

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7558533号
(P7558533)

(45)発行日 令和6年10月1日(2024.10.1)

(24)登録日 令和6年9月20日(2024.9.20)

(51)国際特許分類	F I
H 0 2 M 3/00 (2006.01)	H 0 2 M 3/00 Y
H 0 1 H 59/00 (2006.01)	H 0 2 M 3/00 S
H 0 2 M 3/16 (2006.01)	H 0 1 H 59/00
	H 0 2 M 3/16

請求項の数 14 (全14頁)

(21)出願番号	特願2021-161336(P2021-161336)	(73)特許権者	304023318
(22)出願日	令和3年9月30日(2021.9.30)		国立大学法人静岡大学
(65)公開番号	特開2023-50951(P2023-50951A)		静岡県静岡市駿河区大谷 8 3 6
(43)公開日	令和5年4月11日(2023.4.11)	(73)特許権者	000143949
審査請求日	令和5年4月5日(2023.4.5)		株式会社鷺宮製作所
			東京都中野区若宮 2 丁目 5 5 番 5 号
		(74)代理人	110001243
			弁理士法人谷・阿部特許事務所
		(72)発明者	橋口 原
			静岡県浜松市中区城北 3 丁目 5 - 1 国
			立大学法人静岡大学内
		(72)発明者	芝田 泰
			静岡県浜松市中区城北 3 丁目 5 - 1 国
			立大学法人静岡大学内
		(72)発明者	三屋 裕幸
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スイッチングレギュレータ、電源回路および方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固定電極と、
弾性支持部に弾性支持され、前記固定電極に対向する可動電極と、
前記可動電極の動作に応じて電源ラインを接続または非接続にする接続部と
を有し、
前記固定電極および前記可動電極のうちの少なくとも一方にエレクトレットが形成され、
前記エレクトレットによる静電引力を変化させることで、前記接続部の前記電源ライン
を接続または非接続にし、
前記接続部が、前記電源ラインの高電位側端子と低電位側端子とに接続するために、前記
高電位側端子と前記低電位側端子との間を通して前記電源ラインを挟んで反対側から前記
可動電極側に向かって蓋をするように構成された、スイッチングレギュレータ。

【請求項 2】

固定電極と、
弾性支持部に弾性支持され、前記固定電極に対向する可動電極と、
前記可動電極の動作に応じて電源ラインを接続または非接続にする接続部と
を有し、
前記固定電極および前記可動電極のうちの少なくとも一方にエレクトレットが形成され、
前記エレクトレットによる静電引力を変化させることで、前記接続部の前記電源ラインを
接続または非接続にし、

前記接続部が、前記電源ラインの一方の端部に設けられた固定接点と、前記電源ラインの他方の端部に設けられたカンチレバー上の可動接点とを含み、前記固定接点と前記可動接点とが接触するように構成された、スイッチングレギュレータ。

【請求項 3】

前記静電引力と前記弾性支持部による弾性力とが等しく、釣り合っている位置を基準として、前記静電引力が前記弾性力より大きい場合に、前記固定電極と前記可動電極とが近接することで、前記接続部が前記電源ラインを接続し、

前記静電引力が前記弾性力より小さい場合に、前記固定電極と前記可動電極とが離れることで、前記接続部が前記電源ラインを非接続にする、請求項 1 または 2 に記載のスイッチングレギュレータ。

10

【請求項 4】

前記固定電極および前記可動電極が対向する面には、複数の 歯電極が噛合するように形成されている、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のスイッチングレギュレータ。

【請求項 5】

交流電圧を直流電圧に変換して外部負荷に供給する電源回路であって、

前記外部負荷に対して並列に接続されたコンデンサと、

前記コンデンサに対して並列に接続された請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載されたスイッチングレギュレータとを備え、

前記スイッチングレギュレータは、前記直流電圧を供給するための前記電源ラインのオン/オフ状態を制御する、電源回路。

20

【請求項 6】

前記スイッチングレギュレータは、前記コンデンサの充電電圧が所定の値以下である場合はオン状態であり、前記コンデンサの充電電圧が所定の値より大きい場合にオフ状態となる、請求項 5 に記載の電源回路。

【請求項 7】

前記交流電圧を全波整流する整流回路をさらに備えた、請求項 5 または 6 に記載の電源回路。

【請求項 8】

前記整流回路はダイオードブリッジ回路である、請求項 7 に記載の電源回路。

【請求項 9】

前記交流電圧は発電素子によって供給される、請求項 5 から 8 のいずれか 1 項に記載の電源回路。

30

【請求項 10】

前記発電素子は振動発電素子である、請求項 9 に記載の電源回路。

【請求項 11】

交流電圧を直流電圧に変換して外部負荷に供給する方法であって、

前記外部負荷に対して並列に接続されたコンデンサと、

前記コンデンサに対して並列に接続されたスイッチングレギュレータであって、固定電極と、弾性支持部に弾性支持され、前記固定電極に対向する可動電極と、前記可動電極の動作に応じて電源ラインを接続または非接続にする接続部とを有するスイッチングレギュレータとを備え、

40

前記固定電極および前記可動電極のうちの少なくとも一方にエレクトレットが形成された電源回路において、

前記エレクトレットによる静電引力と前記弾性支持部による弾性力とが等しく、釣り合っている位置を基準として、前記静電引力が前記弾性力より大きく、前記固定電極と前記可動電極とが近接することで、前記接続部が前記電源ラインを接続し、

