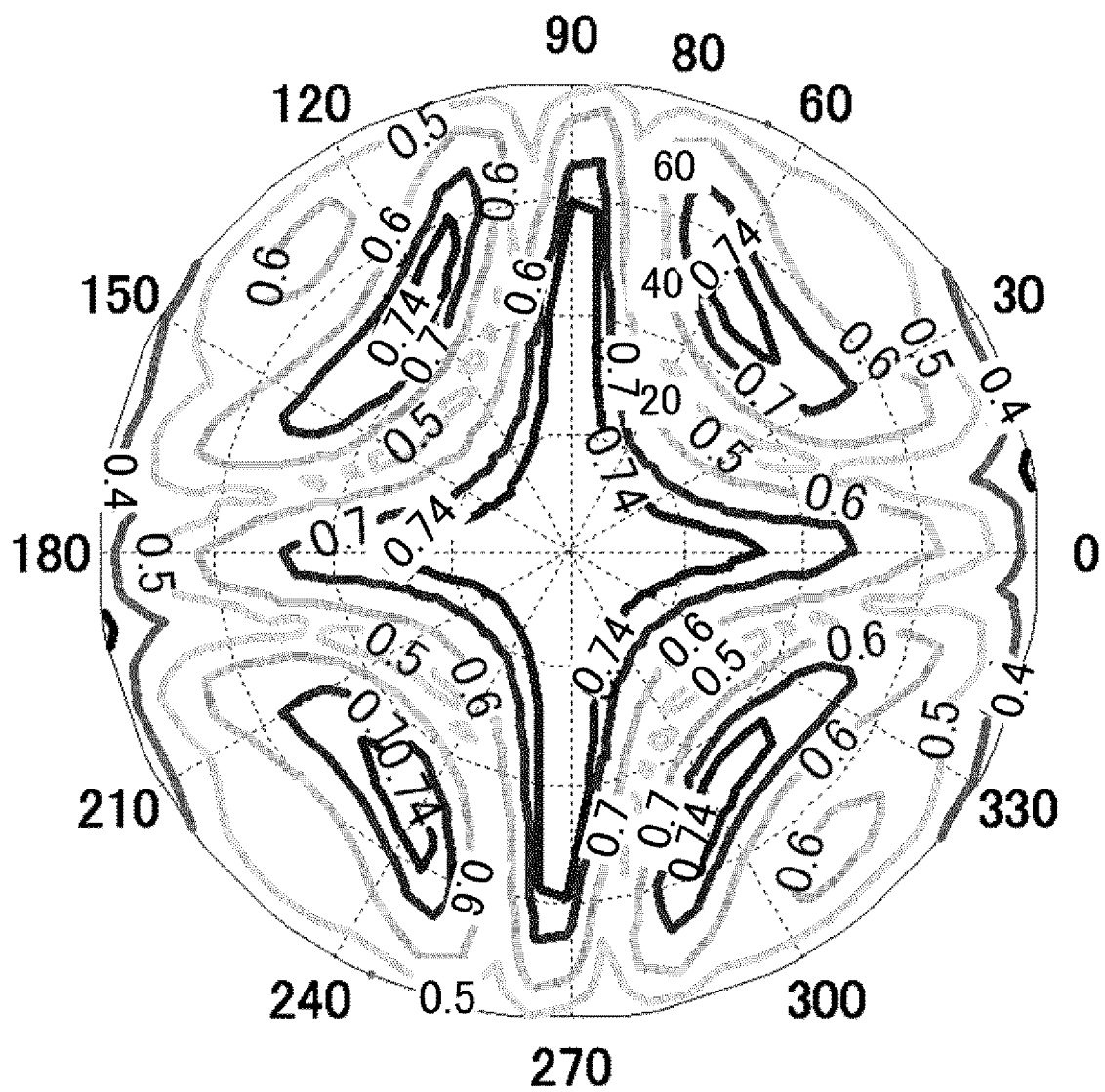


(a)

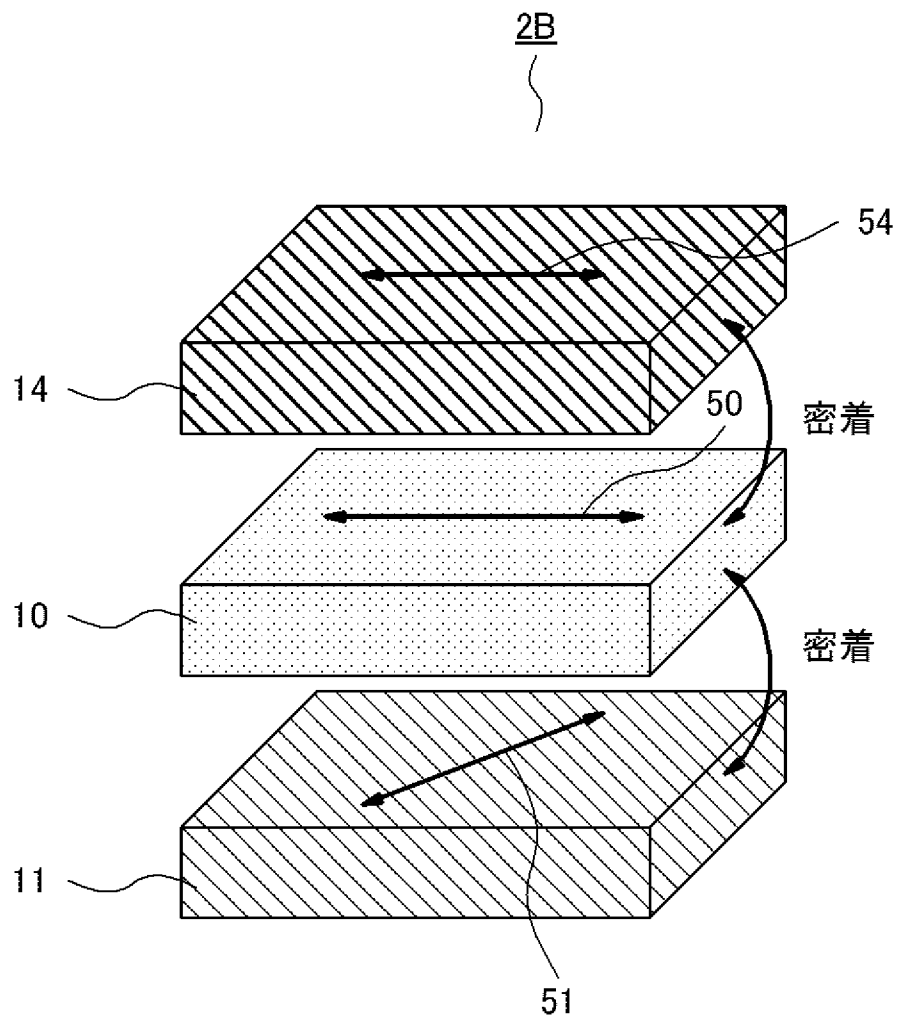


(b)

