

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4290034号  
(P4290034)

(45) 発行日 平成21年7月1日(2009.7.1)

(24) 登録日 平成21年4月10日(2009.4.10)

(51) Int. Cl.	F I		
HO4N 5/33 (2006.01)	HO4N 5/33		
GO1J 1/42 (2006.01)	GO1J 1/42	B	
GO1J 1/44 (2006.01)	GO1J 1/44	N	
HO4N 5/225 (2006.01)	HO4N 5/225	Z	
HO4N 5/335 (2006.01)	HO4N 5/335	P	

請求項の数 11 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2004-44054 (P2004-44054)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成16年2月20日(2004.2.20)	(74) 代理人	100100158 弁理士 鮫島 睦
(65) 公開番号	特開2005-236717 (P2005-236717A)	(74) 代理人	100068526 弁理士 田村 恭生
(43) 公開日	平成17年9月2日(2005.9.2)	(74) 代理人	100118681 弁理士 田村 啓
審査請求日	平成18年12月14日(2006.12.14)	(74) 代理人	100100479 弁理士 竹内 三喜夫
		(72) 発明者	上野 雅史 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 赤外線固体撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1個以上直列接続されたダイオードを含む感光画素が2次元状に配置された画素エリアと、

前記感光画素の一方の極を行毎に共通接続した駆動線と、

前記駆動線を順に選択し電源に接続する垂直走査回路と、

前記感光画素の他方の極を列毎に共通接続すると共に、その各終端に第1群の定電流化手段が接続された信号線と、

前記画素エリアの列毎に設けられた第2群の定電流化手段を並列接続し、前記駆動線と略同一の電圧降下を生じるバイアス線と、

前記画素エリアの列毎に設けられ、前記第1群の定電流化手段と前記第2群の定電流化手段の両端電圧の差を積分して出力する差動積分回路と、

前記差動積分回路の出力信号を列毎に選択して出力端子に導く水平走査回路とを有する熱型赤外線固体撮像装置であって、

前記バイアス線に入力されるバイアス電圧が、前記感光画素に対応する前記出力信号を前記画素エリア内の複数の感光画素間に亘って平均化した出力平均と基準電圧とを入力とする減算回路を通じて生成され、該減算回路の減算極性と前記差動積分回路の減算極性は、前記出力平均の変動が抑制される方向に選択されていることを特徴とする熱型赤外線固体撮像装置。

【請求項2】

前記出力端子から前記減算回路の入力端子までの回路利得と、前記減算回路の入力端子から前記バイアス線の入力端子までの回路利得との積が、10以上であることを特徴とする請求項1に記載の熱型赤外線固体撮像装置。

【請求項3】

前記出力端子から前記減算回路の入力端子までの回路利得と、前記減算回路の入力端子から前記バイアス線の入力端子までの回路利得が、各々10以上であることを特徴とする請求項1に記載の熱型赤外線固体撮像装置。

【請求項4】

前記出力平均が、前記差動積分回路の出力信号を全画素を読み出すのに必要な時間の3倍以上の特定数をもつ低域通過フィルタによって平均化したものであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の熱型赤外線固体撮像装置。

10

【請求項5】

前記出力平均が、前記差動積分回路の出力信号をデジタル化した後に平均化したものであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の熱型赤外線固体撮像装置。

【請求項6】

前記出力平均が、前記基準電圧と比較する前に所定のタイミングでサンプルホールドされることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の熱型赤外線固体撮像装置。

【請求項7】

前記出力平均が、前記画素エリアに入射する赤外線が遮断されているときの前記差動積分回路の出力信号を平均化したものであることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の熱型赤外線固体撮像装置。

20

【請求項8】

前記バイアス電圧が、低域通過フィルタ及び/又はバッファを介して前記バイアス線に入力されることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の熱型赤外線固体撮像装置。

【請求項9】

前記差動積分回路は、差動電圧電流変換アンプと該差動電圧電流変換アンプの出力端子に接続されて周期的にリセットされる容量を備え、前記差動電圧電流変換アンプによって入力信号の差を電流に変換し、その電流を前記容量において積分することを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の熱型赤外線固体撮像装置。

30

【請求項10】

請求項1乃至9のいずれか1項に記載の熱型赤外線固体撮像装置と、

前記熱型赤外線固体撮像装置に赤外線像を結像させる光学系と、

前記熱型赤外線固体撮像装置から出力された画像信号を増幅する増幅回路と、

前記増幅回路によって増幅された画像信号をモニタに出力する出力端子と、

を備えた赤外線カメラ。

【請求項11】

請求項7に記載の熱型赤外線固体撮像装置と、

前記熱型赤外線固体撮像装置に赤外線像を結像させる光学系と、

前記熱型赤外線固体撮像装置への赤外線入力を遮断するシャッタと、

前記熱型赤外線固体撮像装置から出力された画像信号を増幅する増幅回路と、

前記増幅回路によって増幅された画像信号をモニタに出力する出力端子と、

を備え、前記シャッタを閉めるのに同期して、前記差動積分回路の出力信号を平均化することを特徴とする赤外線カメラ。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、入射赤外線による温度変化を2次元配列された半導体センサで検出する熱型赤外線固体撮像装置に関し、特に、半導体センサからの電気信号を信号処理回路にて積分処理した後に出力する熱型赤外線固体撮像装置に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

一般的な熱型赤外線固体撮像装置では、断熱構造を有する画素を2次元に配列し、入射した赤外線によって画素の温度が変化することを利用して赤外線像を撮像する。非冷却型の熱型赤外線固体撮像装置の場合、画素を構成する温度センサには、ポリシリコン、アモルファスシリコン、炭化ケイ素や酸化バナジウム等のポロメータの他、ダイオードやトランジスタ等の半導体素子を用いたものが知られている。特に、ダイオード等の半導体素子は、電気特性や温度依存性のバラツキが固体間で非常に小さいため、各画素の特性を均一にする上で有利である。

## 【0003】

また、熱型赤外線固体撮像装置では、画素は2次元に配列されており、行ごとに駆動線によって接続され、列ごとに信号線によって接続されている。垂直走査回路とスイッチにより各駆動線が順番に選択され、選択された駆動線を介して電源から画素に通電される。画素の出力は信号線を介して積分回路に伝えられ、積分回路で積分及び増幅され、水平走査回路とスイッチによって順次出力端子へ出力される（例えば、非特許文献1参照）。

## 【0004】

これらの熱型赤外線固体撮像装置において、積分回路に入力される電圧に対して画素の両端電圧以外に駆動線での電圧降下が影響する。ところが、駆動線での電圧降下量は画素列毎に異なるため、積分回路の出力も画素列毎に異なった値となり、撮像した画像に駆動線の抵抗によるオフセット分布が発生してしまう。また、熱型赤外線固体撮像装置の赤外光に対するレスポンス、即ち、画素の両端電圧の変化は、駆動線における電圧降下成分に比べはるかに小さい。このため、駆動線による電圧降下分布によって増幅器が飽和等をおこし、必要な増幅度を確保できない問題もある。

## 【0005】

また、画素のレスポンスには赤外光のレスポンス以外に素子温度変化によるレスポンスも含まれるため、素子出力が素子温度変化とともにドリフトする問題もある。即ち、画素が完全に断熱され、赤外線吸収による温度変化のみを検出することが理想であるが、画素の断熱構造は有限の熱抵抗をもつため、検出動作を行っているときに環境温度が変化すると出力も変化してしまう。この環境温度の変化による出力変動は入射赤外線の変化と区別がつかないため、赤外線の測定精度が低下して安定した画像取得ができなくなる場合がある。

## 【0006】

こうした問題を解消するため、特開2003-222555号公報では、次のような構成を採用している。

(1) 積分回路に差動積分回路を用いる。

(2) 駆動線に平行なバイアス線を設け、その抵抗を駆動線と実質同じにし、かつ、バイアス線の画素列毎に画素用電流源と実質同じ電流を流す電流源を設ける。

(3) 差動積分回路の入力に、画素用電流源の両端電圧と、バイアス線に接続した電流源の両端電圧とを入力する。

(4) 素子温度変化に応じた出力をだす参照信号出力回路を設け、その出力を低域通過フィルタやバッファを介してバイアス線に与える。

## 【0007】

バイアス線と駆動線の抵抗は実質同じであるので、バイアス線と駆動線の電圧降下量はほぼ同じになる。即ち、駆動線抵抗による電圧降下分布は差動積分回路で減算され、外部に出力されない。さらにバイアス線に加えられる電圧は、画素の素子温度変動にたいする信号出力変化を出力する参照信号出力回路をもとに生成されているので、素子温度変動によるドリフトも差動積分回路で減算され、外部に出力されない。

