

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5645247号
(P5645247)

(45) 発行日 平成26年12月24日 (2014. 12. 24)

(24) 登録日 平成26年11月14日 (2014. 11. 14)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 J 1/42 (2006. 01)	GO 1 J 1/42 B
GO 1 J 1/44 (2006. 01)	GO 1 J 1/44 F
GO 1 V 8/12 (2006. 01)	GO 1 V 9/04 J

請求項の数 1 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-106239 (P2010-106239)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成22年5月6日 (2010. 5. 6)		パナソニック IP マネジメント株式会社
(62) 分割の表示	特願2004-312875 (P2004-312875) の分割	(74) 代理人	100087767 弁理士 西川 恵清
原出願日	平成16年10月27日 (2004. 10. 27)	(72) 発明者	福井 卓
(65) 公開番号	特開2010-204114 (P2010-204114A)		大阪府門真市大字門真1048番地 松下 電工株式会社内
(43) 公開日	平成22年9月16日 (2010. 9. 16)	(72) 発明者	畑谷 光輝
審査請求日	平成22年5月10日 (2010. 5. 10)		大阪府門真市大字門真1048番地 松下 電工株式会社内
前置審査		(72) 発明者	高田 裕司
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下 電工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 赤外線検知装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

焦電素子と、該焦電素子から出力される電流信号を電圧信号に変換する電流／電圧変換回路と、該電流／電圧変換回路から出力される電圧信号を所定の周波数帯域で増幅する電圧増幅回路と、該電圧増幅回路の出力が予め定められた検知レベルを超えると検知信号を出力する出力回路とを備え、

前記電圧増幅回路は、 $0.1\text{ Hz} \sim 10\text{ Hz}$ の周波数帯に規定値以上の利得を有するように、演算増幅器の出力端と反転入力端との間に集積化可能な p F オーダーの帰還用の容量素子のみを接続するとともに前記反転入力端に集積化可能な p F オーダーの別の容量素子を直列接続し、さらに、前記演算増幅器に基準電圧を与える基準電源部を前記演算増幅器の非反転入力端とグランドとの間に接続して成る交流増幅部を有することを特徴とする赤外線検知装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、人体が発する赤外線を検知して、人体の動きを検知する焦電型の赤外線検知装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、省エネルギーを図るなどの目的で、人体の動きを検知して効率的な動作を行う様

々な電気機器が提案されている。例えば、このような電気機器には、焦電素子を用いた赤外線検知装置が内蔵されている。図7は従来の赤外線検知装置を示している。赤外線の検知部としては、焦電素子1が広く利用されており、レンズ系等を用いて検知エリア内からの赤外線を焦電素子1に集め、焦電素子1からは集められた赤外線量の変化に応じた電流が出力される。焦電素子1から出力された電流(図8(a)参照)は、電流/電圧変換回路2において図8(b)に示すように電圧に変換された後、電圧増幅回路3で増幅される。検知回路4は電圧増幅回路3で増幅された出力(図8(c)参照)が予め定められた所定値 V_{H1} を越えるか又は V_{L1} を下回ったときに“H”レベルのデジタル信号を出力する(図8(d)参照)。出力回路5は検知回路4からの出力信号を受けて検知エリア内に人体が存在・移動するとして発報信号を出力する。

10

【0003】

ここで出力回路5ではノイズによる誤報を防ぐためにパルス幅が一定の幅より狭い場合は出力をしない機能や、電流/電圧変換回路2～検知回路4までの回路の電源電圧と発報信号の電源電圧が異なる場合に電源電圧を変換するレベルシフトの機能を有する場合もある。

【0004】

焦電型の赤外線検知装置における周波数特性は、人体の動きに合わせて設定されており、電圧増幅回路3は、電流/電圧変換回路2の出力信号を増幅する増幅部30と1Hz付近を中心とするバンドパスフィルタ部(以下BPF部という)31を備えている。これにより、人体に対する感度を上げることが可能になるとともに、人体の移動に関係しないと思われる帯域の信号により誤動作が生じることを防止することができるようになっている。

20

【0005】

この電圧増幅回路3においてBPF部31の機能を増幅部に備えたものが使用されている赤外線検知装置も提供されている(例えば、特許文献1)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平10-318834号公報(段落0019)

