

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4235862号  
(P4235862)

(45) 発行日 平成21年3月11日(2009.3.11)

(24) 登録日 平成20年12月26日(2008.12.26)

(51) Int.Cl.	F I	
<b>G02F 1/01 (2006.01)</b>	G02F 1/01	C
<b>G02F 3/00 (2006.01)</b>	G02F 3/00	
<b>G02F 1/061 (2006.01)</b>	G02F 1/061	503
<b>G02F 1/065 (2006.01)</b>	G02F 1/065	
<b>G02F 1/13 (2006.01)</b>	G02F 1/13	505
請求項の数 5 (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願平11-204037  
 (22) 出願日 平成11年7月19日(1999.7.19)  
 (65) 公開番号 特開2001-33743(P2001-33743A)  
 (43) 公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)  
 審査請求日 平成18年2月27日(2006.2.27)

(73) 特許権者 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 100076059  
 弁理士 逢坂 宏  
 (72) 発明者 松居 恵理子  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
 (72) 発明者 石橋 晃  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
 (72) 発明者 森 芳文  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の第1の光導波路(又は光ファイバー)と、これらの第1の光導波路(又は光ファイバー)に交差した複数の第2の光導波路(又は光ファイバー)とを具備し、前記第1及び第2の光導波路(又は光ファイバー)はその交差部において一定の間隔を保持しており、前記第1及び第2の光導波路(又は光ファイバー)の少なくとも前記第1の光導波路(又は光ファイバー)内で導かれる光によって励起されて物性変調される被励起素子が前記交差部の前記間隔に配され、前記第1の光導波路(又は光ファイバー)内の光によって前記被励起素子がライン毎に選択されると共に、前記第2の光導波路(又は光ファイバー)内の光がデータ信号に応じて強度変調され、この強度変調されたデータ信号光が、前記の選択された被励起素子を介して前記交差部において選択的に外部に導出されるか、或いはこの導出が遮断され、これによって光学的表示及び/又は演算が行われるように構成した光学装置。

【請求項2】

複数の第1の光導波路(又は光ファイバー)と、これらの第1の光導波路(又は光ファイバー)に交差して前記第1の光導波路(又は光ファイバー)と同一面内に配された複数の第2の光導波路(又は光ファイバー)とを具備し、前記第1の光導波路(又は光ファイバー)と前記第2の光導波路(又は光ファイバー)との交差部はそれらの光導波路(又は光ファイバー)の欠除部となっており、前記第1及び第2の光導波路(又は光ファイバー)の少なくとも前記第1の光導波路(又は光ファイバー)内で導かれる光によって励起さ

れて物性変調される被励起素子が前記交差部の前記欠除部に配され、前記第1の光導波路（又は光ファイバー）内の光によって前記被励起素子がライン毎に選択されると共に、前記第2の光導波路（又は光ファイバー）内の光がデータ信号に応じて強度変調され、この強度変調されたデータ信号光が、前記の選択された被励起素子を介して前記交差部において選択的に外部に導出されるか、或いはこの導出が遮断され、これによって光学的表示及び/又は演算が行われるように構成した光学装置。

【請求項3】

前記被励起素子が、光励起によって屈折率変調する素子、屈折率分布変調する素子、発光強度変調する素子、着色濃度変調する素子、誘電率変調する素子、透磁率変調する素子、液晶配向状態を変える液晶素子、及び光散乱する素子からなる群より選ばれた1種、又は2種以上の組み合わせからなり、前記光励起によって前記交差部において選択的に光が導出又は遮断される、請求項1又は2に記載した光学装置。

10

【請求項4】

前記第1及び第2の光導波路（又は光ファイバー）がそれぞれ複数個配列され、これら複数の光導波路（又は光ファイバー）に光源が直接又は間接的に光学結合している（但し、直接的に光学結合している場合には、前記光導波路（又は光ファイバー）と前記光源とが一对一に対応して設けられ、また、間接的に光学結合している場合には、前記光源と少なくとも1つの前記光導波路（又は光ファイバー）とが光導波部材によって連結されている。）、請求項1又は2に記載した光学装置。

【請求項5】

前記被励起素子に、素子温度を制御可能な素子又は高周波電界を印加可能な素子が設けられている、請求項1又は2に記載した光学装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光学装置、例えば少なくとも画像の光学的表示機能を有するディスプレイデバイスあるいは2次元光演算装置などの光学装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、ディスプレイデバイスは、マン・マシンインターフェースとして、ますます需要が高まってきており、一般的には、自発光型と受光型とに分類されている。自発光型としては、CRT(cathode ray tube)、PDP(プラズマディスプレイ)、ELD(エレクトロルミネッセンスディスプレイ)、VFD(蛍光表示管)、LED(発光ダイオード)などが挙げられる。一方、受光型としてはLCD(液晶ディスプレイ)、ECD(エレクトロクロミックディスプレイ)などが挙げられる。これらのディスプレイはすべて、エレクトロニクスの発展によって高性能化してきており、品質、価格ともに既に成熟段階にあたり、或いは、早晚成熟段階に入るものと予想される。

30

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

従来のようなエレクトロニクスを駆使したディスプレイにおいては、ディスプレイ画面に電界、電流を使用するため、電極を用いる必要があり、ディスプレイパネルの大型化を図る場合に電極又はその配線による電気抵抗の上昇が不可避免的に生じ、この制約がパネルの大型化を阻む最大の要因であり、ディスプレイの画面サイズには制約がある。加えて、ディスプレイの使用材料が硬質なものが多いため、ディスプレイ形状に自由度が乏しく、種々の任意形状やコンパクトなサイズにすることが困難である。

