

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4700196号
(P4700196)

(45) 発行日 平成23年6月15日 (2011.6.15)

(24) 登録日 平成23年3月11日 (2011.3.11)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 J 1/02 (2006.01)
GO 1 J 5/48 (2006.01)
HO 1 L 27/14 (2006.01)
HO 4 N 5/33 (2006.01)

GO 1 J 1/02 C
GO 1 J 5/48 A
HO 1 L 27/14 K
HO 4 N 5/33

請求項の数 11 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-609770 (P2000-609770)
(86) (22) 出願日 平成12年3月10日 (2000.3.10)
(65) 公表番号 特表2002-541449 (P2002-541449A)
(43) 公表日 平成14年12月3日 (2002.12.3)
(86) 国際出願番号 PCT/US2000/006223
(87) 国際公開番号 W02000/060324
(87) 国際公開日 平成12年10月12日 (2000.10.12)
審査請求日 平成18年10月19日 (2006.10.19)
(31) 優先権主張番号 09/283,649
(32) 優先日 平成11年4月1日 (1999.4.1)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500575824
ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード 101, ピー・オー・ボックス 2245
(74) 代理人 100089705
弁理士 社本 一夫
(74) 代理人 100071124
弁理士 今井 庄亮
(74) 代理人 100076691
弁理士 増井 忠式
(74) 代理人 100075270
弁理士 小林 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 端正な断面を有する大面積低質量の I R ピクセル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板に構造的に接続され、さらに基板上のピクセル制御回路に電気的接続を与える複数の接続パッドと、

複数の接続パッドに構造的、電気的に取り付けられ、接続パッドから延び、基板上方に置かれ、前記基板と垂直な方向の断面における所定の高さを有する支持構造と、

前記支持構造に構造的、電気的に取り付けられ、同じく基板上方に置かれ、前記基板と垂直な方向の断面における前記所定の高さを有する熱分離領域と、

前記熱分離領域に取り付けられ、ピクセル領域の残部の少なくとも一部を占有し、前記所定の高さより低い、前記基板と垂直な方向の断面における高さを有する応答領域を備え

10

、
前記応答領域が、前記熱分離領域から外方に延びる、
ピクセル・アレイ中のピクセルとして使用する微細構造。

【請求項 2】

前記応答領域が、前記熱分離領域に包囲された、請求項 1 に記載の微細構造。

【請求項 3】

前記複数の接続パッドが、第 1 の接続パッドと、第 2 の接続パッドとを含む、請求項 1 に記載の微細構造。

【請求項 4】

前記支持構造が、前記第 1 の接続パッドに接続された第 1 の埋め込み電気接続パスと、

20

前記第 2 の接続パッドに接続された第 2 の埋め込み電気接続パスとを含む、請求項 3 に記載の微細構造。

【請求項 5】

前記熱分離領域が、前記第 1 の電気接続パスと前記第 2 の電気接続パスの間に延びる抵抗パスを含む、請求項 4 に記載の微細構造。

【請求項 6】

ピクセルがマイクロボロメータである、請求項 1 に記載の微細構造。

【請求項 7】

ピクセルがマイクロエミッタである、請求項 1 に記載の微細構造。

【請求項 8】

基板に構造的に接続され、さらに基板上のピクセル制御回路に電氣的接続を与える第 1 の接続パッド及び第 2 の接続パッドと、

前記第 1 の接続パッドに取り付けられ、ピクセル内の第 1 の所定位置まで延び、前記基板と垂直な方向の断面において前記基板から第 1 の所定の高さを有する第 1 の抵抗脚と、

前記第 2 の接続パッドに取り付けられ、ピクセル内の第 2 の所定位置まで延び、前記基板と垂直な方向の断面において前記基板から前記第 1 の所定の高さを有する第 2 の抵抗脚と、

