

(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2006-121650

(P2006-121650A)

(43) 公開日 平成18年5月11日(2006.5.11)

(51) Int.CI.

H04N 5/335 (2006.01)

F 1

H04N 5/335
H04N 5/335

テーマコード(参考)

Z

5C024
F

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 41 頁)

(21) 出願番号 特願2005-135183 (P2005-135183)
 (22) 出願日 平成17年5月6日 (2005.5.6)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-278405 (P2004-278405)
 (32) 優先日 平成16年9月24日 (2004.9.24)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005201
 富士写真フィルム株式会社
 神奈川県南足柄市中沼210番地
 (74) 代理人 100079991
 弁理士 香取 孝雄
 (74) 代理人 100117411
 弁理士 串田 幸一
 (74) 代理人 100124110
 弁理士 鈴木 大介
 (72) 発明者 小林 寛和
 埼玉県朝霞市泉水三丁目11番46号 富士写真フィルム株式会社内
 F ターム(参考) 5C024 AX01 CX43 CY16 EX31 EX43
 EX52 GY12 GZ25 JX11 JX14

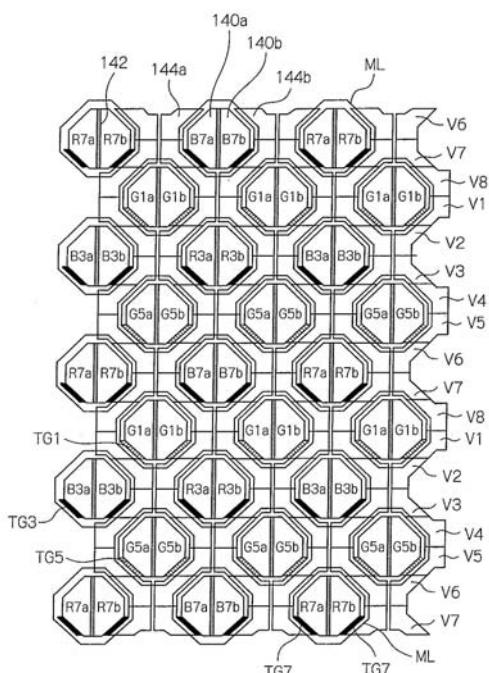
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 OFD変調を行なうことなく飽和電荷量をふやすことができる固体撮像装置を提供する。

【解決手段】 デジタルカメラの撮像面に2次元的に配された複数の画素の各々に対応して受光素子が配されている。各受光素子は、受光面積が実質的に同じ受光部140a, 140bに2分割されている。受光部140a, 140bが蓄積した信号電荷は、受光部140a, 140bの両側に配置された垂直転送路によりそれぞれ転送される。信号電荷は、インターレス読み出しで読み出され、第1フィールドでは、緑に対応する画素から信号電荷が読み出され、第2フィールドでは、赤青に対応する画素から信号電荷が読み出される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

撮像面に2次元的に配された複数の画素の各々に対応して受光素子が配されている固体撮像装置において、

前記各受光素子は、受光面積が実質的に同じ受光部を複数個含み、

該装置は、該受光部が蓄積した信号電荷を転送する複数の第1の転送路を含み、

前記各受光素子に含まれる複数の受光部のうち少なくとも2個は、異なる前記第1の転送路に接続され、該別個の第1の転送路によりそれぞれ信号電荷を転送することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

撮像面に2次元的に配された複数の画素の各々に対応して受光素子が配されている固体撮像装置において、

前記各受光素子は、蓄積電荷量が実質的に同じ受光部を複数個含み、

該装置は、該受光部が蓄積した信号電荷を転送する複数の第1の転送路を含み、

前記各受光素子に含まれる複数の受光部のうち少なくとも2個は、異なる前記第1の転送路に接続され、該別個の第1の転送路によりそれぞれ信号電荷を転送することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 3】

請求項1または2に記載の固体撮像装置において、前記各受光素子に含まれる複数の受光部は互いに同一形状であることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 4】

請求項1から3までのいずれかに記載の固体撮像装置において、前記各受光素子は、受光面積が実質的に同じ2個の受光部からなることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 5】

請求項1から4までのいずれかに記載の固体撮像装置において、前記各受光素子に含まれる複数の受光部は互いに、前記第1の転送路の転送方向に平行な直線に関して対称な形状であることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 6】

撮像面に2次元的に配された複数の画素の各々に対応して受光素子が配されている固体撮像装置において、

前記各受光素子は受光部を複数個含み、該受光部のうち少なくとも1つは受光面積が、少なくとも1つの他の受光部より大きく、インターレス読み出しにおいて、該受光面積の小さい受光部を、先行するフィールドにおいて読み出し、該受光面積の大きい受光部を、後続するフィールドにおいて読み出し、

該装置は、該受光部が蓄積した信号電荷を転送する複数の第1の転送路を含み、

前記各受光素子に含まれる複数の受光部のうち少なくとも2個は、異なる前記第1の転送路に接続され、該別個の第1の転送路によりそれぞれ信号電荷を転送することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 7】

撮像面に2次元的に配された複数の画素の各々に対応して受光素子が配されている固体撮像装置において、

前記各受光素子は受光部を複数個含み、該受光部のうち少なくとも1つは蓄積電荷量が、少なくとも1つの他の受光部より多く、インターレス読み出しにおいて、該蓄積電荷量の少ない受光部を、先行するフィールドにおいて読み出し、該蓄積電荷量の多い受光部を、後続するフィールドにおいて読み出し、

該装置は、該受光部が蓄積した信号電荷を転送する複数の第1の転送路を含み、

前記各受光素子に含まれる複数の受光部のうち少なくとも2個は、異なる前記第1の転送路に接続され、該別個の第1の転送路によりそれぞれ信号電荷を転送することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

請求項 1 から 7 までのいずれかに記載の固体撮像装置において、該装置に入射する入射光を三原色赤緑青にそれぞれ色分解する色フィルタが前記画素に対して配されており、該画素ごとに 1 つの原色が対応し、

前記信号電荷は、インターレス読み出しで読み出され、第 1 フィールドでは、緑に対応する画素から信号電荷が読み出され、第 2 フィールドでは、赤青に対応する画素から信号電荷が読み出されることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 9】

請求項 1 から 7 までのいずれかに記載の固体撮像装置において、該装置に入射する入射光を三原色赤緑青にそれぞれ色分解する色フィルタが前記画素に対して配されており、該画素ごとに 1 つの原色が対応し、

該装置は、前記第 1 の転送路からの信号電荷をさらに転送する第 2 の転送路を含み、

前記信号電荷は、インターレス読み出しで読み出され、前記同一画素に含まれる複数の受光部からの信号電荷の読み出しを同一フィールドにおいて行い、同一の画素からの信号電荷を前記第 2 の転送路において混合し、1 つの画素ごとに信号電荷を 1 つにまとめることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 までのいずれかに記載の固体撮像装置において、該装置は前記画素ごとに 1 つのマイクロレンズを有し、該マイクロレンズにより、入射光を前記受光素子に集光し、

該装置への入射光が実質的に平行光である場合、同一画素に含まれる複数の受光部からの信号電荷を別個に処理することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 までのいずれかに記載の固体撮像装置において、該装置は前記画素ごとに 1 つのマイクロレンズを有し、該マイクロレンズにより、入射光を前記受光素子に集光し、

該装置への入射光が実質的に平行光でない場合、同一画素に含まれる複数の受光部からの信号電荷を 1 つにまとめて処理することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 12】

請求項 1 から 9 までのいずれかに記載の固体撮像装置において、該装置は前記受光部ごとに 1 つのマイクロレンズを有し、該マイクロレンズにより、入射光を該受光部ごとに集光することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の固体撮像装置において、同一画素に含まれる複数の受光部からの信号電荷を 1 つにまとめて処理することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 14】

請求項 1 から 13 までのいずれかに記載の固体撮像装置において、前記各画素からの信号電荷は、プログレッシブ読み出しで読み出されることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 15】

請求項 1 から 14 までのいずれかに記載の固体撮像装置において、前記同一の受光素子には、2 個の受光部が含まれ、

前記第 1 の転送路は、転送方向に隣接する前記画素間に偶数個の転送電極を有し、前記同一の受光素子に含まれる 2 個の受光部のうち、一方が該奇数番目の転送電極に接続され、他方が該偶数番目の転送電極に接続されることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の固体撮像装置において、前記奇数番目の転送電極、または前記偶数番目の転送電極のいずれかにのみ、前記受光部から前記第 1 の転送路へ信号電荷を読み出すための読み出し信号を印加して、プログレッシブ読み出しを行なうことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 17】

請求項 1 から 16 までのいずれかに記載の固体撮像装置において、前記各受光素子に含ま

10

20

30

40

50

れる複数の受光部の分割線の方向は、前記撮像面の中心と該受光素子を結ぶ直線の方向に依存することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 から 17 までのいずれかに記載の固体撮像装置において、同一の受光素子に含まれる複数の受光部とそれぞれ接続する前記複数の第 1 の転送路は、該受光素子の両側に配置されることを特徴とする固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、入射光を電気信号に変換して被写界の像を装置に取り込む固体撮像装置に関し、とくに、オーバフロードレイン(Overflow Drain; OFD)変調などの制御を必要としないで多フィールド化を実現した装置に関し、電子スチルカメラ装置、画像入力装置、ムービーカメラ、携帯電話等に用いて好適なものである。10

【背景技術】

【0 0 0 2】

画素微細化に伴う電子数の減少を補うために、プログレッシブ読出しよりも転送電荷量を多くできるインターレス読出しを採用したメカニカルシャッタ式電子スチルカメラにおいて、多フィールド化が進んでいる。

【0 0 0 3】

しかし、2フィールド目、3フィールド目の信号は、メカニカルシャッタを閉じた後に、フォトダイオード(PD)に蓄積されている時間が長いため、熱飽和拡散により蓄積電荷の減少が懸念される。そこで、特許文献 1 のような方法で OFD 变調を行い、露光完了時の蓄積電荷量を増やすことが従来、よく行なわれている。すなわち、露光期間中に OFD 電圧を下げて蓄積電荷量を増やし、露光期間完了後にメカニカルシャッタを閉じた後の熱飽和拡散による蓄積電荷量の減少を相殺する CCD (Charge Coupled Device) の駆動制御が行なわれている。この方法は多フィールド化に効果的とされている。20

【0 0 0 4】

また、プログレッシブ読出しにおいて OFD 变調を行うことが、特許文献 2 に記載されている。ここにはインターレス読出し、およびプログレッシブ読出しの両方に併用できる CCD が開示されている。30

【特許文献 1】特許第 3440722 号

【特許文献 2】特開 2003-32549 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

ところで、特許文献 1、2 の場合、OFD 電圧を変える制御を行なわなければならず、撮像素子の制御が煩雑であった。本発明はこのような従来技術の欠点を解消し、OFD 变調を行なうことなく飽和電荷量をふやすことができる固体撮像装置を提供することを目的とする。

【0 0 0 6】

また、本発明は、超高速電子シャッタが必要な場合に備えて、インターレス読出し機能に加えてプログレッシブ読出し機能も設けることができる固体撮像装置を提供することを第 2 の目的とする。その際に、特許文献 2 のようなプログレッシブ読出し時の OFD 变調が不要であり、低 ISO 設定時(絞り開放時)にもプログレッシブ読出しが可能である固体撮像装置を提供する。40

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 7】

本発明は上述の課題を解決するために、撮像面に 2 次元的に配された複数の画素の各々に対応して受光素子が配されている固体撮像装置において、各受光素子は、受光面積が実質的に同じ受光部を複数個含み、この装置は、受光部が蓄積した信号電荷を転送する複数

の第1の転送路を含み、各受光素子に含まれる複数の受光部のうち少なくとも2個は、異なる第1の転送路に接続され、別個の第1の転送路によりそれぞれ信号電荷を転送することとしたものである。

【0008】

本発明によれば各画素の1つの受光素子に、等しい面積の複数個の受光部が設けられており、信号電荷を異なる第1の転送路により転送する。1つの受光素子の蓄積電荷を複数の転送路に分けられるので、転送路を細く、1つの受光素子当たりの受光部面積（飽和電荷量）を大きくすることができます。すなわち、通常のインターレス読み出し方式の効果と同様の効果を達成できる。

【0009】

1つの受光素子に含まれる受光部の数は、たとえば2個とすることができます。この場合、従来の受光素子の面積を二等分すればよい。そして各受光部の読み出しがートは、1つの受光素子の受光部が、受光素子の両隣に各1個設けた転送路にそれぞれ接続するように設置する。これにより、1つの受光素子に蓄積された信号電荷を半分ずつ両転送路に分けられるため、転送路が従来よりも細く、受光素子がより大きくなるように、撮像部のレイアウトを行なうことができる。

【0010】

このように、1つの受光素子に複数個の受光部を設けるときに、複数の受光部は互いに同一形状であることが好ましい。

【0011】

本発明においては、固体撮像装置に入射する入射光を三原色赤緑青にそれぞれ色分解する色フィルタが画素に対して配されており、画素ごとに1つの原色が対応し、信号電荷は、インターレス読み出しで読み出され、第1フィールドでは、緑に対応する画素から信号電荷が読み出され、第2フィールドでは、赤青に対応する画素から信号電荷が読み出されるようにすることができます。

【0012】

これによれば、信号電荷量の多い緑（G）信号を全て第1フィールドで読み出し、第2フィールドで信号電荷量の少ない赤青（RB）信号を読み出すため、熱飽和拡散の影響を考慮しなくてよい。したがって、読み出し中のOFD変調が必要ない。

【0013】

なお、本発明では、固体撮像装置は、第1の転送路からの信号電荷をさらに転送する第2の転送路を含み、信号電荷は、インターレス読み出しで読み出され、同一画素に含まれる複数の受光部からの信号電荷の読み出しを同一フィールドにおいて行い、同一の画素からの信号電荷を第2の転送路において混合し、1つの画素ごとに信号電荷を1つにまとめるこ³⁰ととしてもよい。

【0014】

これによれば、第2の転送路上、たとえば水平転送部（Horizontal CCD；HCCD）上で、同一画素に属する同一色信号の水平2画素加算を行うことができるため、第2の転送路から出力される読み出し画素数は従来のインターレス読み出しと同じになる。

【0015】

また、本発明では、画素ごとに1つのマイクロレンズを有し、マイクロレンズにより、入射光を受光素子に集光し、固体撮像装置への入射光が実質的に平行光である場合、同一画素に含まれる複数の受光部からの信号電荷を別個に処理することが好ましい。装置への入射光が実質的に平行光でない場合は、同一画素に含まれる複数の受光部からの信号電荷を1つにまとめて処理することが好ましい。

【0016】

これは、水平解像度を向上させるために有効なものである。平行光が入射する時、同一マイクロレンズ下にある（同一の受光素子に属する）複数の受光部に対して光線はほぼ垂直に入射するため、各受光部に入射する光線は別々のものであることに着目したものである。⁴⁰

【 0 0 1 7 】

具体的には、同一マイクロレンズ下に複数の受光部があるときに、標準レンズの画角よりも狭い画角側（Tele側）や、絞りが小さい小絞り時などの平行光が入射する場合は水平画素加算を行わず、得られた信号を高解像度信号として利用し、標準レンズの画角よりも広い画角側（Wide側）や、絞り開放時などの斜め光が入射する場合は、たとえば水平方向の画素の加算を行う。レンズの解像度が落ちやすい小絞り時において解像度を有效地に上げることができる。

【 0 0 1 8 】

ところで、本発明の固体撮像装置において、受光部ごとに1つのマイクロレンズを有し、マイクロレンズにより、入射光を受光部ごとに集光することとしてもよい。

10

【 0 0 1 9 】

この場合は、解像度向上を図って、分割された受光部に1つずつマイクロレンズ（ML）を設けたものである。すなわち、分割された受光部に合わせて、マイクロレンズも分割したものであり、常に高解像度信号を得ることができる。この場合、ユーザから特別の指定（たとえば、連写モードの指定）がない限り、処理速度優先のために、同一画素に含まれる複数の受光部からの信号電荷を1つにまとめて処理すること、たとえば水平方向の画素を加算する処理を行わない。連写モードなどでは、高解像度よりも信号処理の高速化を優先することをユーザが望む場合があり、その際はユーザの指定にしたがった処理ができるようにするためである。

【 0 0 2 0 】

また、本発明では、各画素からの信号電荷を、プログレッシブ読出しで読み出すこととしてもよい。これにより、インターレス読出しに加えて、プログレッシブ読出しも可能になる。

20

【 0 0 2 1 】

なお、本発明では、第1の転送路は、転送方向に隣接する画素間に偶数個の転送電極を有し、同一の受光素子に含まれる2個の受光部のうち、一方が奇数番目の転送電極に接続され、他方が偶数番目の転送電極に接続されることが好ましい。たとえば、1つの受光素子に含まれる受光部のうち、左側の受光部の読出しゲートを奇数番目の転送電極に接続し、右側の受光部の読出しゲートを偶数番目の転送電極に接続する。

