

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7637134号
(P7637134)

(45)発行日 令和7年2月27日(2025.2.27)

(24)登録日 令和7年2月18日(2025.2.18)

(51)国際特許分類	F I	
H 0 3 F 3/08 (2006.01)	H 0 3 F 3/08	
G 0 1 J 1/42 (2006.01)	G 0 1 J 1/42	C
G 0 1 J 1/44 (2006.01)	G 0 1 J 1/44	F
G 0 1 N 21/53 (2006.01)	G 0 1 N 21/53	C
H 0 3 F 3/68 (2006.01)	H 0 3 F 3/68	

請求項の数 11 (全9頁)

(21)出願番号	特願2022-526065(P2022-526065)	(73)特許権者	507107291 テキサス インスツルメンツ インコーポ レイテッド アメリカ合衆国 テキサス州 7 5 2 6 5 - 5 4 7 4 ダラス メール ステーション 3 9 9 9 ピーオーボックス 6 5 5 4 7 4
(86)(22)出願日	令和2年11月5日(2020.11.5)	(74)代理人	230129078 弁護士 佐藤 仁
(65)公表番号	特表2023-500340(P2023-500340 A)	(73)特許権者	390020248 日本テキサス・インスツルメンツ合同会 社 東京都港区港南一丁目2番70号
(43)公表日	令和5年1月5日(2023.1.5)	(72)発明者	ティアンホン ヤン アメリカ合衆国 7 5 2 3 8 テキサス州 ダラス, フォレスト トレイル 8 0 0 4 最終頁に続く
(86)国際出願番号	PCT/US2020/059009		
(87)国際公開番号	WO2021/092103		
(87)国際公開日	令和3年5月14日(2021.5.14)		
審査請求日	令和5年10月26日(2023.10.26)		
(31)優先権主張番号	16/674,758		
(32)優先日	令和1年11月5日(2019.11.5)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

(54)【発明の名称】 フォトダイオード電流増幅器のための統合オフセット電圧のための装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

集積回路であって、

フォトダイオードのアノードに結合されるように適合される非反転入力と、前記フォトダイオードのカソードに結合されるように適合される反転入力と、出力とを有する第1の増幅器と、

前記第1の増幅器の反転入力と前記第1の増幅器の出力との間に結合される第1の抵抗器と、

前記第1の増幅器の反転入力と前記第1の増幅器の出力との間に結合される第1のコンデンサと、

前記第1の増幅器の出力に結合される非反転入力と、反転入力と、出力とを有する第2の増幅器と、

前記第2の増幅器の反転入力と前記第2の増幅器の出力との間に結合される第2の抵抗器と、

前記第1の増幅器の非反転入力と第1の電圧ノードとの間に結合される第3の抵抗器と、

前記第2の増幅器の反転入力と第2の電圧ノードとの間に結合される第4の抵抗器と、

前記第1の電圧ノードに第1の電圧を提供するように構成される第1の分圧器回路であって、第1の電圧源と前記第1の電圧ノードとの間に結合される第5の抵抗器と、前記第1の電圧ノードと第2の電圧源との間に結合される第6の抵抗器とを含む、前記第1の分圧器回路と、

前記第 2 の電圧ノードに前記第 1 の電圧と異なる第 2 の電圧を提供するように構成される第 2 の分圧器回路であって、前記第 1 の電圧ノードと前記第 2 の電圧ノードとの間に結合される第 7 の抵抗器と、前記第 2 の電圧ノードと前記第 2 の電圧源との間に結合される第 8 の抵抗器とを含む、前記第 2 の分圧器回路と、
を含む、集積回路。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の集積回路であって、
前記第 6 の抵抗器と前記第 8 の抵抗器との接続ノードと前記第 2 の電圧源との間に結合されるトランジスタを更に含む、集積回路。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の集積回路であって、
前記第 1 の増幅器の反転入力と非反転入力との間に結合される第 9 の抵抗器を更に含む、集積回路。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の集積回路であって、
前記第 1 の増幅器の反転入力と非反転入力との間に結合される第 2 のコンデンサを更に含む、集積回路。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の集積回路であって、
前記第 3 の抵抗器と並列に結合される第 3 のコンデンサを更に含む、集積回路。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の集積回路であって、
前記第 2 の増幅器の出力と出力端子との間に結合される第 10 の抵抗器を更に含む、集積回路。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の集積回路であって、
前記出力端子と前記第 2 の電圧源との間に結合される第 4 のコンデンサを更に含む、集積回路。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の集積回路であって、
前記第 1 の電圧が、前記第 2 の電圧よりも高い、集積回路。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の集積回路であって、
前記第 1 の電圧と前記第 2 の電圧との間の差が、5 mV である、集積回路。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の集積回路であって、
前記第 2 の抵抗器が、可変抵抗器である、集積回路。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の集積回路であって、
前記第 2 の電圧源が、接地である、集積回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