前記第 1 の所定位置で第 1 の抵抗脚に取り付けられ、前記第 2 の所定位置で第 2 の抵抗脚に取り付けられ、前記第 1 の所定位置と前記第 2 の所定位置の間に延び、前記基板と垂直な方向の断面において前記基板から前記第 1 の所定の高さを有する抵抗パスと、

ピクセル領域の残部の少なくとも一部を占有し、前記基板と垂直な方向の断面において前記基板から前記第 1 の所定の高さより低い、所定の第 2 の高さを有する応答領域を備え、

前記第 1 の所定の高さより低い応答領域が、抵抗パスから外方に延びる、ピクセル・アレイ中に使用する微細構造ピクセル。

【請求項 9】

前記第 1 の所定の高さより低い応答領域が、抵抗パスに包囲された、請求項 8 に記載の微細構造ピクセル。

【請求項 10】

ピクセルがマイクロボロメータである、請求項 8 に記載の微細構造ピクセル。

【請求項 11】

ピクセルがマイクロエミッタである、請求項 8 に記載の微細構造ピクセル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の背景)

本発明は、赤外線ピクセル・アレイに用いられるピクセル構造に関するものである。さらに具体的には、本発明の構造は、マイクロエミッタ、またはマイクロボロメータの適用分野に使用される。マイクロエミッタの適用分野では、本発明のピクセルは赤外線投射を行うピクセル・アレイの一部として用いられる。一方、マイクロセンサ、またはマイクロボロメータでは、本発明のピクセル構造はディテクタ・アレイのうち 1 個のピクセルを形成する。

【0002】

微細構造は一般に、各種のセンサおよびセンサ製品を形成するのに使用することができる。ある種の適用分野では、これらの微細構造がアレイとして配列され、複数のピクセルが互いに協働するようにしている。周知の適用分野のひとつに、マイクロエミッタがあり、ここではピクセル・アレイは像を投射するのに用いられる。もうひとつの周知の適用分野では、ピクセル・アレイはマイクロボロメータとして用いられ、アレイは二次元の信号を検出するのに用いられる。

【0003】

各適用分野で、ピクセルは互いに分離されていることが不可欠である。この分離により、

10

20

30

40

50

各ピクセルは周囲のピクセルから独立して作動し、これにより、検出されまたは表示される像のいずれかにコントラストを生成する。

【 0 0 0 4 】

上述のマイクロエミッタ適用分野では、各ピクセルは独立して付勢され、信号を投射する。IRセンサ・プロジェクタの場合、ピクセルが付勢されて、素子自体を加熱し、IR放射が発生する。この個々のエミッタは、個々のピクセルのアレイとして配列され、適切にアドレスされると、所期の像を生成する。

【 0 0 0 5 】

同様に、微細構造のピクセルのアレイは、IR放射または信号を検出するマイクロボロメータ適用分野に使用することができる。この適用分野では、個々のピクセルのそれぞれが、IR信号に感受性を有する。このようなIR信号がピクセルの検出表面または区域に当たると、ピクセルの活性素子の抵抗が変化する。この抵抗変化が、関連する回路網によって適切に検出され、像コントローラにフィードバックされる。ピクセルのアレイからの信号が適切に処理された場合、デジタル画像を生成することができる。

【 0 0 0 6 】

上記に参照した微細構造デバイス（マイクロボロメータまたはマイクロエミッタ）のいずれにも、最適な設計は多数の要素に影響される。実用的動作必要条件により、これらの考慮は驚異的に複雑である。さらに具体的には、最適な設計特性は、充填係数が大きいこと、熱分離が高いこと、および熱時定数（速度）が適切なことが含まれる。

【 0 0 0 7 】

概して述べれば、時定数はデバイスの速度に関係する。認められるように、検出モードであっても投射モードであっても、ピクセルは頻繁に更新されることが望ましい。これには、ピクセルが非常に速く循環または再生することができる必要がある。実用的適用分野では、30Hzから500Hzのどこにあって、フレーム速度を持つことは異常ではなく、適切な時定数が存在しなければならない。概して述べれば、熱時定数はピクセルの熱質量を熱伝導率で割ったものに等しい。熱時定数は、低いと高速操作が可能になるため、低いことが望ましい。

