

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5031828号

(P5031828)

(45) 発行日 平成24年9月26日 (2012. 9. 26)

(24) 登録日 平成24年7月6日 (2012. 7. 6)

(51) Int. Cl. F I
H03K 17/16 (2006.01) H O 3 K 17/16 H
H03K 17/08 (2006.01) H O 3 K 17/08 C
H03K 17/685 (2006.01) H O 3 K 17/687 B

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-513349 (P2009-513349)	(73) 特許権者	504199127
(86) (22) 出願日	平成19年4月6日 (2007. 4. 6)		フリースケール セミコンダクター イン
(65) 公表番号	特表2009-540631 (P2009-540631A)		コーポレイテッド
(43) 公表日	平成21年11月19日 (2009. 11. 19)		アメリカ合衆国 テキサス州 7 8 7 3 5
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/066121		オースティン ウィリアム キャノン
(87) 国際公開番号	W02007/143270		ドライブ ウェスト 6 5 0 1
(87) 国際公開日	平成19年12月13日 (2007. 12. 13)	(74) 代理人	100142907
審査請求日	平成22年3月25日 (2010. 3. 25)		弁理士 本田 淳
(31) 優先権主張番号	11/445, 652	(72) 発明者	ベネット、ポール ティー.
(32) 優先日	平成18年6月2日 (2006. 6. 2)		アメリカ合衆国 8 5 0 1 8 アリゾナ州
(33) 優先権主張国	米国 (US)		フェニックス イー. セルズ ドライ
			ブ 3 4 1 2
		(72) 発明者	グレイ、ランドール シー.
			アメリカ合衆国 8 5 2 8 3 アリゾナ州
			テンペ イー. カルメン 1 1 9 6
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘導性フライバックが発生している状態の過渡電圧を低減したパワートランジスタのスルーレート制御装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

誘導性フライバックスルーレート変更を行う装置であって、
ゲートと、ソースと、ドレインとを含むトランジスタと、
前記ドレインに接続される誘導性負荷と、

前記ゲートに接続される複数の電流源であって、前記トランジスタをオンに切り替えるように構成された第 1 電流源と、前記トランジスタをオフに切り替えるように構成された第 2 電流源と、前記第 1 電流源に並列接続される第 3 電流源と、前記第 2 電流源に並列接続される第 4 電流源とを含む前記複数の電流源と、

前記ゲートと前記ドレインとの間に接続されるクランプであって、電流が前記クランプを流れると、前記クランプの電圧が増加するように構成可能な第 1 抵抗素子と、該第 1 抵抗素子に直列接続される第 1 ツェナーダイオードと、前記第 1 抵抗素子に並列接続される第 2 ツェナーダイオードを含む、前記クランプと、

前記第 3 電流源のオン / オフを切り換えるように前記第 3 電流源に接続された第 1 スイッチと、

前記第 4 電流源のオン / オフを切り換えるように前記第 4 電流源に接続された第 2 スイッチと、

を備え、前記トランジスタをオフに切り替えたときのドレイン電圧の急激な遷移を緩和するように前記トランジスタのゲートに供給される入力電流の大きさを前記第 1 及び第 2 スイッチによって調整可能とした装置。

10

20

【請求項 2】

誘導性フライバックスルーレート変更を行う装置であって、
ゲートと、ソースと、そしてドレインとを含むトランジスタと、
前記ソースに接続される誘導性負荷と、
前記ゲートに接続される複数の電流源であって、前記トランジスタをオンに切り替えるように構成された第 1 電流源と、前記トランジスタをオフに切り替えるように構成された第 2 電流源と、前記第 1 電流源に並列接続される第 3 電流源と、前記第 2 電流源に並列接続される第 4 電流源とを含む前記複数の電流源と、
前記ゲートとグラウンドとの間に接続されるクランプであって、電流が前記クランプを流れると、前記クランプの電圧が増加するように構成可能な第 1 抵抗素子と、該第 1 抵抗素子に直列接続される第 1 ツェナーダイオードと、前記第 1 抵抗素子に並列接続される第 2 ツェナーダイオードを含む、前記クランプと、
前記第 3 電流源のオン / オフを切り換えるように前記第 3 電流源に接続された第 1 スイッチと、
前記第 4 電流源のオン / オフを切り換えるように前記第 4 電流源に接続された第 2 スイッチと、
を備え、前記トランジスタをオフに切り替えたときのソース電圧の急激な遷移を緩和するように前記トランジスタのゲートに供給される入力電流の大きさを前記第 1 及び第 2 スイッチによって調整可能とした装置。

10

【請求項 3】

誘導性フライバック中の過渡電圧を低減する方法であって、
パワートランジスタの所望のスルーレートを確認することであって、前記パワートランジスタは、
トランジスタと、
入力電流を前記トランジスタと、誘導性負荷と、前記トランジスタに接続されるクランプに供給するための複数の電流源と
を備え、前記クランプは、少なくとも一つの抵抗素子に直列接続される少なくとも一つの第 1 ツェナーダイオードと、少なくとも一つの抵抗素子に並列接続される少なくとも一つの第 2 ツェナーダイオードとを含む、前記スルーレートを確認すること、
前記所望のスルーレートを実現するために前記クランプの電圧を調整するとともに前記複数の電流源のオン / オフを制御して前記入力電流の大きさを調整すること
を備える方法。

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概して半導体デバイスに関し、特にパワースイッチに関する。

【背景技術】

【0002】

パワースイッチでは、誘導性負荷を駆動するトランジスタをオフに切り替えると、トランジスタのドレイン電圧が急激に上昇する。ドレイン電圧のこの急激な変化によって多くの場合、誘導性負荷に達する出力配線に伝導雑音放射 (conducted emission) または放射ノイズ (radiated emission) が生じる。伝導雑音放射及び / 又は放射ノイズによって多くの場合、パワースイッチに接続されるか、または近接する他の電子デバイスに干渉が生じ、これによってシステム全体が望ましくない状態で動作するようになる。