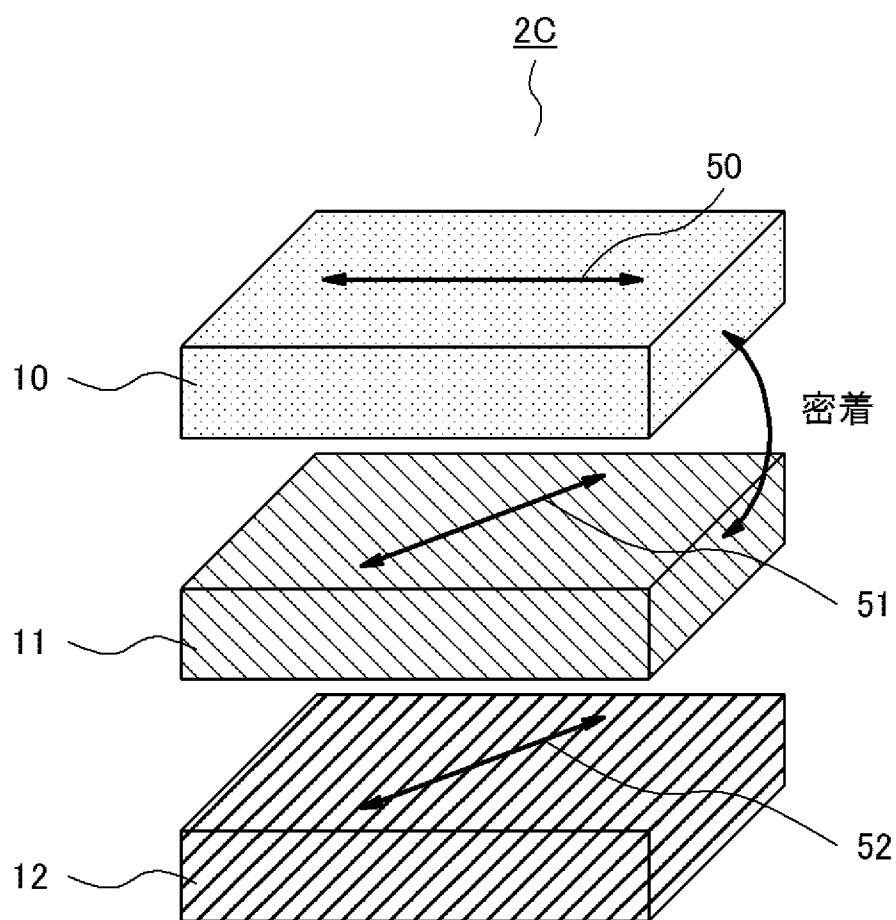
[図6]



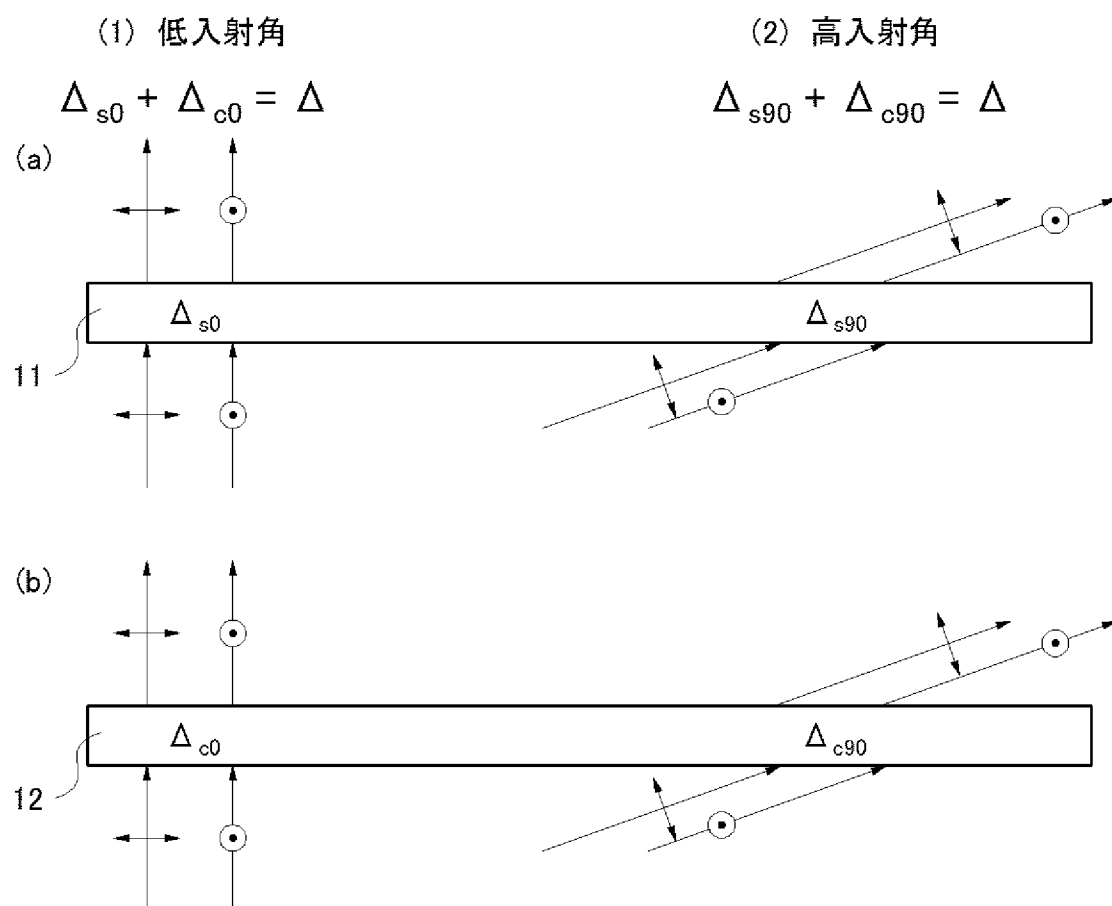
[図7]