40

【0004】

そこで、本発明の目的は、従来技術とは根本的に異なって、電界、電流を使わずに、光強度だけで励起して、光自らを制御し、コントラストの高い高品質な表示機能を有し、大画面化が可能であり、更には集合発光演算も行える光学装置を提供することにある。

【0005】

50

## 【課題を解決するための手段】

本発明者は、上述した従来のエレクトロニクス (electronics) に対抗して、フォトンクス (photonics) と称される技術が21世紀に向けて中心を担ってくるものと考えている。エレクトロニクスが電子のプロセスを対象とし、電界を用いるのに対し、フォトンクスは電界を用いずに光のプロセスを取り扱う。

## 【0006】

電磁波である光は、振動電場が分子内の荷電粒子と強い相互作用を示す。分子中の荷電粒子は電子と陽子であるが、陽子と中性子が詰まった核は質量が多いため、光との相互作用においては静止しているとみなしてよい。つまり、光と物質の相互作用を考える場合は、光と核との相互作用は考慮しなくてよいことになる。一方、電子は陽子と比較してその質量は二千分の1程度であり、光の如き高い振動数領域でも十分に振動電場に対して追従できる。従って、光と物質の相互作用は光と分子中の電子との相互作用とみなせる。分子中には多くの電子が存在するが、核に弱く束縛されている外殻の電子の方が光との相互作用を受けやすい。

## 【0007】

光の吸収は、光と分子中の電子との相互作用における  $S_0 \rightarrow S_n$  遷移であり、フェムト秒オーダーで完了する。この不安定状態 (Frank-Condon状態) は長続きせず、質量の大きい正電荷を帯びた核が、バランスをとるために座標を変えて緩和が起きる。この緩和が起る時間スケールは、ピコ秒オーダーである。核配置の緩和と平行して、比較的安定な励起状態である  $S_1$  が生成するが、その寿命はナノ秒程度であるため、光の吸収によって起る励起状態に関する過程はほとんどすべてこの時間が支配していると考えてよい。

## 【0008】

本発明は、特に、21世紀に向けて、このフォトンクスを駆使した新規で有用なディスプレイ等を提案するものである。

即ち、本発明は、複数の第1の光導波路 (又は光ファイバー) と、これらの第1の光導波路 (又は光ファイバー) に交差した複数の第2の光導波路 (又は光ファイバー) とを具備し、前記第1及び第2の光導波路 (又は光ファイバー) はその交差部において一定の間隔を保持しており、前記第1及び第2の光導波路 (又は光ファイバー) の少なくとも前記第1の光導波路 (又は光ファイバー) 内で導かれる光 (例えば光の強度) によって励起されて物性変調される被励起素子が前記交差部の前記間隔に配され、前記第1の光導波路 (又は光ファイバー) 内の光によって前記被励起素子がライン毎に選択されると共に、前記第2の光導波路 (又は光ファイバー) 内の光がデータ信号に応じて強度変調され、この強度変調されたデータ信号光が、前記の選択された被励起素子を介して前記交差部において選択的に外部に導出されるか、或いはこの導出が遮断され、これによって光学的表示及び/又は演算が行われるように構成した光学装置に係るものである。

また、本発明は、複数の第1の光導波路 (又は光ファイバー) と、これらの第1の光導波路 (又は光ファイバー) に交差して前記第1の光導波路 (又は光ファイバー) と同一面内に配された複数の第2の光導波路 (又は光ファイバー) とを具備し、前記第1の光導波路 (又は光ファイバー) と前記第2の光導波路 (又は光ファイバー) との交差部はそれらの光導波路 (又は光ファイバー) の欠除部となっており、前記第1及び第2の光導波路 (又は光ファイバー) の少なくとも前記第1の光導波路 (又は光ファイバー) 内で導かれる光によって励起されて物性変調される被励起素子が前記交差部の前記欠除部に配され、前記第1の光導波路 (又は光ファイバー) 内の光によって前記被励起素子がライン毎に選択されると共に、前記第2の光導波路 (又は光ファイバー) 内の光がデータ信号に応じて強度変調され、この強度変調されたデータ信号光が、前記の選択された被励起素子を介して前記交差部において選択的に外部に導出されるか、或いはこの導出が遮断され、これによって光学的表示及び/又は演算が行われるように構成した光学装置に係るものである。

## 【0009】

本発明の光学装置によれば、従来のエレクトロニクスは使わずに、主としてフォトンクスの技術を用いて、第1及び第2の光導波路 (又は光ファイバー) の交差部においてそれぞ

10

20

30

40

50

れの導波光によって素子を励起しているのので、この素子を介して光の選択的な導出又は遮断が可能となる。従って、光源である半導体レーザ等は別として、ディスプレイ画面に電界、電流を一切使用せず、光励起だけで表示可能であるため、高コントラストの高品質表示が可能であり、しかも、この光学的表示機能と同時に光学的演算機能も実現できる。また、従来のように電極（これは、パネルの大型化を阻む最大の要因であった。）を使用しないので、この光導波路（又は光ファイバー）型のディスプレイの画面サイズには制約がなく、大画面化など任意のサイズとすることができる。加えて、使用材料が柔軟であると、ディスプレイ形状も任意なものに作成可能である。

【 0 0 1 0 】

【 発明の実施の形態 】

本発明の光学装置においては、前記被励起素子が、光励起によって屈折率変調する素子、屈折率分布変調する素子、発光強度変調する素子、着色濃度変調する素子、誘電率変調する素子、液晶配向状態を変える液晶素子、及び光散乱する素子からなる群より選ばれた1種、又は2種以上の組み合わせからなるり、前記光励起によって前記交差部において選択的に光が導出又は遮断され、これによって光学的表示及び/又は演算が行われるように構成することができる。