前記静電引力が前記弾性力より小さく、前記固定電極と前記可動電極とが離れることで、前記接続部が前記電源ラインを非接続にし、

前記接続部が、前記電源ラインの高電位側端子と低電位側端子とに接続するために、前記高電位側端子と前記低電位側端子との間を通して前記電源ラインを挟んで反対側から前記

50

可動電極側に向かって蓋をするように構成された、方法。

【請求項 1 2】

交流電圧を直流電圧に変換して外部負荷に供給する方法であって、
前記外部負荷に対して並列に接続されたコンデンサと、
前記コンデンサに対して並列に接続されたスイッチングレギュレータであって、固定電極と、弾性支持部に弾性支持され、前記固定電極に対向する可動電極と、前記可動電極の動作に応じて電源ラインを接続または非接続にする接続部とを有するスイッチングレギュレータとを備え、
前記固定電極および前記可動電極のうちの少なくとも一方にエレクトレットが形成された電源回路において、
前記エレクトレットによる静電引力と前記弾性支持部による弾性力とが等しく、釣り合っている位置を基準として、前記静電引力が前記弾性力より大きく、前記固定電極と前記可動電極とが近接することで、前記接続部が前記電源ラインを接続し、
前記静電引力が前記弾性力より小さく、前記固定電極と前記可動電極とが離れることで、前記接続部が前記電源ラインを非接続にし、
前記接続部が、前記電源ラインの一方の端部に設けられた固定接点と、前記電源ラインの他方の端部に設けられたカンチレバー上の可動接点とを含み、前記固定接点と前記可動接点とが接触するように構成された、方法。

10

【請求項 1 3】

固定電極と、
弾性支持部に弾性支持され、前記固定電極に対向する可動電極と、
前記可動電極の動作に応じて電源ラインを接続または非接続にする接続部とを有し、
前記固定電極および前記可動電極のうちの少なくとも一方にエレクトレットが形成されたスイッチングレギュレータにおいて、
前記エレクトレットによる静電引力を変化させることで、前記接続部の前記電源ラインを接続または非接続にする方法であって、
前記接続部が、前記電源ラインの高電位側端子と低電位側端子とに接続するために、前記高電位側端子と前記低電位側端子との間を通して前記電源ラインを挟んで反対側から前記可動電極側に向かって蓋をするように構成された、方法。

20

30

【請求項 1 4】

固定電極と、
弾性支持部に弾性支持され、前記固定電極に対向する可動電極と、
前記可動電極の動作に応じて電源ラインを接続または非接続にする接続部とを有し、
前記固定電極および前記可動電極のうちの少なくとも一方にエレクトレットが形成されたスイッチングレギュレータにおいて、
前記エレクトレットによる静電引力を変化させることで、前記接続部の前記電源ラインを接続または非接続にする方法であって、
前記接続部が、前記電源ラインの一方の端部に設けられた固定接点と、前記電源ラインの他方の端部に設けられたカンチレバー上の可動接点とを含み、前記固定接点と前記可動接点とが接触するように構成された、方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、スイッチングレギュレータ、電源回路および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、DC - DC コンバータにおいて、タイミング回路によって 2 つのサンプリングスイッチ (S0、S1) のオン / オフを制御して、抵抗性分圧器 (R0、R1)

50

による消費電力を低減することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第5864438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、上述したDC-DCコンバータでは、抵抗性分圧器(R0、R1)による消費電力を低減することができたとしても、タイミング回路自体による消費電力が残ってしまう。すなわち、タイミング回路のような制御回路によりスイッチを制御しても、その制御のための電力は必要になってしまう。

10

本開示は、このような問題に鑑みてなされたものであり、消費電力をより低減することが可能なスイッチングレギュレータ、電源回路および方法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】

【0005】

本開示の一態様によるスイッチングレギュレータは、固定電極と、弾性支持部に弾性支持され、前記固定電極に対向する可動電極と、前記可動電極の動作に応じて電源ラインを接続または非接続にする接続部とを有し、前記固定電極および前記可動電極のうちの少なくとも一方にエレクトレットが形成され、前記エレクトレットによる静電引力を変化させることで、前記接続部の前記電源ラインを接続または非接続にする。

20

【0006】

また、本開示の一態様によると、交流電圧を直流電圧に変換して外部負荷に供給する電源回路は、前記外部負荷に対して並列に接続されたコンデンサと、前記コンデンサに対して並列に接続された上記スイッチングレギュレータとを備え、前記スイッチングレギュレータは、前記直流電圧を供給するための前記電源ラインのオン/オフ状態を制御する。

【0007】

また、本開示の一態様によると、交流電圧を直流電圧に変換して外部負荷に供給する方法は、前記外部負荷に対して並列に接続されたコンデンサと、前記コンデンサに対して並列に接続されたスイッチングレギュレータであって、固定電極と、弾性支持部に弾性支持され、前記固定電極に対向する可動電極と、前記可動電極の動作に応じて電源ラインを接続または非接続にする接続部とを有するスイッチングレギュレータとを備え、前記固定電極および前記可動電極のうちの少なくとも一方にエレクトレットが形成された電源回路において、前記エレクトレットによる静電引力と前記弾性支持部による弾性力とが等しく、釣り合っている位置を基準として、前記静電引力が前記弾性力より大きく、前記固定電極と前記可動電極とが近接することで、前記接続部が前記電源ラインを接続し、前記静電引力が前記弾性力より小さく、前記固定電極と前記可動電極とが離れることで、前記接続部が前記電源ラインを非接続にする。