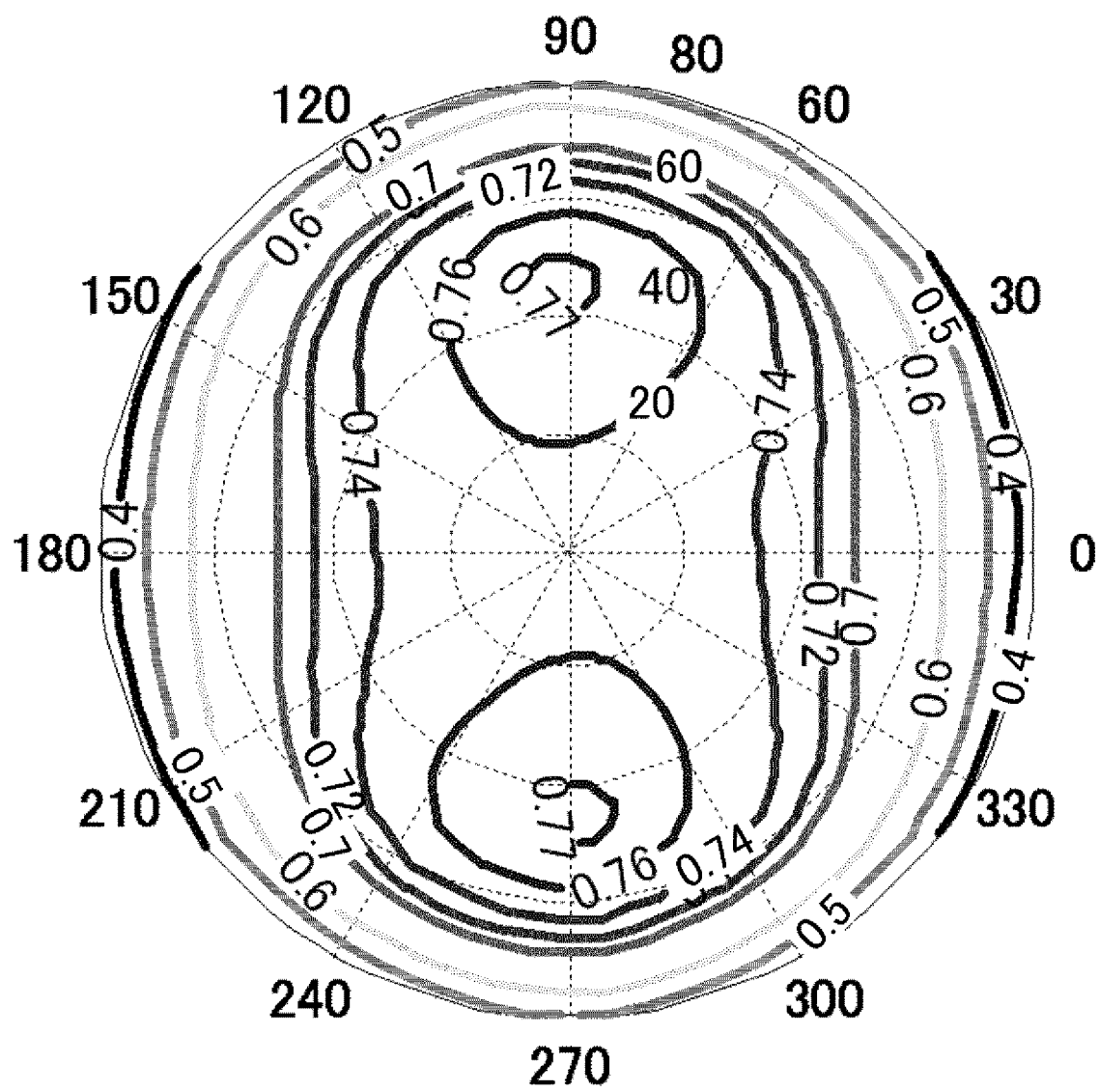
[図8]



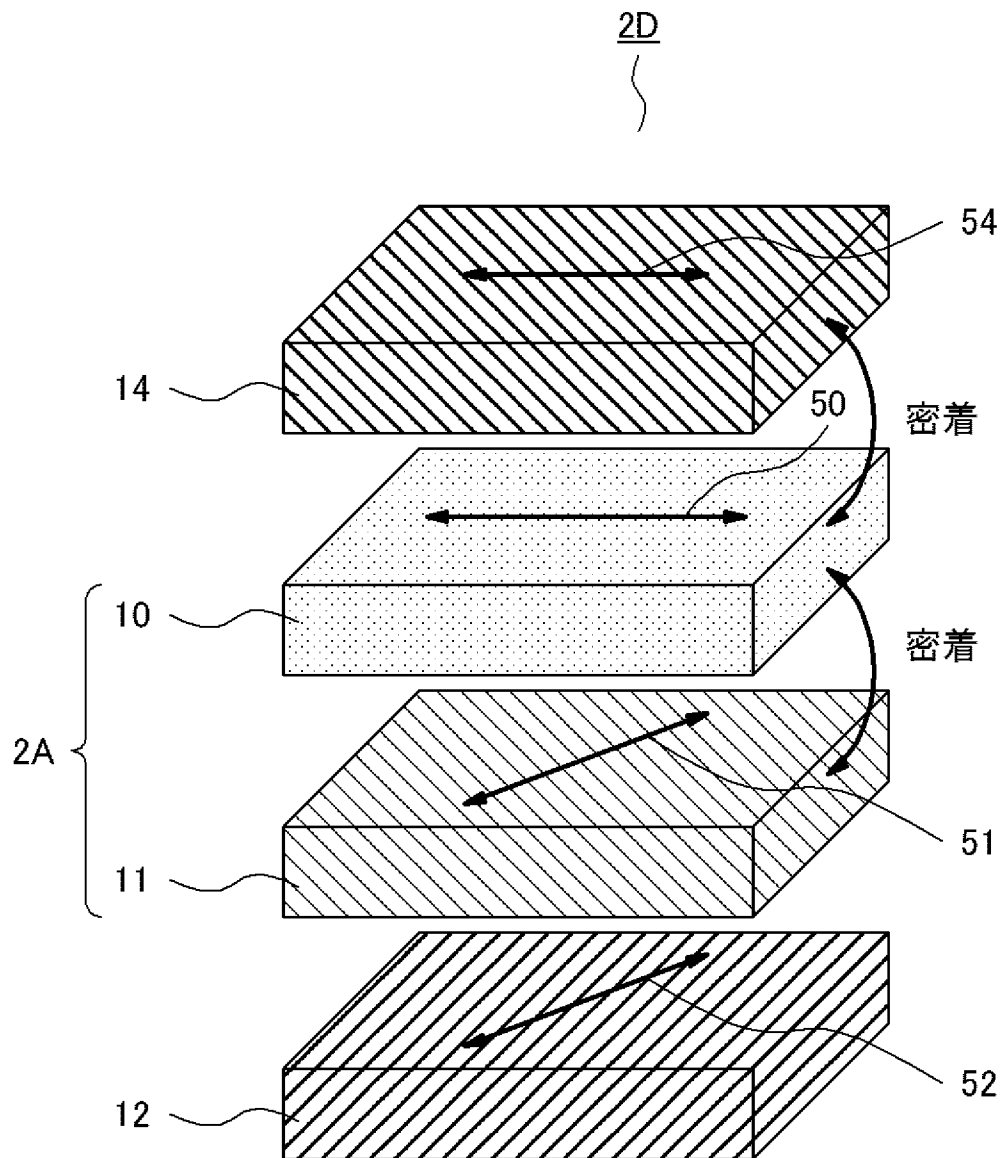
[図9]



