

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6025235号  
(P6025235)

(45) 発行日 平成28年11月16日(2016.11.16)

(24) 登録日 平成28年10月21日(2016.10.21)

(51) Int.Cl. F I  
H O 2 H 9/04 (2006.01) H O 2 H 9/04 B

請求項の数 18 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-512120 (P2016-512120)	(73) 特許権者	591055436
(86) (22) 出願日	平成26年10月28日(2014.10.28)		フィッシャー コントロールズ インター
(65) 公表番号	特表2016-518806 (P2016-518806A)		ナショナル リミテッド ライアビリティ
(43) 公表日	平成28年6月23日(2016.6.23)		ー カンパニー
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/062626		アメリカ合衆国 5 0 1 5 8 アイオワ
(87) 国際公開番号	W02015/066007		マーシャルタウン サウス センター ス
(87) 国際公開日	平成27年5月7日(2015.5.7)		トリート 2 0 5
審査請求日	平成27年10月28日(2015.10.28)	(74) 代理人	100107456
(31) 優先権主張番号	61/896, 475		弁理士 池田 成人
(32) 優先日	平成25年10月28日(2013.10.28)	(74) 代理人	100162352
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 酒巻 順一郎
(31) 優先権主張番号	14/090, 737	(74) 代理人	100123995
(32) 優先日	平成25年11月26日(2013.11.26)		弁理士 野田 雅一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100148596
			弁理士 山口 和弘
早期審査対象出願		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 本質安全電圧クランプ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

本質安全電圧クランプ装置であって、  
安定化レールと、  
グラウンドレールと、

前記安定化レールと前記グラウンドレールの双方に接続され、1つ以上の調整部品を含むシャントレギュレータ集成体であって、前記安定化レールと前記グラウンドレールの間に印加される電圧を安全クランプ電圧の値にクランプするように構成されたシャントレギュレータ集成体と、

電力検出部品であって、

(1) 少なくとも1つの前記調整部品の温度が閾値を超えると、前記少なくとも1つの前記調整部品で消費される電力を1つ以上の制限部品によって減少させるように構成された熱作動部品、または

(2) 電流検出抵抗であって、前記電流検出抵抗に流れる電流が閾値を超えると、前記少なくとも1つの前記調整部品で消費される電力を1つ以上の制限部品によって減少させるように構成された電流検出抵抗、を含む電力検出部品と、

を備え、

前記安定化レール、前記グラウンドレール、前記シャントレギュレータ集成体、前記電力検出部品及び前記制限部品は、2本のリードを備えた装置パッケージ内に共に一体化されており、

10

20

前記装置パッケージは、前記 2 本のリードを介し、少なくとも 1 つの冗長な装置パッケージであって、前記冗長な装置パッケージに印加される前記電圧を冗長な安全クランプ電圧の値にクランプするように構成された少なくとも 1 つの冗長な装置パッケージに接続されている、本質安全電圧クランプ装置。

【請求項 2】

前記電力検出部品が前記熱作動部品であり、前記熱作動部品が物理的近接によって前記 1 つ以上の調整部品と熱的に結合されている、請求項 1 に記載の本質安全電圧クランプ装置。

【請求項 3】

前記電力検出部品が前記熱作動部品であり、前記熱作動部品が熱接着剤によって前記 1 つ以上の調整部品と熱的に結合されている、請求項 1 に記載の本質安全電圧クランプ装置。

10

【請求項 4】

前記 1 つ以上の調整部品が第 1 トランジスタを含み、前記 1 つ以上の制限部品が第 2 トランジスタを含む、請求項 1 に記載の本質安全電圧クランプ装置。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの前記調整部品で消費される前記電力を減少させることは、前記第 2 トランジスタを作動させて、前記安定化レールと前記グラウンドレールの間に印加される前記電圧を、前記安全クランプ電圧の値よりも絶対値が小さい第 2 電圧にクランプすることを含む、請求項 4 に記載の本質安全電圧クランプ装置。

20

【請求項 6】

前記電力検出部品が前記電流検出抵抗であり、前記電流検出抵抗は、前記電流検出抵抗で検出される前記電流が前記閾値を超えると、前記第 2 トランジスタによって前記第 1 トランジスタを飽和モードへと移行させるように構成されている、請求項 4 に記載の本質安全電圧クランプ装置。

