

(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2019-46257
(P2019-46257A)

(43) 公開日 平成31年3月22日(2019.3.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO8C 15/06 (2006.01)	GO8C 15/06	H 2F073
GO8C 15/00 (2006.01)	GO8C 15/00	E 5F849
GO8C 17/00 (2006.01)	GO8C 17/00	Z
HO1L 31/10 (2006.01)	HO1L 31/10	G

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2017-169670 (P2017-169670)
(22) 出願日 平成29年9月4日(2017.9.4)

(出願人による申告)平成27年度、国立研究開発法人科学技術振興機構、戦略的創造研究推進(CREST)事業、「微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 504137912
国立大学法人 東京大学
東京都文京区本郷七丁目3番1号
(74) 代理人 110002675
特許業務法人ドライト国際特許事務所
(72) 発明者 年吉 洋
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
(72) 発明者 山田 駿介
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

最終頁に続く

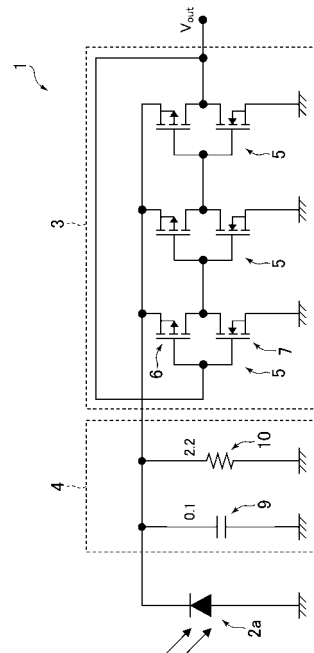
(54) 【発明の名称】 センサ

(57) 【要約】

【課題】従来よりも消費電力を低減し得るセンサを提供する。

【解決手段】センサ1では、光を受光することで出力信号を生成する光電変換素子2aと、出力信号をパルス密度変調信号に変換する発振回路3とを設けることで、電池レスで出力信号に応じたパルス密度変調信号を出力できる。これにより、センサ1では、アナログ信号をデジタル信号に変換するADコンバータ等を用いずに、パルス信号としてパルス密度変調信号を生成できるので、ADコンバータによるアナログデジタル変換処理が不要になる分、従来よりも消費電力を低減し得る。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

イベントが生じることで出力信号を生成する発電素子と、
前記出力信号をパルス密度変調信号に変換する発振回路と、を備え、
電池レスで前記出力信号に応じた前記パルス密度変調信号を出力する、センサ。

【請求項 2】

前記発電素子の出力端子と前記発振回路の電源端子との間にデカップリング回路を備える、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 3】

前記発電素子の出力端子と前記デカップリング回路との間にショットキーバリアダイオードを備える、請求項 2 に記載のセンサ。

【請求項 4】

前記発電素子の出力端子と前記発振回路の電源端子との間に昇圧回路を備える、請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 5】

前記発電素子は、光、熱、振動、音、電波、酵素、化学反応のいずれかに基づき発電し、前記発振回路に前記出力信号を送出する、請求項 1 に記載のセンサ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、発電素子を備えるセンサに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

近年、監視対象にセンサを設け、当該センサから無線送信される信号に基づいて監視対象の状態を遠隔地で監視するセンサシステムが研究されている（例えば、特許文献 1 参照）。この種のセンサシステムでは、複数のセンサを長期間駆動させるとともに、所定の端末と無線通信を行うために、各センサで得られたアナログ信号をデジタル信号に変換している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2007 - 295057 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、かかるセンサシステムでは、複数のセンサを用いているため、これらセンサの総エネルギー消費は無視できず、各センサ等で消費電力等を抑えることは I o T (Internet of Things) において重要な課題となっている。例えば、各センサには、得られたアナログ信号をデジタル信号に変換する A D コンバータを設けているため、A D コンバータを駆動させる分、消費電力が増加してしまう。

【0005】

本発明は、上記のような問題に鑑みてなされたものであり、従来よりも消費電力を低減し得るセンサを提供することを目的とする。

【0006】

また、従来よりも消費電力を低減し得る電源供給回路を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本発明のセンサは、イベントが生じることで出力信号を生成する発電素子と、前記出力信号をパルス密度変調信号に変換する発振回路と、を備え、電池レスで前記出力信号に応じた前記パルス密度変調信号を出力するものである。

10

20

30

40

50

【0008】

実施形態における電源供給回路は、
蓄電用発電素子により充電される駆動用コンデンサと、
前記駆動用コンデンサに接続された給電スイッチを有する自己保持回路と、
前記給電スイッチに接続されたイベント駆動回路と、を備え、
前記イベント駆動回路は、イベントが生じると出力信号を前記給電スイッチに送出し、
前記自己保持回路は、前記出力信号により前記給電スイッチがオン動作して、前記駆動用コンデンサから前記給電スイッチおよび出力端子に駆動電流を供給し、
前記給電スイッチは、前記イベント駆動回路からの前記出力信号の供給が停止されても、前記駆動電流によりオン動作し続け、前記駆動電流を前記出力端子に供給し続けるものである。

10

また、この電源供給回路では、出力端子に接続された外部機器の動作終了後に、前記給電スイッチをオフ動作させ、前記自己保持回路への前記駆動電流の供給を停止させるスイッチを備えることが望ましい。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、アナログ信号をデジタル信号に変換するA/Dコンバータ等を用いずに、パルス信号としてパルス密度変調信号を生成できるので、A/Dコンバータによるアナログデジタル変換処理が不要になる分、従来よりも消費電力を低減し得る。

【0010】

また、電源供給回路においても、タイマーが不要になる分、従来よりも消費電力を低減し得る。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態によるセンサの回路構成を示す回路図である。

【図2】図2Aは光電変換素子で得られる電圧値の変化の一例を示すグラフであり、図2Bは、センサにより生成されるパルス密度変調信号の一例を示すグラフである。

【図3】図3Aは、100lxの光を照射したときのセンサの出力波形を示したグラフであり、図3Bは、1000lxの光を照射したときのセンサの出力波形を示したグラフである。

30

【図4】センサのダイナミックレンジを示すグラフである。

【図5】第2実施形態によるセンサの回路構成を示す回路図である。

【図6】図6Aは、入力刺激と発振周波数との関係を示すグラフであり、図6Bは、振動発電素子における圧力と、そのときのパルス密度変調信号とを示したグラフである。

【図7】図7Aは、パルス密度変調信号の波形を示したグラフであり、図7Bは、図7Aのパルスのカウント数を示したグラフである。

【図8】第3実施形態によるセンサの回路構成を示す回路図である。

【図9】電源供給回路の回路構成を示す回路図である。

【図10】電源供給回路の動作の説明(1)に供する概略図である。

【図11】電源供給回路の動作の説明(2)に供する概略図である。

40

【図12】電源供給回路の動作の説明(3)に供する概略図である。

【図13】電源供給回路の動作の説明(4)に供する概略図である。

【図14】電源供給回路の動作の説明(5)に供する概略図である。

【図15】図15Aは、蓄電用発電素子で生成される電源電圧を示すグラフであり、図15Bは、自己保持回路の電圧の波形を示すグラフであり、図15Cは、外部機器への電源供給を示すグラフであり、図15Dは、リセット信号の波形を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