【 0 0 1 1 】

また、具体的には、前記第1及び第2の光導波路（又は光ファイバー）がそれぞれ複数個配列され、これらの複数の光導波路（又は光ファイバー）に光源が直接又は間接的に光学結合（カップリング）している（但し、直接的に光学結合している場合には、前記光導波路（又は光ファイバー）と前記光源とが一对一に対応して設けられ、間接的に光学結合している場合には、前記光源と少なくとも1つの前記光導波路（又は光ファイバー）とが光導波部材によって連結されている。）。

【 0 0 1 2 】

そして、実際のディスプレイ用として、複数の前記第1の光導波路（又は光ファイバー）と、これらの第1の光導波路（又は光ファイバー）に直交又は略直交した複数の前記第2の光導波路（又は光ファイバー）とを具備し、前記第1及び第2の光導波路（又は光ファイバー）の交差部は光学結合しておらず、前記第1及び第2の光導波路（又は光ファイバー）内でそれぞれ導かれる光の光強度によって励起される前記被励起素子が前記交差部に配され、水平導波路（又は光ファイバー）としての前記第1の光導波路（又は光ファイバー）内の光の光強度によって前記被励起素子がライン毎に選択されると共に、垂直導波路（又は光ファイバー）としての前記第2の光導波路（又は光ファイバー）内の光がデータ信号に応じて強度変調され、この強度変調されたデータ信号光が、選択された前記被励起素子を介して外部に取出されるように構成するのがよい。

【 0 0 1 3 】

或いは、複数の前記第1の光導波路（又は光ファイバー）と、これらの第1の光導波路（又は光ファイバー）に直交又は略直交して前記第1の光導波路（又は光ファイバー）と同一面内に配された複数の前記第2の光導波路（又は光ファイバー）とを具備し、前記第1及び第2の光導波路（又は光ファイバー）内でそれぞれ導かれる光の光強度によって励起される前記被励起素子が前記第1及び第2の光導波路（又は光ファイバー）の交差部に配され、水平導波路（又は光ファイバー）としての前記第1の光導波路（又は光ファイバー）内の光の光強度によって前記被励起素子がライン毎に選択されると共に、垂直導波路（又は光ファイバー）としての前記第2の光導波路（又は光ファイバー）内の光がデータ信号に応じて強度変調され、この強度変調されたデータ信号光が、選択された前記被励起素子を介して外部に取出されるように構成するのもよい。

【 0 0 1 4 】

また、前記被励起素子に、素子温度を制御可能な素子又は高周波電界を印加可能な素子が設けられていると、特に液晶素子の場合には、温度が高いときや高周波電界印加時に液晶の分極反転が均一に生じ易くなる。

【 0 0 1 5 】

10

20

30

40

50

次に、本発明の好ましい実施の形態を説明する。

【0016】

本実施の形態による光導波路（又は光ファイバー）型ディスプレイは、構成材料としてプラスチック等の柔軟な材料を使用し、図10に示す如く、迫力のある画面となる120度曲面ディスプレイ（A）や、半球型ディスプレイ（B）、全球型ディスプレイ（C）、コクーン型ディスプレイなどが可能な他、使用しないときは巻き上げるタイプ（D）などとして、コンパクトなサイズにすることができる。

【0017】

このディスプレイの画素部は、図1に例示するように構成してよい。即ち、各画素では2本の光導波路（又は光ファイバー）1と2を直交又は略直交に交差させる。これらの光導波路（又は光ファイバー）は、導波効率の良い通信用石英ファイバやプラスチックファイバからなっていてよく、或いは、十字型のパターンとなるように3次元高分子導波路（又は光ファイバー）をフォトリソ法でフィルム基板上に作製してもよい。光源には、例えば半導体レーザを使用する。

10

【0018】

光導波路（又は光ファイバー）の交差する部分は光学結合（カップリング）していないが、その交差部分には、照射光の光強度に対してしきい値を持ち、その強度によって励起される素子3を光スイッチとして配置する。即ち、屈折率を変える素子、発光強度を変える素子、着色濃度を変える素子、誘電率を変える素子、透磁率を変える素子、及び屈折率分布を変える素子からなる群より選ばれた1種、又は2種以上の組み合わせである有機又は無機或いはその複合材料を光スイッチ（変調素子）3として配する。例えば、下記に説明するような屈折率変調を生じるフォトクロミック材料などである。

20

【0019】

フォトクロミック分子は、励起状態において化学結合を組替えるチャンネルを持つため、光を受け取り、電子状態の異なる別の異性体へ変換する。2つの異性体は、分子量は同じであるが、化学結合様式が異なっていることから、異なった分子物性を持ち、色のみならず、屈折率、誘電率、立体構造などが異なっている。これらの分子単独の結晶、アモルファス膜、或いはこれらの分子を含む高分子膜の光物性及び電氣的性質は、外部から光を照射するだけで、可逆的に変化することになる。上述したように、光反応は電子の励起状態の寿命（ナノ秒）で完了するが、通常フォトクロミック材料は吸収した光子数に比例して反応するため、光反応にしきい値がない。従って、本発明に基づくディスプレイのためには、特殊なフォトクロミック材料を使用する必要がある。

30

【0020】

最も望ましい方法は、2段階2光子反応を生じる材料を用いることである。例えば、図4に示すように、ナフトピラン誘導体には、そのような2光子反応する分子が見出されている（内田学及び入江正浩「ナフトピラン誘導体のフォトクロミック反応」,「染料と薬品」,第42巻第6号、P11~17（1997）,M. Uchida and M. Irie; J. Am. Chem. Soc., 115, 6442（1993））。

