

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-170507

(P2004-170507A)

(43) 公開日 平成16年6月17日(2004.6.17)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 26/08

B81B 3/00

F I

G02B 26/08

G02B 26/08

B81B 3/00

テーマコード (参考)

2H041

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2002-333728 (P2002-333728)

(22) 出願日 平成14年11月18日 (2002.11.18)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100090538

弁理士 西山 恵三

(74) 代理人 100096965

弁理士 内尾 裕一

(72) 発明者 加藤 貴久

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 八木 隆行

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内Fターム(参考) 2H041 AA05 AA12 AB14 AB38 AC06
AZ05 AZ08

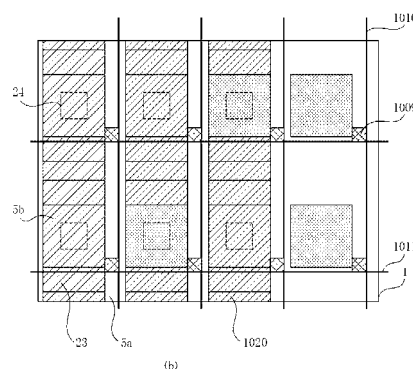
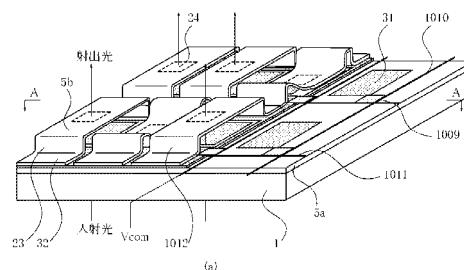
(54) 【発明の名称】 マイクロ構造体

(57) 【要約】

【課題】高速・高精度に制御可能、かつ基板側から光を入射可能なマイクロ構造体アレイを提供する。

【解決手段】透明基板上に、可動面を含み、基板から入射する光、または基板をとって出て行く光に対して光学機能を及ぼす複数のマイクロ構造体と、マイクロ構造体をそれぞれ独立に駆動するアクティブ素子とを有するマイクロ構造体アレイを提供する。アクティブ素子は、マイクロ構造体の可動面と基板面とが重なる領域と、該可動面が基板に対して角度を変える方向に該領域を延長した領域と以外の基板上に配置される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透明基板上に、可動面を含み、基板から入射する光、または基板をとって出て行く光に対して光学機能を及ぼす複数のマイクロ構造体と、マイクロ構造体をそれぞれ独立に駆動するアクティブ素子とを有するマイクロ構造体アレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板上に微小な機械要素、センサ、アクチュエータ、電気回路を集積するMEMS (Micro-Electro-Mechanical-System) 技術、より詳しくは光を利用したMEMS技術に関する。 10

【0002】

【背景技術】

近年、ディスプレイ、プリンタなど多くの分野でMEMS技術を応用したデバイスの実用化が進んでいる。MEMS技術を応用したデバイス(例えば、力学量センサ、光変調素子、マイクロアクチュエータ等)は、エレクトロニクス機器の高機能化、小型化、低コスト化の要求に答えうる一つの有望なキーデバイスである。

【0003】

MEMS技術は、従来、基板上に、電気回路と共にセンサ、アクチュエータなどのマイクロ構造体を半導体デバイス製造プロセスによって集積化する技術として発展している。半導体デバイス製造プロセスで形成可能な様々な材料を基板上に形成し、それらを高精度に加工可能である。MEMS技術により製造され、光を透過したり、反射、吸収するなどの光学機能を持つマイクロ構造体を含むデバイスは光学MEMSと呼ばれる。構造体を微細に作ることによって、集積度を向上させたり、駆動電圧を小さくできるというメリットがあり、今後、光学MEMS技術はさらに発展すると期待される。 20

【0004】

光を利用する光学MEMSでアクチュエータとして利用され広く知られているデバイスに、空間光変調器がある。例えば、特許文献1等により開示されているマイクロマイクロミラー素子(Digital Micro Mirror: DMD)がある。DMD素子は、対応するアドレス指定メモリセルのアレイ上に製造された、双安定可動マイクロミラーアレイである。薄いねじれヒンジにより空間につるされたミラーは、メモリセルとの間に作用する静電引力により、着地面に着地するまで回転する。このミラーの変位により、入射光を偏向し、光変調を行う。メモリ出力に応じてミラーは光を2方向(+または-10°)の内の1方向に反射することができる。 30

【0005】

また、別の例として、特許文献2等により開示されているディスプレイ用途に開発されたグレイティングライトバルブ素子(Grating Light Valve: GLV)がある。

【0006】

GLV素子は、光の回折を利用したマイクロ位相回折格子で、MEMS技術で回折格子構造を作製し、静電力で数十nsの高速スイッチングが可能となる。 40

【0007】

GLV素子は、基板に一定の空隙を挟んで、平行なマイクロブリッジが複数形成された構造をしている。マイクロブリッジ及び空隙の厚みは、予め使用する波長で決定され、それぞれ使用する波長の4分の1となっている。

【0008】

GLV素子の動作は、マイクロブリッジと基板間に印加する電圧で行い、オフ状態では、基板とマイクロブリッジとで反射した光の光路差は波長に等しく、回折格子平面鏡として作用する。一方、オン状態では、マイクロブリッジは基板に静電引力で引きつけられ空隙が無くなるため、基板とマイクロブリッジとで反射した光の光路差は半波長となり、各反 50

射光は干渉して打ち消し合い回折を引き起こす。

【 0 0 0 9 】

更に、多重光束干渉を利用して、透過率を変化させることで光を変調する干渉性変調素子も、特許文献 3、4 などにて提案されている。一方、センサとしては、例えば、非特許文献 1 に示されるような、基板と空隙を有して中空に構成されたボロメータアレイで形成された赤外線エリアセンサ等がある。