(1)第1実施形態のセンサについて

図1は、第1実施形態のセンサ1の回路構成を示す回路図である。センサ1は、光電変

50

換素子 2 a と発振回路 3 との間にデカップリング回路 4 が設けられた構成を有する。発電素子としての光電変換素子 2 a は、光を受光することで電気信号を生成し、これを出力信号としてデカップリング回路 4 を介し発振回路 3 に送る。ここで、光電変換素子 2 a では、受光した光の強度に応じて、図 2 A に示すように、電圧値が変化するため、アナログ的な出力信号が生成される。

【 0 0 1 3 】

図 1 に示したように、デカップリング回路 4 は、コンデンサ 9 と抵抗 1 0 を備えている。コンデンサ 9 および抵抗 1 0 の各一端は、光電変換素子 2 a の出力端子と、発振回路 3 の電源端子とに接続されている。一方、コンデンサ 9 および抵抗 1 0 の各他端はグランドに接続されている。

10

【 0 0 1 4 】

発振回路 3 は、奇数個の C M O S (complementary metal oxide semiconductor) インバータ 5 が縦続接続され、かつ最終段の C M O S インバータ 5 の出力端子が、初段の C M O S インバータ 5 の入力端子に接続されたリングオシレータである。発振回路 3 におけるループ内の C M O S インバータ 5 の数は、発振するパルス密度変調信号 (後述する) を生成するために奇数段である必要がある。なお、図 1 では、C M O S インバータ 5 が 3 段構成の発振回路 3 としたが、C M O S インバータ 5 の数が奇数段であれば、本発明はこれに限らない。

【 0 0 1 5 】

各 C M O S インバータ 5 は、P チャネル型トランジスタ 6 と N チャネル型トランジスタ 7 とが直列に接続され、P チャネル型トランジスタ 6 と N チャネル型トランジスタ 7 のゲートが互いに接続されて入力端子を構成している。また、前段の C M O S インバータ 5 の出力端子は、後段の C M O S インバータ 5 の入力端子に接続されている。

20

【 0 0 1 6 】

各 P チャネル型トランジスタ 6 のソースが、発振回路 3 の電源端子として、デカップリング回路 4 を介し光電変換素子 2 a の出力端子にそれぞれ接続されている。各 N チャネル型トランジスタ 7 のソースは、発振回路 3 のグランド端子としてグランドにそれぞれ接続されている。

【 0 0 1 7 】

このような構成を有する発振回路 3 は、デカップリング回路 4 を介して、各 P チャネル型トランジスタ 6 のソースに、光電変換素子 2 a から出力信号が供給されると、最終段の C M O S インバータ 5 の出力端子から、H i g h 信号および L o w 信号が繰り返し発生するパルス密度変調信号が出力される。なお、光電変換素子 2 a から発振回路 3 に出力信号が供給されていないときには、発振回路 3 からはパルス密度変調信号が出力されない。

30

【 0 0 1 8 】

このように、発振回路 3 は、図 2 B に示すように、H i g h 信号および L o w 信号が繰り返し発生するデジタル信号のようなパルス密度変調信号を、電池レスで出力し得る。また、発振回路 3 で生成されるパルス密度変調信号は、H i g h 信号および L o w 信号の発振周波数 (すなわちパルス密度) が、光電変換素子 2 a から入力される出力信号の大小変化 (電圧値の大小変化) に応じて変化する。

40

【 0 0 1 9 】

ここで、光電変換素子 2 a で受光する光の強度 (光輝度とも称する) に応じて、発振回路 3 から出力されるパルス密度変調信号がどのように変化するかについて検証試験を行った。

【 0 0 2 0 】

発振回路 3 から出力される信号をオシロスコープで確認したところ、図 3 A および図 3 B に示すような結果が得られた。図 3 A は、光電変換素子 2 a に 1 0 0 1 x の光を照射したときに発振回路 3 から出力されたパルス密度変調信号の波形を示す。図 3 B は、光電変換素子 2 a に 1 0 0 0 0 1 x の光を照射したときに発振回路 3 から出力されたパルス密度変調信号の波形を示す。

50

【0021】

図3Aに示すように、光輝度が100lxのとき発振周波数が46kHzのパルス密度変調信号を観測した。また、図3Bに示すように、光輝度が10000lxのとき発振周波数が5.2MHzのパルス密度変調信号を観測した。図3Aおよび図3Bに示すように、光電変換素子2aで受光する光輝度が変化するとパルスの密度も変化し、光輝度に応じたパルス密度変調信号が生成されることが確認できた。

【0022】

また、LEDの光輝度を調整し、光電変換素子2aに対し25lx(暗室内)~25000lx(太陽光下)の光輝度の光を照射した。そのときに、発振回路3から出力されるパルス密度変調信号の発振周波数を調べたところ、図4に示すような結果が得られた。図4から、センサ1では、25lxと暗い光輝度のときでも、発振周波数が10kHzのパルス密度変調信号を生成できることができた。

10

【0023】

また、光輝度が上昇するにつれて、パルス密度変調信号の発振周波数も直線的に上昇してゆくことが確認できた。なお、光輝度が25000lxのときには発振周波数が7.7MHzのパルス密度変調信号が生成された。図4からダイナミックレンジを算出したところ71dBとなり、センサ1は高いダイナミックレンジが得られることが確認できた。なお、図4中の(a)の結果は図3Aに示し、図4中の(b)の結果は図3Bに示している。

【0024】

なお、センサ1の輝度検出を実証するために、検証試験中に手で光電変換素子2aへの光を遮断したところ、センサ1から出力されるパルス密度変調信号の発振周波数が急激に低下した。以上のように、センサ1は、輝度センサとして機能することを確認できた。

20

【0025】

以上の構成において、センサ1では、光を受光することで出力信号を生成する光電変換素子2aと、出力信号をパルス密度変調信号に変換する発振回路3とを設けることで、電池レスで出力信号に応じたパルス密度変調信号を出力できる。これにより、センサ1では、アナログ信号をデジタル信号に変換するADコンバータ等を用いずに、パルス信号としてパルス密度変調信号を生成できるので、ADコンバータによるアナログデジタル変換処理が不要になる分、従来よりも消費電力を低減し得る。

30

【0026】

また、センサ1では、光電変換素子2aと発振回路3との間にデカップリング回路4を設けた。これにより、センサ1では、デカップリング回路4によってノイズの発生を防止できることから、発振回路3へのノイズの混入を防ぎ、発振回路3の誤動作を防止できる。