【 0 0 2 2 】

このように構成した場合、全画素について、奇数番目の転送電極、または偶数番目の転送電極のいずれかにのみ、受光部から第1の転送路へ信号電荷を読み出すための読出し信号を印加して、プログレッシブ読出しを行なうことができる。超高速シャッタなど、電子シャッタが必要なとき、奇数番目の読出しゲートまたは偶数番目の読出しゲートにのみパルスを印加して、プログレッシブ読出しを行なう。

30

【 0 0 2 3 】

転送方向に隣接する画素間に偶数個の転送電極を有するばあい、電極構成がプログレッシブ方式と同一であるため、プログレッシブ読出しモードを追加できることに着目したものである。プログレッシブ読出しモードがあるため、低ISO設定時（絞り開放時）にも電子シャッタ動作が可能となる。また、インターレス読出し時とプログレッシブ読出し時において、電極の転送駆動方法を変えなくてもよいため、制御が簡単になるという効果もある。

40

【 0 0 2 4 】

ところで、本発明では、各受光素子に含まれる複数の受光部は互いに、第1の転送路の転送方向に平行な直線に関して対称な形状であることが好ましい。

【 0 0 2 5 】

なお、各受光素子に含まれる複数の受光部の分割線の方向は、撮像面の中心と受光素子を結ぶ直線の方向に依存することとしてもよい。

【 0 0 2 6 】

受光部の分割線の方向（画素分離方位）は、たとえば撮像素子が形成されている半導体

50

チップの中心から放射状に設ける。これにより、受光素子のシェーディング特性を向上させることができる。読み出しへは、半導体チップ内で自由な角度に取り付け可能であるため、設定された画素分離方位に応じて、読み出しへの位置を決めることができる。受光素子のシェーディング特性が向上するため、分割された受光部同士の飽和容量を均等にすることができる。

【0027】

また、本発明の課題を解決するために、撮像面に2次元的に配された複数の画素の各々に対応して受光素子が配されている固体撮像装置において、各受光素子は、蓄積電荷量が実質的に同じ受光部を複数個含み、この装置は、受光部が蓄積した信号電荷を転送する複数の第1の転送路を含み、各受光素子に含まれる複数の受光部のうち少なくとも2個は、異なる第1の転送路に接続され、別個の第1の転送路によりそれぞれ信号電荷を転送することとすることができる。10

【0028】

この場合、各画素の1つの受光素子に、蓄積電荷量が実質的に同じ複数個の受光部が設けられており、信号電荷を異なる第1の転送路により転送する。1つの受光素子の蓄積電荷を複数の転送路に分けられるので、転送路を細く、1つの受光素子当たりの飽和電荷量を大きくすることができる。すなわち、通常のインターレス読み出し方式の効果と同様の効果を達成できる。

【0029】

ところで、本発明の課題を解決するために、撮像面に2次元的に配された複数の画素の各々に対応して受光素子が配されている固体撮像装置において、各受光素子は受光部を複数個含み、受光部のうち少なくとも1つは受光面積が、少なくとも1つの他の受光部より大きく、インターレス読み出しにおいて、受光面積の小さい受光部を、先行するフィールドにおいて読み出し、受光面積の大きい受光部を、後続するフィールドにおいて読み出し、装置は、受光部が蓄積した信号電荷を転送する複数の第1の転送路を含み、各受光素子に含まれる複数の受光部のうち少なくとも2個は、異なる第1の転送路に接続され、別個の第1の転送路によりそれぞれ信号電荷を転送することとしてもよい。20

【0030】

これによれば、後続するフィールド、たとえば、第2フィールドで読み出される受光部の受光面積は、先行するフィールド、たとえば第1フィールドで読み出される受光部の受光面積よりも大きいため、第2フィールドで読み出される電荷の熱飽和拡散による損失分を補償することができる。受光面積をどの程度大きくするかは、熱飽和拡散による損失分を補償するように決めることが好ましい。30

【0031】

なお、後続するフィールドでの損失を補償するために、各受光素子は受光部を複数個含み、受光部のうち少なくとも1つは蓄積電荷量が、少なくとも1つの他の受光部より多く、インターレス読み出しにおいて、蓄積電荷量の少ない受光部を、先行するフィールドにおいて読み出し、蓄積電荷量の多い受光部を、後続するフィールドにおいて読み出すこととしてもよい。

【発明の効果】

【0032】

本発明によれば、OFD変調を行なうことなく飽和電荷量をふやすことができる固体撮像装置を提供することができる。

【0033】

また、超高速電子シャッタが必要な場合に備えて、インターレス読み出し機能に加えてプログレッシブ読み出し機能も設けることができる固体撮像装置を提供することができる。その際に、特許文献2のようなプログレッシブ読み出し時のOFD変調が不要であり、低ISO設定時(絞り開放時)にもプログレッシブ読みしが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

次に添付図面を参照して本発明による固体撮像装置の実施例を詳細に説明する。本実施例の固体撮像装置は、撮像面に2次元的に配された複数の画素の各々に対応して受光素子が配されている固体撮像装置において、各受光素子は、受光面積が同じ受光部を2個含み、受光部が蓄積した信号電荷を転送する複数の垂直転送路を含み、各受光素子に含まれる2個の受光部は、異なる垂直転送路に接続され、別個の垂直転送路によりそれぞれ信号電荷を転送する。

【0035】

各受光素子に含まれる2個の受光部は互いに同一形状である。各受光素子に含まれる2個の受光部は互いに、垂直転送路の転送方向に平行な直線に関して対称な形状である。同一の受光素子に含まれる2個の受光部とそれぞれ接続する垂直転送路は、受光素子の両側に配置される。10

【0036】

固体撮像装置に入射する入射光を三原色赤緑青にそれぞれ色分解する色フィルタが画素に対して配されており、画素ごとに1つの原色が対応し、信号電荷は、インターレス読み出しで読み出され、第1フィールドでは、緑に対応する画素から信号電荷が読み出され、第2フィールドでは、赤青に対応する画素から信号電荷が読み出される。

【0037】

装置は、垂直転送路からの信号電荷をさらに転送する水平転送路を含み、信号電荷は、インターレス読み出しで読み出され、同一画素に含まれる2個の受光部からの信号電荷の読み出しを同一フィールドにおいて行う。そして、場合に応じて同一の画素からの信号電荷を水平転送路において混合し、1つの画素ごとに信号電荷を1つにまとめる。20

【0038】

固体撮像装置は画素ごとに1つのマイクロレンズを有し、マイクロレンズにより、入射光を受光素子に集光し、装置への入射光が実質的に平行光である場合、同一画素に含まれる2個の受光部からの信号電荷を別個に処理する。装置への入射光が実質的に平行光でない場合は、同一画素に含まれる2個の受光部からの信号電荷を水平転送路において混合し、1つにまとめて処理する。

【0039】

この固体撮像装置をデジタルスチルカメラ10に適用した場合について図1～図16を参照しながら説明する。デジタルスチルカメラ10には、図1に示すように、撮像系10A、信号処理系10B、駆動信号生成部10C、信号出力系10D、モード指定部10Eおよびシステム制御部12が備えられている。30

【0040】

撮像系10Aには、撮像レンズ102、撮像部104、ピント調整機構を含むAF調整部106および絞り機構を含むAE調整部108が備えられている。この他、図示しないが撮像部104の入射光の側に入射光を完全に遮光するためのシャッタ機構がある。撮像レンズ102は、被写界からの入射光を撮像部104の受光面上に焦点を結ぶように集光する光学系である。

【0041】

撮像部104では、入射光を光電変換する受光素子140が受光面を形成しており、各画素位置に1個の受光素子140がある。図2に示すように受光素子140は行方向および列方向に2次元配列されている。図2は、受光素子140、色フィルタCF、マイクロレンズML、素子分離領域142、読み出しひゲートTG、および垂直転送路144上に設けられた電極V1～V8の配置を示す模式図である。40

【0042】

各受光素子140は、垂直転送路144の転送方向(図において上から下に向かう方向)に、素子分離領域142によって、受光面積が同じ2個の受光部140a、140bに分割されている。受光素子140の配列は、いわゆるハニカム配列になっている。受光素子140上には、色フィルタCF、マイクロレンズMLがこの順で積層されている。

【0043】

すなわち、受光素子140より入射光の側に入射光を色分解する色フィルタ(色分解フィ

10

20

30

40

50

ルタ) CFを設ける。色分解フィルタCFは、受光素子140のそれぞれに対応しており、受光素子140と一体的に形成されている。この色分解フィルタCFの配設により、受光素子140には、三原色RGBに色分解された入射光が入射することになる。色分解フィルタCFは一体的に形成されているので、図2では、各受光素子140に三原色RGBのうちのいずれを割り当てるかを示すために、各受光部140a, 140b内に、三原色RGBを示す記号R, G, Bを図示した。なお、受光素子G1, R3, B3, G5, R7, B7の参照符号に含まれる数字1, 3, 5, 7は、後述する垂直転送電極の識別番号に対応する。

【0044】

本実施例では、緑色である色分解フィルタCFは、縦方向の1列全体に配され、この緑色である列は、一列おきに配され、赤色および青色である色分解フィルタCFは、残りの列に、縦方向および横方向において交互に配される。図2の色フィルタCFの配列は、GストライプRB完全市松である。10

【0045】

さらに撮像部104の構成を説明する。撮像部104は、後述する駆動信号生成部10Cからそれぞれ出力される駆動信号に応動する。図に示すように、受光部140a, 140bと、受光部に隣接配設された転送素子、すなわち垂直転送素子との間に、受光して変換した信号電荷を垂直転送素子に読み出すための信号読出しゲート(トランスマッピングゲート)TGが形成されている。

【0046】

第1フィールドで緑の画素の位置にある受光部G1a, G1b, G5a, G5bをすべて読み出し、20
第2フィールドで赤の画素および青の画素の位置にある受光部R3a, R3b, R7a, R7b, B3a, B3b, B7a, B7bを読み出すインターレス読出しを行うため、受光部140a, 140bの両側の垂直転送路144a, 144bに向けて読出しゲートTGを設ける。本実施例のインターレス読出しの詳細は後述する。

【0047】

インターレス読出しを採用したことにより、プログレッシブ読出しを行なうハニカム配列の撮像方式と比べて垂直転送路の幅を縮小することが可能となる。幅が縮小した分、受光部の面積を大きくするレイアウトが可能になり、ダイナミックレンジが広がる。2つの読出しゲートTGを介して垂直転送路144a, 144bに流れ出る電荷が均等になるように、受光素子140の中央部付近で画素を分離している。30

【0048】

信号読出しゲートTGは、電極V1~V8を介して供給されるフィールドシフトパルスにより、信号電荷を受光部140a, 140bから垂直転送路144a, 144bにそれぞれ転送する。垂直転送路144は、読み出した信号電荷を列方向、すなわち垂直方向に順次転送する。垂直転送路144は、電荷結合素子で構成されている。垂直転送により、信号電荷のラインシフトが行われ、最終的に行方向の転送素子、すなわち水平転送路(図示せず)に供給される。水平転送路は、駆動信号に応動してこの信号電荷を、図示しないアンプ(FDA; Floating Diffusion Amplifier)を介して信号処理系10Bに出力する。

【0049】

インターレス読出しの詳細について述べる。蓄積された信号電荷を各受光部140a, 140bから読み出す場合、図6に示すように、信号発生部120ではメカニカルシャッタを閉じるための信号MSが生成される。信号MSがロウレベルになると、メカニカルシャッタが閉じる。信号発生部120は、これに同期している垂直同期信号VDを生成する。40

【0050】

また、信号発生部120では、垂直同期信号VDに同期させて信号読出しゲートTGに供給する垂直タイミング信号TG1~TG8が生成される。タイミング信号TG1~TG8は、転送素子V1~V8を介して信号読出しゲートTGに供給される。

【0051】

図6において、各垂直同期期間中、第1フィールドでは垂直タイミング信号TG1, TG5が立ち上がり信号であり、第2フィールドでは垂直タイミング信号TG3, TG7が立ち上がり信50

号である。垂直タイミング信号TG2, TG6, TG4, TG8は、常にロウレベルにしておく。垂直タイミング信号TG1, TG3, TG5, TG7は、垂直同期信号VDに同期して信号電荷を読み出すように生成されている。

【0052】

信号発生部120はさらに、図7(a), 7(b)に示すように、垂直同期信号VDに同期させて垂直転送路144の転送素子V1~V8に供給する垂直駆動信号V1~V8を生成する。図7(a)に示す第1フィールドでは、トランスマルチゲートをオンにする際に転送素子V1, V5に対応する位置の受光素子だけから信号電荷を読み出し(フィールドシフト)、次の垂直同期信号VDが供給されるまでフィールドシフトが行われない。フィールドシフト後、図7(a)に示す各垂直駆動信号V1~V8が順次供給される。この供給により、垂直転送路144にシフトされた信号電荷が水平転送路に向かって転送されていく。

【0053】

時間(1)~(8)を経ると、転送素子V1から読み出された電荷は、垂直方向に隣接する転送素子V5の位置まで転送される、すなわち、垂直方向に1ライン分転送される。その時点で各垂直駆動信号V1~V8は、その状態を保持する。一方、その間に、水平転送路では水平転送152が行なわれる。水平転送152が終了すると、図7(a)に示す各垂直駆動信号V1~V8が再び順次供給されて、また1ライン分の転送が行なわれる。このように、区間154に現れる信号が、第1フィールドの期間にわたって繰り返し印加される。

【0054】

図7(b)に示す第2フィールドでは、トランスマルチゲートをオンにする際に転送素子V3, V7に対応する位置の受光素子だけから信号電荷を読み出す。フィールドシフト後、図7(b)に示す各垂直駆動信号V1~V8が順次供給される。時間(1)~(8)を経ると、転送素子V3から読み出された電荷は、垂直方向に隣接する転送素子V7の位置まで転送される、その時点で各垂直駆動信号V1~V8は、その状態を保持する。水平転送156が終了すると、また1ライン分の転送が行なわれる。このように、区間158に現れる信号が、第2フィールドの期間にわたって繰り返し印加される。

【0055】

垂直同期信号VDがレベル"H"にレベル変化して、信号電荷が垂直転送路144に読み出された後(このときを時刻 t_0 とする)における、各垂直駆動信号V1~V8を、図8, 10のタイミングチャートに時間的に拡大して示す。図8は第1フィールド、図10は第2フィールドを示す。

【0056】

時刻 t_0 に続いて、時刻 $t_1, t_2, t_3, \dots, t_8$ に、図示する垂直駆動信号V1~V8が印加される。時刻 $t_1, t_2, t_3, \dots, t_8$ は、各時間(1)~(8)の中間時刻である。本図では水平転送期間152, 156は省略してある。転送素子には、8個おきに同一の駆動電圧が印加される。すなわち、図2において、8個おきの転送素子は共通接続される。

【0057】

垂直駆動信号V1~V8が印加されたときに、垂直転送素子V1~V8には、図9, 11に示すポテンシャルが形成される。図9は第1フィールド、図11は第2フィールドを示す。これは、図3に示す垂直転送路144a, 144bのうち、1列分を示す。

【0058】

図9において、時刻 t_0 にフィールドシフトパルスが垂直転送素子V1, V5に印加される。時刻 t_0 におけるポテンシャルは、垂直タイミング信号TG1, TG5が印加されることにより生成されるものであり、垂直駆動信号V1~V8が印加されたときよりも深いポテンシャルが形成される。図11において、垂直転送素子V3, V7に関して、同様のことが生じている。

【0059】

垂直転送路144にシフトされた信号電荷が水平転送路に向かって、垂直方向に転送されていくことが、図9, 11よりわかる。図7より、垂直駆動信号は、垂直転送素子V1~V4と垂直転送素子V5~V8では、同じ信号が供給されていることが判る。すなわち、実質的には4つの異なる位相の信号で駆動されている。垂直転送された信号電荷が水平転送路に送ら

10

20

30

40

50

れた後、水平転送路内を順次転送させて撮像部104から全画素の信号電荷を1フレーム期間内に読み出している。

【0060】

なお、図2の受光素子は2分割されているが、3分割以上にすることも可能である。たとえば、3等分することが可能であり、その際の読み出し方法は、3番目の受光部については、第2フィールドに続く第3フィールドを設け、第3フィールドで読み出せばよい。

【0061】

図12, 13, 14, 15に、垂直転送路144の複数列に関する各時間(1)～(8)における信号電荷の転送の様子を示す。図12, 13は第1フィールドにおける縦に相当する信号電荷の転送を示す。図12(a)～12(d), 図13(a)～13(d)が、それぞれ時間(1)～(8)に対応する。図14, 15は第2フィールドにおける赤青に相当する信号電荷の転送を示す。図14(a)～14(d), 図15(a)～15(d)が、それぞれ時間(1)～(8)に対応する。

【0062】

次に、水平転送路での信号電荷の処理について説明する。本実施例では、出力部のアンプ(FDA)で、1つの画素に属する2つの受光部140a, 140bからの信号を水平混合するかどうかを、絞り値によって決定する。絞り値が小さい場合は、すなわちF値が大きいときは、入射光は、ほぼ平行光であり、この時は、受光部140aに入る光と、受光部140bに入る光は分離されているため、2つの受光部140a, 140bからの信号を別々に処理して高解像信号として利用できる。