【 0 0 1 0 】

【 特 許 文 献 1 】

U S P 5 0 8 3 8 5 7

【 特 許 文 献 2 】

U S P 5 3 1 1 3 6 0

【 特 許 文 献 3 】

特表 2 0 0 0 - 5 0 0 2 4 5 号 公 報

【 特 許 文 献 4 】

特表平 1 0 - 5 0 0 2 2 4 号 公 報

【 非 特 許 文 献 1 】

S e n s o r s A n d A c t u a t o r s A 7 3 p p 2 2 2 - 2 3 1 1 9 9 9

【 0 0 1 1 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

単結晶シリコン基板上に作製される上記従来のマイクロ構造体アレイでは、基板が、可視光領域の光に対して不透明であるため光を利用する応用分野に M E M S デバイスを用いた場合、下記のようないくつかの問題があった。

【 0 0 1 2 】

(不 透 明 基 板)

光を変調する素子を、単結晶シリコン上に作製する場合、D M D 素子、G L V 素子のように反射型として光が入射する側と同一側から変調光を取り出している。これらの素子は、外部の塵、湿気、雰囲気圧などの影響を受けやすく、安定した駆動のため、密閉したケースに封入する必要がある。従ってパッケージング時のケースには、光の入射窓が必要となるため、ケースの構成部材、構造、接着工程などの複雑化から製造コストを安価とすることができない。

【 0 0 1 3 】

また、裏面から光を入射するデバイスまたは、光が反対側に更に透過していく透過型のデバイスを作製するには、従来、単結晶シリコン基板に貫通孔を形成し、素子に光を入射していた。このような構造は、基板の剛性を著しく低下させ、素子が破壊しやすくなってしまふ。また、製造工程が複雑で、コストが増大する。

【 0 0 1 4 】

(駆 動 方 法)

また、大規模なアレイを駆動するためには、1 対 1 で配線する方法では、配線数の増大、取り出し電極スペースの欠如、制御回路のスピードへの負荷増となり実現困難となる。

【 0 0 1 5 】

一方、上記従来例である D M D 素子のようにシリコン基板上に作製されたメモリ出力によって個々のミラーを駆動する例、や上記従来例である G L V 素子のように、マイクロブリッジと基板間が静電的に引き合う現象に現れる印加電圧と変位のヒステリシス現象を利用して、単純マトリックス駆動を行う例が開示されている。しかし、シリコン基板上に作製されたアドレス指定可能なメモリを用いる方法では、シリコン基板が可視光に対して不透明であるので、貫通孔が必要となり、透過型デバイスを実現するのが困難である。また、単純マトリックス駆動を行う場合は、素子間での駆動電圧のクロストークが生じ、素子アレイを高精度に駆動させることができない。

【 0 0 1 6 】

よって、本発明は、基板側から光を入射可能なマイクロ構造体アレイを高速・高精度に制

10

20

30

40

50

御可能とし、これを安価に提供する。また、本発明のマイクロ構造体アレイを用いた光学機器も提供する。

【 0 0 1 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、

1. 透明基板上に、可動面を含み、基板から入射する光、または基板をとって出て行く光に対して光学機能を及ぼす複数のマイクロ構造体と、マイクロ構造体をそれぞれ独立に駆動するアクティブ素子とを有するマイクロ構造体アレイを提供する。さらに、本発明は

2. 可動面の少なくとも一部は基板面に対して角度を変え、アクティブ素子は、マイクロ構造体の可動面と基板面とが重なる領域と、該可動面が基板に対して角度を変える方向に該領域を延長した領域と以外の基板上に配置される上記1のマイクロ構造体アレイであってもよい。また、本発明は、以下の形態を有していてもよい。

10

3. マイクロ構造体は、可動面が基板に垂直な方向に移動し、光の干渉によって透過率を変化させる干渉性変調素子であって、可動面は、周辺の一部が基板に対して固定され、固定辺に近い可動面が基板に対して角度を変える上記1のマイクロ構造体アレイ。

4. マイクロ構造体は、入射光を反射する可動面を有し、可動面を回転させることにより反射光の角度を変化させる可動ミラー素子である上記1のマイクロ構造体アレイ。

5. マイクロ構造体の間に、光を遮蔽する遮蔽部材で形成され、可動部を支持する支持部を有する上記1のマイクロ構造体アレイ。

6. 前記アクティブ素子は、薄膜トランジスタである上記1のマイクロ構造体アレイ。

20

7. 被写体像を撮像する撮像素子と、該撮像素子の結像面付近に設けられた前記被写体像からの映像光の透過光量を変化可能な上記1ないし6のいずれかのマイクロ構造体アレイと前記撮像素子に照射された前記映像光の光量及び照射タイミングに応じて検出信号を発生する信号発生手段と、該検出信号に基づいて、前記透過光量を制御する制御手段とを有する撮像装置。

8. マイクロ構造体アレイが、前記撮像素子の画素又は予め組分けした画素群と1対1で対応し、それぞれ独立に前記透過光量を制御する上記7の撮像装置。

9. 前記撮像素子は、MOS型固体撮像素子である上記7の撮像装置。

10. 光源と、光源から射出された光を変調する上記1から6の何れかのマイクロ構造体アレイと、該マイクロ構造体アレイから変調された光が入射する投影光学系と、該投影光学系からの光が入射する受光部からなる画像形成装置であって、

30

前記投影光学系は、前記マイクロ構造体アレイの像を前記受光部に拡大して形成することを特徴とする画像形成装置。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

本発明のマイクロ構造体アレイは、透明基板上に、可動面を含み、基板から入射する光、または基板をとって出て行く光に対して光学機能を及ぼす複数のマイクロ構造体と、マイクロ構造体をそれぞれ独立に駆動するアクティブ素子とを有する。

【 0 0 1 9 】

このような本発明は、具体的に図1～図11に示す構成において、以下の第1から第3の実施形態と対応して実現できる。

40

【 0 0 2 0 】

アクティブ素子は、オフ時の電流を極めて小さくする必要があり、通常、基板の上下方向からの光をさえぎる遮光層を設けることにより、外部からの光が直接アクティブ素子に照射されないようにしている。本願発明のように、可動面を有し、可動面の少なくとも一部が基板面に対して角度を変えるマイクロ構造体を持つ場合、マイクロ構造体の可動面で反射した光が、直接に、または基板面でさらに反射を受けた後にアクティブ素子に到達することもあり得る。それを防止するために、アクティブ素子は、マイクロ構造体の可動面と基板面とが重なる領域と、該可動面が基板に対して角度を変える方向に該領域を延長した領域と以外の基板上に配置されている。

