

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 2 区分

【発行日】平成21年11月5日(2009.11.5)

【公開番号】特開2008-122856(P2008-122856A)

【公開日】平成20年5月29日(2008.5.29)

【年通号数】公開・登録公報2008-021

【出願番号】特願2006-309261(P2006-309261)

【国際特許分類】

G 0 2 F 1/13 (2006.01)

G 0 2 F 1/31 (2006.01)

【F I】

G 0 2 F 1/13 5 0 5

G 0 2 F 1/31

【手続補正書】

【提出日】平成21年9月17日(2009.9.17)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の個別電極を有する第 1 の基板と、

共通電極を有する第 2 の基板と、

前記第 1 の基板と第 2 の基板との間に挟持した液晶層とを備え、

前記第 1 の基板上に形成された各個別電極に所定電圧を印加することによって液晶層の屈折率を変調させることで光変調を行う液晶光変調素子であって、

前記第 1 の基板上に形成された電極を少なくとも第 1 の領域と第 2 の領域を含む複数の領域に区分し、各領域に対する電圧の印加態様を異ならせ、第 1 の領域において波面方向を変えることで出射側の光結合係数を調整して強度変調し、第 2 の領域において光を位相変調する駆動回路を有し、一つの素子で強度変調と位相変調を行うことを特徴とする、液晶光変調素子。

【請求項 2】

前記第 1 の領域に勾配電圧を印加し、当該勾配電圧の印加によって前記第 1 の領域の液晶層内の実効的位相差に勾配を形成し、当該実効的位相差の勾配によって出射光面から出射される出射光の位相を領域内でずらすことで、出射光の進行方向を調整して前記出射側の光結合係数を調整して強度変調を行い、

前記第 2 の領域全体に所定の一定電圧を印加し、当該一定電圧の印加によって前記第 2 の領域の液晶層内に実効的位相差を形成し、当該実効的位相差によって出射光面から出射される出射光の位相を領域内で均一に調整することで、出射光の位相変調を行うことを特徴とする、請求項 1 に記載の液晶光変調素子。

【請求項 3】

前記実効的位相差の最大位相差 $\Phi_{\max}$ と光変調を行う光の使用最大波長 $\lambda_{\max}$ において $\Phi_{\max} \geq 2\pi$ の関係があることを特徴とする、請求項 2 に記載の液晶光変調素子。

【請求項 4】

前記液晶層の最大厚さ $d_{\max}$ は、 $d_{\max} > \lambda_{\max} / \Delta n_{\max}$ である（ $\Delta n_{\max}$ は液晶の実効最大複屈折率、 $\lambda_{\max}$ は使用する最大波長）ことを特徴とする、請求項 3 に記載の液晶光変調素子。

【請求項 5】

複数の個別電極を有する第 1 の基板と、
共通電極を有する第 2 の基板と、
前記第 1 の基板と第 2 の基板との間に挟持した液晶層とを備え、
前記第 1 の基板上に形成された各個別電極に所定電圧を印加することによって液晶層の屈折率を変調させることで光変調を行う液晶光変調素子であって、
前記液晶層の厚さ d は、 $m \lambda_{\max} / \Delta n_{\max} < d$ である（ $\Delta n_{\max}$ は液晶の実効最大複屈折率、 $\lambda_{\max}$ は使用最大波長、 m は整数）とし、
前記第 1 の基板上に形成された電極に、勾配電圧に一定電圧のバイアス電圧を付加した電圧を印加し、
前記勾配電圧の印加によって液晶層内の実効的位相差に勾配を形成し、当該実効的位相差の勾配によって出射光面から出射される出射光の位相を領域内でずらして波面方向を変えることで、出射側の光結合係数を調整して強度変調を行うとともに、
前記所定の一定電圧のバイアス電圧を印加することによって液晶層内に一定の実効的位相差を形成し、この一定の実効的位相差によって出射光面から出射される出射光の位相を領域内で均一に調整することで出射光の位相変調を行う駆動回路を有し、一つの素子で強度変調と位相変調を行うことを特徴とする、液晶光変調素子。

【請求項 6】

前記複数の個別電極を、前記領域の配列方向に配列する一次元配列、又は前記領域の第 1 の配列方向と当該第 1 の配列方向と直交する第 2 の配列方向に配列する二次元配列とすることを特徴とする、請求項 1 から請求項 5 の何れか一つに記載の液晶光変調素子。

【請求項 7】

入射光を入射するための入射ポートと、
出射光を出射するための出射ポートと、
前記請求項 1 から請求項 4 の何れか一つに記載の液晶光変調素子と、
前記入射ポートからの入射光を平行光として前記液晶光変調素子に入射する第 1 のコリメータ素子と、
前記液晶光変調素子からの光を結合して平行光として出射ポートに出射する第 2 のコリメータ素子とを備えることを特徴とする、液晶光変調装置。

【請求項 8】

前記第 1 のコリメータ素子と前記液晶光変調素子との間に、一方の偏光の偏光方向を 90° 変換させる第 1 の偏光変換素子を備え、
前記液晶光変調素子と前記第 2 のコリメータ素子との間に、前記変換した偏光の偏光方向に戻す第 2 の偏光変換素子を備えることを特徴とする、請求項 7 に記載の液晶光変調装置。

【請求項 9】

前記入射ポートと第 1 のコリメータ素子との間に、一方の偏光の偏光方向を 90° 変換させる第 1 の偏光変換素子を備え、
前記第 2 のコリメータ素子と前記出射ポートの間に、前記変換した偏光の偏光方向に戻す第 2 の偏光変換素子を備えることを特徴とする、請求項 7 に記載の液晶光変調装置。