【0063】

絞り値が大きい場合、すなわちF値が小さいときは、入射光は、斜め光であり、受光部140a, 140bの手前でピントが合ってしまうので、この時は、受光部140aに入る光と、受光部140bに入る光は分離されていない。このため、2つの受光部140a, 140bからの信号を別々に処理して高解像信号として利用できない。

【0064】

これを図3に示す。図3(b)、3(c)は、図3(a)に示す受光部140a, 140bのAA断面図であり、図3(b)は、平行光146が、マイクロレンズMLおよび色フィルタCFを通じて受光部140a, 140bに入射する場合を示し、図3(c)は、斜め光146が、マイクロレンズMLおよび色フィルタCFを通じて受光部140a, 140bに入射する場合を示す。受光部140a, 140b同士の間には、素子分離領域142があり、受光部140同士の間には、遮光膜150が設けられている。

【0065】

図からわかるように、望遠撮影または小絞り時等の平行光146が入射するときは、受光部140aに入る光と、受光部140bに入る光は分離されている。したがって、横方向に左右から来る光を区別することができる。一方、広角撮影または開放レンズ時等の斜め光146が入射するときは、受光部140aに入る光と、受光部140bに入る光は分離されていない。したがって、受光部140aに入る光と、受光部140bに入る光を混合しても問題はない。

【0066】

水平混合は具体的には、2画素ごとにリセットパルスを出力部のアンプ(FDA)で発生させて行なう。混合しないときは、通常のように1画素ごとにリセットパルスを発生させる。これを図4に示す。図4(a), 4(b)は、垂直転送部からの信号電荷を受けて、水平方向に転送する水平転送部に、通常印加される2相パルスH1, H2を示す。

【0067】

図4(c), 4(d)は、水平転送部の出力端に接続されるアンプ(FDA)に印加されるリセットパルスResetを示し、図4(c)は、斜め光入射のときに水平画素混合を行うためのものであり、2相パルスH1, H2の2周期ごとにリセットパルスを生じる。このため、受光部140aに蓄積された信号電荷と、受光部140bに蓄積された信号電荷が加算された信号がアンプ(FDA)から出力される。

【0068】

図4(d)は、平行光入射のときに水平画素混合を行なわないためのものであり、通常のリセットパルスと同様に2相パルスH1, H2の1周期ごとにリセットパルスを生じる。

10

20

30

40

50

【0069】

なお、小絞り時は通常、回折の影響を受けて、レンズの解像度が劣化しているので、それを補うことを目的としても、分割された受光部140a, 140bの信号をそのまま用いて得られる高解像度信号が利用できる。これを図5に示す。図5の実線は、画像の有する空間周波数と、レンズMTF(Modulation Transfer Function、変調伝達関数)との関係を、小絞りと開放の場合に示したものである。図に示すように小絞り時は通常、レンズの解像度が劣化している。本実施例によれば、点線で示すように、小絞り時は、水平／垂直両方向においてレンズの解像度が改善される。撮像部104の基本的な構成は以上の通りである。

【0070】

AF調整部106は、ピント調整機構(図示せず)により被写体とカメラ10との距離を測距して得られた情報に応じて撮像レンズ102を最適な位置に配するように位置調整を行う。このとき、測距情報の算出とこの測距情報からの制御量は、システム制御部12で処理される。この結果、供給される制御信号に応じてAF調整部106は、ピント調整機構を駆動させ、撮像レンズ102を移動させている。

【0071】

また、AE調整部108は、被写体を含む被写界の測光値の算出が行われるシステム制御部12内に設けられる露光制御部(図示せず)からの制御により絞り機構の絞り位置を変位させ、入射する光束量を調整する。測光は、撮像信号の一部を用いている。この場合もシステム制御部12で測光値に基づいて露光量が算出され、この露光量になるように絞り値とシャッタ速度値を制御する制御信号をAE調整部108に供給する。AE調整部108は、この制御信号に応じて絞り機構およびシャッタ機構をそれぞれ調整している。この調整により露出を最適にすることができる。

【0072】

また、システム制御部12は、得られた絞り値と所定の絞り値とを比較して、既述のように水平画素混合を行なうかどうかを決定する。そして決定結果を駆動信号生成部12Aと信号処理部114に送る。その結果、駆動信号生成部12Aは、絞り値に応じて、FDAに印加する既述のリセットパルスを生成する。

【0073】

信号処理系10Bには、前処理部110、A/D変換部112、信号処理部114、バッファ部116および圧縮／伸張処理部118が備えられている。前処理部110は、たとえば、供給される信号電荷に対して相関二重サンプリング(CDS)処理を施して雑音の低減を図り、また信号にガンマ変換処理を施し、この信号を增幅させてA/D変換部112に出力する。

【0074】

A/D変換部112は、システム制御部12からの制御信号およびタイミング信号等を発生させる信号発生部120からのクロック信号を用いて撮像部104から供給されるアナログ信号をサンプリングし、量子化することによってデジタル信号に変換する。変換したデジタル信号は信号処理部114に供給される。

【0075】

信号処理部114は、入力された信号に、2つのモードの画素数を考慮して、自動絞り調整(AE)、白バランス調整(AWB)、アーチャ補正等の信号処理を施す。すなわち、ここでのモードとは、既述の水平2画素混合を行なうモード(混合モード)と行なわないモード(非混合モード)である。このモードは、システム制御部12が決定するが、後述するモード指定部10Eでモードを指定することができるようにしてよい。

【0076】

なお、レリーズシャッタ128が半押し(S1 ONと呼ぶ)であるか、全押し(S2 ONと呼ぶ)であるかによって、動画撮影(間引き撮影)モードであるか、得られた静止画を信号出力系10Dの記録再生部126に取り込む静止画撮影モードであるかの判定も行なわれる。しかし、これらのモードについては、これ以上言及しない。本実施例では、混合モードと非混合モードについてのみ説明する。

【0077】

10

20

30

40

50

デジタルスチルカメラ10の各部において、現在、いずれのモードに従って動作すべきかはシステム制御部12からの制御信号により制御される。

【0078】

信号処理部114は、撮像部104からの撮像信号を記録可能な映像信号にしている。そして、信号処理部114は、その信号をバッファ部116に出力する。バッファ部116は、前述した信号処理部114から供給される映像信号を所定の振幅に増幅するとともに、記録時における時間調整の機能なども有している。バッファ部116は、システム制御部12内に配される記録制御部(図示せず)の制御により信号出力系10Dまたは圧縮/伸張処理部118に画像を出力する。

【0079】

圧縮/伸張処理部118は、画像を記録する場合、システム制御部12の制御により画像信号が供給される。供給された画像信号には、たとえば、JPEG(Joint Photographic coding Experts Group)規格に基づく圧縮処理が施される。また、記録再生部126から記録されていた信号を読み出して再生する場合、上述した圧縮処理の逆変換等の信号処理を施すことによって元の画像信号を再生し、表示部124に出力する。

【0080】

駆動信号生成部10Cには、信号発生部120およびドライバ部122が含まれる。信号発生部120は、たとえば、現行の放送方式(NTSC/PAL)でデジタルスチルカメラ10が駆動されるように発生させた原発振のクロックを基に同期信号を生成して信号処理部114に供給する。信号発生部120は、前処理部110、A/D変換部112、バッファ部116および圧縮/伸張処理部118にもサンプリング信号や書込み/読み出し信号のクロックとして信号が供給されている。

【0081】

信号発生部120は、原発振のクロックから同期信号を生成し、さらにこれらの信号を用いて各種のタイミング信号を生成している。生成されるタイミング信号には、撮像部104で得られた信号電荷の読み出しに用いるタイミング信号、たとえば、垂直転送路の駆動タイミングを供給する垂直タイミング信号、水平転送路の駆動タイミングを供給する水平タイミング信号、フィールドシフトやラインシフトさせるタイミング信号等がある。また、AF調整部106、AE調整部108の動作を制御する際にも信号発生部120からの信号を用いている(ここでは信号線をそれぞれをあらわには図示せず)。このように各種の信号を前述した各部に出力するとともに、信号発生部120は、垂直タイミング信号と水平タイミング信号とをドライバ部122に供給する。ドライバ部122は、供給されるタイミング信号にしたがって駆動信号を生成する。

【0082】

信号出力系10Dには、表示部124および記録再生部126が備えられている。表示部124には、たとえば、デジタルRGB入力によるVGA(Video Graphics Array)規格の液晶表示モニタなどが備えられている。記録再生部126は、磁気記録媒体、半導体メモリ等に供給される映像信号を記録する。また、記録再生部126は、記録した映像信号を読み出して表示部124に表示させることもできる。

【0083】

モード指定部10Eには、レリーズシャッタ128およびキースイッチ130が備えられている。レリーズシャッタ128には、本実施例において、2段押し機能を備えている。すなわち、第1段の半押し状態では、測光制御モードを指定して、システム制御部12にこのモード設定がなされていることを信号として供給し、第2段の全押し状態では、画像の取り込みタイミングをシステム制御部12に提供する。また、キースイッチ130は、十字キーで、表示部124の画面に表示される画面内のカーソルを上下左右に移動させて項目・画像の選択等を行う。この選択した情報もシステム制御部12に送られる。

【0084】

モード指定手段であるモード指定部10Eでは、上記のように、各種のスイッチの設定状態により、混合モード、非混合モードを指定するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【0085】

システム制御部12は、カメラ全体の動作を制御するコントローラである。システム制御部12には、中央演算装置(CPU)が含まれている。システム制御部12は、レリーズシャッタ128からの入力信号により測光制御モードが選択されたかどうかの判断を行う。また、絞り値の大小により混合モード、非混合モードのいずれかを選択する。このように供給された情報に基づいてシステム制御部12は判断を行い、この判断結果を基に駆動信号生成部10Cの動作を制御する。システム制御部12には、図示しないが記録制御部を設けている。記録制御部は、システム制御部12からのタイミング制御信号に従いバッファ部116および信号出力系10Dの記録再生部126の動作を制御している。

【0086】

10 このように構成したデジタルスチルカメラ10の動作について図16により説明する。まず、最初にデジタルスチルカメラ10では、撮影を行う前に被写界に対して測光を行う。ステップS1で、レリーズシャッタ128が半押し状態にある(S1 ON)と判断すると、測光制御モードになる(ステップS(2))。

【0087】

20 測光に伴って撮像系10Aで得られた画像信号は、システム制御部12の制御により信号処理系10Bに供給される。信号処理系10Bでは、供給された画像信号をデジタル信号に変換する。この変換により得られた画像データは、測光情報としてシステム制御部12に供給される。システム制御部12は、この測光情報を用いて演算を行う。この演算により、絞り値(F)が決定される。システム制御部12は、AFの調整用の制御信号とともに、AEの調整用の制御信号も生成してそれぞれAF調整部106およびAE調整部108に出力する。AF調整部106およびAE調整部108は、それぞれ内蔵する機構を介して供給される制御信号に応じた調整を行う。この調整は、このモードにおいて繰り返し行われる。

【0088】

絞り値(F)が決定されると、絞り値が、所定の絞り値(F-TH)より小さかどうかが判定される(ステップS(3))。小さいときは、水平2画素混合モードが選択され(ステップS(4))、絞り値が、所定の絞り値(F-TH)以上のときは、非混合モードが選択される(ステップS(5))。

【0089】

30 この後、ユーザは所望の撮影タイミングでレリーズシャッタ128を全押し状態にする(ステップS6, S7でYESのとき)。このとき、撮像部10Aで撮像が行なわれ、水平2画素混合モードのときは、水平転送部で既述のように混合が行なわれ(ステップS(8))、非混合モードのときは、水平転送部では混合を行なわない(ステップS9)。

【0090】

撮像した画像信号は、信号処理系10BのA/D変換部112でデジタル信号にされた後、信号処理部114に供給される。信号処理部114では、混合モードでは、通常の画素数でのハニカム処理が行なわれ(ステップS10)、非混合モードでは、画素数の多い高解像ハニカム処理が行なわれる(ステップS1(1))。いずれの処理においても、画素数の異なる点を除いて同様の処理が行われる。

【0091】

40 その後、圧縮/伸張処理部118では、圧縮処理が施され、信号出力系10Dに出力される。システム制御部12内の記録制御部の制御により供給される全画素の画像データが記録再生部126に記録される。(ステップS1(2))

次に、本発明の第2の実施例について説明する。上記の実施例では、画素ごとに1つのマイクロレンズを有していたが、本実施例では、1つの画素に含まれる2つの受光部はそれぞれ1つのマイクロレンズを有し、マイクロレンズにより、入射光を受光部ごとに集光する。同一画素に含まれる複数の受光部からの信号電荷を、ユーザからの指示により、たとえば、連写モードという指定がされると、1つにまとめて処理する。なお、以下では上記の実施例と同一の部分には同一の参照符号を付し、その説明は省略する。

【0092】

10

20

30

40

50

それぞれ1つのマイクロレンズを有する受光部を図17に示す。図17(b)は、図17(a)に示す受光部140a, 140bのAA断面図であり、マイクロレンズMLaに入射した光は、色フィルタCFを通って受光部140aに入射する。マイクロレンズMLbに入射した光は、色フィルタCFを通って受光部140bに入射する。図からわかるように、受光部140aに入る光と、受光部140bに入る光は分離されている。

【0093】

本実施例は、解像度向上を図って、分割された受光部に1つずつマイクロレンズ(ML)を設けたものである。すなわち、分割された受光部に合わせて、マイクロレンズも分割したものであり、常に高解像度信号を得ることができる。

【0094】

本実施例におけるデジタルカメラの動作フローを図18に示す。図18のステップS31に示すように、ユーザから特別の指定(たとえば、連写モードの指定)があると、水平2画素混合モードと決定し、処理速度優先のために、同一画素に含まれる複数の受光部からの信号電荷を1つにまとめて処理すること、すなわち水平方向の画素を加算する処理を行なう。指定がない限り、非混合モードと決定し、加算する処理を行わない。

【0095】

次に、本発明の第3の実施例について説明する。これまでの実施例は、インターレス読出しのみを行なうものであったが、本実施例は、インターレス読出しに加えて、必要な場合には、プログレッシブ読出しも可能である。これを実現するために、垂直転送路は、転送方向に隣接する画素間に偶数個の転送電極を有し、同一の受光素子に含まれる2個の受光部のうち、一方が奇数番目の転送電極に接続され、他方が偶数番目の転送電極に接続される。

【0096】

プログレッシブ読出しを行なうときは、奇数番目の転送電極、または偶数番目の転送電極のいずれかにのみ、受光部から垂直転送路へ信号電荷を読み出すための読出し信号を印加する。

【0097】

インターレス読出しでは、すべての受光部140a, 140bから信号電荷を読み出すが、プログレッシブ読出しでは、すべての受光素子から信号電荷を読み出すが、各受光素子の受光部140a, 140bのうち、いずれかのみから信号電荷を読み出す。本実施例では、奇数番目の転送電極に接続された受光部140bのみから信号電荷を読み出す。

【0098】

図19に本実施例に係わる撮像部を示す。撮像部には、受光素子140が行方向および列方向に2次元配列されている。図19は、受光素子140、色フィルタCF、マイクロレンズML、素子分離領域142、読出しゲートTG、および垂直転送路144上に設けられた電極V1~V8の配置を示す模式図である。

【0099】

各受光素子140は、垂直転送路144の転送方向(図において上から下に向かう方向)に、素子分離領域142によって、受光面積が同じ2個の受光部140a、140bに分割されている。受光素子140の配列は、いわゆるハニカム配列になっている。受光素子G1, B2, B3, R2, R3, G4, G5, B6, B7, R7, G8の参照符号に含まれる数字1~8は、垂直転送電極の識別番号に対応する。図19の色フィルタCFの配列は、GストライプRB完全市松である。

【0100】

インターレス読出しにおいては、第1フィールドで緑の画素の位置にある受光部G1b, G4a, G5b, G8aをすべて読み出し、第2フィールドで赤の画素および青の画素の位置にある受光部R2a, R3b, R6a, R7b, B2a, B3b, B6a, B7bを読み出す。これを可能にするために、受光部140aは偶数番目の電極に向けて、受光部140bは奇数番目の電極に向けて読出しゲートTGを設ける。

【0101】

インターレス読出しを採用したことにより、プログレッシブ読出しを行なうハニカム配

10

20

30

40

50

列の撮像方式と比べて垂直転送路の幅を縮小することが可能となる。

【0102】

図20(a)にインターレス読出し時の、垂直同期信号VD、垂直タイミング信号等を示す。蓄積された信号電荷を各受光部140a, 140bから読み出す場合、図20(a)に示すように、信号発生部ではメカニカルシャッタを開じるための信号MSが生成される。信号発生部120は、これに同期している垂直同期信号VDを生成する。また、信号発生部では、垂直同期信号VDに同期させて信号読出しゲートTGに供給する垂直タイミング信号TG1~TG8が生成される。

【0103】

図20(a)において、各垂直同期期間中、第1フィールド160では垂直タイミング信号TG1, TG4, TG5, TG8が立ち上がり信号であり、第2フィールド162では垂直タイミング信号TG2, TG3, TG6, TG7が立ち上がり信号である。