【0027】

(2) 第2実施形態によるセンサについて

図1との対応部分に同一符号を付して示す図5は、第2実施形態によるセンサ21を示す。第2実施形態のセンサ21は、発電素子として振動発電素子2bを用いている点と、振動発電素子2bの出力端子とデカップリング回路4との間にショットキーバリアダイオード22を備える点とが、上述した第1実施形態のセンサ1と相違している。以下、第1実施形態との相違点に着目して説明する。

40

【0028】

振動発電素子2bは、出力端が、ショットキーバリアダイオード22およびデカップリング回路4を順次介して発振回路3の電源端子に接続されている。この場合、振動発電素子2bは、所定部位に振動が生じると、振動に応じた電気信号を生成し、これを出力信号としてショットキーバリアダイオード22およびデカップリング回路4を順次介して発振回路3に供給する。

【0029】

ショットキーバリアダイオード22は、カソードが振動発電素子2bの出力端子とデカ

50

ップリング回路 4 とに接続され、アノードがグランドに接続されている。ショットキーバリアダイオード 22 は、振動発電素子 2b で生成された正電圧および負電圧のうち、負電圧をショートし、当該負電圧が発振回路 3 に出力信号として供給されることを防止し得る。これにより発振回路 3 は、負電圧が印加されることにより生じる破損が防止され得る。

【0030】

ここで、図 6A は、振動発電素子 2b に与えられる振動（入力刺激）と、入力刺激を基に発振回路 3 で生成されるパルス密度変調信号の発振周波数との関係を示したグラフである。図 6A に示すように、センサ 21 では、振動発電素子 2b に与えられる振動が大きくなるに従って、発振回路 3 で生成されるパルス密度変調信号の周波数も、それに比例して高くなることが確認できている。

10

【0031】

また、振動発電素子 2b に揺動自在に支持されているカンチレバー部に対して、図 6B の上方に示すような外力を与え、そのときにセンサ 21 から出力されるパルス密度変調信号を調べたところ、図 6B の下方に示すような結果が得られた。図 6A および図 6B から、大きな外力が与えられた瞬間の「Input high」領域では、パルスの密度が高い高周波のパルス密度変調信号が生成されることが確認できた。一方、外力が次第に 0 に収束してゆく「Input low」領域では、パルスの密度が次第に低くなってゆくパルス密度変調信号が生成されることが確認できた。

【0032】

次に、振動試験機を使用して、励振周波数 160 Hz および最大加速度 10 m/s^2 の外力を振動発電素子 2b に対して与え、センサ 21 からどのようなパルス密度変調信号が出力されるかについて確認した。その結果、図 7A に示すような波形が得られた。

20

【0033】

図 7A に示すように、発振回路 3 から出力されるパルス密度変調信号は、0.6 V で始まり、0.6 V を超える電圧で発振周波数が変化し続けた。図 7A において、 $100 \mu\text{s}$ 毎に 0.5 V の閾値に達したパルス数についてカウントしたところ、図 7B に示すような結果が得られた。発振周波数を $f = 1/T$ （ここで T は発振周期であり、 $T = 100 \mu\text{s} / \text{カウント数}$ ）と定義した。振動発電素子 2b からの 1 V の信号出力時に、発振回路 3 で 1.3 MHz の最大 f が検出された。

【0034】

30

以上の構成において、センサ 21 でも、振動を受けることで出力信号を生成する振動発電素子 2b と、出力信号をパルス密度変調信号に変換する発振回路 3 とを設けることで、電池レスで出力信号に応じたパルス密度変調信号を出力できる。これにより、センサ 21 では、アナログ信号をデジタル信号に変換する AD コンバータ等を用いずに、パルス信号としてパルス密度変調信号を生成できるので、AD コンバータによるアナログデジタル変換処理が不要になる分、従来よりも消費電力を低減し得る。

【0035】

また、センサ 21 では、ショットキーバリアダイオード 22 を設けたことにより、振動発電素子 2b で生じる負電圧の発振回路 3 への印加を防止し、負電圧による発振回路 3 の破損を防止できる。

40

【0036】

(3) 第 3 実施形態によるセンサについて

図 1 との対応部分に同一符号を付して示す図 8 は、第 3 実施形態によるセンサ 31 を示す。第 3 実施形態のセンサ 31 は、発電素子として熱電素子 2c を用いている点と、デカップリング回路 4 に替えて、熱電素子 2c の出力端子と発振回路 3 の電源端子との間に昇圧回路 32 を設けた点とが、上述した第 1 実施形態のセンサ 1 と相違している。以下、第 1 実施形態との相違点に着目して説明する。

【0037】

昇圧回路 32 は、コイル 33 とスイッチ 34 とダイオード 35 とコンデンサ 36 とで構成されている。コイル 33 は、一端が熱電素子 2c の出力端子に接続され、他端が発振回

50

路 3 の電源端子に接続されている。スイッチ 3 4 は、コイル 3 3 の他端およびダイオード 3 5 のアノードに一端が接続され、グラウンドに他端が接続されている。ダイオード 3 5 は、コイル 3 3 の他端およびスイッチ 3 4 の一端にアノードが接続され、コンデンサ 3 6 の一端および発振回路 3 の電源端子にカソードが接続されている。コンデンサ 3 6 は、発振回路 3 の電源端子およびダイオード 3 5 のカソードに一端が接続され、グラウンドに他端が接続されている。

【 0 0 3 8 】

なお、昇圧回路 3 2 は、スイッチ 3 4 がオン状態になると、コイル 3 3 に励磁エネルギーが蓄えられる。その後、昇圧回路 3 2 は、スイッチ 3 4 がオフ状態になると、コイル 3 3 に蓄えられた励磁エネルギーが放出されて当該励磁エネルギーに起因した電圧が積み上がり、昇圧された電圧を生成する。熱電素子 2 c による熱起電力は、mV オーダであるため、非常に小さいが、昇圧回路 3 2 を設けることにより、発振回路 3 を駆動させるのに必要となる電圧値を得ることができる。

10

【 0 0 3 9 】

以上の構成において、センサ 3 1 でも、振動を受けることで出力信号を生成する熱電素子 2 c と、出力信号をパルス密度変調信号に変換する発振回路 3 とを設けることで、電池レスで出力信号に応じたパルス密度変調信号を出力できる。これにより、センサ 3 1 では、アナログ信号をデジタル信号に変換する A/D コンバータ等を用いずに、パルス信号としてパルス密度変調信号を生成できるので、A/D コンバータによるアナログデジタル変換処理が不要になる分、従来よりも消費電力を低減し得る。

20

【 0 0 4 0 】

(4) 他の実施形態によるセンサについて

なお、上述した実施形態においては、発電素子として、光電変換素子 2 a、振動発電素子 2 b、または熱電素子 2 c を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、光、熱、振動の他に、音や、電波、酵素、化学反応のいずれかに基づき発電し、発振回路 3 に出力信号を送出する発電素子を適用してもよい。