【請求項 10】

前記第 2 のコリメータ素子に代えて複数の光ファイバを備えることを特徴とする、請求項 7 から請求項 9 の何れか一つに記載の液晶光変調装置。

【請求項 11】

前記液晶光変調素子は、第 1 または第 2 の基板の少なくとも一部を、金属または樹脂により熱電変換素子に接着固定し、環境温度の変化による前記液晶層の波長換算した位相揺らぎを、同一電圧プロファイル印加した時に使用最大波長の $\lambda / 10$ 以下となるように制御することを特徴とする、請求項 10 に記載の液晶光変調装置。

【請求項 12】

前記液晶光変調素子の前後の光路上に分光器を備え、

前記液晶光変調素子は、前記分光器により分光された波長毎に光変調を行うことを特徴とする、請求項7から請求項11の何れか一つに記載の液晶光変調装置。

【請求項13】

前記液晶光変調素子は、前記複数の個別電極を、前記領域の第1の配列方向と当該第1の配列方向と直交する第2の配列方向に配列する二次元配列とし、

前記第2の配列方向に、前記分光器により分光された波長を入射することを特徴とする、請求項12に記載の液晶光変調装置。

【請求項14】

請求項2から請求項4の何れか一つに記載の液晶光変調素子の駆動方法であって、

前記複数の個別電極は、複数の群にまとめられ、各群内における各複数の個別電極を共通の集電極で接続するとともに、その集電極の両端に一对の信号電極を接続し、

前記第1の領域に対応する群において、前記一对の信号電極に、それぞれ異なる電圧の駆動波形を印加することによって前記第1の領域に勾配電圧を形成し、

前記第2の領域に対応する群において、前記一对の信号電極に、同一電圧の駆動波形を印加することによって前記第2の領域に所定の一定電圧を印加することを特徴とする液晶光変調素子の駆動方法。

【請求項15】

請求項5に記載の液晶光変調素子の駆動方法であって、

前記複数の個別電極は、複数の群にまとめられ、各群内における各複数の個別電極を共通の集電極で接続するとともに、その集電極の両端に一对の信号電極を接続し、

前記一对の信号電極に、それぞれ異なる電圧の駆動波形に一定電圧のバイアス電圧を付加することによって、一定電位に勾配電位を形成することを特徴とする液晶光変調素子の駆動方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0069】

図3にはには明示しないが、ネマティック液晶層1Iが数 μm から数十 μm の所定の一定厚みを保持するように、第1の透明基板1Bと第2の透明基板1Hをスペーサを介して固定する。また、図3には示していないが複合電極1Cと共通電極1Gが短絡するのを防ぐために複合電極1Cの上および共通電極1Gの上の少なくとも一方に五酸化タンタル(Ta_2O_5)や二酸化シリコン(SiO_2)または窒化シリコン(SiN)などの透明絶縁膜を形成してもよい。また、透明絶縁膜を高屈折率膜と低屈折率膜からなる多層膜化して透過率を向上することも望ましい。第2の透明基板1H上に形成する共通電極1Gは透明導電膜からなる全面電極であってよい。なお、複合電極1Cの構造については後述する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0082

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0082】

また、図4(a)と図4(b)において、第2の領域Bにおける位相変調量 Φ 、および屈折率異方性 Δn の形態が相違している。なお、位相変調量 Φ と屈折率異方性 Δn との間には、 λ をこの液晶層を通る光の波長とし、 d を液晶層の厚さとしたとき、位相変調量 $\Phi = 2\pi \Delta n \cdot d / \lambda$ の関係がある。また、 λ_{max} を使用最大波長とした場合、液晶層による素子として使用する最大実効変調位相量 Φ_{maxeff} を $2\pi \Delta n_{\text{max}} \cdot d / \lambda_{\text{max}}$ 未満に設定する。ここで、 Δn_{max} は、実効最大複屈折率である。また、位相変調量は液晶層を通過する間に生じる可変可能な位相遅れに相当する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0093

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0093】

図5に示す第2の形態の構成は、図4に示す構成と比較して、液晶層の厚さ、及びこれに伴う位相変調量 Φ および屈折率異方性 Δn の形態で相違している。この第2の形態では、液晶層の厚さを、その最大位相変調量を第1の形態の2倍の $2\Phi_{\max}$ となるようにする。なお、位相変調量 Φ と屈折率異方性 Δn の間には、図4に示した第1の形態と同様に、 λ をこの液晶層を通る光の波長とし、 d を液晶層の厚さとしたとき、位相変調量 $\Phi = 2\pi \Delta n \cdot d / \lambda$ の関係がある。したがって、この第2の形態では、液晶層による最大位相変調量 $2\Phi_{\max}$ は $4\pi \cdot \Delta n_{\max} \cdot d / \lambda_{\max}$ 未満に設定される。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0151

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0151】

図20(a)は1次元の液晶光変調装置10Eの概略構成を説明するための図であり、図20(b)は2次元の液晶光変調装置10Fの概略構成を説明するための図である。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0176

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0176】

また、第1の個別電極51から第Nの個別電極52は、第1の活性領域60の外部で複数の群（では2つの群）にまとめられ、各群内における各個別電極を、個別電極と同じ材料であるITOなどの共通の集電極によって接続する。図26においては、第1の個別電極51から第Nの個別電極52を第1の活性領域60の外部で第1の集電極43で接続し、第N+1の個別電極53から第2Nの個別電極54は、同様にして第2の集電極47で接続する。