【 0 0 0 8 】

上述のように、充填係数が大きいことは、微細構造のピクセルの設計で最適な特性である。充填係数は、ピクセルの活性部分によって使用される面積に関係する。充填係数は、可能な限り高く、ピクセルの有効面積を最大に利用することが有利である。このことは特に、エミッタ適用分野について言えることで、所期の放射信号を放出するピクセルの表面を大きくすることが望ましい。

【 0 0 0 9 】

もうひとつの明白な考慮は、熱分離である。各ピクセルは、どのようなクロストークも避けるため、互いに熱的に分離することが明らかに必要である。これによって、各ピクセルはその独立性を維持し、コントラストの高いアレイを生成することができる。

【 0 0 1 0 】

熱を分配し、適切に伝導する能力は、ピクセルの設計で最も重要なことである。加熱されたピクセルをオフにする時、熱を放散させる能力は、明らかにピクセルの熱時定数および速度に影響を与える。微細構造自体を設計する場合、熱放散の考慮は常に行わなければならない。

【 0 0 1 1 】

現在のIRピクセルの微細構造は概していくつかの構成をとる。しかし、これらの構成はそれぞれいくつかの一致した特徴を有し、すべてが製造工程に関係する。予想できるように、これらの赤外線ピクセルに使用される微細構造は、薄膜法により製作される。したがって、適切な皮膜とマスクが多段工程で使用され、適切な微細構造の構成が達成される。

【 0 0 1 2 】

これらの微細構造を生成する製造工程の一例は、従来はウエーハの上に製作された集積読み出しおよび駆動回路網から開始される。次にこのウエーハを上面が平坦になるよう仕上

10

20

30

40

50

げる。次に、この仕上げた上面に反射層を載せる。反射層の上に、集積回路と通信ができるように、適切な箇所に接続ポストを有する犠牲層を堆積する。犠牲層の上に、適切な抵抗材料の層と窒化シリコンの層を含む、実際の微細構造自体を堆積する。次に、犠牲層を除去すると微細構造が残り、接続ポストを介して制御電子回路に適切に結合され、反射層の僅か上に位置する。概して述べれば、活性エミッタまたはディテクタ材料か、窒化シリコンなどの絶縁皮膜内に封止される。このコーティングが、機械的支持と、化学的パッシベーションを与える。ピクセルは窒化シリコン層の高さに等しい均一な高さを有する。

【 0 0 1 3 】

上述の製造工程は、適切な動作のピクセルを生成するが、その設計は最適化されない。他の特性基準と矛盾することなくピクセルが動作できる速度を増大させる能力を与えることが望まれる。

10

【 0 0 1 4 】

(発明の要約)

本発明は、動作特性をさらに最適化するピクセルの微細構造の設計を提供する。微細構造の設計において、ピクセル全体の質量を減少させるため、窒化シリコン保護層の各部分を除去する。したがって、断面を見ると、微細構造は一樣に平滑な表面を持たず、保護層の不要部分が除去される。この除去は、微細構造の熱質量に劇的な影響を与える。上述のように、時定数はピクセル構造の熱質量に比例する。熱質量を減少させることにより、時定数も減少する。これにより、ピクセルの動作が速くなり、より高速のアレイを支持する。

【 0 0 1 5 】

20

このピクセルへの変更により、ピクセル設計の他の最適化した特性を犠牲にすることなく、速度の目的が達成する。たとえば、ピクセルの二次元レイアウトに影響を与えることなく、断面の縮小が達成される。このことはピクセルの抵抗加熱素子を生じることがないため、充填係数は同一のままであり、熱伝導特性は同様に保たれる。