【 0 0 4 1 】

例えば、化学反応に基づき発電する発電素子としては、電解質溶液（以下、単に電解液と称する）が与えられることにより発電する発電素子がある。この場合、陽極および陰極を容器内に備える発電素子に対し、当該容器内に電解液が与えられると、電解液内の陽（プラス）イオンが陰極に移動し、陰（マイナス）イオンが陽極に移動して、発電素子で出力信号が生じる。これにより、センサでは、このような出力信号に応じて発振回路 3 にてパルス密度変調信号が生成される。

30

【 0 0 4 2 】

酵素に基づいて発電する発電素子としては、グルコースを含む水溶液が与えられることにより発電する発電素子がある。このような発電素子では、グルコースを酵素で酸化分解する際に電子と水素イオンを取り出し、得られた電子に基づいて出力信号が生成される。これにより、センサでは、このような出力信号に応じて発振回路 3 にてパルス密度変調信号が生成され、バイオセンサとして機能し得る。

【 0 0 4 3 】

なお、酵素や化学反応に基づき発電する発電素子では、出力電圧が電極に依存し、例えば数百 mV ~ 数 V 程度であるため、図 8 に示すように、昇圧回路 3 2 を設けたセンサを用いることが望ましい。

40

【 0 0 4 4 】

音や、電波を受けたときに発電素子を用いたセンサでは、発電素子において音や、電波を受けることで、当該発電素子で出力信号が生成され、得られた出力信号に応じて発振回路 3 にてパルス密度変調信号が生成され得る。

【 0 0 4 5 】

また、上述した各実施形態においては、デカップリング回路 4 や、ショットキーバリアダイオード 2 2、昇圧回路 3 2 を設けるようにした場合について述べたが、本発明はこれ

50

限らず、デカップリング回路 4 や、ショットキーバリアダイオード 2 2、昇圧回路 3 2 を設けずに、単に発電素子（光電変換素子 2 a、振動発電素子 2 b、熱電素子 2 c、その他の発電素子）と発振回路 3 とで構成したセンサ 1、2 1、3 1 としてもよい。

【0046】

(5) 電源供給回路について

次に、従来よりも消費電力を低減し得る電源供給回路について以下説明する。ここで、図 9 は、本実施形態における電源供給回路 4 0 を備えた無線センサ端末 4 1 を示す。電源供給回路 4 0 は、タイマー等を用いずに、所定のタイミングでセンサ 4 5 や無線通信機器 4 6 に駆動電流を供給し得るものである。

【0047】

ここで、従来無線センサ端末では、例えば振動センサとタイマーとを設け、タイマーを基に所定間隔で振動センサを駆動させ、振動センサの駆動時間中に振動センサにより振動を検知（すなわち、イベントが発生）したか否かの検知結果を、所定のサーバに送信していた。このように、従来無線センサ端末では、タイマーを常に駆動させる必要がある分、消費電力が増加してしまうという問題があった。また、消費電力の低減を図るためにタイマーによって所定間隔で振動センサを駆動させていることから、振動センサが駆動していないときに振動センサにて振動（イベント）を検知し得ないという問題があった。

【0048】

本実施形態による無線センサ端末 4 1 は、電源供給回路 4 0 によってイベントが生じた際に駆動電流を生成して、センサ 4 5 や無線通信機器 4 6 を駆動させることで、タイマーを不要とし、かつ、イベントが発生したタイミングでイベントの検知結果等をサーバに送信し得る。以下、このような電源供給回路 4 0 について説明する。

【0049】

電源供給回路 4 0 は、電源回路 4 2 と、イベント駆動回路 4 3 と、自己保持回路 4 4 とを備えている。電源回路 4 2 は、蓄電用発電素子 4 9 が整流回路 5 0 を介して駆動用コンデンサ C 1 に接続された構成を有する。蓄電用発電素子 4 9 は、例えば振動や光等により電気信号を生成する発電素子であり、振動や光等の継続的に発生するイベントを基に蓄電用の電気信号を生成し、これを整流回路 5 0 を介して駆動用コンデンサ C 1 に供給する。

【0050】

駆動用コンデンサ C 1 は、蓄電用発電素子 4 9 で生成された電気信号を基に充電される。駆動用コンデンサ C 1 は、一端が自己保持回路 4 4 に接続されており、自己保持回路 4 4 に設けた給電トランジスタ Tr 2 がオン動作したときに、駆動電流を自己保持回路 4 4 に供給する。

【0051】

イベント駆動回路 4 3 は、振動発電素子 5 3 がコンデンサ C 2 の一端および自己保持回路 4 4 に接続された構成を有する。また、イベント駆動回路 4 3 は、リセット用トランジスタ Tr 1 を有している。リセット用トランジスタ Tr 1 は、例えば NPN 型のバイポーラトランジスタであり、エミッタがグランドに接続されている。リセット用トランジスタ Tr 1 のコレクタは、ダイオード 5 5 のカソードと、コンデンサ C 2 の一端と、自己保持回路 4 4 とに接続されている。ダイオード 5 5 およびコンデンサ C 2 は、一端が自己保持回路 4 4 に接続され、他端がグランドに接続されている。

【0052】

自己保持回路 4 4 は、給電トランジスタ Tr 2 と、トランジスタ Tr 3、Tr 4 と、抵抗 R 1 ~ R 4 とを備えている。例えば、給電トランジスタ Tr 2 は NPN 型のバイポーラトランジスタであり、トランジスタ Tr 3 は P チャネルのエンハンスメント型 MOSFET であり、トランジスタ Tr 4 は PNP 型のバイポーラトランジスタである。

【0053】

自己保持回路 4 4 における給電トランジスタ Tr 2 のベースは、イベント駆動回路 4 3 の振動発電素子 5 3 と、コンデンサ C 2 の一端と、ダイオード 5 5 のカソードと、リセット用トランジスタ Tr 1 のコレクタとに接続されている。給電トランジスタ Tr 2 のベー

10

20

30

40

50

スは、抵抗 R 3 を介してトランジスタ T r 4 のコレクタに接続され、抵抗 R 4 を介してグランドにも接続されている。また、給電トランジスタ T r 2 は、エミッタがグランドに接続されている。

【 0 0 5 4 】

電源回路 4 2 の駆動用コンデンサ C 1 は、自己保持回路 4 4 の給電トランジスタ T r 2 のコレクタに、抵抗 R 1、R 2 を介して接続されている。また、電源回路 4 2 の駆動用コンデンサ C 1 は、自己保持回路 4 4 のトランジスタ T r 4 のベースに、抵抗 R 1、R 2 を介して接続され、トランジスタ T r 4 のエミッタにも、抵抗 R 1 を介して接続されている。さらに、電源回路 4 2 の駆動用コンデンサ C 1 は、トランジスタ T r 3 のソースに接続され、トランジスタ T r 3 のゲートにも、抵抗 R 1 を介して接続されている。なお、トランジスタ T r 3 のドレインは、電源供給回路 4 0 の出力端子であり、センサ 4 5 および無線通信機器 4 6 に接続されている。