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで従来の赤外線検知装置は常時全ての回路が定格電流で動作しており、消費電流が大きい。電池を電源とする屋外設置型の赤外線検知装置の場合、電池を頻繁に交換しなければならない、大変面倒である上に、ランニングコストも高くなるという問題があり、赤外線検知装置の低消費化、低電力化のニーズが増加している。赤外線検知装置の消費電流を数 μ Aオーダーまで下げると、ボタン電池で10年ほど装置が使用可能となる。ここで、装置の消費電流を極めて低くすることを実現するための課題を以下に述べる。

【0008】

上述した通り、電圧増幅回路3は電流/電圧変換回路2の出力信号を増幅する電圧増幅部30と、1Hz付近を中心とするBPF部31を備えているが、電圧増幅部30は、一般的に図9(a)又は(b)のように入力抵抗 R_1 と、帰還用の抵抗 R_2 を付加して反転増幅器又は非反転増幅器を構成する演算増幅器AMP1と、演算増幅器AMP1に対して基準電圧を与える基準電源部REG1から構成されている。特許文献1に示される電圧増幅回路における増幅部の回路構成も同様である。

40

【0009】

ところで上記のような増幅部30の構成では出力 V_{X1} が大きく振れた場合は、抵抗 R_1 、 R_2 を通して演算増幅器AMP1及び基準電源部REG1は電流を消費若しくは引き込む。ここで回路全体の低消費電流化をするためには、演算増幅器AMP1、基準電源部REG1の電流能力を落とす必要がある。つまり演算増幅器AMP1、基準電源部REG

50

1の電流能力を限界まで下げなければならない。この場合、基準電源部REG1への消費電流が無視できるくらい少なくするためには、抵抗R1、R2の抵抗値を非常に大きくする必要がある。

【0010】

一方、抵抗R2として通常の抵抗素子を用いる場合、大きくてもせいぜい数MΩ程度である。仮にこの値を5MΩとし、内部電源電圧Vccを2V、電圧増幅回路3の動作点を1Vとすると、抵抗R2の両端には最大で1Vの電位差が生じ、ここに流れる電流200nAを演算増幅器AMP1がドライブする必要がある。従って、演算増幅器AMP1の消費電流は少なくとも200nA以上は必要になる。装置全体で数μAレベルでの低消費化を考えた場合、演算増幅器1個で200nA以上の電流を消費すると全体に占める割合が

10

【0011】

本発明は、上述のような点に鑑みて為されたものであり、その目的とするところは、低消費電流を極めて低くすることを可能とする赤外線検知装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上述の目的を達成するために、請求項1の発明では、焦電素子と、該焦電素子から出力される電流信号を電圧信号に変換する電流／電圧変換回路と、該電流／電圧変換回路から出力される電圧信号を所定の周波数帯域で増幅する電圧増幅回路と、該電圧増幅回路の出力が予め定められた検知レベルを超えると検知信号を出力する出力回路とを備え、前記電圧増幅回路は、0.1Hz～10Hzの周波数帯に規定値以上の利得を有するように、演算増幅器の出力端と反転入力端との間に集積化可能なpFオーダーの帰還用の容量素子のみを接続するとともに前記反転入力端に集積化可能なpFオーダーの別の容量素子を直列接続し、さらに、前記演算増幅器に基準電圧を与える基準電源部を前記演算増幅器の非反転入力端とグランドとの間に接続して成る交流増幅部を有することを特徴とする。

20

【0013】

この発明によれば、電圧増幅出力が大きく変動しても、基準電源部への消費電流が無視できるくらい少なくなり、そのため装置全体の消費電流を極めて低くすることが実現でき、しかも容量増幅の交流増幅部を用いることで、オフセット増幅がなくなり増幅率の自由度が増す。

30

【発明の効果】

【0018】

本発明は、電圧増幅出力が大きく変動しても、基準電源部への消費電流が無視できるくらい少なくなり、そのため装置全体の消費電流を極めて低くすることが実現でき、しかも容量増幅の交流増幅部を用いることで、オフセット増幅がなくなり増幅率の自由度が増すという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】実施形態1の全体回路構成図である。

