



EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (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, ST, 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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

of the side surface, and is configured to diffract first circularly polarized light out of incident light in an unpolarized state and diffract second circularly polarized light reverse to the first circularly polarized light in a direction different from that of the first circularly polarized light, and the second polarization diffraction grating has a cholesteric liquid crystal that forms a reflection surface inclined with respect to the first principal surface, and is configured to reflect the first circularly polarized light on the reflection surface.

(57) 要約 : 実施形態の目的は、光の利用効率を向上することにある。一実施形態によれば、偏光変換素子は、第1主面と、前記第1主面と反対側の第2主面と、側面と、を有する第1導光板と、前記側面に対向する透過型の第1偏光回折格子と、前記第1主面に対向する反射型の第2偏光回折格子と、を備え、前記第1偏光回折格子は、前記側面の法線方向に沿って配向したネマティック液晶を有し、無偏光状態の入射光のうち第1円偏光を回折するとともに第1円偏光とは逆回りの第2円偏光を前記第1円偏光とは異なる方向に回折するように構成され、前記第2偏光回折格子は、前記第1主面に対して傾斜した反射面を形成するコレステリック液晶を有し、前記反射面において前記第1円偏光を反射するように構成されている。

## 明 細 書

発明の名称：偏光変換素子

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、偏光変換素子に関する。

背景技術

[0002] 近年、非偏光状態の光を所定の円偏光あるいは直線偏光に変換する偏光変換素子が開発されている。一例では、所定のパターンで配向した液晶分子を有する液晶素子が透過型の偏光回折格子（Polarization Grating）として適用された偏光変換素子が提案されている。この偏光回折格子は、非偏光状態の光を、右回りの円偏光と左回りの円偏光とに分離するように構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第9341855号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 実施形態の目的は、光の利用効率を向上することが可能な偏光変換素子を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0005] 一実施形態によれば、偏光変換素子は、

第1主面と、前記第1主面と反対側の第2主面と、側面と、を有する第1導光板と、前記側面に対向する透過型の第1偏光回折格子と、前記第1主面に対向する反射型の第2偏光回折格子と、を備え、前記第1偏光回折格子は、前記側面の法線方向に沿って配向したネマティック液晶を有し、無偏光状態の入射光のうち第1円偏光を回折するとともに第1円偏光とは逆回りの第2円偏光を前記第1円偏光とは異なる方向に回折するように構成され、前記第2偏光回折格子は、前記第1主面に対して傾斜した反射面を形成するコレ

ステリック液晶を有し、前記反射面において前記第1円偏光を反射するように構成されている。

また、一実施形態によれば、偏光変換素子は、

第1主面と、前記第1主面と反対側の第2主面と、側面と、を有する第1導光板と、前記側面に対向する透過型の第1偏光回折格子と、前記第2主面に対向する透過型の第2偏光回折格子と、を備え、前記第1偏光回折格子は、前記側面の法線方向に沿って配向したネマティック液晶を有し、無偏光状態の入射光のうち第1円偏光を回折するとともに第1円偏光とは逆回りの第2円偏光を前記第1円偏光とは異なる方向に回折するように構成され、前記第2偏光回折格子は、前記第2主面の法線方向に沿って配向したネマティック液晶を有し、前記第1円偏光及び前記第2円偏光を回折するように構成されている。

## 発明の効果

[0006] 実施形態によれば、光の利用効率を向上することが可能な偏光変換素子を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、透過型の偏光回折格子TPGを備えた液晶素子10の一例を示す断面図である。

[図2]図2は、反射型の偏光回折格子RPGを備えた液晶素子20の一例を示す断面図である。

[図3]図3は、液晶素子20の変形例を示す断面図である。

[図4]図4は、透過型の偏光回折格子TPGの光学作用を説明するための図である。

[図5]図5は、反射型の偏光回折格子RPGの光学作用を説明するための図である。

[図6]図6は、偏光変換素子1の一構成例を示す断面図である。

[図7]図7は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

[図8]図8は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

[図9]図9は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

[図10]図10は、偏光回折格子RPGの領域A1乃至4Aを説明するための図である。

[図11]図11は、偏光回折格子RPGを備えた液晶素子20の他の例を示す断面図である。

[図12]図12は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

[図13]図13は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

[図14]図14は、偏光回折格子RPG1乃至RPG3を模式的に示す図である。

[図15]図15は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

[図16]図16は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0008] 以下、本実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、開示はあくまで一例に過ぎず、当業者において、発明の主旨を保つての適宜変更について容易に想到し得るものについては、当然に本発明の範囲に含有されるものである。また、図面は、説明をより明確にするため、実際の態様に比べて、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同一又は類似した機能を発揮する構成要素には同一の参照符号を付し、重複する詳細な説明を適宜省略することがある。

[0009] なお、図面には、必要に応じて理解を容易にするために、互いに直交するX軸、Y軸、及び、Z軸を記載する。X軸に沿った方向をX方向または第1方向と称し、Y軸に沿った方向をY方向または第2方向と称し、Z軸に沿った方向をZ方向または第3方向と称する。X軸及びY軸によって規定される面をX-Y平面と称する。X-Y平面を見ることを平面視という。第1方向X及び第2方向Yは、偏光変換素子に含まれる基板の主面に平行な方向に相当し、また、第3方向Zは、偏光変換素子の厚さ方向に相当する。

[0010] まず、本実施形態の偏光変換素子に適用される偏光回折格子について説明する。

[0011] 《透過型偏光回折格子》

図1は、透過型の偏光回折格子TPGを備えた液晶素子10の一例を示す断面図である。

液晶素子10は、透明基板（第1透明基板）11と、配向膜AL11と、液晶層（第1液晶層）LC1と、配向膜AL12と、透明基板12と、を備えている。透明基板11は、第3方向Zにおいて透明基板12と対向している。液晶層LC1は、偏光回折格子TPGとして機能し、透明基板11と透明基板12との間に位置している。

[0012] 透明基板11及び12は、例えば、透明なガラス板または透明な合成樹脂板によって構成されている。透明基板11は、内面11Aを有している。透明基板12は、内面12Aを有している。内面11A及び12Aは、X-Y平面に平行な面である。

[0013] 配向膜AL11は、透明基板11の内面11Aに配置されている。配向膜AL12は、透明基板12の内面12Aに配置されている。配向膜AL12は、第3方向Zにおいて、配向膜AL11と対向している。配向膜AL11及びAL12は、例えば、ポリイミドによって形成され、いずれもX-Y平面に沿った配向規制力を有する水平配向膜である。また、一例では、配向膜AL11及びAL12は、空間的に変化する液晶配向パターンを形成するための光配向膜である。

[0014] 液晶層LC1は、配向膜AL11及びAL12の間に配置され、配向膜AL11及びAL12に接している。液晶層LC1は、主面LS1を有している。ここでの主面LS1は、例えば、液晶層LC1と配向膜AL12との境界であり、また、X-Y平面と平行な面である。液晶層LC1は、第3方向Zに沿った厚さd1を有している。液晶層LC1は、液晶層LC1の法線方向である第3方向Zに沿って配向したネマティック液晶を有している。一例では、ネマティック液晶は、図示したように、第3方向Zにおいて配向方向

が揃っている。なお、より広帯域の光に対して同様の光学作用を実現するために、液晶層LC1は、第3方向Zに並んだ液晶分子LM11がわずかにツイストするように配向していてもよい。

[0015] すなわち、液晶層LC1は、複数の液晶構造体LMS1を有している。1つの液晶構造体LMS1に着目すると、液晶構造体LMS1は、その一端側に位置する液晶分子LM11と、その他端側に位置する液晶分子LM12と、を有している。液晶分子LM11は配向膜AL11に近接し、液晶分子LM12は配向膜AL12に近接している。液晶分子LM11の配向方向、及び、液晶分子LM12の配向方向は、ほぼ一致している。また、液晶分子LM11と液晶分子LM12との間の他の液晶分子LM1の配向方向も、液晶分子LM11の配向方向とほぼ一致している。つまり、1つの液晶構造体LMS1を構成する液晶分子LM1の配向方向は、第3方向Zにおいて一様である。なお、ここでの液晶分子LM1の配向方向とは、X-Y平面における液晶分子の長軸の方向に相当する。

[0016] 液晶層LC1において、複数の液晶構造体LMS1は、第1方向Xに配列されるとともに、第2方向Yにも配列されている。第1方向Xに沿って隣接する複数の液晶構造体LMS1は、互いに配向方向が異なっている。配向膜AL11に近接する複数の液晶分子LM11の配向方向、及び、配向膜AL12に近接する複数の液晶分子LM12の配向方向は、第1方向Xに沿って、液晶分子の長軸が回転するように連続的に変化している。なお、液晶層LC1において、第2方向Yに沿って隣接する複数の液晶構造体LMS1は、互いに配向方向が揃っている。

[0017] このような液晶層LC1は、液晶分子LM11及び液晶分子LM12を含む液晶分子LM1の配向方向が固定された状態で硬化している。つまり、液晶分子LM1の配向方向は、電界に応じて制御されるものではない。このため、液晶素子10は、配向制御のための電極を備えていない。

[0018] 液晶層LC1の屈折率異方性あるいは複屈折性（液晶層LC1の異常光に対する屈折率 $n_e$ と常光に対する屈折率 $n_o$ との差分）を $\Delta n$ としたとき、

液晶層LC1のリタレーション（位相差） $\Delta n \cdot d1$ は、特定波長（例えば緑波長） $\lambda$ の $1/2$ に設定されていることが望ましい。

[0019] 図1に示す例では、偏光回折格子TPGとして機能する液晶層LC1が一对の透明基板11及び12の間に位置しているが、透明基板11及び12の少なくとも一方が省略されてもよいし、配向膜AL11及びAL12の少なくとも一方が省略されてもよい。

また、複数の偏光回折格子TPGが第3方向Zに沿って積層されていてもよい。

[0020] 《反射型偏光回折格子》

図2は、反射型の偏光回折格子RPGを備えた液晶素子20の一例を示す断面図である。

液晶素子20は、透明基板（第2透明基板）21と、配向膜AL21と、液晶層（第2液晶層）LC2と、配向膜AL22と、透明基板22と、を備えている。透明基板21は、第3方向Zにおいて透明基板22と対向している。液晶層LC2は、偏光回折格子RPGとして機能し、透明基板21と透明基板22との間に位置している。

[0021] 透明基板21及び22は、例えば、透明なガラス板または透明な合成樹脂板によって構成されている。透明基板21は、内面21Aを有している。透明基板22は、内面22Aを有している。内面21A及び22Aは、X-Y平面に平行な面である。

[0022] 配向膜AL21は、透明基板21の内面21Aに配置されている。配向膜AL22は、透明基板22の内面22Aに配置されている。配向膜AL22は、第3方向Zにおいて、配向膜AL21と対向している。配向膜AL21及びAL22は、例えば、ポリイミドによって形成され、いずれもX-Y平面に沿った配向規制力を有する水平配向膜である。また、一例では、配向膜AL21及びAL22は、空間的に変化する液晶配向パターンを形成するための光配向膜である。

[0023] 液晶層LC2は、配向膜AL21及びAL22の間に配置され、配向膜A

L 2 1 及び A L 2 2 に接している。液晶層 L C 2 は、主面 L S 2 を有している。ここでの主面 L S 2 は、例えば、液晶層 L C 2 と配向膜 A L 2 2 との境界であり、また、X-Y 平面と平行な面である。液晶層 L C 2 は、第 3 方向 Z に沿った厚さ d 2 を有している。

[0024] 液晶層 L C 2 は、コレステリック液晶を有している。なお、図 2 では、簡略化のため、コレステリック液晶を構成する液晶分子 L M 2 として、X-Y 平面に平行な同一平面に位置する複数の液晶分子のうちの 1 つの液晶分子 L M 2 を図示しており、この液晶分子 L M 2 の配向方向は、同一平面に位置する複数の液晶分子の平均的な配向方向に相当する。

[0025] すなわち、液晶層 L C 2 は、複数の液晶構造体 L M S 2 を有している。1 つの液晶構造体 L M S 2 に着目すると、液晶構造体 L M S 2 は、その一端側に位置する液晶分子 L M 2 1 と、その他端側に位置する液晶分子 L M 2 2 と、を有している。液晶分子 L M 2 1 は配向膜 A L 2 1 に近接し、液晶分子 L M 2 2 は配向膜 A L 2 2 に近接している。液晶分子 L M 2 1 及び液晶分子 L M 2 2 を含む複数の液晶分子 L M 2 は、螺旋軸 A X を中心として、旋回しながら螺旋状に積み重ねられ、コレステリック液晶を構成している。つまり、液晶構造体 L M S 2 は、コレステリック液晶に相当する。液晶構造体 L M S 2 は、螺旋ピッチ P を有している。螺旋ピッチ P は、螺旋の 1 周期（液晶分子 L M 2 が 3 6 0 度回転するのに要する螺旋軸 A X に沿った厚さ）を示す。例えば、液晶層 L C 2 の厚さ d 2 は、螺旋ピッチ P の数倍以上である。図 2 に示す例では、液晶構造体 L M S 2 の螺旋軸 A X は、液晶層 L C 2 の法線方向である第 3 方向 Z に平行である。