【0021】

この分子系では、図4の左側のピラン構造が着色しており、右のピシクロ構造になると色は消える。ピラン構造は例えば波長405nmの紫外光の1光子を受けると、ケト中間体へ変換し、この中間体は基底状態にあるが、比較的不安定であって、熱戻り反応で直ちにもとのピラン体に戻る。光照射強度が弱い時は、これらの2状態でのフォトクロミック反応が起こるのみであり、光を切るとすべての分子が元のピラン構造に戻る。即ち、弱い光強度の時は、恒常的な変化は起こらない。光照射強度を上げると、ケト中間体が更に1光子吸収して、右側の無色のピシクロ構造に変換する。この構造は安定であり、光強度に関して、しきい値を持つ変換が起きることになる。そして、このピシクロ構造は、例えば波長334nmの紫外光の照射によってケト中間体へ戻り、その後、ケト中間体は熱的にピラン構造へ戻る。

40

【0022】

50

この２段階２光子反応によって、ナフトピラン誘導体はピラン構造からピシクロ構造へと変換する（即ち、図５に示すように、光強度に応じて屈折率が $n_1$ から $n_1 + n$ へと変化する）ことになる。

【 0 0 2 3 】

このような変調現象を光スイッチとして利用し、例えば、図１において、画素部の上方に位置する視認者からみて反対側にある光導波路（又は光ファイバー）２（屈折率 $n_1$ ）には、可視光のレーザー光４を例えばデータ信号で変調されたデータ信号光として常時導波しておく一方、視認者からみて近い方の光導波路（又は光ファイバー）１（屈折率 $n_1$ ）には、紫外光５をオンオフさせながら導波させておく。この紫外光５は、図中の（Ａ）のように、例えば $16.7 \text{ m s e c}$ のインターバルで $60 \text{ Hz}$ の周波数のパルスとしてよい。或いは（Ｂ）のように、図４に示した波長 $405 \text{ nm}$ （２光子分に対応）及び $334 \text{ nm}$ （１光子分に対応）の紫外光を交互にパルス照射してもよく、この場合は上記のピラン構造 ピシクロ構造への変化（屈折率上昇）とピシクロ構造 ケト中間体 ピラン構造への戻り反応が繰り返されることになる。

10

【 0 0 2 4 】

こうして、光導波路（又は光ファイバー）１の紫外光の照射によって、その波長に吸収を持つ交差部の変調素子３（光スイッチ部分）の例えば屈折率を $n_1$ から $n_1 + n$ に変調させて、可視光の光導波路（又は光ファイバー）２の全反射角を変調させることにより、図２に破線で示すように視認者側に可視光を取り出すことができる。

【 0 0 2 5 】

こうして、光導波路（又は光ファイバー）１の紫外光５をセレクト信号としてライン選択し、光導波路（又は光ファイバー）２の可視光を両光導波路（又は光ファイバー）の交差部（画素部）から外部へ取り出すことにより、データ信号に応じた信号光を表示画像として識別することができるようになる。また、この画像表示機能はデータ信号光を光導波路（又は光ファイバー）のセレクトによって選択的に取出すものであるため、光信号を出力する演算機能も併せ持つこと（或いは、いずれか一方の機能を有すること）になり、集合発光表示素子としてのみならず、集合発光演算素子又は２次元光演算装置としても有用である。

20

【 0 0 2 6 】

また、上記の光導波路に代えて、図３（Ａ）で示す２種の光ファイバー１、２を使用して、図３（Ｂ）のような画素部、或いは図３（Ｃ）のような画素部を構成しても、上記と同様の光スイッチ機能を発揮することができる。

30

【 0 0 2 7 】

上記においては、光照射によって屈折率が上昇する例を述べたが、逆に屈折率が低下する変調素子を設けることもできる。

【 0 0 2 8 】

例えば、図６に示すように、十字型の３次元光導波路（又は光ファイバー）として構成し、交差部が光学結合した両方の導波路（又は光ファイバー）１１、１２に同じ波長のレーザー光１４、１５をそれぞれ導波させておき、その光強度の足し合わせで、しきい値以上になった場合には、同図（Ｂ）の状態から（Ａ）のように例えば屈折率を低下させるように変調させ、その可視光を視認者側に取り出すことができる。

40

【 0 0 2 9 】

この屈折率変調を生じさせるためには、例えば $n_w = 1.490$ 、 $n_w - n = 1.485$ 、 $n_w + n' = 1.495$ とすると、 $\theta_0 = 42.155^\circ$ 、 $\theta_1 = 47.845^\circ$ 、 $\theta_2 = 48.058^\circ$ 、 $\theta_3 = 41.942^\circ$ 、 $\theta_4 = 82.995^\circ$ 、 $\theta'_1 = 47.845^\circ$ 、 $\theta'_2 = 47.634^\circ$ となる。これによって、図７（Ｂ）のように、交差部１３に一方のレーザー光１５が入射しないときには本来の屈折率（ $n_w + n'$ ）によって導波光１４はそのまま通過するが、レーザー光１５が入射したときにはその光強度がレーザー光１４の光強度に足し合され、図７（Ａ）のように、交差部１３の屈折率が $n_w - n$ と低下して入射レーザー光１４が外部へ導出されることになる。なお、ここではレーザー光１

50

5 をセレクト用、レーザ光 14 をデータ信号光としてよい。

【0030】

なお、図6に示したような十字型光導波路において、その交差部13に光励起で屈折率が上昇する材料を用いると、図7とは逆の現象により、光励起されないときには光を導出し、光励起されたときには屈折率上昇により光を遮断することができる。

【0031】

また、上記の十字型光導波路に代えて、図8に示すように、光ファイバー11、12によって十字型スイッチ素子を構成してもよい。これも、上記と同様の光スイッチ機能を示すものである。