【 0 0 1 6 】

本発明の目的は、より高速の動作のため最適に設計されたピクセルの設計を提供することにある。この目的は通常、ピクセル自体の熱質量を減少させ、その結果同様に時定数に影響を与えることにより達成される。

【 0 0 1 7 】

本発明の他の目的は、充填係数またはピクセルの熱分離を犠牲にすることなく、最適化されたピクセルの設計を提供することにある。

30

【 0 0 1 8 】

本発明の目的および利点は、以下の詳細な説明を読み、かつ図面を参照すれば、理解できるよう。

【 0 0 1 9 】

(発明の実施の形態)

本発明は、ピクセル全体の質量または寸法をより適切に制御することにより、赤外線ピクセル光線を最適化する。質量は、ピクセルの断面を変更することにより制御される。新しく設計したピクセル構造を提供することにより、ピクセル自体の効率的動作のため、時定数と加熱特性が適切に最適化される。この設計は、ピクセルがマイクロエミッタとして使用される場合に特に適切である。しかし、利点はマイクロボロメータ適用分野でも同様に得られる。

40

【 0 0 2 0 】

次に、図 1 および図 2 を参照して、本発明の微細構造の概念図を示す。概ね示されるのは、概ね長方形の微細構造ピクセル 10 である。微細構造ピクセルの 2 つの反対側にある隅には、第 1 の接点 12 と第 2 の接点 14 がある。概ね理解されるように、第 1 の接点 12 と第 2 の接点 14 は適切な制御回路網に相互接続するのに用いられる。この制御回路網は、ピクセル自体の上または下に位置することが多い。赤外線適用分野に使用される微小機械ピクセルの概説は、本出願に参照として添付された、B. E. コール、R. E. ヒガシ、R. A. ウッド、「赤外線適用分野用に微小機械加工されたモノリス・アレイ」、I E

50

EE会報、第86巻、第8号、1679～82ページを参照することにより見いだすことができる。

【0021】

ピクセル10は、抵抗パス16を介して第1の接点12に電氣的に接続された応答領域20を有する。同様に、応答領域20は、抵抗パス18を介して第2の接点14に接続されている。認識できるように、応答領域20は、赤外線放射の発生または検出のいずれかを行うように構成されている。具体的には、エミッタ適用分野では、電流が応答領域20に与えられて、応答領域20が発熱し、赤外線放射を発生する。反対に、ディテクタ適用分野では、応答領域20は赤外線が放射されると抵抗が変化する。この抵抗変化は付随する回路網により接続され、さらに信号処理システムに与えられる。

10

【0022】

ピクセル10はさらに、適切なピクセル分離を行う第1のカットアウト領域22と第2のカットアウト領域24を有する。これらのカットアウトを設けることにより、すべての熱伝導特性の制御が容易に達成される。

【0023】

次に、具体的に図2を参照して、図1の概念的ピクセルの断面図を示す。このようなピクセルの代表的な構成で、抵抗領域26が一般に堆積され、次に保護層27により完全に被覆されている。保護層27は代表的には窒化シリコン、または類似の化合物の薄膜層である。しかし図2を参照すると、本発明のピクセルの断面は均一ではないことがわかる。さらに具体的には、上記の応答領域20より上の部分は断面が減少している。このような断面は、マスキング等の適切な薄膜処理技術により生成される。