40

【0003】

従って、トランジスタをオフに切り替えるときのパワースイッチからの伝導雑音放射または放射ノイズの大きさを減少させる装置及び方法を提供することが望ましい。更に、トランジスタをオフに切り替えるときのパワースイッチにおける電圧の遷移時間を変更する装置及び方法を提供することが望ましい。更に、本発明の他の所望の特徴及び特性は、本

50

発明及び添付の請求項に関する以下の記載から、添付の図面、及び発明に関するこの背景技術の章で説明される内容を考慮に入れることにより明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0004】

本発明は以下に、次の図面の図を参照しながら記載され、これらの図面では、同様の参照番号は同様の構成要素を指す。

以下の詳細な記載は本質的に単なる例示に過ぎず、かつ可能な実施形態の技術範囲または用途を制限するために行なわれるのではない。更に、本発明を、前出の技術分野、背景技術、要約の章で説明される、または以下の詳細な記載に示される明示的または暗示的な理論によって制限しようとするものではない。

【0005】

種々の実施形態は本明細書において、機能ブロック要素及び/又は論理ブロック要素、及び種々の処理ステップの形態として記載することができる。このようなブロック要素は、指定された機能を実行するように構成されるいずれかの数のハードウェア要素、ソフトウェア要素、及び/又はファームウェア要素によって実現することができることを理解されたい。説明を分かり易くするために、半導体処理、パッケージング、及び半導体デバイスに関連する従来の技術及びシステムについて本明細書において、網羅的に詳細に記載することはしない。

【0006】

上で説明したように、従来のパワースイッチは多くの点で満足できない特性を示す。図1Aによれば、例えばパワースイッチ100はトランジスタ110を含み、トランジスタ110はゲート112と、ドレイン114と、そしてソース116とを有する。更に、トランジスタ110は構造上、ゲート-ドレイン間キャパシタ(C_{gd})113、及びゲート-ソース間キャパシタ(C_{gs})115を含む。

【0007】

ゲート112は電流源122及び電流源124にノード120を介して接続される。更に、電流源122は電圧源 V_{cc} に接続され、そして電流源124はグランドに接続される。

【0008】

多くの場合、パワースイッチ100は、電源電圧 V_{dc} に直列接続される誘導性負荷130を含み、誘導性負荷130は更にドレイン114に接続される。更に、パワースイッチ100は、ドレインノード142に、かつクランプ150に接続されるダイオード140を含み、クランプ150は更にゲートノード102に接続される。図示のように、クランプ150は、一つ以上のツェナーダイオード155を含むツェナークランプである。更に、パワースイッチ100では更に、グランドに接続されるソース116が設けられる。

【0009】

動作状態では、トランジスタ110は、電流源122をオンに切り替え、これによってゲート電圧(V_{gate}) (すなわち、ゲート112の電位とソース116の電位との差)がゼロボルトから増加し始めると「オン」(I_{on})に切り替わる。 V_{gate} がトランジスタ110の閾値電圧(V_{th})に達すると、ドレイン電圧(V_{drain})が減少し始め、そしてゼロボルトになるまでには、ゲート電流(I_{gate})が流れ始めて C_{gd} 113及び C_{gs} 115を充電し、この場合、ドレイン電圧のスルーレート $d(V_{drain})/dt$ は I_{gate}/C_{gd} に比例する。更に、 V_{drain} がゼロボルトに達すると、 V_{gate} が増加し始めて V_{th} を超え、これによって出力電流(I_{out})が誘導性素子130及びトランジスタ110を、ドレイン-ソース経路を通して流れ始める。

【0010】

トランジスタ110は、電流源122をオフに切り替え、そして電流源124を「オン」に切り替えることにより「オフ」(I_{off})に切り替わる。これによって、 V_{gate} が減少し始める。一旦、 V_{gate} が V_{th} に達すると、 V_{drain} は、トランジス

10

20

30

40

50

タ 1 1 0 がオフに切り替わり始めるので増加し始める。誘導性素子 1 3 0 は負荷電流 (I_{load}) を流し続けるが、この動作は、 V_{drain} が急激に、その最大電圧 (すなわち、クランプ閾値電圧) に達するまで V_{drain} を強制的に電源電圧 (V_{dc}) を超えて増加することにより行なわれ、この状態によって V_{gate} が V_{th} に保持される。これによって、トランジスタ 1 1 0 は、 I_{load} を誘導性素子 1 3 0 から I_{load} がゼロになるまで流すことができる。 V_{drain} が V_{dc} を超えると、誘導性素子 1 3 0 を流れる電流が減少し始める (すなわち、 $V_{inductor} = L (di/dt)$)。特に、誘導性素子 1 3 0 に加わる電圧が反転すると、電流は減少する。

【 0 0 1 1 】

V_{drain} がクランプ閾値電圧に近づくと、クランプ 1 5 0 を流れる電流は、動作ゼロ電流から動作ゲート電流 I_{gate} に急激に変化する。更に、 V_{drain} が最大電圧に近づくと、 V_{drain} の急激な変化はこのポイントで生じる (すなわち、電圧増加からほぼ一定の電圧に急激に変化する)。上に記載したように、電圧及び電流のこれらの急激な変化は、他の電子デバイスに干渉する可能性のある、少なくとも幾つかの伝導雑音放射または放射ノイズの原因となる。

【 0 0 1 2 】

次に、図 2 A を参照すると、伝導雑音放射及び/又は放射ノイズを低減したパワースイッチ 2 0 0 の例示としての一実施形態の例が示される。パワースイッチ 2 0 0 は一実施形態では、トランジスタ 2 1 0 (例えば、電界効果トランジスタなど) を含み、トランジスタ 2 1 0 はゲート 2 1 2 と、ドレイン 2 1 4 (及び、構造上、ゲート - ドレイン間キャパシタ 2 1 3) と、ソース 2 1 6 (及び、構造上、ゲート - ソース間キャパシタ 2 1 5) とを有する。