10

【 0 0 5 5 】

次に、図 9 との同一部分に同一符号を付して示す図 1 0 ~ 図 1 4 を用いて、電源供給回路 4 0 の動作について説明する。図 1 0 に示すように、電源供給回路 4 0 は、電源回路 4 2 の駆動用コンデンサ C 1 の充電が完了した後に（充電完了「S T 1」）、イベント駆動回路 4 3 の振動発電素子 5 3 に対して振動（イベント）が生じて発電すると、振動発電素子 5 3 で出力信号が生成（スイッチオン「S T 2」）される。

【 0 0 5 6 】

これにより、自己保持回路 4 4 には、給電トランジスタ T r 2 のベースに振動発電素子 5 3 から出力信号が供給され、図 1 1 に示すように、給電トランジスタ T r 2 がオン動作する（T r 2 o n「S T 3」）。自己保持回路 4 4 における給電トランジスタ T r 2 がオン動作することで、電源回路 4 2 の駆動用コンデンサ C 1 から自己保持回路 4 4 に駆動電流が供給される。駆動電流は、給電トランジスタ T r 2 を介してグランドに供給される。このとき、トランジスタ T r 3 は、ソースに駆動電流が供給されるとともに、抵抗 R 1 を介してゲートにも駆動電流が供給され、ソースおよびゲート間の電圧差によりオン動作する（T r 3 o n「S T 4」）。

20

【 0 0 5 7 】

これにより、センサ 4 5 および無線通信機器 4 6 には、電源回路 4 2 から自己保持回路 4 4 を介して駆動電流が供給されて動作し始める。また、この際、トランジスタ T r 4 は、抵抗 R 1、R 2 を介してベースに駆動電流が供給され、抵抗 R 1 を介してエミッタにも駆動電流が供給され、図 1 2 に示すように、オン動作する（T r 4 o n「S T 5」）。これにより、自己保持回路 4 4 は、トランジスタ T r 4 および抵抗 R 3 を介して給電トランジスタ T r 2 のベースにも駆動電流を供給する。

30

【 0 0 5 8 】

これにより、自己保持回路 4 4 は、図 1 3 に示すように、イベント駆動回路 4 3 から出力信号が給電トランジスタ T r 2 のベースに供給停止されても、電源回路 4 2 からの駆動電流が給電トランジスタ T r 2 のベースに供給され続けているため、給電トランジスタ T r 2 をオン動作させ続けることができる（自己保持開始「S T 6」）。かくして、自己保持回路 4 4 は、電源回路 4 2 からの駆動電流に基づいて給電トランジスタ T r 2 をオン動作し続け、これによりセンサ 4 5 および無線通信機器 4 6 に駆動電流を供給し続ける。

40

【 0 0 5 9 】

その後、センサ 4 5 および無線通信機器 4 6 において所定の動作が完了すると、図 1 4 に示すように、自己保持回路 4 4 のリセット用トランジスタ T r 1 のベースにマイコン（図示せず）からリセット信号が供給される（マイコンの出力「S T 7」）。これにより、駆動電流は、リセット用トランジスタ T r 1 を介してグランドに導かれ、給電トランジスタ T r 2 のベースへの供給が妨げられ、給電トランジスタ T r 2 をオフ動作させる（T r 2 o f f「S T 8」）。

【 0 0 6 0 】

自己保持回路 4 4 は、給電トランジスタ T r 2 がオフ動作することで、トランジスタ T

50

r 3、Tr 4 もオフ動作し、センサ 4 5 および無線通信機器 4 6 への駆動電流の供給も停止する。電源供給回路 4 0 では、電源回路 4 2 における駆動用コンデンサ C 1 への充電を再び開始するとともに、その後、イベント駆動回路 4 3 から自己保持回路 4 4 への出力信号の供給を待ち受ける。

【0061】

ここで、図 1 5 A は、電源回路 4 2 における蓄電用発電素子で生成される電源電圧を示す。図 1 5 B は、自己保持回路 4 4 における給電トランジスタ Tr 2 での電圧変化を示しており、振動発電素子 5 3 から出力信号が供給されてからリセット信号が供給されるまで電圧値が維持されていることを示す。図 1 5 C は、センサ 4 5 および無線通信機器 4 6 への電源供給を示し、自己保持回路 4 4 が振動発電素子 5 3 から出力信号が供給されてからリセット信号が供給されるまで、センサ 4 5 および無線通信機器 4 6 への駆動電流を供給していることを示す。図 1 5 D は、リセット信号の発生タイミングを示している。

10

【0062】

以上の構成において、電源供給回路 4 0 では、蓄電用発電素子 4 9 により充電される駆動用コンデンサ C 1 と、駆動用コンデンサ C 1 に接続された給電トランジスタ Tr 2 を有する自己保持回路 4 4 と、給電トランジスタ Tr 2 に接続されたイベント駆動回路 4 3 と、を設けた。また、電源供給回路 4 0 では、イベント駆動回路 4 3 でイベントが生じると、イベント駆動回路 4 3 から給電トランジスタ Tr 2 に出力信号を送出する。

【0063】

自己保持回路 4 4 では、出力信号により給電トランジスタ Tr 2 がオン動作して、駆動用コンデンサ C 1 から、給電トランジスタ Tr 2、出力端子に接続されたセンサ 4 5、および無線通信機器 4 6 への駆動電流の供給を開始する。

20

【0064】

より具体的には、給電トランジスタ Tr 2 のオン動作により供給される駆動電流を基にオン動作し、駆動電流を給電トランジスタ Tr 2 に供給するトランジスタ Tr 4 を、自己保持回路 4 4 に設けるようにした。また、給電トランジスタ Tr 2 のオン動作により供給される駆動電流を基にオン動作し、駆動電流を出力端子に供給するトランジスタ Tr 3 を、自己保持回路 4 4 に設けるようにした。

【0065】

これにより、電源供給回路 4 0 では、イベント駆動回路 4 3 からの出力信号の供給が停止されても、駆動電流により給電トランジスタ Tr 2 がオン動作し続け、駆動電流を出力端子に供給し続けることができる。

30

【0066】

このように、電源供給回路 4 0 では、従来のようなタイマーを用いることなく、振動発電素子 5 3 に対して振動（イベント）が生じたタイミングで、駆動電流をセンサ 4 5 および無線通信機器 4 6 に供給して駆動させることができる。かくして、電源供給回路 4 0 では、タイマーが不要となる分、従来よりも消費電力を低減し得る。

【0067】

また、この電源供給回路 4 0 では、出力端子に接続されたセンサ 4 5 や無線通信機器 4 6 等の外部機器の動作終了後に、給電トランジスタ Tr 2 をオフ動作させ、自己保持回路 4 4 への駆動電流の供給を停止させるリセット用トランジスタ Tr 1 を設けるようにした。これにより、電源供給回路 4 0 では、外部機器の動作終了に合わせて、自己保持回路 4 4 への駆動電流の供給を停止し、駆動用コンデンサ C 1 の充電を再開できる。

40

【0068】

なお、この実施形態においては、給電スイッチとして給電トランジスタ Tr 2 を用い、その他のスイッチとしてトランジスタ Tr 3、Tr 4 を用いるようにしたが、本発明はこれに限らず、種々の半導体スイッチを適用してもよい。