50

【 0 0 2 1 】

具体的には、可視光領域の光に対して透明な基板上に、可動部とこれを駆動する駆動手段を有するマイクロ構造体とアクティブ素子を多数配列して作製し、それらを独立に駆動する。駆動手段は、可動部とそれに対向する基板面にそれぞれ独立に設けられた電極からなる。また、個々のマイクロ構造体の間に形成されている可動部を支持する支持部は、光を遮蔽する遮蔽部材で形成されている。

【 0 0 2 2 】

アクティブ素子は、格子状に走査線、及び信号線の交点に配置され、それぞれのマイクロ構造体の電極に駆動電圧を供給する。可動部の直下の基板領域は、強い光が透過し、また光学機能に有効な面積を広くとる必要上、アクティブ素子の位置としては、回避される。また、上記の基板直下の領域だけでなく、基板方向から可動面に入射した光が角度変化した可動面で反射される方向には、迷光、すなわち本来の光学機能に供される以外の光が生じやすいので、基板直下の領域をその方向に延長した領域も、アクティブ素子の位置としては回避することが好ましい。例えば、可動部が1つの軸の周りに回転するDMD素子の場合は、可動部直下の基板面と、それを回転軸に垂直方向に延長した基板面以外の基板上に、アクティブ素子を設ける。

10

【 0 0 2 3 】

透明基板上にマイクロ構造体が集積化されているため、従来の不透明な基板を用いる場合と比べ、非常に簡単な構成で光を透過するマイクロ構造体を実現可能となる。加えて、パッケージングのコストを安価とすることができる。本発明のマイクロ構造体は、スケールが小さいため、外部の塵、湿気、雰囲気圧などの影響を受けやすく、密閉したケースに封入する必要がある。透明基板を用いることにより、マイクロ構造体が形成される基板とパッケージング時のケースに必要な光の入射窓を兼ねることができるため、ケースの構成部材、構造、接着工程などが大幅に簡素化され製造コストを安価とすることができる。さらに、光が基板、可動部分を透過して入射側とは反対側へ射出されるため、他の光学素子と光軸を1直線とできるため、光学要素のアライメントが簡単となる。加えて、レンズを多用する光学系に組み込みやすい。また、透明基板上に作製されているので、マイクロ構造体の変位のような内部の状態を光を用いて調べることができる構成が可能となる。

20

【 0 0 2 4 】

また、透明基板上にはアクティブ素子が駆動手段とモノリシックに集積化されている。

30

【 0 0 2 5 】

アクティブ素子は、例えばTN液晶を用いた液晶表示装置のアクティブマトリックス駆動のための素子として利用されている。アクティブ素子には、薄膜トランジスタ(TFT)やダイオード素子、及びメタル・インシュレータ・メタル(MIM)素子などがある。これらのアクティブ素子は、そのスイッチング特性により、ライン選択周期より長い電圧印加状態を実質的に保持することにより、自己保持性がない液晶に対してライン選択周期間の実質的な自己保持性を付与する。また、各ライン間、画素間に対して原理的にクロストークを与えず、液晶表示装置に良好な表示特性を与える特徴がある。

【 0 0 2 6 】

本発明は、このような従来は、液晶表示装置に用いられてきたアクティブ素子を透明基板上にマイクロ構造体とモノリシックに作製し、それぞれのマイクロ構造体の駆動手段のスイッチングを可能とし、良好なスイッチングのしきい値特性を付与することができる。したがって、多数のマイクロ構造体をクロストークなしに高精度に駆動可能となる。

40

【 0 0 2 7 】

更に、アクティブ素子は、薄膜トランジスタとすることができる。薄膜トランジスタは低電圧で動作可能であるばかりでなく、それぞれのマイクロ構造体を駆動するためのスイッチングのしきい値特性の温度特性を安定とすることができる。薄膜トランジスタは、アモルファスシリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコン等で形成することができる。

【 0 0 2 8 】

また、透明基板の部材としては、ガラス、石英、樹脂、サファイア等を用いることができ

50

る。ガラスを用いる場合は、基板が入手しやすく価格が安価でありマイクロ構造体デバイスのコストを安価とすることができる。

【0029】

石英は、融点が非常に高温でアクティブ素子、マイクロ構造体を作製する作製プロセスを高温の工程まで使用可能となる。したがって、マイクロ構造体、アクティブ素子を構成する部材の設計上の制約を少なくすることができる。

【0030】

サファイアは、サファイア表面上にヘテロエピタキシーにより単結晶シリコンを形成するSOS構造として、この単結晶シリコン膜にアクティブ素子を作製することができる。アクティブ素子を単結晶シリコンとすることにより、駆動速度が非常に速いアクティブ素子とすることができるため、マイクロ構造体アレイを高速化することができる。

10

【0031】

樹脂は、価格が最も安価であり、マイクロ構造体アレイのコストを大幅に下げることができる。また、樹脂では、容易に変形可能なシート状の基板とすることもできる。

【0032】

(マイクロ構造体の光学機能)

本発明のマイクロ構造体は、基板上に複数配列して、光の透過と遮断、または光の反射方向をそれぞれ独立に制御することにより、空間光変調器として機能するものであればよく、例えば、上記のDMD素子や、多重光束干渉を利用して、透過率を変化させることで光を変調する透過型の干渉性変調素子とすることができる。

20

【0033】

干渉性変調素子は、特表2000-500245号公報、特表平10-500224号公報等に関示された素子のように反射型のものが多く知られている。図12は、この反射型の干渉性変調素子の概要を示したものであり、反射器100は、スペーサ102を介して膜104、106、108を含む誘導吸収体105と対抗して配置されており、入射媒体110は誘導吸収体105と片方の境界で接している。光は、入射媒体110より入射し、反射器100により反射され、入射媒体110より射出する。反射器100と誘導吸収体105の間隔Tが可変となっておりこの間隔を変更することで光学特性を変化させることができる。膜104、106、108はたとえば、二酸化ジルコニウム、タンゲステン、二酸化シリコンである。間隔Tを変化させるための構造としては、図13のようなMEMSの構造が採用されている。この構造により静電気により高速に光の変調を行うことができる。図8-図11までは、スペーサとの間隔が異なる場合の光学特性の変化である。各図とも縦軸が反射率、横軸が波長である。

