(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3724245号
(P3724245)
(45)発行日　平成17年12月7日(2005.12.7)　(24)登録日　平成17年9月30日(2005.9.30)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02B 26/08　G02B 26/08　D

請求項の数 8　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願平11-57320
(22)出願日　平成11年3月4日(1999.3.4)
(65)公開番号　特開2000-258701(P2000-258701A)
(43)公開日　平成12年9月22日(2000.9.22)
審査請求日　平成15年2月26日(2003.2.26)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100095728
弁理士　上柳　雅誉
(74)代理人　100107261
弁理士　須澤　修
(72)発明者　關　秀也
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

審査官　河原　正

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光スイッチング素子および画像表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能な透光性の抽出部と、該抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、前記抽出部と相対する前記導光部の面に導電性の材質よりなる１つ以上の層を具備する光スイッチング素子であって、

前記駆動手段は、複数の電極を有しており、

前記導電性の材質よりなる１つ以上の層は、前記駆動手段とは別に設けられており、かつ、前記複数の電極のいずれかと同電位になるように前記複数の電極のいずれかに電気的に接続されていることを特徴とする光スイッチング素子。

【請求項２】

導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能な透光性の抽出部と、該抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、前記導光部と相対する前記抽出部の面に導電性の材質よりなる１つ以上の層を具備する光スイッチング素子であって、

前記駆動手段は、複数の電極を有しており、

前記導電性の材質よりなる１つ以上の層は、前記駆動手段とは別に設けられており、かつ、前記複数の電極のいずれかと同電位になるように前記複数の電極のいずれかに電気的

に接続されていることを特徴とする光スイッチング素子。
【請求項３】
導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能な透光性の複数の抽出部と、該抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、さらに前記複数の抽出部が相互に相対する面のいずれかまたは全てに、導電性の材質よりなる１つ以上の層を具備する光スイッチング素子であって、
前記駆動手段は、複数の電極を有しており、
前記導電性の材質よりなる１つ以上の層は、前記駆動手段とは別に設けられており、かつ、前記複数の電極のいずれかと同電位になるように前記複数の電極のいずれかに電気的に接続されていることを特徴とする光スイッチング素子。
【請求項４】
導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能な透光性の抽出部と、該抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、前記導光部は導電性の材質よりなる光スイッチング素子であって、
前記駆動手段は、複数の電極を有しており、
前記導光部は、前記駆動手段とは別に設けられており、かつ、前記複数の電極のいずれかと同電位になるように前記複数の電極のいずれかに電気的に接続されていることを特徴とする光スイッチング素子。
【請求項５】
導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能な透光性の抽出部と、該抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、前記抽出部は導電性の材質よりなる光スイッチング素子であって、
前記駆動手段は、複数の電極を有しており、
前記抽出部は、前記駆動手段とは別に設けられており、かつ、前記複数の電極のいずれかと同電位になるように前記複数の電極のいずれかに電気的に接続されていることを特徴とする光スイッチング素子。
【請求項６】
導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能な透光性の抽出部と、該抽出部を支持する支持台と、前記抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、さらに前記支持台は導電性の材質よりなる光スイッチング素子であって、
前記駆動手段は、複数の電極を有しており、
前記支持台は、前記駆動手段とは別に設けられており、かつ、前記複数の電極のいずれかと同電位になるように前記複数の電極のいずれかに電気的に接続されていることを特徴とする光スイッチング素子。
【請求項７】
導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能で透光性の抽出部と、該抽出部により抽出された抽出光を反射する反射面と、前記抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、さらに前記反射面は導電性である光スイッチング素子であって、
前記駆動手段は、複数の電極を有しており、
前記反射面は、前記駆動手段とは別に設けられており、かつ、前記複数の電極のいずれかと同電位になるように前記複数の電極のいずれかに電気的に接続されていることを特徴とする光スイッチング素子。
【請求項８】

アレイ状またはマトリクス上に多数配置された請求項１－７のいずれか一項に記載の光スイッチング素子を備えることを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学部材の接近及び離反により光をスイッチングする光スイッチング素子に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

本発明に関わる従来技術について説明する。

【０００３】

図１１及び図１２に示すような、エバネッセント波結合を用いて光をスイッチングする光スイッチング素子が提案されている。以下に前記光スイッチング素子の動作を図に従って簡単に説明する。

【０００４】

まず図１１に基いて説明する。前記光スイッチング素子は、導波路１、前記導波路１に接近及び離反する反射プリズム３、前記反射プリズム３を静電力で動かすためのプリズム電極５、前記プリズム電極５と前記反射プリズム３が一体で動くように機械的に連結するプリズム台４、基板１０、前記基板１０上に固定された支柱９、一端が前記支柱９に、他の一端が前記プリズム電極５に取り付けられ、前記反射プリズム3を弾性的に支持するカンチレバー６より構成される。ここで、前記導波路１には適当な光源から照明光１１が供給されている。前記照明光１１は略平行光であり、前記導波路１の内部の全ての界面において光が繰り返し全反射し、前記導波路１の内部が光線で満たされるような一定の入射角で入射するようにセットされている。この状態では、巨視的には前記照明光１１は前記導波路１内部に閉じ込められ、前記導波路１の中を損失なく伝播している。一方微視的には、前記導波路１の全反射している面の付近では、前記導波路１から光の波長程度のごく僅かな距離だけ、前記照明光１１は一度漏出し、進路を変えて再び前記導波路１内に戻るという現象が起きている。前記漏出光を一般にエバネッセント波と呼ぶ。前記エバネッセント波は、前記導波路１の全反射面に光の波長程度またはそれ以下の距離で他の光学部材を接近させることにより取り出すことができる。即ち、前記光学部材として光透過性の部材を接近させれば、前記前記光学部材を透過させて取り出すことができ、前記光学部材として光反射性の部材を接近させれば、前記エバネッセント波を反射させ、前記導波路１を透過させて取り出すことができる。よって、前記光学部材をアクチュエータにより接近・離反させれば、前記照明光１１を取り出したり取り出さなかったりといった動作が可能になる。