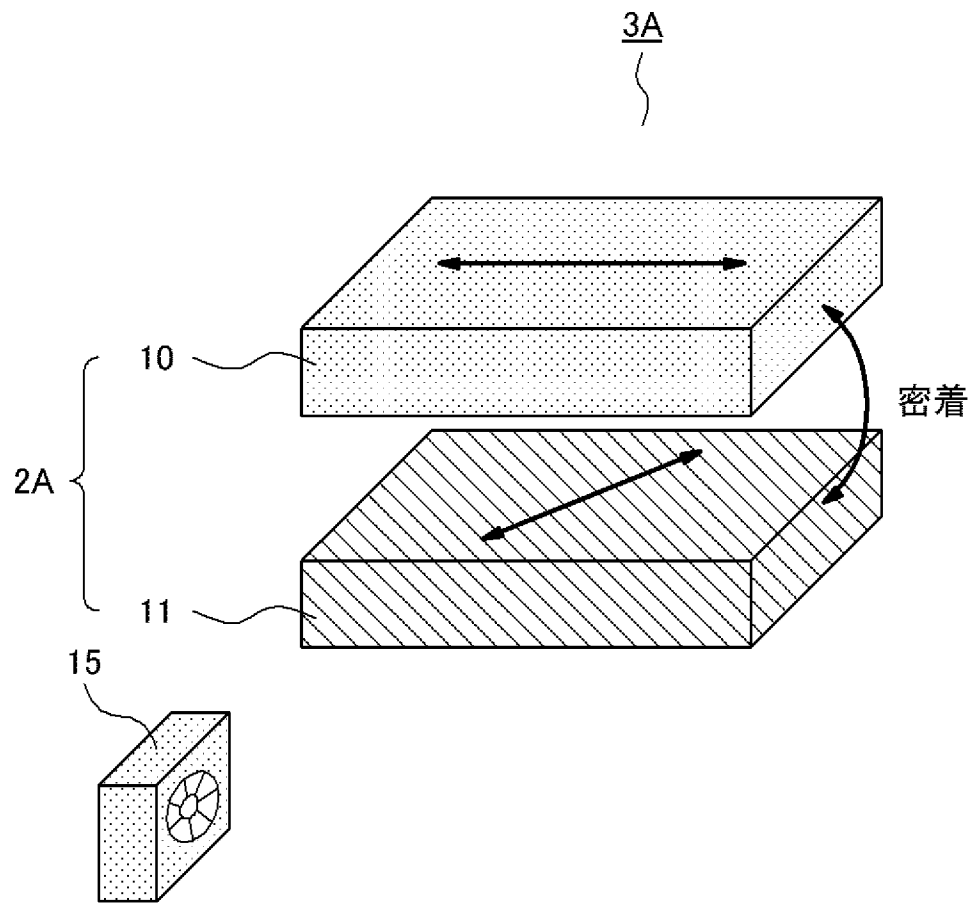
[図10]



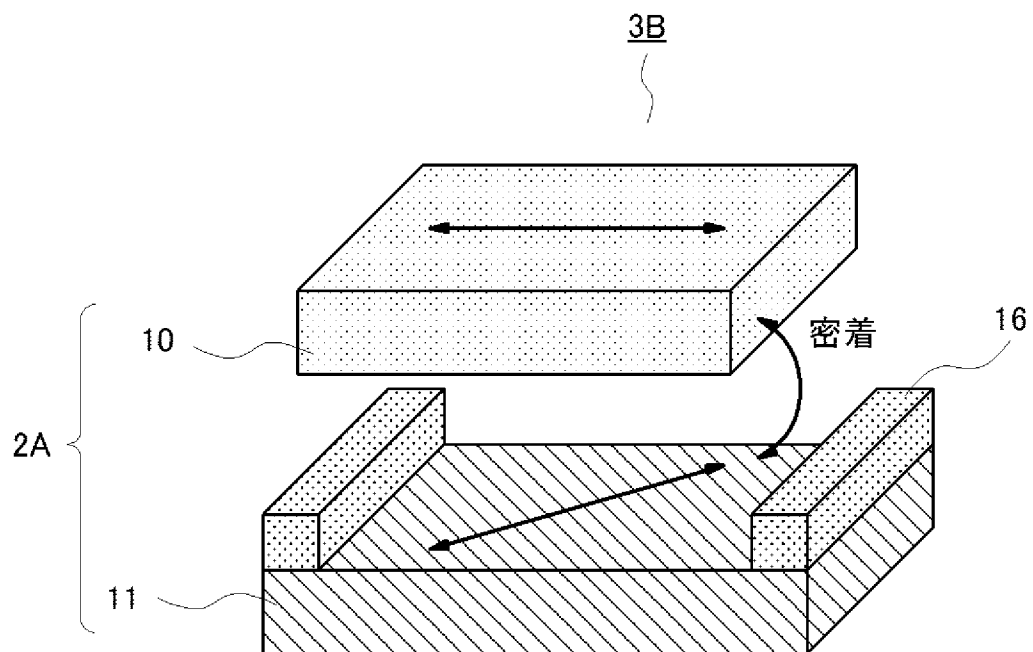
[図11]