【 0 0 1 3 】

更に、パワースイッチ 2 0 0 は、トランジスタ 2 1 0 に接続され、かつ電流源 2 2 2 及び 2 2 4 に接続されるノード 2 2 0 を含み、電流源 2 2 2 及び 2 2 4 はほぼ同じサイズであるので、トランジスタ 2 1 0 を正常にオン及びオフに切り替えることができる。更に、パワースイッチ 2 0 0 は、ドレイン 2 1 4、誘導性素子 (例えば、インダクタ) 2 3 0、及びダイオード 2 4 0 に接続されるドレインノード 2 4 2 を含む。種々の実施形態の例では、誘導性素子 2 3 0 は、約 5 ミリヘンリー (mH) から約 1 0 0 mH の範囲のインダクタンスを有する。更に、ダイオード 2 4 0 は、少なくともツェナーダイオード 2 5 5 を含むクランプ 2 5 0 に接続され、この場合、クランプ 2 5 0 は更に、ゲートノード 2 0 2 に接続される。ツェナーダイオード 2 5 5 はいずれのツェナーダイオードとすることもでき、またはこの技術分野で公知の、或いはツェナーダイオードと同様の機能を実行することができる将来時点で開発されるデバイスとすることができる。更に、ツェナーダイオード 2 5 5 はいずれかの適切な閾値電圧 (V_{zth}) を持つことができる。

【 0 0 1 4 】

一実施形態の例によれば、クランプ 2 5 0 は、ツェナーダイオード 2 5 5 に直列接続される抵抗素子 2 6 0 を含む。抵抗素子 2 6 0 は一実施形態では、抵抗体である。更に、スイッチ 2 0 0 の種々の実施形態では、抵抗素子 2 6 0 を、抵抗をクランプ 2 5 0 に付加する性質を持ついずれかのハードウェアデバイスとすることが考えられる。

【 0 0 1 5 】

一実施形態の例によれば、抵抗素子 2 6 0 は約 5 キロオーム (k) ~ 約 1 0 0 k の範囲の抵抗を有する。特に、抵抗素子 2 6 0 の抵抗 (R) は、クランプ 2 5 0 の所望の出力電圧、及びゲート 2 1 2 のプルダウン電流によって変わる。別の表現をすると、抵抗 (R) は以下の数式に従って求めることができる。

$$V_{clamp} = V_z + V_{gs} + V_{diode} + (I_{gate})(R)$$

上の式では、 V_z はツェナーダイオード (群) 2 5 5 の電圧であり、 V_{gs} はゲート - ソース間電圧であり、 V_{diode} はダイオード 2 4 0 の電圧であり、 I_{gate} は電流源 2 2 4 が引き抜くプルダウン電流であり、そして R は抵抗素子 2 6 0 の抵抗である。

【 0 0 1 6 】

10

20

30

40

50

動作状態では、パワースイッチ 200 は、上で説明したパワースイッチ 100 と同様に動作する。しかしながら、抵抗素子 260 をクランプ 250 に追加することにより、パワースイッチ 200 からの伝導雑音放射または放射ノイズを、 V_{drain} が増加状態から遷移してその最大電圧に達するために要する時間、及び / 又は I_{out} が増加状態から減少状態に遷移するために要する時間を長くすることにより低減することができる。詳細には、パワースイッチ 200 によって電流がクランプ 250 に、 V_{drain} が最大電圧に達する前に流れ始めることができるようになる。更に、抵抗素子 260 は、電圧が $V_z + V_{gs} + V_{diode}$ に上昇すると、電流を流し始める。最大電圧には、 V_{drain} が $V_z + V_{gs} + V_{diode} + (I_{gate})(R)$ に等しくなると達する。最大電圧近傍への V_{drain} の急激な遷移は、抵抗素子 260 を追加することにより緩和される（または鈍くなる）ので、この急激な電圧変化に起因する伝導雑音放射及び / 又は放射ノイズが低減される。本発明の例示としての一実施形態の例では、遷移（またはスルーレート）は、 \cos^2 関数に類似する関数によって与えられる。

【0017】

図 2B は、保護回路を有するパワースイッチ 200 の一実施形態の図である。図 2B に示す実施形態では、クランプ 250 は更に、抵抗素子 260 に並列接続される追加のツェナーダイオード 258 を含む。

【0018】

ツェナーダイオード 258 は、いずれかのツェナーダイオード、またはこの技術分野で公知の、または将来時点で開発されるツェナーダイオードの機能を実行することができる素子とすることができる。例示としての一実施形態の例では、ツェナーダイオード 258 は、ダメージを与える過剰電流が抵抗素子 260 を、例えば短い静電放電 (ESD) パルスが加わっている間に流れることがないように、抵抗素子 260 に加わる電圧よりも大きい閾値電圧を有する。更に、ツェナーダイオード 258 は、出力に大電流が過渡的に流れる、そして / または大電圧が過渡的に発生する（例えば、ESD パルスが加わると）と、十分大きい電流 I_{gate} をクランプ 250 に流すことができるように作用する。

【0019】

図 2C は、スルーレートを調整することができる構成のパワースイッチ 200 の一実施形態の図である。例示としての一実施形態の例によれば、パワースイッチ 200 は更に、電流源 222 に並列接続される少なくとも一つの追加電流源 226 を備える。更に、電流源スイッチ 227 が電流源 226 に接続されることにより、スイッチ 227 が「オン」になると、追加電流が電流源 226 からトランジスタ 210 に供給され、そして「オフ」になると、追加電流はトランジスタ 210 に供給されない。更に、電流源スイッチ 225 が電流源 222 に接続されることにより、スイッチ 225 が「オン」になると、電流源 222 から供給される電流は、スイッチ 227 の場合と同様にオン / オフに切り替わる。従って、スイッチ 225 及び 227 はそれぞれ、このような切り替え機能を実行することができるこの技術分野で公知の、または将来時点で開発されるいずれの素子とすることもできる。図 2C に示すように、別の実施形態によれば、最大 N 個の追加電流源及び電流源スイッチを、電流源 222 及び電流源スイッチ 225 に並列に設けることができ、この場合、N は所定のパワースイッチ形態の要件に従って選択される整数である。