## 【0008】

【非特許文献1】石川等、「従来のシリコンICプロセスを用いた低コスト320×240非冷却IRFPA」、Part of the SPIE Conference on Infrared Technology and A

10

20

30

40

50

pplications XXV、1999年4月発行、Vol.3698、p.556頁から564頁

【特許文献1】特開2003-222555号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上記従来の熱型赤外線固体撮像装置においては、バイアス線に加える電圧の僅かなバラツキにより、後段回路で不具合が生じる問題があった。即ち、バイアス線に加える電圧は、参照信号出力回路から低域通過フィルタやバッファアンプを通じて供給される。ところが、このバイアス線に加える電圧については、低域通過フィルタやバッファアンプの製造ばらつき等種々の要因によって素子ごとにバラツキのある直流電圧オフセット成分が生じる。この直流電圧オフセット成分は微小であるが、増幅度の高い差動積分回路（多くの場合ゲイン10以上）によって増幅され、さらに素子が組込まれた赤外線カメラ内部のアンプ回路でも増幅されるため、後段回路のダイナミックレンジを超えてしまい、クリップ発生等を生じ易い。そこで、実際の素子製造においては、素子ごとにバッファアンプの内部回路定数を変更したり、新たな電圧調整回路を付加するなど、バイアス線に与える電圧の微調整が必要であった。バイアス調整による電圧変化は一般に高利得の差動積分回路に入力されるので、調整回路に高精度なものを必要とし、これらの微調整は製造コストの上昇をまねく要因にもなっていた。

10

【0010】

そこで本件発明は、駆動線での電圧降下によるオフセット分布と、素子温度変動による温度ドリフトとを抑制しながら、後段回路でのダイナミックレンジオーバーが生じ難い熱型赤外線固体撮像装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本件発明に係る赤外線固体撮像装置は、少なくとも1個以上直列接続されたダイオードを含む感光画素が2次元状に配置された画素エリアと、前記感光画素の一方の極を行毎に共通接続した駆動線と、前記駆動線を順に選択し電源に接続する垂直走査回路と、前記感光画素の他方の極を列毎に共通接続すると共に、その各終端に第1群の定電流化手段が接続された信号線と、前記画素エリアの列毎に設けられた第2群の定電流化手段を並列接続し、前記駆動線と略同一の電圧降下を生じるバイアス線と、前記画素エリアの列毎に設けられ、前記第1群の定電流化手段と前記第2群の定電流化手段の両端電圧の差を積分して出力する差動積分回路と、前記差動積分回路の出力信号を列毎に選択して出力端子に導く水平走査回路とを有する熱型赤外線固体撮像装置であって、前記バイアス線に入力されるバイアス電圧が、前記感光画素に対応する前記出力信号を前記画素エリア内の複数の感光画素間に亘って平均化した出力平均と基準電圧とを入力とする減算回路を通じて生成され、該減算回路の減算極性と前記差動積分回路の減算極性は、前記出力平均の変動が抑制される方向に選択されていることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0012】

本件発明においても、従来の熱型赤外線固体撮像装置と同様に、バイアス線と駆動線の電圧降下量はほぼ同じであるため、駆動線抵抗による電圧降下分布は差動積分回路で減算され、外部に出力されない。また、本件発明に係る熱型赤外線固体撮像装置では、素子温度を反映した参照信号を生成してバイアス線に入力するのではなく、通常の感光画素の出力電圧とバイアス線の電圧とを入力とする差動積分回路の出力信号を平均化し、その出力平均と基準電圧との差に応じて生成したバイアス電圧をバイアス線にフィードバックする。この出力平均は、感光画素に入射した赤外線量の平均（画素間での平均）を反映しているほか、素子温度変動による温度ドリフト成分や、製造バラツキ等によるバイアス電圧のバラツキも反映している。従って、この出力平均と基準電圧との差に応じて生成したバイアス電圧をバイアス線にフィードバックすることにより、素子温度変動による温度ドリフト成分が除去されると同時に、製造バラツキ等によるバイアス電圧のバラツキも自動的に

40

50

修正されることになる。これにより、従来必要であった電圧微調整回路をなくし、自動調整とすることも可能となる。

【0013】

即ち、本件発明によれば、従来の駆動線での電圧降下によるオフセット分布抑制という特徴を生かしつつ、バイアス電圧のバラツキを自動修正して、後段回路でのダイナミックレンジオーバーが生じ難い熱型赤外線固体撮像装置を提供することができる。

【0014】

尚、本件発明において「基準電圧」とは、ある一定の電圧であれば良く、特定の電圧値には限定されない。即ち、本件発明において、「基準電圧」はフィードバックするバイアス電圧を一定の電圧に自動修正する際の基準となるものである。従って、「基準電圧」は、ある一定の電圧であり、かつ、差動積分回路の出力信号が後段回路のダイナミックレンジに入るように選択されたものであれば、それがどのような電圧であっても発明の原理には影響しない。

【0015】

本件発明における「熱型赤外線固体撮像装置」は、単一の素子(チップ)で構成されていても良いし、撮像機能を有する素子(チップ)と外部回路との組合せによって構成されていても良い。後者の場合、出力平均の生成機能やバイアス電圧発生機能など、撮像素子の外部で処理するのに適した機能を外部回路に担わせることができる。

【0016】

また、本件発明における「減算回路」には、2入力間の電圧差に応じた出力を行う、あらゆる回路が含まれる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

実施の形態1

図1は、本件発明の実施の形態1に係る熱型赤外線固体撮像装置を示す回路図である。

本実施の形態では、平均化回路やバイアス発生回路が撮像素子内に作製された、単一の素子からなる熱型赤外線撮像装置について説明する。

【0018】

従来の熱型赤外線固体撮像装置と同様に、複数個が直列接続され、赤外線吸収構造と断熱構造を備えたダイオードによって個々の感光画素1(以下、単に「画素1」)が構成されており、その画素1が2次元状に配列された画素エリアを構成している。画素1の各行ごとに駆動線3が共通して接続されている。また、画素1の各列ごとに信号線5が共通して接続され、各信号線5の終端には第1群の定電流化手段として定電流源2が接続されている。また、垂直走査回路4とスイッチにより駆動線3が順番に選択され、各駆動線3が電源6に接続される。一方、定電流源2に近接して画素1の各列毎に、第2群の定電流化手段として、定電流源2と略同一の電流を流す定電流源20が配置されており、駆動線3と略平行なバイアス線19によって並列接続されている。バイアス線19は、駆動線3と略同一の電圧降下を生じるように、駆動線3と略同一の抵抗値を有している。尚、バイアス線19は、駆動線3と略同一の電圧効果を生じれば良く、必ずしも駆動線3と同一の抵抗を有する必要はない。定電流源2の電流値が定電流源20と異なる場合には、それに

【0019】

画素1の各列毎に差動増幅積分回路7が形成されており、定電流源2の両端電圧と定電流源20の両端電圧との差を積分、増幅して出力する。そして、水平走査回路8によって水平選択スイッチ9が順次オンされ、列毎に配置された差動積分回路7の出力信号が、出力アンプ11を介して出力端子10から外部に出力される。バイアス線19では駆動線3と略同一の電圧降下を生じているため、上記構成によって駆動線3での電圧降下分を出力からキャンセルし、駆動線3に由来するオフセット分布が除去される。

【0020】

ここで、従来は、素子温度を反映した参照信号をバイアス線19に入力していたが、本

10

20

30

40

50

件発明では、通常の画素 1 に対応した差動積分回路 7 の出力信号を平均化回路 1 3 で複数の画素間に亘って平均化した後、バイアス発生回路 1 4 において、その平均化された信号（出力平均）と基準電圧との差に応じたバイアス電圧を生成してバイアス線 1 9 にフィードバックする。