[0026] 液晶層 L C 2 において、複数の液晶構造体 L M S 2 は、第 1 方向 X に配列されるとともに、第 2 方向 Y にも配列されている。第 1 方向 X に沿って隣接する複数の液晶構造体 L M S 2 は、互いに配向方向が異なっている。配向膜 A L 2 1 に沿って並んだ複数の液晶分子 L M 2 1 の配向方向、及び、配向膜 A L 2 2 に沿って並んだ複数の液晶分子 L M 2 2 の配向方向は、連続的に変化している。なお、液晶層 L C 2 において、第 2 方向 Y に沿って隣接する複

数の液晶構造体LMS2は、互いに配向方向が揃っている。

[0027] 液晶層LC2は、配向膜AL21と配向膜AL22との間に、一点鎖線で示すような複数の反射面RSを有している。複数の反射面RSは、互いに略平行である。反射面RSは、ブラッグの法則に従って、入射光のうち、一部の円偏光を反射し、他の円偏光を透過する。ここでの反射面RSは、液晶分子LM2の配向方向が揃った面、あるいは、空間位相が揃った面（等位相面）に相当する。図2に示すX-Z断面においては、反射面RSは、液晶層LC2の主面LS2に対して傾斜している。

[0028] 液晶構造体LMS2は、特定波長λの光のうち、コレステリック液晶の旋回方向と同じ旋回方向の円偏光を反射する。例えば、コレステリック液晶の旋回方向が右回りの場合、特定波長λの光のうち、右回りの円偏光を反射し、左回りの円偏光を透過する。同様に、コレステリック液晶の旋回方向が左回りの場合、特定波長λの光のうち、左回りの円偏光を反射し、右回りの円偏光を透過する。

[0029] このような液晶層LC2は、液晶分子LM21及び液晶分子LM22を含む液晶分子LM2の配向方向が固定された状態で硬化している。つまり、液晶分子LM2の配向方向は、電界に応じて制御されるものではない。このため、液晶素子20は、配向制御のための電極を備えていない。

[0030] 一般的に、垂直入射した光に対するコレステリック液晶の選択反射帯域Δλは、コレステリック液晶の螺旋ピッチP、異常光に対する屈折率 $n_e$ 、及び、常光に対する屈折率 $n_o$ に基づいて、「 $n_o * P \sim n_e * P$ 」で示される。このため、反射面RSにおいて特定波長λの円偏光を効率よく反射するためには、特定波長λが選択反射波長帯Δλに含まれるように、螺旋ピッチP、屈折率 $n_e$ 及び $n_o$ が設定される。

[0031] 図2に示す例では、偏光回折格子RPGとして機能する液晶層LC2が一对の透明基板21及び22の間に位置しているが、透明基板21及び22の少なくとも一方が省略されてもよいし、配向膜AL21及びAL22の少なくとも一方が省略されてもよい。

また、複数の偏光回折格子 R P G が第 3 方向 Z に沿って積層されていてもよい。

[0032] 図 3 は、液晶素子 20 の変形例を示す断面図である。

図 3 に示す変形例は、図 2 に示した例と比較して、液晶構造体 L M S 2 の螺旋軸 A X が液晶層 L C 2 の法線方向（第 3 方向 Z）に対して傾斜している点で相違している。

[0033] 液晶層 L C 2 において、第 1 方向 X に沿って隣接する複数の液晶構造体 L M S 2 は、互いに配向方向が異なっている。配向膜 A L 2 1 に沿って並んだ複数の液晶分子 L M 2 1 の配向方向、及び、配向膜 A L 2 2 に沿って並んだ複数の液晶分子 L M 2 2 の配向方向は、連続的に変化している。

[0034] 液晶層 L C 2 は、配向膜 A L 2 1 と配向膜 A L 2 2 との間に、一点鎖線で示すような複数の反射面 R S を有している。複数の反射面 R S は、互いに略平行である。反射面 R S は、ブラッグの法則に従って、入射光のうち、一部の円偏光を反射し、他の円偏光を透過する。図 3 に示す X-Z 断面においては、反射面 R S は、液晶層 L C 2 の主面 L S 2 に対して傾斜している。

[0035] 《光学作用》

図 4 は、透過型の偏光回折格子 T P G の光学作用を説明するための図である。

図 4 の左側に示すように、入射光として非偏光状態の光 N P が偏光回折格子 T P G の法線方向から入射した場合、偏光回折格子 T P G は、光 N P のうちの第 1 円偏光 C 1 及び第 2 円偏光 C 2 をそれぞれ回折する。第 2 円偏光 C 2 は、第 1 円偏光 C 1 とは逆回りの円偏光である。また、第 2 円偏光 C 2 は、第 1 円偏光 C 1 とは異なる方向に回折される。図示した例では、第 1 円偏光 C 1 は偏光回折格子 T P G から右斜め方向に回折され、第 2 円偏光 C 2 は偏光回折格子 T P G から左斜め方向に回折されている。

つまり、非偏光状態の光 N P が入射光である場合、偏光回折格子 T P G は、光 N P を第 1 円偏光 C 1 と第 2 円偏光 C 2 とに分離する。

[0036] 図 4 の中央に示すように、入射光として第 1 円偏光 C 1 が偏光回折格子 T

PGに対して斜め方向から入射した場合、偏光回折格子TPGは、第1円偏光C1を第2円偏光C2に変換して回折する。図示した例では、偏光回折格子TPGに向かって右斜め方向に入射した第1円偏光C1は、第2円偏光C2に変換されて、偏光回折格子TPGの法線方向に回折されている。

図4の右側に示すように、入射光として第2円偏光C2が偏光回折格子TPGに対して斜め方向から入射した場合、偏光回折格子TPGは、第2円偏光C2を第1円偏光C1に変換して回折する。図示した例では、偏光回折格子TPGに向かって左斜め方向に入射した第2円偏光C2は、第1円偏光C1に変換されて、偏光回折格子TPGの法線方向に回折されている。

つまり、円偏光が入射光である場合、偏光回折格子TPGは、透過光を逆回りの円偏光に変換しながら回折する。

[0037] 図5は、反射型の偏光回折格子RPGの光学作用を説明するための図である。

図5の左側に示すように、入射光として非偏光状態の光NPが偏光回折格子RPGの法線方向から入射した場合、偏光回折格子RPGは、光NPのうちの第1円偏光C1を反射面RSで反射するとともに、第2円偏光C2を透過する。第1円偏光C1は、傾斜した反射面RSにおいて斜め方向に反射される。第2円偏光C2は、反射面RSを透過し、偏光回折格子RPGの法線方向に直進する。

[0038] 図5の右側に示すように、入射光として非偏光状態の光NPが偏光回折格子RPGに対して斜め方向から入射した場合も同様に、偏光回折格子RPGは、光NPのうちの第1円偏光C1を反射面RSで反射するとともに、第2円偏光C2を透過する。第1円偏光C1は、傾斜した反射面RSにおいて法線方向に反射される。第2円偏光C2は、反射面RSを透過し、偏光回折格子RPGに対して斜め方向に直進する。

[0039] 以下に、偏光変換素子1のいくつかの構成例について説明する。なお、各図面において、透過型の偏光回折格子TPGによって分離された第1円偏光及び第2円偏光をそれぞれC10及びC20と示し、第1円偏光C10の光

路上の各円偏光をC 1 1、C 1 2、C 1 3…と示し、また、第2円偏光C 2 0の光路上の各円偏光をC 2 1、C 2 2、C 2 3…と示す。また、ここで説明する円偏光は、厳密な円偏光であってもよいし、楕円偏光に近似した円偏光であってもよい。

[0040] 《構成例1》

図6は、偏光変換素子1の一構成例を示す断面図である。

偏光変換素子1は、導光板(第1導光板)3と、透過型の偏光回折格子(第1偏光回折格子)TPGと、を備えている。

[0041] 導光板3は、第1主面3Aと、第1主面3Aと反対側の第2主面3Bと、側面3Cと、を有している。導光板3は、例えば、透明なガラス板または透明な合成樹脂板によって構成されている。側面3Cは、導光板3の厚さ方向に沿って形成された面である。

[0042] 偏光回折格子TPGは、側面3Cに対向している。ここでの偏光回折格子TPGは、図1に示した液晶素子10のうちの液晶層LC1に相当する。但し、図1に示した液晶素子10が側面3Cに対向していてもよく、この場合には、透明基板11が側面3Cに接着される。あるいは、図1に示した液晶素子10の透明基板12及び配向膜AL12が省略され、液晶層LC1の主面LS1が側面3Cに接着されてもよい。この場合には、液晶層LC1は、導光板3と透明基板11との間に配置される。

[0043] 側面3Cの法線3CNは、図1に示した第3方向Zに一致する。つまり、偏光回折格子TPGは、側面3Cの法線3CNに沿って配向したネマティック液晶を有している。図1に示した液晶構造体LMS1を構成する複数の液晶分子LM1は、法線3CNに沿って並び、また、これらの液晶分子LM1の配向方向は、法線3CNに沿って一様であるが、上記の通り、僅かにツイストしていてもよい。

[0044] 導光板3の第1主面3Aは、導光板3の屈折率より小さい屈折率を有する低屈折率媒体に接している。低屈折率媒体は、例えば薄膜4であるが、空気であってもよい。あるいは、薄膜4は、高反射率の材料で形成された反射層

であってもよい。このような第1主面3Aは、後述するが、偏光回折格子TPGで回折された光などを全反射する界面を形成している。

[0045] 光源5は、偏光回折格子TPGに対向している。なお、光源5と偏光回折格子TPGとの間に、各種レンズを含む光学系が配置されていてもよい。光源5は、非偏光状態の光NPを偏光回折格子TPGに向けて出射するように構成されている。

[0046] 光源5から出射された光NPは、偏光回折格子TPGにおいて第1円偏光C10と第2円偏光C20とに分離される。例えば、第1円偏光C10は右回りの円偏光(R)であり、第2円偏光C20は左回りの円偏光(L)である。第2円偏光C20は、偏光回折格子TPGにおいて導光板3の第2主面3Bに向けて回折される。

[0047] 第1円偏光C10は、偏光回折格子TPGにおいて導光板3の第1主面3Aに向けて回折される。臨界角以上の入射角で第1主面3Aに到達した第1円偏光C10は、導光板3と薄膜4との界面で全反射される。このとき、第1円偏光C10に含まれるs偏光成分及びp偏光成分は、それぞれ位相シフトを生じる。この結果、全反射された光C11は、第1円偏光C10とは逆回りの円偏光に変換される。つまり、光C11は、第2円偏光C20と同様に、左回りの円偏光である。

[0048] このような第2円偏光C20及び光C11は、第2主面3Bを透過し、概ね偏光状態が揃った照明光を形成することができる。つまり、ここで説明した偏光変換素子1によれば、光源5から出射された非偏光状態の光NPを、ほとんどロスすることなく、概ね偏光状態が揃った光(円偏光)に変換することができ、光の利用効率を向上することができる。

[0049] 照明対象の一例としての表示パネル(例えば液晶パネル)PNLは、点線で示すように、第2主面3Bに重畳するように配置され、第2主面3Bを透過した照明光によって照明される。このように、偏光変換素子1は、光源5を伴って、照明装置ILを構成することができる。さらには、偏光変換素子1、光源5、及び、表示パネルPNLは、表示装置DSPを構成することが

できる。

[0050] 《構成例2》

図7は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

図7に示す例は、図6に示した例と比較して、偏光変換素子1が透過型の偏光回折格子（第1偏光回折格子）TPG1と、透過型の偏光回折格子（第2偏光回折格子）TPG2と、位相差板RTと、を備えた点で相違している。なお、側面3Cに対向する偏光回折格子TPG1は、図6に示した偏光回折格子TPGと同一であり、説明を省略する。

[0051] 偏光回折格子TPG2は、第2主面3Bに対向している。ここでの偏光回折格子TPG2は、図1に示した液晶素子10のうちの液晶層LC1に相当する。但し、図1に示した液晶素子10が第2主面3Bに対向していてもよく、この場合には、透明基板11が第2主面3Bに接着される。あるいは、図1に示した液晶素子10の透明基板12及び配向膜AL12が省略され、液晶層LC1の主面LS1が第2主面3Bに接着されてもよい。この場合には、液晶層LC1は、導光板3と透明基板11との間に配置される。

[0052] 第2主面3Bの法線3BNは、図1に示した第3方向Zに一致する。つまり、偏光回折格子TPG2は、第2主面3Bの法線3BNに沿って配向したネマティック液晶を有している。図1に示した液晶構造体LMS1を構成する複数の液晶分子LM1は、法線3BNに沿って並び、また、これらの液晶分子LM1の配向方向は、法線3BNに沿って一様であるが、上記の通り、僅かにツイストしていてもよい。なお、偏光回折格子TPG2は、液晶分子の配向状態に応じた位相分布を調整することにより、集束または発散のレンズ作用を有するように構成されてもよい。

[0053] 位相差板RTは、偏光回折格子TPG2に対向している。位相差板RTは偏光回折格子TPG2に接着されていてもよいし、位相差板RTと偏光回折格子TPG2との間に空気層が介在していてもよい。位相差板RTは、 $1/4$ 波長板であり、透過する光に対して $1/4$ 波長の位相差を付与するものである。