【0104】

垂直タイミング信号TG1~TG8は、図6に示すものと異なるが、垂直駆動信号V1~V8は、図7(a), 7(b)に示すものとほぼ同様である。図20(a)に示す第1フィールド160では、トランスマニアゲートをオンにする際に転送素子V1, V4, V5, V8に対応する位置の受光素子(緑の画素に対応するもの)だけから信号電荷を読み出し、次の垂直同期信号VDが供給されるまでフィールドシフトが行われない。フィールドシフト後、垂直駆動信号V1~V8が順次供給される。

【0105】

第2フィールド162では、トランスマニアゲートをオンにする際に転送素子V2, V3, V6, V7に対応する位置の受光素子(赤青の画素に対応するもの)だけから信号電荷を読み出す。フィールドシフト後、垂直駆動信号V1~V8が順次供給される。

【0106】

図20(b)は、プログレッシブ読出し時の、垂直同期信号VD、垂直タイミング信号等を示す。信号発生部では、垂直同期信号VDに同期させて信号読出しゲートTGに供給する垂直タイミング信号TG1~TG8が生成される。図20(b)において、各垂直同期期間中、垂直タイミング信号TG1, TG3, TG5, TG7が立ち上がり信号であり、垂直タイミング信号TG2, TG4, TG6, TG8はロウレベルのままである。なお、メカニカルシャッタはプログレッシブ読出し時、開状態に保持するため、信号MSはハイレベルのままである。そのため、図20(b)には示さない。

【0107】

垂直タイミング信号TG1~TG8は、図20(a)に示すものと異なるが、垂直駆動信号V1~V8は、図20(a)に示すものとほぼ同様である。図20(b)では、トランスマニアゲートをオンにする際に転送素子V1, V3, V5, V7に対応する位置の受光素子だけから信号電荷を読み出し、次の撮影が行なわれるまでフィールドシフトが行われない。フィールドシフト後の全画素転送期間164では、垂直駆動信号V1~V8が順次供給される。

【0108】

超高速シャッタなど、電子シャッタが必要なとき、奇数番目の読出しゲートまたは偶数番目の読出しゲートにのみパルスを印加して、プログレッシブ読出しを行なう。これにより1つの画素のうちの半分の受光部からの信号電荷のみを読み出せるという利点がある。超高速シャッタの場合は、解像度よりも速度が重視されるため信号電荷量が少ないと問題となる。また、インターレス読出しのように第1、第2フィールドに分けて読み出すことがないため、熱飽和拡散の問題もない。

【0109】

このように構成したデジタルスチルカメラの動作について図21により説明する。まず、最初にデジタルスチルカメラでは、撮影を行う前に被写界に対して測光を行う。ステップS1で、レリーズシャッタ128が半押し状態にある(S1 ON)と判断すると、測光制御モードになる(ステップS(2))。

【0110】

10

20

30

40

50

測光に伴って撮像系10A で得られた画像信号は、システム制御部12の制御により信号処理系10B に供給される。信号処理系10B では、供給された画像信号をデジタル信号に変換する。この変換により得られた画像データは、測光情報としてシステム制御部12に供給される。システム制御部12は、この測光情報を用いて演算を行う。この演算により、シャッタースピードが決定される。これは繰り返し行われる。

【 0 1 1 1 】

シャッタースピードが決定されると、シャッタースピードが、所定のシャッタースピード(S-TH)より小さいかどうかが判定される(ステップS3(2))。小さいときは、プログレッシブモードが選択され(ステップS4(1)、シャッタースピードが、所定のシャッタースピード(S-TH)以上のときは、インターレスモードが選択される(ステップS5(1))。

10

【 0 1 1 2 】

この後、ユーザは所望の撮影タイミングでレリーズシャッタ128 を全押し状態にする(ステップS6、S7でYESのとき)。このとき、撮像部10Aで撮像が行なわれ、プログレッシブモードのときは、垂直タイミング信号TG1, TG3, TG5, TG7が立ち上がり信号になる(ステップS1(4))。プログレッシブモードのためメカニカルシャッタは閉としない。不要信号電荷がある場合はオーバフロードレイン方式により廃棄される。インターレスモードのときは、メカニカルシャッタを閉(ステップS1(5))とした後、第1フィールドの転送を行なうため、垂直タイミング信号TG1, TG5, TG4, TG8を立ち上がり信号にして、読み出した後、垂直転送を行なう(ステップS1(6))。次に、第2フィールドの転送を行なうため、垂直タイミング信号TG3, TG7, TG2, TG6を立ち上がり信号にして、読み出した後、垂直転送を行なう(ステップS1(7))。

20

【 0 1 1 3 】

信号処理部では、プログレッシブモードでは、通常の画素数でのハニカム処理が行なわれ、インターレスモードでは、画素数の多い高解像ハニカム処理が行なわれる(ステップS1(8))。いずれの処理においても、画素数の異なる点を除いて同様の処理が行われる。

【 0 1 1 4 】

次に第4の実施例について説明する。本実施例では、各受光素子に含まれる複数の受光部の分割線の方向は、撮像面の中心と受光素子を結ぶ直線の方向に依存する。たとえば、分割線の方向は、撮像面の中心から放射状になるように設定することができる。

30

【 0 1 1 5 】

図22に分割線の一例を示す。本実施例では、放射状に設定した情況に似た例として、撮像面168を縦横に3分割して、次のように設定する。全体としては9分割し、中心部の領域166a, 166b, 166cでは、受光素子140の分割線(素子分離領域14(2))の方向は縦方向であり、他の領域では、横方向(水平方向)である。両側の領域では、入射光線は横向き成分が多いと考えられるため、水平方向に分割することにより、均等に受光することができる。本図における実線、点線は、図23に示すように、実線170は、広角時結像エリアであり、点線172は、望遠時結像エリアである。

【 0 1 1 6 】

このように、任意の方向で受光素子を分割することが可能であるため、受光素子のシェーディング特性を向上させることができる。受光素子のシェーディング特性が向上するため、分割された受光部同士の飽和容量を均等にすることができます。

40

【 0 1 1 7 】

以上の実施例においては、各受光素子は、受光面積が実質的に同じ受光部を複数個含むが、本発明はこれに限られるものではなく、各受光素子は、蓄積電荷量が実質的に同じ受光部を複数個含むこととしてもよい。このようにする理由は以下のとおりである。

【 0 1 1 8 】

上記の実施例において、複数の受光部の受光面積を同じにする目的は、複数の受光部の受光量を同じにするためである。蓄積電荷量 = 受光部の受光量 × 光電変換効率 と考えられ、受光部の受光量は受光面積でほぼ決定され、受光面積が同じということは、通常は、受光部が同量の電荷を蓄積すると考えてよい。しかし、より正確に、受光部に同量の電荷

50

を蓄積させるためには、蓄積電荷量が上式のように、受光部の受光量と、光電変換効率で決まることを考慮して、受光部の受光量と、光電変換効率とから決定される蓄積電荷量を実質的に同じくすることが好ましい。

【0119】

蓄積電荷量を実質的に同じくするためには、撮像面に2次元的に配された複数の画素の各々に対応して受光素子が配されている固体撮像装置において、各受光素子は、蓄積電荷量が実質的に同じ受光部を複数個含み、この装置は、受光部が蓄積した信号電荷を転送する複数の第1の転送路を含み、各受光素子に含まれる複数の受光部のうち少なくとも2個は、異なる第1の転送路に接続され、別個の第1の転送路によりそれぞれ信号電荷を転送することとすればよい。

10

【0120】

この場合、各画素の1つの受光素子に、蓄積電荷量が実質的に同じ複数個の受光部が設けられており、信号電荷を異なる第1の転送路により転送する。1つの受光素子の蓄積電荷を複数の転送路に分けられるので、転送路を細く、1つの受光素子当たりの飽和電荷量を大きくすることができる。すなわち、通常のインターレス読み出し方式の効果と同様の効果を達成できる。

【0121】

以上の場合においては、各受光素子は、受光面積が実質的に同じ受光部を複数個含む、または、各受光素子は、蓄積電荷量が実質的に同じ受光部を複数個含むこととしたが、本発明はこれらに限られるものではない。本発明の目的は既述のように、2フィールド目、3フィールド目の信号は、メカニカルシャッタを閉じた後に、フォトダイオードに蓄積されている時間が長いため、熱飽和拡散により蓄積電荷が減少することを補償することである。そのために、本発明では、露光完了時の蓄積電荷量を増やすこととし、これまで述べたような受光素子を提案している。

20

【0122】

これらに加えて、本発明では、2フィールド目、3フィールド目において、蓄積電荷が1フィールド目に比べて減少することが問題であるという本発明の課題を解決するために、各受光素子は、受光面積の小さい受光部と受光面積の大きい受光部とを含み、受光面積の小さい受光部を、先行するフィールドにおいて読み出し、受光面積の大きい受光部を、後続するフィールドにおいて読み出すこととしてもよい。

30

【0123】

すなわち、撮像面に2次元的に配された複数の画素の各々に対応して受光素子が配されている固体撮像装置において、各受光素子は受光部を複数個含み、受光部のうち少なくとも1つは受光面積が、少なくとも1つの他の受光部より大きく、インターレス読み出しにおいて、受光面積の小さい受光部を、先行するフィールドにおいて読み出し、受光面積の大きい受光部を、後続するフィールドにおいて読み出し、装置は、受光部が蓄積した信号電荷を転送する複数の第1の転送路を含み、各受光素子に含まれる複数の受光部のうち少なくとも2個は、異なる第1の転送路に接続され、別個の第1の転送路によりそれぞれ信号電荷を転送することとしてもよい。

40

【0124】

これによれば、後続するフィールド、たとえば、第2フィールドで読み出される受光部の受光面積は、先行するフィールド、たとえば第1フィールドで読み出される受光部の受光面積よりも大きいため、第2フィールドで読み出される電荷の熱飽和拡散による損失分を補償することができる。受光面積をどの程度大きくするかは、熱飽和拡散による損失分を補償するように決めることが好ましい。

【0125】

この発明において、小さい方の受光面積の大きさを、既述の受光面積と同じ場合の受光面積と等しくし、大きい方の受光面積の大きさを、既述の受光面積と同じ場合の受光面積より大きくしたとき、垂直転送路の幅は、既述の受光面積と同じ場合の垂直転送路の幅よりも狭くなることがあるが、第2フィールドで読み出される電荷の熱飽和拡散による損失

50

分を、さらに補償することができる。

【0126】

なお、後続するフィールドでの損失を補償するために、各受光素子は受光部を複数個含み、受光部のうち少なくとも1つは蓄積電荷量が、少なくとも1つの他の受光部より多く、インターレス読出しにおいて、蓄積電荷量の少ない受光部を、先行するフィールドにおいて読み出し、蓄積電荷量の多い受光部を、後続するフィールドにおいて読み出すこととしてもよい。蓄積電荷量を規定することにより、より正確に、蓄積電荷量の減少を補償することができる。