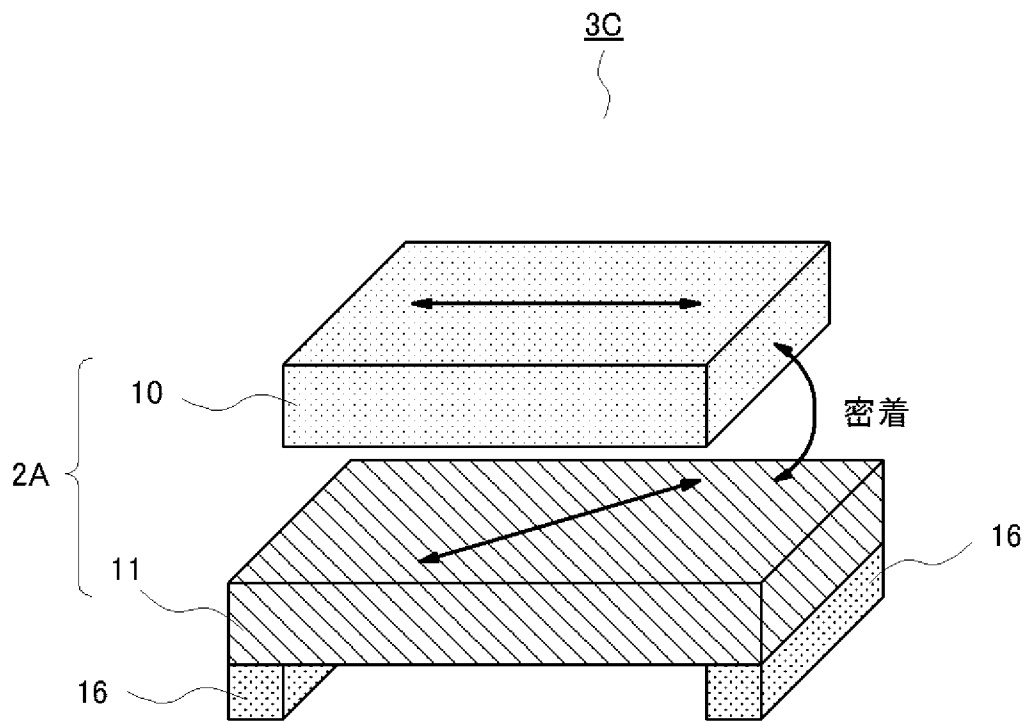
[図12]



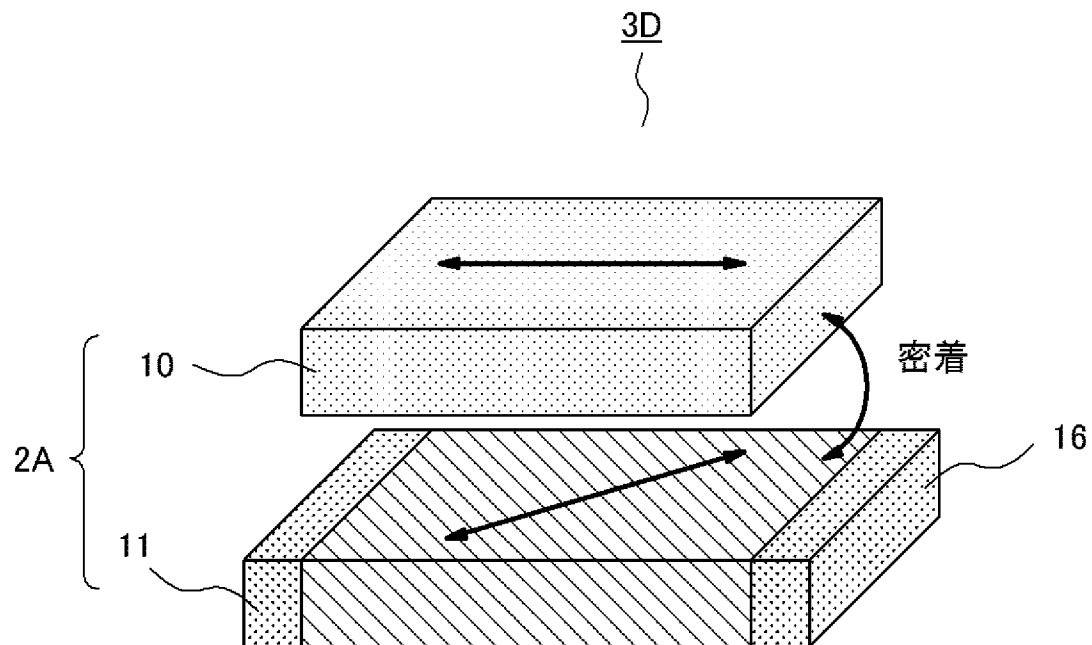
[図13]



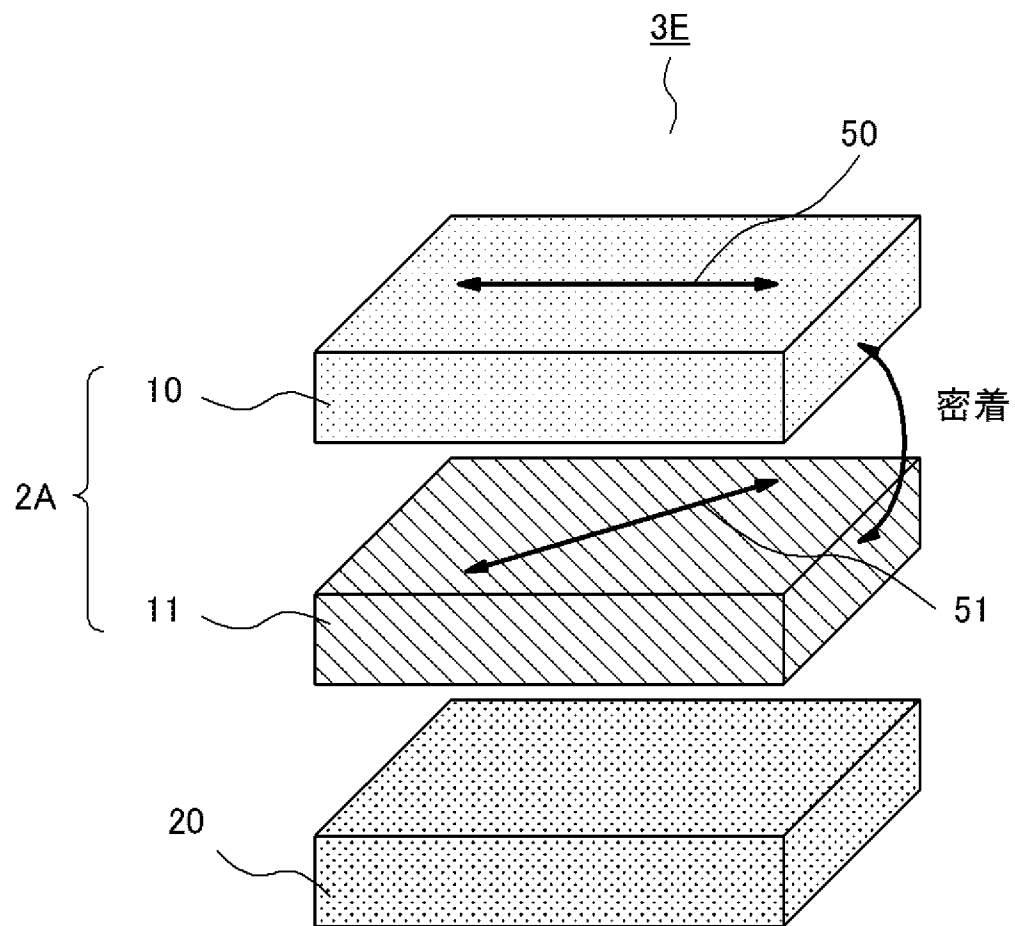
[図14]