【図2】(a)は参考例1の電圧増幅回路の回路図、(b)は参考例1の電圧増幅回路の交流増幅部の利得の周波数特性図である。

40

【図3】実施形態2の電圧増幅回路の回路図である。

【図4】実施形態3の電圧増幅回路の回路図である。

【図5】実施形態4の電圧増幅回路の回路図である。

【図6】実施形態5の電圧増幅回路の回路図である。

【図7】従来例の全体回路構成図である。

【図8】従来例の動作説明用波形図である。

【図9】従来例の電圧増幅回路の増幅部の回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

50

以下、本発明を実施形態により説明する。

(実施形態1)

本実施形態の赤外線検知装置は、図1に示すように、焦電素子1と、電流／電圧変換回路2と、電圧増幅回路3と、検知回路4と、出力回路5とから構成され、電圧増幅回路3は容量による交流増幅部30と、1Hz付近のBPF部31とを備えている。

【0021】

図1に示すように電圧増幅回路3の交流増幅部30は、反転入力端に容量素子C1を直列接続するとともに反転入力端と出力端との間に帰還用の容量素子C2を接続し、非反転入力端とグランドとの間に基準電源部REG1を接続した演算増幅器AMP1からなる容量増幅の回路構成としたもので、各容量素子C1、C2の容量をIC集積化レベルの数pFにする。

10

【0022】

図1の例では、容量素子C1を40pF、容量素子C2を1pFとし、増幅率を40倍に設定している。このとき、帰還用の容量素子C2の容量インピーダンスは、人体検知の周波数0.1Hz～1Hzにおいて16GΩ～1.6TΩとなり、ここに1Vの電位差が生じたとしても0.625pA～62pAの電流をドライブできれば良いことになる。

【0023】

そして、人体検知を考えた場合、0.1Hz～10Hzといった遅い周波数領域で動作するので、演算増幅器AMP1の周波数特性として高周波領域での特性は必要ないため演算増幅器AMP1での消費電流は50nA以下程度に抑えることが可能になる。また、容量による交流増幅構成にすることで、演算増幅器AMP1のオフセット電圧の増幅がなくなるという効果がある。

20

(参考例1)

本参考例は、図1に示す電圧増幅回路3の交流増幅部30において、図2(a)に示すように帰還用の容量素子C2に並列に不純物不拡散ポリシリコンからなる帰還回路用の抵抗R3を接続した点に特徴がある。尚その他の構成は図1の構成と同じであるので、ここでは電圧増幅回路3の構成のみ図示する。

【0024】

このように帰還用の容量素子C2に帰還用の抵抗R3を並列接続することで、直流帰還がかかり、この交流増幅部30の出力VX1の動作点が安定する。

30

【0025】

また、抵抗R3を付加することで交流増幅部30の回路全体でハイパスフィルタの機能を有することになる。ここで、人体検知を目的とする赤外線検知装置の場合は、図1で示すように1Hz付近を中心としたBPF部31を備えているが、本参考例の場合には抵抗R3と容量素子C2によるハイパスフィルタによりBPF部31の一部を構成する場合、そのカットオフ周波数を1Hz付近に設定する場合には帰還用の抵抗R3の抵抗値を160GΩ程度にしなければならず、このような抵抗値では前記BPF部の要求精度を満たすことは困難である。

【0026】

一方抵抗R3と容量素子C2によるハイパスフィルタのカット周波数をBPF部30の下限周波数である0.1Hz以下に設定した場合には、例えば容量素子C2を1pFとすると、抵抗R3は1.6TΩという非常に大きな抵抗値が必要となるが、このTΩオーダーは不純物不拡散ポリシリコン抵抗で実現することができる。

40

【0027】

さらに、別の効果として、この不純物不拡散ポリシリコン抵抗は温度特性が非常に大きく(室温基準で60℃の高抵抗値は約1/10)、この温度特性を利用して高温時の定常ノイズを抑えることができる。図2(b)に本参考例における交流増幅部30の利得の周波数特性を示す。