なお、位相差板 R T は、例えば特定波長の光に対して  $1/4$  波長の位相差を付与するものであるが、これに限らない。例えば、位相差板 R T としては、可視光域の各波長の光に対しても略  $1/4$  波長の位相差を付与する広帯域型の位相差板を適用することができる。

[0054] 光源 5 から出射された光 N P は、偏光回折格子 T P G 1 において第 1 円偏光 C 1 0 と第 2 円偏光 C 2 0 とに分離される。例えば、第 1 円偏光 C 1 0 は右回りの円偏光 (R) であり、第 2 円偏光 C 2 0 は左回りの円偏光 (L) である。

[0055] 第 1 円偏光 C 1 0 は、偏光回折格子 T P G 1 において導光板 3 の第 1 主面 3 A に向けて回折される。第 1 主面 3 A で全反射された光 C 1 1 は、第 1 円偏光 C 1 0 とは逆回りの円偏光に変換される。つまり、光 C 1 1 は、左回りの円偏光である。

光 C 1 1 は、偏光回折格子 T P G 2 において法線 3 B N に沿った方向に回折され、且つ、光 C 1 1 とは逆回りの円偏光に変換される。つまり、偏光回折格子 T P G 2 によって回折された光 C 1 2 は、右回りの円偏光である。光 C 1 2 は、位相差板 R T において直線偏光 (P L) である光 C 1 3 に変換される。

[0056] 第 2 円偏光 C 2 0 は、偏光回折格子 T P G 1 において導光板 3 の第 2 主面 3 B に向けて回折される。第 2 円偏光 C 2 0 は、偏光回折格子 T P G 2 において法線 3 B N に沿った方向に回折され、且つ、第 2 円偏光 C 2 0 とは逆回りの円偏光に変換される。つまり、偏光回折格子 T P G 2 によって回折された光 C 2 1 は、右回りの円偏光である。光 C 2 1 は、位相差板 R T において直線偏光 (P L) である光 C 2 2 に変換される。

[0057] このような光 C 1 2 及び光 C 2 2 は、概ね偏光軸が揃った直線偏光の照明光を形成することができる。照明対象の一例としての表示パネル P N L は、位相差板 R T に重畳するように配置され、位相差板 R T を透過した照明光によって照明される。

[0058] このような偏光変換素子 1 によれば、光源 5 から出射された非偏光状態の

光NPを、概ね偏光状態が揃った光（直線偏光）に変換することができ、光の利用効率を向上することができる。

[0059] 《構成例3》

図8は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

図8に示す例は、図6に示した例と比較して、偏光変換素子1が導光板3及び透過型の偏光回折格子TPGの他に、反射型の偏光回折格子RPGと、位相差板RTと、を備えた点で相違している。

[0060] 偏光回折格子TPGは、側面3Cに対向している。ここでの偏光回折格子TPGは、図1に示した液晶素子10のうちの液晶層LC1に相当する。但し、図1に示した液晶素子10が側面3Cに対向していてもよく、この場合には、透明基板11が側面3Cに接着される。あるいは、図1に示した液晶素子10の透明基板12及び配向膜AL12が省略され、液晶層LC1の主面LS1が側面3Cに接着されてもよい。この場合には、液晶層LC1は、導光板3と透明基板11との間に配置される。

[0061] 側面3Cの法線3CNは、図1に示した第3方向Zに一致する。つまり、偏光回折格子TPGは、側面3Cの法線3CNに沿って配向したネマティック液晶を有している。図1に示した液晶構造体LMS1を構成する複数の液晶分子LM1は、法線3CNに沿って並び、また、これらの液晶分子LM1の配向方向は、法線3CNに沿って一様であるが、上記の通り、僅かにツイストしていてもよい。

[0062] 偏光回折格子RPGは、第1主面3Aに対向している。ここでの偏光回折格子RPGは、例えば図2に示した液晶素子20のうちの液晶層LC2に相当する。但し、図2に示した液晶素子20が第1主面3Aに対向していてもよく、この場合には、透明基板21が第1主面3Aに接着される。あるいは、図2に示した液晶素子20の透明基板22及び配向膜AL22が省略され、液晶層LC2の主面LS2が第1主面3Aに接着されてもよい。この場合には、液晶層LC2は、導光板3と透明基板21との間に配置される。

[0063] 第1主面3Aの法線3ANは、図2に示した第3方向Zに一致する。つま

り、偏光回折格子RPGはコレステリック液晶CLを有し、コレステリック液晶CLの螺旋軸AXは第1主面3Aの法線3ANにほぼ平行である。あるいは、偏光回折格子RPGが図3に示した液晶素子20の液晶層LC2である場合、コレステリック液晶CLの螺旋軸AXは、法線3ANに対して傾斜している。偏光回折格子RPGは、第1主面3Aに対して傾斜した反射面RSを有している。

[0064] ここでは、図の右側にコレステリック液晶CLを模式的に示している。例えば、コレステリック液晶CLは、特定波長 $\lambda$ の右回りの円偏光を反射するべく旋回しており、且つ、螺旋軸AXに沿って螺旋ピッチPを有している。コレステリック液晶CLにおいて、螺旋ピッチPは、螺旋軸AXに沿ってほとんど変化することなく一定である。

[0065] 位相差板RTは、第2主面3Bに対向している。位相差板RTは導光板3に接着されていてもよいし、位相差板RTと導光板3との間に空気層が介在していてもよい。位相差板RTは、 $1/4$ 波長板であり、透過する光に対して $1/4$ 波長の位相差を付与するものである。

[0066] 光源5から出射された非偏光状態の光NPは、偏光回折格子TPGにおいて第1円偏光C10と第2円偏光C20とに分離される。例えば、第1円偏光C10は右回りの円偏光(R)であり、第2円偏光C20は左回りの円偏光(L)である。

[0067] 第1円偏光C10は、偏光回折格子TPGにおいて導光板3の第1主面3Aに向けて回折される。回折された第1円偏光C10は、第1主面3Aを透過し、偏光回折格子RPGの反射面RSにおいて法線3ANに沿った方向に反射される。反射された光C11は、第1円偏光C10と同様の右回りの円偏光である。光C11は、第2主面3Bを透過し、位相差板RTにおいて直線偏光(PL)である光C12に変換される。

[0068] 第2円偏光C20は、偏光回折格子TPGにおいて導光板3の第2主面3Bに向けて回折される。臨界角以上の入射角で第2主面3Bに到達した第2円偏光C20は、導光板3と位相差板RTとの界面で全反射される。全反射

された光C21は、第2円偏光C20とは逆回りの円偏光に変換される。つまり、光C21は、右回りの円偏光である。

光C21は、第1主面3Aを透過し、偏光回折格子RPGの反射面RSにおいて法線3ANに沿った方向に反射される。反射された光C22は、光C21と同様の右回りの円偏光である。光C22は、第2主面3Bを透過し、位相差板RTにおいて直線偏光(PL)である光C23に変換される。

[0069] このような光C12及び光C23は、概ね偏光軸が揃った直線偏光の照明光を形成することができる。照明対象の一例としての表示パネルPNLは、位相差板RTに重畳するように配置され、位相差板RTを透過した照明光によって照明される。

[0070] このような偏光変換素子1によれば、光源5から出射された非偏光状態の光NPを、概ね偏光状態が揃った光(直線偏光)に変換することができ、光の利用効率を向上することができる。

[0071] なお、位相差板RTと表示パネルPNLとの間に、光拡散シート、プリズムシート、偏光子などが配置されてもよい。

[0072] 《構成例4》

図9は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

図9に示す例は、図8に示した例と比較して、偏光回折格子RPGが厚さの分布を有している点で相違している。

[0073] すなわち、偏光回折格子RPGは、複数の領域A1乃至A4を有している。領域A1(第1領域)は、偏光回折格子TPGあるいは光源5に近接する側に位置している。領域A2(第2領域)は偏光回折格子TPGから離間する側に位置し、領域A1は偏光回折格子TPGと領域A2との間に位置している。領域A2は領域A1と領域A3との間に位置し、領域A3は領域A2と領域A4との間に位置している。つまり、領域A1乃至A4は、偏光回折格子TPGから離間する側に向かって順に並んでいる。これらの領域A1乃至A4の厚さの関係について、以下に説明する。

[0074] 図10は、偏光回折格子RPGの領域A1乃至4Aを説明するための図で

ある。

領域A1は、コレステリック液晶CL1を有する領域であり、厚さT1を有している。領域A2は、コレステリック液晶CL2を有する領域であり、厚さT2を有している。領域A3は、コレステリック液晶CL3を有する領域であり、厚さT3を有している。領域A4は、コレステリック液晶CL4を有する領域であり、厚さT4を有している。ここでの厚さとは、例えば、偏光回折格子RPGが接する第1主面3Aの法線3ANに沿った長さである。

[0075] 領域A1の厚さT1は領域A2の厚さT2より小さく、領域A2の厚さT2は領域A3の厚さT3より小さく、領域A3の厚さT3は領域A4の厚さT4より小さい ( $T1 < T2 < T3 < T4$ )。

[0076] コレステリック液晶CL1乃至CL4の各々は、同一の螺旋ピッチPを有している。コレステリック液晶CL1の螺旋軸AXに沿った長さL1は、実質的に厚さT1と同等であり、 $P * N1$ として表記される。コレステリック液晶CL2の長さL2は、実質的に厚さT2と同等であり、 $P * N2$ と表記される。コレステリック液晶CL3の長さL3は、実質的に厚さT3と同等であり、 $P * N3$ と表記される。コレステリック液晶CL4の長さL4は、実質的に厚さT4と同等であり、 $P * N4$ と表記される。但し、N1乃至N4は、例えば10以下である。

[0077] このとき、N1はN2より小さく、N2はN3より小さく、N3はN4より小さい ( $N1 < N2 < N3 < N4$ )。そして、長さL1は長さL2より小さく、長さL2は長さL3より小さく、長さL3は長さL4より小さい ( $L1 < L2 < L3 < L4$ )。

[0078] コレステリック液晶において、係数(N1乃至N4)が例えば10以下の範囲では、係数が大きいほど、反射率が高い傾向にある。このため、領域A2のコレステリック液晶CL2による反射率は、領域A1のコレステリック液晶CL1による反射率より高い。同様に、領域A3の反射率は領域A2の反射率より高く、領域A4の反射率は領域A3の反射率より高い。

- [0079] 再び、図9に戻って偏光変換素子1の光学作用について説明する。
- [0080] 光源5から出射された非偏光状態の光NPは、偏光回折格子TPGにおいて第1円偏光C10と第2円偏光C20とに分離される。例えば、第1円偏光C10は右回りの円偏光(R)であり、第2円偏光C20は左回りの円偏光(L)である。
- [0081] 第1円偏光C10は、偏光回折格子TPGにおいて導光板3の第1主面3Aに向けて回折される。回折された第1円偏光C10の一部は、偏光回折格子RPGの領域A1に形成された反射面RSにおいて法線3ANに沿った方向に反射される。反射された光C11は、第1円偏光C10と同様の右回りの円偏光であり、位相差板RTにおいて直線偏光(PL)に変換される。
- [0082] 回折された第1円偏光C10のその他の成分は、全反射され、第1円偏光C10とは逆回りの円偏光に変換される。つまり、全反射された光C12は、左回りの円偏光である。光C12は、第2主面3Bにおいて全反射され、光C12とは逆回りの円偏光に変換される。つまり、全反射された光C13は、右回りの円偏光である。光C13の一部は、偏光回折格子RPGの領域A3に形成された反射面RSにおいて法線3ANに沿った方向に反射される。反射された光C14は、右回りの円偏光であり、位相差板RTにおいて直線偏光(PL)に変換される。
- [0083] 第2円偏光C20は、偏光回折格子TPGにおいて導光板3の第2主面3Bに向けて回折される。回折された第2円偏光C20は、第2主面3Bにおいて全反射され、第2円偏光C20とは逆回りの円偏光に変換される。つまり、全反射された光C21は、右回りの円偏光である。光C21の一部は、偏光回折格子RPGの領域A2に形成された反射面RSにおいて法線3ANに沿った方向に反射される。反射された光C22は、右回りの円偏光であり、位相差板RTにおいて直線偏光(PL)に変換される。
- [0084] 光C21のその他の成分は、全反射され、光C21とは逆回りの円偏光に変換される。つまり、全反射された光C23は、左回りの円偏光に変換される。光C23は、第2主面3Bにおいて全反射され、光C23とは逆回りの

円偏光に変換される。つまり、全反射された光C 2 4は、右回りの円偏光である。光C 2 4の一部は、偏光回折格子R P Gの領域A 4に形成された反射面R Sにおいて法線3 A Nに沿った方向に反射される。反射された光C 2 5は、右回りの円偏光であり、位相差板R Tにおいて直線偏光（P L）に変換される。