【0032】

次に、上記した表示素子を画素部に用いた本発明に基づくディスプレイを図9について説明する。

【0033】

例えば、図6及び図7、図8に示した十字型光導波路（又は光ファイバー）を同一面内にてディスプレイの1画素として配し、垂直方向に光導波路（又は光ファイバー）12を1600本、水平方向に光導波路（又は光ファイバー）11を1200本並べると、その交点は192万個になり、つまり192万画素のディスプレイを作製できる。その際、図9に例示するように、光強度を制御する信号としては、例えば、垂直方向からは、個々の光導波路（又は光ファイバー）12へ各光源16から各画素の表示に合った光強度を持つデータ信号光14を送り、また水平方向からは、個々の光導波路（又は光ファイバー）11へ各光源17からのセレクト信号光15によって単に各光導波路（又は光ファイバー）全体を選択する（このセレクト信号光は光強度しきい値と同値又はゼロ強度でオンオフ）。なお、光源16、17はそれぞれ、図示のように各光導波路（又は光ファイバー）に一対一に対応して直接的に光学結合して配される以外に、例えば光ファイバーの如き光導波部材を介して光導波路（又は光ファイバー）に接続（間接的に光学結合）してもよく、共通の光源から光導波部材を介して個々の光導波路（又は光ファイバー）に接続してもよく、更には直接、間接の光学結合方式を併用してもよい。

【0034】

具体的には、垂直方向の光導波路（又は光ファイバー）12を可視光である赤、緑、青の順に合計4800本並べれば、192万画素のフルカラーディスプレイとなる。水平方向の光導波路（又は光ファイバー）11は、そのライン全体を選択するため、光スイッチとしては、例えば現行のUXGAプログレッシブ表示方式の場合、約14 $\mu$ 秒（1/60/1200秒）の駆動時間が与えられる。この場合、ナノ秒でスイッチするフォトリクスを使用しているので、スイッチングは十二分に可能であり、フォトリクスならではの駆動方法であることは明らかである。また、上記した材料とは異なって電子密度分布を変調させるような、メモリ性のない材料（例えばポリジアセチレン）を光スイッチに使用した場合でも、約14 $\mu$ 秒間光を取り出すことができれば、主にナノ秒間しか発光していない現在のCRTディスプレイから考えて、人間の眼には十分な表示時間である。また、1フレーム時間（1/60秒間）点灯しつづけるために問題となっている、液晶ディスプレイにおけるような動画ぼけも発生しない。

【0035】

要は、本発明に基づくディスプレイは、電界、電流を使わずに、光強度だけで、光自らを制御でき、コントラスト比の高い高品質な表示装置（更には集合発光演算装置）として新規かつ有用である。なお、図9に示した如きレイアウトは、図1に示した構成の画素部についても同様に適用してよい。

【0036】

ここで、交差部（画素）において使用可能な変調素子としては、光励起によって屈折率変調する素子、屈折率分布変調する素子、発光強度変調する素子、着色濃度変調する素子、誘電率変調する素子、透磁率変調する素子、液晶配向状態を変える液晶素子、及び光散乱する素子からなる群より選ばれた1種、又は2種以上の組み合わせが適用可能である。こ

10

20

30

40

50

れらのうち、いくつかの変調について更に詳述する。

【0037】

(1) 屈折率変調について

有機化合物の屈折率( $n$ )は、次式で表される。

【数1】

$$n = \sqrt{\frac{M+dR}{M-dR}} = \sqrt{\frac{M+d \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot N \cdot \alpha}{M-d \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot N \cdot \alpha}} \quad \dots (*)$$

10

(ここで、 $M$ ：分子量、 $d$ ：密度、 $R$ ：分子屈折、 $N$ ：アボガドロ数、 $\alpha$ ：分極率である。)

(\*) 化学大辞典8、昭和37年発行、共立出版株式会社、p186による。

【0038】

この式から示されるように、分極率を上げることにより屈折率を大きくし、また分極率を下げるにより屈折率を小さくすることができる。有機化合物の分極率を上げるためには、新たな原子や原子団と新たに結合させるなどで可能であり、上述したようなナフトピラン誘導体はその一例である。また、分極率を下げるためには、逆に、共役部位などの結合を切断することが容易に考えられる。特に光エネルギーによって屈折率を変化させるには、例えば図11に示すように、環状ケトンの開裂、オレフィンの付加反応、芳香族置換ケトンのエノール化など、多数種類が存在する。

20

【0039】

一方、無機化合物の場合は、 $n < 0$ となるためには、光で励起された自由電子により、屈折率は文献("Heterostructure Lasers", H.C. Casey, Jr. and M.B. Panish, Academic Press, New York, 1978)にあるように、

【数2】

$$\Delta n = - (n \times q^2 / 2 m_n \omega^2 \epsilon) \bar{n}$$

(ここで、 $n$ は自由電子濃度、 $q$ は電荷、 $m_n$ は電子の有効質量である。)

に従って減少する。これは、ホールについても同様である。p型材料の場合には、ホール濃度を $p$ 、ホールの有効質量を $m_p$ で表す。

30

【0040】

一例として、赤外光に透明なGaAsを例にとると、

【数3】

$$q^2 / \epsilon = 2.21 \times 10^{-19} \text{ erg} \cdot \text{cm}$$

$$\epsilon = 13.1 \epsilon_0, m_n = 0.067 m_0, m_0 = 9 \times 10^{-28} \text{ g},$$

$$\lambda_0 = 0.9 \mu\text{m}, \omega^2 = 4.4 \times 10^{30} \text{ rad/s}$$

40

であるので、室温では $\bar{n} \approx 3.6$ となり、 $\Delta n = -1.5 \times 10^{-21} n$ が求まる。

従って、キャリア濃度 $n \sim 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ が光励起された場合、

$$\Delta n = -1.5 \times 10^{-3} \text{ となる。}$$

【0041】

また、 $n > 0$ となるためには、公知のように、バンドギャップ $E_g$ に等しい光を入射することにより、屈折率を5~10%程度上昇させることができる。

【0042】

(2) 各種の画素形成材料について

50



本発明に使用可能な上記した材料を含めた各種の画素形成材料（光導波路（又は光ファイバー）の交差部に用いる材料）のうち、いくつかを構造式と共に図12に示す。

【0043】

ナフトピラン誘導体については上述した通りであるが、その他に、光強度に応じて屈折率変化を生じる三次非線形光学材料として知られるポリジアセチレン系の有機高分子は、主鎖方向の電子共役系により導電性、非線形光学特性といった機能を発現するので、異方性が大きく、主鎖方向には大きな機能を示すが、主鎖と直交する方向にはほとんど機能を示さないという特徴がある。