30

【0008】

また、本開示の一態様によるスイッチングレギュレータの制御方法は、固定電極と、弾性支持部に弾性支持され、前記固定電極に対向する可動電極と、前記可動電極の動作に応じて電源ラインを接続または非接続にする接続部とを有し、前記固定電極および前記可動電極のうちの少なくとも一方にエレクトレットが形成されたスイッチングレギュレータにおいて、前記エレクトレットによる静電引力を変化させることで、前記接続部の前記電源ラインを接続または非接続にする。

40

【発明の効果】

【0009】

本開示によれば、消費電力をより低減することが可能なスイッチングレギュレータ、電源回路および方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 一実施形態に係る電源回路の概略構成図である。

【 図 2 】 一実施形態に係る電源回路の動作を示す図である。

【 図 3 】 一実施形態に係る電源回路の動作を示す図である。

【 図 4 】 一実施形態に係る電源回路の概略構成図である。

【 図 5 】 一実施形態に係る電源回路の概略構成図である。

【 図 6 】 一実施形態に係る電源回路の概略構成図である。

【 図 7 】 一実施形態に係る電源回路の概略構成図である。

【 図 8 】 従来の電源回路の概略構成図である。

【 図 9 】 一実施形態に係るスイッチングレギュレータの概略構成図である。

10

【 図 1 0 】 一実施形態に係るスイッチングレギュレータの概略構成図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、添付の図面を参照して、本開示の実施形態について詳細に説明する。本明細書及び添付の図面を通して同じ要素には同じ符号を付し、重複する説明は省略する。

【 0 0 1 2 】

(従来技術)

図 8 は、従来の電源回路の概略構成図である。

【 0 0 1 3 】

電源回路 8 0 0 は、スイッチングレギュレータ 8 0 1 と、コンデンサ 8 0 2 と、外部負荷 8 0 3 と、交流電源 8 0 4 と、整流回路 8 0 5 とを有する。

20

【 0 0 1 4 】

スイッチングレギュレータ (以下、単にレギュレータとも称する) 8 0 1 は、制御回路 8 1 0、およびスイッチ 8 1 1 を含み、制御回路 8 1 0 は、コンデンサ 8 0 2 の充電電圧を監視し、スイッチ 8 1 1 のオン / オフ状態を制御する。

【 0 0 1 5 】

制御回路 8 1 0 は、コンデンサ 8 0 2 の充電電圧が所定の値未満である場合は、スイッチ 8 1 1 をオン状態とし、交流電源 8 0 4 から整流回路 8 0 5 を介して流れる電流は、コンデンサ 8 0 2 および外部負荷 8 0 3 へ流れる。また、コンデンサ 8 0 2 には電荷が蓄積される。

30

【 0 0 1 6 】

一方、制御回路 8 1 0 は、コンデンサ 8 0 2 の充電電圧が所定の値以上になると、スイッチ 8 1 1 をオフ状態にする。スイッチ 8 1 1 がオフ状態になると、交流電源 8 0 4 からの電流は流れなくなるが、外部負荷 8 0 3 には、コンデンサ 8 0 2 から電流が流れる。

次いで、コンデンサ 8 0 2 の充電電圧が低下して所定の値未満になると、制御回路 8 1 0 は、スイッチ 8 1 1 をオン状態とし、交流電源 8 0 4 からの電流が流れるようになる。

このように、電源回路 8 0 0 のスイッチングレギュレータ 8 0 1 が、コンデンサ 8 0 2 の充電電圧に応じてスイッチ 8 1 1 のオン / オフ状態を制御することにより、所定の電圧値を超えない範囲で外部負荷 8 0 3 に供給される電圧が安定化される。

【 0 0 1 7 】

40

しかしながら、従来のスイッチングレギュレータ 8 0 1 は、制御回路 8 1 0 がコンデンサ 8 0 2 の充電電圧を監視し、当該充電電圧に基づいてスイッチ 8 1 1 を制御するための直流電源を必要とする。尚、通常のスイッチングレギュレータの制御回路を駆動させるには、200nA ~ 500nA の駆動電流を必要とすることが知られている。

【 0 0 1 8 】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、一実施形態に係る電源回路 1 0 0 の概略構成図である。電源回路 1 0 0 は、交流電圧を直流電圧に変換して外部負荷に供給する電源回路である。

【 0 0 1 9 】

本実施形態に係る電源回路 1 0 0 は、スイッチングレギュレータ 1 0 1 と、コンデンサ

50

１０２と、外部負荷１０３と、交流電源１０４と、整流回路１０５とを有する。

【００２０】

交流電源１０４は、発電素子とすることができ、例えば、振動発電素子とすることができ、整流回路１０５は、交流電源１０４から供給される交流電圧を全波整流するダイオードブリッジ回路とすることができる。コンデンサ１０２は、整流回路１０５と外部負荷１０３との間で、外部負荷１０３に対して並列に接続されたコンデンサとすることができる。

【００２１】

スイッチングレギュレータ１０１は、交流電源１０４から整流回路１０５を介して外部負荷１０３へ印加される電圧を制御して安定化させる。例えば、スイッチングレギュレータ１０１は、整流回路１０５から外部負荷１０３への出力電圧が所定の電圧値を超えないように制御する。