【０００５】

本従来例は、前記の現象を応用した光スイッチング素子である。前記反射プリズム３は、はじめ前記カンチレバー６によって機械的中立点に支持されているが、前記プリズム電極５及び前記下電極８の間に電圧を印加すると、２者間には静電力による吸引力が働き、前記プリズム電極５は図の下方に移動する。このとき前記プリズム電極５に連結されている前記反射プリズム３も共に下方に移動し、前記導波路１から離反する。このときの様子を示しているのが図１１である。この状態では、前記照明光１１は前記導波路１内部に閉じ込められたままである。これを光スイッチングＯＦＦ状態とする。

【０００６】

次に、前記プリズム電極５及び前記上電極７の間に電圧を印加すると、やはり２者間には静電力による吸引力が働き、今度は前記プリズム電極５は図の上方に移動する。このとき前記プリズム電極５に連結されている前記反射プリズム３も共に上方に移動し、前記導波路１に接近する。このときの様子を示しているのが図１２である。接近距離が十分小さければ、前記導波路１から漏出した前記照明光１１は、前記反射プリズム３に到達した後反射し、進路を変えた後再び前記導波路１に進入する。この際、もはや進入光の角度は前記

導波路１内部で全反射する角度ではなくなっているため、そのまま前記導波路１を突き抜け、導出光１２となって外部に出射する。これを光スイッチングＯＮ状態とする。

【０００７】

以上のようにして、本従来例では各電極に選択的に電圧を印加することにより、 前記導波路１から前記照明光１１を取り出していた。前記出射方向に受光光学系を設置すれば、光スイッチング素子として機能する構成を有していた。また、前記の構成をマトリクス状に多数配置して、画像の表示を行っていた。

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、図１１及び図１２で示した従来の光スイッチング素子では、前記導波路１と前記反射プリズム３を接近せしめ再び離反させる際、両者の間に静電気が発生する恐れがあった。ましてや本光スイッチング素子は、水分による吸着を防止するため低湿度の環境で製造され、静電気を生じ易い。一般に前記導波路１、前記反射プリズム３等の部材は絶縁性であるため、発生した静電気による電荷は移動不可能であり、前記部材上に留まって帯電させる原因となっていた。一方静電気は、可動部のあらゆる場所で生ずる可能性があり、複数の前記反射プリズム３を有する構成においては隣り合う前記反射プリズム３同士の間でも発生する。

【０００９】

前記帯電は、前記導波路１及び前記反射プリズム３の静電吸着を招き、スイッチング不良の原因となっていた。また、本光スイッチング素子は，駆動用の回路とともにシリコン基板上に一体で作ることが可能であるが、その際前記の電荷が一定量を越えると放電により一斉に移動し、前記駆動回路に大電流となって流れ込み回路素子を破壊する恐れがあった。特に回路素子としてしばしば用いられるＭＯＳＦＥＴはゲートとチャンネル間で破壊を起こしやすく、なんらかの対策が必要であった。

【００１０】

そこで、本発明は、 上記の静電吸着の問題を防止すると同時に、前記駆動回路へのダメージを防止した構成を有する光スイッチング素子を提供することを目的としている。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

（１）本発明の光スイッチング素子は、導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能な透光性の抽出部と、該抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、前記抽出部と相対する前記導光部の面に導電性の材質よりなる１つ以上の層を具備することを特徴とする。

【００１２】

（２）本発明の光スイッチング素子は、導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能な透光性の抽出部と、該抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、前記導光部と相対する前記抽出部の面に導電性の材質よりなる１つ以上の層を具備することを特徴とする。

【００１３】

（３）本発明の光スイッチング素子は、導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能な透光性の複数の抽出部と、該抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、さらに前記複数の抽出部が相互に相対する面のいずれかまたは全てに、導電性の材質よりなる１つ以上の層を具備することを特徴とする。

【００１４】

（４）本発明の光スイッチング素子は、第１～３いずれかの項において、前記１つ以上の層は接地されていることを特徴とする。

【００１５】
（５）本発明の光スイッチング素子は、第１～３いずれかの項において、前記１つ以上の層の材質はＩＴＯであることを特徴とする。
【００１６】
（６）本発明の光スイッチング素子は、第１又は２項において、前記１つ以上の層は、前記導光部あるいは前記抽出部より高い屈折率を有する材質よりなることを特徴とする。
【００１７】
（７）本発明の光スイッチング素子は、導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能な透光性の抽出部と、該抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、前記導光部は導電性の材質よりなることを特徴とする。
【００１８】
（８）本発明の光スイッチング素子は、第７項において、前記導光部は接地されていることを特徴とする。
【００１９】
（９）本発明の光スイッチング素子は、導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能な透光性の抽出部と、該抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、前記抽出部は導電性の材質よりなることを特徴とする。
【００２０】
（１０）本発明の光スイッチング素子は、第９項において、前記抽出部は接地されていることを特徴とする。
【００２１】
（１１）本発明の光スイッチング素子は、導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能な透光性の抽出部と、該抽出部を支持する支持台と、前記抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、さらに前記支持台は導電性の材質よりなることを特徴とする。
【００２２】
（１２）本発明の光スイッチング素子は、第１１項において、前記支持台は接地されていることを特徴とする。
【００２３】
（１３）本発明の光スイッチング素子は、導入光を全反射して伝達可能な全反射面を備えた導光部と、前記全反射面に対しエバネッセント波が漏出する抽出距離以下に接近する第１の位置、及び前記抽出距離以上に離れる第２の位置に移動可能で透光性の抽出部と、該抽出部により抽出された抽出光を反射する反射面と、前記抽出部を移動せしめる駆動手段とを有し、さらに前記反射面は導電性であることを特徴とする。
【００２４】
（１４）本発明の光スイッチング素子は、第１３項において、前記反射面は接地されていることを特徴とする。
【００３０】
【発明の実施の形態】
（実施例１）
以下に本発明の実施例を示し、図を用いて説明する。
【００３１】
図１及び図２は、本発明の一実施例である光スイッチング素子の構成を示す説明図である。
【００３２】