【0044】

その他、光強度に応じて変色するスピロベンゾピラン（無色 青色）、アゾベンゼン（淡黄色 橙色）、フルギド（淡黄色 橙色）、ジアリールエテン（無色 赤色）などが使用可能である。また、液晶配向膜材料であるベンゾフェノン系ポリイミドは、光照射によって構造が変化し、液晶配向状態を変化させる。

【0045】

【実施例】

以下、本発明を実施例により更に詳細に説明する。

実施例 1

図13(A)に示すように、ポリシロキサン（東レ株式会社製：屈折率1.49）を用いて、ガラス基板の上に十字型の光導波路（又は光ファイバー）11、12をその交差部を除いて印刷法で作製した。そして、図13(B)に示すように、十字の中央部分（交差部となる凹所、即ち欠除部）にポリビニルアルコール（屈折率1.51）の20%水溶液にジアゾ系色素（図12に示したアゾベンゼン）を10%分散させたものを滴下し、90で数時間乾燥させた。このジアゾ系色素含有層13の膜厚が、ポリシロキサン層11、12と同程度となるまで積層を繰り返した。

【0046】

こうして作製したサンプルにおいて、図13(C)に示すように、半導体レーザ（波長510nm）14、15をプリズムを用いて光導波路（又は光ファイバー）11と12へ導き、交差部13にてカップリングさせた。レーザは1μ秒ずつのパルスで照射した。中央の光スイッチ部分13からは緑色の導波光がオン、オフされるのが観測された。

【0047】

実施例 2

図14に示すように、光照射によってその構造を変える（液晶の配向状態を変える）図12に示したベンゾフェノン系ポリイミドを配向膜18としてガラス基板19にスピコートし、ラビングはせずに2枚合わせ、ギャップ1.7μmのセル13を作製し、このセルを実施例1のように図13に示した光導波路（又は光ファイバー）11、12の交差部に配した。セル中には、チソ社製の強誘電性液晶材料（CS-1025）23を等方相で注入して、室温まで徐冷した。また、セルには、熱電対などの液晶温度検出素子20（但し、この検出素子は必ずしも必要ではない。）を接続し、この検出温度に基づいて液晶温度を制御するヒーター素子21が接続されている。

【0048】

このようなセルを4種用意し、10、20、30、40の各温度に設定し、それぞれに図13と同様に光導波路（又は光ファイバー）を通して高圧水銀ランプ光（波長366nm）22を照射した。この結果、光照射によって図14に示すように配向膜18が構造変化して液晶配向状態を変え、光22が選択的に外部に導出されると共に、セル温度が高いほど、光の導出が十分となり、液晶の分極反転が均一に起きていることが判明した。

【0049】

実施例 3

図15に示すように、実施例2と同様に、ベンゾフェノン系ポリイミドからなる配向膜18をITO（Indium tin oxide）からなる透明電極24付きのガラス基板19にスピコ

10

20

30

40

50

ートし、ラビングはせずに2枚合わせ、ギャップ1.7 μmのセルを2種作製した。セル中には、チソ社製の強誘電性液晶材料(CS-1025)を等方相で注入して、室温まで徐冷した。

【0050】

一方のセルには、高周波電源25を接続し、このセルには±0.5Vの電圧を周波数10kHzの矩形波として印加しながら、また他方のセルには電圧を印加せずに、それぞれのセルに光導波路(又は光ファイバー)からの高圧水銀ランプ光(波長366nm)22を照射した。その結果、光励起により配向膜18の液晶配向状態を変えて光を導出する際、高周波の電界を印加したセルの方が、電界を印加しなかったセルよりも、光の導出が十分となり、強誘電性液晶の分極反転が均一に(セルギャップムラ等に依存せず)起きていることが判明した。

10

【0051】

以上に説明した本発明の実施の形態及び実施例は、本発明の技術的思想に基づいて更に変形が可能である。

【0052】

例えば、無機材料の屈折率変調や、無機・有機ハイブリッド材を用いるなどして光スイッチ機能を生ぜしめることができる。また、入射光の強度以外にも、偏光や位相などを利用して光スイッチ動作を行わせることができる。

【0053】

【発明の作用効果】

20

本発明の光学装置によれば、主としてフォトリソの技術を用いて、第1及び第2の光導波路(又は光ファイバー)の交差部においてそれぞれの導波光によって素子を励起しているので、この素子を介して光の選択的な導出又は遮断が可能となる。従って、ディスプレイ画面に電界、電流を一切使用せず、光励起だけで表示可能であるため、高コントラストの高品質表示が可能であり、しかも、この光学的表示機能と同時に光学的演算機能も実現できる。また、電極を使用しないので、この光導波路(又は光ファイバー)型のディスプレイの画面サイズには制約がなく、大画面化など任意のサイズとすることができる。加えて、使用材料が柔軟であると、ディスプレイ形状も任意なものに作成可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態によるディスプレイ画素部の拡大一部破断斜視図とその駆動例を示す概略図である。