[0085] このような偏光変換素子1によれば、上記の効果に加えて、光源5に近接する側と、光源5から離れた側とで、照明光の輝度分布の差を低減することができる。

[0086] 《構成例5》

図1 1は、偏光回折格子R P Gを備えた液晶素子2 0の他の例を示す断面図である。

偏光回折格子R P Gに相当する液晶層L C 2は、複数の液晶構造体（コレステリック液晶）L M S 2を有している。液晶構造体L M S 2を構成する複数の液晶分子L M 2は、それぞれの配向方向が固定された状態で硬化している。

また、液晶層L C 2は、配向膜A L 2 1と配向膜A L 2 2との間に、点線で示すような複数の反射面R Sを有している。反射面R Sは、曲面であり、透明基板2 2と対向する側に凹であり、透明基板2 1と対向する側に凸である。なお、反射面R Sは、透明基板2 2と対向する側に凸であってもよい。

このような液晶素子2 0は、反射面R Sにおいて、入射光のうちの一部の円偏光を反射するとともに集束または発散するレンズ作用を有するものである。

[0087] 図1 2は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

図1 2に示す例は、図9に示した例と比較して、偏光変換素子1が図1 1に示した偏光回折格子R P Gを備えている点で相違している。各部の説明は省略する。また、各光路上の光についても、図9に示した例と同一の参照符号を付して詳細な説明を省略する。

第1円偏光C 1 0の一部は、偏光回折格子R P Gの反射面R Sにおいて反

射されるとともに偏光回折格子RPGのレンズ作用を受けて発散する。第1円偏光C10と同様の円偏光である光C13の一部、光C21の一部、光C24の一部は、それぞれ反射面RSにおいて反射され、且つ、発散する。なお、反射面RSの形状を変更することにより、第1円偏光C10と同様の円偏光を反射し、且つ、集束することもできる。

[0088] 《構成例6》

図13は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

図13に示す例は、図8に示した例と比較して、偏光変換素子1が透過型の偏光回折格子（第1偏光回折格子）TPGの他に、複数の反射型の偏光回折格子RPG1、RPG2、RPG3を備えている点で相違している。偏光回折格子（第2偏光回折格子）RPG1は反射面RS1を有し、偏光回折格子（第3偏光回折格子）RPG2は反射面RS2を有し、偏光回折格子RPG3は反射面RS3を有している。第1主面3Aと平行な面に対する反射面RS1乃至RS3の各々の傾斜角 $\theta_1$ 乃至 $\theta_3$ は、ほぼ同一である。

[0089] 偏光回折格子RPG2は、偏光回折格子RPG1に対向し、偏光回折格子RPG1と導光板3との間に配置されている。偏光回折格子RPG3は、偏光回折格子RPG2に対向し、偏光回折格子RPG2と導光板3との間に配置されている。偏光回折格子RPG3は、第1主面3Aに接している。

[0090] 偏光回折格子RPG1、偏光回折格子RPG2、及び、偏光回折格子RPG3は、法線3ANに沿って積層されている。なお、偏光回折格子RPG1、偏光回折格子RPG2、及び、偏光回折格子RPG3の積層順に関しては、図示した例に限らない。偏光回折格子RPG1、偏光回折格子RPG2、及び、偏光回折格子RPG3は、図2及び図3などを参照して説明した液晶素子20と同等のものである。

[0091] 但し、偏光回折格子RPG1、偏光回折格子RPG2、及び、偏光回折格子RPG3について、各々の螺旋ピッチは、互いに異なる。この点について、以下に説明する。

[0092] 図14は、偏光回折格子RPG1乃至RPG3を模式的に示す図である。

偏光回折格子RPG1は、赤波長の第1円偏光を反射するように構成されている。偏光回折格子RPG1に含まれるコレステリック液晶CL1は、螺旋軸AX1に沿って螺旋ピッチP1を有している。螺旋ピッチP1は、赤波長に対応するように最適化されている。このようなコレステリック液晶CL1は、図13に示した反射面RS1を形成する。

[0093] 偏光回折格子RPG2は、緑波長の第1円偏光を反射するように構成されている。つまり、偏光回折格子RPG2に含まれるコレステリック液晶CL2の旋回方向は、コレステリック液晶CL1の旋回方向と同一である。また、コレステリック液晶CL2の螺旋軸AX2は、コレステリック液晶CL1の螺旋軸AX1とほぼ平行である。コレステリック液晶CL2は、螺旋軸AX2に沿って螺旋ピッチP2を有している。螺旋ピッチP2は、螺旋ピッチP1より小さい( $P2 < P1$ )。螺旋ピッチP2は、緑波長に対応するように最適化されている。このようなコレステリック液晶CL2は、図13に示した反射面RS2を形成する。

[0094] 偏光回折格子RPG3は、青波長の第1円偏光を反射するように構成されている。つまり、偏光回折格子RPG3に含まれるコレステリック液晶CL3の旋回方向は、コレステリック液晶CL2の旋回方向と同一である。また、コレステリック液晶CL3の螺旋軸AX3は、コレステリック液晶CL2の螺旋軸AX2とほぼ平行である。コレステリック液晶CL3は、螺旋軸AX3に沿って螺旋ピッチP3を有している。螺旋ピッチP3は、螺旋ピッチP2より小さい( $P3 < P2$ )。螺旋ピッチP3は、青波長に対応するように最適化されている。このようなコレステリック液晶CL3は、図13に示した反射面RS3を形成する。

[0095] 再び、図13に戻って偏光変換素子1の光学作用について説明する。

[0096] 光源5は、非偏光状態の光NPを偏光回折格子TPGに向けて出射する。光NPは、赤波長( $\lambda R$ )、緑波長( $\lambda G$ )、及び、青波長( $\lambda B$ )の各々の成分を含んでいる。光NPは、偏光回折格子TPGにおいて第1円偏光C10と第2円偏光C20とに分離されるが、ここでは第1主面3Aに向けて

回折される第1円偏光C10のみを図示している。第1円偏光C10は、例えば右回りの円偏光である。

[0097] 偏光回折格子TPGによって回折される第1円偏光C10の法線3CNに対する回折角度に関しては、長波長ほど大きい。このため、赤波長の第1円偏光RC10は、緑波長の第1円偏光GC10と比較して、より大きな回折角度で回折される。また、緑波長の第1円偏光GC10は、青波長の第1円偏光BC10と比較して、より大きな回折角度で回折される。

[0098] 第1円偏光RC10は、偏光回折格子RPG3及びRPG2を透過して、偏光回折格子RPG1の反射面RS1において反射される。第1円偏光GC10は、偏光回折格子RPG3を透過して、偏光回折格子RPG2の反射面RS2において反射される。第1円偏光BC10は、偏光回折格子RPG3の反射面RS3において反射される。

[0099] 上記の通り、反射面RS1乃至RS3の各々の傾斜角 $\theta_1$ 乃至 $\theta_3$ がほぼ同一であるため、反射面RS1で反射された光RC11、反射面RS2で反射された光GC11、及び、反射面RS3で反射された光BC11は、第2主面3Bの法線3BNに対して、それぞれ異なる角度で第2主面3Bを透過することになる。

[0100] 光RC11、光GC11、及び、光BC11は、それぞれ第1円偏光と同様の右回りの円偏光であり、位相差板RTにおいて直線偏光(PL)に変換される。

[0101] 《構成例7》

図15は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

図15に示す例は、図13に示した例と比較して、反射面RS1乃至RS3の各々の傾斜角 $\theta_1$ 乃至 $\theta_3$ が互いに異なる点で相違している。反射面RS1の傾斜角 $\theta_1$ は、反射面RS2の傾斜角 $\theta_2$ より小さい( $\theta_1 < \theta_2$ )。反射面RS2の傾斜角 $\theta_2$ は、反射面RS3の傾斜角 $\theta_3$ より小さい( $\theta_2 < \theta_3$ )。

なお、偏光回折格子RPG1に含まれるコレステリック液晶CL1、偏光

回折格子RPG2に含まれるコレステリック液晶CL2、及び、偏光回折格子RPG3に含まれるコレステリック液晶CL3については、図14を参照して説明した通りである。

[0102] 光源5から出射された非偏光状態の光NPは、偏光回折格子TPGにおいて第1円偏光C10と第2円偏光C20とに分離されるが、ここでは第1主面3Aに向けて回折される第1円偏光C10のみを図示している。第1円偏光C10は、例えば右回りの円偏光である。

[0103] 赤波長の第1円偏光RC10は、偏光回折格子RPG1の反射面RS1において反射される。緑波長の第1円偏光GC10は、偏光回折格子RPG2の反射面RS2において反射される。青波長の第1円偏光BC10は、偏光回折格子RPG3の反射面RS3において反射される。

[0104] 反射面RS1乃至RS3の各々の傾斜角 $\theta_1$ 乃至 $\theta_3$ は、反射面RS1で反射された光RC11、反射面RS2で反射された光GC11、及び、反射面RS3で反射された光BC11をほぼ同一の方向に反射するように設定されている。つまり、光RC11、光GC11、及び、光BC11の各々は、第2主面3Bの法線3BNに対して、ほぼ同一の角度で第2主面3Bを透過することになる。

[0105] 光RC11、光GC11、及び、光BC11は、それぞれ第1円偏光と同様の右回りの円偏光であり、位相差板RTにおいて直線偏光(PL)に変換される。

[0106] このような偏光変換素子1によれば、図13に示した例と比較して、色収差を軽減することができる。このため、色ムラの少ない照明光を形成することができる。

[0107] 《構成例8》

図16は、偏光変換素子1の他の構成例を示す断面図である。

偏光変換素子1は、導光板31乃至33と、透過型の偏光回折格子TPG1乃至TPG3と、反射型の偏光回折格子RPG1乃至RPG3と、位相差板RTと、を備えている。

[0108] 偏光回折格子RPG1は、導光板31の第1主面31Aに対向し、第1主面31Aに対して傾斜角 $\theta_1$ で傾斜した反射面RS1を有している。

偏光回折格子RPG2は、導光板31の第2主面31B及び導光板32の第1主面32Aに対向し、第1主面32Aに対して傾斜角 $\theta_2$ で傾斜した反射面RS2を有している。

偏光回折格子RPG3は、導光板32の第2主面32B及び導光板33の第1主面33Aに対向し、第1主面33Aに対して傾斜角 $\theta_3$ で傾斜した反射面RS3を有している。これらの傾斜角 $\theta_1$ 乃至 $\theta_3$ は、互いに異なり、図15を参照して説明したように設定されている。

[0109] 偏光回折格子TPG1は導光板31の側面31Cに対向し、偏光回折格子TPG2は導光板32の側面32Cに対向し、偏光回折格子TPG3は導光板33の側面33Cに対向している。なお、側面31C、側面32C、及び、側面33Cには、共通の偏光回折格子TPGが配置されていてもよい。偏光回折格子TPG1乃至TPG3は、それぞれ非偏光状態の光を第1円偏光と第2円偏光とに分離するが、第1円偏光のみを図示し、第2円偏光の説明を省略する。

[0110] 光源51は、偏光回折格子TPG1に対向し、赤波長( $\lambda_R$ )の非偏光状態の光NP1を偏光回折格子TPG1に向けて出射するように構成されている。

光源52は、偏光回折格子TPG2に対向し、緑波長( $\lambda_G$ )の非偏光状態の光NP2を偏光回折格子TPG2に向けて出射するように構成されている。

光源53は、偏光回折格子TPG3に対向し、青波長( $\lambda_B$ )の非偏光状態の光NP3を偏光回折格子TPG3に向けて出射するように構成されている。

[0111] 光NP1のうちの第1円偏光RC10は、偏光回折格子TPG1によって第1主面31Aに向けて回折される。第1円偏光RC10は、偏光回折格子RPG1の反射面RS1において反射される。反射面RS1で反射された光

RC11は、偏光回折格子RPG2、導光板32、偏光回折格子RPG3、導光板33を透過し、位相差板RTにおいて直線偏光に変換される。

[0112] 光NP2のうちの第1円偏光GC10は、偏光回折格子TPG2によって第1主面32Aに向けて回折される。第1円偏光GC10は、偏光回折格子RPG2の反射面RS2において反射される。反射面RS2で反射された光GC11は、偏光回折格子RPG3、導光板33を透過し、位相差板RTにおいて直線偏光に変換される。

[0113] 光NP3のうちの第1円偏光BC10は、偏光回折格子TPG3によって第1主面33Aに向けて回折される。第1円偏光BC10は、偏光回折格子RPG3の反射面RS3において反射される。反射面RS3で反射された光BC11は、位相差板RTにおいて直線偏光に変換される。

[0114] このような偏光変換素子1によれば、色収差が軽減され、色ムラの少ない照明光を形成することができる。

[0115] 以上説明したように、本実施形態によれば、光の利用効率を向上することが可能な偏光変換素子を提供することができる。

[0116] なお、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これらの新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

## 符号の説明

- [0117] 1…偏光変換素子  
3…導光板 3A…第1主面 3B…第2主面 3C…側面  
5…光源  
TPG…透過型偏光回折格子 LC1…液晶層  
RPG…反射型偏光回折格子 LC2…液晶層 RS…反射面