【請求項 7】

本質安全電圧クランプ装置であって、  
安定化レールと、  
グラウンドレールと、

前記安定化レールと前記グラウンドレールの双方に接続され、1 つ以上の調整部品を含むシャントレギュレータ集成体であって、前記安定化レールと前記グラウンドレールの間に印加される電圧を安全クランプ電圧の値にクランプするように構成されたシャントレギュレータ集成体と、

30

電力検出部品であって、

(1) 少なくとも 1 つの前記調整部品の温度が閾値を超えると、前記少なくとも 1 つの前記調整部品で消費される電力を 1 つ以上の制限部品によって減少させるように構成された熱作動部品、または

(2) 電流検出抵抗であって、前記電流検出抵抗に流れる電流が閾値を超えると、前記少なくとも 1 つの前記調整部品で消費される電力を 1 つ以上の制限部品によって減少させるように構成された電流検出抵抗、を含む電力検出部品と、

40

を備え、

前記安定化レール、前記グラウンドレール、前記シャントレギュレータ集成体、前記電力検出部品及び前記制限部品が、2 本より多いリードを備えた装置パッケージ内に共に一体化されており、

前記装置パッケージの 2 本のリードが前記安定化レールと前記グラウンドレールにそれぞれ電氣的に接続されており、余剰なリードは、前記リード間を任意の組み合わせで短絡しても前記本質安全電圧クランプ装置の電圧クランプ機能を妨げないように構成されている、本質安全電圧クランプ装置。

【請求項 8】

前記装置パッケージが電力トランジスタパッケージである、請求項 7 に記載の本質安全

50

電圧クランプ装置。

【請求項 9】

前記 1 つ以上の調整部品が第 1 トランジスタを含み、前記 1 つ以上の制限部品が第 2 トランジスタを含む、請求項 7 に記載の本質安全電圧クランプ装置。

【請求項 10】

前記 1 つ以上の調整部品が第 1 トランジスタを含むと共に、前記 1 つ以上の制限部品が第 2 トランジスタを含み、

前記電力検出部品が前記電流検出抵抗であり、前記電流検出抵抗は、前記電流検出抵抗で検出される前記電流が前記閾値を超えると、前記第 2 トランジスタによって前記第 1 トランジスタを飽和モードへと移行させるように構成されている、請求項 7 に記載の本質安全電圧クランプ装置。

10

【請求項 11】

プロセス制御装置であって、

第 1 端子及び第 2 端子を備えた装置部品であって、前記装置部品の前記第 1 端子と前記第 2 端子の間に電圧が印加されているときにエネルギーを蓄える装置部品と、

前記装置部品に電氣的に接続された 2 つ以上の電圧クランプ装置であって、各電圧クランプ装置が他の前記電圧クランプ装置と並列に配置されていると共に、各電圧クランプ装置が前記装置部品に印加される前記電圧を安全クランプ電圧にクランプするように構成されており、各電圧クランプ装置が、

1 つ以上の調整部品を含むシャントレギュレータ集成体、及び

20

温度または電流が閾値を超えると、少なくとも 1 つの前記調整部品で消費される電力を 1 つ以上の制限部品によって減少させるように構成された電力検出部品を備える電圧クランプ装置と、

を備え、

前記 1 つ以上の調整部品が第 1 トランジスタを含むと共に、前記 1 つ以上の制限部品が第 2 トランジスタを含み、

前記少なくとも 1 つの前記調整部品で消費される前記電力を減少させることは、前記第 2 トランジスタを作動させて、前記装置部品に印加される前記電圧を、前記安全クランプ電圧の値よりも絶対値が小さい第 2 電圧にクランプすることを含む、プロセス制御装置。

【請求項 12】

30

前記 2 つ以上の電圧クランプ装置のそれぞれが、2 本の外部電気リードを備えた装置パッケージ内に一体化されている、請求項 11 に記載のプロセス制御装置。

【請求項 13】

前記 2 つ以上の電圧クランプ装置のそれぞれが、2 本の主外部電気リード及び 1 本以上の副外部電気リードを備えた装置パッケージ内に一体化されている、請求項 11 に記載のプロセス制御装置。