【0028】

図2(a)の交流増幅部30の増幅率は両容量素子C1、C2の容量値の比C1/C2

50

となり、容量素子C 2と抵抗R 3のハイパスカットオフ周波数 f_c は $1 / (2 \pi R h \times C 2)$ で算出される。

【0029】

ここでハイパスカット周波数 f_c より低い周波数領域は、より減衰されることになるので低周波数のゆらぎや、回路を構成するトランジスタの $1/f$ ノイズ等低周波数領域でのノイズを減衰することができる。また、高温時は電流／電圧変換回路2の入力部のリーク電流が増加し、ショットノイズが大きくなるので定常ノイズも増大する。ここで、高抵抗からなる抵抗R 3は前記のような温度特性を持っているため、このフィルタの周波数特性は図2 (b)に示すように、高温でカットオフ周波数が高周波数側に推移する。従って、定常ノイズの増大する高温でよりノイズを減衰するように設定することができる。

10

【0030】

以上により人体検知周波数帯(0.1Hz~10Hz)の利得は確保し、それ以外の周波数帯の利得をカットすることが望ましい。

【0031】

例えば、図2 (b)のように60℃でカットオフ周波数 f_c を0.1Hz付近になるように抵抗R 3の抵抗値を設定すると、最適な特性を得ることができる。

(実施形態2)

参考例1では不純物不拡散ポリシリコンからなる帰還回路用の抵抗R 3を帰還用の容量素子C 2に並列接続していたが、本実施形態は図3のようなスイッチ素子Q 1、Q 2と容量素子C 3によるスイッチトキャパシタ回路からなる帰還回路を帰還用の容量素子C 2に並列接続した点に特徴がある。尚その他の構成は図1の構成と同じであるので、ここでは電圧増幅回路3のみ図示する。

20

【0032】

本実施形態の場合、装置内にクロック発生部(図示せず)を設け、それによって生成したクロックCLKよりスイッチ素子Q 1、Q 2を交互にオンオフさせて容量素子C 3を充放電することで等価的に帰還用の抵抗 R_c を作り出したものである。

【0033】

抵抗 R_c の抵抗値 R_c は

$R_c = 1 / (f \times C 3)$ で表すことができる。尚 f はクロックCLKの周波数を示す。

【0034】

ここで、例えば容量素子C 1の容量を40pF、容量素子C 2の容量を1pF、容量素子C 3の容量を0.1pFとし、クロックCLKの周波数を6Hzとすると、等価抵抗 R_c は1.61TΩとなり、この場合、等価抵抗 R_c と容量素子C 2で構成するハイパスフィルタのカットオフ周波数 f_c は0.1Hz付近となる。この等価抵抗 R_c の温度特性、バラツキはほとんどクロックCLKに依存され、先の不純物不拡散ポリシリコン抵抗とは異なり、温度特性及びバラツキが小さいので、高温時以外の定常ノイズも抑えることができる。また、装置の回路規模も小さくすることができる。しかも帰還回路により参考例1と同様に交流増幅部30の出力VX1の動作点を安定化させることができる。

30

(実施形態3)

本実施形態は、動作点を安定化させるための帰還回路を用いた点に特徴がある。つまり図4に示すように電圧増幅回路3の交流増幅部30の出力VX1を演算増幅器AMP2と、抵抗R 4、容量素子C 4からなるローパスフィルタ部と、抵抗R 4で帰還をかけることにより、出力VX1の動作点を安定化させるようにしたものである。尚その他の構成は図1の構成と同じであるので、ここでは電圧増幅回路3の構成のみ図示する。

40

【0035】

ここで図4の回路において抵抗R 4がない場合は、演算増幅器AMP1の入力に演算増幅器AMP2の出力が直接繋がることになり、この場合C 1/C 2の増幅率を実現できなくなる。よって、抵抗R 4としては数十GΩ以上の非常にハイインピーダンスな素子を用いている。

【0036】

50

交流増幅部 30 は 2 次のハイパスフィルタを構成しており、カットオフ周波数 f_c 、中心周波数付近の振幅特性の鋭さを示すファクタ Q はそれぞれ以下の式で表すことができる。

【0037】

【数 1】

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_2 \times C_4 \times R_4 \times R_5}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{C_2 \times R_4}{C_4 \times R_5}}$$