20

【0024】

この活性領域上の断面の減少は、ピクセル自体全体の質量を減少させ、ピクセルの動作特性に明白な効果を有する。さらに具体的には、質量の減少は、ピクセルの時定数に直接影響を与える。時定数は、ピクセルの熱質量を熱伝導率で割ったものに比例的に関係し、この質量の減少は、熱時定数を直接減少させる。時定数は、ピクセルの速度能力に反比例する。したがって、時定数の減少は、ピクセルの速度上昇につながる。さらに、図1および図2に示すピクセルの設計は、IR特性が吸収層29およびリフレクタ30により画定されるため、ピクセルの充填係数またはその最適な特性とどのような点でも矛盾しない。理解されるように、反射層は通常、PtまたはAuなどの金属の薄膜で構成されている。同様に、吸収層29は、パーマロイと呼ばれることが多いニッケル鉄合金の薄層で製作される。吸収層29およびリフレクタ30の最適な構成および設計に関しては、本発明の譲受人に譲渡され、本明細書に参照として添付された、「高IR感度のための微細構造の設計」という名称の、米国特許第5286976号明細書にさらに記載されている。シーン・プロジェクトの微細構造構成に関する同様な記載は、同じく本発明の譲受人に譲渡され、本明細書に参照として添付された、「低電力赤外線シーン・プロジェクト・アレイおよびその製法」という名称の、米国特許第5600148号明細書にさらに記載されている。図1および図2に見られるように、ピクセルの表面積は除去または減少されず、ピクセルの活性領域は同寸法に残されている。

30

【0025】

また、図2に示されているのは、時にエミッタとして使用される場合、ピクセルの動作を支援する関連構造である。前述のように、各ピクセルは付随する制御回路網に接続されている。この接続は、第1の接点12と第2の接点14を支持要素28に接続することにより行われる。支持要素28は、接点が基板または下層の構造から遠ざける。支持要素28内に、ピクセル微細構造10の下に表面に製作された集積回路に電氣的に接続する必要な素子が存在する。この接続構造は、一般にバイアと称し、当業者にはよく知られている。通常、この集積回路の上に、反射性コーティング30が塗布される。この反射性コーティングは、ピクセル微細構造10の下に四分の一波長共鳴キャビティを生成するのを助ける。

40

【0026】

50

応答領域 20 は抵抗パス 26 の間に存在し、図 2 に示すように断面高さが大幅に低い。この領域の実際の構造は、構造層 31 の上面に配置された吸収層 29 を含む。この吸収層は、たとえば厚みの薄いニッケル・クロムで形成することができる。しかし、構造層 31 は通常窒化シリコンまたは類似の材料である。吸収層 29 は、応答領域の抵抗パスから電気的に分離されている。

【0027】

次に図 3 および 4 を参照して、本発明の代替の実施形態を示す。図 3 で、同じく第 1 の接点 42 と第 2 の接点 44 を有するピクセル 10 を示す。第 1 の接点 42 と第 2 の接点 44 には、それぞれ第 1 の抵抗脚 46 と第 2 の抵抗脚 48 が取り付けられている。これらの抵抗脚 46 および 48 は、それぞれ第 1 の接点 52 および第 2 の接点 54 に接続されている。第 1 の接点 52 および第 2 の接点 54 の間には、2 つの平行な抵抗パスが接続されている。さらに具体的には、第 1 の抵抗パス 56 は、第 1 の接点 52 から延びて、図 3 に示すピクセルの右側に沿って第 2 の接点 54 に達する。同様に、第 2 の抵抗パス 58 は、第 1 の接点 52 から延びて、図 3 に示すピクセルの左側に沿って第 2 の接点 54 に達する。これらの抵抗パスはそれぞれ、電流を供給することによって加熱されるように、加熱構造を生成する。次にこの発熱が、第 1 の抵抗パス 56 と第 2 の抵抗パス 58 とに囲まれた応答領域 60 に伝達される。これらの抵抗パスの加熱はまた、応答領域 60 も加熱し、マイクロエミッタの場合には赤外線信号を発生させる。