30

【0034】

図8は、スペーサの間隔がある値の時に示す光学特性であり、図に示したように反射率が可視光域全般にわたって低い状態である。この場合、“黒”を表示している。

【0035】

図9から図11は、それぞれ間隔Tがある値のときの特性であり、それぞれ青、緑、赤を表示していることになる。こうした構造を2次元的に配置し、制御することでカラーの画像を表示することができる。

40

【0036】

本実施の形態の干渉性変調素子は、特表2000-500245号公報、特表平10-500224号公報等に関示された素子とは異なり、透過型であり、光軸を一直線として紹介した図1から図11を主体とする光学系への組み込みが容易となる。これは、装置全体の光路のレイアウトを簡単、小型とし、組み立てのアライメントも容易となり製造コストを安価とできる。

【0037】

より具体的には、この干渉性変調素子は、透明基板上に、誘電体層と金属層の組み合わせからなる複数の層を積層した光共振層を有する光入射部と、同様の構成をした光共振層を有する光射出部とが対峙した構造とし、光入射部と光射出部との間隔を変化することがで

50

きる駆動手段とで構成することができる。光共振層を形成する膜としては、誘電体層として、主に二酸化ジルコニウム、二酸化シリコン等、金属層として主にタングステン等を用いる。

【0038】

(用途)

本発明のマイクロ構造体アレイは、透明基板上に設けられるため、本発明のマイクロ構造体アレイを、被写体像を撮像する固体撮像素子の結像面付近に設けて、撮像素子への映像光の透過光量を調節する用途に用いることができる。この場合、撮像素子に照射された映像光の光量と照射された時刻を検出信号として、マイクロ構造体へフィードバックすることにより、光量に応じてマイクロ構造体を制御し、撮像領域に極端に明るい部分と暗い部分が存在した場合でも、撮像領域全体を撮像素子のダイナミックレンジに収め、情報量の多い画像を記録可能となる。

【0039】

更に、固体撮像素子の予め組分けした複数の画素群、より好ましくは単一の画素と、マイクロ構造体を1対1で対応するように配置することで、高精細に透過光量の調節が可能となる。加えて、マイクロ構造体は、撮像素子の画素とスケールがほぼ同一となり、非常に小型であるため重量が軽く、高速に駆動可能となる。そのため、撮像素子のシャッターとしてマイクロ構造体を用いる場合でも、高速なシャッタースピードを得ることができる。また、瞬時に透過光量が調節可能であるため、動画像を撮像する場合にも応用可能となる。また、固体撮像素子は、MOS型固体撮像素子とすることができる。MOS型固体撮像素子は、2次元の画面をXY直角座標系で表し1つ1つの画素を直交するXおよびY選択線で結んでおきn番目のX選択線とm番目のY選択線をスイッチングすることで(n, m)番目の画素の感光部の指定をおこない、そこから信号を取り出す、いわゆるXYアドレス方式の固体撮像素子で、特にスイッチングにMOSトランジスタが用いられているものである。広く用いられているCCD撮像素子と比べ、消費電力が少なく撮像装置を低消費電力とすることができる。

【0040】

また、本発明のマイクロ構造体アレイを光プリンタに応用する画像形成装置の光変調器として利用することができる。光源からの光は、マイクロ構造体アレイ全体を均一に照射するための照明光学系を経て、マイクロ構造体アレイに入射する。マイクロ構造体アレイで変調された光は、投影光学系を経て受光部に静電潜像を形成する。投影光学系は、1枚以上のレンズを有する拡大光学系を有する。拡大光学系では、マイクロ構造体アレイの像を受光部へ拡大して結像するため、全長の小さなマイクロ構造体アレイを用いて、それより大きな画像形成を可能とする。このため、マイクロ構造体アレイのコストを安価とすることができる。加えて、製造における歩留まりも向上し、欠陥の少ないマイクロ構造体アレイを効率良く作製できるため益々安価とできる。

【0041】

【実施例】

以下本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0042】

(第1の実施例：干渉性変調素子のマトリックスアレイ)

(全体のレイアウトの説明、干渉の原理)

本実施例は、透明基板上に、可動面を含み、基板から入射する光、または基板をとって出て行く光に対して光学機能を及ぼす複数のマイクロ構造体と、マイクロ構造体をそれぞれ独立に駆動するアクティブ素子とを有するマイクロ構造体アレイであり、可動面の一部が基板面に対して角度を変え、アクティブ素子が、マイクロ構造体の可動面と基板面とが重なる領域と、該可動面が基板に対して角度を変える方向に該領域を延長した領域と以外の基板上に配置される。

【0043】

本実施例のマイクロ構造体は、可動面が基板に垂直な方向に移動し、光の干渉によって透

10

20

30

40

50

過率を変化させる干渉性変調素子であって、可動面は、周辺の一部が基板に対して固定され、固定辺に近い可動面が基板に対して角度を変える構造を有している。

【0044】

図1、図2、図3、図14を用いて本発明の第1の実施例を説明する。

【0045】

図1(a)は、本発明の第1の実施例のマイクロ構造体アレイの構造を示す斜視図、(b)は同じく平面図である。図1は6個のマイクロ構造体と、その下の透明電極形成層付近の構成を示している。また、図2は、図1のA-A線での断面図、図3は、本実施例のマイクロ構造体の等価回路図である。図1において、1はガラス基板、5a、5bはそれぞれ光の第1、第2の共振層、31は透明電極、1009は薄膜トランジスタ(TFT)、1010は信号線、1011は走査線、1012は支持部である。 10