10

【0038】

参考例 1 で説明したようにカットオフ周波数 f_c を 0.1 Hz 以下、さらに、安定した振幅特性を得るためには Q を $\sqrt{2}/2$ にすることが望ましい。ここで容量素子 C_1 の容量を 40 pF、容量素子 C_2 の容量を 1 pF、容量素子 C_4 の容量を 10 pF とすると、抵抗 R_3 の抵抗値は 1.3 TΩ、抵抗 R_4 の抵抗値は 200 GΩ の高抵抗となる。この場合抵抗 R_3 、 R_4 は先に述べた通り、不純物不拡散ポリシリコン抵抗で実現できる。

20

【0039】

本実施形態は参考例 1 と同様に帰還回路により交流増幅部 30 の出力 V_{X1} の動作点を安定化させることができ、しかも本実施形態のような交流増幅部 30 を用いた場合には、2 次のハイパスフィルタを構成することになるので、各素子の値を調整することで、高温時の定常ノイズも参考例 1 と比べてさらに減衰することができるという効果がある。

(実施形態 4)

本実施形態は、図 2 の構成において、図 5 に示すように交流増幅部 30 の帰還用の容量素子 C_2 にさらに並列に NMOS トランジスタからなるスイッチ素子 Q_3 を接続した点に特徴がある。尚その他の回路構成は図 1 に示す。

【0040】

30

ここでスイッチ素子 Q_3 がいない場合（図 2 の回路）において、電源投入後又は待機時に大きなノイズが入力されたときは、電圧増幅回路 3 の演算増幅器 AMP1 の反転入力端子と容量素子 C_1 の接続点（A 点）は容量素子 C_1 と抵抗 R_3 の時定数で動作点（基準電圧）に落ち着き、出力 V_{X1} が動作点に落ち着く時間、すなわち、動作安定時間が遅くなってしまうという問題が発生する。

【0041】

これに対して本実施形態では、スイッチ素子 Q_3 を上述のように付加することで、電源投入後又は人体検知後一定時間スイッチ素子 Q_3 を外部の制御部によりオンさせることで A 点を瞬時に充電することができる。これにより、全体回路の動作安定時間を早くすることができる。特に、抵抗 R_3 がいない場合は、実際には A 点におけるリーク電流（数 fA）で容量素子 C_1 を充放電するので、動作点に落ち着くまでに非常に時間がかかってしまう。例を挙げると、 $C_1 = 40$ pF、 $C_2 = 1$ pF（集積化できる容量素子 C_1 、 C_2 の容量値）として演算増幅器 AMP1 の増幅率 40 とした場合、リーク電流が 1 f [A] で 1 V 動作点変動したとすると、動作点が安定するまでの時間 t は 40 p [F] $\times$ 1 [V] $\div$ 1 f [A] で表され、40000 s と非常に遅い時間になるが、本実施形態のようにスイッチ素子 Q_3 を帰還用の容量素子 C_2 に並列に接続し、このスイッチ素子 Q_3 を例えばパルスでオンオフさせることで、瞬時に動作を安定させることができる。

40

(実施形態 5)

本実施形態では、図 6 に示すように電圧増幅回路 3 内において、BPF 部 31 の後段、つまり最終段に図 5 で示した交流増幅部 30 を配置した点に特徴がある。尚その他の構成

50

は図1の構成と同じであるので、ここでは電圧増幅回路3の構成のみ図示する。

【0042】

而して本実施形態の交流増幅部30では容量素子C1の容量を10pF、帰還用の容量素子C2の容量を2pFとして演算増幅器AMP1の増幅率を5倍に設定している。例えば、装置の内部電源電圧Vccが2.0Vであって、交流増幅部30及びBPF部31の演算増幅器AMP1～AMP3が内部電源電圧Vccで動作するものとし、各演算増幅器AMP1～AMP3に基準電源部REG1から与え得る基準電圧を内部電源電圧Vccの半分、つまり1.0Vとした場合は、最終段の出力振幅は、片側で最大1.0Vであり、増幅率が5倍なのでそれより以前の出力信号は片側200mVの振幅が取れば良いことになる。これは、5MΩの負荷（数MΩの抵抗負荷であればIC集積化が可能）を考えると演算増幅器AMP1～AMP3、基準電源部REG1は40nAの電流能力があれば良く、装置全体の低消費化に繋がる。