10

【００２２】

スイッチングレギュレータ１０１は、固定部１１０、固定部１１０に対向する可動部１１１、接続部１１２を含む。可動部１１１に設けられた接続部１１２は、コンデンサ１０２に対して直列に配置され、電源ラインを接続または非接続にする。可動電極である可動部１１１および固定電極である固定部１１０の少なくとも一方にはエレクトレットが形成されている。エレクトレットには、例えば、カリウムイオンエレクトレットを用いることができる。また、可動部１１１は、不図示の弾性支持部により弾性支持されている。通常、可動部１１１と固定部１１０との間のエレクトレットに起因する静電引力は、可動部１１１を弾性支持する弾性支持部の弾性力より大きく（静電引力＞弾性支持部の弾性力）、電源ラインの高電位側端子と低電位側端子とを接続する接続部１１２は閉じており（すなわち、オン状態）、電流が流れる状態にある。図示されるように、接続部１１２は、電源ラインの高電位側端子と低電位側端子との間を通して電源ラインを挟んで反対側から前記可動部１１１側に向かって蓋をするように、高電位側端子と低電位側端子とに接続する。このように、スイッチングレギュレータ１０１は、ノーマルクローズである。

20

【００２３】

一方、コンデンサ１０２の充電電圧が所定の値より大きくなると、充電電圧がエレクトレットの帯電を打ち消すことで静電引力が低下し、静電引力が弾性支持部の弾性力より小さくなる（（静電引力）＜（弾性支持部の弾性力））。そのため、弾性支持部の弾性力により可動部１１１が固定部１１０から離れ、それとともに接続部１１２が電源ラインの高電位側端子および低電位側端子から離れる（すなわち、オフ状態となる）。したがって、整流回路１０５から電流は流れなくなる。オフ状態では、コンデンサ１０２から外部負荷１０３へ電流が流れ、充電電圧は低下する。充電電圧の低下に伴い、静電引力が大きくなることで、可動部１１１が再び固定部１１０に近接するようになり、接続部１１２はまた閉じた状態となる（すなわち、オン状態）。

30

【００２４】

このように、固定部１１０および可動部１１１は、コンデンサ１０２に対して並列に接続されたアクチュエータとして動作し、スイッチである接続部１１２のオン／オフ状態を制御する。すなわち、スイッチングレギュレータ１０１は、可動部１１１および固定部１１０のうちの少なくとも一方に形成されたエレクトレットによる静電引力を変化させることで、接続部１１２の電源ラインを接続または非接続する。

40

【００２５】

本実施形態に係るスイッチングレギュレータ１０１は、コンデンサ１０２の充電電圧を監視する電圧センサと、回路のオン／オフ状態を制御するスイッチの機能を兼ね備えており、従来の電源回路のような充電電圧の監視およびスイッチの制御のための電源が不要となる。さらには、従来のスイッチングレギュレータを動作させる制御回路が不要となり、制御回路を駆動するための200nA～500nAの駆動電流が不要となる為、スイッチングレギュレータの動作電流を限りなく0nAに近付けることができ、電源回路の消費電力を低減することができる。

50

【 0 0 2 6 】

次に、図 2 および図 3 を参照して、一実施形態に係る電源回路 2 0 0 の動作を説明する。図 2 は、オン状態にある電源回路 2 0 0 を示し、図 3 は、オフ状態にある電源回路 2 0 0 を示す。

【 0 0 2 7 】

電源回路 2 0 0 は、スイッチングレギュレータ 2 0 1 と、コンデンサ 2 0 2 と、外部負荷 2 0 3 と、交流電源 2 0 4 と、整流回路 2 0 5 とを有し、図 1 の電源回路 1 0 0 と同様の構成を有する。すなわち、電源回路 2 0 0 のスイッチングレギュレータ 2 0 1、コンデンサ 2 0 2、外部負荷 2 0 3、交流電源 2 0 4、および整流回路 2 0 5 はそれぞれ、電源回路 1 0 0 のスイッチングレギュレータ 1 0 1、コンデンサ 1 0 2、外部負荷 1 0 3、交流電源 1 0 4、および整流回路 1 0 5 に対応する。

10

【 0 0 2 8 】

スイッチングレギュレータ 2 0 1 は、固定部 2 1 0、可動部 2 1 1、および接続部 2 1 2 を含む。図 2 では、固定部 2 1 0 と可動部 2 1 1 は近接しており、固定部 2 1 0 と可動部 2 1 1 との間のエレクトレットによる静電引力が、可動部 2 1 1 の弾性支持部（不図示）の弾性力より大きく（静電引力 > 弾性支持部の弾性力）、接続部 2 1 2 が高電位側端子および低電位側端子と接触した状態にある。したがって、接続部 2 1 2 はオン状態にあり、整流回路 2 0 5 からの出力電流は、接続部 2 1 2 を介してコンデンサ 2 0 2、外部負荷 2 0 3、可動部 2 1 1 へ流れる。図中の矢印は、電流の流れる方向を示す。

【 0 0 2 9 】

接続部 2 1 2 は、コンデンサ 2 0 2 の充電電圧が所定の値以下である場合、オン状態を維持する（すなわち、ノーマルクローズ）。所定の値は、例えば、5 V とすることができる。

20

【 0 0 3 0 】

図 3 は、オフ状態にある電源回路 2 0 0 を示す。

【 0 0 3 1 】

エレクトレットの静電力と弾性支持部（不図示）の弾性力とが釣り合った位置を基準として、コンデンサ 2 0 2 の充電電圧が所定の電圧より大きくなり、エレクトレットの静電引力が低下すると、相対的に弾性支持部（不図示）の弾性力の方が大きくなる（静電引力 < 弾性支持部の弾性力）。したがって、可動部 2 1 1 が弾性支持部の弾性力により固定部 2 1 0 から離間し、それに伴い、接続部 2 1 2 も高電位側端子および低電位側端子から離間し、オフ状態となる。