R T…位相差板

## 請求の範囲

- [請求項1] 第1主面と、前記第1主面と反対側の第2主面と、側面と、を有する第1導光板と、  
前記側面に対向する透過型の第1偏光回折格子と、  
前記第1主面に対向する反射型の第2偏光回折格子と、を備え、  
前記第1偏光回折格子は、前記側面の法線方向に沿って配向したネマティック液晶を有し、無偏光状態の入射光のうち第1円偏光を回折するとともに第1円偏光とは逆回りの第2円偏光を前記第1円偏光とは異なる方向に回折するように構成され、  
前記第2偏光回折格子は、前記第1主面に対して傾斜した反射面を形成するコレステリック液晶を有し、前記反射面において前記第1円偏光を反射するように構成されている、偏光変換素子。
- [請求項2] さらに、前記第2主面に対向する位相差板を備えている、請求項1に記載の偏光変換素子。
- [請求項3] 前記第2偏光回折格子は、第1コレステリック液晶を有する第1領域と、第2コレステリック液晶を有する第2領域と、を有し、  
前記第1領域は、前記第1偏光回折格子と前記第2領域との間に位置し、  
前記第1コレステリック液晶及び前記第2コレステリック液晶の各々は、同一の螺旋ピッチを有し、  
前記第1領域の厚さは、前記第2領域の厚さより小さい、請求項2に記載の偏光変換素子。
- [請求項4] 前記第2偏光回折格子は、前記第1円偏光を集束または発散するレンズ作用を有している、請求項2に記載の偏光変換素子。
- [請求項5] 前記第2偏光回折格子は、第1コレステリック液晶を有する第1領域と、第2コレステリック液晶を有する第2領域と、を有し、  
前記第1領域は、前記第1偏光回折格子と前記第2領域との間に位置し、

前記第1 コレステリック液晶及び前記第2 コレステリック液晶の各々は、同一の螺旋ピッチを有し、

前記第1 領域の厚さは、前記第2 領域の厚さより小さい、請求項1 に記載の偏光変換素子。

[請求項6] 前記第2 偏光回折格子は、前記第1 円偏光を集束または発散するレンズ作用を有している、請求項1 に記載の偏光変換素子。

[請求項7] さらに、前記第2 偏光回折格子に対向する反射型の第3 偏光回折格子を備え、

前記第3 偏光回折格子は、前記第1 主面に対して傾斜した反射面を形成するコレステリック液晶を有し、

前記第3 偏光回折格子におけるコレステリック液晶の螺旋ピッチは、前記第2 偏光回折格子におけるコレステリック液晶の螺旋ピッチとは異なる、請求項1 に記載の偏光変換素子。

[請求項8] 前記第3 偏光回折格子における反射面の傾斜角は、前記第2 偏光回折格子における反射面の傾斜角とは異なる、請求項7 に記載の偏光変換素子。

[請求項9] さらに、前記第2 主面に対向する反射型の第3 偏光回折格子と、前記第3 偏光回折格子に対向する第2 導光板と、を備え、

前記第3 偏光回折格子は、前記第1 主面に対して傾斜した反射面を形成するコレステリック液晶を有し、

前記第3 偏光回折格子におけるコレステリック液晶の螺旋ピッチは、前記第2 偏光回折格子におけるコレステリック液晶の螺旋ピッチとは異なる、請求項1 に記載の偏光変換素子。

[請求項10] 前記第3 偏光回折格子における反射面の傾斜角は、前記第2 偏光回折格子における反射面の傾斜角とは異なる、請求項9 に記載の偏光変換素子。

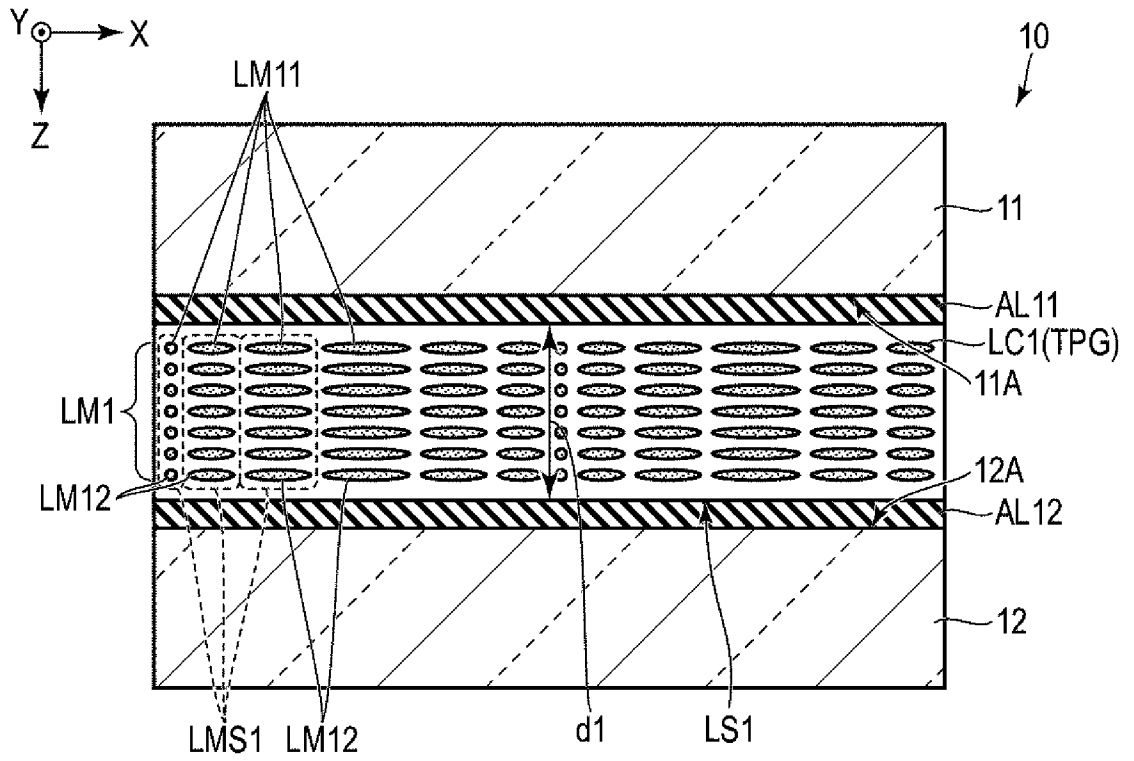
[請求項11] 第1 主面と、前記第1 主面と反対側の第2 主面と、側面と、を有する第1 導光板と、

前記側面に対向する透過型の第1偏光回折格子と、  
前記第2主面に対向する透過型の第2偏光回折格子と、を備え、  
前記第1偏光回折格子は、前記側面の法線方向に沿って配向したネマティック液晶を有し、無偏光状態の入射光のうち第1円偏光を回折するとともに第1円偏光とは逆回りの第2円偏光を前記第1円偏光とは異なる方向に回折するように構成され、

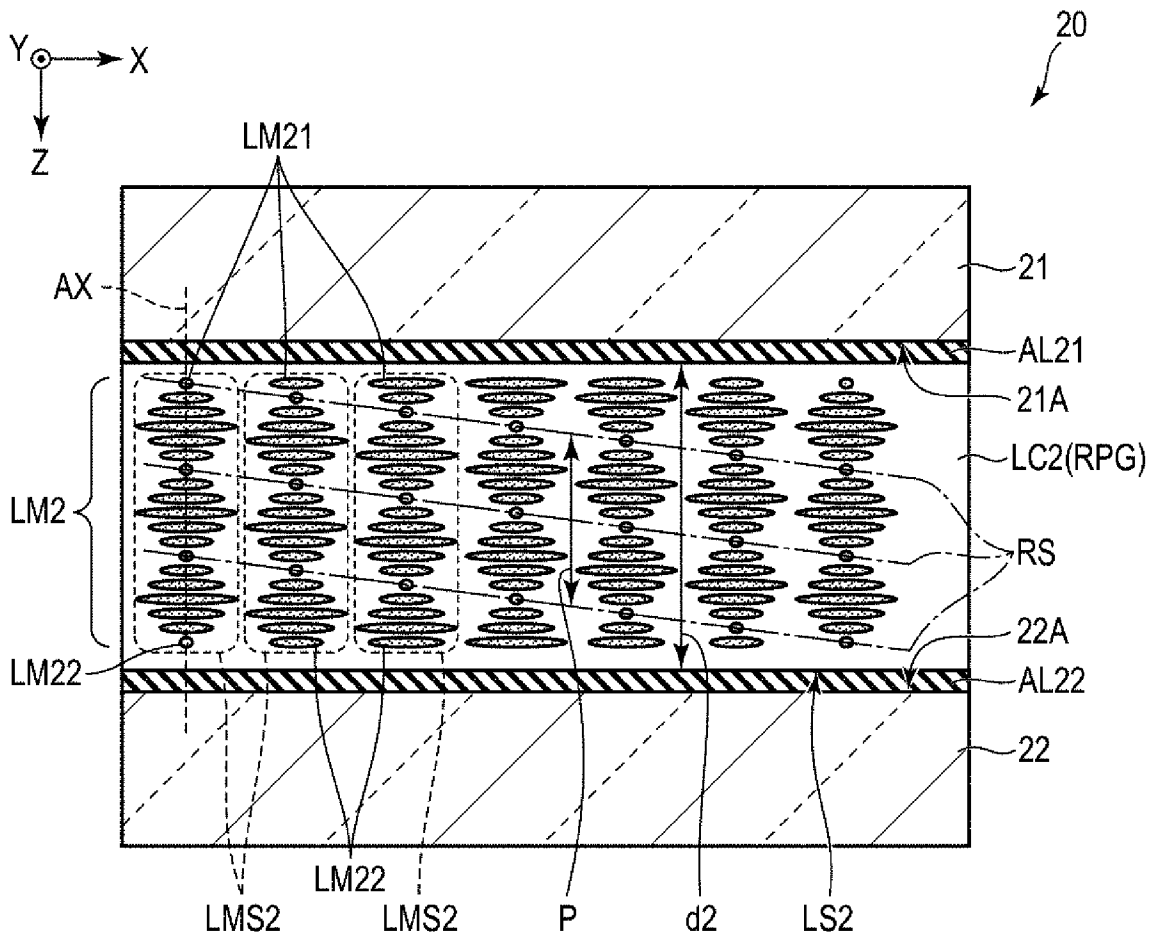
前記第2偏光回折格子は、前記第2主面の法線方向に沿って配向したネマティック液晶を有し、前記第1円偏光及び前記第2円偏光を回折するように構成されている、偏光変換素子。

[請求項12] さらに、前記第2偏光回折格子に対向する位相差板を備えている、請求項11に記載の偏光変換素子。

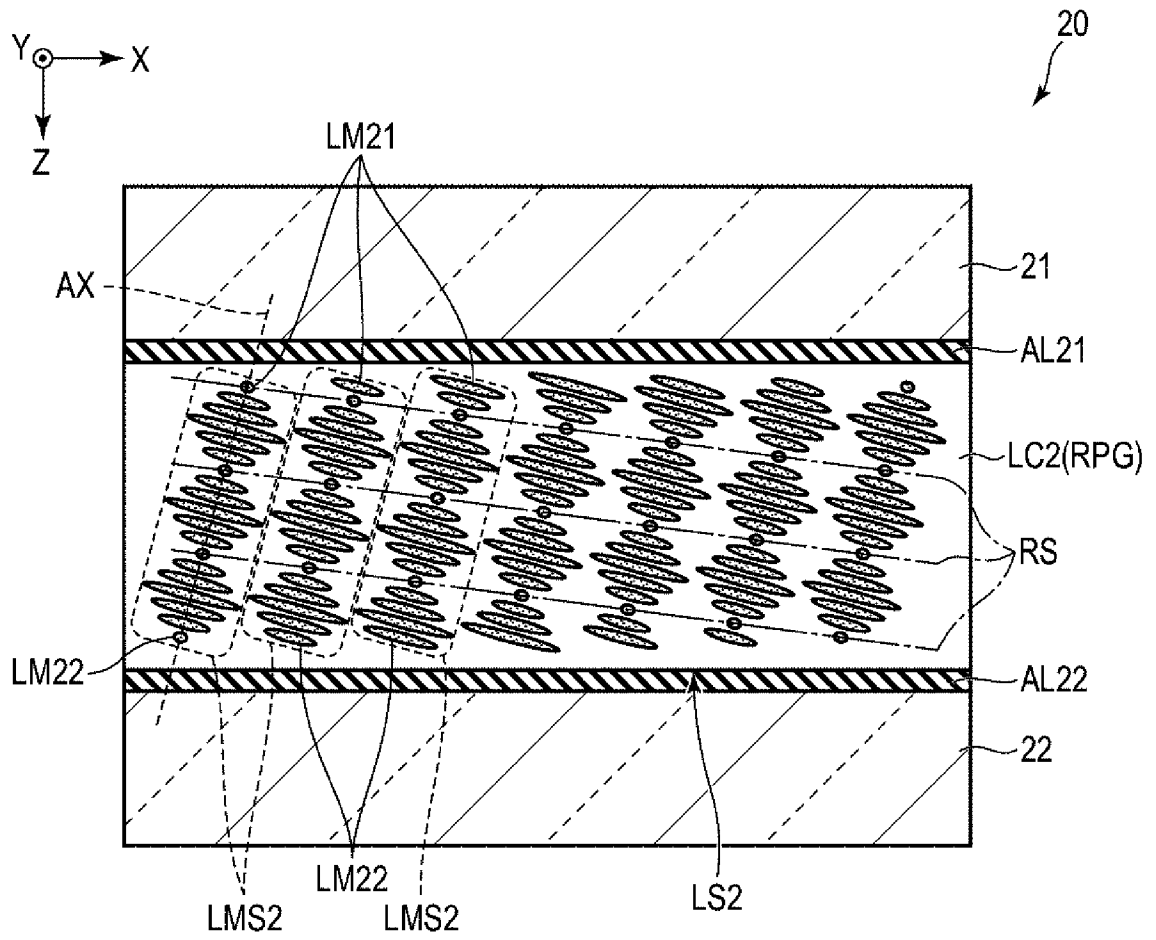
[図1]