まず図１に基いて説明する。前記光スイッチング素子は、導波路１、前記導波路１の表面に設けられた略透明な導電膜２、前記導波路１に前記導電膜２を介して接近及び離反する反射プリズム３、前記反射プリズム３を静電力で動かすためのプリズム電極５、前記プリズム電極５と前記反射プリズム３が一体で動くように機械的に連結するプリズム台４、基板１０、前記基板１０上に固定された支柱９、一端が前記支柱９に、他の一端が前記プリズム電極５に取り付けられ、前記反射プリズム3を弾性的に支持するカンチレバー６より構成される。また、前記導電膜２は、上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されている。前記導電膜２の材質としては、透明電極にしばしば用いられるＩＴＯ、ＩＴ、ＩＯ、SnO_2 等を用いればよい。あるいは、窒素により導電性を持たせたダイヤモンド・ライク・カーボンを用いれば、水分による吸着を防止するにも大きな効果がある。

【００３３】

さて、前記導波路１には適当な光源から照明光１１が供給されている。前記照明光１１は略平行光であり、前記導波路１の内部の全ての界面において光が繰り返し全反射し、前記導波路１の内部が光線で満たされるような一定の入射角で入射するようにセットされている。この状態では、巨視的には前記照明光１１は前記導波路１内部に閉じ込められ、前記導波路１の中を損失なく伝播している。一方微視的には、前記導波路１の全反射している面の付近では、前記導波路１から光の波長程度のごく僅かな距離だけ、前記照明光１１は一度漏出し、進路を変えて再び前記導波路１内に戻るという現象が起きている。前記漏出光を一般にエバネッセント波と呼ぶ。前記エバネッセント波は、前記導波路１の全反射面に光の波長程度またはそれ以下の距離で他の光学部材を接近させることにより取り出すことができる。即ち、前記光学部材として光透過性の部材を接近させれば、前記前記光学部材を透過させて取り出すことができ、前記光学部材として光反射性の部材を接近させれば、前記エバネッセント波を反射させ、前記導波路１を透過させて取り出すことができる。よって、前記光学部材をアクチュエータにより接近・離反させれば、前記照明光１１を取り出したり取り出さなかったりといった動作が可能になる。

【００３４】

本実施例は、前記の現象を応用した光スイッチング素子である。前記反射プリズム３は、はじめ前記カンチレバー６によって機械的中立点に支持されているが、前記プリズム電極５及び前記下電極８の間に電圧を印加すると、２者間には静電力による吸引力が働き、前記プリズム電極５は図の下方に移動する。このとき前記プリズム電極５に連結されている前記反射プリズム３も共に下方に移動し、前記導波路１から離反する。このときの様子を示しているのが図１である。この状態では、前記照明光１１は前記導波路１内部に閉じ込められたままである。これを光スイッチングＯＦＦ状態とする。

【００３５】

次に、前記プリズム電極５及び前記上電極７の間に電圧を印加すると、やはり２者間には静電力による吸引力が働き、今度は前記プリズム電極５は図の上方に移動する。このとき前記プリズム電極５に連結されている前記反射プリズム３も共に上方に移動し、前記導波路１に接近する。このときの様子を示しているのが図２である。接近距離が十分小さければ、前記導波路１から漏出した前記照明光１１は、前記導電膜２を介して前記反射プリズム３に到達した後反射し、進路を変えた後再び前記導波路１に進入する。この際、もはや進入光の角度は前記導波路１内部で全反射する角度ではなくなっているため、そのまま前記導波路１を突き抜け、導出光１２となって外部に出射する。これを光スイッチングＯＮ状態とする。

【００３６】

以上のようにして、本実施例の光スイッチング素子は、各電極に選択的に電圧を印加することにより、 前記導波路１から前記照明光１１を取り出していた。前記出射方向に受光光学系を設置すれば、光スイッチング素子として機能する構成を有する。また、前記の構成をマトリクス状に多数配置して、画像の表示を行ってもよい。

【００３７】

さて、従来の光スイッチング素子では、前記導波路１と前記反射プリズム３を接近せしめ再び離反させる際、両者の間に静電気が発生して帯電するという現象があった。前記帯電は、前記導波路１及び前記反射プリズム３の静電吸着を招いて、スイッチング不良の原因となっていたばかりか、放電により前記駆動回路の素子を破壊する恐れがあった。ところが本実施例の光スイッチング素子では、前記導波路１の表面に静電気が発生しても、前記導電膜２の存在により電荷は自由に移動可能であり、さらに前記導電膜２は上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されているため、前記電荷は流れ去ってしまい蓄積されない。よって、 上記の静電吸着を生ずることはなく、また前記駆動回路へのダメージをも防止することができる。