30

【 0 0 3 2 】

レギュレータ 2 0 1 のオフ状態では、コンデンサ 2 0 2 から外部負荷 2 0 3 に対して電流が流れ（図中の矢印方向）、コンデンサ 2 0 2 の充電電圧は低下していく。したがって、コンデンサ 2 0 2 の充電電圧がふたたび所定の電圧値より低下すると、エレクトレットの静電引力が大きくなり、可動部 2 1 1 が固定部 2 1 0 に近接し、接続部 2 1 2 が閉じ、オン状態となる。

【 0 0 3 3 】

このように、本実施形態に係るレギュレータ 2 0 1 は、外部負荷 2 0 3 にかかる電圧が所定の電圧値を超えないように安定化させることができる。また、レギュレータ 2 0 1 は、その他の電源を必要とすることなく、充電電圧を監視する電圧センサと、回路のオン / オフ状態を制御するスイッチの機能およびその方法を実現することができる。

40

【 0 0 3 4 】

（第 2 の実施形態）

図 4 および図 5 は、別の実施形態に係る電源回路 4 0 0 の概略構成図である。図 4 は、オン状態にある電源回路 4 0 0 を示し、図 5 は、オフ状態にある電源回路 4 0 0 を示す。

【 0 0 3 5 】

電源回路 4 0 0 は、スイッチングレギュレータ 4 0 1 と、コンデンサ 4 0 2 と、外部負荷 4 0 3 と、交流電源 4 0 4 と、整流回路 4 0 5 とを有する。電源回路 4 0 0 は、スイッ

50

チングレギュレータ４０１の構成が、上述した電源回路２００とは異なり、その他の構成は、上述した電源回路２００と同様である。

【００３６】

レギュレータ４０１は、可動部４１０と、固定部４１１、４１２と、固定接続部４１４、４１６とを含み、可動部４１０の可動接点４１３と、固定接続部４１４、４１６の固定接点４１５、４１７とが接触することによって電源ラインが導通する。可動部４１０の動作は、上述した電源回路２００と同様である。すなわち、可動部４１０および固定部４１１、４１２の少なくとも一方に形成されたエレクトレットによる静電引力と、可動部４１０の弾性支持部（不図示）の弾性力との関係に応じて可動部４１０が動作し、可動接点４１３と、固定接点４１５、４１７との接触／非接触（オン／オフ状態）が制御される。

10

【００３７】

可動接点４１３および固定接点４１５、４１７は、低摩耗性の金属薄膜によって形成されてよい。金属薄膜は、例えば、Ru、Pb、またはAuによって形成することができる。また、固定接点４１５を電源ラインの高電位側固定接点とも称し、固定接点４１７を電源ラインの低電位側固定接点とも称する。

【００３８】

図５は、オフ状態にある電源回路４００を示す。可動部４１０の動作は、上述した電源回路２００と同様である。すなわち、コンデンサ４０２の充電電圧が所定の電圧値を超え、エレクトレットの静電引力が低下し、可動部４１０の弾性支持部（不図示）の弾性力が相対的に大きくなることにより、可動部４１０が固定部４１１、４１２から離れ、可動接点４１３が固定接点４１５、４１７から離れた状態である。

20

【００３９】

このように、レギュレータ４０１は、可動部４１０の可動接点４１３と、固定接続部４１４、４１６の固定接点４１５、４１７とによってスイッチを構成することができる。

【００４０】

（第３の実施形態）

図６および図７は、さらに別の実施形態に係る電源回路６００の概略構成図である。図６は、オン状態にある電源回路６００を示し、図７は、オフ状態にある電源回路６００を示す。

【００４１】

電源回路６００は、スイッチングレギュレータ６０１と、コンデンサ６０２と、外部負荷６０３と、交流電源６０４と、整流回路６０５とを有する。電源回路６００は、スイッチングレギュレータ６０１の構成が、上述した電源回路２００、４００と異なり、その他の構成は、上述した電源回路２００、４００と同様である。

30

【００４２】

レギュレータ６０１は、可動部６１０と、固定部６１１、６１２と、固定接続部６１３と、カンチレバー６１５とを含み、カンチレバー６１５上の低電位側接点６１６（すなわち、可動接点）と、固定接続部６１３の高電位側接点６１４（すなわち、固定接点）とが接触することによって電源ラインが導通する。上述した電源回路２００、４００のレギュレータ２０１、４０１はいずれも、２つの接触点を有するが、レギュレータ６０１は１つの接触点だけで、オン／オフ状態を制御することができる。したがって、スイッチの信頼性や耐久性などを向上させることができる。

40

【００４３】

なお、固定接続部６１３が電源ラインの高電位側の端部に設けられ、カンチレバー６１５が電源ラインの低電位側の端部に設けられものとして説明したが、これに限定されるものではない。すなわち、固定接続部６１３が、電源ラインの一方の端部に設けられ、カンチレバー６１５が電源ラインの他方の端部に設けられればよい。

【００４４】

可動部６１０の動作は、上述した電源回路２００、４００と同様である。すなわち、可動部６１０および固定部６１１、６１２の少なくとも一方に形成されたエレクトレットに

50

よる静電引力と、可動部 610 の弾性支持部（不図示）の弾性力との関係に応じて可動部 610 が動作し、高電位側接点 614 と、低電位側接点 616 との接触 / 非接触（オン / オフ状態）が制御される。