光電煙感知器システムは、光源と光感知器を、周囲の光を遮るように設計された遮光環境で用いる。光検出器は、フォトダイオードに入射する光の強度に比例する電流を出力するフォトダイオードである。光源は、赤外光、可視光、又は紫外光を放射し得る。煙検出器システムの構成要素は、外部からの周囲光を除外するが、十分な空気の流れを可能にするように設計されるチャンバの内部に配置される。

【0002】

煙検出器のための光源は、平行光を光センサに対してある角度で放射するように配置さ

10

20

30

40

50

れる。煙微粒子が存在しない通常動作中は、光は直線状に進むため、光源からの光はフォトダイオードに入射せず、決してフォトダイオード検出器に向かって下向きに曲がることはない。しかし、煙が空気チャンバに入ると、煙粒子が光ビームを散乱させ、光の一部を光検出器上に偏向させる。光が光検出器に当たると、フォトダイオードは、フォトダイオード上に反射された光の量に比例した電流を出力する。

【発明の概要】

【0003】

この概要は、提供される図面を含む詳細な説明において以下でさらに記載される、記載される概念を簡略化された形態で紹介するために提供されている。本概要は、特許請求される主題の範囲を限定しない。

10

【0004】

記載される実施例は、非反転入力、反転入力、及び出力を有する第1段増幅器を含む装置を説明する。非反転入力は、フォトダイオードのアノードに結合されるように構成され、第1段バイアス電圧源に結合される。反転入力はフォトダイオードのカソードに結合されるように適合され、フィードバック抵抗器の第1の端子と、フィードバックコンデンサの第1の端子とに結合されている。出力は、フィードバック抵抗器の第2の端子とフィードバックコンデンサの第2の端子とに結合される。

【0005】

この装置はまた、非反転入力、反転入力、及び出力を有する第2段増幅器を含む。非反転入力は、第1段増幅器の出力に結合される。反転入力は、フィードバック抵抗器の第1の端子及び第2段バイアス電圧源に結合される。出力は、フィードバック抵抗器の第2の端子に結合される。

20

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】接地を基準にしている2段光増幅器を備える、従来技術の光電煙検出器増幅器回路の一例についてのブロック図を示す。

【0007】

【図2】請求項に係る2つのバイアス電圧基準を有する2段光増幅器を備える光電煙検出器増幅回路の一例についてのブロック図を示す。

【0008】

30

様々な図面において、同様の符号は同様の要素を示す。本記載の1つ又は複数の実施例の詳細は、添付の図面及び以下の説明に記載される。図は、一定の縮尺で描かれておらず、単に明細書を例示するために提供されるに過ぎない。特定の詳細、関係、及び方法は、説明の理解を提供するために記載される。説明及び図面から、ならびに特許請求の範囲から、他の特徴及び利点も明らかであり得る。

【発明を実施するための形態】

【0009】

光電煙検出器システムにおいて煙粒子からフォトダイオード検出器上に偏向される光の量は少ない。その結果、清浄な空気状態と煙の存在との間のフォトダイオードから出力される電流の差は、典型的にはナノアンペアの範囲内にある。光電煙検出システムが検出することを意図している煙粒子から散乱される光に加えて、フォトダイオードが迷光の周囲光を拾うこともある。これは、フォトダイオードの出力にベースライン電流を加える。迷光のない環境では、フォトダイオード出力のベースライン信号レベルをナノアンペア以下とし得る。