【００３８】

さらに、前記導電膜２はもう一つの有益な効果をもたらす。この点について以下に説明する。

【００３９】

前記のようなエバネッセント波結合を応用した従来の光スイッチング素子においては、前記導波路１から染み出すエバネッセント波の強さは距離に対して指数関数的に急速に減衰するため、光を取り出すには前記導波路１と前記反射プリズム３を十分接近させなければならないという問題があった。しかし実際には製造時の誤差や、面の表面荒さ、前記反射プリズム３を複数個並べた場合には距離のばらつき等が存在するため、常に十分かつ均一な接近を実現するのは難しかった。その結果、十分な光量が得られなかったり、光量に大きなばらつきを生じたりする恐れがあった。

【００４０】

しかし、以下に示すように、本実施例の如き前記導電膜２を有する構成にし、かつ材質として前記導波路１あるいは前記反射プリズム３より屈折率が高いものを用いることによって、上記の問題を改善することができる。この様子を図３に示す。実線である曲線１３が前記導電膜２がない場合、点線である曲線１４が前記導電膜２がある場合の、前記導波路１と前記反射プリズム３の距離xに対する、前記導波路１から取り出される光量Ｐの変化を示したものである。まず、前記導電膜２がない場合は、取り出される光量は距離が０のとき最大で、しかも鋭いピークを示す。そしてその後距離が増大するにつれて急速に単調減少する。一方、前記導電膜２がある場合は、ある距離で緩やかなピークを持ち、なだらかに減少する曲線となる。とくに注目すべきは、ある距離x1からx2の範囲においては、前記導電膜２がない場合よりも取り出される光量が大きくなっている点である。すなわちこれは、前記光スイッチング素子において、誤差や面の荒さ、ばらつき等によって、前記導波路１と前記反射プリズム３を十分接近しない場合が生じても、出力低下の度合いを小さく抑えるばかりか、増大させるうるということを示している。また、前記の通りピーク部分のカーブが緩やかになるために、前記導波路１と前記反射プリズム３ の距離のばらつきに対しても取り出される光量の変動は少なくなる。言い換えれば、距離のばらつきに対するマージンを広げることができる。これは本実施例の光スイッチング素子をアレイ状またはマトリクス状に多数配置して画像表示装置等を構成した場合に、画素間の明るさのムラを抑えるのに効果がある。

【００４１】

またここで、前記導電膜２の厚さを適当な値にすることによって、目的の距離における取り出し得る光量を最大にしたり、距離に対するばらつきを最小にしたりすることができる。この様子を図４に示す。図上で曲線１３は前記導電膜２がない場合、曲線１５は前記導電膜２の光学的厚みが波長の１／３０場合、曲線１６は前記導電膜２の光学的厚みが波長の１／８の場合、曲線１７は前記導電膜２の光学的厚みが波長の１／３の場合である。ここで光学的厚みとは、物理的厚み即ち実寸と屈折率をかけたものである。前記導電膜２の付加により、取り出される光量の曲線は、距離が０のとき高く鋭いピークを示すものから、ある距離で緩やかなピークを持ちなだらかに減少する曲線へと変化する。また、図４にみられるように、前記導電膜２の厚さを変化させると、前記曲線の形状も変化する。すな

わち、前記導電膜２の光学的厚みが波長の１／３０場合である前記曲線１５では、前記導電膜２がない場合である曲線１３に対してピークの移動及び鈍化がみられる他、ピークの値は低下する。前記導電膜２の光学的厚みが波長の１／８の場合である前記曲線１６では、曲線１５に対してさらにピークの移動及び鈍化とピーク値の低下が見られる。前記導電膜２の光学的厚みが波長の１／３の場合である前記曲線１７では、ピーク付近の曲線形状が極端になだらかになり、全体に光量が減少してしまう。以上の曲線を比較すると、距離０からｘ０においては曲線１１が最大光量となり、最も有利である。同様、距離ｘ０からｘ１では曲線１５が、距離ｘ１からｘ２では曲線１６が最も有利である。そこで、実際に光スイッチング素子を製作あるいは製造する場合に予想される、前記導波路１及び前記反射プリズム３の距離及びその誤差、境界面の荒さ、ばらつき等によって、適当な前記導電膜２の厚みを選択すれば、もっとも効率よく光を取り出すことができる。図４に従えば、一般に予想される前記導波路１及び前記反射プリズム３の距離及びその誤差、境界面の荒さ、ばらつきを考慮すると、前記導電膜２の光学的厚みが波長の１／３０から１／３の間のいずれかとするのが適当である。

【００４２】

尚、本実施例では、前記反射プリズム３を前記導波路１に接近せしめ、漏出した前記エバネッセント光を前記反射プリズム３により反射せしめて、前記導波路１を貫通して外部に取り出す構成の光スイッチング素子を示したが、前記エバネッセント波結合を用いた光スイッチング素子の構造は他にも多様に考えらることができる。例えば、必要に応じて図１の全てあるいはいずれかの構成要素を光透過の部材とすれば、前記基板１０側に前記エバネッセント光を透過させて取り出す光スイッチング素子を構成することができる。そして、これらいかなる構成の光スイッチング素子にあっても、前記エバネッセント波結合を行う境界面に本実施例で示したような適当な厚みを有する前記導電膜２を挿入すれば、本実施例と同様の効果、即ち静電吸着による動作不良や、周辺回路の破壊の恐れがなく、さらに光量のばらつきが少なく効率よく光を取り出しうる光スイッチング素子が得られるのはいうまでもない。