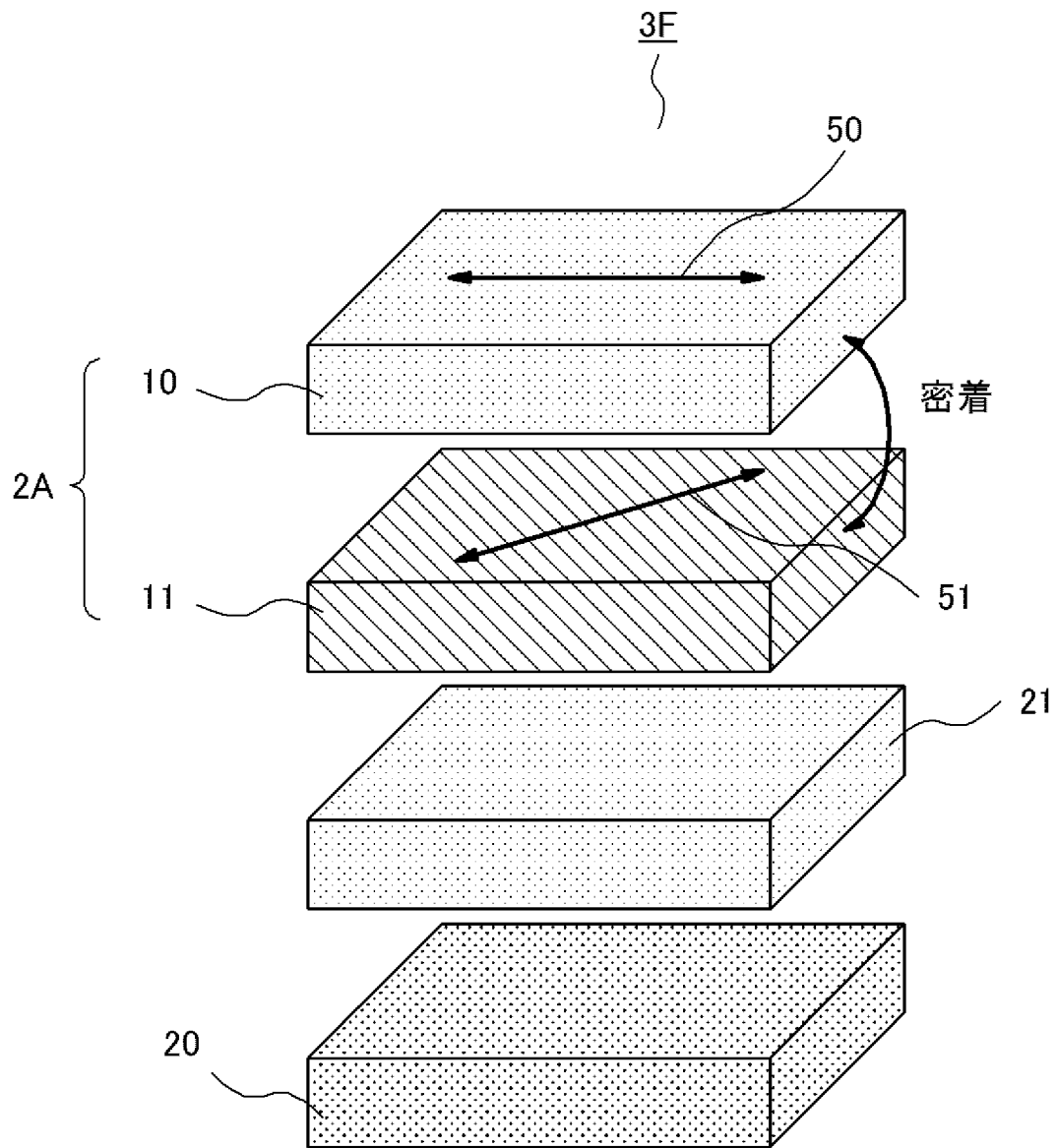
[図15]



