

(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
2017年5月4日(04.05.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/073320 A1

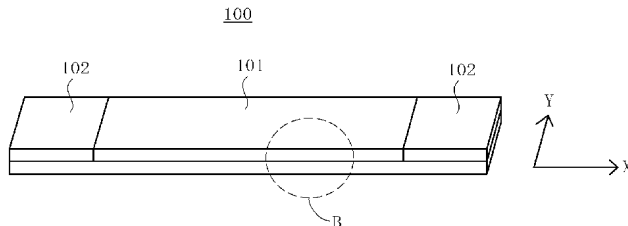
- (51) 国際特許分類: *G02F 1/13* (2006.01) *G02F 1/1337* (2006.01) 3 同志社大学 知的財産センター内 Kyoto (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/080215
- (22) 国際出願日: 2016年10月12日(12.10.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2015-210025 2015年10月26日(26.10.2015) JP
- (71) 出願人: 学校法人同志社(THE DOSHISHA) [JP/JP]; 〒6028580 京都府京都市上京区今出川通烏丸東入玄武町601番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 小山 大介(KOYAMA Daisuke); 〒6100394 京都府京田辺市多々羅都谷1-3 同志社大学内 Kyoto (JP). 谷口 聡紀(TANIGUCHI Satoki); 〒6100394 京都府京田辺市多々羅都谷1-3 同志社大学内 Kyoto (JP). 清水 裕貴(SHIMIZU Yuki); 〒6100394 京都府京田辺市多々羅都谷1-
- (74) 代理人: 特許業務法人みのり特許事務所(MINORI PATENT PROFESSION CORPORATION); 〒6040835 京都府京都市中京区御池通高倉西入高宮町200番地 千代田生命京都御池ビル8階 Kyoto (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

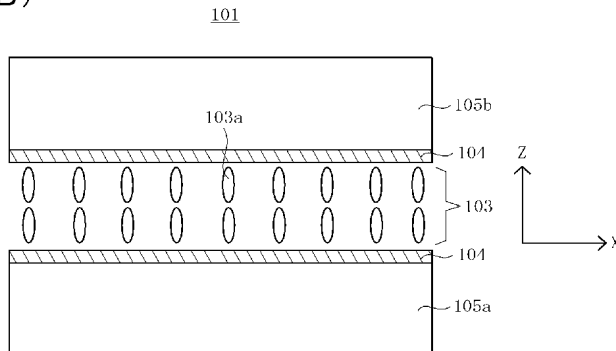
(54) Title: LIQUID CRYSTAL MOLECULE ORIENTATION CONTROL METHOD AND LIQUID CRYSTAL DEVICE

(54) 発明の名称: 液晶分子配向制御方法および液晶デバイス

(A)



(B)



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a liquid crystal molecule orientation control method and liquid crystal device wherein the orientation of liquid crystal molecules can be changed without using an electric field. Provided is a liquid crystal molecule orientation control method for controlling the orientation of liquid crystal molecules 103a, wherein ultrasonic waves generated by piezoelectric material 102 are propagated in liquid crystal material 103 sandwiched between oriented films 104 and static pressure in accordance with the ultrasonic waves is generated, thereby changing the orientation of the liquid crystal molecules 103a constituting the liquid crystal material 103 according to the static pressure generated.

(57) 要約: 電界によらず液晶分子の配向を変化させることが可能な液晶分子配向制御方法および液晶デバイスを提供する。液晶分子103aの配向を制御する液晶分子配向制御方法であって、配向膜104で挟まれた液晶材料103に、圧電材料102で発生させた超音波を伝搬させて当該超音波に応じた静圧を発生させることで、静圧の大きさに応じて液晶材料103を構成する液晶分子103aの配向を変化させる。

WO 2017/073320 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 液晶分子配向制御方法および液晶デバイス

技術分野

[0001] 本発明は、液晶分子配向制御方法および液晶デバイスに関する。

背景技術

[0002] 一般に、液晶ディスプレイ等の液晶デバイスは、液晶材料（液晶層）を一对の配向膜、ガラス基板および透明電極で挟み込んだ構造になっている（例えば、特許文献1参照）。このような構造の液晶デバイスでは、外部から電界をかけることにより液晶材料を構成する液晶分子の配向を変化させて、液晶材料の透過光量を調節している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2001-11452号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載の液晶デバイスでは、上記のとおり電界による配向制御を行っているので、配向変化の応答速度が液晶材料の物性（例えば、粘性）に依存する。このため、特許文献1に記載の液晶デバイスは、液晶材料の物性によっては応答速度の高速化が困難であった。

[0005] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであって、その課題とするところは、電界によらず液晶分子の配向を変化させることが可能な液晶分子配向制御方法および液晶デバイスを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明に係る液晶分子配向制御方法は、液晶分子の配向を制御する液晶分子配向制御方法であって、配向膜で挟まれた液晶材料に、圧電材料で発生させた超音波を伝搬させて当該超音波に応じた静圧を発生させることで、前記静圧の大きさに応じて前

記液晶材料を構成する液晶分子の配向を変化させることを特徴とする。

- [0007] 上記液晶分子配向制御方法では、
前記液晶材料は、透明電極を介することなく上下一対の第1透明基板および第2透明基板に挟まれており、
前記圧電材料は、前記第1透明基板または前記第2透明基板の一方の基板に設けられており、
前記液晶材料、前記第1透明基板および前記第2透明基板の全体の共振周波数で前記圧電材料を電氣的に駆動させて、前記共振周波数に応じた前記超音波を発生させ、当該超音波を前記液晶材料、前記第1透明基板および前記第2透明基板に伝搬させる。

- [0008] 上記液晶分子配向制御方法では、
前記圧電材料は、前記一方の基板の一方側に設けられた第1圧電材料と、前記一方の基板の他方側に設けられた第2圧電材料と、を含み、
前記第1圧電材料と前記第2圧電材料とで位相の異なる前記超音波を発生させてもよい。