【００４３】

（実施例２）

図５は、本発明の一実施例である光スイッチング素子の構成を示す説明図であり、光スイッチングＯＦＦ状態を示している。

【００４４】

実施例１では前記導波路１に前記導電膜２を設け、帯電を防止する構成を示したが、同様に前記反射プリズム３の側に前記導電膜２を設ける構成にしてもよい。

【００４５】

図５に基いて説明する。前記光スイッチング素子は、導波路１、前記導波路１に接近及び離反する反射プリズム３、前記反射プリズム３の前記導波路１に相対する面に設けられた略透明な導電膜２、前記反射プリズム３を静電力で動かすためのプリズム電極５、前記プリズム電極５と前記反射プリズム３が一体で動くように機械的に連結するプリズム台４、基板１０、前記基板１０上に固定された支柱９、一端が前記支柱９に、他の一端が前記プリズム電極５に取り付けられ、前記反射プリズム3を弾性的に支持するカンチレバー６より構成される。また、前記導電膜２は、上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されている。前記導電膜２の材質としては透明電極にしばしば用いられるＩＴＯ、ＩＴ、ＩＯ、SnO_2 等を用いればよい。あるいは、窒素により導電性を持たせたダイヤモンド・ライク・カーボンを用いれば、水分による吸着を防止するにも大きな効果がある。

【００４６】

本実施例の光スイッチング素子では、前記反射プリズム３の表面に静電気が発生しても、前記導電膜２の存在により電荷は自由に移動可能であり、さらに前記導電膜２は上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されているため、前記電荷は流れ去ってしまい蓄積されない。よって、 上

記の静電吸着を生ずることはなく、また前記駆動回路へのダメージをも防止することができる。

【００４７】

他の構成及び効果については実施例１と同様であるので、詳しい説明は省略する。

【００４８】

（実施例３）

図６は、本発明の一実施例である光スイッチング素子の構成を示す説明図であり、光スイッチングＯＦＦ状態を示している。

【００４９】

実施例１では、前記導波路１に前記導電膜２を設け、帯電を防止する構成を示したが、前記導波路１そのものを導電性にしてもよい。

【００５０】

図６に基いて説明する。前記光スイッチング素子は、導電性を有する導波路１、前記導波路１に接近及び離反する反射プリズム３、前記反射プリズム３を静電力で動かすためのプリズム電極５、前記プリズム電極５と前記反射プリズム３が一体で動くように機械的に連結するプリズム台４、基板１０、前記基板１０上に固定された支柱９、一端が前記支柱９に、他の一端が前記プリズム電極５に取り付けられ、前記反射プリズム3を弾性的に支持するカンチレバー６より構成される。また、前記導波路１は、上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されている。

【００５１】

本実施例の光スイッチング素子では、前記反射プリズム３の表面に静電気が発生しても、前記導波路１内部で電荷は自由に移動可能であり、さらに前記導波路１は上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されているため、前記電荷は流れ去ってしまい蓄積されない。よって、 上記の静電吸着を生ずることはなく、また前記駆動回路へのダメージをも防止することができる。

【００５２】

他の構成及び効果については実施例１と同様であるので、詳しい説明は省略する。

【００５３】

（実施例４）

図７は、本発明の一実施例である光スイッチング素子の構成を示す説明図であり、光スイッチングＯＦＦ状態を示している。

【００５４】

実施例２では、前記反射プリズム３に前記導電膜２を設け、帯電を防止する構成を示したが、前記反射プリズム３そのものを導電性にしてもよい。

【００５５】

図７に基いて説明する。前記光スイッチング素子は、導波路１、前記導波路１に接近及び離反する導電性の反射プリズム３、前記反射プリズム３を静電力で動かすためのプリズム電極５、前記プリズム電極５と前記反射プリズム３が一体で動くように機械的に連結するプリズム台４、基板１０、前記基板１０上に固定された支柱９、一端が前記支柱９に、他の一端が前記プリズム電極５に取り付けられ、前記反射プリズム3を弾性的に支持するカンチレバー６より構成される。また、前記反射プリズム３は、上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されている。

【００５６】

本実施例の光スイッチング素子では、前記反射プリズム３の表面に静電気が発生しても、前記反射プリズム３内部で電荷は自由に移動可能であり、さらに前記反射プリズム３は上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されているため、前記電荷は流れ去ってしまい蓄積されない。よって、 上記の静電吸着を生ずることはなく、また前記駆動回路へのダメージをも防止するこ