30

【図2】同、光導波路(又は光ファイバー)から光が導出される原理を説明する概略断面図である。

【図3】同、光ファイバー(A)を用いたディスプレイ画素部(B)又は(C)を示す概略断面図である。

【図4】同、ディスプレイ画素部の変調素子に使用可能な有機化合物の2段階2光子反応例を示すスキームである。

【図5】同、変調素子の光強度に対する屈折率変化を示すグラフである。

【図6】本発明の第2の実施の形態によるディスプレイ画素部の拡大斜視図とその駆動例を示す概略図である。

40

【図7】同、光導波路(又は光ファイバー)から光が導出される原理を説明する概略断面図である。

【図8】同、光ファイバーを使用したディスプレイ画素部の拡大斜視図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態によるディスプレイの概略レイアウトである。

【図10】本発明に基づく各種ディスプレイの概略図である。

【図11】本発明に使用可能な変調素子用の有機化合物の光による構造変化を示す化学式である。

【図12】本発明に使用可能な変調素子用の有機化合物の構造式である。

【図13】本発明の実施例による光導波路(又は光ファイバー)の作成例とその駆動例を示す斜視図である。

50

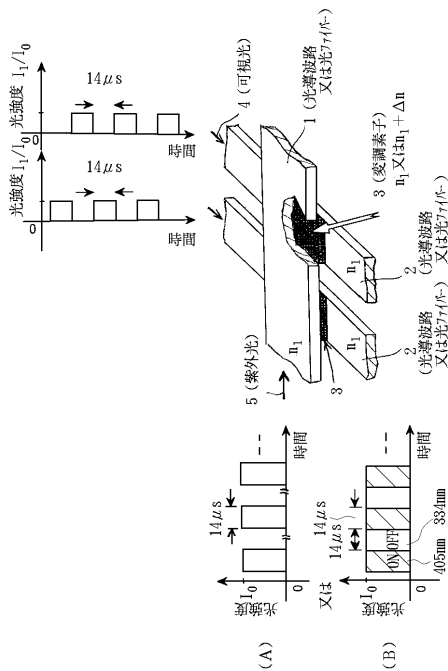
【図14】本発明の他の実施例による光導波路（又は光ファイバー）から光が導出される原理を説明する概略断面図である。

【図15】本発明の更に他の実施例による光導波路（又は光ファイバー）から光が導出される原理を説明する概略断面図である。

【符号の説明】

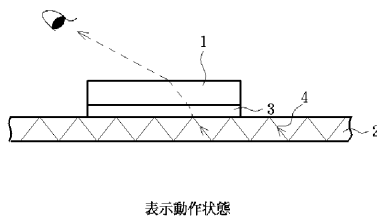
- 1、2、11、12...光導波路（又は光ファイバー）、
- 3、13...交差部（変調素子）、4、5、14、15...光、
- 16、17...光源、18...配向膜、19...ガラス基板、21...ヒータ、
- 23...液晶、24...透明電極、25...高周波電源