- [0009] 上記液晶分子配向制御方法では、
前記圧電材料は、表面に電極が形成された圧電基板であり、
前記液晶材料は、前記圧電基板の前記表面に設けられており、
前記電極の共振周波数で前記圧電基板を電氣的に駆動させて、前記共振周波数に応じた前記超音波を発生させ、当該超音波を前記液晶材料に伝搬させる。

- [0010] また、上記課題を解決するために、本発明に係る液晶デバイスは、
配向膜で挟まれた液晶材料と、
交流電圧が印加されると超音波を発生させ、前記超音波を前記液晶材料に伝搬させる圧電材料と、を備え、
前記液晶材料は、前記超音波が伝搬された状態において当該超音波に応じた静圧が生じ、前記超音波が伝搬された状態と前記超音波が伝搬されていない状態とで、液晶分子の配向が異なることを特徴とする。

[0011] 上記液晶デバイスは、
前記液晶材料を挟んで対向配置された第1透明基板および第2透明基板を備え、
前記液晶材料に電圧を印加するための透明電極を備えておらず、
前記圧電材料は、前記第1透明基板または前記第2透明基板の一方の基板に設けられており、前記超音波を前記液晶材料、前記第1透明基板および前記第2透明基板に伝搬させるよう構成されている。

[0012] 上記液晶デバイスでは、
前記圧電材料は、表面に電極が形成された圧電基板であり、
前記液晶材料は、前記圧電基板の前記表面に設けられており、
前記圧電基板は、前記電極に交流電圧が印加されると前記超音波を発生させ、当該超音波を前記液晶材料に伝搬させるよう構成されている。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、電界によらず液晶分子の配向を変化させることが可能な液晶分子配向制御方法および液晶デバイスを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1] (A) は、本発明の第1実施形態に係る液晶デバイスを示す図である。
(B) は、(A) のB枠内における拡大図である。
[図2]本発明における透過光分布の測定系を示す図である。
[図3]本発明における振動分布と透過光分布を示す図である。
[図4]本発明における交流電圧信号変化時の透過光分布を示す図である。
[図5]本発明における透過光の時間応答を示す図である。
[図6] (A) は、本発明の第2実施形態に係る液晶デバイスを示す図である。
(B) は、(A) のB枠内における拡大図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、添付図面を参照して、本発明に係る液晶分子配向制御方法および液晶デバイスの実施形態について説明する。なお、第1実施形態では、図1のX軸方向を長さ方向とし、Y軸方向を幅方向とし、Z軸方向を厚み方向とす

る。第2実施形態では、図6のX軸方向を長さ方向とし、Y軸方向を幅方向とし、Z軸方向を厚み方向とする。

[0016] [第1実施形態]

(液晶デバイス)

図1(A)および(B)に、本発明の第1実施形態に係る液晶デバイス100を示す。図1(A)に示すように、液晶デバイス100は、液晶セル101と、2つの圧電材料102とを備える。

[0017] 図1(B)に示すように、液晶セル101は、本発明の「液晶材料」に相当する液晶層103と、上下1対の配向膜104と、第1透明基板105aと、第2透明基板105bとを備える。

[0018] 液晶層103は、液晶分子103aで構成されており、具体的には、誘電率異方性が負のネマティック液晶の液晶分子で構成されている。液晶層103は、厚みが5[μm]となるように上下1対の配向膜104で挟まれており、周囲がシール材(図示略)で封止されている。

[0019] 上下1対の配向膜104は、液晶分子103aのプレチルト角が90度となる垂直配向膜である。配向膜104は、ポリイミド系材料で構成されている。上下1対の配向膜104で液晶層103を挟み込むことにより、液晶層103の液晶分子103aは、デフォルト状態において、配向膜104に対して垂直に立ち上がった状態になる。

[0020] 第1透明基板105aおよび第2透明基板105bは、透明電極を介することなく、液晶層103および上下1対の配向膜104を挟み込んでいる。第1透明基板105aおよび第2透明基板105bは、ともに光を透過する透明なガラス基板で構成されている。第1透明基板105aは、長さが50[mm]、幅が10[mm]、厚みが1[mm]である。第2透明基板105bは、長さが30[mm]、幅が10[mm]、厚みが1[mm]である。液晶層103および上下1対の配向膜104は、長さが30[mm]以下である。第1透明基板105aの両端部(両端からの長さが10[mm]の部分)を除く中央部(長さが30[mm]の部分)に、液晶層103、上下

1対の配向膜104および第2透明基板105bが設けられている。

[0021] 第1透明基板105aの両端部には、長さ方向において液晶層103および上下1対の配向膜104を挟むように、各1つの圧電材料102が設けられている。圧電材料102は、エポキシ樹脂により第1透明基板105aに固着されている。圧電材料102は、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）で構成された超音波振動子であり、長さが10 [mm]、幅が10 [mm]、厚みが1 [mm]である。圧電材料102は、ある周波数の交流電圧信号が印加されると、その周波数に応じた超音波を発生させる。

[0022] 本実施形態では、圧電材料102に、液晶セル101全体の共振周波数をもった交流電圧信号を印加し、当該共振周波数に応じた超音波を発生させる。上記のとおり圧電材料102が第1透明基板105aに設けられているので、圧電材料102で発生した超音波は、第1透明基板105aを介して液晶層103に伝搬する。このとき、液晶セル101では、その長さ方向において超音波に応じた曲げ振動が発生する。液晶層103では、曲げ振動に応じた音響定在波が発生し、液晶層103の境界面に音響放射力（静圧）が働く。音響定在波の腹の部分、すなわち音響放射力の大きい部分は、液晶分子103aに働く力も大きくなるので、当該部分に存在する液晶分子103aの配向が変化する。

[0023] 結局、本実施形態に係る液晶デバイス100では、電界により液晶分子103aの配向を変化させるのではなく、超音波に応じた音響放射力（静圧）により、液晶分子103aの配向を強制的に変化させる。このため、本実施形態に係る液晶デバイス100によれば、電界による配向制御を行う液晶デバイスと比較して、配向変化に関する応答速度の高速化を実現できる可能性を持つ。