とができる。
【００５７】
他の構成及び効果については実施例１と同様であるので、詳しい説明は省略する。
【００５８】
（実施例５）
図８は、本発明の一実施例である光スイッチング素子の構成を示す説明図である。
【００５９】
静電気は、可動部のあらゆる場所で生ずる可能性があり、他の部位においても帯電を生ずる場合がある。例えば、複数の前記反射プリズム３を有する構成においては隣り合う前記反射プリズム３同士の間でも静電気が発生する。これを防ぐような構成を有する光スイッチング素子について説明する。
【００６０】
図８に基いて説明する。前記光スイッチング素子は、導波路１、前記導波路１に接近及び離反する反射プリズム３、前記反射プリズム３の側面に設けられた導電膜２、前記反射プリズム３を静電力で動かすためのプリズム電極５、前記プリズム電極５と前記反射プリズム３が一体で動くように機械的に連結するプリズム台４、基板１０、前記基板１０上に固定された支柱９、一端が前記支柱９に、他の一端が前記プリズム電極５に取り付けられ、前記反射プリズム3を弾性的に支持するカンチレバー６より構成される。。また、前記導電膜２は、上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されている。本実施例では前記導電膜２は透明である必要はなく、金属、炭素系素材、あるいはそれらも粉末を混入した材料でもよい。
【００６１】
本実施例の光スイッチング素子では、隣り合う前記反射プリズム３同士の表面に静電気が発生しても、前記導電膜２の存在により電荷は自由に移動可能であり、さらに前記導電膜２は上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されているため、前記電荷は流れ去ってしまい蓄積されない。よって、 隣り合う前記反射プリズム３同士の静電吸着による動作不良を生ずることはなく、また前記駆動回路へのダメージをも防止することができる。
【００６２】
他の構成及び効果については実施例１と同様であるので、詳しい説明は省略する。
【００６３】
（実施例６）
図９は、本発明の一実施例である光スイッチング素子の構成を示す説明図である。
【００６４】
前記プリズム台４を導電性とすることにより、実施例５と同様に、複数の前記反射プリズム３を有する構成においては隣り合う前記反射プリズム３同士の間で静電気が発生するのを防ぐような構成を有する光スイッチング素子について説明する。
【００６５】
図９に基いて説明する。前記光スイッチング素子は、導波路１、前記導波路１に接近及び離反する反射プリズム３、前記反射プリズム３を静電力で動かすためのプリズム電極５、前記プリズム電極５と前記反射プリズム３が一体で動くように機械的に連結する導電性を有するプリズム台４、基板１０、前記基板１０上に固定された支柱９、一端が前記支柱９に、他の一端が前記プリズム電極５に取り付けられ、前記反射プリズム3を弾性的に支持するカンチレバー６より構成される。また、前記プリズム台４は、上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されている。本実施例では前記導電膜２は透明である必要はなく、金属、炭素系素材、あるいはそれらも粉末を混入した材料でもよい。
【００６６】
本実施例の光スイッチング素子では、隣り合う前記反射プリズム３同士の表面に静電気が発生しても、前記プリズム台４内部で電荷は自由に移動可能であり、さらに前記プリズム

台４は上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されているため、前記電荷は流れ去ってしまい蓄積されない。よって、 隣り合う前記反射プリズム３同士の静電吸着による動作不良を生ずることはなく、また前記駆動回路へのダメージをも防止することができる。

【００６７】

他の構成及び効果については実施例１と同様であるので、詳しい説明は省略する。

【００６８】

（実施例７）

図１０は、本発明の一実施例である光スイッチング素子の構成を示す説明図である。

【００６９】

前記反射プリズム３はその反射面に反射膜を有する構成であってもよいが、前記反射膜を導電性の材質として前記反射プリズム３周辺の帯電を防ぐような構成を有する光スイッチング素子について説明する。

【００７０】

図１０に基いて説明する。前記光スイッチング素子は、導波路１、前記導波路１に接近及び離反する反射プリズム３、前記反射プリズム３の反射面に設けられた反射膜１８、前記反射プリズム３を静電力で動かすためのプリズム電極５、前記プリズム電極５と前記反射プリズム３が一体で動くように機械的に連結するプリズム台４、基板１０、前記基板１０上に固定された支柱９、一端が前記支柱９に、他の一端が前記プリズム電極５に取り付けられ、前記反射プリズム3を弾性的に支持するカンチレバー６より構成される。また、前記反射膜１８は、上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されている。本実施例では前記導電膜２は透明である必要はなく、金属、炭素系素材、あるいはそれらも粉末を混入した材料でもよい。

【００７１】

本実施例の光スイッチング素子では、前記反射プリズム３周辺に静電気が発生しても、前記反射膜１８が導電性のため電荷は自由に移動可能であり、さらに前記反射膜１８は上電極７または前記下電極８または前記プリズム電極５と同電位になるようにそれらのいずれかに電気的に接続されているため、前記電荷は流れ去ってしまい蓄積されない。よって、 隣り合う前記反射プリズム３の静電吸着による動作不良を生ずることはなく、また前記駆動回路へのダメージをも防止することができる。

【００７２】

他の構成及び効果については実施例１と同様であるので、詳しい説明は省略する。

【００７３】

【発明の効果】

本発明によれば、以下に示す効果がもたらされる。

【００７４】

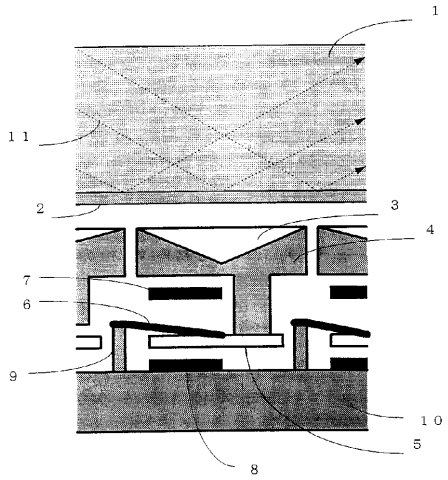
（１）本発明の光スイッチング素子は、導波路あるいは抽出部、あるいはプリズム台に導電膜を設け接地したことにより、それらの表面に静電気が発生しても、前記電荷は流れ去ってしまい蓄積されない。よって、 従来の光スイッチング素子にみられた、前記導波路１と前記反射プリズム３の間、あるいは前記反射プリズム間の帯電により静電吸着を招いて、スイッチング不良を起したり、放電により前記駆動回路の素子が破壊したりするを防止することができる。また、前記導電膜の材質として窒素を含むダイヤモンド・ライク・カーボン等を用いれば、水分による吸着をも防止することが可能である。また、前記導電膜の厚さを適当な値にすれば、光量のばらつきが少なく効率よく光を取り出しうる光スイッチング素子が得られる。