【0046】

図1、図2に示すように、ガラス基板1側から入射した、入射光は、間隔Tを有して対峙している光の共振層5a、5bを透過して、入射側とは反対側に射出していく。本実施例のマイクロ構造体アレイは、多重光束干渉を利用して、透過率を変化させることで光を変調する透過型の干渉性変調素子アレイである。これら第1、第2の共振層は、図2の2、3、4に示すように誘電体層あるいは金属層の薄膜から形成されている。2、3、4はそれぞれ二酸化ジルコニウム、タンゲステン、二酸化シリコンで形成される。これらの厚みを適切に選ぶことにより第1、第2の共振層5a、5bが干渉性光変調を可能とする光の共振層として機能する。多重干渉の原理は前述の特許文献3、4等を開示された素子と同等のもので、間隔Tの変化により、光の吸収と反射・透過の特性が変化することとなり射出光を変調することが可能である。前述の特許文献3、4等を開示された素子との光学的な構成上の違いは、本実施の形態のマイクロ構造体アレイが透過型であり、反射鏡がなく、2つの共振層が間隔Tを有して対峙していることである。 20

【0047】

一方、ガラス基板1には、図示のように信号線1010、走査線1011が格子状に配置されている。その交点には、薄膜トランジスタ1009が配置され、更に、透明電極31が電氣的に接続されている。

【0048】

更に、信号線1010、走査線1011、薄膜トランジスタ1009、透明電極31とは電氣的に絶縁する透明絶縁膜1013を介して、図1に示すように支持部1012が形成されている。透明絶縁膜1013は、図2に示すように透明電極31上に形成されている。支持部1012は、入射光に対して不透明な材料で形成されており、例えば反射率の高い金属膜を用いることもできる。本実施例では、アルミニウムを用いた。 30

【0049】

第2の共振層5bは、アンカー部32によって固定された支柱23により第1の共振層5aと間隔Tを有して図のように形成されている。またアンカー部32は支持部1012と接触しており、第2の共振層5bを電氣的に接地している。第2の共振層5bは、透明電極31に電圧印加手段33から電圧を印加することにより、静電引力により、第1の共振層5aと第2の共振層5bの間隔Tが変化する。Tを変化させることにより、光の吸収と反射・透過の特性が変化することとなり射出光を変調することが可能である。 40

【0050】

本実施例の干渉性光変調素子では、可動面が透明で、しかも基板に対して平行に動くため、可動面で反射する光が迷光となる割合は小さいが、図1(a)に示すように、基板にひきつけられた状態にある可動面の、支持部に近いところは、基板にたいして平行でないで、この部分にあたる光が側方に反射されるおそれがある。しかし、本実施例では、図1(b)に示すように、薄膜トランジスタ1009が、図1(b)の1020の領域、すなわち可動面とその側方延長部分とからなる領域とは外れた位置に設けられているので、光が到達することがない。

【0051】

(画素のサイズ)

図 1 には、マイクロ構造体 1014 の可動部うち、24 として光変調器として利用できる光が透過する領域(以下有効利用域)を示している。

【0052】

図 1 に示すように、必要画素数 N 個のマイクロ構造体 1014 が、2 次元配列した構造となっている。それぞれのマイクロ構造体 1014 が配列される X 方向のピッチ P は約 $10\ \mu\text{m}$ 、有効利用域の幅 W は、約 $8\ \mu\text{m}$ である。

【0053】

(駆動の説明、静電駆動)

図 2 に示すようにそれぞれの第 2 の共振層 5b の下部には、ガラス基板 1 側に駆動用の透明電極 31 が 1 対 1 で対応して形成される。透明電極 31 には、透明絶縁膜 1013 を表面に有している。この絶縁層は、透明電極の保護と絶縁を行っている。

【0054】

図 14 には、このときの透明電極 31 への印加電圧と、間隔 T との関係を示している。図に示すように間隔 T と印加電圧はヒステリシスを示す。印加電圧が増加するにしたがって、第 2 の共振層 5b は少しずつ引付けられ、間隔 T が僅かに小さくなっていく。閾値 V_p では、第 2 の共振層 5b は透明電極 31 に瞬間的に引付けられて、透明電極 31 と接触する。この状態を、ダウン位置と呼ぶ。この状態から、印加電圧を V_p 以下にしていっても、第 2 の共振層 5b はしばらく透明電極 31 と接触したダウン位置を保っている。そして、閾値 V_r となると、第 2 の共振層 5b はバネ剛性による復元力が打ち勝って、第 2 の共振層 5b が透明電極 31 と接触していない状態(この位置をアップ位置と呼ぶ)に復帰する。

【0055】

本実施例では、可動部である第 2 の共振層 5b の駆動ストロークが、干渉性光変調に必要な高々数百 nm 程度でよいため、高速に光変調の動作を行うことができる。

【0056】

(TFET 駆動)

本実施例の薄膜トランジスタ 1009 は、通常のポリシリコン TFET である。図 3 は本実施例の等価回路図である。図には特に、マイクロ構造体 1014 をキャパシタとして示している。図に示すように、走査線 1011、信号線 1010 は薄膜トランジスタ 1009 のゲート、ドレインと接続され、それぞれゲートバス、ドレインバスを形成している。また、走査線 1011、信号線 1010 には、それぞれ走査回路、ホールド回路が接続されている。線順次方式で、ゲートバスの走査電極を順順に走査回路によって走査し、1 つのゲートバス上の全ての薄膜トランジスタ 1009 を一時導通状態にする。そこで、ホールド回路からドレインバスを介し、信号をマイクロ構造体 1014 へ供給する。マイクロ構造体 1014 は容量性であるため、供給された信号は、次のフレームの走査時までマイクロ構造体 1014 のアップ、ダウン状態を保持できる。また、このとき共通電極線 1017 の電位 V_{com} は一定としている。

【0057】

したがって、アクティブ素子をスイッチ要素とするアクティブマトリックス駆動をマイクロ構造体アレイに対して行うことにより、走査線数に原理的な制限がなく、マイクロ構造体の多数化が可能で、クロストークもなくすることができる。

【0058】

また、薄膜トランジスタは、透明基板上に形成可能で、マイクロ構造体と同一基板に一体形成することができる。さらに、走査回路、ホールド回路のような周辺駆動回路をマイクロ構造体と集積化できるため、マイクロ構造体アレイについて、端子接続の簡易化、デバイスの小型化、高信頼化とできる。