【 0 0 2 1 】

即ち、出力端子 1 0 には、平均化回路 1 3 が接続されており、差動積分回路 7 から出力された各画素 1 の信号を平均化して出力平均を生成する。この出力平均は、バイアス発生回路（基本的には減算回路）1 4 のマイナス側端子に入力され、バイアス発生回路 1 4 においてプラス側端子 1 5 に入力された基準電圧と比較され、その差に応じたバイアス電圧が生成される。生成したバイアス電圧は、低域通過フィルタ 1 6、バッファアンプ 1 7 及び低域通過フィルタ 1 8 を介してバイアス線 1 9 に入力される

10

【 0 0 2 2 】

ここで、差動積分回路 7 の減算極性とバイアス発生回路（減算回路）1 4 の減算極性は、出力平均の変化を抑制される方向に選択されている。即ち、バイアス線 1 9 の電圧（バイアス線 1 9 に接続した電流源 2 0 の電圧）が差動積分回路 7 のプラス側に入力された場合には、その差動積分回路 7 の出力を平均化した出力平均はバイアス発生回路 1 4 のマイナス側に入力される。逆に、バイアス線 1 9 の電圧が差動積分回路 7 のマイナス側に入力された場合には、出力平均はバイアス発生回路 1 4 のプラス側に入力される。これにより、バイアス発生回路 1 4 は、出力平均と基準電圧の差に応じて、この差を減少させる方向にバイアス線 1 9 の電圧を変化させることになる。

20

【 0 0 2 3 】

平均化回路 1 3 で生成した出力平均は、（ a ）画素 1 に入射した赤外線量の画素間平均を反映しているほか、（ b ）素子全体の温度変動による温度ドリフト成分や、（ c ）製造バラツキ等によって生じるバイアス線 1 9 の電圧バラツキも反映している。従って、この出力平均と基準電圧との差に応じてバイアス電圧を生成することにより、素子温度変動による温度ドリフト成分（上記（ b ））を画像出力から除去すると同時に、製造バラツキ等によるバイアス電圧のバラツキ（上記（ c ））も自動的に修正することができる。

【 0 0 2 4 】

即ち、本件発明によれば、製造バラツキ等に起因するバイアス線の電圧バラツキ（上記（ c ））が自動修正されるため、熱型赤外線固体撮像装置の出力平均は、回路内における直流オフセット成分の製造バラツキの影響を受けずにほぼ一定となり、装置ごとの特性バラツキによる装置内外の後段回路でのダイナミックレンジオーバーが防止できる。しかも、バイアス線 1 9 の電圧は、従来と同じく列ごとにある電流源による駆動線電圧降下を模擬するだけでなく、素子温度ドリフト情報（上記（ b ））を反映して変化するので、従来例における駆動線での電圧降下によるオフセット分布抑制と温度ドリフト抑制という特徴はそのまま生かされる。

30

【 0 0 2 5 】

尚、被写体撮像中の出力信号を平均化して出力平均を生成する場合、原理的には、画素 1 に入射した赤外線量の画素間平均値（上記（ a ））が変動すれば、その変動分も本件発明のフィードバック機構によるキャンセルの対象となる。しかしながら、赤外線カメラは監視用途などに使用される場合が多いため、被写体の赤外線量の平均値変動をモニタできなくても、被写体画像のコントラストを認識できれば多くの使用目的では実用上大きな弊害とならない。また、被写体を撮像中の出力信号を平均化して出力平均を生成すれば、バイアス電圧によって被写体の発する赤外線量の平均値変化分をキャンセルできるため、被写体全体の赤外線量が過剰に大きくなった場合であっても、画像信号が飽和してコントラストが失われるといった不具合を防ぐことができる。

40

【 0 0 2 6 】

但し、被写体撮像中の出力信号を平均化する場合、動きの大きな被写体を撮像すると、被写体の動きに応じてバイアス電圧が不安定になり、画像が乱れ易くなるといった現象が生じ得る。そこで、本実施の形態では、平均化回路 1 3 として時定数の長い低域通過フィ

50

ルタを採用している。即ち、平均化回路として、被写体の動きには追従しないが、素子全体の温度変化には追従するような時定数を有する低域通過フィルタを用い、被写体の動きに追従してバイアス電圧が変化しないようにしている。このような低域通過フィルタの時定数としては、例えば全画素を読み出すのに必要な時間の3倍以上、より好ましくは10倍以上、さらに好ましくは20倍以上とすることが望ましい。素子の温度変動は秒オーダーであるから、平均化回路である低域通過フィルタに数Hzの帯域があれば素子温度変動は十分キャンセルすることができる。このような低域通過フィルタとしては、例えば図9(a)に示すような、抵抗又はリアクタンス30と容量31からなる一般的なものを用いることができる。このような低域通過フィルタによって平均化回路13を構成すれば、回路構成が簡略となって装置の小型化が容易となる利点もある。

10

## 【0027】

本件発明の効果について、図2及び図3を参照しながら、さらに詳細に説明する。

図2に示すように、バイアス発生回路14は、例えば減算回路21と、減算回路21の出力をレベルシフトさせる働きを持つソースフォロワ回路22とから構成される。減算回路21としては、例えばオペアンプを用いた周知の減算回路を用いることができる。図2に示す例では、オペアンプのマイナス側端子に抵抗 $R_1$ 、プラス側端子に抵抗 $R_3$ が接続され、オペアンプのプラス側端子と抵抗 $R_3$ の間は抵抗 $R_4$ を介してグラウンド接続され、オペアンプのマイナス側端子と抵抗 $R_1$ の間には抵抗 $R_2$ を介してオペアンプ出力がフィードバックされている。また、ソースフォロワ回路としては、例えばPチャネルMOSトランジスタ36を駆動トランジスタとして電流源35と組合せた回路を用いることができる。

20

## 【0028】

図2に示すように、平均化回路13で生成した出力平均を $V_m$ 、端子15から入力される基準電圧を $V_r$ とすると、減算回路21における抵抗 $R_4$ と $R_2$ が等しく、抵抗 $R_1$ と $R_3$ が等しい場合は、減算回路21の出力 $V_d$ は(1)式のようになる。

$$V_d = (V_r - V_m) \times R_2 / R_1 \quad (1)$$

## 【0029】

減算回路21の出力 $V_d$ は、ソースフォロワ回路22でレベルシフトされた後、低域通過フィルタ16及び18で雑音成分が除去され、バッファアンプ17で電流駆動能力が増幅されたのちバイアス線19に与えられる。これら回路での合計のレベルシフト量、即ちバイアス発生回路14の入力端からバイアス線19の入力端までの合計のレベルシフト量を $V_1$ とすると、バイアス線への入力電圧を $V_b$ は次式で与えられる。

30

$$V_b = (V_r - V_m) \times G + V_1 \quad (2)$$

ここで $G$ は、出力端子10からバイアス線19の入力端までの合計の利得であり、この例では、 $R_2 / R_1$ に回路22以降の利得変化を乗じた値となる。尚、平均化回路13で有為な利得やレベルシフトが生じている場合には、それらを含めて $G$ と $V_1$ を考えれば良い。

40

## 【0030】

上記(2)式から分かるように、差動積分回路7の出力信号を平均化した出力平均 $V_m$ に対するバイアス線の入力電圧 $V_b$ の関係は図2に示すように逆比例になる。即ち、出力平均 $V_m$ が増大するに従い、バイアス線の入力電圧 $V_b$ は小さくなる。

## 【0031】

一方、出力平均 $V_m$ は次のようにして決まる。まず、図1に示すように、画素1を構成しているダイオードは、電源6と定電流源2によって定電流駆動されており、定電流源2

50

の両端電圧を信号  $V_p$  として出力する。この信号  $V_p$  は、差動積分回路 7 のマイナス端子側に入力されている。差動積分回路 7 のプラス端子側には、バイアス線 19 に接続した定電流源 20 の両端電圧が入力される。差動積分回路 7 の入力端から出力端子 10 までの利得、即ちこの例では差動積分回路 7 から出力アンプ 11 までの合計利得を  $A_v$ 、そこで発生する直流オフセット電圧の合計を  $V_{of}$  とすると、画素 1 の出力  $V_o$  は次の (3) 式のようなになる。

$$V_o = (V_b - V_p) \times A_v + V_{of} \quad (3)$$

【 0 0 3 2 】

さて、出力平均  $V_m$  は、 $V_o$  を画素間で平均化したものであるから、画素毎に異なる (3) 式右辺のそれぞれの値の平均値を添え字「m」で表記すると次の (4) 式となる。