【0045】

図 7 は、オフ状態にある電源回路 600 を示す。可動部 610 の動作は、上述した電源回路 200、400 と同様である。すなわち、コンデンサ 602 の充電電圧が所定の電圧値を超え、エレクトレットの静電引力が低下し、可動部 610 の弾性支持部（不図示）の弾性力が相対的に大きくなることにより、可動部 610 が固定部 611、612 から離れ、さらに、可動部 610 がカンチレバー 615 から離れ、低電位側接点 616 が高電位側接点 614 から離れた状態である。

10

【0046】

（スイッチングレギュレータの詳細な構成）

図 9 は、一実施形態に係るスイッチングレギュレータ 900 の概略構成図である。図 9（a）はオン状態を示し、図 9（b）はオフ状態を示す。

【0047】

スイッチングレギュレータ 900 は、ハンドル層 901、接合部 902、固定部 903、可動部 904、および弾性支持部 905 を有する。可動部 904 の可動接点 906 と、固定接点 907 とが接触することにより、不図示の電源ラインが導通する。また、固定部 903 および可動部 904 が対向する面には、複数の歯電極が噛合するように形成されており、複数の歯電極の少なくとも一部には、エレクトレット電位が与えられている。

20

【0048】

図 9（a）のスイッチングレギュレータ 900 は、固定部 903 および可動部 904 の少なくとも一方に形成されたエレクトレットによる静電引力（矢印 A 方向）が、弾性支持部 905 の弾性力（矢印 B 方向）より大きい状態にある。この状態では、可動部 904 は固定部 903 に近接しており、可動接点 906 と固定接点 907 とが接触している（ノーマルクローズ）。

【0049】

図 9（b）のスイッチングレギュレータ 900 は、固定部 903 および可動部 904 の少なくとも一方に形成されたエレクトレットによる静電引力（矢印 A 方向）がコンデンサ（不図示）の充電電圧により低下することで、弾性支持部 905 の弾性力（矢印 B 方向）が相対的に大きくなった状態にある。この状態では、可動部 904 が弾性支持部 905 により矢印 B 方向に引っ張られ、固定部 903 から離れることで、可動接点 906 と、固定接点 907 とが非接触となる。

30

【0050】

すなわち、固定部 903 および可動部 904 の少なくとも一方に与えられるエレクトレット電圧は、静電引力（矢印 A 方向）が弾性力（矢印 B 方向）より大きくなるように設計される。

【0051】

このように、少なくとも一方にエレクトレットが形成された固定部 903 および可動部 904 を含むアクチュエータ構造によってノーマルクローズを実現したことにより、スイッチングレギュレータにおけるスイッチを実装できるようになった。すなわち、ノーマルクローズスイッチでなければコンデンサの充電が始まらず、電源回路は機能しない。

40

【0052】

図 10 は、別の実施形態に係るスイッチングレギュレータ 1000 の概略構成図である。図 10（a）はオン状態を示し、図 10（b）はオフ状態を示す。

【0053】

スイッチングレギュレータ 1000 は、ハンドル層 1001、接合部 1002、固定部 1003、可動部 1004、および弾性支持部 1005 を有する。可動部 1004 の動作によって、カンチレバー 1008 上に設けられたスイッチ接点電極 1006 と、対抗するスイッチ接点電極 1007 とが接触することにより、電源ラインが導通する。

50

【 0 0 5 4 】

スイッチングレギュレータ 1 0 0 0 は、図 9 のスイッチングレギュレータ 9 0 0 と比較して、可動接点 9 0 6 および固定接点 9 0 7 の代わりに、カンチレバー 1 0 0 8 上に設けられたスイッチ接点電極 1 0 0 6 と、対抗するスイッチ接点電極 1 0 0 7 とを有する点で異なり、その他の構成は、スイッチングレギュレータ 9 0 0 と同様である。

【 0 0 5 5 】

図 9 (a) では、固定部 1 0 0 3 と可動部 1 0 0 4 とが近接した状態にあり、可動部 1 0 0 4 によってカンチレバー 1 0 0 8 上のスイッチ接点電極 1 0 0 6 と対向するスイッチ接点電極 1 0 0 7 とが接触している。図 9 (b) では、固定部 1 0 0 3 と可動部 1 0 0 4 とがより離れた状態にあり、カンチレバー 1 0 0 8 上のスイッチ接点電極 1 0 0 6 と対向するスイッチ接点電極 1 0 0 7 とが非接触となる。可動部 1 0 0 4 の動作原理は、図 9 を参照して説明した可動部 9 0 4 の動作原理と同様である。

10

【 0 0 5 6 】

スイッチングレギュレータ 1 0 0 0 は、1 つの接点だけでオン / オフ状態を制御することができ、スイッチの信頼性や耐久性などを向上させることができる。

【 0 0 5 7 】

以上説明した実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

【 0 0 5 8 】

(1) コンデンサの充電電圧を監視し、スイッチを制御するための大きな駆動電圧が必要なくなり、消費電力を低減することができる。

20

【 0 0 5 9 】

(2) 低電圧でスイッチングが行えるため、電流により発生する磁界がスイッチングサイクルに同期して発生するために必要であった電磁ノイズ対策が不要になる。

【 0 0 6 0 】

(3) スwitchの接続箇所を減らすことにより、スイッチの信頼性や耐久性などを向上させることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

- 1 0 0 電源回路
- 1 0 1 スwitchングレギュレータ
- 1 0 2 コンデンサ
- 1 0 3 外部負荷
- 1 0 4 交流電源
- 1 0 5 整流回路
- 1 1 0 固定部
- 1 1 1 可動部
- 1 1 2 接続部