【図面の簡単な説明】

【0127】

【図1】本発明に係る固体撮像装置をデジタルスチルカメラに適用した際の概略的な構成を示すブロック図である。

【図2】受光素子、色フィルタ、および垂直転送路の配置を示す入射光側から見た模式図である。

【図3】水平画素混合の説明図である。

【図4】水平転送路で画素混合を行なうためのリセットパルスのタイミング図である。

【図5】本発明による小絞り時の解像度の向上を示す図である。

【図6】インターレス読出し時に読出しゲートに印加するパルスを示すタイミング図である。

【図7】インターレス読出し時に垂直転送電極に印加するパルスを示すタイミング図である。

【図8】図7(a)のパルスの詳細タイミング図である。

【図9】図8のパルスを印加したときの垂直転送路のポテンシャル図である。

【図10】図7(b)のパルスの詳細タイミング図である。

【図11】図10のパルスを印加したときの垂直転送路のポテンシャル図である。

【図12】複数の垂直転送路における信号電荷の移動の様子を示す説明図である。

【図13】複数の垂直転送路における信号電荷の移動の様子を示す説明図である。

【図14】複数の垂直転送路における信号電荷の移動の様子を示す説明図である。

【図15】複数の垂直転送路における信号電荷の移動の様子を示す説明図である。

【図16】本発明に係るデジタルスチルカメラの動作フロー図である。

【図17】受光部ごとにマイクロレンズを設けた実施例の説明図である。

【図18】図17に係るデジタルスチルカメラの動作フロー図である。

【図19】プログレッシブ読出しが可能な撮像部を示す模式図である。

【図20】図19の撮像部に印加するパルスを示すタイミング図である。

【図21】図19に係るデジタルスチルカメラの動作フロー図である。

【図22】分離線を放射状に配置した撮像部を示す模式図である。

【図23】図22の撮像部の結像エリアを示す説明図である。

【符号の説明】

【0128】

10 デジタルスチルカメラ

12 システム制御部

10A 撮像系

10B 信号処理系

10C 駆動信号生成部

10D 信号出力系

10E モード指定部

104 撮像部

106 AF調整部

108 AE調整部

120 信号発生部

10

20

30

40

50

122 ドライバ部

140 受光素子

R2, R3, R6, R7, G1, G4, G5, G8, B2, B3, B6, B7 受光部

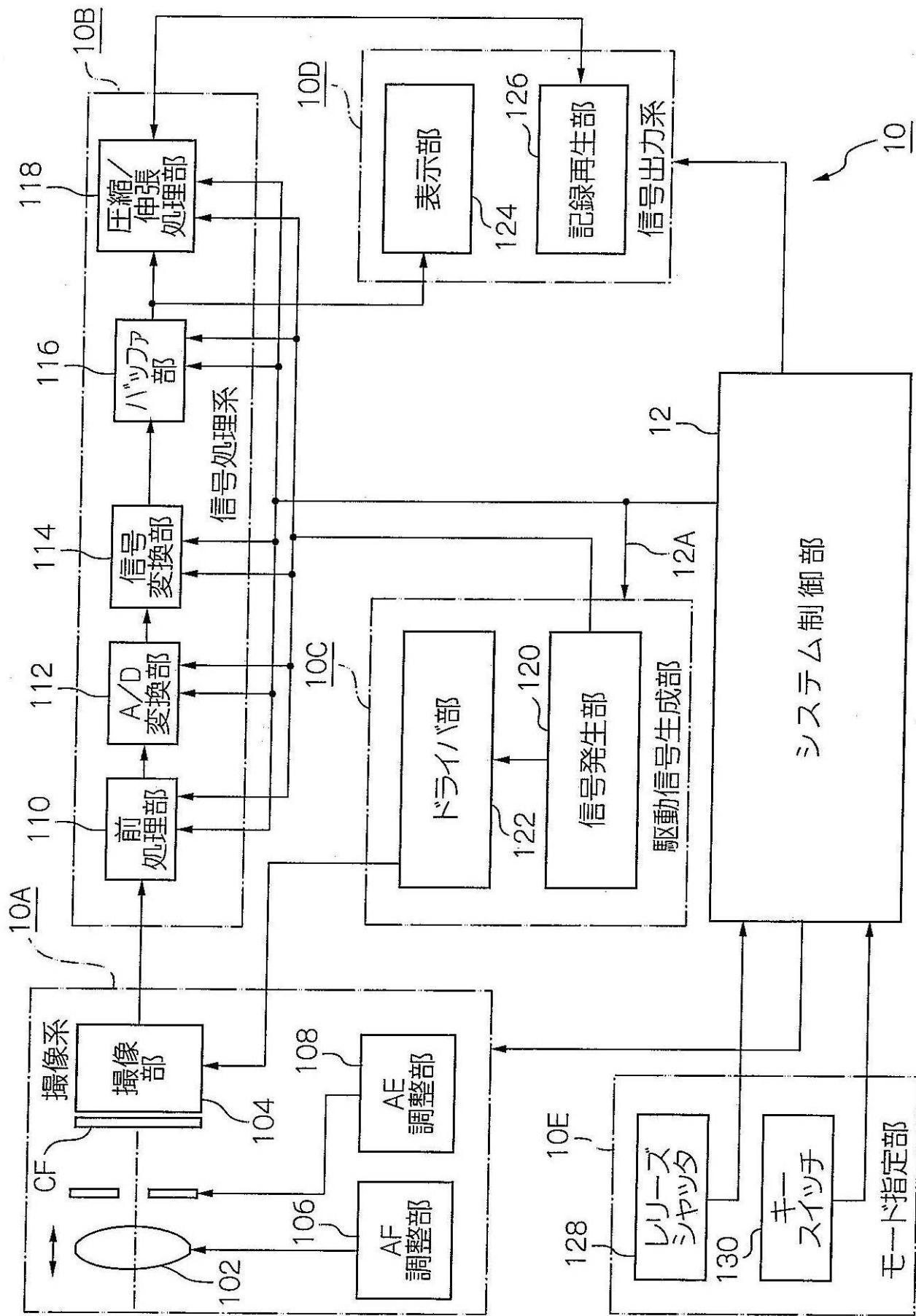
142 素子分離領域

144 垂直転送路

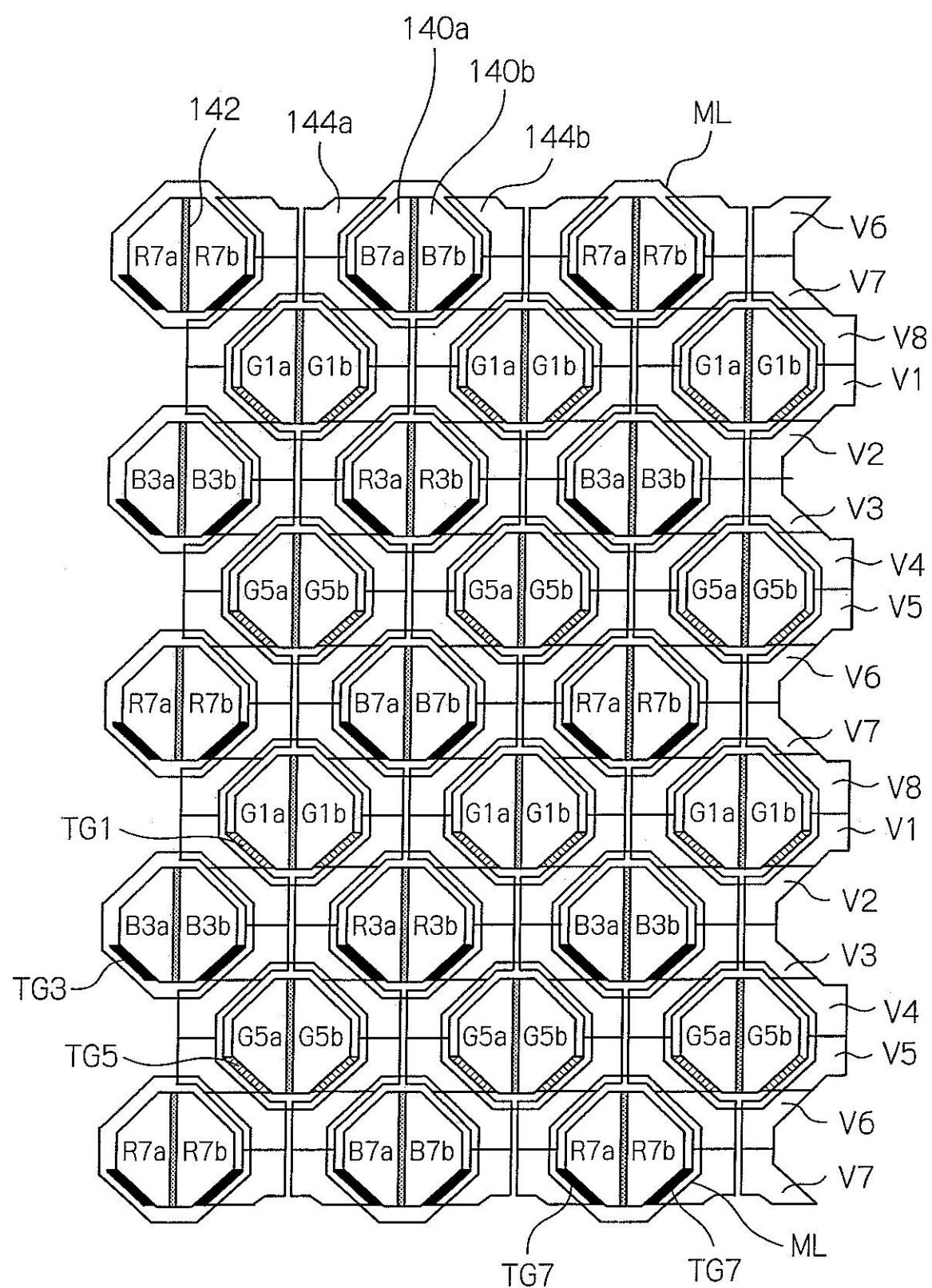
TG1 ~ TG8 信号読み出しゲート(トランスマッゲート)