【 0 0 3 3 】

$$V_m = (V_{bm} - V_{pm}) \times A_{vm} + V_{ofm} \quad (4)$$

(4) 式を (2) 式に代入して整理すると、 $V_m$  は次の式で表すことができる。

$$V_m = \frac{A_{vm} G}{1 + A_{vm} G} V_r + \frac{A_{vm}}{1 + A_{vm} G} (V_l - V_{pm}) + \frac{1}{1 + A_{vm} G} V_{ofm} \quad (5)$$

(5) 式からわかるように、 $A_{vm}$  と  $G$  が共に 1 より十分に大きければ、 $V_m$  は  $V_r$  とほぼ等しくなる。

$$V_m \approx V_r \quad (6)$$

【 0 0 3 4 】

例えば、 $A_{vm}$  と  $G$  が共に 10 以上、好ましくは 50 以上、さらに好ましくは 100 以上であれば、(5) 式の第 2 項と第 3 項の影響は非常に小さくなり、出力平均  $V_m$  は基準電圧  $V_r$  にほぼ等しくなるように制御されることになる。即ち、各画素からの出力の平均値は、素子温度変動や製造バラツキに拘わらず、所定の基準電圧  $V_r$  に制御されることになる。従って、基準電圧  $V_r$  を後段回路のダイナミックレンジ内で適切に設定しておけば、製造バラツキによるダイナミックレンジオーバを防止することができる。これにより、素子毎に行っていたバイアス線電圧の微調整、例えばバッファアンプ 17 の内部回路定数の変更や新たな電圧調整回路付加等が不要になる。

【 0 0 3 5 】

尚、本実施の形態における基準電圧  $V_r$  は、後段回路のダイナミックレンジに入るような一定の値であれば良く、特に特定の電圧には限定されない。但し、基準電圧  $V_r$  は、画像信号のいわば基準電圧レベルとなるため、後段回路に含まれるアンプのダイナミックレンジのほぼ中心であることが好ましい。例えば、一般的な回路構成では、差動積分回路 7 のプラス及びマイナス入力端子に入れる信号が相等しいときの出力電圧を後段回路のダイナミックレンジ中心として設計する場合が多い。そのような場合には、差動積分回路 7 のプラス及びマイナス入力端子に入れる信号が相等しいときの出力平均電圧  $V_m$  に  $V_r$  を一致させることが好ましい。

【 0 0 3 6 】

また、出力平均  $V_m$  は、画素エリア内にある画素からの出力の平均値にほぼ一致しているば良く、必ずしも画素エリア内の全画素に亘って取られた平均でなくても良い。

【 0 0 3 7 】

素子温度が変化し、 $V_{pm}$  が変化しても上記の関係は維持される。まず、環境温度が上

10

20

30

40

50

昇し、差動積分回路のマイナス側入力電圧の平均値  $V_{pm}$  が上昇すると、(4)式に従って  $V_m$  が低下する。しかし、 $V_m$  が低下すると直ちに(2)式により  $V_b$  も上昇するため、(4)式に従って  $V_m$  が上昇する。即ち、 $V_m$  の変化を抑制するようなフィードバックループが形成されることになる。

【0038】

ところで、本実施の形態のような熱型赤外線固体撮像装置において  $A_{vm}$  は画素1の出力増幅度に相当するため10以上にとるのが一般的である。また、 $G$  の値として10以上に設定することも、単段のオペアンプで実現できる。従って、 $A_{vm}$  と  $G$  が共に1より十分に大きいという条件は容易に充たし得る。

【0039】

一方、 $A_{vm}$  と  $G$  が共に1より十分大きいという条件が充たされない場合、(5)式に示すように環境温度や製造バラツキによって変化する  $V_l$ 、 $V_{pm}$ 、 $V_{ofm}$  の影響が出力平均  $V_m$  に現れる。しかしながら、必要とされる使用温度範囲や許容される製造バラツキは、撮像装置の用途や設計によっても異なる。従って、用途や設計によっては、 $A_{vm}$  と  $G$  が共に1より十分大きいという条件が充たされない場合であっても本件発明を適用可能であることは言うまでもない。

【0040】

例えば、 $A_{vm}$  と  $G$  が共に1より十分大きいという条件が充たされない場合であっても、 $A_{vm}$  と  $G$  の積が1より十分大きい条件では  $V_m$  は次式で表すことができる。

$$V_m \approx V_r + \frac{V_l - V_{pm}}{G} \quad (7)$$

一般に  $V_r$ 、 $V_l$ 、 $V_{pm}$  は同程度の電圧オーダであるので、(7)式における第2項は第1項に比べ小さくなり、出力平均  $V_m$  は基準電圧  $V_r$  にほぼ調整される。このような関係が充たされるには、 $A_v$  と  $G$  の積が10以上、より好ましくは50以上、さらに好ましくは100以上であることが望ましい。

【0041】

以下、本実施の形態に係る熱型赤外線固体撮像装置の各構成について詳細に説明する。(差動積分回路7)

差動積分回路の構成例を図7に示す。図7は、本件発明者が先に特許出願(特願2000-386974号)したもので、演算増幅器を用いた一般的な構成に比べ簡略になる効果がある。図7に示す差動積分回路は、定電流源2の両端電圧と定電流源20の両端電圧を入力側に接続した差動電圧電流変換アンプ25と、差動電圧電流変換アンプ25の出力側に接続された積分容量26と、積分容量26を周期的に電圧  $V_{ref}$  にリセットするように接続されたリセットトランジスタ27を備える。差動電圧電流変換アンプ25は、負帰還なしの状態に接続されており、その出力インピーダンスと積分容量25のキャパシタンス  $C_i$  との積(=時定数)が積分時間  $T_i$  の5倍以上となるように設定されている。

【0042】

積分容量26の入力端には、サンプルホールド用トランジスタ37、サンプルホールド容量39、リセットトランジスタ38から成るサンプルホールド回路28が接続されている。積分後の出力は、サンプルホールド回路28でサンプリングされ、バッファ29を介して出力される。図7の差動積分回路7では、負帰還をしない状態の差動電圧電流変換アンプ25を用いて積分回路を構成しているため回路構成が簡略となる。

【0043】

ここで、図7に示す差動電圧電流変換アンプ25が積分動作をすることについて説明する。一般の帰還を施していない電圧増幅器の入出力応答特性は、電圧増幅器の相互コンダクタンスを  $gm$ 、出力インピーダンスを  $R_{out}$ 、積分時間を  $T_i$  として、次の(8)式で表される。

10

20

30

40

$$\alpha = g_m \times R_{out} \times \{1 - \exp(-T_i / T_a)\} \quad (8)$$

ここで、 $T_a$  は (9) 式で表される時定数である。

$$T_a = R_{out} \times C_i \quad (9)$$

$T_a = T_i$  であれば、

$$\alpha = g_m \times R_{out} \times \frac{T_i}{T_a} = g_m \frac{T_i}{C_i} \quad (10)$$

10

となり、積分器の応答特性となる。

【0044】

$T_a = T_i$  という条件は、出力インピーダンス  $R_{out}$  と積分容量の積で表される時定数が積分時間に比べ充分長いことを示している。例えば、時定数  $T_a$  を積分時間  $T_i$  の少なくとも5倍以上とすれば、積分器の応答特性からのずれを10%以内とすることができる。時定数  $T_a$  を大きくするためには、出力インピーダンス  $R_{out}$  が非常に大きな電圧増幅器を使えばよい。一般に、電圧利得  $g_m \cdot R_{out}$  の大きな負帰還を用いない単一のアンプは、出力インピーダンス  $R_{out}$  が大きくなる。例えば、一般的な演算増幅器のうちの差動アンプのみを取出して、図7に示すように負帰還や入力抵抗無しで接続することにより、差動電圧電流変換アンプ25とすることができる。したがって、図7の差動積分回路によれば、極めて簡単な回路構成によって、積分回路を構成することができる。

20

【0045】

差動電圧電流変換アンプ25の具体例を図8A~図8Cに示す。図8Aの例では、MOSトランジスタ55のゲートに画素1からの信号(定電流源2の両端電圧)を入力し、ソースにバイアス線19の電圧(定電流源20の両端電圧)を入力することにより、両者の差に応じた積分電流を流す回路である。MOSトランジスタ55のソースには積分電流が流れるとともにバイアス線19の電圧を加える必要があるため、MOSトランジスタ55のソースとバイアス線19の間にバッファアンプ56が設けられている。バッファアンプ56は、負帰還させたオペアンプなどの一般的なもので良い。