【0020】

更に、パワースイッチ 200 は更に、電流源 224 に並列接続される少なくとも一つの追加電流源 221 を備える。更に、電流源 221 及び 224 の各電流源は、当該各電流源にそれぞれ接続される電流源スイッチ 228 及び 223 を含む。一実施形態の例では、電流源 224 は電流源 222 とほぼ同じサイズであり、そして電流源 221 は電流源 226 とほぼ同じサイズであるので、トランジスタ 210 は、電流が電流源 222 及び / 又は 226（スイッチ 225 及び / 又は 227 をそれぞれ利用する）によって供給される場合、電流源 224 及び / 又は 221（スイッチ 228 及び / 又は 223 をそれぞれ利用する）によってオフに正しく切り替えることができる。別の表現をすると、 I_{on} 及び I_{off} はほぼ同じ大きさの電流である。特に、スイッチ 228 及び 223 はそれぞれ、このよう

10

20

30

40

50

な切り替え機能を実行することができるこの技術分野で公知の、または将来時点で開発されるいずれの素子とすることもできる。更に、図 2 C に示すように、別の実施形態によれば、最大 N 個の追加電流源及び電流源スイッチを電流源 2 2 4 及び電流源スイッチ 2 2 3 に並列に設けることができ、この場合、N は所定のパワースイッチ形態の要件に従って選択される整数である。

【 0 0 2 1 】

更に、クランプ 2 5 0 は、ツェナーダイオード 2 5 5 及び抵抗素子 2 6 0 に直列接続される少なくとも一つの追加抵抗素子 2 6 2 を含む。更に、抵抗素子スイッチ 2 6 1 及び抵抗素子スイッチ 2 6 3 は抵抗素子 2 6 0 及び 2 6 2 それぞれの両端に接続されるので、スイッチ 2 6 1 が「オン」に切り替わると、電流が抵抗素子 2 6 0 を避けて流れ、そしてスイッチ 2 6 1 が「オフ」に切り替わると、電流が抵抗素子 2 6 0 を流れる。同様に、スイッチ 2 6 3 が「オン」に切り替わると、電流が抵抗素子 2 6 2 を避けて流れ、そしてスイッチ 2 6 3 が「オフ」に切り替わると、電流が抵抗素子 2 6 2 を流れる。従って、スイッチ 2 6 1 及び 2 6 3 はそれぞれ、このような切り替え機能を実行することができるこの技術分野で公知の、または将来時点で開発されるいずれの素子とすることもできる。従って、追加電流が電流源 2 2 6 によって供給され（すなわち、スイッチ 2 2 7 が「オン」になると）、かつスイッチ 2 6 1 及び 2 6 3 が「オン」になると、パワースイッチ 2 0 0 は、図 2 A において上に示した実施形態とは異なるスルーレートを持つことができる。更に、図 2 C に示すように、別の実施形態によれば、ツェナーダイオード 2 5 5 に直列接続される最大 N 個の追加抵抗素子（及び、該当する抵抗素子スイッチ）を設けることができ、この場合、N は所定のパワースイッチ形態の要件に従って選択される整数である。

【 0 0 2 2 】

従って、パワースイッチ 2 0 0 は種々の実施形態において、いずれかのサイズのいずれかの個数の追加電流源（及び、電流源スイッチ）を備えることにより、いずれかの所望の大きさの電流をトランジスタ 2 1 0 に供給し（そして、トランジスタ 2 1 0 を正常にオフに切り替え）、そして更に、いずれかの個数の追加抵抗素子（及び、抵抗素子スイッチ）を含むことにより、いずれかの大きさの抵抗をクランプ 2 5 0 に付加するので、パワースイッチ 2 0 0 はいずれかの数の所望のスルーレートを持つことができる。一実施形態の例によれば、パワースイッチ 2 0 0 は、3 つの電流源及び電流源スイッチ（すなわち、 I_n ）、3 つの追加電流源及び電流源スイッチ（すなわち、 I_{off} ）、及び 3 つの抵抗素子及び抵抗素子スイッチを含むことにより、パワースイッチ 2 0 0 は、例えば低速の、中速の、そして高速のスルーレートを持つ。

【 0 0 2 3 】

次に、図 3 A を参照すると、パワースイッチ 3 0 0 の別の実施形態が示される。パワースイッチ 3 0 0 は一実施形態では、トランジスタ 3 1 0 を含み、トランジスタ 3 1 0 はゲート 3 1 2 と、ドレイン 3 1 4（及び、構造上のゲート - ドレインキャパシタ 3 1 3）と、ソース 3 1 6（及び、構造上のゲート - ソースキャパシタ 3 1 5）とを有する。更に、パワースイッチ 3 0 0 はノード 3 2 0 と、ゲートノード 3 0 2 と、電流源 3 2 2 とを含み、これらの要素は、上で説明したノード 2 2 0、ゲートノード 2 0 2、及び電流源 2 2 2 とそれぞれ同様である。更に、パワースイッチ 3 0 0 はソースに接続される電流源 3 2 4 を含み、この場合、電流源 3 2 4 は電流源 2 2 2 とほぼ同じサイズであるので、トランジスタ 3 1 0 を正常にオン及びオフに切り替えることができる。