40

【0010】

この小さな光電流は、高利得低雑音増幅器を用いて電圧に変換される。少なくとも1つの実施例において、増幅器の出力は、マイクロコントローラ内のアナログデジタルコンバータ(ADC)に結合させ得る。周囲光の寄与を低減するために、マイクロコントローラ内のデータに対して動作が行なわれてもよい。増幅器は常に、フォトダイオードに入射する周囲光から生じるベースライン電流が存在しないときにナノアンペア未満の信号が検出

50

され得る線形領域で動作することが望ましい。

【 0 0 1 1 】

光電流増幅器で起こりうる問題は、信号入力がなくともその出力が飽和し得ることである。この飽和は、増幅器固有のオフセット電圧がその増幅器によって増幅されるために発生し得、これにより、増幅器出力が供給レール電圧又は接地のいずれかに留まる原因となり得る。増幅器の出力が飽和すると、入力の小さな変動が見えなくなったり出力で測定可能になったりする。

【 0 0 1 2 】

図 1 は、接地を基準とした 2 段光増幅器を備える光電煙検出器増幅回路 1 0 0 の一例についてのブロック図を図示する。調整電流源 1 0 8 によって給電される発光ダイオード (L E D) 1 0 2 が、煙検出器空気チャンバ内に光を発する。 L E D 1 0 2 からの光は、赤外線であってもよく又は可視光であってもよい。隔離バリア 1 6 0 が、 L E D 1 0 2 からの光を直接受けないようにフォトダイオード 1 1 0 を遮蔽する。煙検出器空気チャンバに入る空気に煙が含まれていないとき、 L E D 1 0 2 からの光は、フォトダイオード 1 1 0 に到達する経路を有さない。

10

【 0 0 1 3 】

しかしながら、煙が煙検出器空気チャンバに入ると、煙粒子 1 6 2 が隔離バリア 1 6 0 を越えて空間に入り込む可能性がある。 L E D 1 0 2 からの光の一部は煙粒子 1 6 2 で反射し、フォトダイオード 1 1 0 上に反射し、隔離バリア 1 6 0 をバイパスする。煙粒子 1 6 2 の濃度が高いほど、より多くの L E D 1 0 2 からの光が、フォトダイオード 1 1 0 上に反射される。その結果、フォトダイオード 1 1 0 は、隔離バリア 1 6 0 の近傍の煙粒子 1 6 2 の濃度に比例した電流を発する。煙粒子 1 6 2 でフォトダイオード 1 1 0 上に反射する L E D 1 0 2 からの光の量は小さいため、フォトダイオード 1 1 0 によって発せられる電流は小さい。この小さな光電流は、高利得で低雑音の増幅器によって電圧に変換されて、その信号がデジタルコンバータによって読み取り可能となる。

20

【 0 0 1 4 】

フォトダイオード 1 1 0 のカソードは、抵抗器 1 1 2 の第 1 の端子、コンデンサ 1 1 4 の第 1 の端子、及び増幅器 1 2 0 の反転入力に結合される。フォトダイオード 1 1 0 のアノードは、抵抗器 1 1 2 の第 2 の端子、コンデンサ 1 1 4 の第 2 の端子、及び増幅器 1 2 0 の非反転入力に結合される。抵抗器 1 2 2 とコンデンサ 1 2 4 とが並列に接続されており、増幅器 1 2 0 の反転入力と増幅器 1 2 0 の出力との間にフィードバックループを提供する。

30

【 0 0 1 5 】

増幅器 1 2 0 の非反転入力と接地との間に並列に接続された抵抗器 1 2 6 とコンデンサ 1 2 8 もある。これは、接地における増幅器 1 2 0 のための入力基準電圧を提供する。

【 0 0 1 6 】

増幅器 1 2 0 の出力は、増幅器 1 4 0 の非反転入力に結合される。抵抗器 1 4 6 が、増幅器 1 4 0 の反転入力と接地との間に結合される。可変抵抗器 1 4 2 が、増幅器 1 4 0 の出力と増幅器 1 4 0 の反転入力との間のフィードバックループにおいて結合され、増幅器 1 4 0 を可変利得増幅器とする。少なくとも一例において、可変抵抗器 1 4 2 の値は制御レジスタを用いてプログラムされ得る。

40

【 0 0 1 7 】

増幅器 1 4 0 の出力は A D C に結合され得る。増幅器出力は、ローパスフィルタを介して A D C に結合されてもよい。抵抗器 1 4 8 が、増幅器 1 4 0 の出力とコンデンサ 1 5 0 に結合され、コンデンサ 1 5 0 は接地にも結合されて、共にローパスフィルタを構成する。