【0059】

以上のように、本実施例のマイクロ構造体アレイは、透明基板上に、可動面を含み、基板から入射する光、または基板をとって出て行く光に

対して光学機能を及ぼす複数のマイクロ構造体と、マイクロ構造体をそれぞれ独立に駆動するアクティブ素子とを有するので、基板をマイクロ構造体の保護板とすることができる。また、図 13 に示す従来の干渉性光変調器に比べて、画素間のクロストークが抑えられる。

【0060】

また、可動面の一部が基板面に対して角度を変え、アクティブ素子が、マイクロ構造体の可動面と基板面とが重なる領域と、該可動面が基板に対して角度を変える方向に該領域を延長した領域と以外の基板上に配置されるので、オフ時のアクティブ素子が光照射を受けて電流が増大することがない。

【0061】

10

(第2の実施例：ピクセルシャッタ)

(全体の説明)

図4は、本発明の第2の実施例の撮像装置を示す。図示しない被写体からの光は、結像レンズ1002を通過し、MOS型固体撮像素子1001の結像面に結像する。このMOS型固体撮像素子1001の結像面には、第1の実施例で示したマイクロ構造体1014の配列である、干渉性変調素子アレイ15が配置されている。マイクロ構造体1014は、MOS型固体撮像素子1001の各画素と1対1に対応して配置されている。結像レンズ1002より入射する光を、それぞれ個々のマイクロ構造体1014により、対応するMOS型固体撮像素子1001の画素毎に、光量が制御可能となる。

【0062】

20

(固体撮像素子から制御回路など)

MOS型固体撮像素子1001からの信号が、A/D変換回路1003に供給される。そして、デジタル化された画像データがフレームメモリ1004に書きこまれる。フレームメモリ1004に書きこまれた画像データが制御回路1005に供給され、画像データの光量レベルが判別される。この判別結果のデータがメモリ1006に書きこまれる。このメモリ1006に書きこまれたデータがドライバ1007に供給されて、干渉性変調素子アレイ15が駆動される。

【0063】

更に、フレームメモリ1004に書きこまれた画像データが制御回路1005で、マイクロ構造体1014のそれぞれの透過率に応じた補正を受けて、外部記憶装置1008に供給される。前回の画像データのレベル判別データに基づいて、露出オーバーの画素に対応する干渉性変調素子の透過率がドライバ1007により低下され、露出レベルの低い画素に対応する干渉性変調素子の透過率は高いままとなる。したがって、画像の明るさのダイナミックレンジはMOS型固体撮像素子1001に入射する前に圧縮される。ここで、MOS型固体撮像素子1001からの画像データが、固体撮像素子のダイナミックレンジに収まるまで、再び前述の手順を繰り返すことで、画像の明るさのダイナミックレンジが固体撮像素子のダイナミックレンジ内に圧縮されて、画像データ全体が良好に撮像される。

30

【0064】

更に、こうして撮像された画像データを、制御回路1005にて、撮像した時のマイクロ構造体1014の各々の透過率に応じた定数をかけることによって、圧縮した明るさのダイナミックレンジを元に戻す変換をおこない、情報量の多い画像データを得ることができる。

40

【0065】

(全体の作用)

一般に固体撮像素子は、撮像する光量に対する一定のダイナミックレンジを有しており、光量が多いと飽和が生じ、光量が少ないと出力がノイズに埋もれてしまう。したがって、撮像領域の一部分に極端に明るい領域や暗い領域が存在した場合は、従来の露出の調整では、撮像領域全体に対して、絞りまたはシャッタースピードを変化させることで行われるため、明るい領域または暗い領域のどちらかを切り捨てなければならなかった。

【0066】

50

本実施例では、MOS型固体撮像素子1001の画素毎に、光量が制御可能となるため、MOS型固体撮像素子1001に照射された映像光の光量と照射された時刻を検出信号として、マイクロ構造体ヘフィールドバックすることにより、撮像領域に極端に明るい部分と暗い部分が存在した場合でも、撮像領域全体を撮像素子のダイナミックレンジに収め、情報量の多い画像を記録可能となる。

【0067】

更に、本実施例では、光量調整としたが、マイクロ構造体1014の状態を透過率の最も高い“明”状態と最も低い“暗”状態の2値的な駆動として、MOS型固体撮像素子1001のシャッターとして用いることができる。この場合、従来のシャッターと比べ、薄型なため、シャッター機構を持った撮像装置を非常に小型にできる。また、干渉性変調素子は小型であるため、駆動スピードが速く、非常に速いシャッタースピードを実現できる。

10

【0068】

(第3の実施例：画像形成装置)

(全体の説明)

図5は、本発明の第3の実施例の画像形成装置を示す斜視図である。本発明の画像形成装置は、光変調器10として第1の実施例のマイクロ構造体アレイを1次元配列としたものを用いている。したがって、光変調器10は、多重光束干渉を利用して個々のマイクロ構造体を透過する光の透過率を変化させる干渉性変調素子であり、構成、駆動原理、駆動方法は第1の実施例と同様である。

【0069】

20

本実施例の画像形成装置は、単色光を発光する半導体レーザを内蔵した光源ユニット22、第1の実施例のマイクロ構造体アレイである透過型の干渉性変調素子アレイ15を1次元配列とした光変調器10、この光変調器10を効果的に照明できるレンズ又はレンズ群で構成される照明光学系14、光変調器10で変調した光を拡大する投影光学系11、入射光により表面にライン方向Cに静電潜像(投影像)が形成されるS方向へ回転する感光ドラム20とを備えている。

【0070】

光源ユニット22から出射した光は、1次元配列の光変調器10の有効利用部分のみを効果的に照明できるレンズ又はレンズ群で構成された照明光学系14を通過し、干渉性変調素子アレイ15に入射する。

30

【0071】

光変調器10では、照明光学系14からの光を変調、透過し、光は、レンズによって構成されている投射光学系11へ入射される。光変調器10には、感光体ドラム20上にライン方向に配列される各画素9に1対1に対応する複数のマイクロ構造体1014が1次元に配列されている。