V1 ~ V8 転送素子

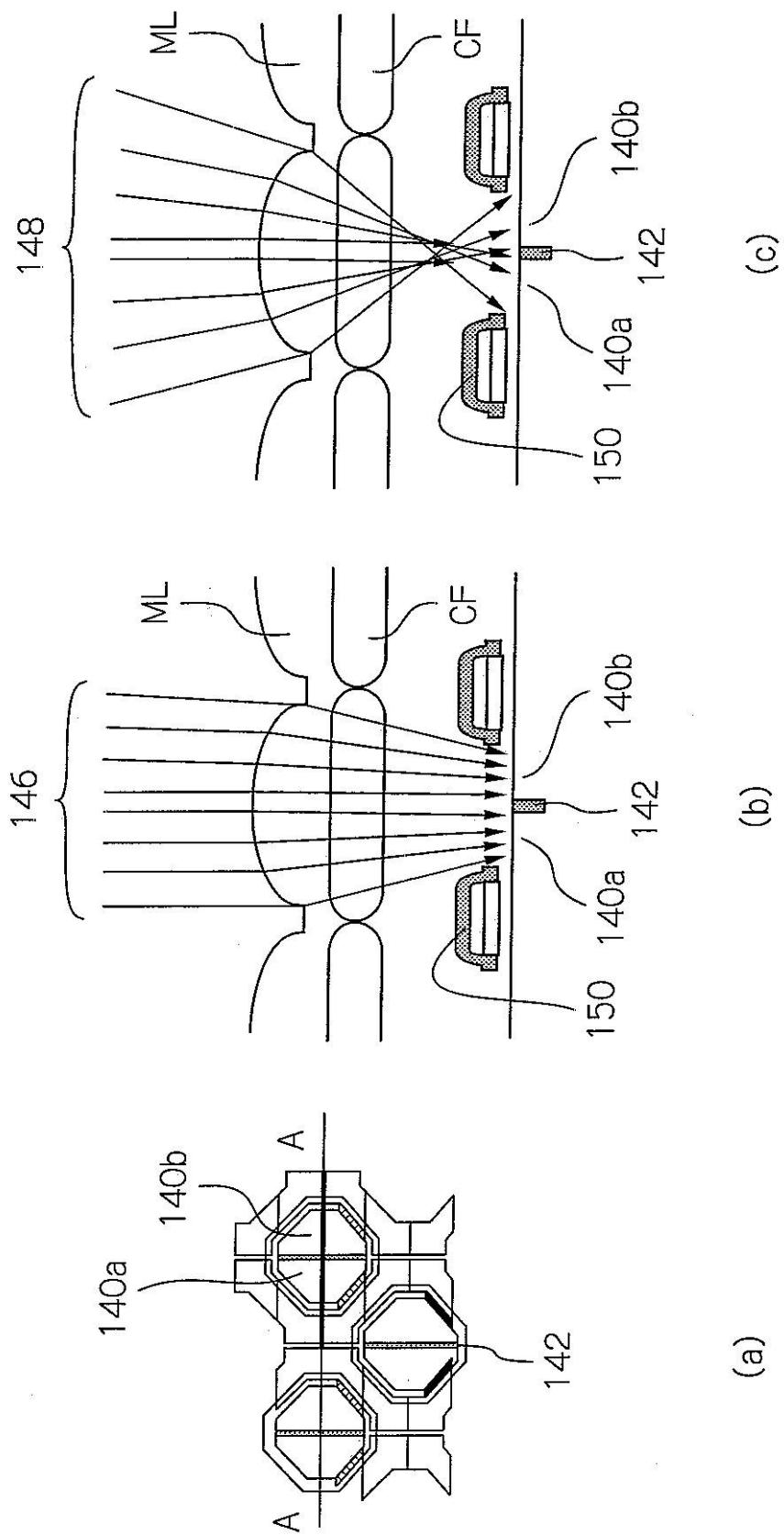
【図 1】



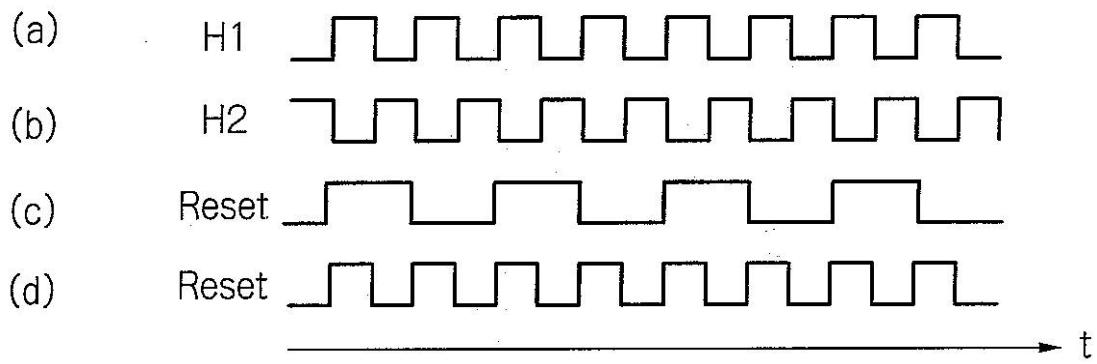
【図2】



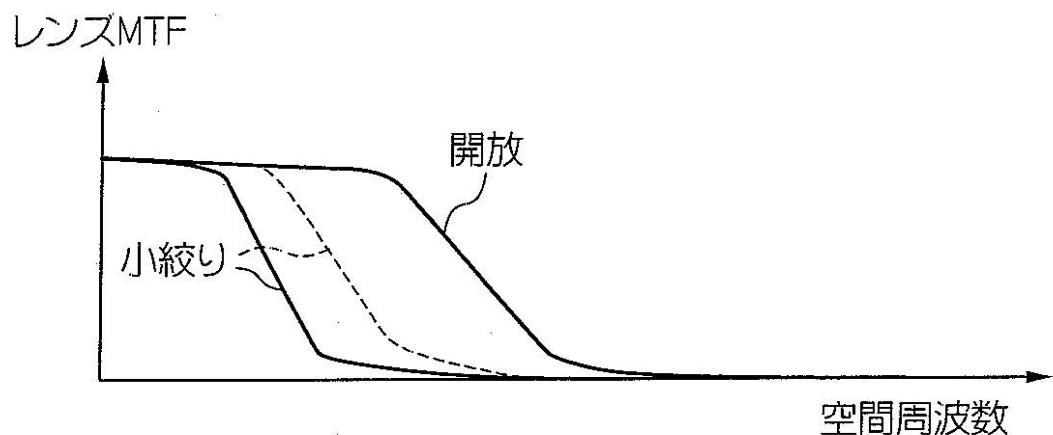
【図3】



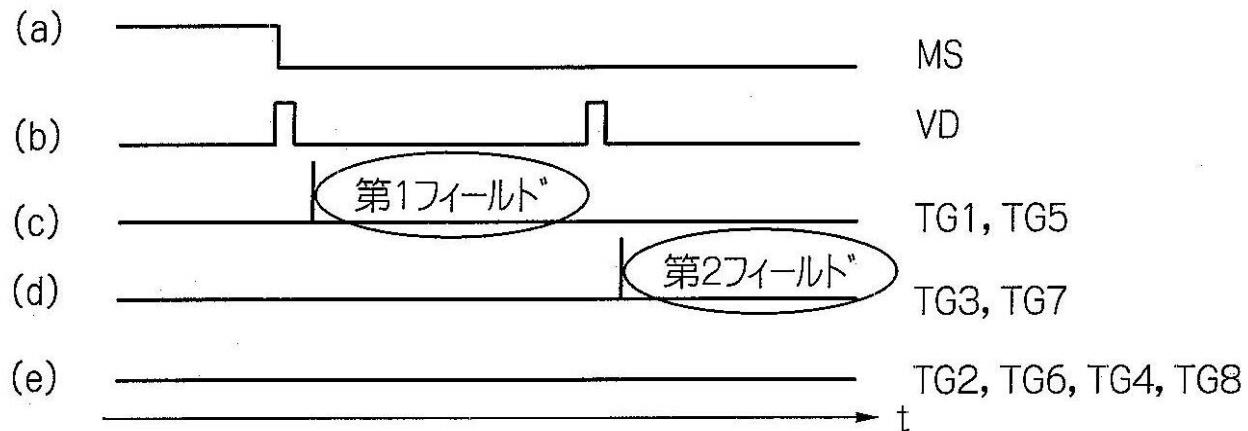
【図4】



【図5】

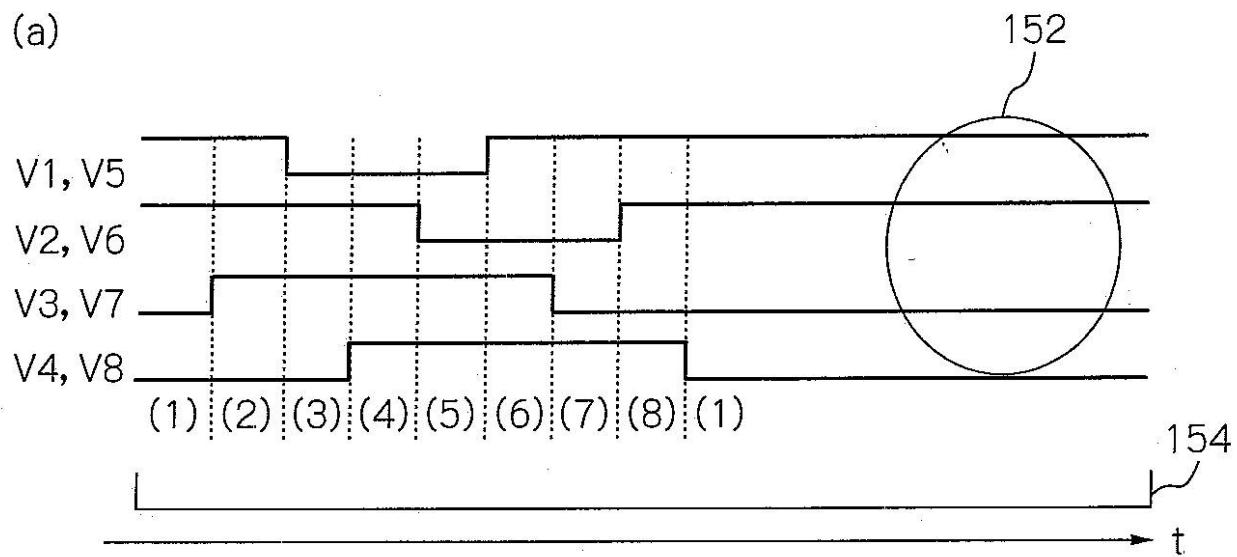


【図6】

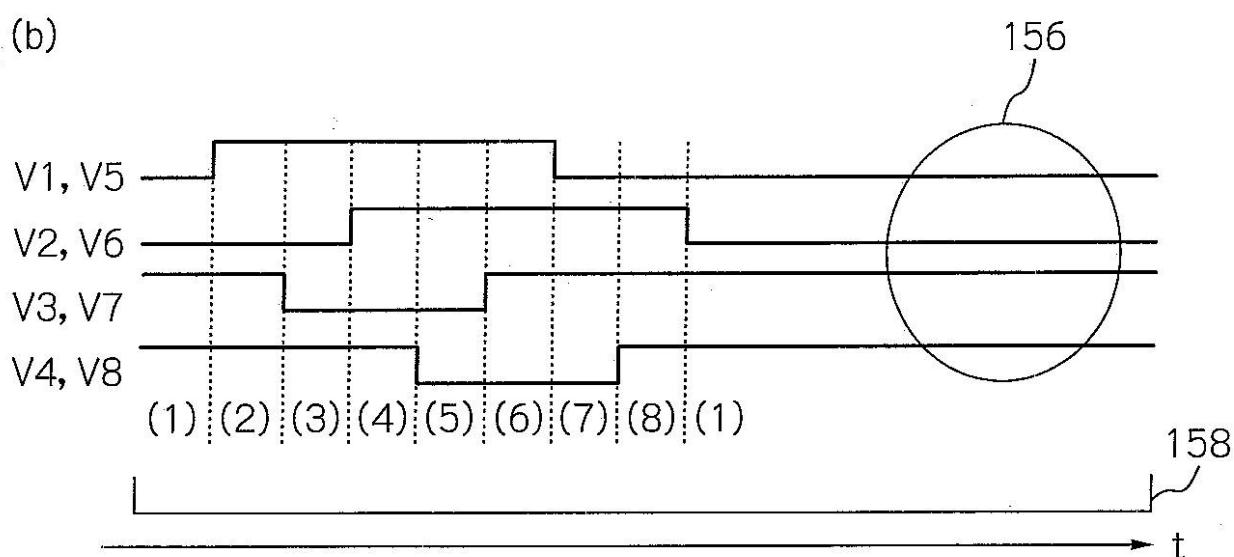


【図7】

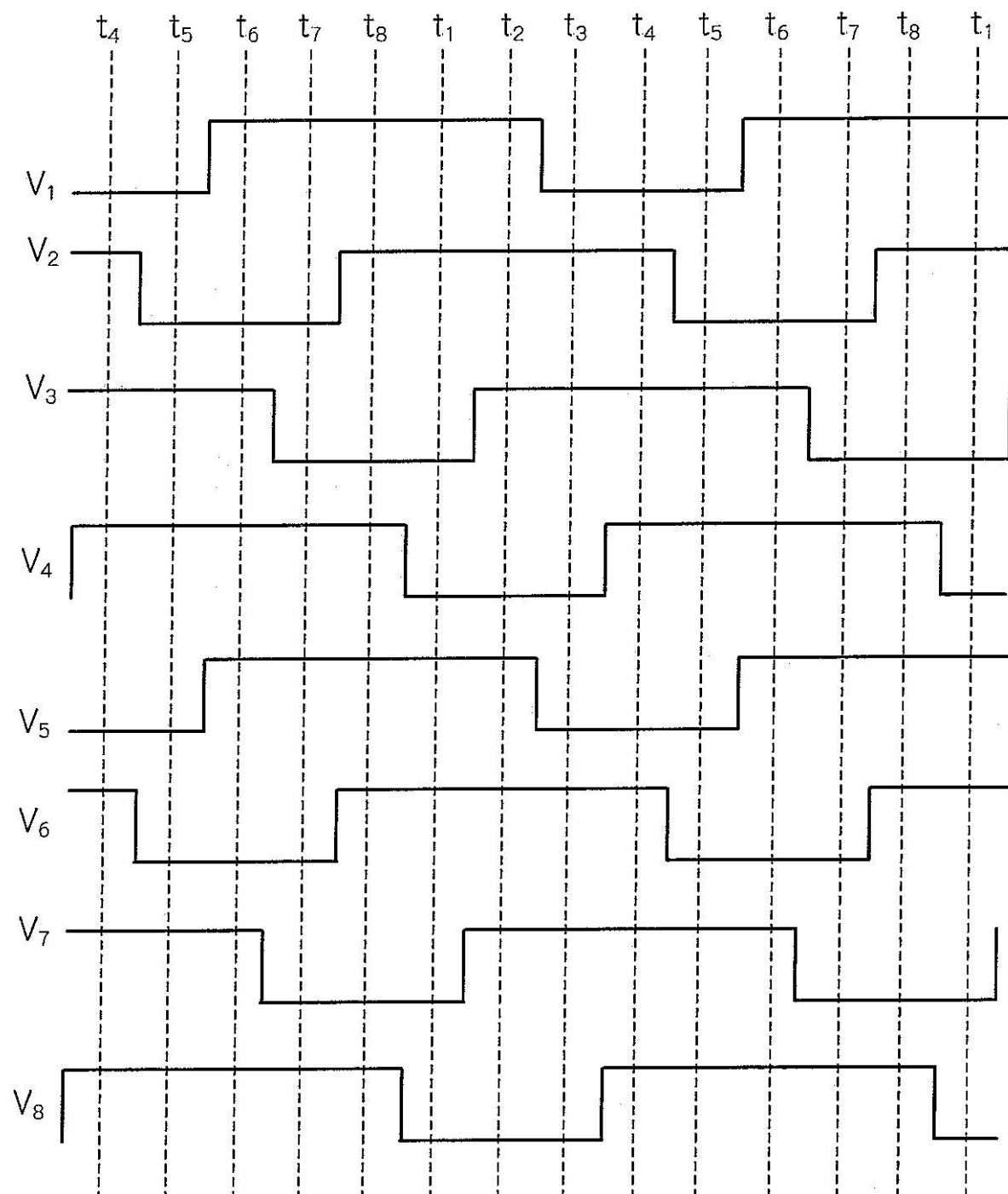
(a)



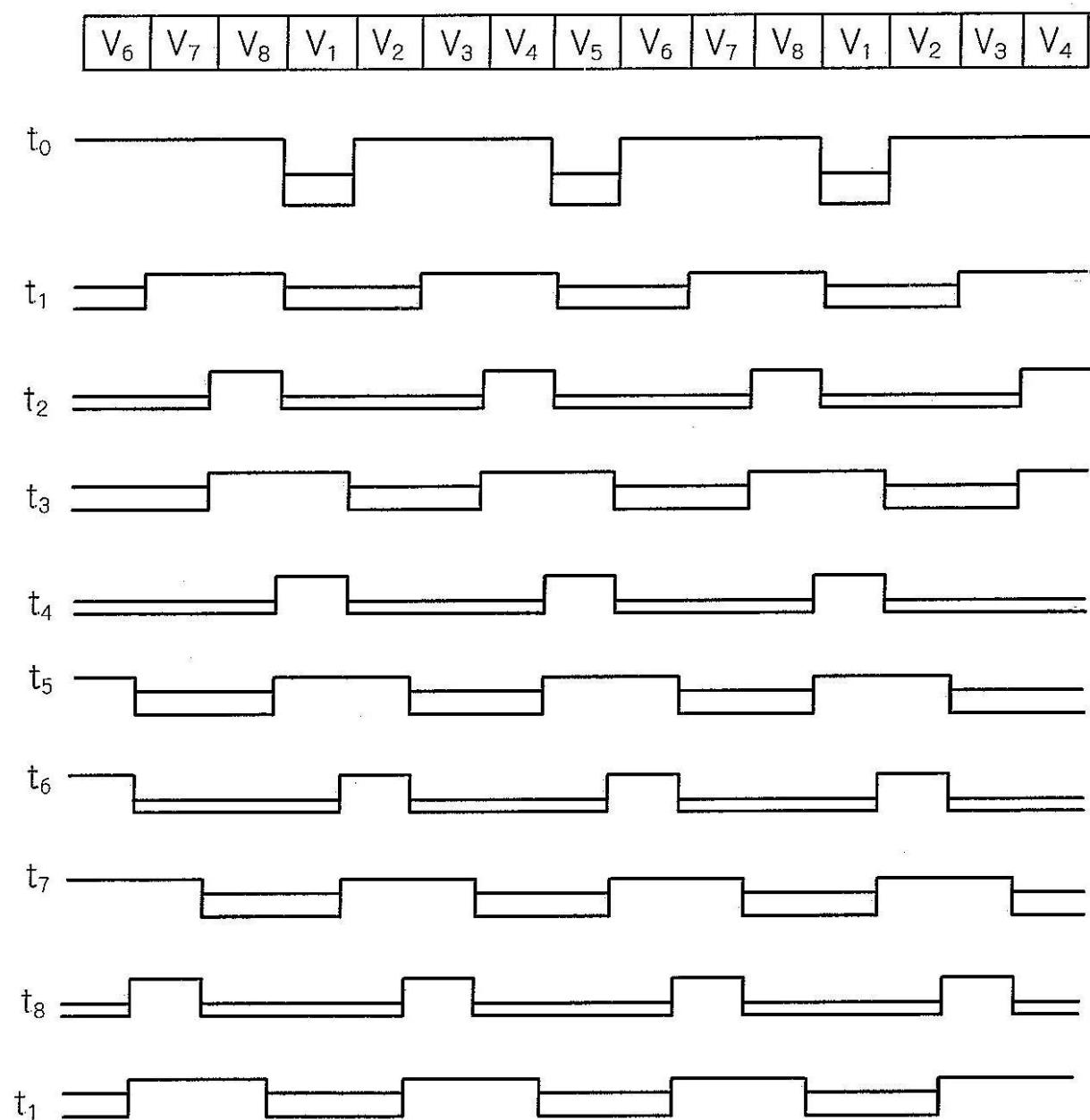
(b)