[0024] さらに、本実施形態に係る液晶デバイス100では、上記のとおり電界による配向制御を行わないので、一般的な液晶デバイスで使用される透明電極が不要となる。透明電極にはレアメタルが使用されることが多いため、価格変動による高コスト化や資源枯渇による供給不足等の問題が生じるおそれがある。

あるが、透明電極を備えていない本実施形態に係る液晶デバイス100では、上記の問題は生じない。

[0025] (液晶分子配向制御方法)

次に、本発明の第1実施形態に係る液晶分子配向制御方法について説明する。

[0026] 本実施形態に係る液晶分子配向制御方法は、配向膜で挟まれた液晶材料に、圧電材料で発生させた超音波を伝搬させて当該超音波に応じた音響放射力(静圧)を発生させることで、液晶材料を構成する液晶分子の配向を変化させるものである。

[0027] 具体的には、まず、圧電材料で発生させた超音波を液晶材料に伝搬させるために、同一基板上に圧電材料と液晶材料を設けた液晶デバイスを作製するか、そのように作製された液晶デバイスを用意する。すなわち、液晶デバイス100を作製または用意する。

[0028] 次に、圧電材料に所定の周波数の交流電圧信号を印加して、圧電材料で超音波を発生させる。上記周波数は、液晶材料に超音波に応じた静圧を発生させることが可能な周波数であれば良いが、液晶材料を含む液晶セル全体の共振周波数とすることが好ましい。すなわち、液晶デバイス100の場合、配向膜104で挟まれた液晶層103、第1透明基板105aおよび第2透明基板105bのそれぞれの共振周波数を合成した周波数の交流電圧信号を圧電材料102に印加し、圧電材料102で当該超音波を発生させることが好ましい。

[0029] そして、必要に応じて、上記交流電圧信号を制御する。具体的には、交流電圧信号のピーク間電圧値 V_{pp} や周波数を変化させることで、音響放射力(静圧)を変化させることができ、その結果、液晶分子の配向を変化させることができる。

[0030] 液晶デバイス100を例に挙げると、圧電材料102に印加する交流電圧信号と、液晶層103で発生する音響定在波すなわち音響放射力(静圧)とは一定の関連性を有する。交流電圧信号のピーク間電圧値 V_{pp} が大きくな

ると、音響放射力（静圧）が大きくなり、液晶分子 103a の配向変化が大きくなる。一方、交流電圧信号のピーク間電圧値 V_{pp} が小さくなると、音響放射力（静圧）が小さくなり、液晶分子 103a の配向変化が小さくなる。

[0031] 液晶層 103 では、交流電圧信号の周波数に応じた音響定在波が発生し、音響定在波の腹の部分において音響放射力（静圧）が最大となり、音響定在波の節の部分において音響放射力（静圧）が最小となる。このため、交流電圧信号の周波数を変化させると、音響定在波の腹および節の位置がシフトして、音響放射力（静圧）の強度分布が変化する。その結果、液晶分子 103a の配向も変化する。また、交流電圧信号の周波数を変化させる代わりに、一方の圧電材料 102 に印加する交流電圧信号の位相を、他方の圧電材料 102 に印加する交流電圧信号の位相に対してシフトさせても、音響定在波の腹および節の位置をシフトさせることができる。

[0032] （評価実験）

次に、液晶デバイス 100 を用いた液晶分子配向制御方法の評価実験（第 1～第 3 の評価実験）について説明する。各評価実験において共通する部分は、その説明を一部省略する。

[0033] まず、第 1 の評価実験として、液晶セル 101 の透過光強度を測定し、その透過光分布と液晶セル 101 の振動分布との比較を行った。図 2 に、透過光強度を測定するための測定系を示す。

[0034] 同図に示すように、クロスニコルに配置した 2 枚の偏光板 10a、10b で液晶セル 101 を挟み、圧電材料 102 に交流電圧信号を印加した状態で（交流電圧信号により圧電材料 102 を電氣的に駆動させた状態で）、偏光板 10a 側に配置したレーザ光源 20 から液晶セル 101 の厚み方向（偏光板 10a から偏光板 10b に向かう方向）にレーザ光を照射し、偏光板 10b 側に配置した光検出器 30 で偏光板 10a、10b および液晶セル 101 を透過したレーザ光（透過光）を検出した。レーザ光源 20 としては、波長が 632.8 [nm] のレーザ光を照射する He-Ne レーザを用いた。交

流電圧信号としては、ピーク間電圧値 V_{pp} が 10 [V]、周波数が 214 [kHz] の信号（交流電圧）を印加した。また、一方の圧電材料 102 に印加する交流電圧信号の位相と、他方の圧電材料 102 に印加する交流電圧信号の位相とを、一致させた。

[0035] 図3に、振動分布と透過光分布との比較結果を示す。図3において、実線で示したものが透過光分布であり、破線で示したものが振動分布である。また、縦軸は振動（曲げ振動）および透過光の強度を示し、横軸は液晶セル 101 の長さ方向における距離を示している。なお、液晶セル 101 の中心を距離 0 [mm] としている。

[0036] 振動分布をみると、距離が 0 [mm]、5 [mm]、10 [mm]、15 [mm] の近傍で振動強度が大きくなっており、距離が 2.5 [mm]、7.5 [mm]、12.5 [mm] の近傍で振動強度が小さくなっている。液晶層 103 では曲げ振動に応じた音響定在波が発生することから、距離が 0 [mm]、5 [mm]、10 [mm]、15 [mm] の近傍では、音響放射力（静圧）が大きくなっており、距離が 2.5 [mm]、7.5 [mm]、12.5 [mm] の近傍では、音響放射力（静圧）が小さくなっていると考えることができる。

[0037] 透過光分布をみると、若干のズレはあるものの、透過光強度の増減に関して振動分布と同じ傾向がみられる。このことから、液晶分子 103 a の配向変化の度合いは、振動強度すなわち音響放射力（静圧）の大きさに関連していると考えることができる。具体的には、音響放射力（静圧）が大きくなるにつれて液晶分子 103 a の配向変化が大きくなり、透過光強度が大きくなる一方、音響放射力（静圧）が小さくなるにつれて液晶分子 103 a の配向変化が小さくなり、透過光強度が小さくなると考えることができる。