【請求項 14】

前記装置パッケージの前記副外部電気リードは、前記装置パッケージ内部のいずれにも電氣的に接続されていない、請求項 13 に記載のプロセス制御装置。

【請求項 15】

40

前記電力検出部品が熱作動部品であり、前記熱作動部品が温度センサ及び増幅器を含む、請求項 11 に記載のプロセス制御装置。

【請求項 16】

前記電力検出部品が熱作動部品であり、前記熱作動部品がサーミスタを含む、請求項 11 に記載のプロセス制御装置。

【請求項 17】

前記電力検出部品が電流検出抵抗であり、前記電流検出抵抗は、前記電流検出抵抗に流れる電流が閾値を超えると、前記 1 つ以上の調整部品で消費される電力を 1 つ以上の制限部品によって減少させるように構成されている、請求項 11 に記載のプロセス制御装置。

【請求項 18】

50

本質安全電圧クランプ装置であって、  
安定化レールと、  
グラウンドレールと、

前記安定化レールと前記グラウンドレールの双方に接続され、１つ以上の調整部品を含むシャントレギュレータ集成体であって、前記安定化レールと前記グラウンドレールの間に印加される電圧を安全クランプ電圧の値にクランプするように構成されたシャントレギュレータ集成体と、

電力検出部品であって、

(１) 少なくとも１つの前記調整部品の温度が閾値を超えると、前記少なくとも１つの前記調整部品で消費される電力を１つ以上の制限部品によって減少させるように構成された熱作動部品、または

10

(２) 電流検出抵抗であって、前記電流検出抵抗に流れる電流が閾値を超えると、前記少なくとも１つの前記調整部品で消費される電力を１つ以上の制限部品によって減少させるように構成された電流検出抵抗、を含む電力検出部品と、

を備え、

前記１つ以上の調整部品が第１トランジスタを含むと共に、前記１つ以上の制限部品が第２トランジスタを含み、

前記少なくとも１つの前記調整部品で消費される前記電力を減少させることは、前記第２トランジスタを作動させて、前記安定化レールと前記グラウンドレールの間に印加される前記電圧を、前記安全クランプ電圧の値よりも絶対値が小さい第２電圧にクランプすることを含む、本質安全電圧クランプ装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

関連案件の相互参照

本出願は、「VOLTAGE CLAMP DEVICE FOR INTRINSIC SAFETY」と題する、２０１３年１０月２８日に出願された米国仮特許出願第６１／８９６，４７５号に対する優先権の利点を主張するものであり、ここに本明細書の一部を構成するものとして、あらゆる目的のために本出願全体を援用する。

【０００２】

30

本開示は、本質安全装置を対象とし、より具体的には、熱制限及び／または電力制限を有する本質安全電圧クランプ装置を対象とする。

【背景技術】

【０００３】

ある工業プロセス（石油工業のプロセスなど）では、有害な雰囲気またはその他の危険な状況において装置を運用することが求められる。こうした装置には、有害な雰囲気中の装置に対して一定条件を指定する「本質安全」規格（ＩＳＡ－６００７９－１１規格など）が適用されることが多い。これらの条件は、（例えば、コンデンサにかかる電圧もしくはインダクタへの電流を制限することによって）装置回路内に蓄えられたエネルギー量を制限すること、または、エネルギーの放電によって点火が起きないように、（例えば、部品間隔を狭めることによって）蓄積エネルギーの放電を制限することのいずれかを求めるものである。さらに、ＩＳＡ－６００７９－１１規格の場合、回路の正常動作中に一定数の故障が発生しても、その回路が安全を維持することが必要である。

40

【０００４】

一部の規格では、個別の機器（または装置）は、それよりも大きな機器の一部である部品集成体とは異なるように扱われる。ＩＳＡ－６００７９－１１規格では、例えば、個別機器として製造されたシャント安全集成体は、より大きな機器の一部であるシャント安全集成体と比較すると、当該規格の別の項に従っている必要がある。個別機器に対する様々な要件により、製造業者は、有利な特性を備えた装置（物理的に小型のパッケージなど）を生産することができる。しかしながら、こうした内蔵式の電圧クランプ装置では、過熱