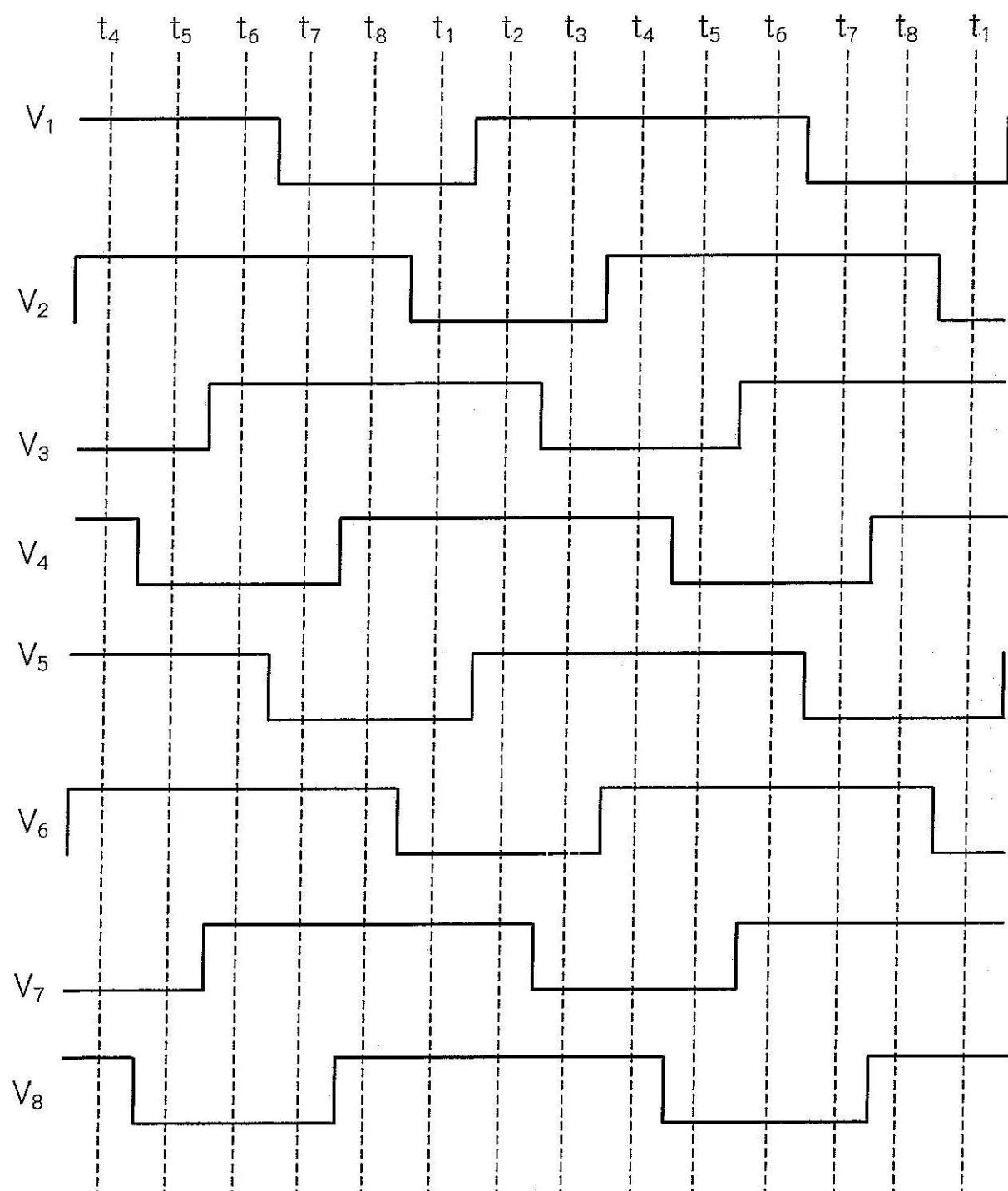
【図8】



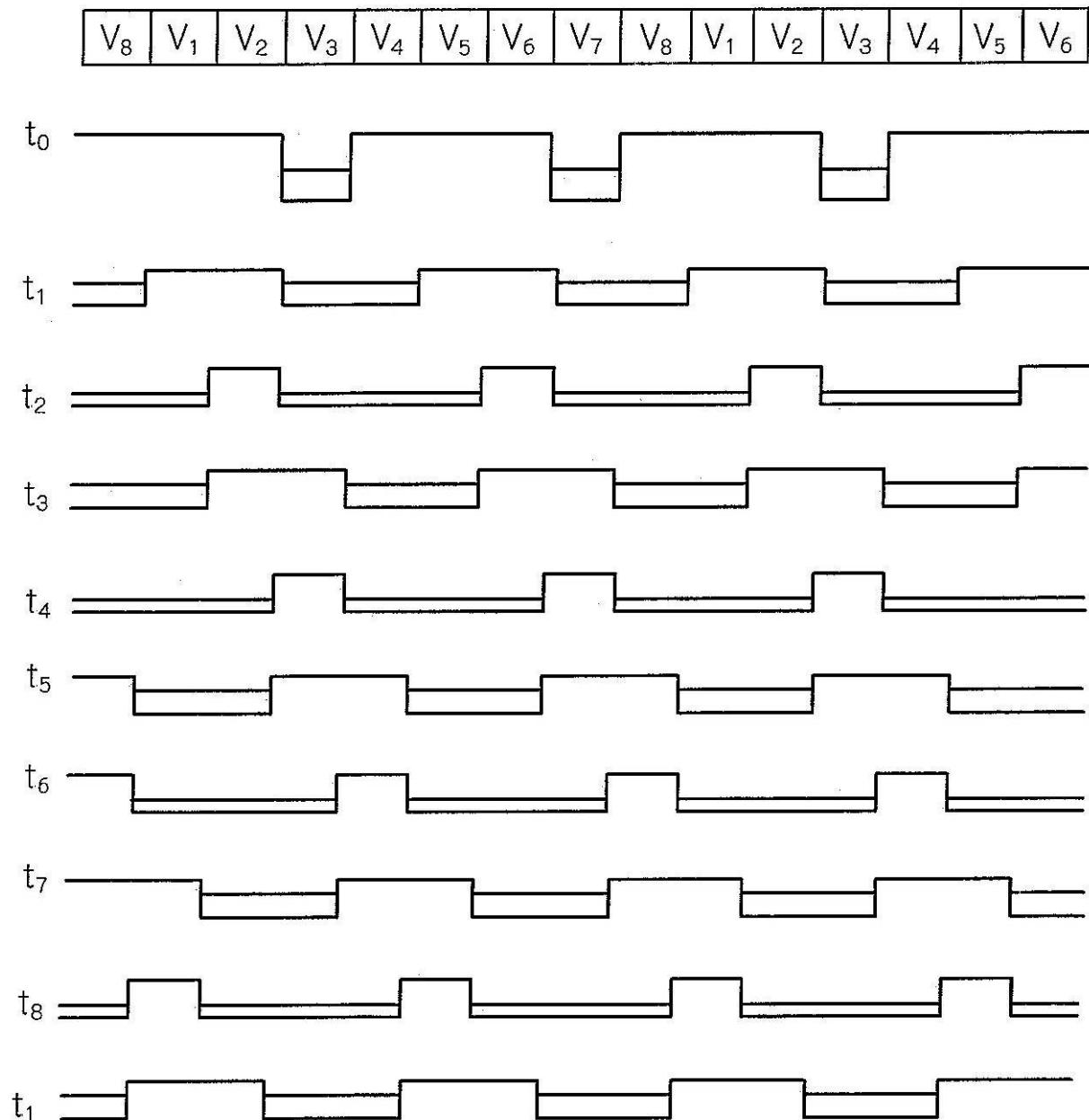
【図9】



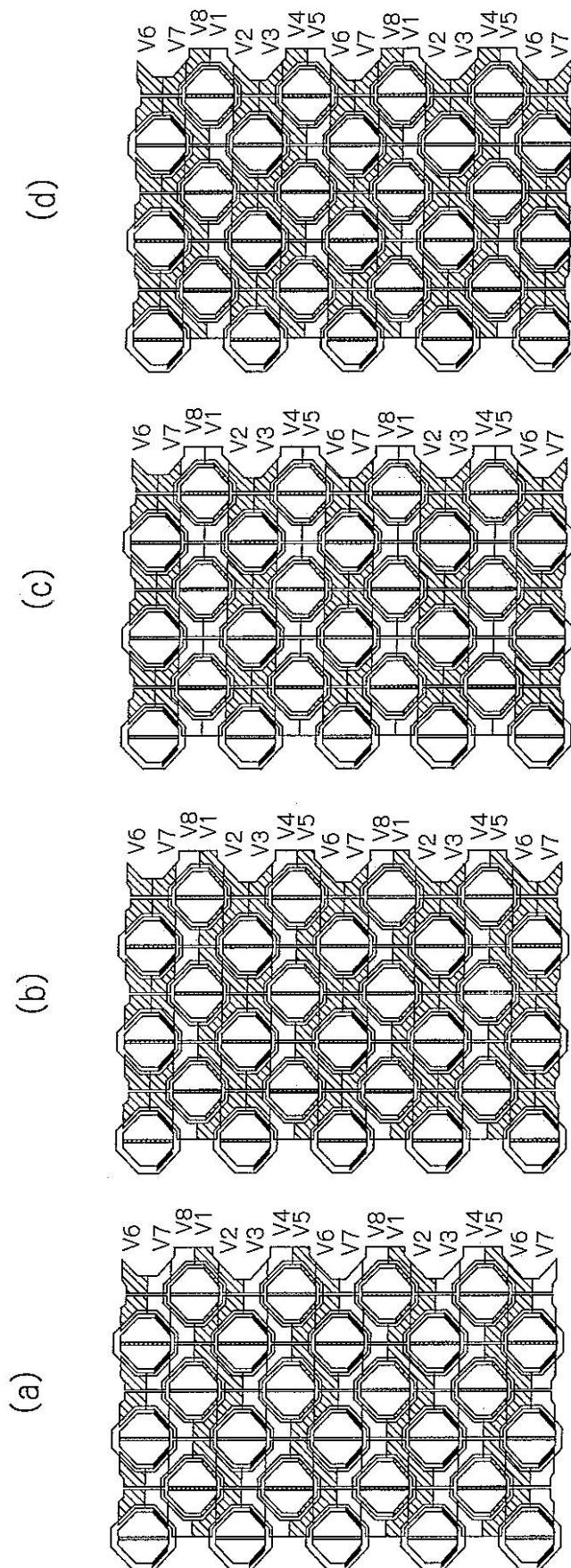
【図10】



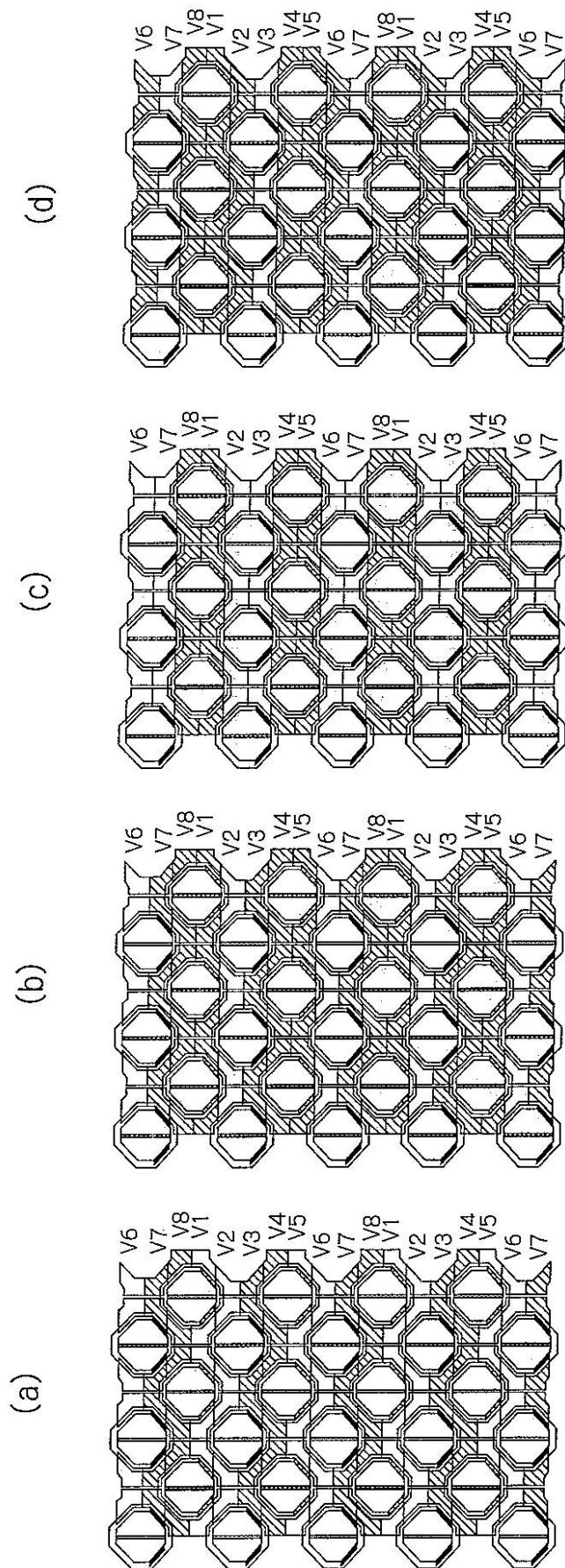
【図11】



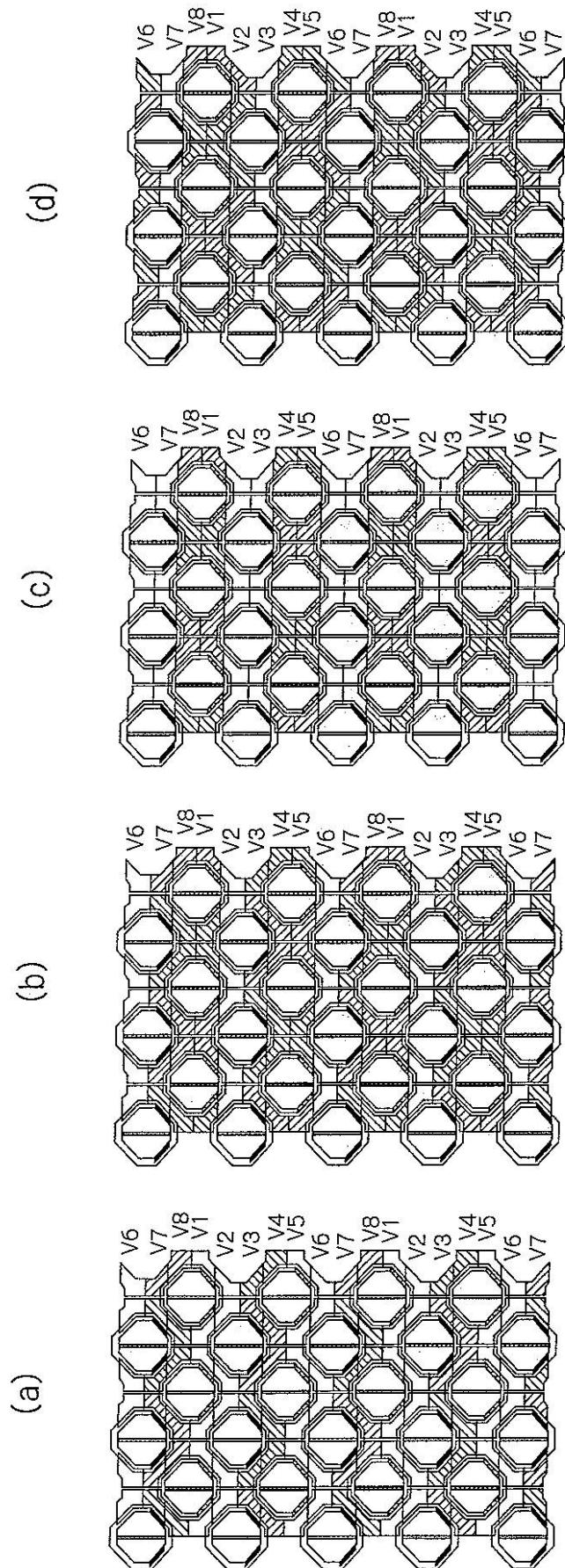
【図12】



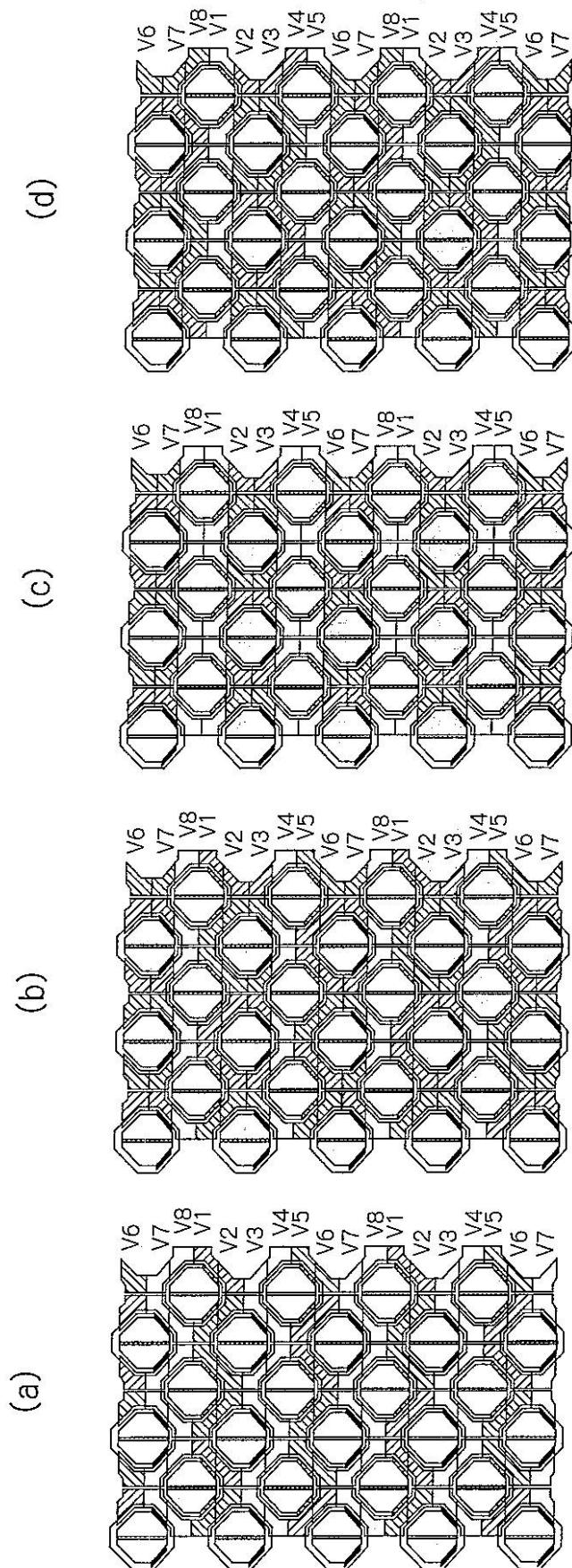
【図13】



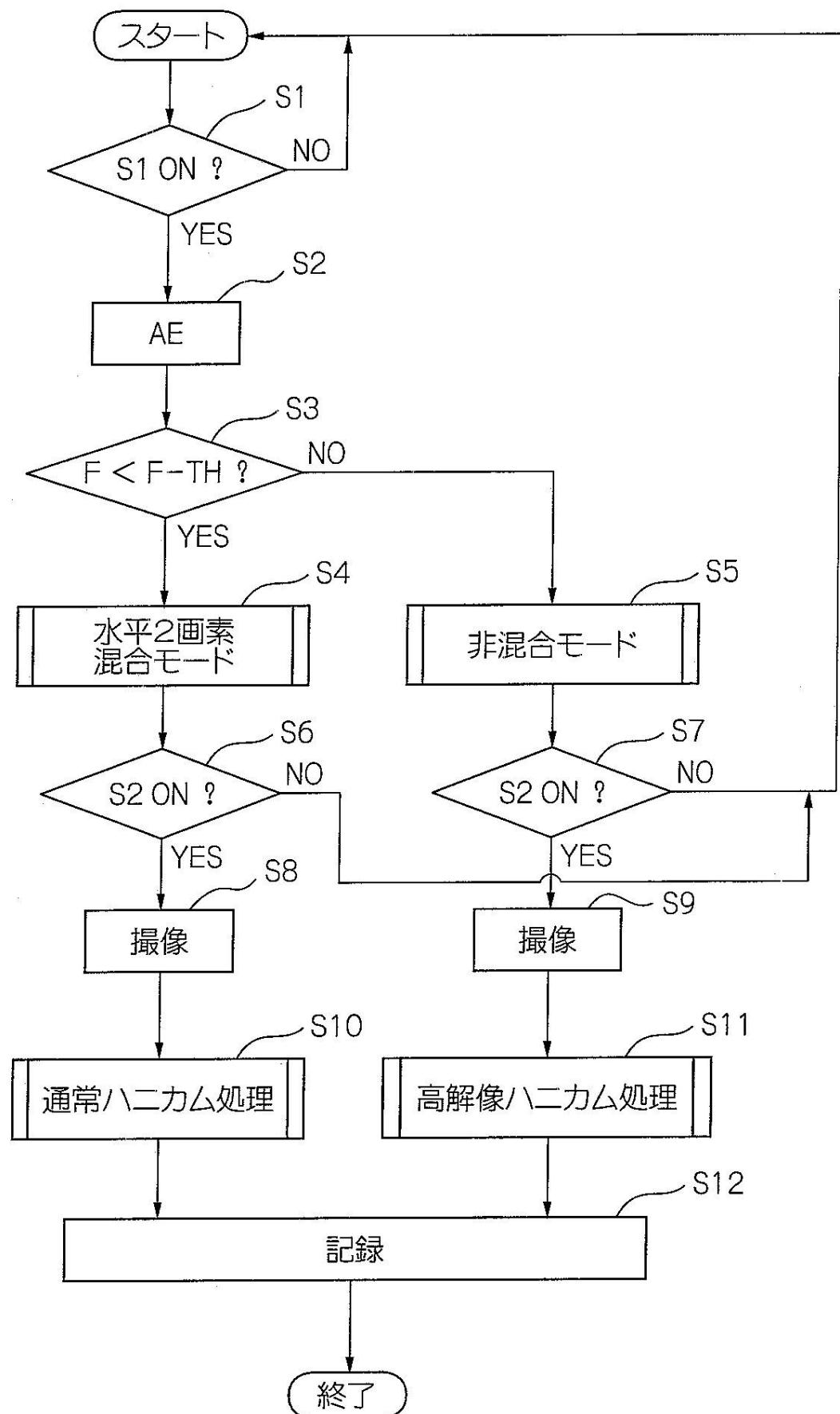
【図14】