【００７５】

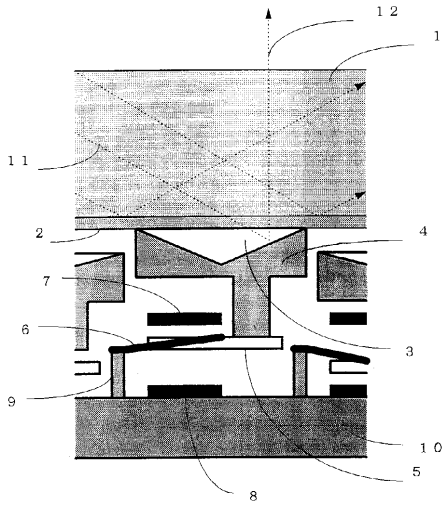
（２）本発明の光スイッチング素子は、導波路あるいは抽出部、あるいはプリズム台を導電性とした上、接地したことにより、それらに静電気が発生しても、前記電荷は流れ去ってしまい蓄積されない。よって、 従来の光スイッチング素子にみられた、帯電によりそれらの静電吸着を招いて、スイッチング不良を起したり、放電により前記駆動回路の素子

が破壊したりするを防止することができる。
【００７６】
（３）本発明の光スイッチング素子は、抽出部の反射膜を導電性とした上、接地したことにより、前記反射プリズム周辺に静電気が発生しても、前記電荷は流れ去ってしまい蓄積されない。よって、 従来の光スイッチング素子にみられた、前記反射プリズム間の帯電により、静電吸着を招いて、スイッチング不良を起したり、放電により前記駆動回路の素子が破壊したりするのを防止することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の光スイッチング素子の一実施例を示す説明図。
【図２】本発明の光スイッチング素子の一実施例を示す説明図。
【図３】本発明の光スイッチング素子の一実施例を説明するための説明図。
【図４】本発明の光スイッチング素子の一実施例を説明するための説明図。
【図５】本発明の光スイッチング素子の他の一実施例を示す説明図。
【図６】本発明の光スイッチング素子の他の一実施例を示す説明図。
【図７】本発明の光スイッチング素子の他の一実施例を示す説明図。
【図８】本発明の光スイッチング素子の他の一実施例を示す説明図。
【図９】本発明の光スイッチング素子の他の一実施例を示す説明図。
【図１０】本発明の光スイッチング素子の他の一実施例を示す説明図。
【図１１】従来の光スイッチング素子の一例を示す説明図。
【図１２】従来の光スイッチング素子の一例を示す説明図。
【符号の説明】
１　導波路
２　導電膜
３　反射プリズム
４　プリズム台
５　プリズム電極
６　カンチレバー
７　上電極
８　下電極
９　支柱
１０　基板
１１　照明光
１２　導出光
１３　中間層がない場合の曲線
１４　中間層がある場合の曲線
１５　導電膜の光学的厚さが光の波長の１／３０の場合の曲線
１６　導電膜の光学的厚さが光の波長の１／８の場合の曲線
１７　導電膜の光学的厚さが光の波長の１／３の場合の曲線
１８　反射膜