【図1】



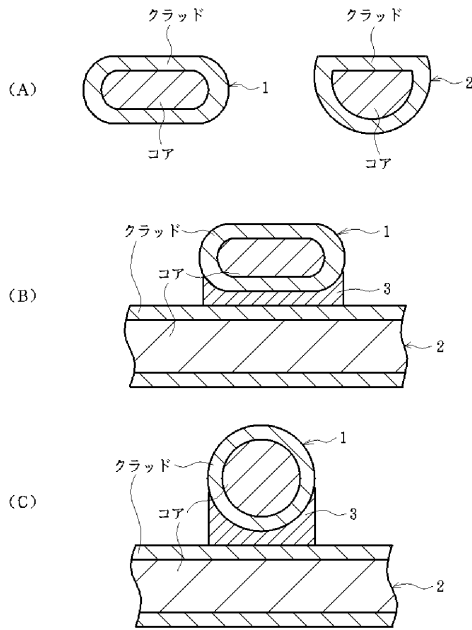
画素部とその駆動例

【図2】

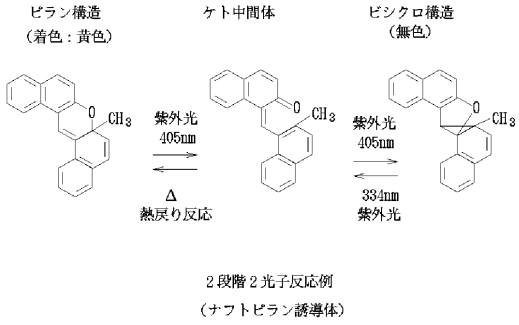


【図3】

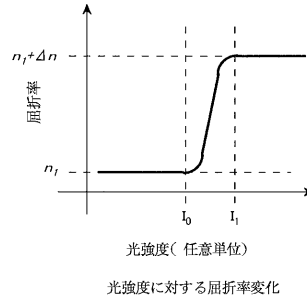
光ファイバーの使用例



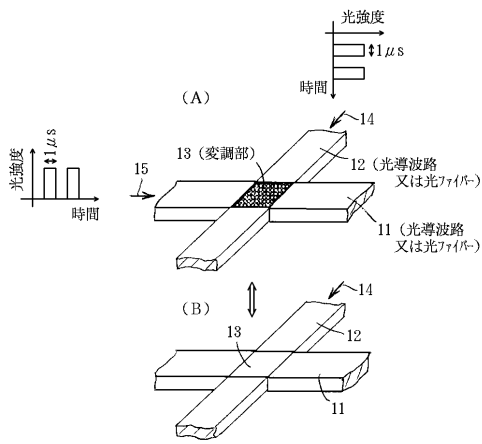
【図4】



【図5】

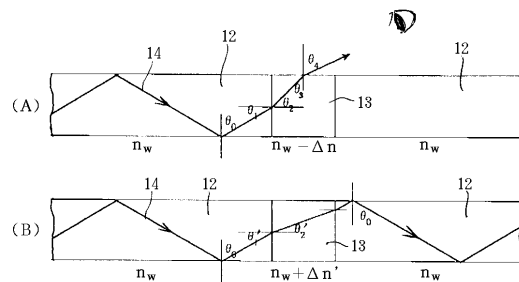


【図6】



十字型光導波路(又は光ファイバー)の画素部と駆動例

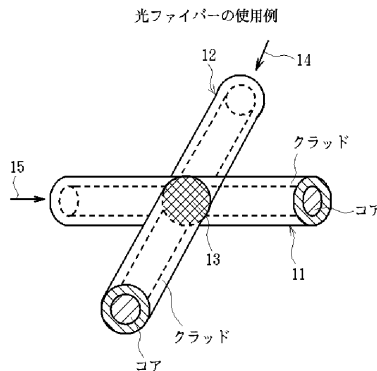
【図7】



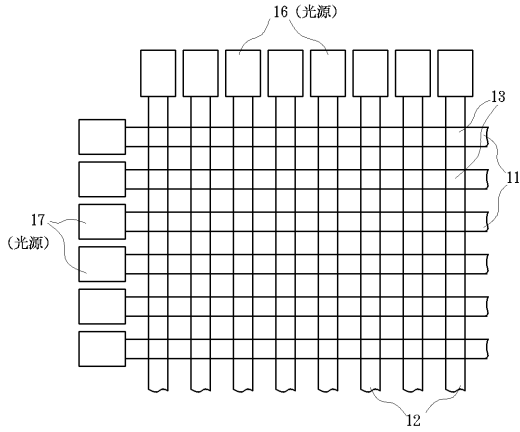
例えば、 $n_w = 1.490$ 、 $n_w - \Delta n = 1.485$ 、 $n_w + \Delta n' = 1.495$  とすると、 $\theta_0 = 42.155^\circ$ 、 $\theta_1 = 47.845^\circ$ 、 $\theta_2 = 48.058^\circ$ 、 $\theta_3 = 41.942^\circ$ 、 $\theta_4 = 82.995^\circ$ 、 $\theta'_1 = 47.845^\circ$ 、 $\theta'_2 = 47.634^\circ$  となる。

表示動作状態

【図8】

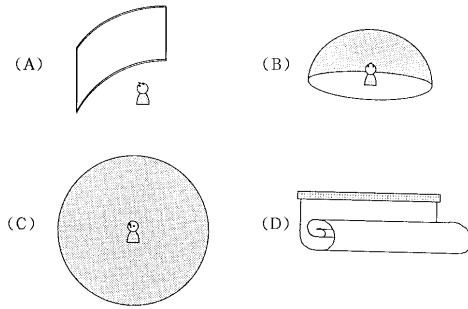


【図9】



光導波路型ディスプレイ(又は光ファイバー)の画素部

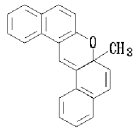
【図10】



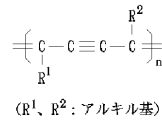
光導波路(又は光ファイバー)型ディスプレイ例

【図12】

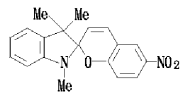
ナフトピラン誘導体



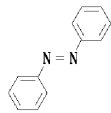
ポリジアセチレン



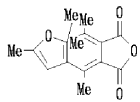
スピロベンゾピラン



アゾベンゼン



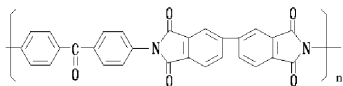
フルギド



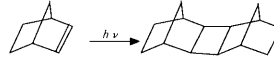
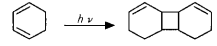
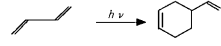
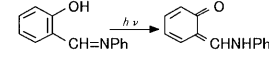
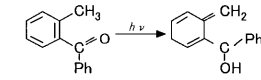
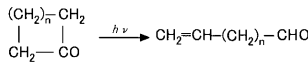
ジアリールエテン



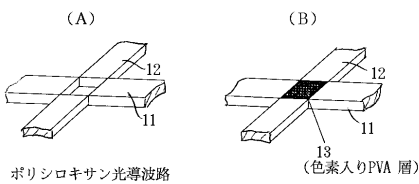
ベンゾフェノン系ポリアイミド



【図11】



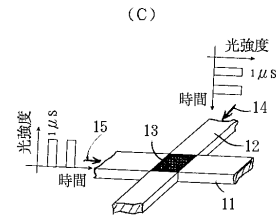
【図13】



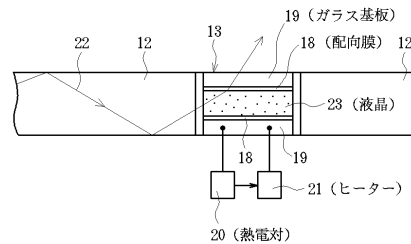
ポリシロキサン光導波路

(色素入りPVA層)

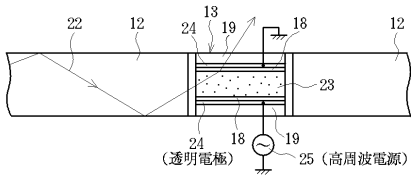
十字型光導波路(又は光ファイバー)例の作製



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 9 F 9/30 (2006.01) G 0 9 F 9/30 3 6 0

審査官 河原 正

(56)参考文献 特開平05-303124(JP,A)  
特開平01-134433(JP,A)  
特開平08-217982(JP,A)  
特開平08-339000(JP,A)  
特開昭61-245590(JP,A)  
米国特許第03754988(US,A)  
S P I E , V o l . 1 2 1 2 , Practical Holography IV , p.304-314

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G02F 1/00-7/00

G02F 1/13

G09F 9/30