【 0 0 1 8 】

増幅器 1 2 0 及び増幅器 1 4 0 はいずれも接地を基準にしており、これは場合によっては問題につながる可能性がある。線形増幅器は、負になり得る入力オフセット電圧を有する可能性がある。増幅器入力に接地を基準にしている場合、信号入力がなくとも、増幅器出力が接地で飽和することがある。これにより、フォトダイオードからのナノアンペア電

50

流などの小さな入力信号が、増幅器が飽和している場合に出力が入力と共に変化しないために、測定可能になるのを防ぐことができる。

【0019】

図2は、2つの基準を有する2段光電煙検出器増幅器回路の一実施例のためのブロック図を図示する。2つの基準電圧源のための電圧は、増幅器の飽和を避ける目的で、各増幅器の入力オフセット電圧を低減するように選択される。

【0020】

図2を参照すると、PREF280及びGREF294の2段のための2つの別個の基準電圧を有する2段階光増幅器回路200を備える光電煙検出器増幅器回路の一実施例が示される。LED202が、調節された電流源208によって給電され、煙検出器空気チャンバ内に光を発する。フォトダイオード210が、その上に入射する光の強度に比例した電流を出力する。

10

【0021】

LED202によって発せられる光は、赤外線であってもよく、又は可視光であってもよい。隔離バリア260が、LED202からの光を直接受けないようにフォトダイオード210を遮蔽する。煙検出器に入る空気に煙が存在しない場合、LED202からの光は、フォトダイオード210に到達する経路を有さない。

【0022】

煙が煙検出器空気チャンバに入ると、煙粒子262が隔離バリア260の周りの空間内に入り込む可能性がある。LED202からの光の一部は、煙粒子262でフォトダイオード210上へと反射し、隔離バリア260をバイパスし得る。そのため、煙粒子262は、LED202からの光の一部がフォトダイオード210に到達するための経路を提供する。煙粒子262の濃度が高いほど、LED202からのより多くの光がフォトダイオード210上に反射される。その結果、フォトダイオード210は、隔離バリア260の近傍の煙粒子262の濃度に比例した電流を発する。煙粒子262でフォトダイオード210上へ反射するLED202からの光の量は小さいので、フォトダイオード210によって発せられる電流も小さい。この小さな光電流は、高利得で低雑音の増幅器によって電圧に変換されて、信号がデジタルコンバータによって読み取り可能となる。

20

【0023】

フォトダイオード210のカソードは、抵抗器212の第1の端子、コンデンサ214の第1の端子、及び増幅器220の反転入力に結合される。フォトダイオード210のアノードは、抵抗器212の第2の端子、コンデンサ214の第2の端子、及び増幅器220の非反転入力に結合される。増幅器220の反転入力と増幅器220の出力との間には、抵抗器222とコンデンサ224とが並列に接続されている。

30

【0024】

増幅器220及び240などの線形増幅器は、入力オフセット電圧を有し得る。入力オフセット電圧が負の場合、増幅器入力接地を基準にしている場合、入力オフセット電圧は、増幅器への入力信号なしで接地において増幅器の出力を飽和させることがある。これは、増幅器220に入力されている光電流などの小さな入力信号が、入力を変更しても出力が変更しないので測定可能であることを妨げる可能性がある。本発明の一実施例において、2つの電圧基準が生成され、1つは各増幅段の入力用である。2つの基準電圧の値は、各増幅器の入力オフセット電圧を打ち消すように選択される。

40

【0025】

抵抗器226とコンデンサ228とが、増幅器220の非反転入力に結合されるそれらの端子の1つと並列に接続されている。抵抗器226とコンデンサ228の他方の端子は、増幅器220のための入力基準電圧を提供するノードPREF280に結合される。

【0026】

増幅器220の出力は、増幅器240の非反転入力に結合される。可変抵抗器242が、増幅器240の出力と増幅器240の反転入力との間のフィードバックループにおいて結合され、増幅器240を可変利得増幅器とする。少なくとも一実施例において、可変抵