30

【0046】

図8B及び図8Cは、本件発明者が先に出願した特願2000-386974号で開示した差動アンプを用いた例である。これらの差動電圧電流変換アンプ25は、ゲート62及び63が入力端子となるドライバトランジスタ対58と、ドライバトランジスタ対のドレインと電源線61(又はアース)の間に設けられ、互いにカレントミラー接続された負荷トランジスタ対59と、ドライバトランジスタ対58のソースに接続された電流源を構成するトランジスタ60を備える。トランジスタ60のゲートにはバイアス電圧  $V_G$  が与えられている。出力端子64は、ドライバトランジスタ対58の一方のドレインに接続されている。

40

【0047】

図8Bは、ドライバトランジスタと電流源をNMOSで、負荷トランジスタをPMOSで構成したものであり、図8Cはこれらの関係を逆にしたものである。尚、上記説明でカッコ内は図8Cに対応した表記である。この回路の出力インピーダンス  $R_{out}$  は、ドライバトランジスタと負荷トランジスタの飽和領域のドレインソース間抵抗をそれぞれ  $R_{dsd}$ 、 $R_{dsi}$  とすると次式で表される。

$$R_{out} = \frac{R_{dsd} \times R_{dsi}}{R_{dsd} + R_{dsi}} \quad (11)$$

図7のような積分回路を、2次元の赤外線撮像素子に適用する場合、駆動条件の制約が

50

ら積分時間  $T_i$  は大きくても  $50 \mu\text{sec}$  程度である。また、集積回路として組込む面積上の制約から積分容量のキャパシタンス  $C_i$  は大きくても約  $30 \text{ pF}$  である。従って、(9) 式で示される時定数を積分時間  $T_i$  の5倍である  $250 \mu\text{sec}$  とすると、出力抵抗  $R_{out}$  は  $8.3 \text{ M}$  以上であればよいことになる。図8B、図8Cのトランジスタは全て飽和領域で動作するので、チャンネル長を充分長く(例えば  $20 \mu\text{m}$  以上)することで、ドレイン・ソース間抵抗は無限大に近くになり、上記要求を充分満たすことができる。

#### 【0048】

(低域通過フィルタ)

低域通過フィルタ16と18は、バイアス発生回路14などで発生する雑音をカットし温度ドリフト成分と製造バラツキに起因するのみを抽出するためのものである。一般に、高S/Nを目指す赤外線検出器では、電源系の雑音は電源回路で充分低減されており、検出部からの雑音が装置の雑音主成分となる。バイアス発生回路14への入力ラインには画素1で発生した雑音成分の平均が含まれるため、差動積分回路7からの出力における雑音が画素1の出力のみを積分する場合に比べて大きくなる。一方、環境温度変化による検出部出力変化や、環境温度変化に伴う電源回路特性変動による電源電圧の変化は、その変動が一般に秒オーダ以上の緩やかなものである。したがって、それをバイアス電圧が通過するラインの帯域は、赤外線を検出する信号ラインに必要な帯域に比べて充分狭くてもよい。そこで、出力端子10から差動積分回路7の入力端子にフィードバックするライン上に低域通過フィルタ16と18を入れ、温度ドリフト成分や直流電圧オフセット成分のみを通過するようにすれば、差動による雑音増加を抑制することができる。尚、このような赤外線固体撮像装置の画素にとっての雑音帯域幅の代表的な値は数kHzであるので、その1/100以下にカットオフ周波数をきめておけば良い。素子温度変動の観点からは、その変動周期は早くても秒オーダであるから数Hzの帯域があれば十分である。

#### 【0049】

尚、本実施の形態では、平均化回路13を低域通過フィルタで構成しているため、平均化回路13において雑音除去が充分であり、バイアス発生回路14で発生する雑音が十分に小さい場合には、低域通過フィルタ16、18を省略しても良い。また、低域通過フィルタ16、18をバッファ17の前後に挿入しているが、何れか一方だけでもよい。

#### 【0050】

低域通過フィルタ16及び18の回路構成例を、図9Aと図9Bに示す。以下に示す構成は、低域通過フィルタ16及び18のいずれにも用いることができる。

図9Aの低域通過フィルタは、受動素子を用いたもので30は抵抗もしくはリアクタンスであり、31は容量である。バッファアンプ17の後側に挿入するフィルタ(=低域通過フィルタ18)としては直流電圧降下がないリアクタンスの方が望ましい。一方、バッファアンプ17の手前側に設けるフィルタ(=低域通過フィルタ16)としては、フィルタとしての特性が得られ易い抵抗を用いる方が望ましい。また、抵抗30は、電源回路6の内部抵抗あるいはバッファアンプ17の内部抵抗で代用してもよい。図9Bの低域通過フィルタは、能動素子である演算増幅器32を用いた積分回路であり、この回路構成も低域通過フィルタとして一般的であるので詳細な説明は省略する。

#### 【0051】

本発明における低域通過フィルタ16及び18は、図9A及び図9Bに例示するものに限定されるものではなく、他のフィルタ(例えば、スイッチトキャパシタ回路)を用いることもできる。また、低域通過フィルタ16及び18は、バッファアンプ17の前側か後側のいずれか一方だけに設けても良いが、その場合はバッファアンプ17の前側のフィルタ(=フィルタ16)を残すことが好ましい。バッファアンプ17の後側には大きな電流が流れるため、フィルタでの電圧降下がバイアス電圧の変動の原因となるからである。

#### 【0052】

(画素1)

図10A及び図10Bは、本実施の形態に係る熱型赤外線固体撮像装置における画素1の構造例を模式的に示す断面図及び斜視図である。画素1において、温度センサとなるP

10

20

30

40

50

N接合ダイオード902が、2本の長い支持脚1101によってシリコン基板1102に設けられた中空部1103の上に支持されており、ダイオード902の電極配線1104が支持脚1101に埋め込まれている。PN接合ダイオード902は、感度を高めるために複数個が直列に接続されていることが好ましい。中空部1103は、ダイオード902とシリコン基板1102との間の熱抵抗を高めて、断熱構造を形成している。この例では、ダイオード902がSOI基板のSOI層上に形成されており、SOI層下の埋め込み酸化膜が中空構造を支持する構造体の一部になっている。また、ダイオード部に熱的に接触している赤外線吸収構造1106が、図の上方から入射する赤外線を効率良く吸収できるように、支持脚1101の上方に張り出した構造となっている。尚、図10Bでは下部の構造を判りやすくするため、図の前方の部分での赤外線吸収構造を除いて描いてある。

10

#### 【0053】

赤外線が画素1に入射すると、赤外線吸収構造1106で吸収され、上記の断熱構造により画素1の温度が変化し、温度センサとなるダイオード902の順方向電圧特性が変化する。このダイオード902の順方向電圧特性の変化量を、所定の検出回路で読み取ることにより、入射した赤外線量に応じた出力信号を取出すことができる。熱型赤外線固体撮像装置では、画素1が2次元に多数配列されており、それらを順にアクセスしていく構造となっている。このような素子では画素間の特性均一性が重要であるが、ダイオードの順方向電圧やその温度依存性は固体間のバラツキが非常に小さく、熱型赤外線撮像装置にとって温度センサにダイオードをもちいることは特性均一性を図る上で特に有効である。尚、ここでは画素1がPN接合ダイオードからなる場合について説明したが、画素1は温度

20

#### 【0054】

なお、本実施の形態において、平均化回路13、バイアス発生回路14、低域通過フィルタ16、18、バッファアンプ17を画素1と同一チップに設けてもよく、チップ外に設けてもよいのは言うまでもない。またバッファアンプ18の機能はバイアス発生回路14に含めてもよい。また、出力平均の変化を抑制する向きであれば、差動積分回路7、バイアス発生回路14のプラス、マイナス側入力の接続構成はこの例に限らない。例えば、図1においてプラス、マイナス側入力の向きを全て逆転しても良い。一方のみ逆転し、バッファアンプ17に反転アンプを含めてもよい。

30

#### 【0055】

また、本実施の形態においては、差動積分回路7の出力信号を出力アンプ11で増幅した後に平均化回路13で平均化して出力平均を生成したが、本件発明はこれに限定されない。本件発明における出力平均は、差動積分回路7の出力信号の平均値に対応していれば良く、例えば出力アンプ11の増幅前後いずれで平均化されたものであっても良い。