【0069】

また、この実施形態においては、電源供給回路 4 0 の出力端子に接続される外部機器として、センサ 4 5 および無線通信機器 4 6 を適用した場合について述べたが、本発明はこ

50

れに限らず、センサ 4 5 および無線通信機器 4 6 のうちいずれか一方、または解析装置等のその他の外部機器を適用しても良い。

【0070】

また、この実施形態においては、発電素子として、振動発電素子 5 3 を適用したが、光電変換素子や、熱電素子等のように光や熱の他に、音、電波、酵素、化学反応のいずれかをイベントとし、当該イベントに基づき発電する発電素子を適用してもよい。また、蓄電用発電素子についても、光、熱、振動、音、電波、酵素、化学反応のいずれかに基づき発電する蓄電用発電素子を適用してもよい。

【符号の説明】

【0071】

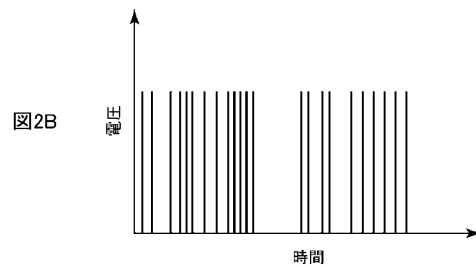
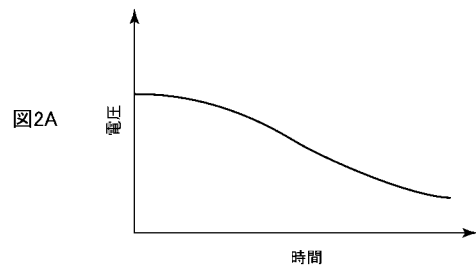
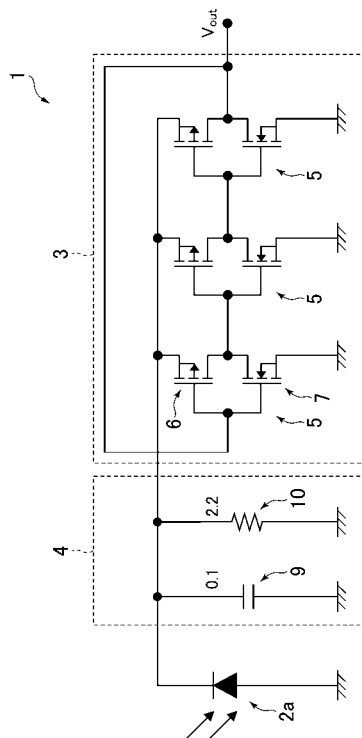
- 1、2 1、3 1 センサ
- 2 a 光電変換素子（発電素子）
- 2 b 振動発電素子（発電素子）
- 2 c 熱電素子（発電素子）
- 3 発振回路
- 4 デカップリング回路
- 2 2 ショットキーバリアダイオード
- 3 2 昇圧回路
- 4 0 電源供給回路
- 4 3 イベント駆動回路
- 4 4 自己保持回路
- C 1 駆動用コンデンサ
- Tr 1 リセット用トランジスタ（スイッチ）
- Tr 2 給電トランジスタ（給電スイッチ）
- Tr 3、Tr 4 トランジスタ（スイッチ）

10

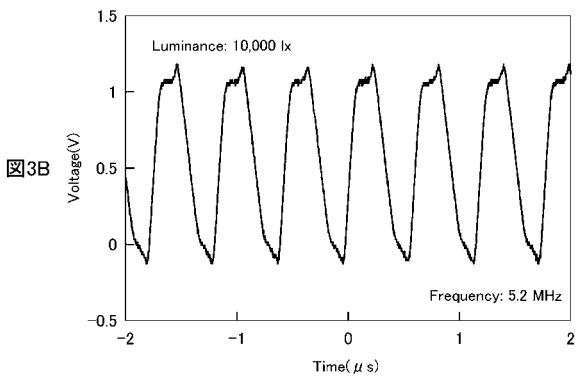
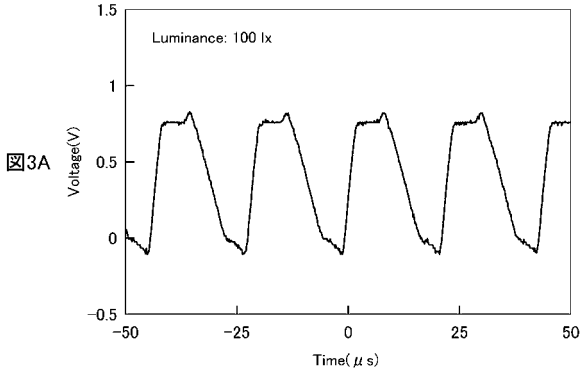
20

【図 1】

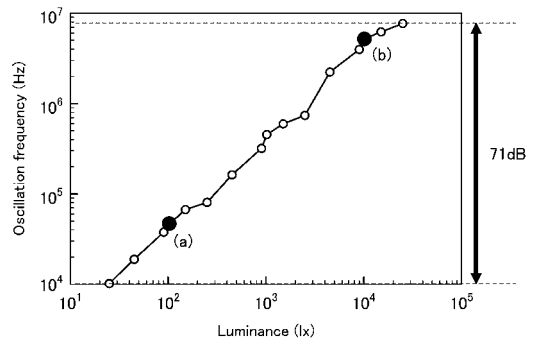
【図 2】



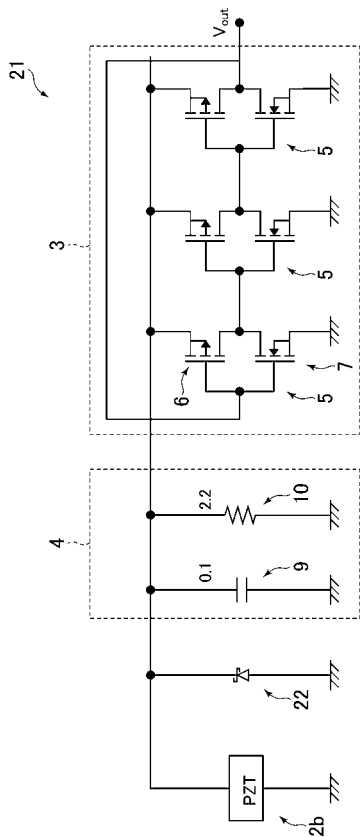
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