【0072】

投影光学系11は事前に帯電しておいた感光ドラム20表面を光変調器10の変調にしたがったパターンに露光し、感光ドラム20表面に静電潜像を形成する。

【0073】

ここで、投影光学系11は2枚のアナモフィックレンズ29a、29bとスリット25にこの静電潜像は現像装置101(不図示)から供給されるトナーが感光体ドラム20に付着することで現像されて、トナー像となり、このトナー像を記録紙に転写することで記録紙に印刷を行う事ができる。

40

【0074】

(干渉性素子の画素サイズ)

ここで、図6は、本実施例における光変調器10の射出光側から見た上面図を示している。図では、4つのマイクロ構造体1014の近傍を特に示している。

【0075】

図6の上面図には、マイクロ構造体1014のうち、24として可動部の光を透過する領域(以下有効利用域)を示している。

50

【0076】

図6に示すように、マイクロ構造体アレイは、解像度（例えば1インチあたりの画素数：DPI）から決定される必要画素数N個のマイクロ構造体1014が、図中X方向に一列に配列した構造となっている。図には特に、感光ドラム表面に形成される静電潜像の画素と一対一対応するマイクロ構造体1014の1つを破線で囲んで示した。例えば、A4幅サイズ（210mm）を最大記録幅とし、1200DPI相当の解像度を想定すると、必要画素数Nは、10000個程度となる。

【0077】

それぞれのマイクロ構造体1014が配列されるX方向のピッチPは約5 μ m、光変調素子として有効利用域の幅Wは、約4 μ mである。したがって、光変調器10のX方向への全長は、50mm程度となる。X方向と垂直な図中Y方向の有効利用領域長さLも、約4 μ mとなっておりほぼ正方形の構成となっている。

10

【0078】

（投影光学系の説明）

次に図7（a）、（b）を用いて、マイクロ構造体1014からの光が、投影光学系11によって感光ドラム20に静電潜像を形成する関係について説明する。図7（a）（b）は、干渉性変調素子アレイ15、感光ドラム20上でのそれぞれの画素を模式的に示している。図7（a）は、個々のマイクロ構造体1014における有効利用域24（24a、24b）を示しており、図7（b）は、感光ドラム上の画素9（9a、9b）を示している。投影光学系11の1枚のレンズにより、図7（a）に示す約4 μ m角のスポットが、図7（b）に示すように約20 μ m角のスポットに拡大されて感光ドラム20表面に投影される。

20

【0079】

したがって、投影光学系11により、マイクロ構造体1014の幅を小型化し全長を短くした光変調器10を用いて、感光ドラム20上に、その全長のほぼ5倍の幅をもつ静電潜像を形成することができる。マイクロ構造体1014は、投影光学系11と組み合わせることによって、1対1対応している静電潜像より小さくてよいため、駆動速度が非常に速く、前述の従来の画像形成装置と比べ、本実施形態の画像形成装置の印刷速度を高速化することができる。

30

【0080】

また、光変調器10は、解像度に応じた必要画素数Nを有しながら、実際の記録幅と比べて全長は、ほぼ5分の1の長さである。全長がこのような短いことにより、本実施形態の光変調器を小型に形成できる。更に、素子のコストを安価とすることができる。加えて、歩留まりよく作製することが容易であるため、益々コストを抑えることができる。

【0081】

更に、素子列の全長が短いことにより、均一に光を入射することが、比較的簡単で、解像度が高く、ムラの少ない高画質の画像形成装置を得ることができる。加えて、光源ユニット21、照明光学系14の開口径が小さくてよく、構成も簡単にできるため、小型、安価とすることができる。

40

【0082】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、基板側から光を入射可能なマイクロ構造体アレイを高速・高精度に制御可能とし、これを安価に提供することができる。また、本発明のマイクロ構造体アレイを用いて高性能な光学機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】（a）本発明の第1の実施例のマイクロ構造体アレイを示す斜視図である。

（b）上記の平面図である。

【図2】図1A-A線での断面図である。

【図3】本発明の第1の実施例のマイクロ構造体アレイの等価回路図である。

【図4】本発明の第2の実施例の撮像装置を示す構成図である。

50

【図 5】本発明の第 1 の実施例の画像形成装置を示す斜視図である。

【図 6】本発明の第 3 の実施例のマイクロ構造体 1 0 1 4 の上面図である。

【図 7】(a) 干渉性変調素子の干渉性変調素子の有効利用域を示す概略図である。

(b) 感光ドラム表面の静電潜像の画素を示す概略図である。

【図 8】干渉性変調素子の特性 (黒)

【図 9】干渉性変調素子の特性 (青)

【図 1 0】干渉性変調素子の特性 (緑)

【図 1 1】干渉性変調素子の特性 (赤)

【図 1 2】干渉性変調素子の構成図

【図 1 3】干渉性変調素子の反射器の構成を示す概略斜視

10

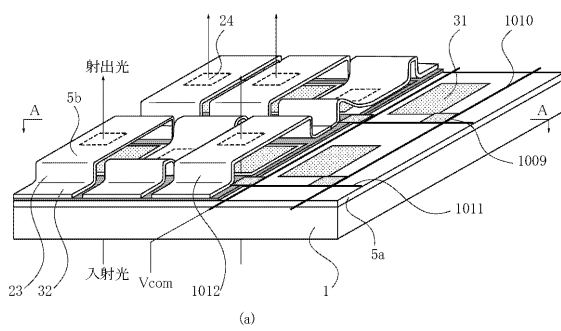
【図 1 4】本発明第 1 の実施例のマイクロ構造体の印加電圧と間隔 T との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