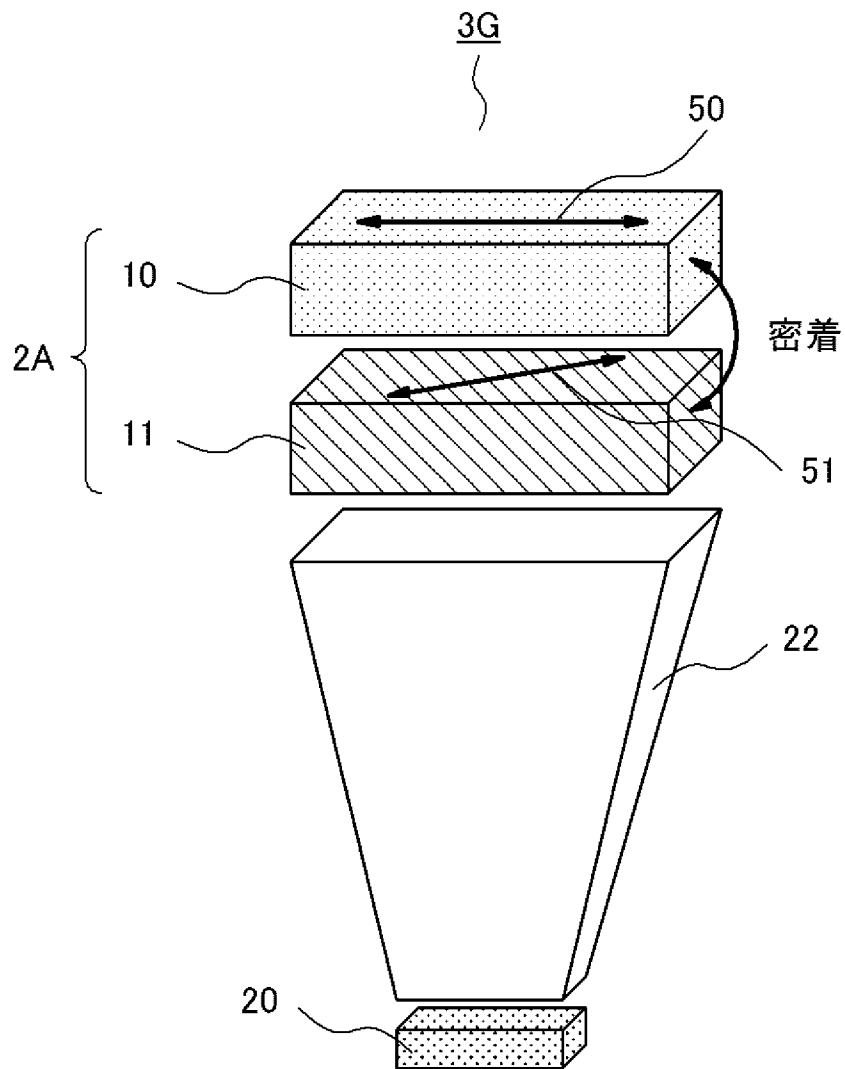
[図16]



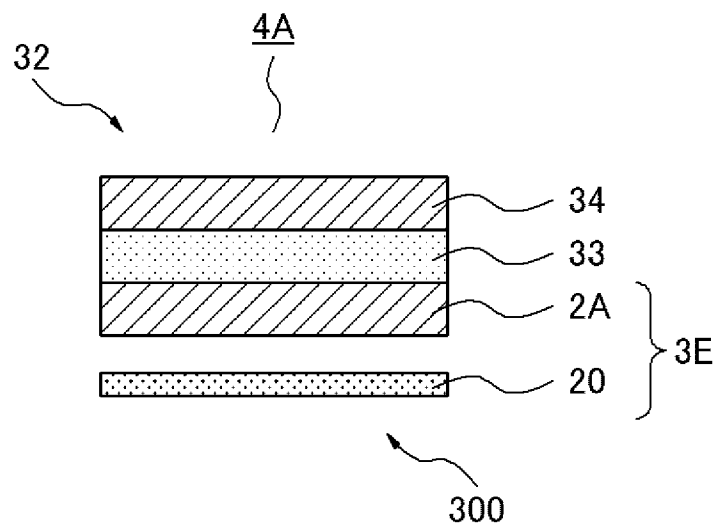
[図17]



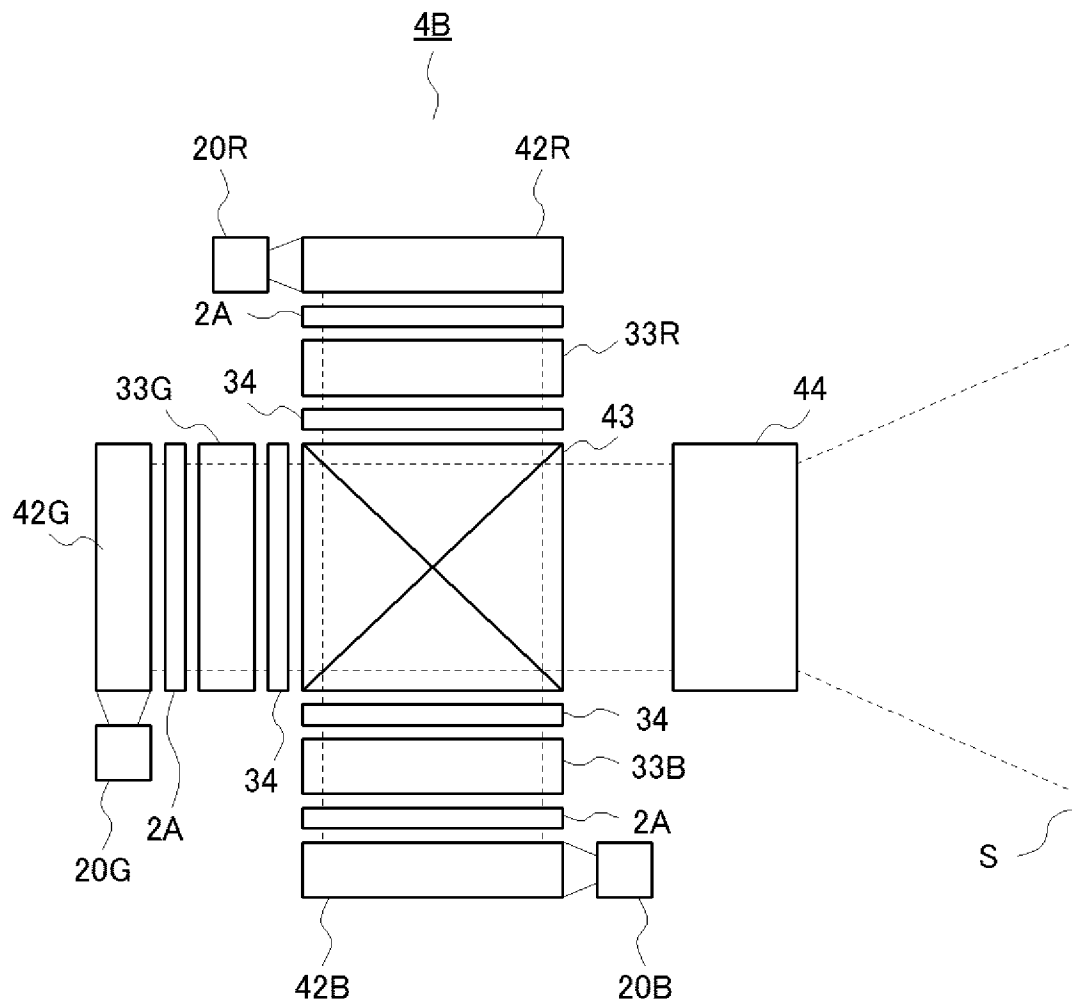
[図18]