【 0 0 2 4 】

更に、パワースイッチ 3 0 0 は、トランジスタ 3 1 0 及びソースノード 3 7 2 に接続される誘導性素子 3 6 0 を含む。種々の実施形態の例では、誘導性素子 3 6 0 は、約 5 mH ~ 約 1 0 0 mH の範囲のインダクタンスを有する。更に、ソースノード 3 7 2 はダイオード 3 7 0 に接続され、そしてダイオード 3 7 0 はクランプ 3 8 0 に接続され、この場合、クランプ 3 8 0 は更に、ゲートノード 3 0 2 に接続される。一実施形態では、クランプ 3 8 0 は、少なくとも一つのツェナーダイオードを含むツェナークランプである。更に、クランプ 3 8 0 は一実施形態では、ツェナーダイオード 3 8 5 に直列接続される抵抗素子 3

８７を含む。

【００２５】

一実施形態の例によれば、抵抗素子３８７は約５ｋΩ～約１００ｋΩの範囲の抵抗を有する。特に、抵抗素子３８７の抵抗（Ｒ）は、クランプ３８０の所望の出力電圧、及びゲート３１２のプルダウン電流によって変わる。別の表現をすると、抵抗（Ｒ）は以下の数式に従って求めることができる。

$$V_{clamp} = V_z + V_{gs} + V_{diode} + (I_{gate})(R)$$

上の式では、 V_z はツェナーダイオード（群）３８５の電圧であり、 V_{gs} はゲート－ソース間電圧であり、 V_{diode} はダイオード３７０の電圧であり、 I_{gate} は電流源３２４から供給されるプルダウン電流であり、そしてＲは抵抗素子３８７の抵抗である。

10

【００２６】

図３Ｂは、保護回路を有するパワースイッチ３００を表わす図である。図３Ｂに示す実施形態では、クランプ３８０は、抵抗素子３８７に並列接続される追加のツェナーダイオード３８９を含んでいる。

【００２７】

ツェナーダイオード３８９は、いずれかのツェナーダイオード、またはこの技術分野で公知の、または将来時点で開発されるツェナーダイオードの機能を実行することができる素子とすることができる。一実施形態の例では、ダメージを与える過剰電流が、例えば短い静電放電（ESD）パルスが加わっている間に抵抗素子３８７を流れないように、ツェナーダイオード３８９は、抵抗素子３８７に加わる電圧よりも大きい閾値電圧を有する。更に、出力に大電流が過渡的に流れ、かつ／または大電圧が過渡的に発生する（例えば、ESDパルスが加わると）と、ツェナーダイオード３８９は、十分大きい電流 I_{gate} をクランプ３８０に流すことができるように作用する。

20

【００２８】

図３Ｃは、スルーレートを調整することができる構成のパワースイッチ３００の一実施形態を表す図である。一実施形態の例によれば、パワースイッチ３００は更に、電流源３２２に並列接続される少なくとも一つの追加電流源３２６を備える。更に、電流源スイッチ３２７が電流源３２６に接続されることによりスイッチ３２７が「オン」になると、電流源３２６から供給される追加電流をトランジスタ３１０に供給することができ、そして「オフ」になると追加電流はトランジスタ３１０に供給されない。更に、電流源スイッチ３２５が電流源３２２に接続されるので、スイッチ３２５が「オン」になると、スイッチ３２７の場合と同様に、電流源３２２から供給される電流をオン／オフに切り替えることができる。従って、スイッチ３２５及び３２７はそれぞれ、このような切り替え機能を実行することができるこの技術分野で公知の、または将来時点で開発されるいずれの素子とすることもできる。図３Ｃに示すように、別の実施形態によれば、最大Ｎ個の追加電流源及び電流源スイッチを電流源３２２及び電流源スイッチ３２５に並列に設けることができる。この場合、Ｎは所定のパワースイッチ形態の要件に従って選択される整数である。

30

【００２９】

更に、パワースイッチ３００は更に、電流源３２４に並列接続される少なくとも一つの追加電流源３２１を備える。更に、電流源３２１及び３２４の各電流源は、当該各電流源にそれぞれ接続される電流源スイッチ３２８及び３２３を含む。一実施形態の例では、電流源３２４は電流源３２２とほぼ同じサイズであり、電流源３２１は電流源３２６とほぼ同じサイズであるので、トランジスタ３１０は、電流が電流源３２２及び／又は３２６（スイッチ３２５及び／又は３２７をそれぞれ利用する）によってそれぞれ供給される場合、電流源３２４及び／又は３２１（スイッチ３２８及び／又は３２３をそれぞれ利用する）によってオフに正常に切り替えることができる。別の表現をすると、 I_{on} 及び I_{off} は、ほぼ同じ大きさの電流である。特に、スイッチ３２８及び３２３はそれぞれ、このような切り替え機能を実行することができるこの技術分野で公知の、または将来時点で開発されるいずれの素子とすることもできる。更に、図３Ｃに示すように、別の実施形態によれば、最大Ｎ個の追加電流源及び電流源スイッチを電流源３２４及び電流源スイッチ３

40

50

23に並列に設けることができ、この場合、Nは所定のパワースイッチ形態の要件に従って選択される整数である。

【0030】

更に、クランプ380は、ツェナーダイオード385及び抵抗素子387に直列接続される少なくとも一つの追加抵抗素子390を含む。更に、抵抗素子スイッチ386及び抵抗素子スイッチ391は抵抗素子387及び390それぞれの両端に接続されるので、スイッチ386が「オン」に切り替わると、電流が抵抗素子387を避けて流れ、そしてスイッチ386が「オフ」に切り替わると、電流が抵抗素子387を流れる。同様に、スイッチ391が「オン」に切り替わると、電流が抵抗素子390を避けて流れ、そしてスイッチ391が「オフ」に切り替わると、電流が抵抗素子390を流れる。従って、追加電流が電流源326によって供給され（すなわち、スイッチ327が「オン」になる）、かつスイッチ386及び391が「オン」になると、パワースイッチ300は、図3Aにおいて上に示した実施形態とは異なるスルーレートを持つことができる。従って、スイッチ386及び391はそれぞれ、このような切り替え機能を実行することができるこの技術分野で公知の、または将来時点で開発されるいずれの素子とすることもできる。更に、図3Cに示すように、別の実施形態によれば、ツェナーダイオード385に直列接続される最大N個の追加抵抗素子（及び、該当する抵抗素子スイッチ）を設けることができ、この場合、Nは所定のパワースイッチ形態の要件に従って選択される整数である。