#### 【0056】

#### 実施の形態2

図4A及び図4Bに基づいて本件発明の実施の形態2について説明する。

本実施の形態では、熱型赤外線固体撮像素子(チップ)の外部に平均化回路とバイアス発生回路を設けて熱型赤外線固体撮像装置を構成すると共に、該装置において差動積分回路の出力信号をデジタル化した後に平均化する例について説明する。また、併せて本件発明の赤外線カメラとしての実施形態について説明する。

40

#### 【0057】

まず、本実施の形態に係る赤外線固体撮像素子42の構成について説明する。図4Bに示すように、バイアス線19には、バッファ17と低域通過フィルタ18を介して外部からの入力を受けるバイアス電圧入力端子43が接続されている。その他の点は、実施の形態1と同様である。即ち、バイアス線19には、画素1の各列毎に第2群の定電流化手段として定電流源20が接続されており、駆動線3と略同一の電圧降下を生じるように抵抗値が設定されている。差動積分回路7のプラス側には定電流源20の両端電圧が入力され

50

、マイナス側には画素 1 に接続した定電流源 2 の両端電圧が入力され、両者の差を積分、増幅して出力する。そして、水平走査回路 8 によって水平選択スイッチ 9 が順次オンされ、列毎に配置された差動積分回路 7 の出力信号が出力アンプ 11 を介して出力端子 10 から出力される。バイアス線 19 では駆動線 3 と略同一の電圧降下を生じているため、駆動線 3 での電圧降下分を出力からキャンセルし、駆動線 3 に由来するオフセット分布を除去できる。

#### 【0058】

一方、バイアス線 19 のバイアス電圧は、赤外線カメラ内に組込まれた外部回路で生成され、バイアス電圧入力端子 43 を通じてバイアス線 19 に供給される。

図 4 A は、図 4 B に示した熱型赤外線固体撮像素子 42 を組込んだ赤外線カメラを示すブロック図である。図 4 A に示す赤外線カメラは、赤外線固体撮像素子 42 に被写体から発せられた赤外線を結像するためのレンズ 41 と、赤外線固体撮像素子 42 の出力端子 10 から出力された画像信号を増幅するプリアンプ 44 と、プリアンプ 44 の出力を A/D 変換する A/D コンバータ 45 と、A/D コンバータ 45 から出力されたデジタル化画像信号について各種加工を行うためのデジタルシグナルプロセッサ (DSP) 46 と、加工された信号をアナログ信号に戻す D/A コンバータとアンプを兼ねた D/A 変換兼アンプ回路 47 とを備えており、画像信号をモニタ 48 に出力している。

#### 【0059】

また、A/D コンバータ 45 には、平均化回路として機能するデジタルシグナルプロセッサ (以下、「DSP」) 49 が接続されており、デジタル化された後の画像信号の平均値 (= 出力平均) が DSP 49 で算出される。算出された出力平均は、DSP 49 に接続した D/A コンバータ 50 でアナログ信号に戻された後、サンプルホールド回路 51 に入力され、所定のタイミングに合わせて保持される。ここで保持された出力平均は、バイアス発生回路 14 において基準電圧と比較され、両者の差に応じたバイアス電圧が生成される。そして、バイアス発生回路 14 で生成したバイアス電圧が、バイアス電圧入力端子 43 を介して熱型赤外線固体撮像素子 42 のバイアス線 19 に供給される。

#### 【0060】

本実施の形態においても、平均化回路である DSP 49 で生成した出力平均は、素子全体の温度変動による温度ドリフト成分と、熱型赤外線固体撮像素子の製造バラツキ等によって生じるバイアス線 19 の電圧バラツキも反映している。従って、この出力平均と基準電圧との差に応じてバイアス電圧を生成することにより、素子温度変動による温度ドリフト成分を画像出力から除去すると同時に、製造バラツキ等によるバイアス電圧のバラツキも自動的に修正することができる。

#### 【0061】

また、本実施の形態では、熱型赤外線固体撮像素子 42 内の差動積分回路 7 の出力信号を A/D 変換回路 45 においてデジタル化した後に出力平均を算出している。このため、出力平均の算出精度が高くなり、バイアス電圧のフィードバックによる温度ドリフト抑制や製造バラツキの自動調整をより高い精度で行うことが可能になる。

#### 【0062】

さらに、本実施の形態においては、DSP 49 で生成した出力平均をサンプルホールド回路 51 において所定のタイミングで保持する。ここで「所定のタイミング」とは、熱型赤外線固体撮像素子装置内の回路シーケンスによって決められたタイミングでも良いし、熱型赤外線固体撮像素子装置 (即ち、撮像素子とバイアス電圧のフィードバックループ) の外部からの入力によって決められるタイミングであっても良い。熱型赤外線固体撮像素子装置の外部からの入力としては、撮像した画像の画像解析結果に応じて発せられる命令や、赤外線カメラの使用者のボタン動作による入力などが考えられる。サンプルホールド回路 51 を動作させるタイミングを適宜設定することにより、より安定した画像取得が可能となる。例えば、実施の形態 1 のように、被写体の撮像中に連続的に出力平均を生成してバイアス発生回路に入力する場合、被写体の動きによってバイアス電圧が変動し、画像が不安定になる場合がある。そこで、サンプルホールド回路 51 を、被写体に実質的に動きがない場

10

20

30

40

50

合（若しくは動きが少ない場合）に合わせて動作させれば被写体の動きによるバイアス変動を抑制できる。

【0063】

また、さらに被写体以外の適当な参照用被写体（好ましくは赤外線放射量が既知で均一な被写体）の撮像に合わせてサンプルホールド回路51を動作させれば、平均温度の異なる被写体の平均温度差も出力可能となる。即ち、実施の形態1のように被写体の撮像中に連続的に出力平均を生成してバイアス発生回路に入力する場合、平均温度（平均赤外線量）の異なる被写体を撮像した場合であっても、その平均温度差がバイアス電圧のフィードバック機構によって出力からキャンセルされてしまい、画像に現れない。参照用被写体の撮像に合わせてサンプルホールド回路を動作させ、被写体の撮像中はバイアス電圧を一定にすれば被写体の平均温度差も画像に反映させることができる。

10

【0064】

サンプルホールド回路51としては、一般的なもので良く、例えば図7に示したサンプルホールド回路28と同じものを用いることもできる。また、サンプルホールド回路13の他の例を図11及び図12に示す。図11は、オペアンプ66を用いた周知の例であり、サンプルホールド容量67にサンプルホールドスイッチ68が接続されている。サンプルホールドスイッチ68へのゲート入力によって、スイッチが開状態となり、サンプルホールド動作が行われる。また、図12は、サンプルホールド回路の前に図9A又は図9Bに示したような低域通過フィルタ69を入れた例である。低域通過フィルタ69を入れることにより、余計な雑音を除去してノイズレベルを下げることもできる。

20

【0065】

本実施の形態に係る赤外線カメラによれば、本件発明のバイアス電圧フィードバック機構を備えた熱型赤外線固体撮像装置が組込まれているため、駆動線によるオフセット分布や温度ドリフトが抑制され、環境温度の変化に拘わらず均一な画像を安定して取得することができる。また、撮像素子42内のバイアス電圧が自動調整されるため、素子出力の電圧レベルのバラツキが少なく、プリアンプ44やD/A兼増幅回路47におけるクリップ等の不具合が抑制される。

【0066】

実施の形態3

図5に基づいて本件発明の実施の形態3について説明する。

30

本実施の形態では、画素エリアに入射する赤外線が遮断されているときの出力を平均化する例について説明する。本実施の形態においても、実施の形態2と同様に、熱型赤外線固体撮像素子（チップ）の外部に平均化回路とバイアス発生回路を設けて熱型赤外線固体撮像装置を構成すると共に、該装置において差動積分回路の出力信号をデジタル化した後に平均化している。

【0067】

図5に示すように、本実施の形態に係る赤外線カメラでは、熱型赤外線固体撮像素子42（以下、単に「撮像素子42」）に被写体から発せられた赤外線を結像するためのレンズ41と、レンズ41と撮像素子42の間に開閉可能に挿入されて撮像素子42に入射する赤外線光を遮断するシャッタ52と、撮像素子42の出力端子10から出力された画像信号を増幅するプリアンプ44と、プリアンプ44の出力をA/D変換するA/Dコンバータ45と、A/Dコンバータ45から出力されたデジタル化画像信号について各種加工を行うためのデジタルシグナルプロセッサ（DSP）46と、加工された信号をアナログ信号に戻すD/Aコンバータとアンプを兼ねたD/A変換兼アンプ回路47とを備えており、画像信号をモニタ48に出力している。