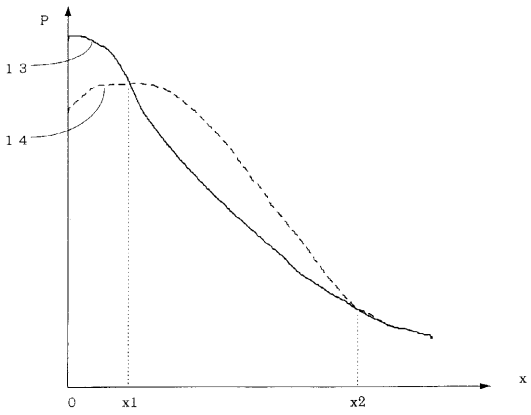
【図１】


1
11
2
3
4
7
6
9
10
5
8

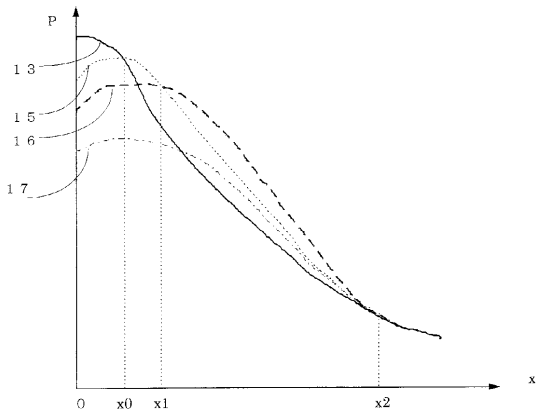
【図２】


12
1
11
2
4
7
6
3
9
10
5
8

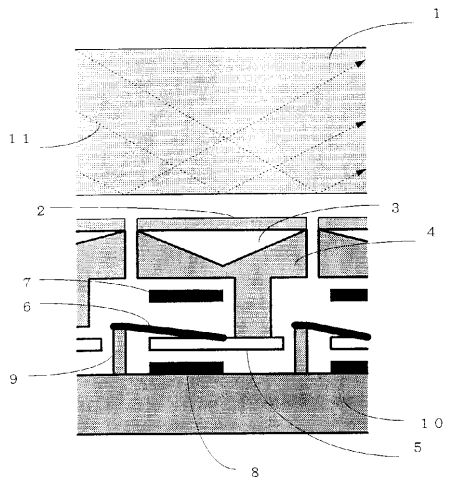
【図３】


P
13
14
x
0
x1
x2

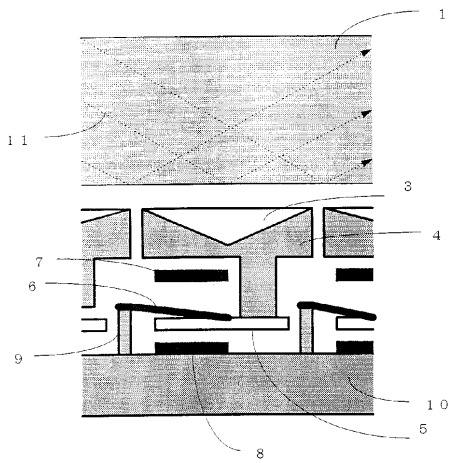
【図４】


P
13
15
16
17
x
0
x0
x1
x2

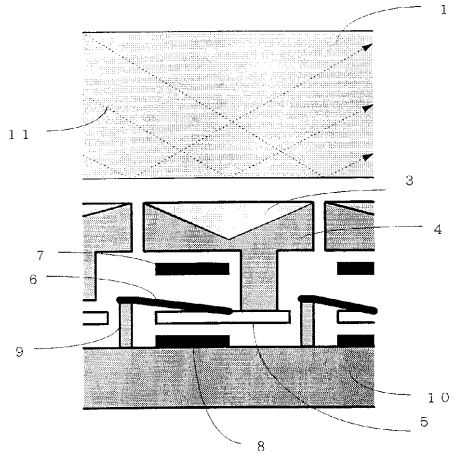
【図５】


1
11
2
3
4
7
6
9
10
5
8

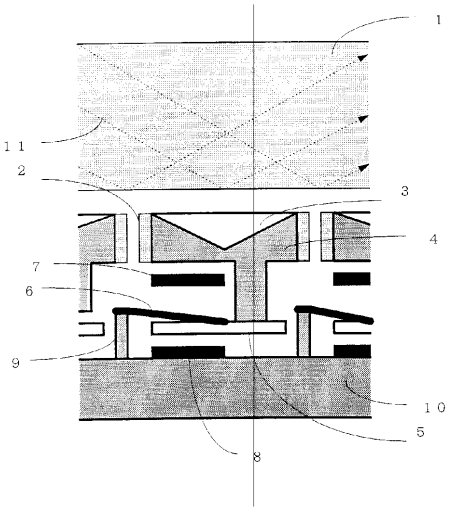
【図６】


1
11
3
4
7
6
9
10
5
8

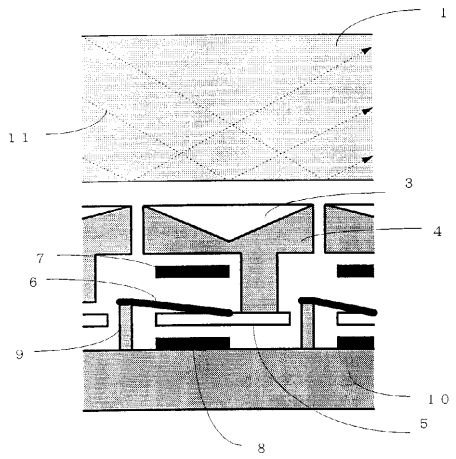
【図７】


1
11
3
4
7
6
9
10
5
8

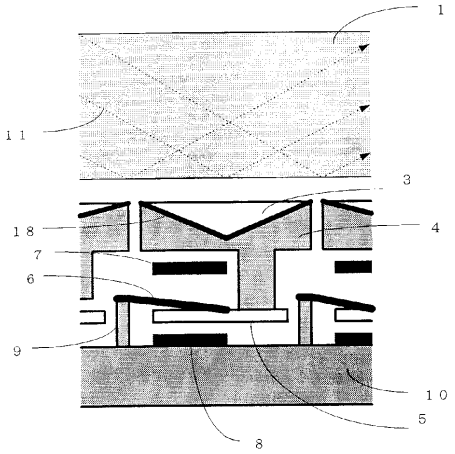
【図８】


1
11
2
3
4
7
6
9
10
5
8

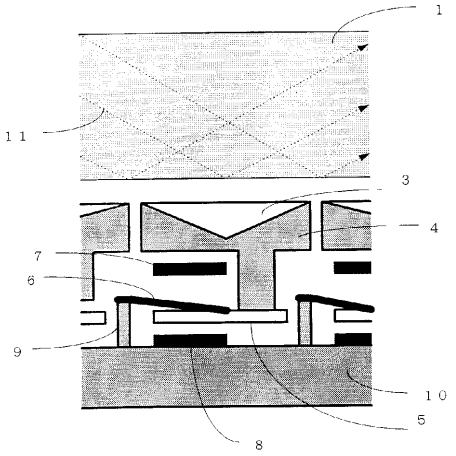
【図９】



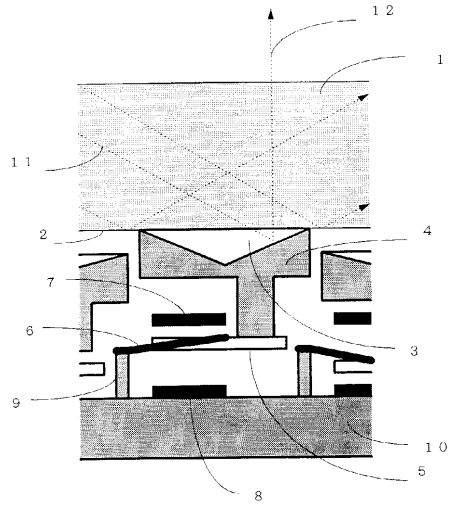
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０７－２８７１７６（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０７８５４９（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０９８２６９（ＪＰ，Ａ）
特表２０００－５０５９１１（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０４１１３３６０（ＵＳ，Ａ）
国際公開第９７／０３１２８８（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G02B 26/08