【0031】

従って、パワースイッチ300は種々の実施形態において、いずれかのサイズのいずれかの個数の追加電流源（及び、電流源スイッチ）を含むことにより、いずれかの所望の大きさの電流をトランジスタ310に供給し（そして、トランジスタ310を正常にオフに切り替え）、そしていずれかの個数の追加抵抗素子（及び、抵抗素子スイッチ）も含むことにより、いずれかの大きさの抵抗をクランプ380に付加するので、パワースイッチ300はいずれかの数の所望のスルーレートを持つことができる。一実施形態の例によれば、パワースイッチ300は、3つの電流源及び電流源スイッチ（すなわち、 I_{on} ）、3つの追加電流源及び電流源スイッチ（すなわち、 I_{off} ）、及び3つの抵抗素子及び抵抗素子スイッチを含むことにより、パワースイッチ300は、例えば低速の、中速の、そして高速のスルーレートを持つ。

【0032】

図4は、例えばパワースイッチ（例えば、パワースイッチ200または300）における伝導雑音放射または放射ノイズを低減する方法400のフロー図である。一実施形態の例によれば、方法400は、パワースイッチのトランジスタ（例えば、トランジスタ210または310）の所望の出力を求め（ブロック410）、そしてパワースイッチの所望のスルーレートを確認する（ブロック420）ことにより始まる。

【0033】

次に、方法400では、パワースイッチのスルーレートを調整する（ブロック430）。一実施形態の例によれば、スルーレートの調整では、一つ以上の電流源（例えば、電流源224, 226, 324, または326）からトランジスタへの入力電流を操作し（ブロック440）、かつ/またはトランジスタに接続されるクランプ（例えば、クランプ250または380）の電圧を操作し（ブロック450）、入力電流の操作では、一つ以上の電流源をオンまたはオフに切り替えて、トランジスタに供給される電流の量を増やすか、または減らし（ブロック445）、そして電圧の操作では、クランプの一つ以上の抵抗素子をオン状態またはオフ状態に切り替えて、クランプの電圧の絶対値を増加するか、または低減する（ブロック455）。

【0034】

更に、方法400では、ブロック420～455を異なるスルーレートに関して繰り返す（ブロック460）。一実施形態の例では、異なるスルーレートは相対的に高速のスルーレートであり（ブロック464）、別の実施形態では、異なるスルーレートは相対的に低速のスルーレートである（ブロック468）。

【 0 0 3 5 】

要約すると、誘導性フライバック中のスルーレートを変更する装置を開示する。一実施形態では、装置はトランジスタを備え、トランジスタはゲートと、ソースと、そしてドレインとを含み、この場合、誘導性負荷はドレインに接続される。更に、装置は、ゲートに接続される複数の電流源を含み、この場合、第 1 電流源によってトランジスタがオンに切り替わり、そして第 2 電流源によってトランジスタがオフに切り替わる。更に、装置は、ゲート及びドレインに接続されるクランプを含み、クランプは、第 1 抵抗素子を含むことによりクランプの電圧を、電流がクランプを流れるときに増加し、電圧が増加することによって、装置は異なるスルーレートを持つことができる。

【 0 0 3 6 】

10

一実施形態によれば、クランプは第 1 ツェナーダイオードを含み、第 1 ツェナーダイオードは第 1 抵抗素子に直列接続される。別の実施形態では、クランプで所定の電圧にクランプすることにより装置のスルーレートを低減する。更に別の実施形態では、所定の電圧は、少なくとも一つのツェナーダイオードの所定の電圧、第 1 電流源の所定の電流に第 1 抵抗素子の所定の抵抗を乗算した値と、及びゲートとソースとの間に加わる所定の電圧との内の少なくとも一つによって決まる。更に、所定の抵抗は、実施形態の例では、トランジスタの所望の電圧出力、及び所望のゲートプルダウン電流の内の少なくとも一つによって決まる。クランプは、装置の別の実施形態では更に、第 1 抵抗素子に並列接続される第 2 ツェナーダイオードを含む。

【 0 0 3 7 】

20

装置は、別の実施形態の例では更に、ゲートに接続され、かつ第 1 電流源に並列接続される第 3 電流源と、第 3 電流源とゲートとの間に接続される第 1 スイッチとを備え、第 1 スイッチは第 3 電流源をオン / オフに切り替える。更に別の実施形態では、クランプは更に、第 1 抵抗素子に直列接続される第 2 抵抗素子と、クランプに接続される第 2 スイッチとを含み、第 2 スイッチの第 1 端子は第 2 抵抗素子の方の端子に接続され、第 2 スイッチの第 2 端子は第 2 抵抗素子の他方の端子に接続されて、第 2 スイッチが開くと、電流が第 2 抵抗素子を流れず、第 2 スイッチが閉じると、電流が第 2 抵抗素子を流れるようになる。

【 0 0 3 8 】

更に、本開示では、誘導性フライバック中のスルーレートを変更する第 2 装置についても説明した。一実施形態では、第 2 装置はトランジスタを備え、トランジスタはゲートと、ソースと、ドレインとを含み、この場合、誘導性負荷はソースに接続される。一実施形態では、装置は、ゲートに接続される複数の電流源を含み、この場合、第 1 電流源によってトランジスタがオンに切り替わり、第 2 電流源によってトランジスタがオフに切り替わる。更に、装置は、ゲート及びグランドに接続されるクランプを含み、クランプは、第 1 抵抗素子を含むことによりクランプの電圧を、電流がクランプを流れるときに増加し、電圧が増加することによって、装置は異なるスルーレートを持つことができる。