40

【0068】

また、A/Dコンバータ45には、シャッタ52の開閉に同期して開閉するスイッチ53を介して、フレームメモリ54が接続されている。シャッタ52が閉じるとスイッチ53も閉じ（接続状態）、撮像素子42の1画面分のデジタル化された画像出力がフレームメモリ54に保管される。シャッタ52が開くと、スイッチ53も開く（切断状態）。フ

50

フレームメモリ54には、平均化回路として機能するデジタルシグナルプロセッサ（以下、「DSP」）49が接続されており、フレームメモリ54に保管された画像出力の平均値（＝出力平均）を算出する。算出された出力平均は、DSP49に接続したD/Aコンバータ50でアナログ信号に戻された後、バイアス発生回路14に入力される。バイアス発生回路14に入力された出力平均は、端子15から入力された基準電圧と比較され、両者の差に応じたバイアス電圧が生成される。そして、バイアス発生回路14で生成したバイアス電圧が、バイアス電圧入力端子43を介して撮像素子42のバイアス線19に供給される。撮像素子42は、図4Bに示したものと同様である。

【0069】

本実施の形態においても、平均化回路であるDSP49で生成した出力平均は、素子全体の温度変動による温度ドリフト成分と、熱型赤外線固体撮像素子の製造バラツキ等によって生じるバイアス線19の電圧バラツキも反映している。従って、この出力平均と基準電圧との差に応じてバイアス電圧を生成することにより、素子温度変動による温度ドリフト成分を画像出力から除去すると同時に、製造バラツキ等によるバイアス電圧のバラツキも自動的に修正することができる。

【0070】

本実施の形態では、画素エリアに入射する赤外線が遮断しているときの画像出力に基づいて出力平均が算出されるため、実施の形態1で説明したような被写体の動きによる画像不安定化の問題はなくなる。またシャッタ52の温度が既知であれば、シャッタ52が開いた状態で異なる温度の均一被写体を撮像した場合もその温度差に応じた出力を得ることができる。また、本実施の形態においても、実施の形態2と同様に、画像出力をA/D変換回路45においてデジタル化した後に出力平均を算出しているため、出力平均の算出精度が高くなる利点がある。

【0071】

尚、本実施の形態において、スイッチ53とフレームメモリ54を用いてシャッタ撮像中の画像信号を選択的に平均化したが、シャッタ撮像中の出力平均がバイアス発生回路14に入力されれば他の回路構成も可能である。例えば、実施の形態2と同様にサンプルホールド回路によってシャッタ撮像中の出力平均を選択的にサンプルホールドすることにより、シャッタ撮像中の出力平均をバイアス発生回路に入力しても良い。また、画素エリアに入射する赤外線を遮断する手段はレンズキャップや絞り等でも良く、シャッタには限られない。但し、赤外線カメラのシャッタを用いて赤外線を遮断すれば、シャッタの開閉動作と出力平均のサンプリング動作（スイッチング又はサンプルホールド）とを同期させ易く、簡易な構成によって精度の高いバイアス電圧制御を行うことができる。

【0072】

#### 実施の形態4

本実施の形態においては、熱型赤外線固体撮像素子の第1群及び第2群の定電流化手段として、定電流源ではなく、負荷抵抗を用いる。その他の点は、実施の形態2または3と同様である。

【0073】

図6は、図4Bに示した赤外線固体撮像素子42の別の実施形態を示す図である。定電流源2、20の代わりに、負荷抵抗23、24を用いている。負荷抵抗23と負荷抵抗24の抵抗を適宜調整することにより、駆動線3とバイアス線19での電圧降下を略同一にして図4Bに示した例と同様の効果を得ることができる。例えば、駆動線3とバイアス線19の抵抗が略同一の場合には、負荷抵抗23と負荷抵抗24の抵抗値を実質的に同一に設定すれば良い。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1に係る熱型赤外線固体撮像装置を示す回路図である。

【図2】図2は、本件発明に用いるバイアス発生回路の一例を示す回路図である。

10

20

30

40

50

【図 3】図 3 は、出力平均  $V_m$  とバイアス線の入力電圧  $V_b$  の関係を模式的に示すグラフである。

【図 4 A】図 4 A は、本発明の実施の形態 2 に係る赤外線カメラを示すブロック図である。

【図 4 B】図 4 B は、図 4 A に示した熱型赤外線固体撮像素子の回路構成を示す回路図である。

【図 5】図 5 は、本件発明の実施の形態 3 に係る赤外線カメラを示すブロック図である。

【図 6】図 6 は、図 4 B に示した熱型赤外線固体撮像素子の变形例を示す回路図である。

【図 7】図 7 は、差動積分回路の一例を示す回路図である。

【図 8 A】図 8 A は、図 7 に示す差動積分回路中の差動電圧電流変換アンプの例を示す回路図である。

10

【図 8 B】図 8 B は、図 7 に示す差動積分回路中の差動電圧電流変換アンプの別の一例を示す回路図である。

【図 8 C】図 8 C は、図 7 に示す差動積分回路中の差動電圧電流変換アンプのさらに別の例を示す回路図である。

【図 9 A】図 9 A は、本件発明に用いる低域通過フィルタの例を示す回路図である。

【図 9 B】図 9 B は、本件発明に用いる低域通過フィルタの別の例を示す回路図である。

【図 10 A】図 10 A は、本件発明に係る熱型赤外線固体撮像装置の画素構造の例を示す断面図である。

【図 10 B】図 10 B は、本件発明に係る熱型赤外線固体撮像装置の画素構造の例を示す斜視図である。

20

【図 11】図 11 は、本件発明に用いるサンプルホールド回路の一例を示す回路図である。

【図 12】図 12 は、本件発明に用いるサンプルホールド回路の別の一例を示す回路図である。

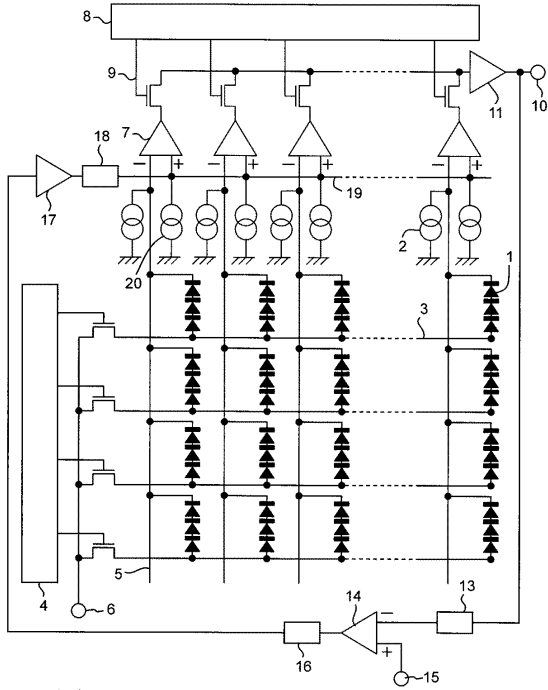
【符号の説明】

【0075】

1 画素、2 第 1 群の定電流源（第 1 群の定電流化手段）、3 駆動線、4 垂直駆動回路、7 差動積分回路、8 水平駆動回路、13 平均化回路、14 バイアス発生回路、16 及び 18 低域通過フィルタ、17 バッファアンプ、20 第 2 群の定電流源（第 2 群の定電流化手段）。

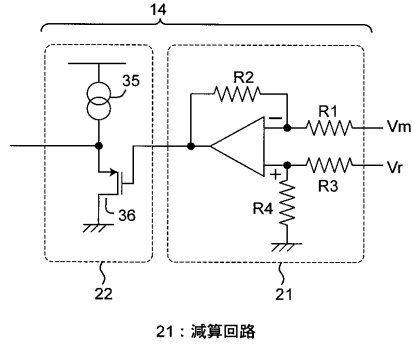
30

【図1】

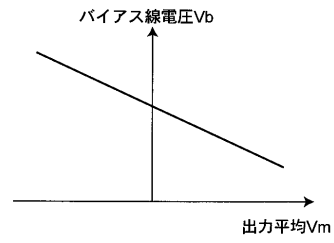


- 1: 画素
- 2: 第1群の電流源
- 20: 第2群の電流源
- 7: 差動積分回路
- 12: 参照画素
- 13: 平均化回路
- 14: バイアス電圧発生回路
- 15: 基準電圧入力端子
- 16, 18: 低域通過フィルタ
- 17: バッファ