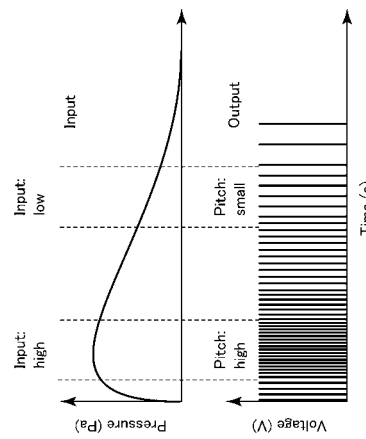


図6A

図6B

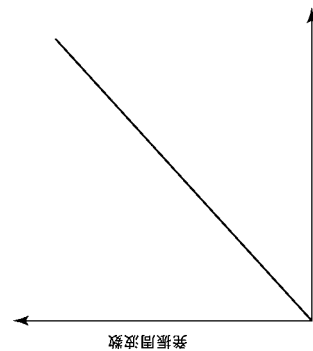


図6B

【 図 7 】

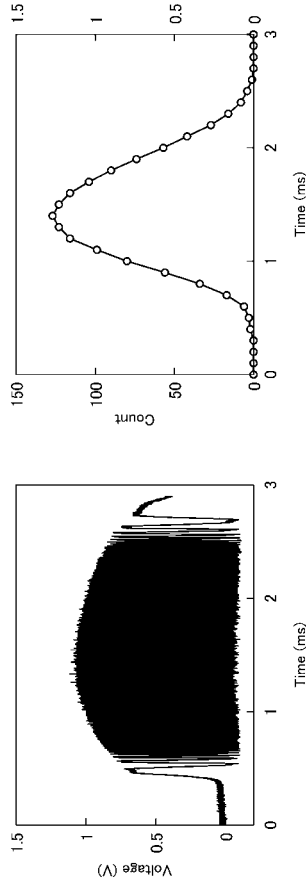
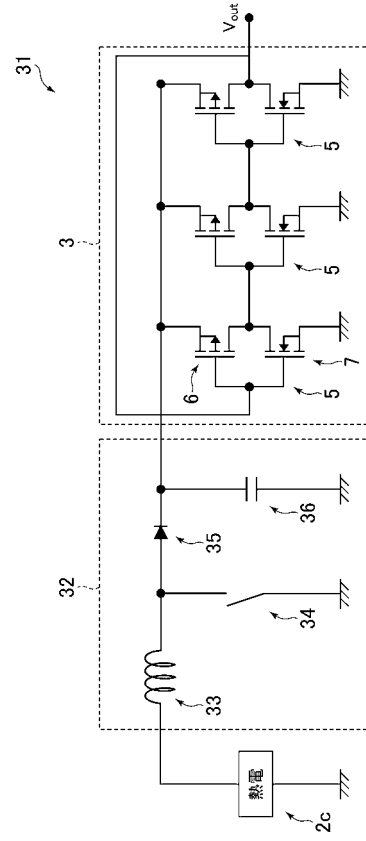