【 0 0 3 9 】

30

一実施形態によれば、クランプは第 1 ツェナーダイオードを含み、第 1 ツェナーダイオードは第 1 抵抗素子に直列接続される。別の実施形態では、クランプで所定の電圧にクランプすることにより装置のスルーレートを低減する。更に別の実施形態では、所定の電圧は、少なくとも一つのツェナーダイオードの所定の電圧、第 1 電流源の所定の電流に第 1 抵抗素子の所定の抵抗を乗算した値、及びゲートとソースとの間に加わる所定の電圧の内の少なくとも一つによって決まる。更に、所定の抵抗は、実施形態の例では、トランジスタの所望の電圧出力、及び所望のゲートプルダウン電流の内の少なくとも一つによって決まる。クランプは、装置の別の実施形態では更に、第 1 抵抗素子に並列接続される第 2 ツェナーダイオードを含む。

40

【 0 0 4 0 】

装置は、別の実施形態の例では更に、ゲートに接続され、かつ第 1 電流源に並列接続される第 3 電流源と、第 3 電流源とゲートとの間に接続される第 1 スイッチとを備え、第 1

50

スイッチは第3電流源をオン/オフに切り替える。更に別の実施形態では、クランプは更に、第1抵抗素子に直列接続される第2抵抗素子と、クランプに接続される第2スイッチとを含み、第2スイッチの第1端子は第2抵抗素子の一方の端子に接続され、第2スイッチの第2端子は第2抵抗素子の他方の端子に接続されて、第2スイッチが開くと、電流が第2抵抗素子流れず、第2スイッチが閉じると、電流が第2抵抗素子流れるようになる。

【0041】

更に、本開示では、誘導性フライバック中のスルーレートを変更する方法についても説明した。一実施形態においては、本方法では、パワートランジスタの所望のスルーレートを確認し、パワートランジスタはトランジスタと、少なくとも一つの電流源とを含むことにより、或る大きさの入力電流をトランジスタ、誘導性負荷、及びトランジスタに接続されるクランプに供給し、クランプは、少なくとも一つの第1抵抗素子に直列接続される少なくとも一つのツェナーダイオードを含み、本方法では更に、クランプの電圧を調整して所望のスルーレートを実現する。一実施形態の例によれば、電圧を調整するステップは、抵抗をクランプに追加するステップ、及び抵抗をクランプから削除するステップの内の一つのステップを含む。

【0042】

別の実施形態の例によれば、本方法では更に、トランジスタに供給される入力電流の大きさを調整する。一実施形態によれば、入力電流の大きさを調整するステップは、入力電流を少なくとも一つの追加電流源から流し込むステップと、入力電流を少なくとも一つの追加電流源によって引き抜くステップとの内の一つのステップを含む。

【0043】

少なくとも一つの実施形態の例をこれまでの詳細な記載において提示してきたが、非常に多くの変形例が存在することを理解されたい。また、本明細書に記載される例示としての実施形態または複数の実施形態は決して、本発明の技術範囲、適用可能性、または構成を制限するために提示されるのではないことを理解されたい。これまでの詳細な記載は、制限するのではなく、当業者にとって、記載の実施形態、または複数の実施形態を実施するための有用な指針となる。種々の変更を、要素の機能及び構成に関して、添付の請求項及び請求項の法的な均等物に示される本発明の技術範囲から逸脱しない限り加えることができることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】先行技術によるパワースwitchの図である。

【図2A】伝導雑音放射または放射ノイズを低減したパワースwitchの一実施形態の図である。

【図2B】保護回路を有する図2Aのパワースwitchの図である。

【図2C】調整可能なスルーレートを持つ図2Aのパワースwitchの一実施形態の図である。

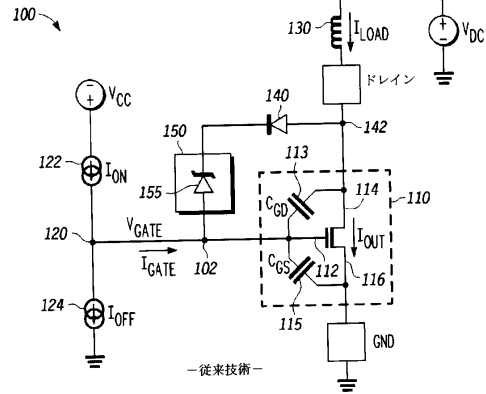
【図3A】伝導雑音放射または放射ノイズを低減したパワースwitchの別の実施形態の図である。

【図3B】保護回路を有する図3Aのパワースwitchの図である。

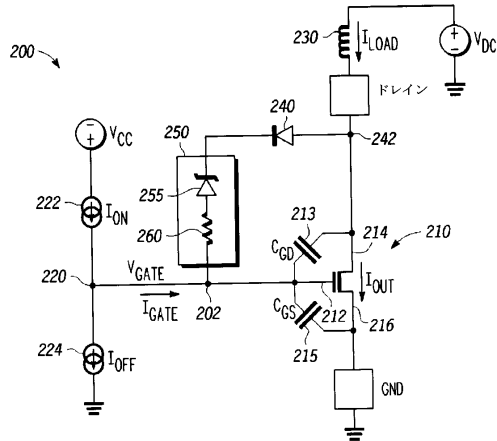
【図3C】調整可能なスルーレートを持つ図3Aのパワースwitchの一実施形態の図である。