[0038] なお、図示はしていないが、交流電圧信号を印加していない場合の透過光分布には、小さな振幅が現れていた。これは、液晶分子 103 a の配向が完全な垂直にはなっておらず、このために偏光板 10 a、10 b によりカットオフされていない成分が存在していると考えられる。

[0039] 次いで、第2の評価実験として、図2の測定系において交流電圧信号の電圧値のみを変化させ、液晶セル101の透過光強度を測定した。具体的には、交流電圧信号のピーク間電圧値 V_{pp} が0[V]、5[V]、10[V]のときの透過光強度を測定した。その結果を図4に示す。図4において、縦軸は透過光強度を示し、横軸は液晶セル101の長さ方向における所定位置からの距離を示している。

[0040] 図4をみると、透過光強度の最大値は、交流電圧信号のピーク間電圧値 V_{pp} が大きい程、大きくなっている。例えば、距離が4[mm]の近傍では、交流電圧信号のピーク間電圧値 V_{pp} が10[V]のときの透過光強度は、ピーク間電圧値 V_{pp} が0[V]のときの透過光強度に対して、約720%増加している。このことから、交流電圧信号のピーク間電圧値 V_{pp} が大きくなると、液晶分子103aの配向変化も大きくなると考えることができる。

[0041] 最後に、第3の評価実験として、図2の測定系において透過光の時間応答の測定を行った。図5にその結果を示す。図5において、縦軸は透過光強度を示し、横軸は交流電圧信号が入力されてから経過した時間を示している。交流電圧信号としては、ピーク間電圧値 V_{pp} が10[V]、周波数が214[kHz]の信号(交流電圧)を印加した。

[0042] 図5に示すように、同図の時間応答曲線の時定数 τ は、16[ms]であった。また、応答時間(透過光強度が安定するまでの時間)は約60[ms]であった。

[0043] [第2実施形態]

(液晶デバイス)

図6(A)および(B)に、本発明の第2実施形態に係る液晶デバイス200を示す。図6(A)に示すように、液晶デバイス200は、液晶セル201と、本発明の「圧電材料」に相当する圧電基板202とを備える。本実施形態では、液晶セル201が圧電基板202の上面に設けられている。

[0044] 図6(B)に示すように、液晶セル201は、本発明の「液晶材料」に相

当する液晶層 203 と、上下 1 対の配向膜 204 と、透明基板 205 とを備える。液晶セル 201 は、第 1 実施形態の液晶セル 101 と比較すると、大幅に小型化されている。液晶層 203、配向膜 204 および透明基板 205 の各構成は、それぞれ第 1 実施形態の液晶層 103、配向膜 104 および第 2 透明基板 105 b と同様である。例えば、液晶層 203 を構成する液晶分子 203 a は、誘電率異方性が負のネマティック液晶の液晶分子であり、デフォルト状態において配向膜 204 に対して垂直に立ち上がった状態になる。

[0045] 圧電基板 202 は、例えば弾性表面波 (SAW) フィルタで構成されており、上面に楕形電極 (IDT) 202 a、202 b が形成されている。圧電基板 202 は、少なくとも液晶セル 201 が設けられている部分が、光を透過させるべく透明になっている。圧電基板 202 では、楕形電極 202 a、202 b に、ある周波数 (好ましくは、楕形電極 202 a、202 b の共振周波数) の交流電圧信号を印加すると、その周波数に応じた超音波が発生して楕形電極 202 a、202 b 間を伝搬する。

[0046] 本実施形態では、圧電基板 202 の上面に液晶セル 201 が設けられているので、圧電基板 202 で発生した超音波は液晶セル 201 に伝搬する。このとき、液晶セル 201 では、その長さ方向において超音波に応じた曲げ振動が発生する。液晶層 203 では、曲げ振動に応じた音響定在波が発生し、液晶層 203 の境界面に音響放射力 (静圧) が働く。音響定在波の腹の部分、すなわち音響放射力の大きい部分は、液晶分子 203 a に働く力も大きくなるので、当該部分に存在する液晶分子 203 a の配向が変化する。

[0047] 結局、本実施形態に係る液晶デバイス 200 では、電界により液晶分子 203 a の配向を変化させるのではなく、超音波に応じた音響放射力 (静圧) により液晶分子 203 a の配向を強制的に変化させる。このため、本実施形態に係る液晶デバイス 200 によれば、配向変化に関する応答速度の高速化を実現できる可能性を持ち、しかも、一般的な液晶デバイスで使用される透明電極を不要とすることができる。

[0048] さらに、本実施形態に係る液晶デバイス200では、圧電基板202の上面に液晶セル201を設けた構成を採用しているため、第1実施形態の液晶デバイス100と比較して、大幅な小型化を実現することができる。

[0049] (液晶分子配向制御方法)

次に、本発明の第2実施形態に係る液晶分子配向制御方法について説明する。

[0050] 本実施形態に係る液晶分子配向制御方法は、第1実施形態と同様、配向膜で挟まれた液晶材料に、圧電材料で発生させた超音波を伝搬させて当該超音波に応じた音響放射力(静圧)を発生させることで、液晶材料を構成する液晶分子の配向を変化させるものである。

[0051] 具体的には、まず、圧電基板202で発生させた超音波を液晶層203に伝搬させるために、圧電基板202上に液晶層203を設けた液晶デバイス200を作製するか、そのように作製された液晶デバイス200を用意する。

[0052] 次に、圧電基板202に所定の周波数(好ましくは、楕形電極202a、202bの共振周波数)の交流電圧信号を印加して、圧電基板202で超音波を発生させる。そして、必要に応じて、上記交流電圧信号を制御する。具体的には、交流電圧信号のピーク間電圧値 V_{pp} や周波数を変化させることで、音響放射力(静圧)を変化させることができ、その結果、液晶分子203aの配向を変化させることができる。なお、超音波により液晶分子203aの配向が変化するメカニズムは、第1実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0053] 以上、本発明に係る液晶デバイスおよび液晶分子配向制御方法の実施形態について説明したが、本発明は上記各実施形態に限定されるものではない。