10

【0043】

最終段の交流増幅部30の増幅率をさらに上げることで、各演算増幅器AMP1～AMP3、基準電源部REGへの消費電流が無視できるレベルになり、より低消費電流化を実現できることはいうまでもない。

【0044】

逆に、最終段以外に交流増幅部30を配置した場合、つまり前段に交流増幅部30、後段にBPF部30を配置した場合は、それ交流増幅部30以後の回路で振幅が大きくなってしまいますので、演算増幅器AMP1～AMP3、基準電源部REG1の電流能力を大きくしなくてはならない。

20

【0045】

本実施形態では、基準電源部REG1からの基準電圧は各演算増幅器AMP1～AMP3の非反転端子（CMOSのゲート）にのみ入力されているので、基準電源部REG1の消費はほとんどない回路構成となっている。

【0046】

以上のように本実施形態では、交流増幅部30を電圧増幅回路3の最終段に配置することにより、最終電圧増幅出力Voutが大きく変動しても、電圧増幅回路3を構成する各演算増幅器AMP1～AMP3、基準電源部REG1において出力負荷をドライブする能力が無視できるくらい小さくなるので、全体回路の消費電流を極めて低くすることが実現できる。

30

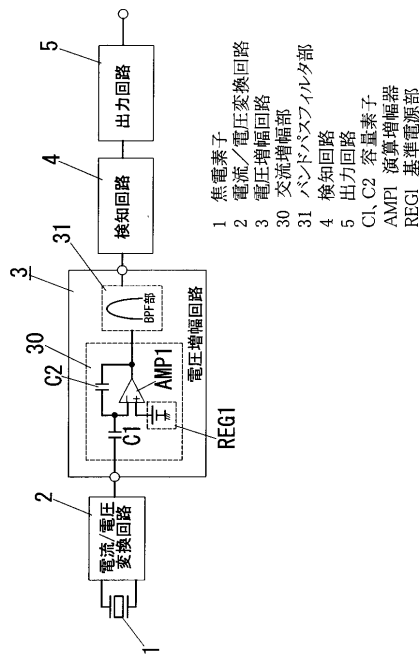
【符号の説明】

【0047】

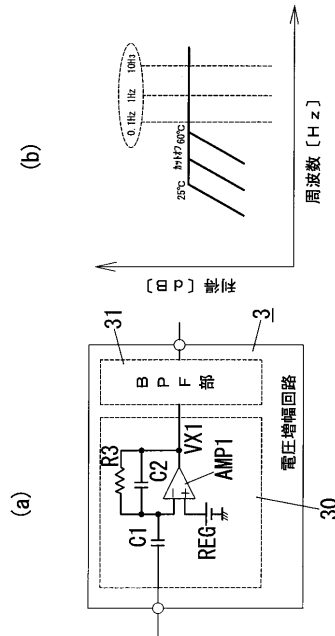
- 1 焦電素子
- 2 電流／電圧変換回路
- 3 電圧増幅回路
- 30 交流増幅部
- 31 バンドパスフィルタ部
- 4 検知回路
- 5 出力回路
- C1、C2 容量素子
- AMP1 演算増幅器
- REG1 基準電源部