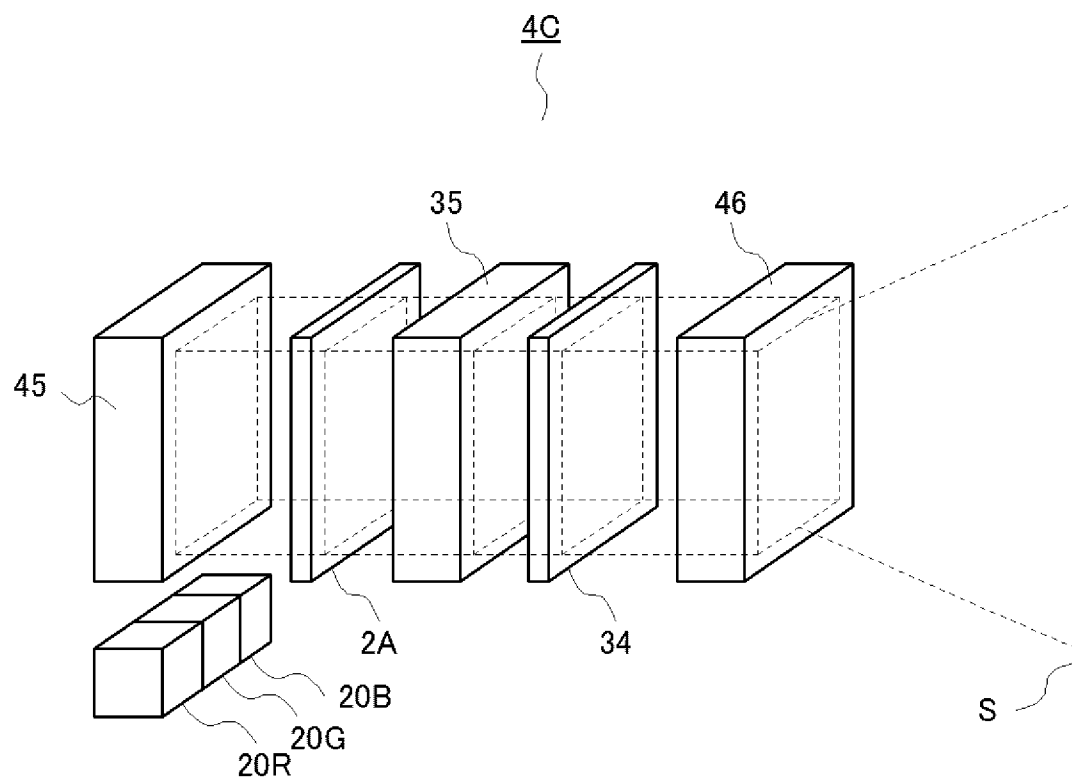
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/004827

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B5/30(2006.01)i, G02F1/1335(2006.01)i, G03B21/00(2006.01)i, G03B21/14(2006.01)i, G03B21/16(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)

G02B5/30, G02F1/1335, G03B21/00, G03B21/14, G03B21/16

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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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 2004-354935 A (Toyo Communication Equipment Co., Ltd.), 16 December 2004 (16.12.2004), claims 5, 7, 8 (Family: none)	1, 6-10 2-5
X Y	JP 2009-058464 A (Sony Corp.), 19 March 2009 (19.03.2009), paragraph [0018] (Family: none)	1, 6-10 2-5
X Y	JP 2009-069519 A (Epson Toyocom Corp.), 02 April 2009 (02.04.2009), paragraph [0002]; fig. 6 (Family: none)	1, 6-10 2-5

☒ 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
28 August, 2013 (28.08.13)

Date of mailing of the international search report
10 September, 2013 (10.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/004827

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 2010-044211 A (Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 25 February 2010 (25.02.2010), paragraphs [0046], [0070] (Family: none)	1-10
Y	JP 2010-181710 A (Nippon Zeon Co., Ltd.), 19 August 2010 (19.08.2010), claims 1, 7 (Family: none)	1-10
Y	JP 2006-308617 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 09 November 2006 (09.11.2006), paragraph [0002] (Family: none)	1-10
Y	JP 2009-092730 A (Epson Toyocom Corp.), 30 April 2009 (30.04.2009), claim 1 & US 2009/0052031 A1	1-10
Y	JP 2010-140039 A (Epson Toyocom Corp.), 24 June 2010 (24.06.2010), paragraph [0002] & US 2007/0291357 A1	1-10
Y	JP 3027805 B2 (Fujitsu Ltd.), 04 April 2000 (04.04.2000), claim 1 & US 6281956 B1	2-5
A	WO 2003/038484 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 08 May 2003 (08.05.2003), entire text; all drawings & US 2004/0094698 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02B5/30(2006.01)i, G02F1/1335(2006.01)i, G03B21/00(2006.01)i, G03B21/14(2006.01)i, G03B21/16(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. G02B5/30, G02F1/1335, G03B21/00, G03B21/14, G03B21/16

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 2004-354935 A (東洋通信機株式会社) 2004. 12. 16, 請求項 5、7、8 (ファミリーなし)	1、6 - 1 0 2 - 5
X Y	JP 2009-058464 A (ソニー株式会社) 2009. 03. 19, 【0 0 1 8】 (ファミリーなし)	1、6 - 1 0 2 - 5
X Y	JP 2009-069519 A (エプソントヨコム株式会社) 2009. 04. 02, 【0 0 0 2】、図 6 (ファミリーなし)	1、6 - 1 0 2 - 5

☒ 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 8 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 9 . 2 0 1 3

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)

吉川 陽吾

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

2 0

9 8 1 1

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
Y	JP 2010-044211 A (住友化学株式会社) 2010.02.25, 【0046】、【0070】 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2010-181710 A (日本ゼオン株式会社) 2010.08.19, 請求項1、7 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2006-308617 A (松下電器産業株式会社) 2006.11.09, 【0002】 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2009-092730 A (エプソントヨコム株式会社) 2009.04.30, 請求項1 & US 2009/0052031 A1	1-10
Y	JP 2010-140039 A (エプソントヨコム株式会社) 2010.06.24, 【0002】 & US 2007/0291357 A1	1-10
Y	JP 3027805 B2 (富士通株式会社) 2000.04.04, 請求項1 & US 6281956 B1	2-5
A	WO 2003/038484 A1 (三菱電機株式会社) 2003.05.08, 全文全図 & US 2004/0094698 A1	1-10