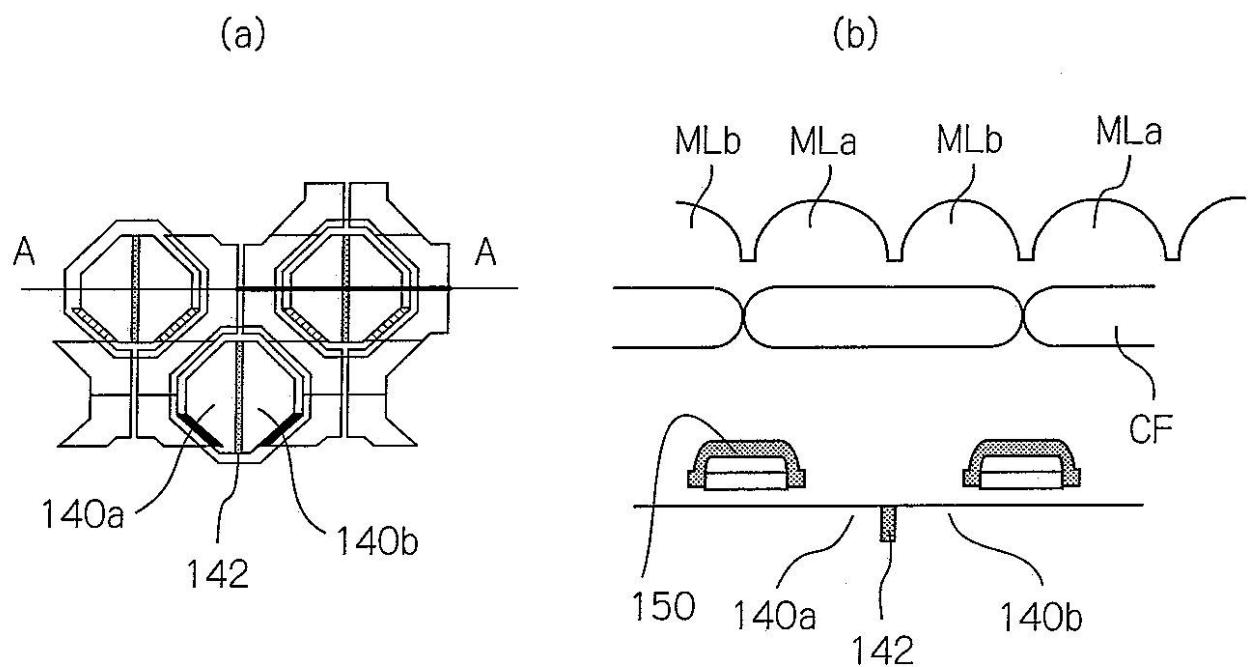
【図15】



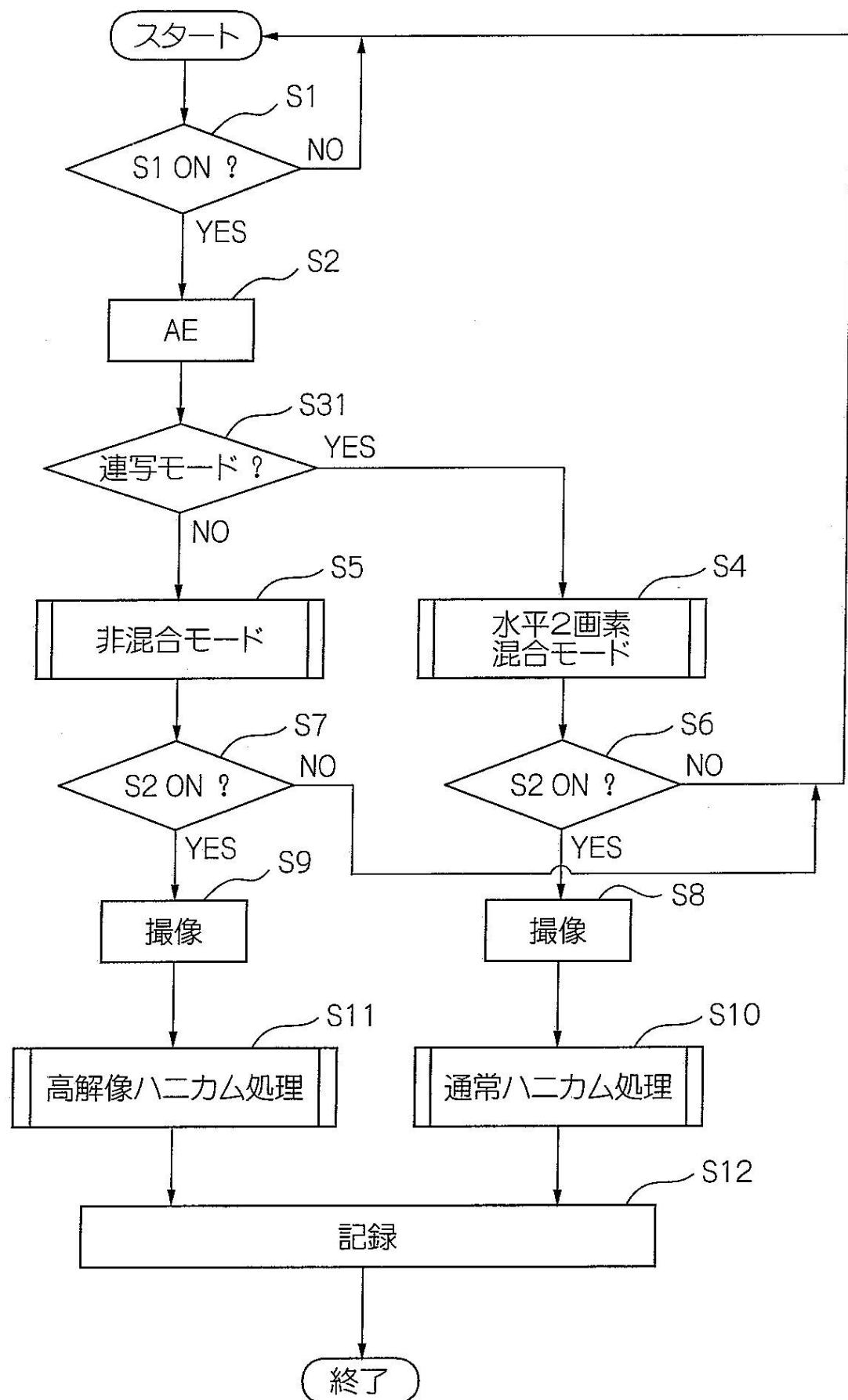
【図16】



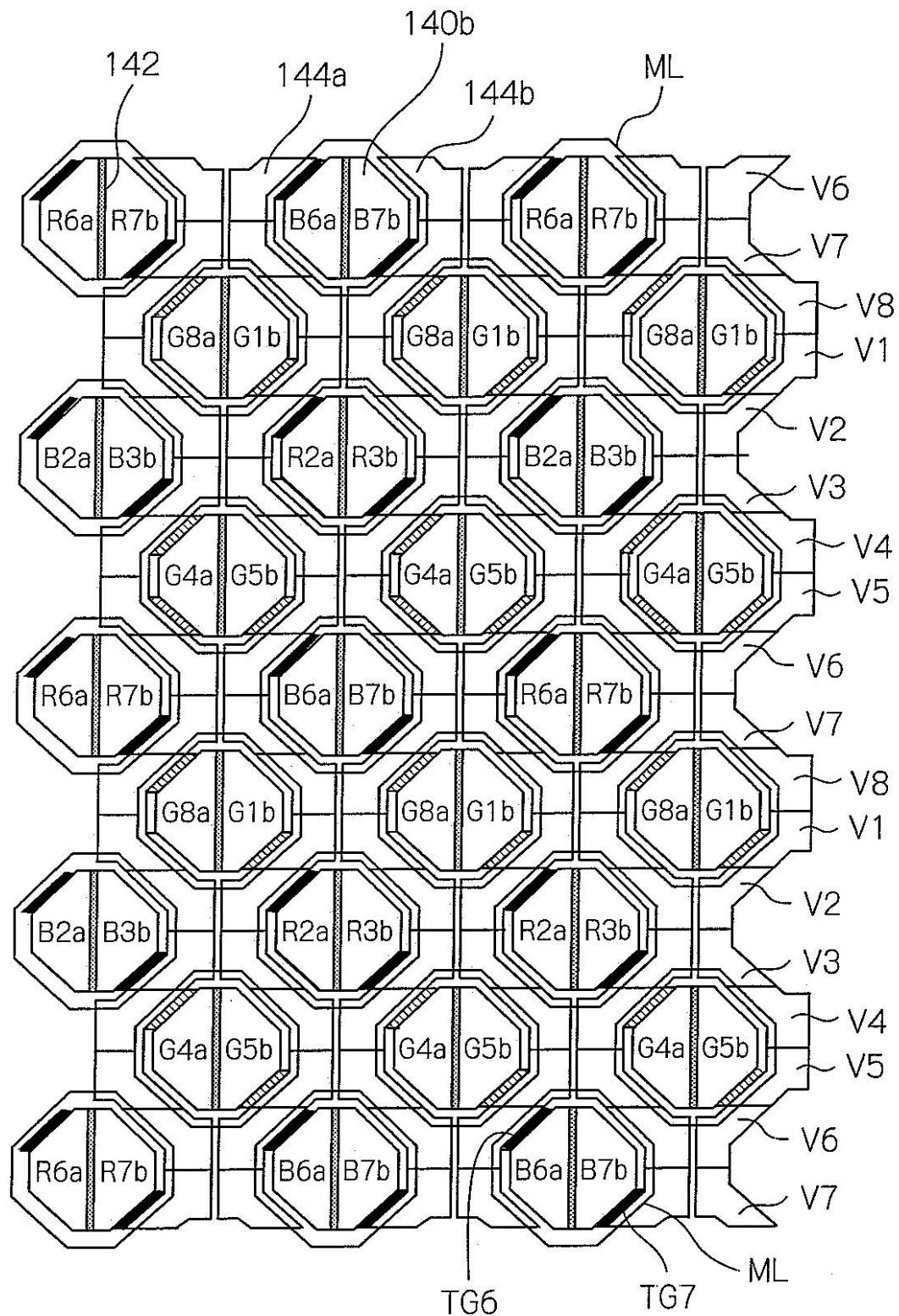
【図17】



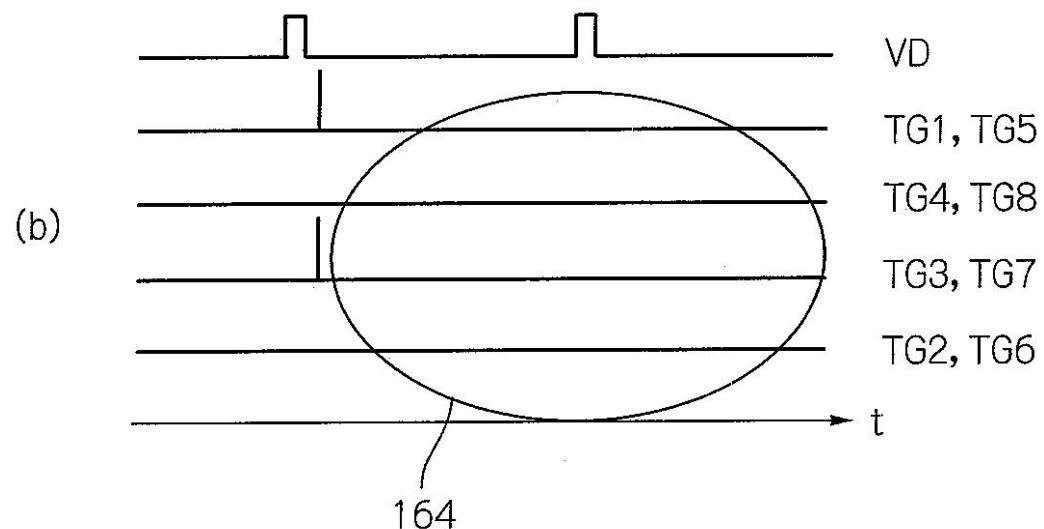
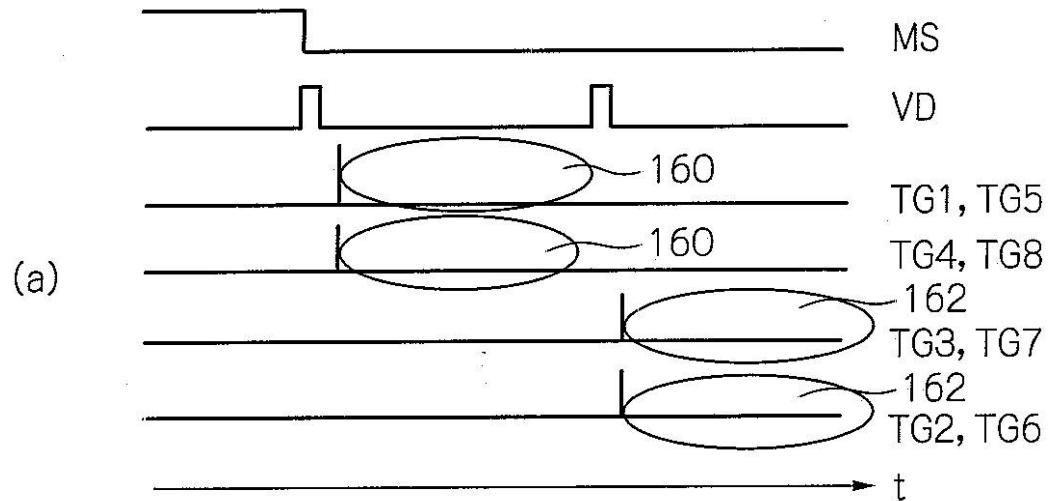
【図18】



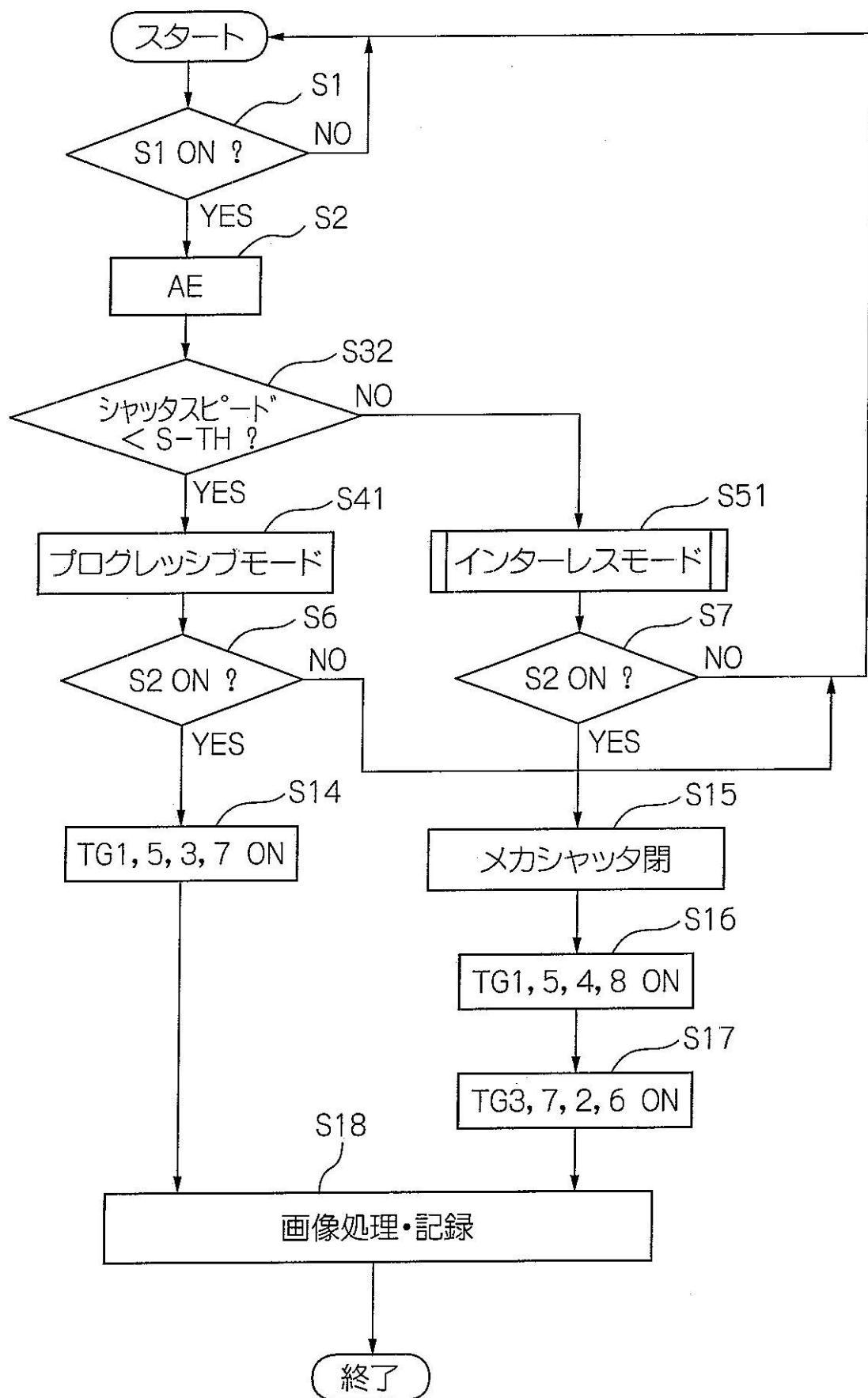
【図19】



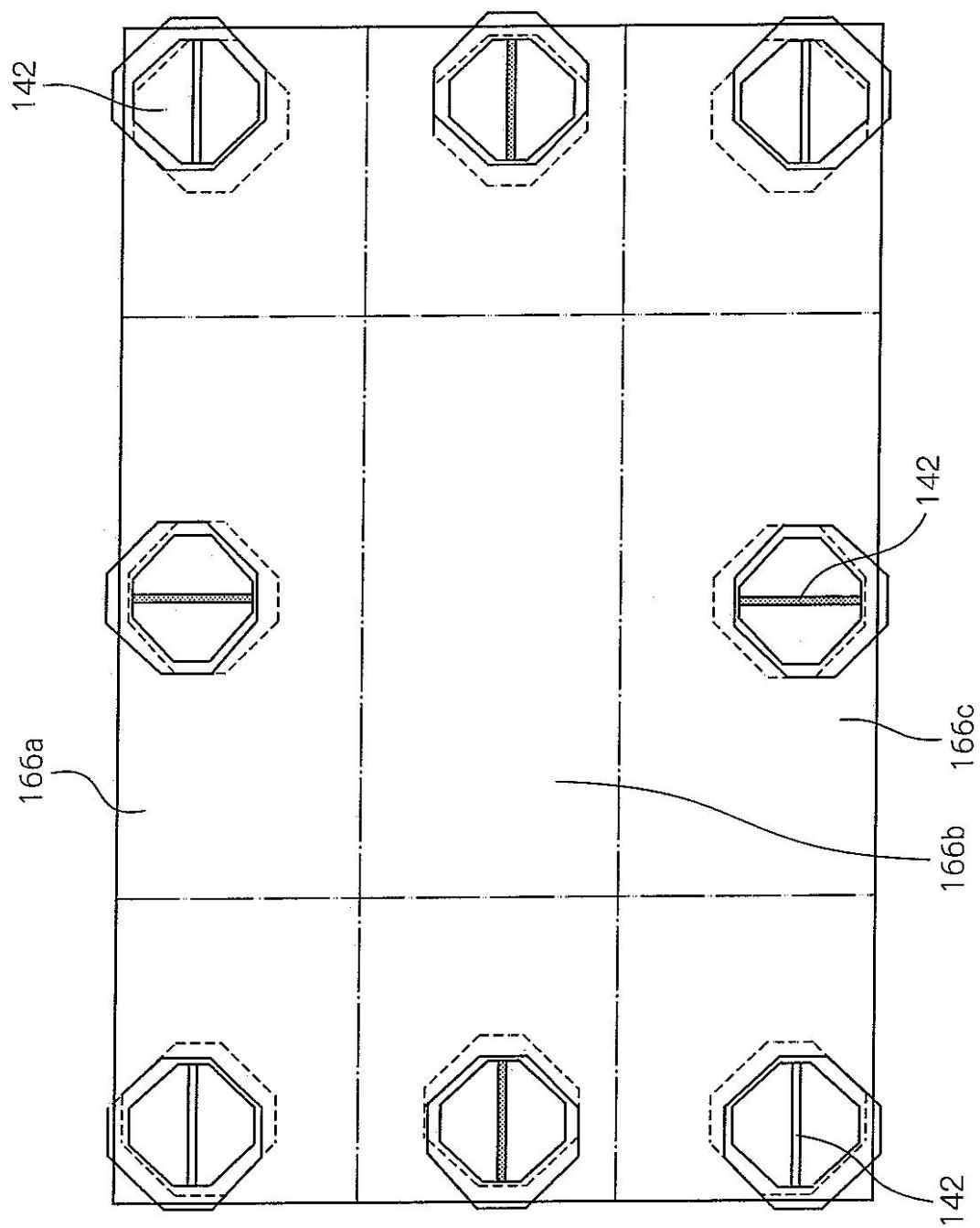
【図20】



【図21】



【図22】



【図23】