50

に関わる故障が問題となって、これらの装置が多くの用途において役に立たなくなる恐れもある。

【発明の概要】

【0005】

本質安全電圧クランプ装置は、安定化レール、グラウンドレール及びシャントレギュレータ集成体を備える。シャントレギュレータ集成体は、安定化レールとグラウンドレールの双方に接続されており、1つ以上の調整部品を含む。また、シャントレギュレータ集成体は、安定化レールとグラウンドレールの間に印加される電圧を安全クランプ電圧の値にクランプするように構成されている。本質安全電圧クランプ装置は、少なくとも1つの調整部品の温度が閾値を超えると、少なくとも1つの調整部品で消費される電力を1つ以上の制限部品によって減少させるように構成された熱作動部品も含む。

10

【0006】

別の実施形態では、プロセス制御装置は、第1端子及び第2端子を備えた装置部品であって、当該装置部品の第1端子と第2端子の間に電圧が印加されているときにエネルギーを蓄える装置部品を備える。プロセス制御装置は、装置部品に電氣的に接続された2つ以上の電圧クランプ装置も含む。各電圧クランプ装置は、他の電圧クランプ装置と並列に配置されており、それと共に、各電圧クランプ装置は、装置部品に印加される電圧を安全クランプ電圧にクランプするように構成されている。さらに、各電圧クランプ装置は、1つ以上の調整部品を含むシャントレギュレータ集成体、及び少なくとも1つの調整部品の温度が閾値を超えると、少なくとも1つの調整部品で消費される電力を1つ以上の制限部品によって減少させるように構成された熱作動部品を備える。

20

【0007】

別の実施形態において本質安全電圧クランプ装置は、安定化レール、グラウンドレール及びシャントレギュレータ集成体を備える。シャントレギュレータ集成体は、安定化レールとグラウンドレールの双方に接続されており、1つ以上の調整部品を含む。また、シャントレギュレータ集成体は、安定化レールとグラウンドレールの間に印加された電圧を安全クランプ電圧の値にクランプするように構成されている。本質安全電圧クランプ装置は、電流検出抵抗であって、この電流検出抵抗に流れる電流が閾値を超えると、少なくとも1つの調整部品で消費される電力を1つ以上の制限部品によって減少させるように構成された電流検出抵抗も含む。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】主たる電圧クランプ装置及び冗長な電圧クランプ装置が実装されている例示的なシステムのブロック図である。

【図2A】本質安全電圧クランプ装置として一体化され、図1に示した電圧クランプ装置の1つとして実装され得る例示的な回路を示す図である。

【図2B】本質安全電圧クランプ装置として一体化され、図1に示した電圧クランプ装置の1つとして実装され得る別の回路を示す図である。

【図3A】図2に示した回路などの本質安全電圧クランプ装置の一体化が可能な例示的な装置パッケージのブロック図である。

40

【図3B】図2に示した回路などの本質安全電圧クランプ装置の一体化が可能な例示的な装置パッケージのブロック図である。

【図3C】図2に示した回路などの本質安全電圧クランプ装置の一体化が可能な例示的な装置パッケージのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本開示は、本質安全電圧クランプ装置を対象とし、具体的には、熱制限部品及び/または電力制限部品により、内蔵式の装置パッケージ内にある電圧調整を行う装置部品に対する熱的損傷を防ぐことを対象とする。特に、本開示に係る電圧クランプ装置は、シャント電圧レギュレータの機能的要件に適合し、それと共に、物理的に小型、かつ本質安全のパ

50

パッケージングを可能とする。各実施形態では、熱制限部品を利用することにより、装置のクランプ電圧を自動的に低下させて、1つ以上の調整部品における電力消費を減少させる。その結果、これらの制限部品により、安全限界最大クランプ電圧を維持しつつ、過熱に関わる損傷から装置の電圧調整部品が保護され得る。