[0054] [変形例]

第1実施形態において、液晶層103、配向膜104、第1透明基板105aおよび第2透明基板105bの構造、形状、寸法、材料等は、液晶層103に超音波に応じた音響放射力(静圧)を発生させることができるのであ

れば、適宜変更することができる。第2実施形態においても同様とする。例えば、液晶層103、203は、誘電率異方性が負のネマティック液晶以外の液晶分子で構成することができ、配向膜104、204は、垂直配向膜以外の配向膜で構成することができる。

[0055] 第1実施形態の圧電材料102は、その構造、形状、寸法、材料、数量、配置場所等を適宜変更することができる。第2実施形態の圧電基板202は、その構造、形状、寸法、材料、楕形電極202a、202bの数量およびその配置等を適宜変更することができる。例えば、第1実施形態では、圧電材料102が1つであってもよいし、第2実施形態では、楕形電極202aまたは楕形電極202bのいずれか一方のみが設けられていてもよい。

[0056] 圧電材料102または圧電基板202に印加する交流電圧信号は、適宜変更することができる。例えば、高周波の交流電圧信号を印加することで、緻密な配向制御が可能となる。

[0057] 本発明に係る液晶デバイスは、可変焦点レンズや光スキャナ等の光デバイスも含む。

符号の説明

- [0058] 100、200 液晶デバイス
101、201 液晶セル
102、202 圧電材料（圧電基板）
103、203 液晶層
103a、203a 液晶分子
104、204 配向膜
105a 第1透明基板
105b 第2透明基板
205 透明基板

請求の範囲

- [請求項1] 液晶分子の配向を制御する液晶分子配向制御方法であって、
配向膜で挟まれた液晶材料に、圧電材料で発生させた超音波を伝搬させて当該超音波に応じた静圧を発生させることで、前記静圧の大きさに応じて前記液晶材料を構成する液晶分子の配向を変化させることを特徴とする液晶分子配向制御方法。
- [請求項2] 前記液晶材料は、透明電極を介することなく上下一対の第1透明基板および第2透明基板に挟まれており、
前記圧電材料は、前記第1透明基板または前記第2透明基板の一方の基板に設けられており、
前記液晶材料、前記第1透明基板および前記第2透明基板の全体の共振周波数で前記圧電材料を電氣的に駆動させて、前記共振周波数に応じた前記超音波を発生させ、当該超音波を前記液晶材料、前記第1透明基板および前記第2透明基板に伝搬させることを特徴とする請求項1に記載の液晶分子配向制御方法。
- [請求項3] 前記圧電材料は、前記一方の基板の一方側に設けられた第1圧電材料と、前記一方の基板の他方側に設けられた第2圧電材料と、を含み、
前記第1圧電材料と前記第2圧電材料とで位相の異なる前記超音波を発生させることを特徴とする請求項2に記載の液晶分子配向制御方法。
- [請求項4] 前記圧電材料は、表面に電極が形成された圧電基板であり、
前記液晶材料は、前記圧電基板の前記表面に設けられており、
前記電極の共振周波数で前記圧電基板を電氣的に駆動させて、前記共振周波数に応じた前記超音波を発生させ、当該超音波を前記液晶材料に伝搬させることを特徴とする請求項1に記載の液晶分子配向制御方法。
- [請求項5] 配向膜で挟まれた液晶材料と、

交流電圧が印加されると超音波を発生させ、前記超音波を前記液晶材料に伝搬させる圧電材料と、を備え、

前記液晶材料は、前記超音波が伝搬された状態において当該超音波に応じた静圧が生じ、前記超音波が伝搬された状態と前記超音波が伝搬されていない状態とで、液晶分子の配向が異なることを特徴とする液晶デバイス。