50

抗器 242 の値は、制御レジスタを用いてプログラムされ得る。代替の実施例において、抵抗器 242 が固定値抵抗器であってもよい。

【0027】

抵抗器 246 の 1 つの端子は、増幅器 240 の反転入力に結合される。抵抗器 246 の他方の端子は、増幅器 240 のための入力基準電圧を提供するノード GREF294 に結合される。

【0028】

増幅器 240 の出力は ADC に結合され得る。増幅器出力は、ローパスフィルタを介して ADC に結合されてもよい。抵抗器 248 が、増幅器 240 の出力と、コンデンサ 250 の 1 つの端子とに結合される。コンデンサ 250 の他方の端子は接地に結合される。抵抗器 248 とコンデンサ 250 が共に、増幅器 240 の出力のためのローパスフィルタを形成する。抵抗器 248 とコンデンサ 250 が共に結合されるノードは、ADC に結合され得る信号 252 を提供する。

【0029】

PREF280 及び GREF294 は、それぞれ、増幅器 220 及び増幅器 240 に対して入力基準電圧を供給するノードである。それらは VDD290 から導き出される。VDD290 は、内部電圧レギュレータにより供給される基準電圧である。一実施例において、VDD290 の電圧は 2.3 ボルトである。抵抗器 282 の一方の端子は VDD290 に結合され、他方の端子は PREF ノード 280 に結合される。

【0030】

抵抗器 286 の一方の端子は PREF ノード 280 に結合され、他方の端子はトランジスタ 296 のドレイン端子に結合される。トランジスタ 296 のソース端子は、接地に結合される。トランジスタ 296 のゲート端子は、増幅器イネーブル信号 292 に結合され、増幅器イネーブル信号 292 は、増幅器 220 及び 240 がオフになっているときにトランジスタ 296 をオン又はオフにして、VDD290 からの電流引き込みを防止する。

【0031】

第 1 段増幅器 220 の入力基準電圧である PREF ノード 280 での電圧は、内部電圧レギュレータ VDD290 の出力からの電圧を分割することによって導出される。PREF ノード 280 におけるこの入力基準電圧は、第 1 段増幅器 220 の出力が線形動作を維持し、入力信号が無くても飽和を回避することを可能にする。第 2 段増幅器 240 の入力基準電圧である GREF ノード 294 での電圧は、PREF ノード 280 での電圧をさらに分割することによって導出される。GREF ノード 294 での第 2 の基準電圧は PREF ノード 280 での第 1 基準電圧を分割することによって生成されるので、GREF ノード 294 は PREF ノード 280 よりも低い電圧にあることが保証される。これにより、第 2 段増幅器 240 の出力が、第 1 基準電圧及び増幅器 220 及び増幅器 240 によって導入される任意のオフセットを上回ることが確実になる。その結果、増幅器 220 及び増幅器 240 の両方が、どのような増幅器利得が選択されても、線形動作領域に留まることができる。

【0032】

PREF ノード 280 における電圧は、VDD290 の電圧を分割する抵抗 282 及び抵抗 286 で構成される分圧器によって設定される。GREF ノード 294 における電圧は、抵抗器 288 の抵抗値と比較した抵抗器 282 及び抵抗器 284 の抵抗値の合計で構成される分圧器によって設定される。一実施例では、VDD290 における電圧が 2.3 V であり、抵抗器 282 は 200 K であり、抵抗器 286 は 5 K であり、抵抗器 284 は 4.44 K であり、抵抗器 288 は 40 K である。これらの値を用いると、PREF280 は 50 mV となり、GREF294 は 45 mV となる。したがって、PREF280 と GREF294 の間の電圧の差は、本実施例では 5 mV である。

【0033】

5 mV は、場合によっては増幅器 220 及び 240 の反転端子と非反転端子との間の最悪ケースのオフセット電圧であると予想されるので、この例のために 5 mV の電圧差が選

10

20

30

40

50

択された。幾つかの実施例において、より低い電圧差を選択するとオフセットが適切に減少しない可能性があり、より高い電圧差を選択すると、幾つかの実施例では増幅器出力のダイナミックレンジが減少する可能性があるため、2つの基準電圧間の5 mVの電圧差が望ましい場合がある。しかしながら、他の実施例において、P R E F 2 8 0とG R E G 2 8 4との間の電圧差が5 mVよりも大きいか又は小さいことが望ましい場合がある。