【図4】パワースwitchにおける伝導雑音放射または放射ノイズを低減する方法のフロー図である。

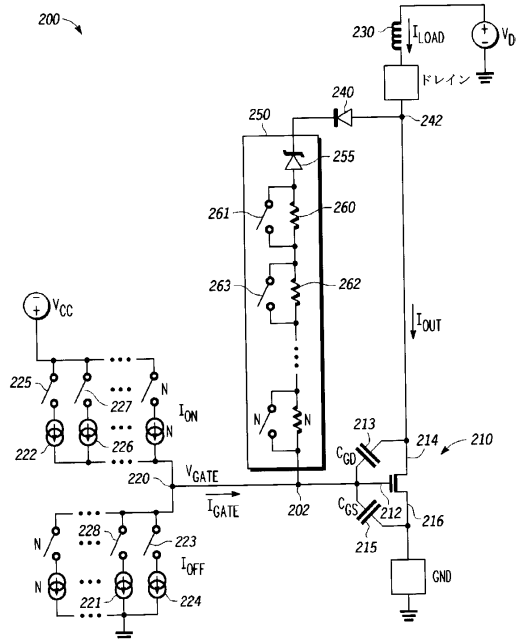
【図 1】



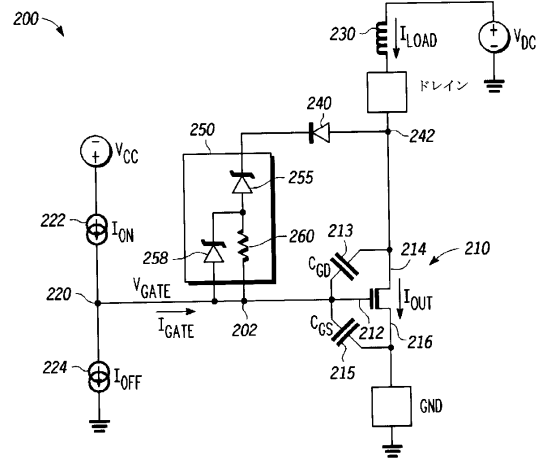
【図 2 A】



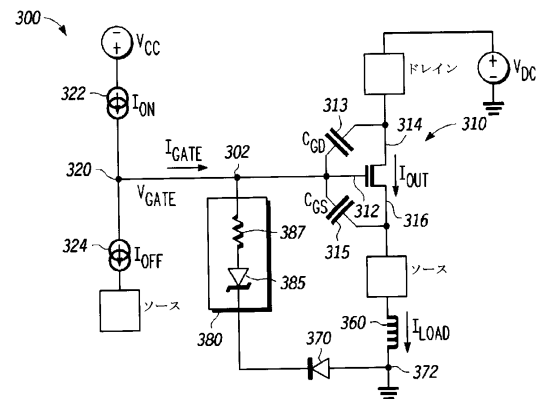
【図 2 C】



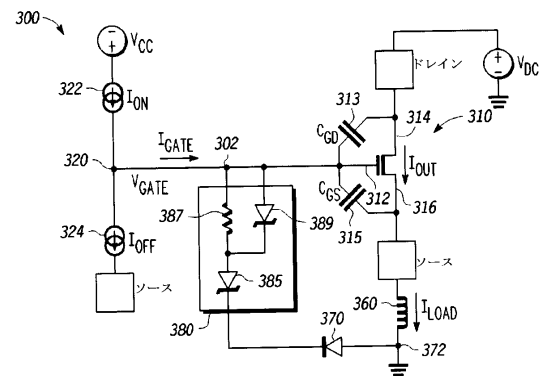
【図 2 B】



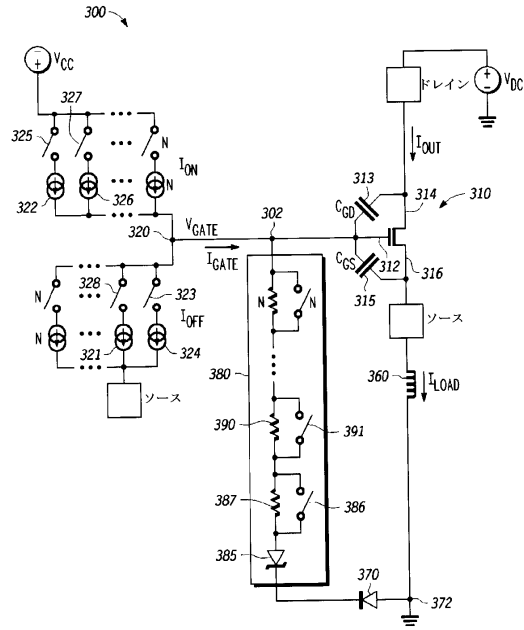
【図 3 A】



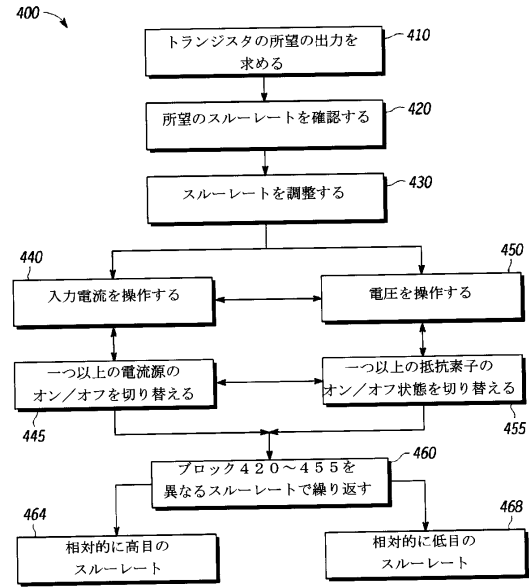
【図 3 B】



【図 3 C】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 トンプソン、マシュー ディー .
アメリカ合衆国 8 5 2 2 6 アリゾナ州 チャンドラー ダブリュー . ガルベストーン ストリー
ト 5 6 6 5 ユニット 8 1

審査官 栗栖 正和

(56)参考文献 米国特許第 0 6 0 7 8 2 0 4 (U S , A)
特開平 0 9 - 0 8 3 3 2 6 (J P , A)
特表平 0 9 - 5 0 9 2 9 8 (J P , A)
米国特許第 5 9 2 0 2 2 4 (U S , A)
特開 2 0 0 4 - 2 4 7 8 7 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H03K 17/00-17/70