[請求項6] 前記液晶材料を挟んで対向配置された第1透明基板および第2透明基板を備え、

前記液晶材料に電圧を印加するための透明電極を備えておらず、

前記圧電材料は、前記第1透明基板または前記第2透明基板の一方の基板に設けられており、前記超音波を前記液晶材料、前記第1透明基板および前記第2透明基板に伝搬させる

ことを特徴とする請求項5に記載の液晶デバイス。

[請求項7] 前記圧電材料は、表面に電極が形成された圧電基板であり、

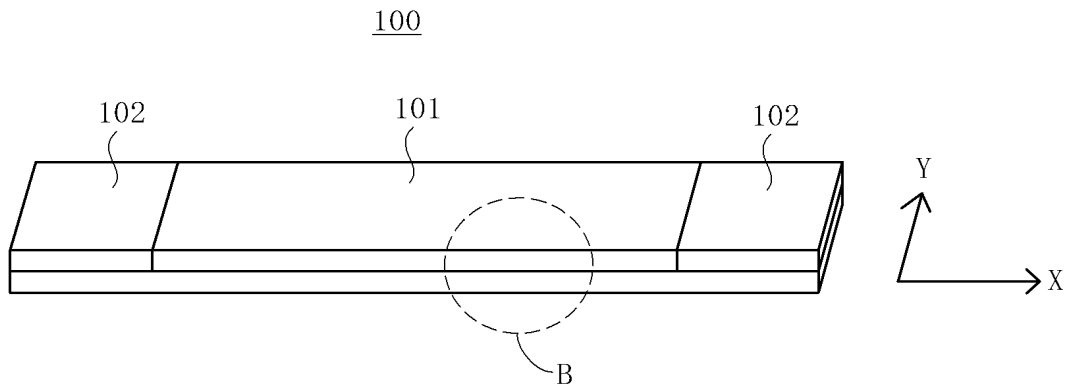
前記液晶材料は、前記圧電基板の前記表面に設けられており、

前記圧電基板は、前記電極に交流電圧が印加されると前記超音波を発生させ、当該超音波を前記液晶材料に伝搬させる

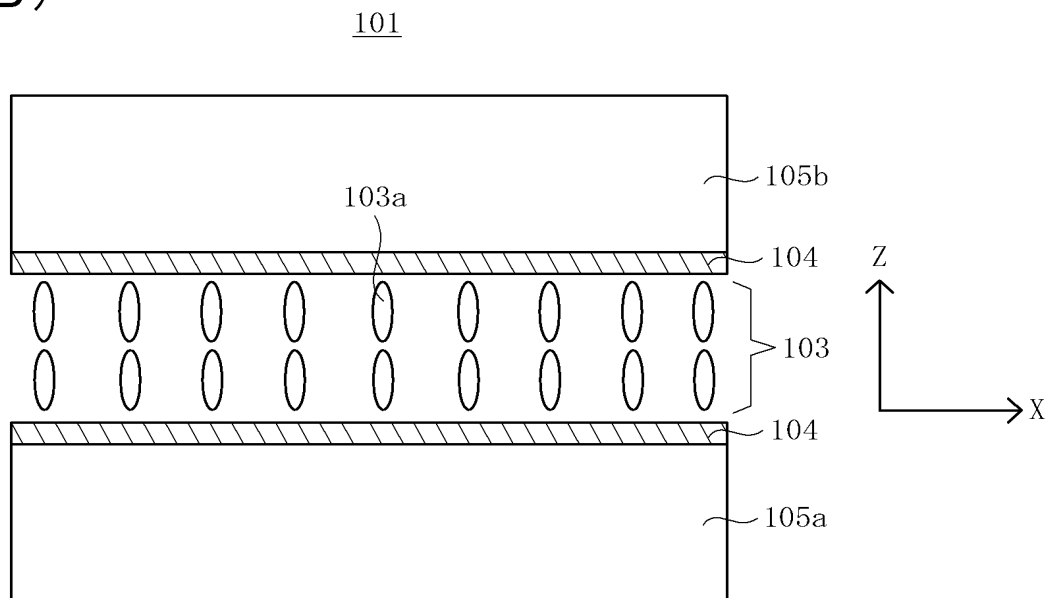
ことを特徴とする請求項5に記載の液晶デバイス。

[図1]

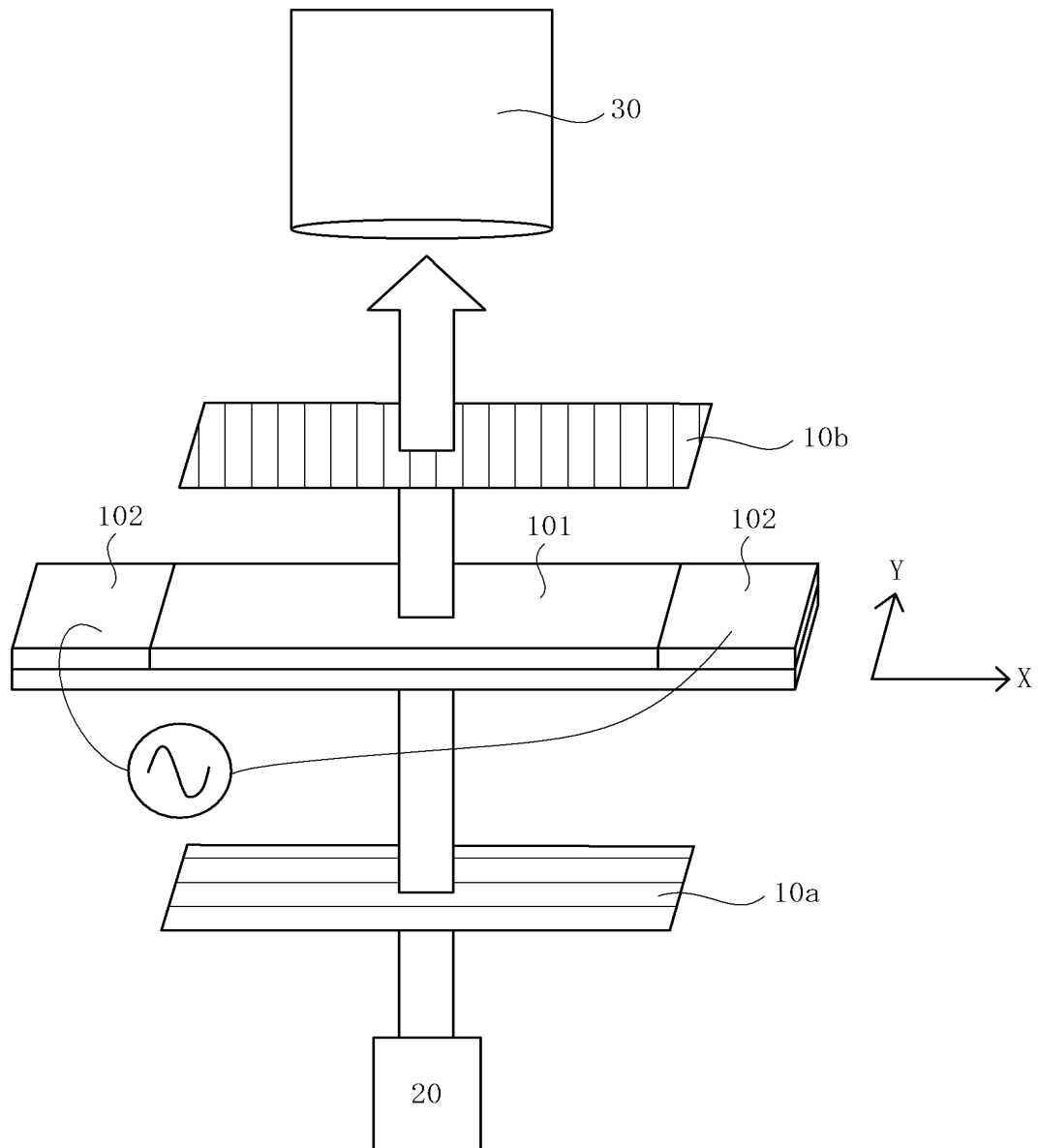
(A)