40

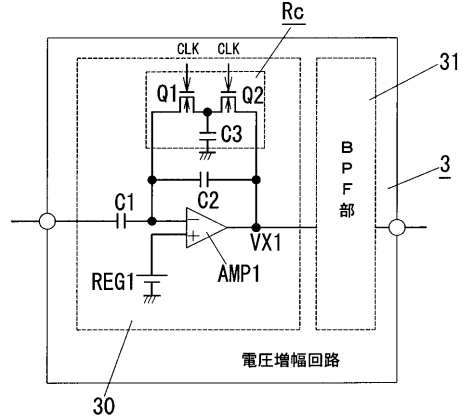
【図 1】



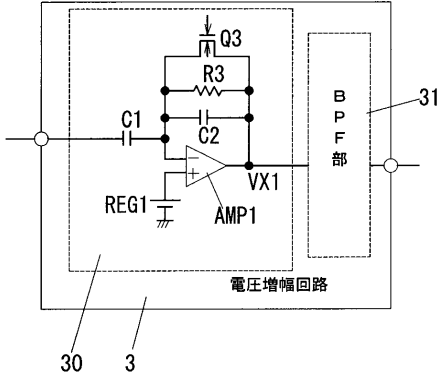
【図 2】



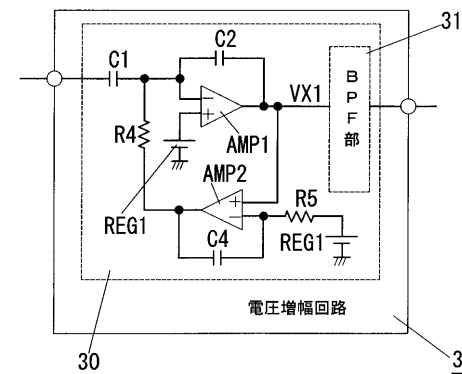
【図 3】



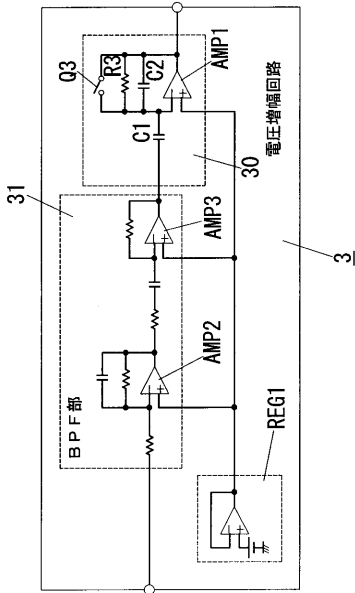
【図 5】



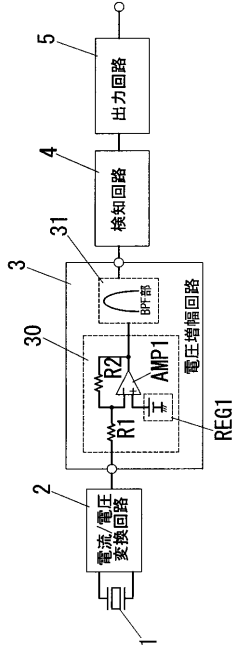
【図 4】



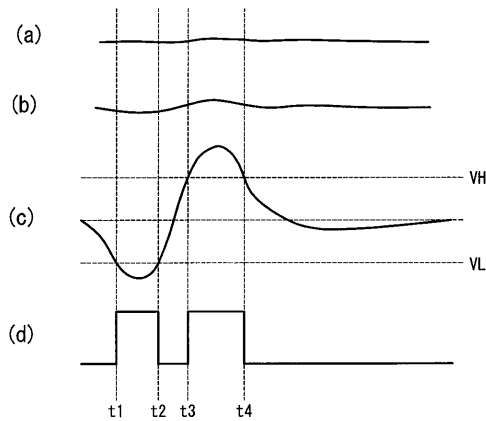
【図 6】



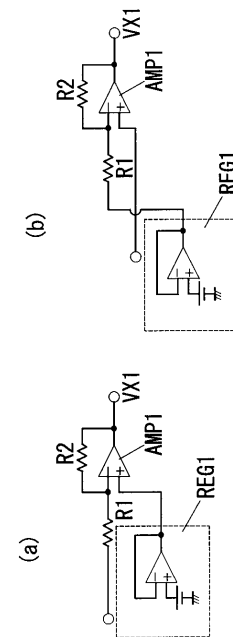
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 廣中 篤
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

審査官 平田 佳規

(56)参考文献 特開平09-119864 (JP, A)
特開平04-287411 (JP, A)
特開平05-340807 (JP, A)
特開平04-350796 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01J	1/42	—	1/46
G01J	1/02		
G01J	5/02		
G01J	5/34		
G01R	19/00	—	19/32
G01V	8/10	—	8/20
G08B	13/191		
G08B	17/12		
H03F	1/00	—	1/56
H03F	3/00	—	3/45
H03F	3/50	—	3/52
H03F	3/62	—	3/64
H03F	3/68	—	3/72