【0028】

次に、具体的に図 4 を参照して、A - A 断面を示す。第 1 の抵抗脚 46、第 2 の抵抗脚 48、第 1 の抵抗パス 56、および第 2 の抵抗パス 58 を形成する抵抗材料が見られる。見られるように、これらの抵抗パスの真上には、重要な保護層 64 が存在する。上述のように、保護層 64 は通常、窒化シリコンまたは他の適切な材料で形成されている。図 1 および図 2 に示す概念的ピクセルと同様、図 4 のピクセルは吸収層 65 および構造層 66 を含む。応答領域 60 で、残った構造は吸収層 65 および構造層 66 のみである。この場合も、吸収層 65 は通常、ニッケル・クロムまたは同様の材料の薄層であり、一方構造層は通常、窒化シリコンである。この場合も、吸収層はピクセル中の残った導体から電気的に分離されているが、ピクセルの光学特性を画定するのを助ける。応答領域 60 の上には、保護材料は不要であるため、現在は存在しない。この時点で保護層を排除することは、ピクセル自体の全体質量を減少させる助けになる。応答領域 60 の上に薄い保護層を含ませてもよいことは理解できるであろう。

【0029】

上で参照した図は、本発明の 2 つの可能な実施形態を示す。本発明の利点を利用しつつ、実際の抵抗パスウェイ・アウトを利用することができることは理解できるであろう。活性領域を実際に加熱することは、赤外線信号の生成に必要であることが理解できるであろう。このように、抵抗材料はこの時点では必要はない。

【0030】

図 5 は、可能な代替ピクセル構成のひとつを示す。図 5 のピクセルは、第 1 の接点 72 と、反対の隅部に第 2 の接点 74 を含む。これらの接点にはそれぞれ、第 1 の抵抗脚 76 と第 2 の抵抗脚 78 が取り付けられている。第 1 の抵抗脚 76 は、第 1 の共通点 82 に延び、一方第 2 の抵抗脚 78 は、第 2 の共通点 84 に延びている。これらの構造はそれぞれ、上記の図 3 に関して述べたものとほぼ同様である。

【0031】

わずかに異なる構成であるが、抵抗パスが第 1 の共通点 82 と、第 2 の共通点 84 との間に生成されている。この抵抗パスは、主として第 1 の抵抗リード 86 と第 2 の抵抗リード 88 で構成され、それぞれが中央抵抗パッド 90 に接続されている。抵抗パッド 90 の周囲には、複数の応答領域 92 がある。理解できるように、これらの追加の応答領域 92 は、中央抵抗から幾分片持ちされている。構造を強化するため、いくつかの強化バー 94 が設計に取り込まれている。抵抗パスと中央抵抗パッドは、完全な高さの窒化シリコンの保護層に完全に被覆され、一方応答領域 92 の上の領域は減少した高さであることが理解さ

10

20

30

40

50

れるであろう。完全な高さの窒化シリコン材料である強化バー構造全体を強化するのを助ける。この場合も、この方法はピクセル全体の質量を最小にするのを助ける。

【 0 0 3 2 】

当業者はさらに、本発明はその精神または中心属性から逸脱することなく、他の特定の形態で実施できることを理解するであろう。上述の本発明の記述は、実施形態の例を開示したにすぎず、他の変更態様も本発明の範囲内であることを意図したものであることを理解すべきである。したがって、本発明は本明細書に詳細に記載された特定の実施形態に限定されない。むしろ、添付の請求の範囲を本発明の範囲および内容を表示するものとして参照すべきである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の概念的ピクセルの上面図である。