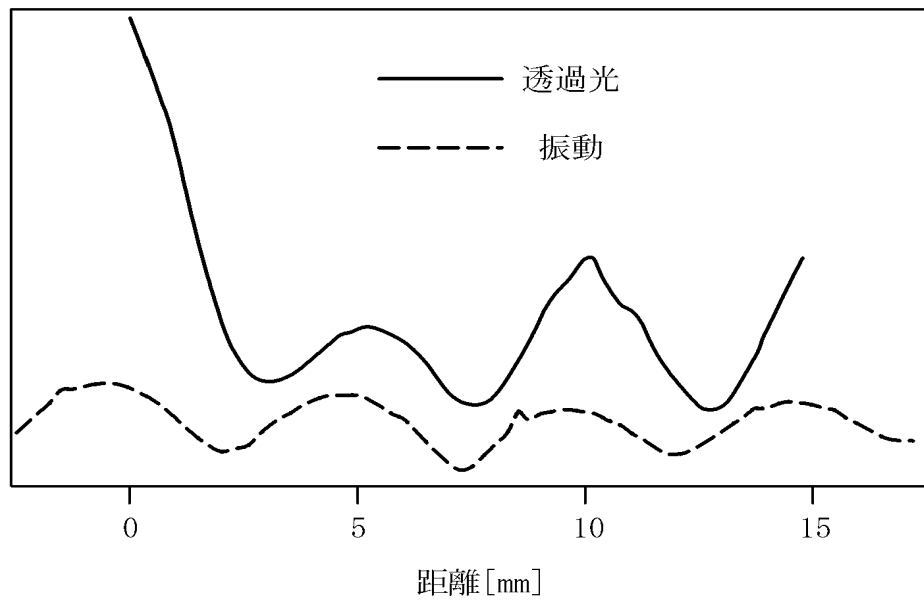
(B)



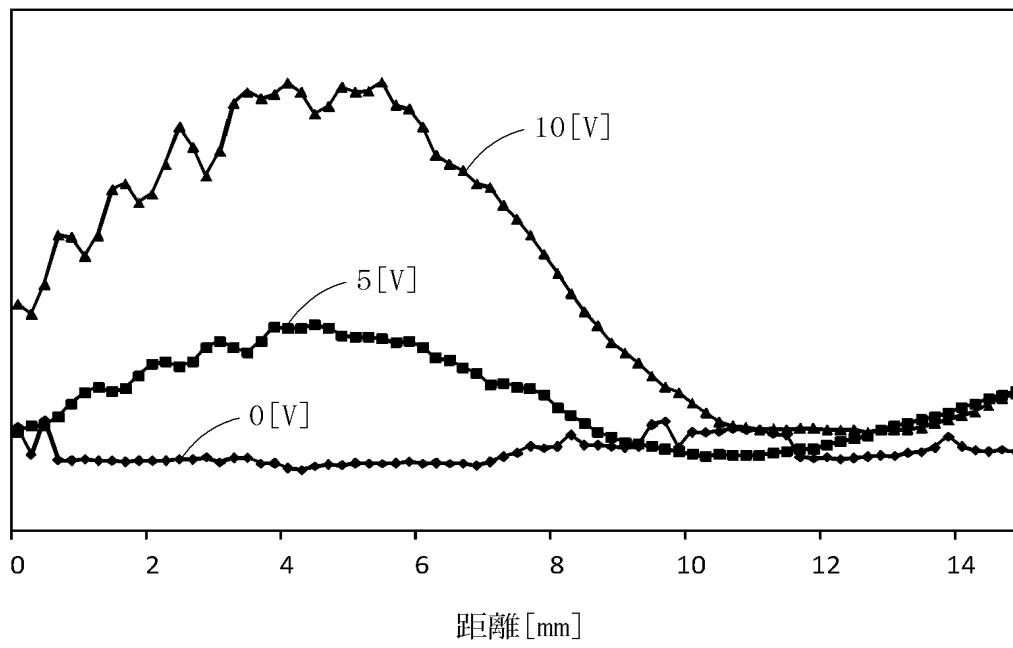
[図2]



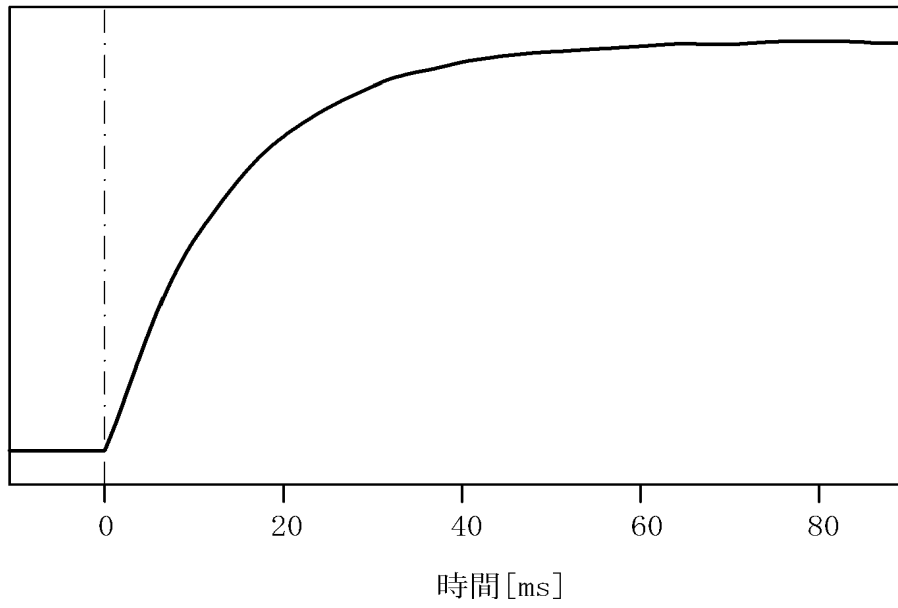
[圖3]



[圖4]