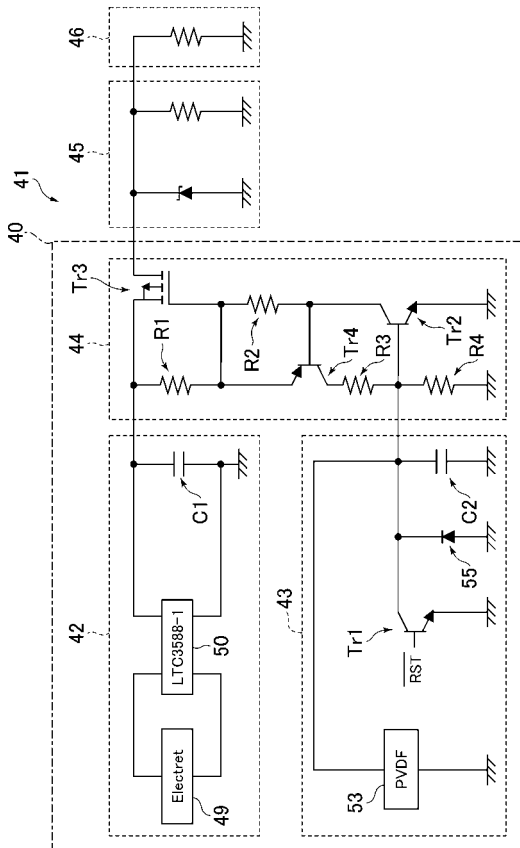
図7B

図7A

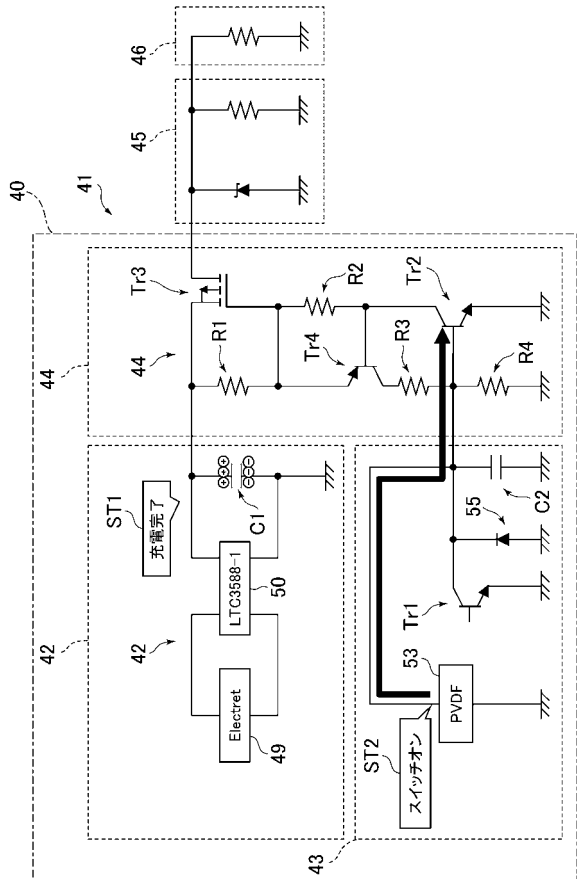
【 図 8 】



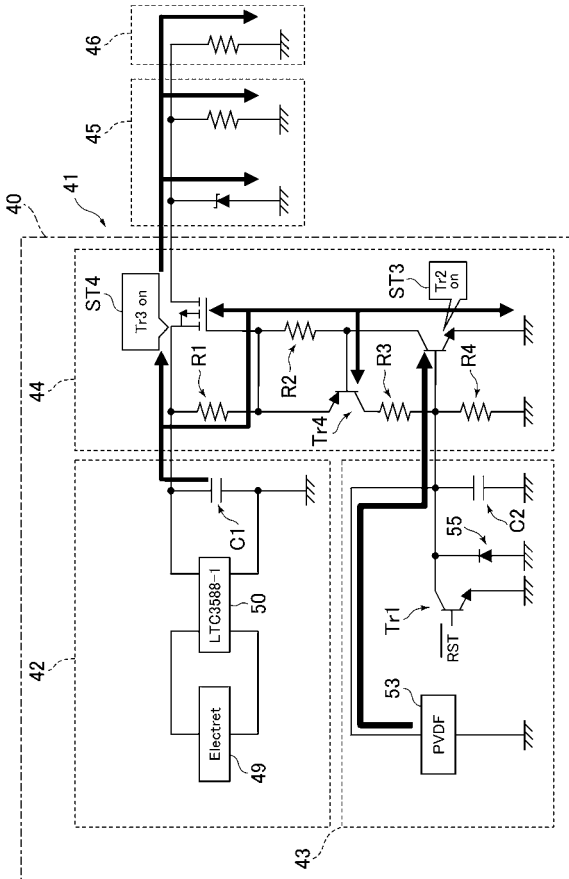
【 図 9 】



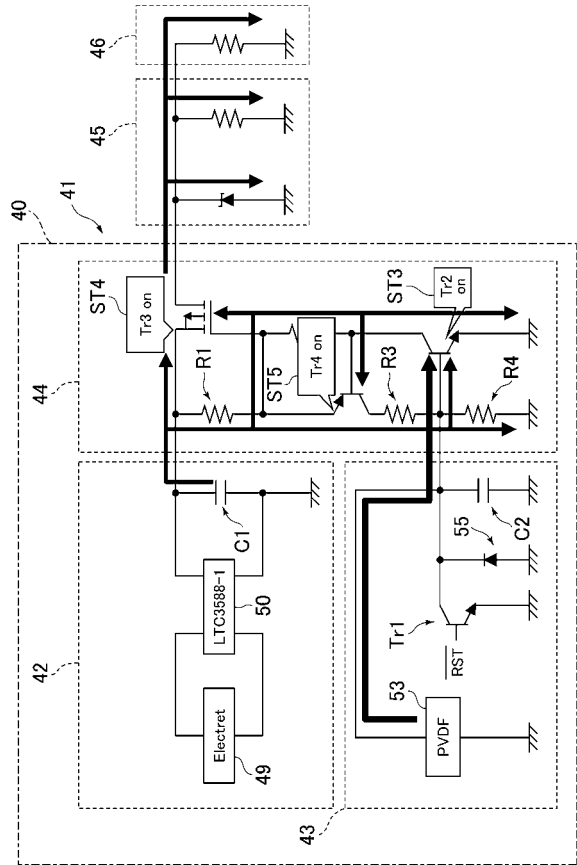
【 図 10 】



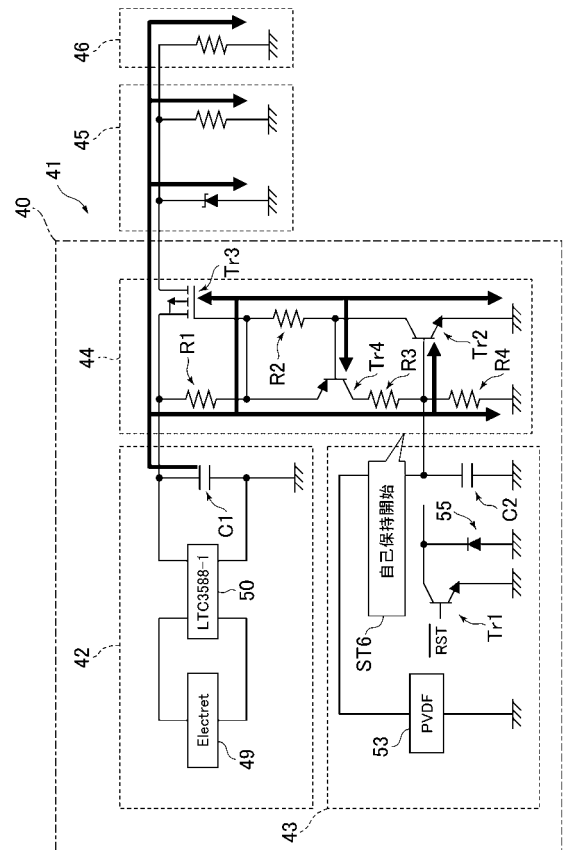
【図 1 1】



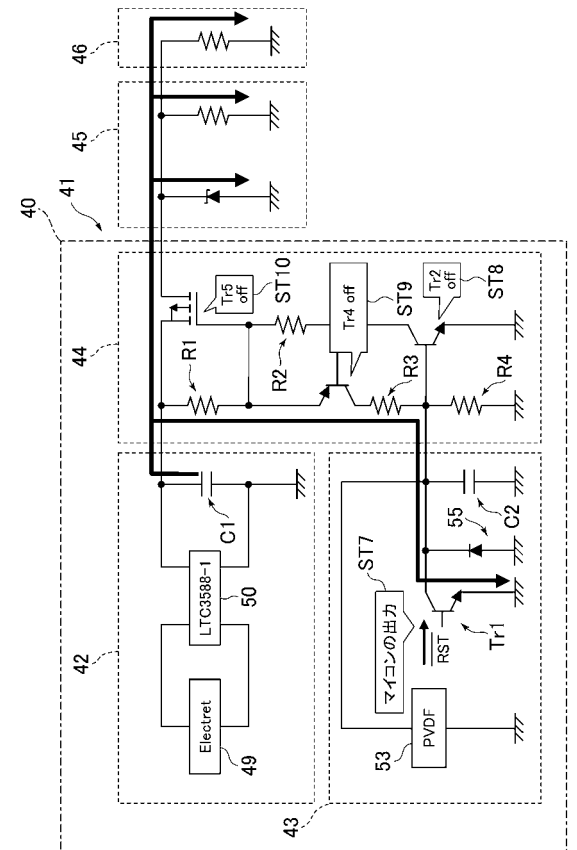
【図 1 2】



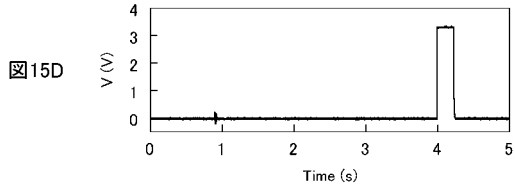
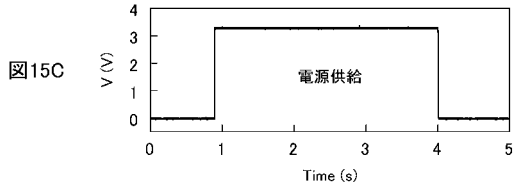
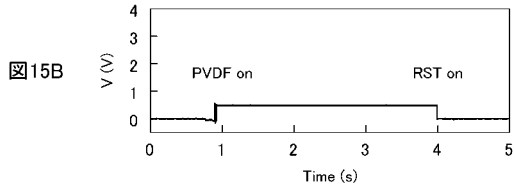
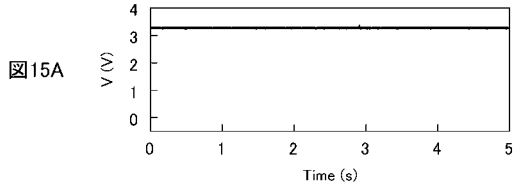
【図 1 3】



【図 1 4】



【 図 15 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F073 AA02 AA19 AA40 AB01 AB02 AB12 BB01 BB04 BC02 CD13
CD15 DD01 DD10 DE07 EE13 FF01 FF12 GG01 GG02 GG07
GG09
5F849 BA30 BB07 KA04 KA20 XB01