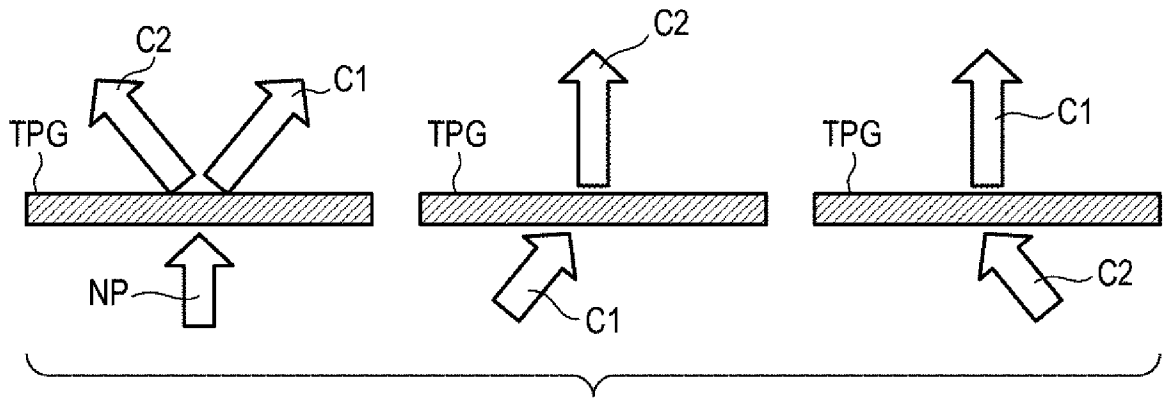
[図2]



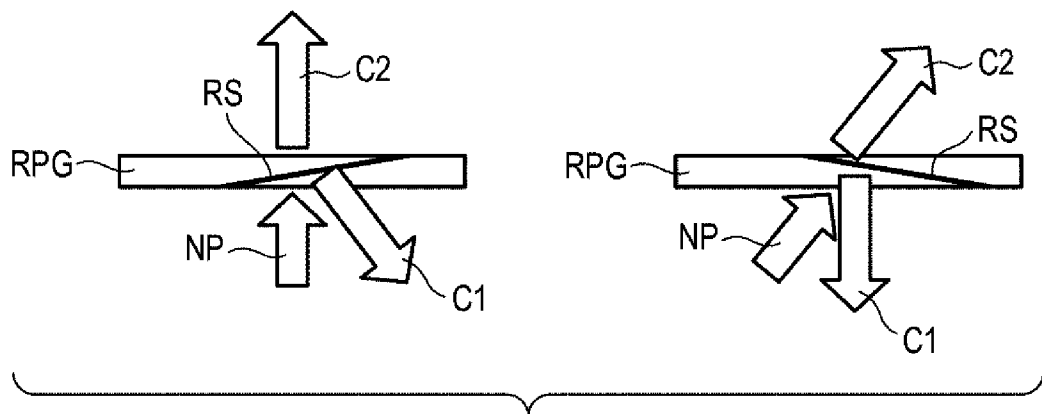
[図3]



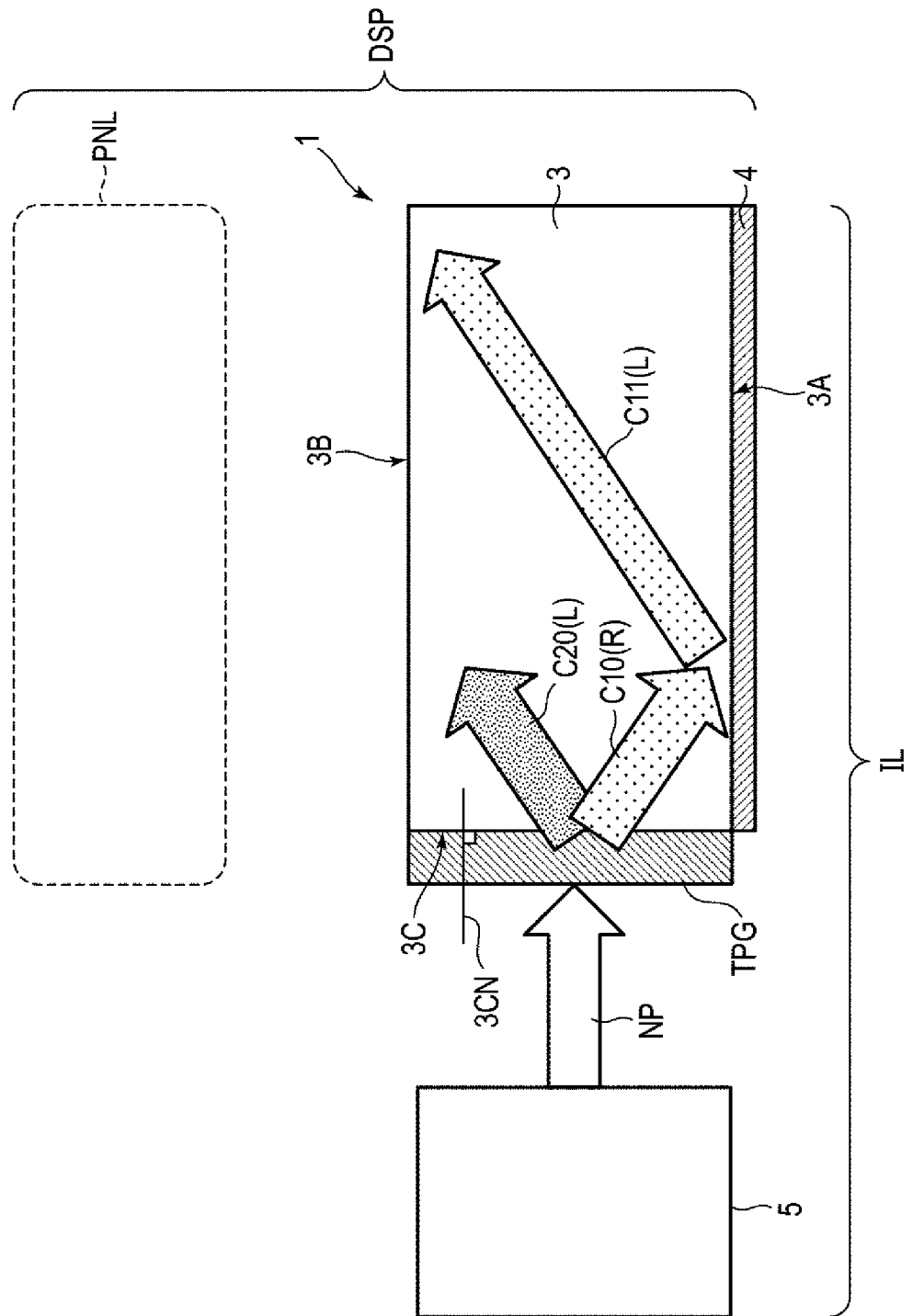
[図4]



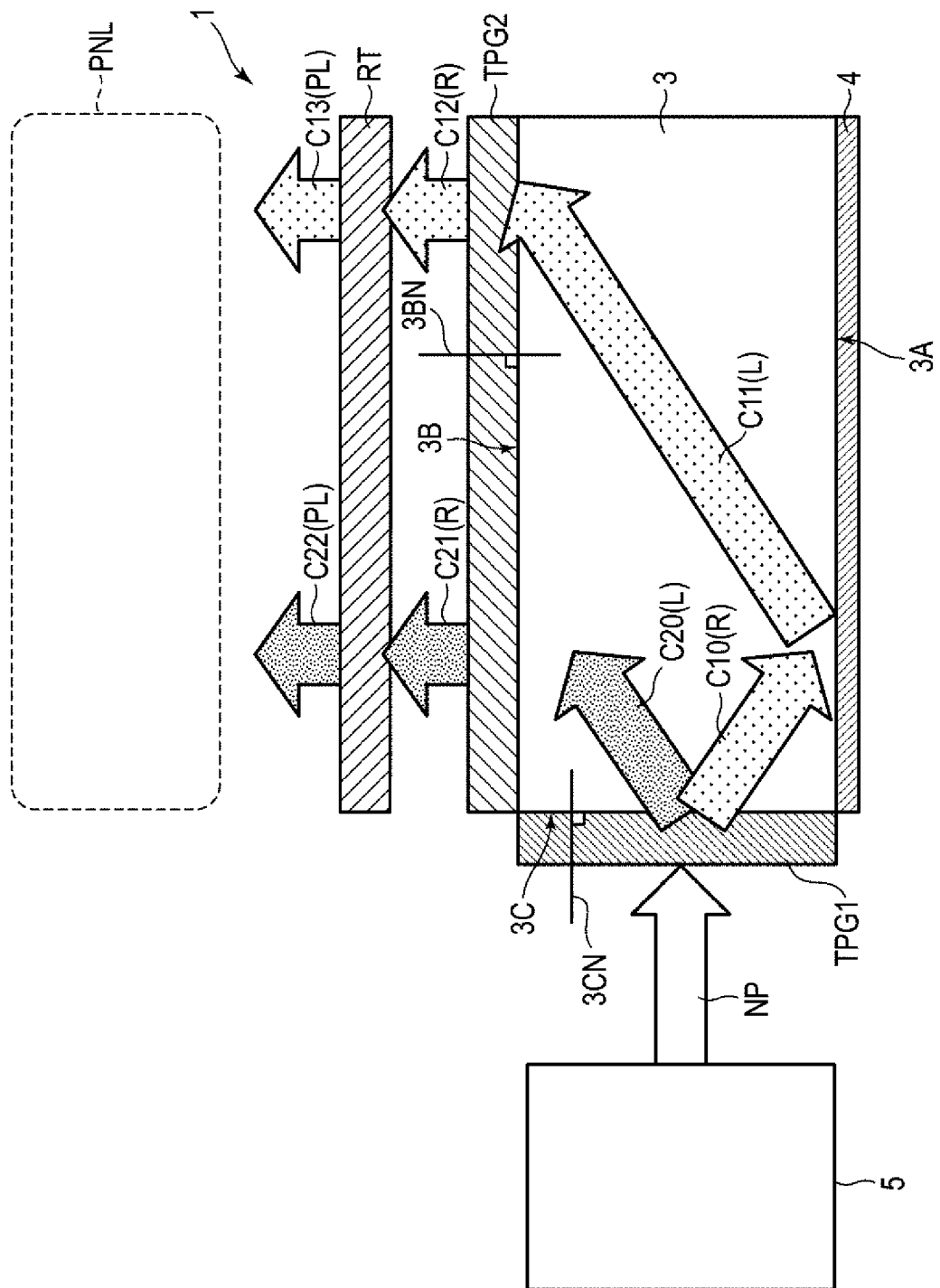
[図5]