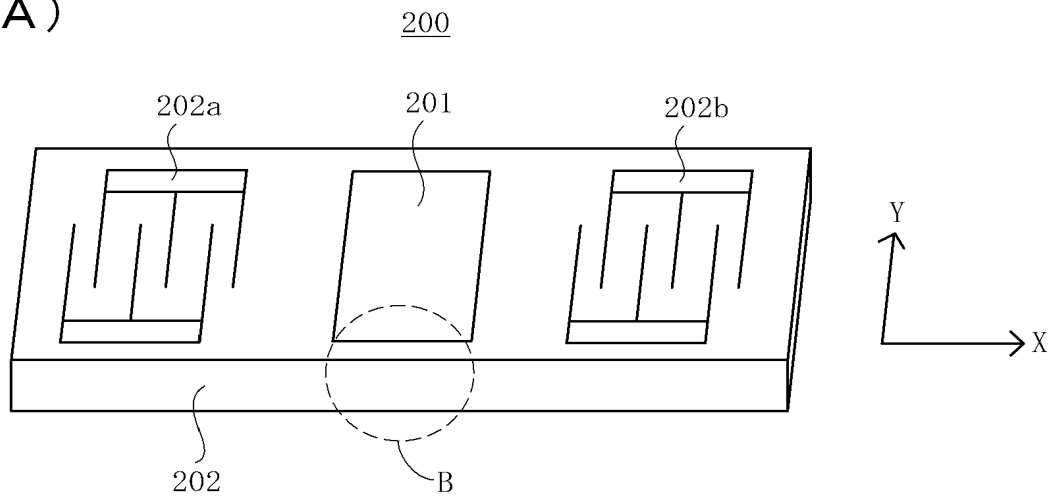


[図5]

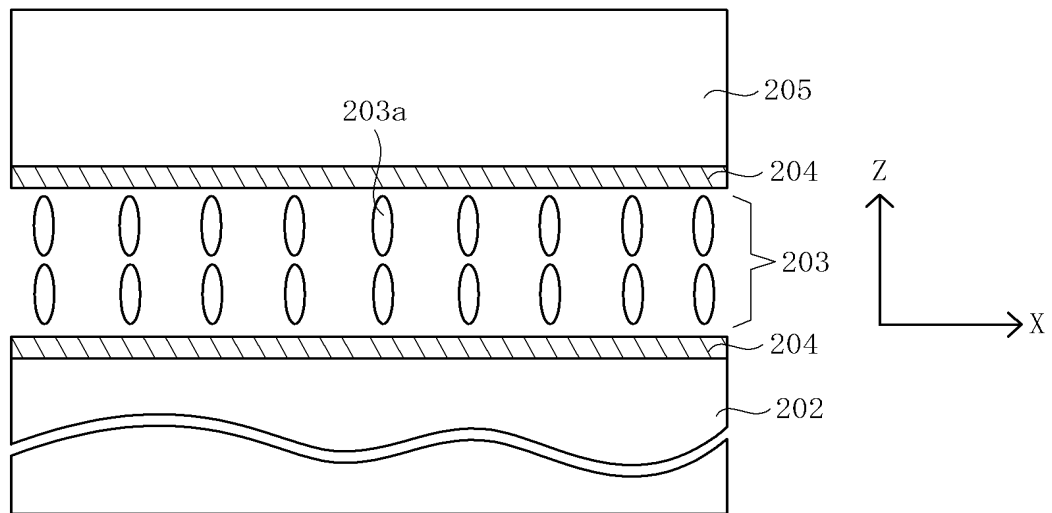


[図6]

(A)



(B)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/080215

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02F1/13(2006.01)i, G02F1/1337(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)
G02F1/13, G02F1/1337

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 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

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 A	JP 2004-226581 A (Koji TODA), 12 August 2004 (12.08.2004), paragraphs [0039] to [0047], [0054]; fig. 1 to 3, 9 & US 2004/0141111 A1 paragraphs [0057] to [0064], [0073]; fig. 1 to 3, 9	1, 4-5, 7 2-3, 6
X Y A	JP 56-78819 A (Kabushiki Kaisha Suwa Seikosha), 29 June 1981 (29.06.1981), column 3, line 5 to column 5, line 13; fig. 1 to 2 (Family: none)	1, 4-5, 7 2, 6 3

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 20 December 2016 (20.12.16)	Date of mailing of the international search report 17 January 2017 (17.01.17)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/080215

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-258326 A (Koji TODA), 11 September 2002 (11.09.2002), paragraphs [0018] to [0057]; fig. 1 to 7 (Family: none)	2, 6 1, 3-5, 7
A	JP 4-51187 A (Fujitsu Ltd.), 19 February 1992 (19.02.1992), page 3, upper left column, line 9 to page 4, upper left column, line 1; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G02F1/13(2006.01)i, G02F1/1337(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 (IPC))
 Int.Cl. G02F1/13, G02F1/1337

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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2016年
 日本国実用新案登録公報 1996-2016年
 日本国登録実用新案公報 1994-2016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 A	JP 2004-226581 A (戸田 耕司) 2004.08.12, 段落[0039]-[0047], [0054], 第1-3, 9 図 & US 2004/0141111 A1, [0057]-[0064], [0073], FIGs. 1-3, 9	1, 4-5, 7 2-3, 6
X Y A	JP 56-78819 A (株式会社諏訪精工舎) 1981.06.29, 第3欄第5行-第5欄第13行, 第1-2 図 (ファミリーなし)	1, 4-5, 7 2, 6 3

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 20.12.2016	国際調査報告の発送日 17.01.2017
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 佐藤 洋允 電話番号 03-3581-1101 内線 3295

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2002-258326 A (戸田 耕司)	2, 6
A	2002. 09. 11, 段落[0018]-[0057], 第 1-7 図 (ファミリーなし)	1, 3-5, 7
A	JP 4-51187 A (富士通株式会社) 1992. 02. 19, 第 3 頁左上欄第 9 行-第 4 頁左上欄第 1 行, 第 1-5 図 (ファミリーなし)	1-7