【0034】

この例で与えられる抵抗値は、単に1つの可能な実施例である。この例におけるものとは異なる抵抗値を選択して、増幅器220又は増幅器240に対して異なる電圧利得を達成し得る。この例で与えられたものとは異なる抵抗値を用いて、P R E F ノード280又はG R E F ノード284で異なる基準電圧を生成することもできる。

10

【0035】

本記載の目的のために、或る要素が別の要素に「結合される」と言及される場合、それは他の要素に直接結合されてもよく、又は介在要素が存在してもよい。或る要素が別の要素に「直接結合」されていると言及される場合、他の介在要素は意図的に配置されない。「実質的に同じ」、「実質的に等しい」、及び「ほぼ同じ」という用語は、2つの物体間の定量的な関係を表す。この定量的な関係はこれら2つの物体が設計によって等しくなることを好むかもしれないが、製造プロセスによって一定量の変形が導入され得ることを予想している。

【0036】

動作は特定の順序で図面に示されているが、これはそのような順序が1つ又は複数の特許請求の範囲に記載されていない限り、所望の結果を達成するために、すべての例示された動作が実施されることを必要としない。幾つかの状況において、マルチタスク及び並列処理が好都合であり得る。また、上述の実施例における様々なシステム構成要素の分離は、すべての実施例におけるそのような分離を必要とはしない。

20

30

40

50

【図面】
【図 1】

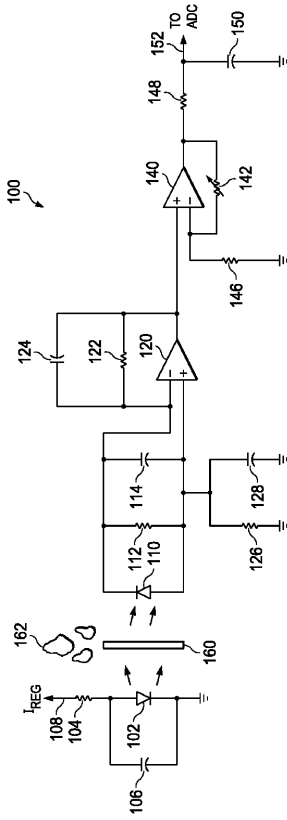


FIG. 1

【図 2】

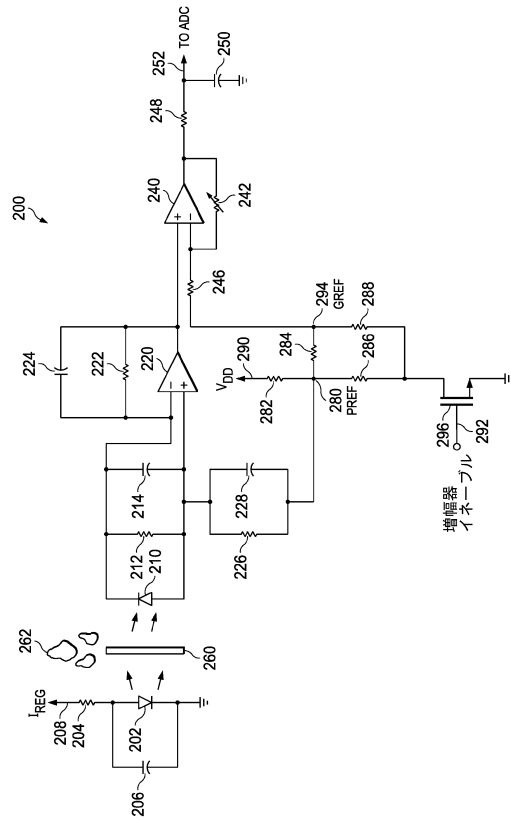


FIG. 2

増幅器
イネーブル

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 グラント エヴェン ファルケンバーグ
アメリカ合衆国 75231 テキサス州 ダラス, ナンバー3402, メドウ ロード 8213

審査官 及川 尚人

(56)参考文献 特開2004-015671(JP,A)
特開2018-078415(JP,A)
特開平02-266285(JP,A)
特開平02-206744(JP,A)
特開2008-277915(JP,A)
特開昭61-222330(JP,A)
特開2003-258580(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H03F 1/00 - 3/72
G01J 1/42
G01J 1/44
G01N 21/53