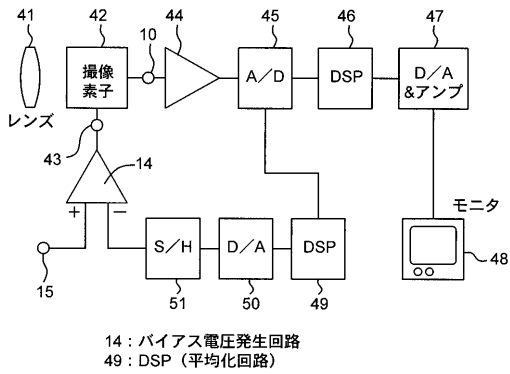
【図2】



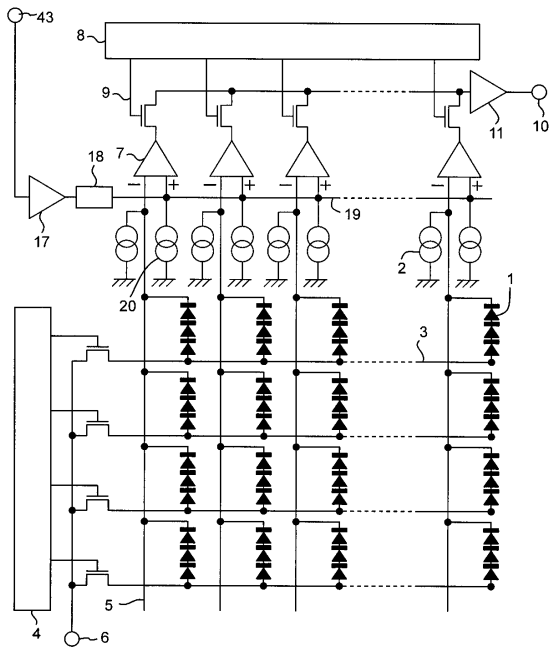
【図3】



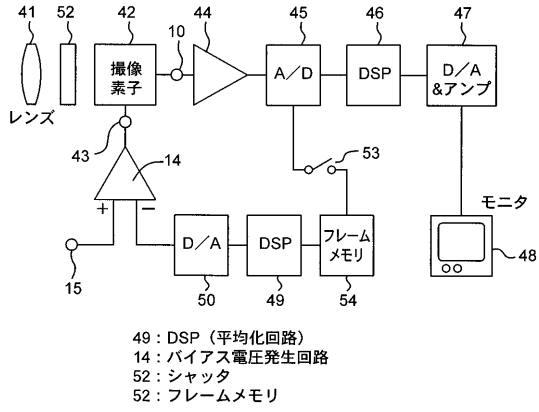
【図4A】



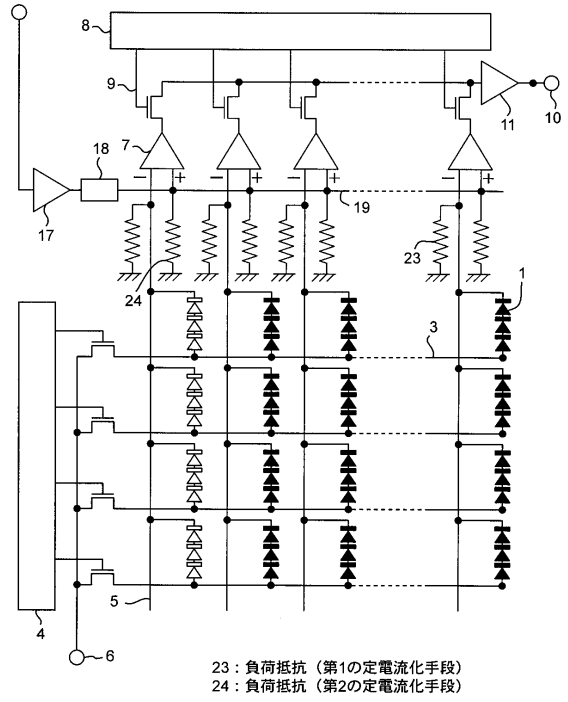
【図4B】



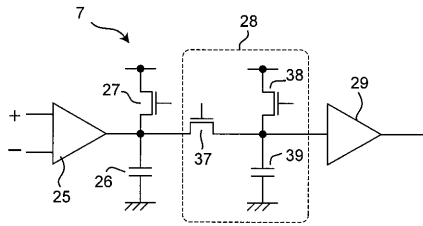
【図5】



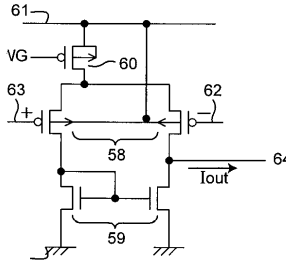
【図6】



【図7】



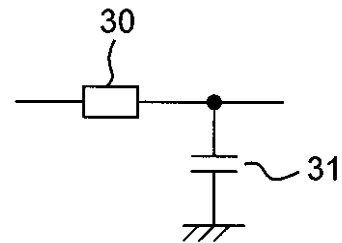
【図8C】



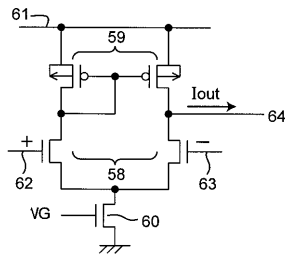
【図8A】



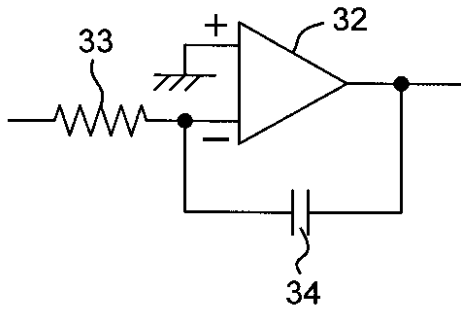
【図9A】



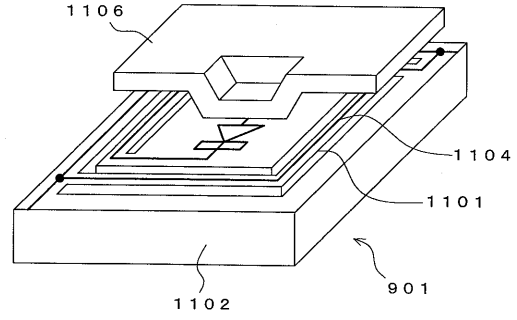
【図8B】



【図9B】

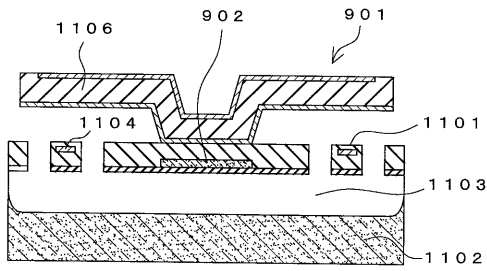


【図10B】



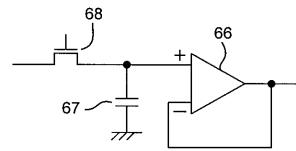
- 901:検出部
- 1101:支持脚
- 1102:シリコン基板
- 1104:配線
- 1106:赤外線吸収構造

【図10A】

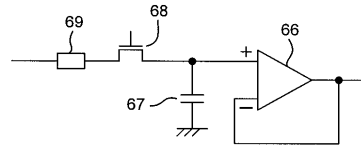


- 901:検出部
- 902:ダイオード(温度センサ)
- 1101:支持脚
- 1102:シリコン基板
- 1103:中空部
- 1104:配線
- 1106:赤外線吸収構造

【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

審査官 吉川 潤

- (56)参考文献 特開2003-222555(JP,A)  
特開2000-019015(JP,A)  
特開2001-174329(JP,A)  
特開2000-039358(JP,A)  
特開2001-215152(JP,A)  
特開2004-333132(JP,A)  
特開2005-214639(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/33 - 5/335  
G01J 1/42 - 1/44  
H04N 5/225