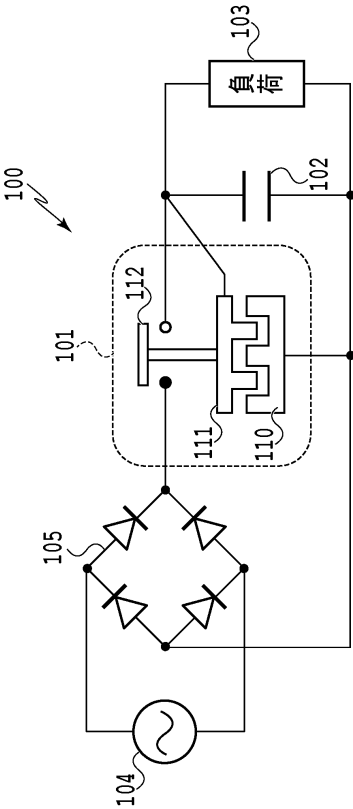
30

40

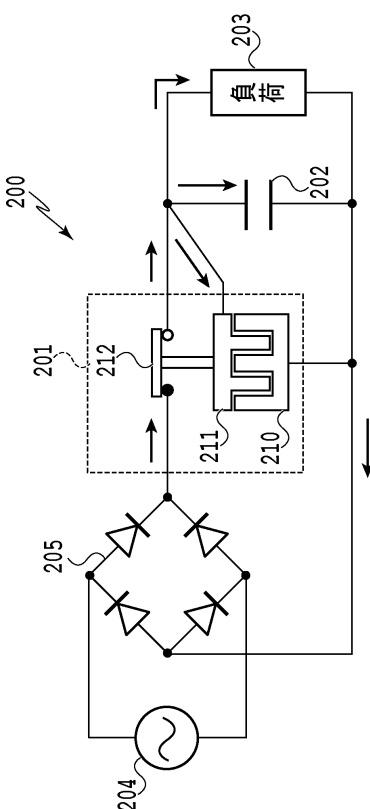
50

【図面】

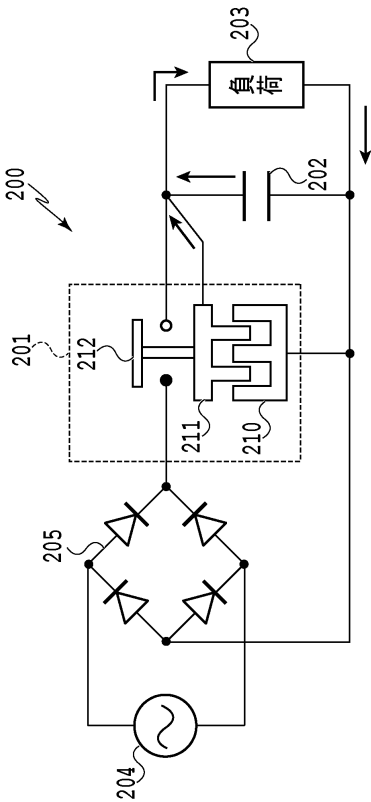
【図 1】



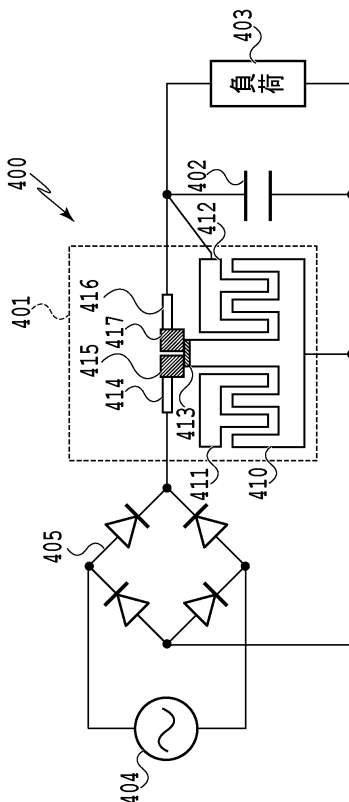
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