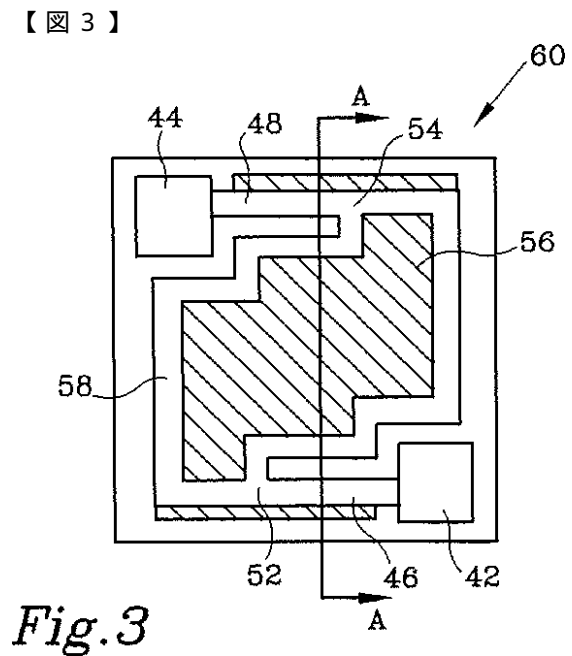
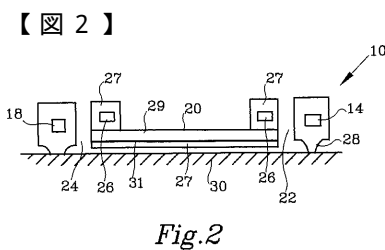
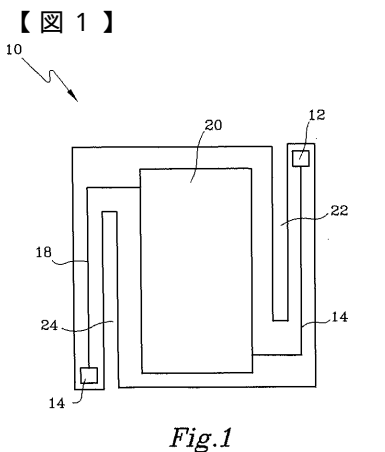
【図 2】 本発明の断面の詳細を示す断面図である。

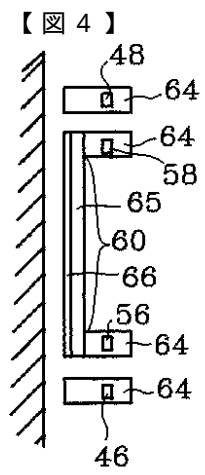
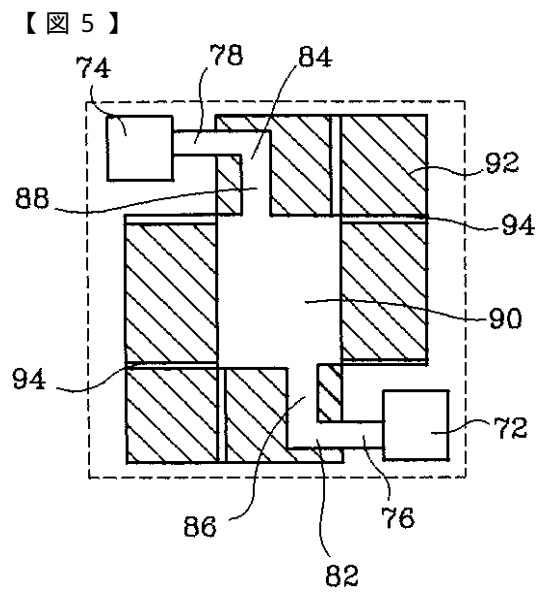
【図 3】 本発明による 1 つのピクセル設計の上面図である。

【図 4】 図 1 のピクセルの A - A 断面を示す断面図である。

【図 5】 本発明による代替のピクセル設計の上面図である。

10



*Fig. 4**Fig. 5*

フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100093713

弁理士 神田 藤博

(72)発明者 コウル, パーレット・イー

アメリカ合衆国ミネソタ州 5 5 4 3 1, ブルーミントン, ウエスト・トゥエルフス・ストリート
3 0 1 0

(72)発明者 ヒガシ, ロバート・イー

アメリカ合衆国ミネソタ州 5 5 3 3 1, ショアウッド, マナー・ロード 2 0 2 2 0

審査官 高 場 正光

(56)参考文献 特開平 0 5 - 2 0 6 5 2 6 (J P , A)

特開平 0 7 - 1 9 0 8 5 4 (J P , A)

特開平 0 8 - 2 8 5 6 8 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

G01J1/00-1/60

G01J5/00-5/62

H04N5/33