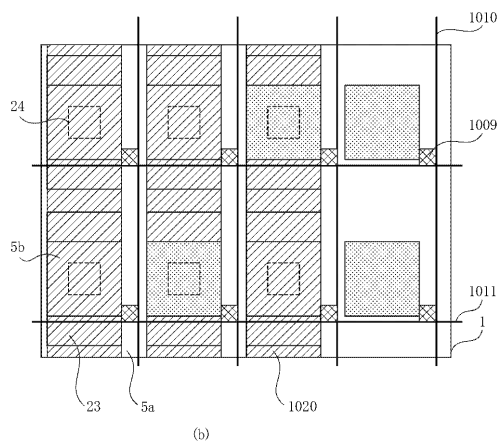
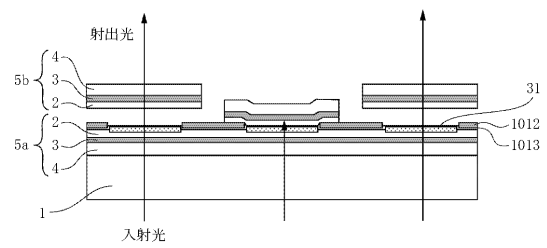
1	ガラス基板	
2	薄膜	
3	薄膜	
4	薄膜	
5、5 a、5 b	光共振部	
6	反射器	
9、9 a、9 b	画素	20
1 0	光変調器	
1 1	投射光学系	
1 4	照明光学系	
1 5	干渉性変調素子アレイ	
2 0	感光体ドラム	
2 2	光源ユニット	
2 3	支柱	
2 4、2 4 a、2 4 b	有効利用域	
2 6	レンズ	
3 0	電極	30
3 1	透明電極	
3 2	アンカー	
3 3	電圧印加手段	
1 0 0	反射器	
1 0 2	スペーサ	
1 0 4、1 0 6、1 0 8	膜	
1 0 5	誘導吸収体	
1 1 0	入射媒体	
1 0 0 1	M O S 型固体撮像素子	
1 0 0 2	結像レンズ	40
1 0 0 3	A / D 変換回路	
1 0 0 4	フレームメモリ	
1 0 0 5	制御回路	
1 0 0 6	メモリ	
1 0 0 7	ドライバ	
1 0 0 8	外部記憶装置	
1 0 0 9	薄膜トランジスタ	
1 0 1 0	信号線	
1 0 1 1	走査線	
1 0 1 2	支持部	50

- 1 0 1 3 透明絶縁膜
- 1 0 1 4 マイクロ構造体
- 1 0 1 5 走査回路
- 1 0 1 6 ホールド回路
- 1 0 1 7 共通電極線

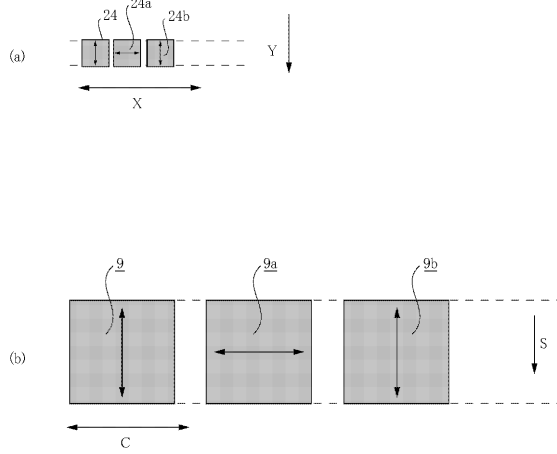
【図 1】



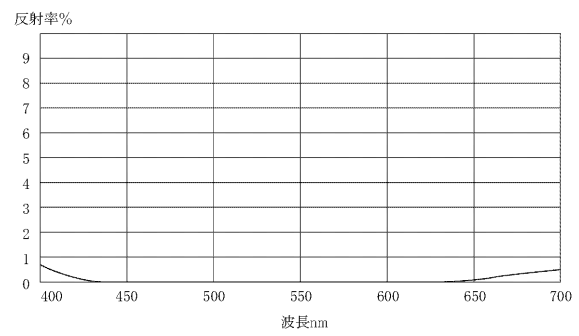
【図 2】



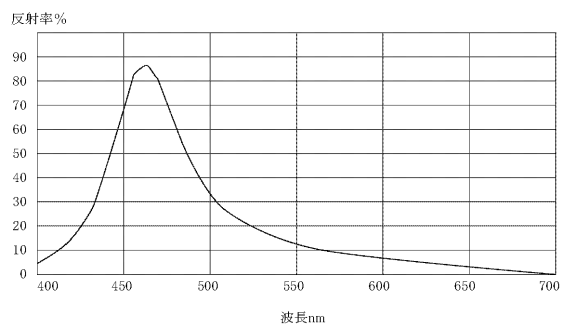
【図 7】



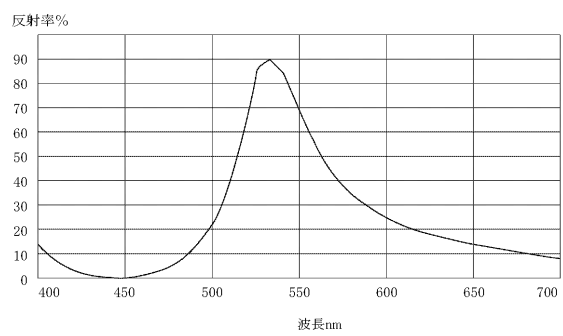
【図 8】



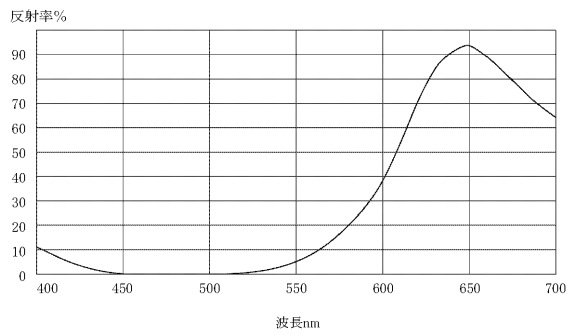
【図 9】



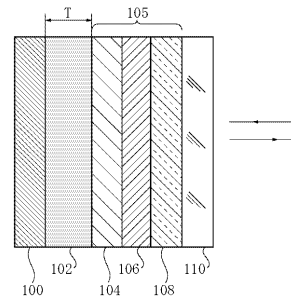
【図 10】



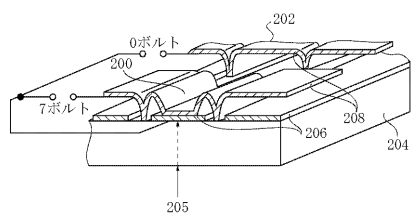
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