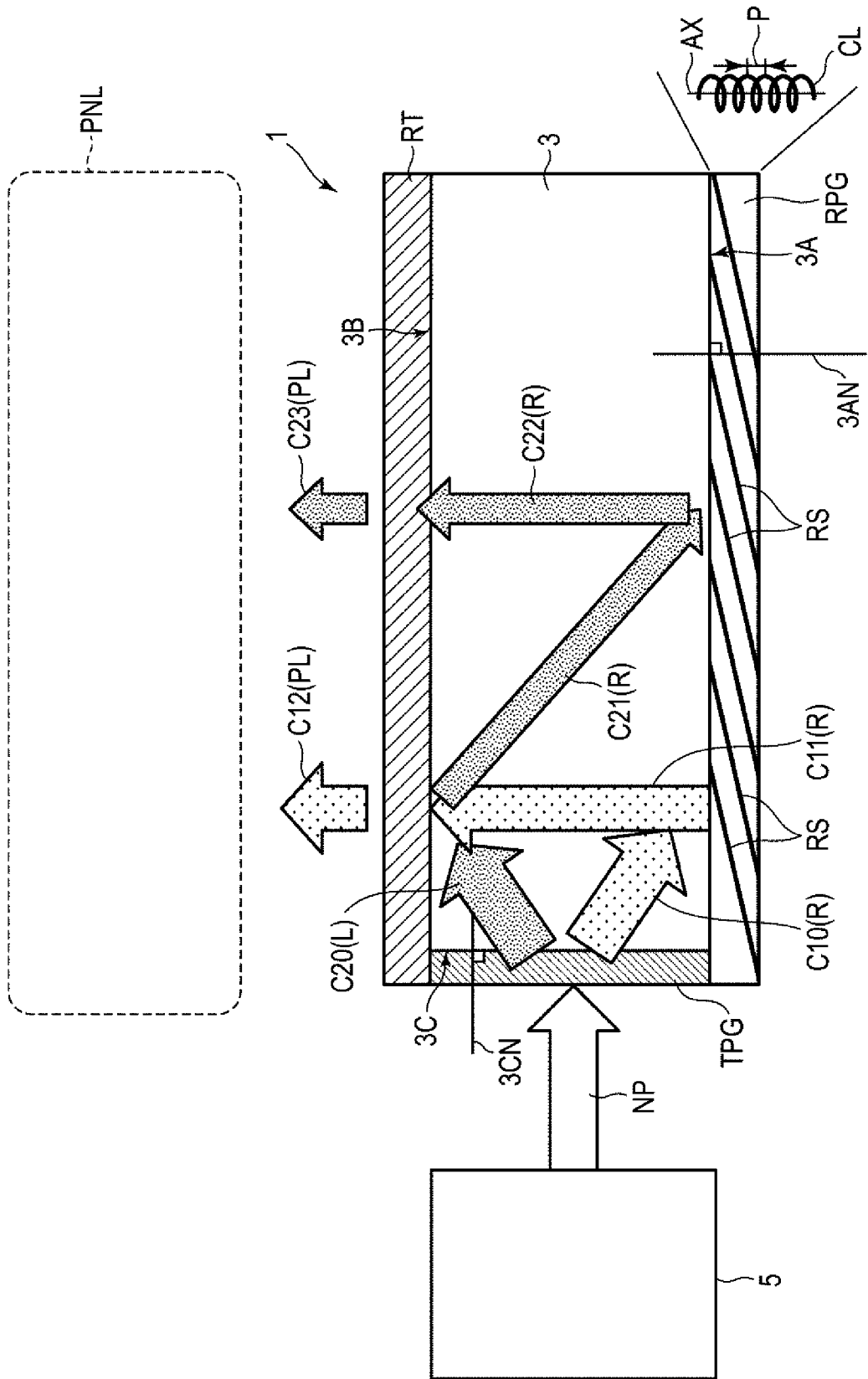
[図6]



[図7]

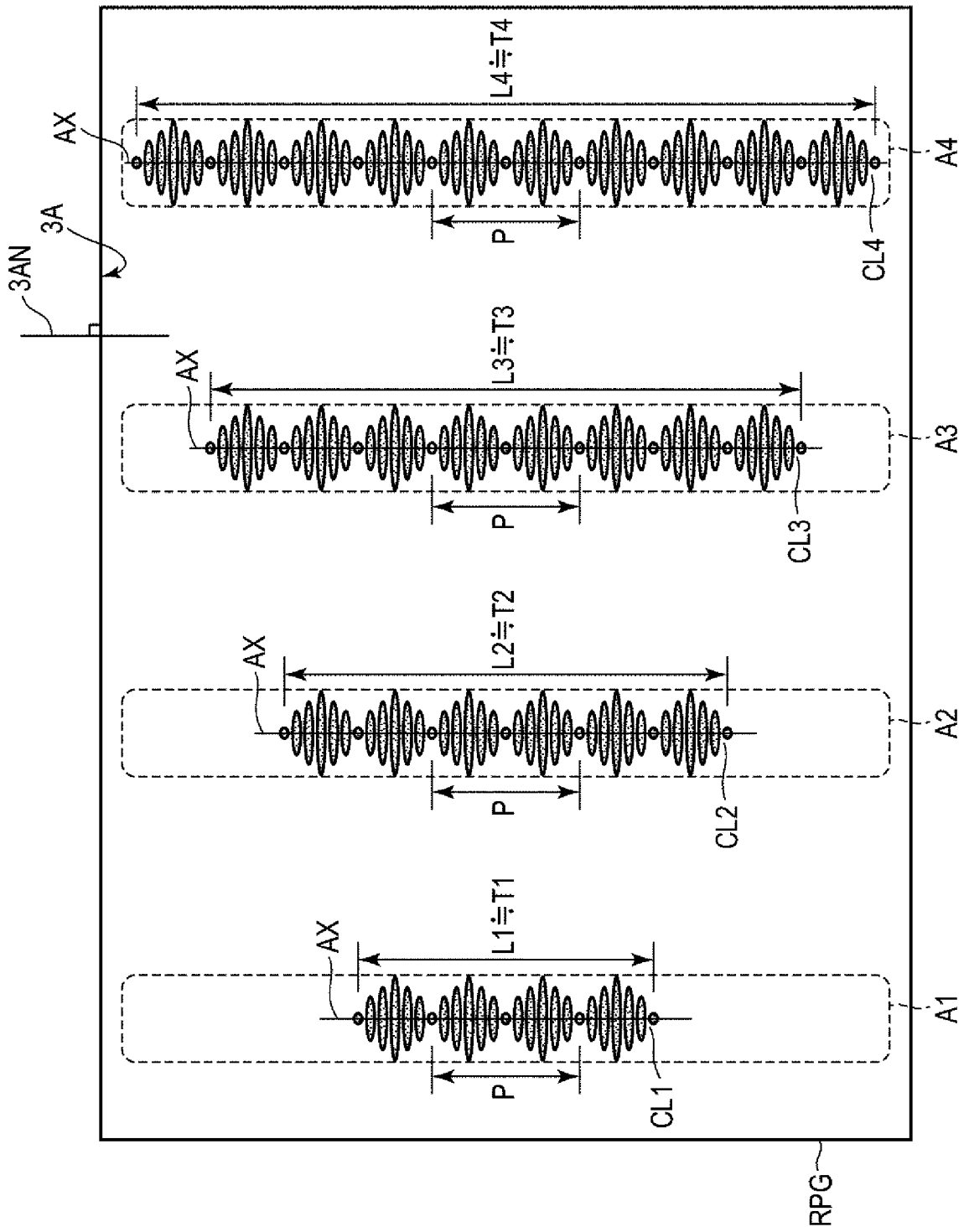


[図8]



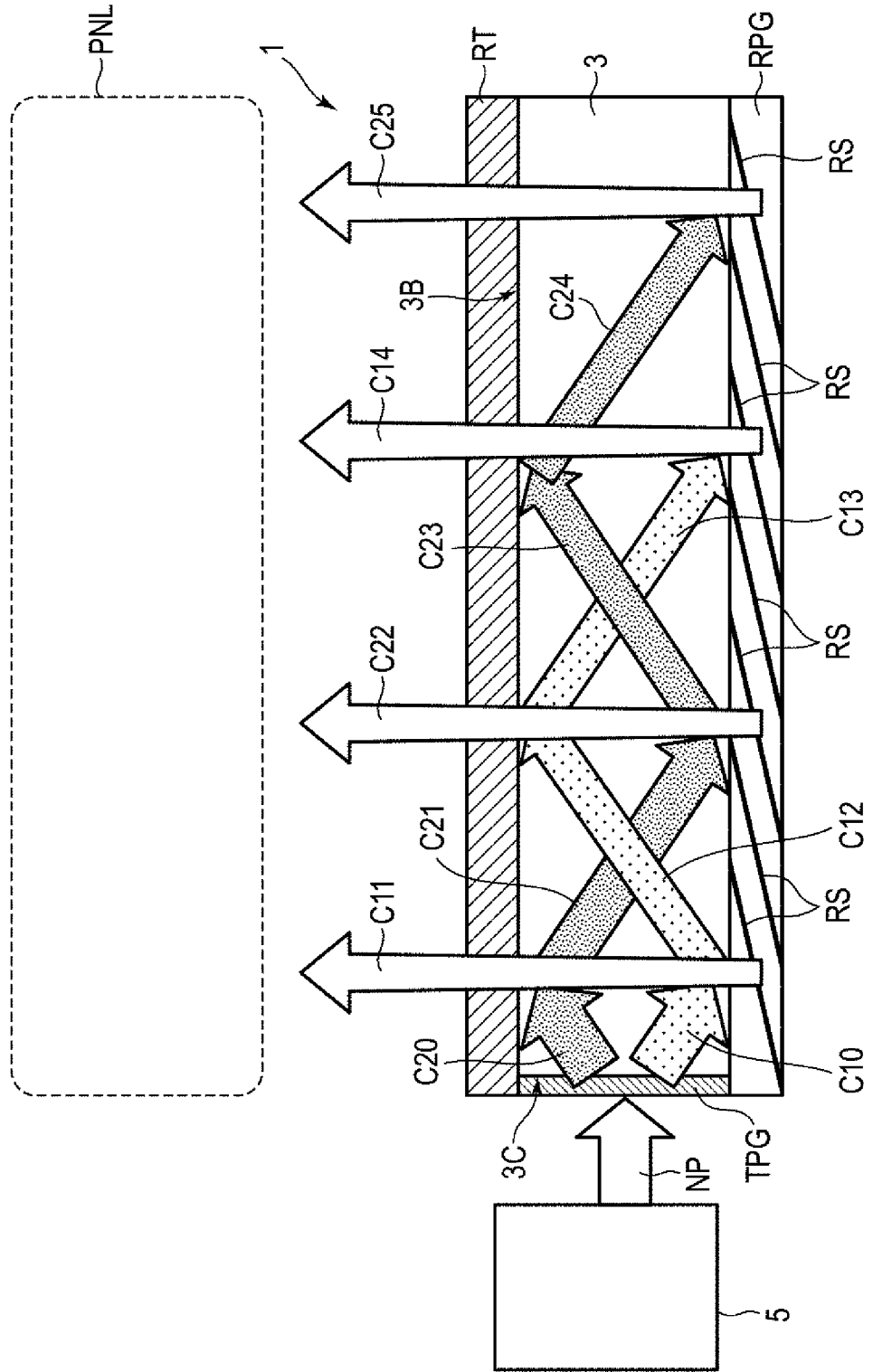


[図10]



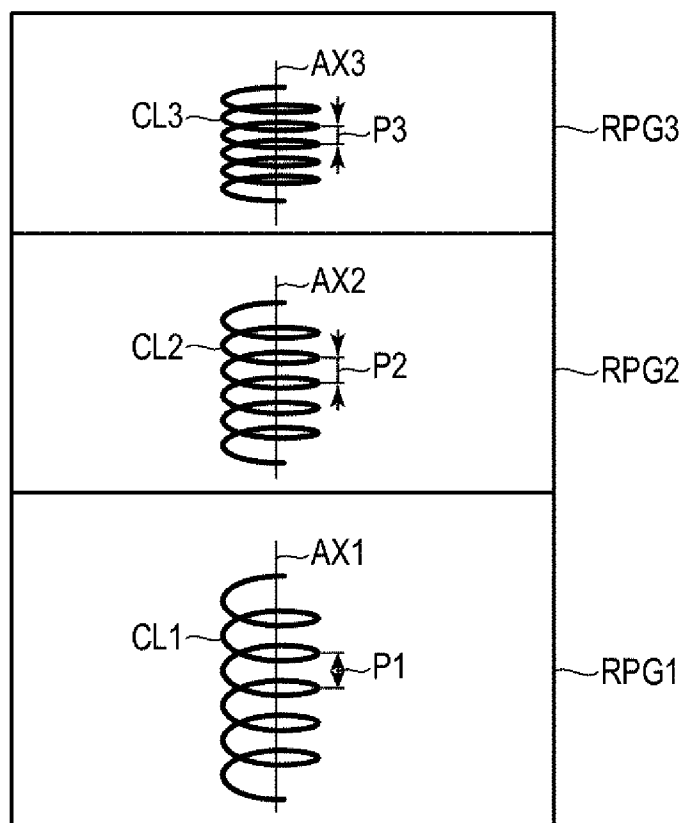


[図12]