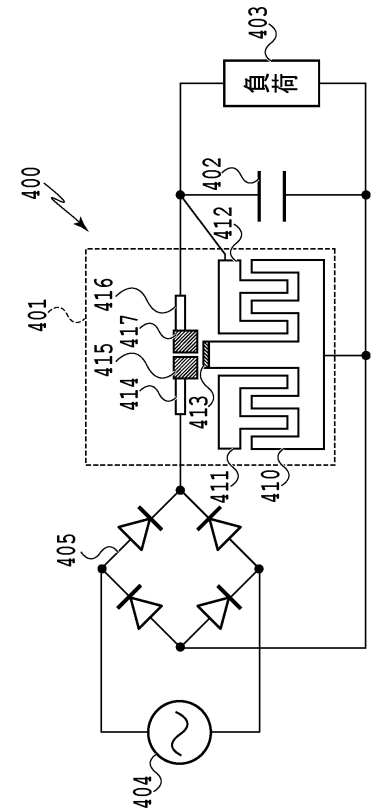
20

30

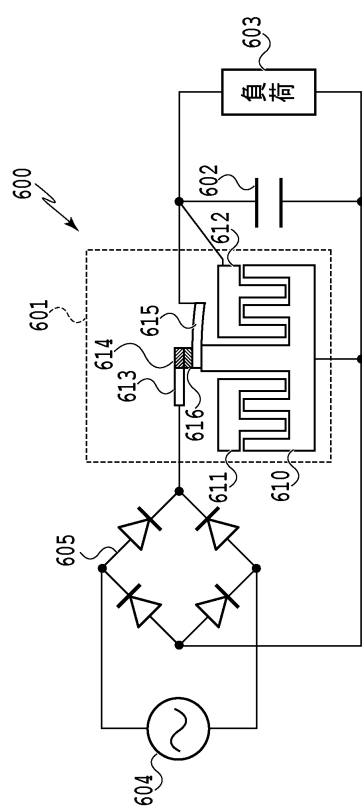
40

50

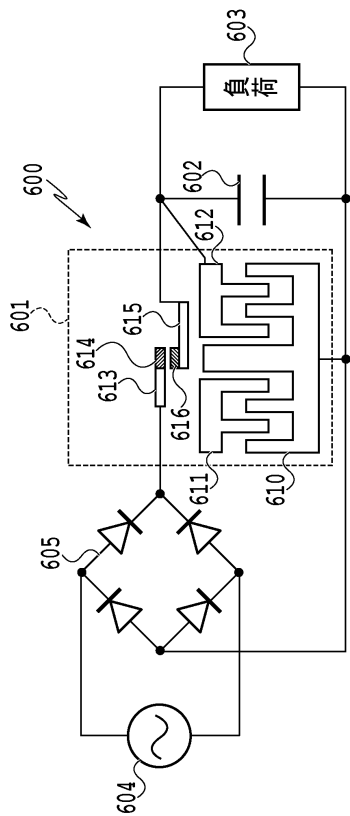
【図 5】



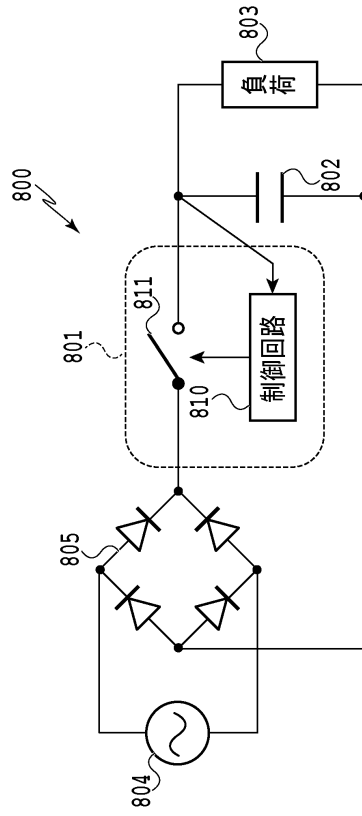
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

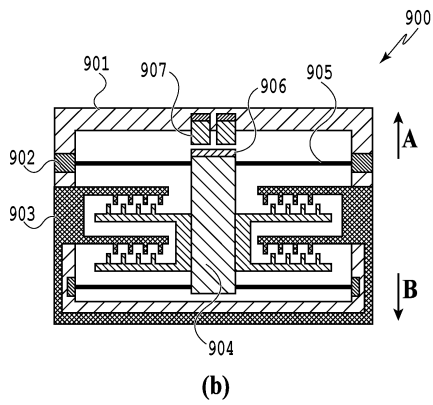
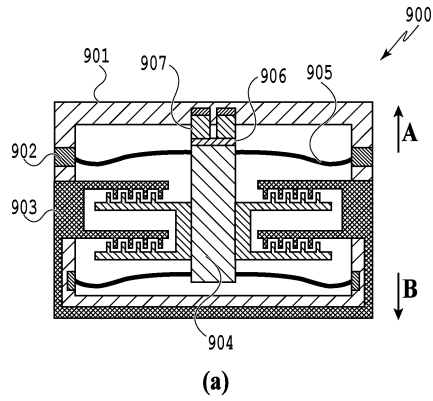
20

30

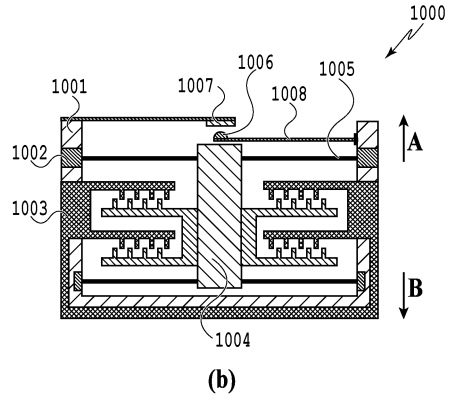
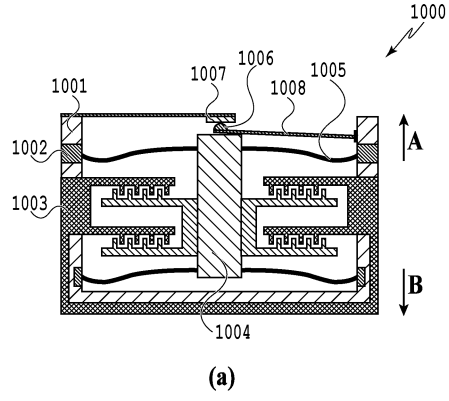
40

50

【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

埼玉県狭山市笹井 5 3 5 株式会社鷺宮製作所 狭山事業所内
(72)発明者 下村 典子
埼玉県狭山市笹井 5 3 5 株式会社鷺宮製作所 狭山事業所内
(72)発明者 石黒 巧真
埼玉県狭山市笹井 5 3 5 株式会社鷺宮製作所 狭山事業所内
審査官 富永 達朗
(56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 0 7 8 2 0 3 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 5 / 0 1 9 9 1 9 (W O , A 1)
特開 2 0 1 3 - 2 2 9 9 5 1 (J P , A)
特表 2 0 1 4 - 5 3 3 0 8 3 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 M 3 / 0 0
H 0 1 H 5 9 / 0 0
H 0 2 M 3 / 1 6