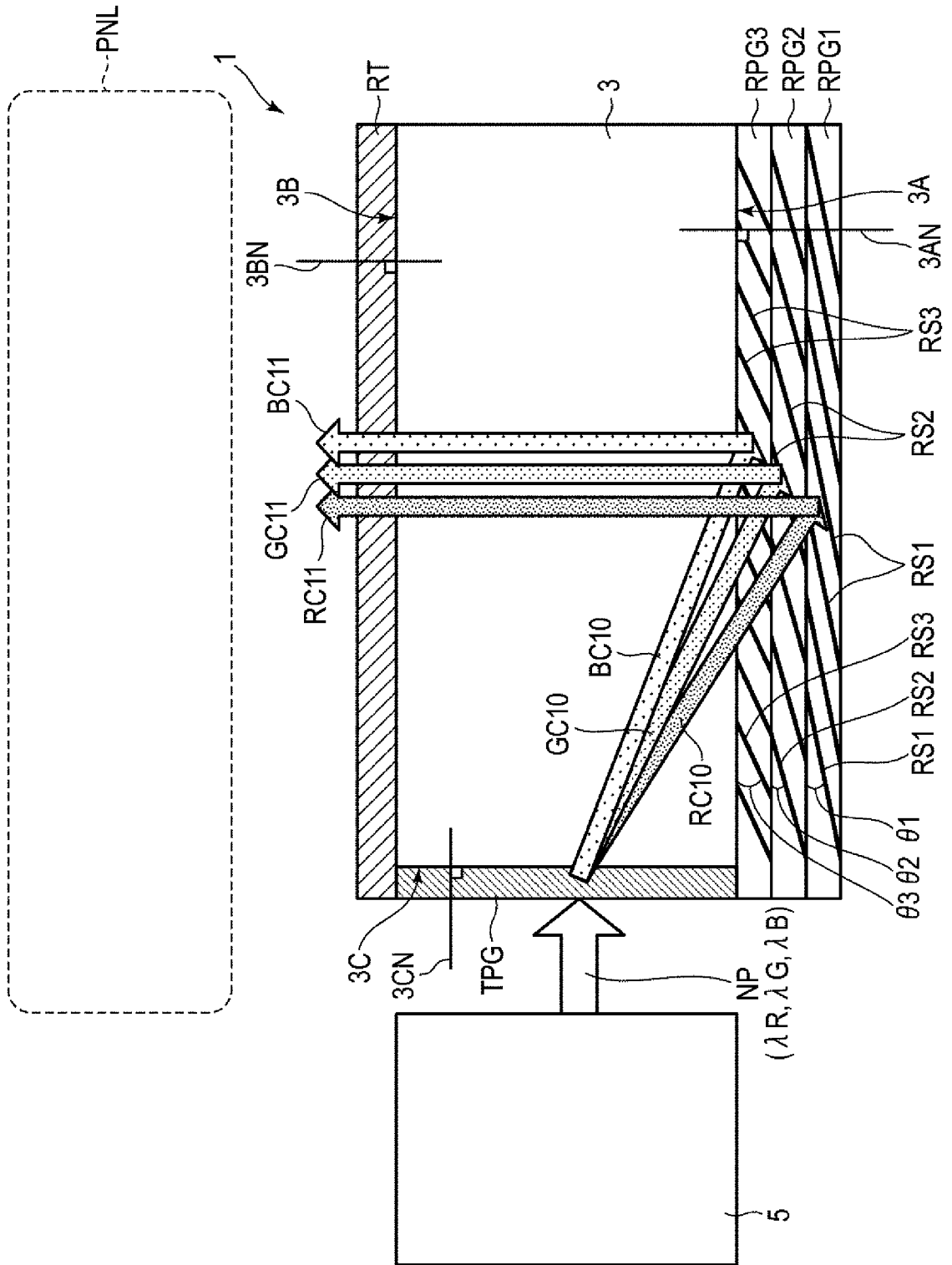




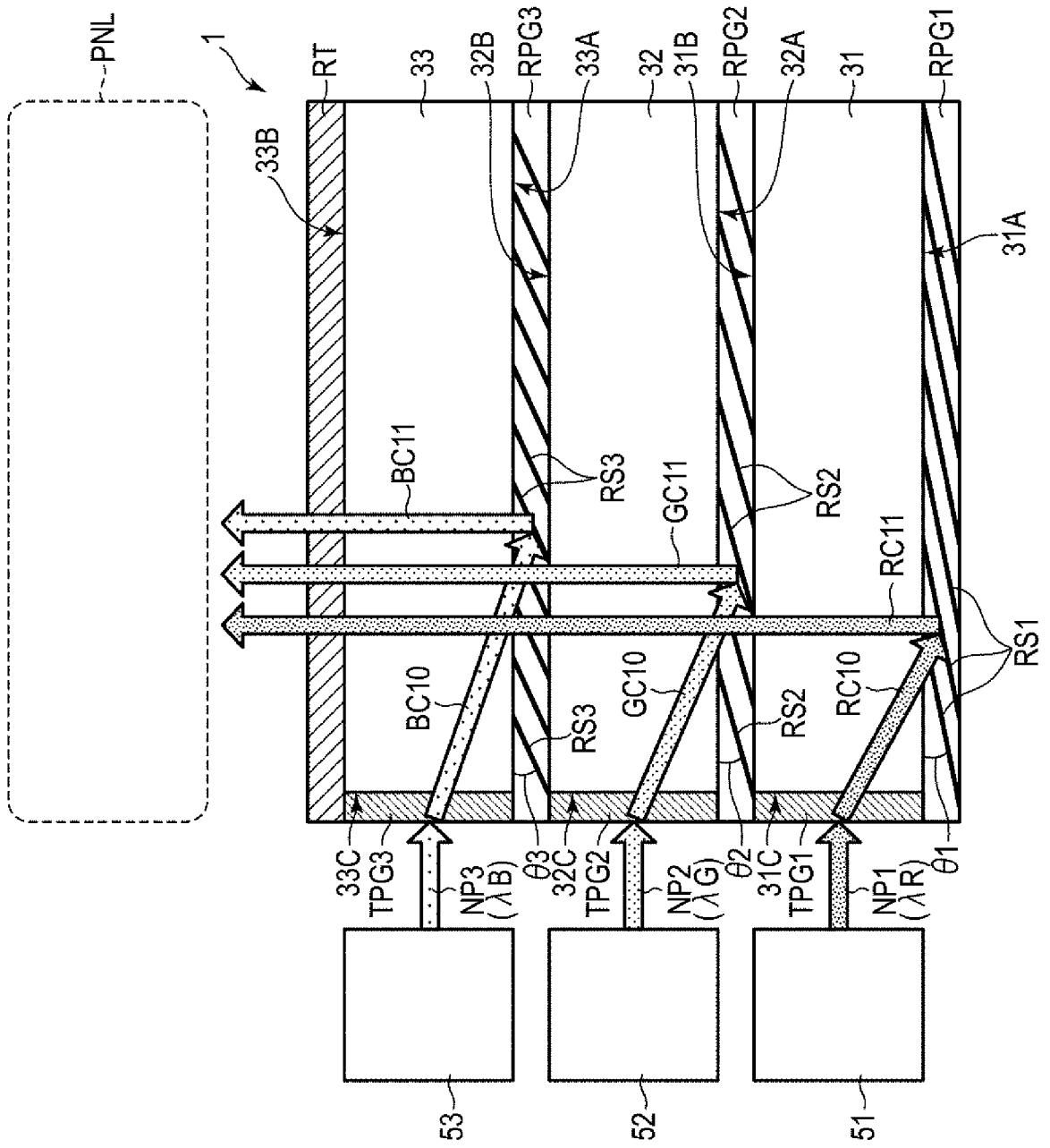
[図14]



[図15]



[図16]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/001523

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>G02B 5/30</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/18</i> (2006.01)i; <i>G02F 1/1335</i> (2006.01)i; <i>G02F 1/13357</i> (2006.01)i; <i>G02F 1/1337</i> (2006.01)i FI: G02B5/30; G02B5/18; G02F1/1335 510; G02F1/13357; G02F1/1337 525		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B5/30; G02B5/18; G02F1/1335; G02F1/13357; G02F1/1337		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Scopus; JSTPlus (JDreamIII); JST7580 (JDreamIII)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013/0301126 A1 (THE HONG KONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 14 November 2013 (2013-11-14) entire text, all drawings	1-12
A	US 2008/0278675 A1 (DUTCH POLYMER INSTITUTE) 13 November 2008 (2008-11-13) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2020-510228 A (MAGIC LEAP, INCORPORATED) 02 April 2020 (2020-04-02) entire text, all drawings	1-12
A	WO 2020/071169 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 09 April 2020 (2020-04-09) entire text, all drawings	1-12
A	WO 2019/189586 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 03 October 2019 (2019-10-03) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2006-243675 A (SHARP CORPORATION) 14 September 2006 (2006-09-14) entire text, all drawings	1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>14 March 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>29 March 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2022/001523**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2013/0301126	A1	14 November 2013	US 2015/0247617 A1 entire text, all drawings CN 103389534 A	
US	2008/0278675	A1	13 November 2008	JP 2008-532085 A entire text, all drawings US 2010/0110363 A1 US 2011/0242461 A1 US 2012/0086903 A1 WO 2006/092758 A2 KR 10-2007-0115927 A CN 101133348 A CN 101846811 A	
JP	2020-510228	A	02 April 2020	US 2018/0239147 A1 entire text, all drawings US 2018/0239177 A1 US 2020/0393709 A1 WO 2018/156784 A1 WO 2018/156779 A1 JP 2020-512574 A AU 2018224118 A AU 2018225146 A CA 3052831 A CA 3053571 A IL 268427 D KR 10-2019-0116447 A KR 10-2019-0116448 A IL 268630 D CN 110537122 A CN 110546549 A	
WO	2020/071169	A1	09 April 2020	CN 112805622 A entire text, all drawings	
WO	2019/189586	A1	03 October 2019	US 2021/0026049 A1 entire text, all drawings CN 111936900 A	
JP	2006-243675	A	14 September 2006	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））                  G02B 5/30(2006.01)i; G02B 5/18(2006.01)i; G02F 1/1335(2006.01)i; G02F 1/13357(2006.01)i;                  G02F 1/1337(2006.01)i                  FI: G02B5/30; G02B5/18; G02F1/1335 510; G02F1/13357; G02F1/1337 525</p>																																			
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））                  G02B5/30; G02B5/18; G02F1/1335; G02F1/13357; G02F1/1337</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> <p>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）                  Scopus; JSTPlus (JDreamIII); JST7580 (JDreamIII)</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年																									
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																																		
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年																																		
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年																																		
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年																																		
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>US 2013/0301126 A1 (THE HONG KONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 14.11.2013 (2013 - 11 - 14) 全文, 全図</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2008/0278675 A1 (DUTCH POLYMER INSTITUTE) 13.11.2008 (2008 - 11 - 13) 全文, 全図</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2020-510228 A (マジック リープ, インコーポレイテッド) 02.04.2020 (2020 - 04 - 02) 全文, 全図</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2020/071169 A1 (富士フイルム株式会社) 09.04.2020 (2020 - 04 - 09) 全文, 全図</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2019/189586 A1 (富士フイルム株式会社) 03.10.2019 (2019 - 10 - 03) 全文, 全図</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2006-243675 A (シャープ株式会社) 14.09.2006 (2006 - 09 - 14) 全文, 全図</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			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	A	US 2013/0301126 A1 (THE HONG KONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 14.11.2013 (2013 - 11 - 14) 全文, 全図	1-12	A	US 2008/0278675 A1 (DUTCH POLYMER INSTITUTE) 13.11.2008 (2008 - 11 - 13) 全文, 全図	1-12	A	JP 2020-510228 A (マジック リープ, インコーポレイテッド) 02.04.2020 (2020 - 04 - 02) 全文, 全図	1-12	A	WO 2020/071169 A1 (富士フイルム株式会社) 09.04.2020 (2020 - 04 - 09) 全文, 全図	1-12	A	WO 2019/189586 A1 (富士フイルム株式会社) 03.10.2019 (2019 - 10 - 03) 全文, 全図	1-12	A	JP 2006-243675 A (シャープ株式会社) 14.09.2006 (2006 - 09 - 14) 全文, 全図	1-12	* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
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																																	
A	US 2013/0301126 A1 (THE HONG KONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 14.11.2013 (2013 - 11 - 14) 全文, 全図	1-12																																	
A	US 2008/0278675 A1 (DUTCH POLYMER INSTITUTE) 13.11.2008 (2008 - 11 - 13) 全文, 全図	1-12																																	
A	JP 2020-510228 A (マジック リープ, インコーポレイテッド) 02.04.2020 (2020 - 04 - 02) 全文, 全図	1-12																																	
A	WO 2020/071169 A1 (富士フイルム株式会社) 09.04.2020 (2020 - 04 - 09) 全文, 全図	1-12																																	
A	WO 2019/189586 A1 (富士フイルム株式会社) 03.10.2019 (2019 - 10 - 03) 全文, 全図	1-12																																	
A	JP 2006-243675 A (シャープ株式会社) 14.09.2006 (2006 - 09 - 14) 全文, 全図	1-12																																	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																																		
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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																																		
“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	“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																																		
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献																																		
“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																																			
<p>国際調査を完了した日</p> <p>14.03.2022</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>29.03.2022</p>																																		
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>酒井 康博 20 1761</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3271</p>																																		

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/001523

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
US 2013/0301126 A1	14.11.2013	US 2015/0247617 A1 全文, 全図 CN 103389534 A	
US 2008/0278675 A1	13.11.2008	JP 2008-532085 A 全文, 全図 US 2010/0110363 A1 US 2011/0242461 A1 US 2012/0086903 A1 WO 2006/092758 A2 KR 10-2007-0115927 A CN 101133348 A CN 101846811 A	
JP 2020-510228 A	02.04.2020	US 2018/0239147 A1 全文, 全図 US 2018/0239177 A1 US 2020/0393709 A1 WO 2018/156784 A1 WO 2018/156779 A1 JP 2020-512574 A AU 2018224118 A AU 2018225146 A CA 3052831 A CA 3053571 A IL 268427 D KR 10-2019-0116447 A KR 10-2019-0116448 A IL 268630 D CN 110537122 A CN 110546549 A	
WO 2020/071169 A1	09.04.2020	CN 112805622 A 全文, 全図	
WO 2019/189586 A1	03.10.2019	US 2021/0026049 A1 全文, 全図 CN 111936900 A	
JP 2006-243675 A	14.09.2006	(ファミリーなし)	