#### 【0010】

次に、図1を参照すると、本開示の一実施形態に係り構成された例示的なシステム100は、プロセス制御装置106及び電源108を含む。主たる電圧クランプ装置102a及び冗長な電圧クランプ装置102bは、ある実施態様では、装置部品110に印加される電圧をそれぞれの安全クランプ電圧に制限し得る。2つの電圧クランプ装置102a及び102bを搭載することにより、システム100は、電圧クランプ装置102a及び102bの一方が故障しても電圧クランプが継続されることを要求する本質安全(intrinsically safe: IS)規格に従うことができる。例示的な電圧クランプ装置については、図2A及び2Bを参照してさらに詳しく述べる。

10

#### 【0011】

図1ではプロセス制御装置106内にあるものとして示されているが、主たる電圧クランプ装置102a及び冗長な電圧クランプ装置102bは、プロセス制御装置の内部にあっても外部にあってもよい。電圧クランプ装置102a及び102bは、プロセス制御装置106に着脱式で接続可能なモジュール式装置であってもよく、電気リードの任意の組み合わせを通じてプロセス制御装置に電氣的に接続され得る独立型装置であってもよい。一般に、電圧クランプ装置102a及び102bは、任意の適切な内部または外部の電氣的接続、端子などにより、プロセス制御装置106に接続されてもよく、その一部になっ

20

#### 【0012】

プロセス制御装置106は、スイッチ、送信機、熱電対、ソレノイド弁などを含み得るが、特に、装置部品110を含み得る。この装置部品110は、装置部品110に電圧が印加されているときにエネルギーを蓄える任意の種類の回路部品または部品集成体であってもよい。例えば、装置部品110は、1つ以上のコンデンサまたはインダクタを含み得る。図1には1つの装置部品110のみを示しているが、プロセス制御装置は、エネルギーを蓄えることができる任意の数の部品を備え得ることは明らかである。

#### 【0013】

プロセス制御装置106は、製造プラント、オイルまたはガスの抽出用建造物、精製所、暖房・換気・空調(heating, ventilation, and air conditioning: HVAC)システムなどの一部であってもよい。これらにおいてプロセス制御装置102aは、有害な環境(有害なガス、化学物質、蒸気、粉塵、繊維などを含む環境など)に曝される。このようにして、プロセス制御装置106を本質安全のプロセス制御装置106とすることができる。すなわち、プロセス制御装置106は、電圧クランプ装置102a及び102bと組み合わせて本質安全を実現することができる。

30

#### 【0014】

例示的な電源108は、プロセス制御装置に電力を供給し得、プロセス制御装置106並びに電圧クランプ装置102a及び102bの双方に対して動作可能に接続され得る。この構成においてプロセス制御装置106並びに電圧クランプ装置102a及び102bは、(例えば、プロセス制御装置106の2つの端子と電圧クランプ装置102a及び102bの2本のリードによって)並列に接続されている。電源108は、様々な部品に電力を供給し、場合によっては、他の回路または部品に動作電圧を提供し得る。例えば、電源108は正負の出力電圧を提供し得るが、これらの電圧は、電圧クランプ装置102a及び102b並びに装置部品110の各レールに対して順に印加される。これらの正負電圧は、それぞれ図1において+V及び-Vと示されているものの、電圧クランプ装置102a及び102b並びに装置部品110の一方のレールに正電圧を印加し、他方のレールを接地してもよいことが理解されている。

40

50

## 【 0 0 1 5 】

例えば、電源 1 0 8 は主電源に接続され得る。あるいは、電源 1 0 8 はバッテリー電源に接続され得る。また、電源 1 0 8 は、場合によっては、電源信号（例えば、2 4 V）を特定電圧（例えば、 $\pm 3.3$  V、 $\pm 1.0$  V）に変換し得る。この場合、電圧クランプ装置 1 0 2 a 及び 1 0 2 b 並びに装置部品 1 1 0 の各レールにこれらの特定電圧を印加することができる。

## 【 0 0 1 6 】

ある実施態様では、電圧クランプ装置 1 0 2 a 及び 1 0 2 b は、( i ) 調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b（それぞれ、トランジスタ、増幅器、基準電圧といった、シャント電圧調整用集成体の一部である部品など）；( i i ) 電力検出部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b（それぞれ、サーミスタ、他の温度センサ、電流センサなど）；並びに( i i i ) 1 つ以上の制限部品 1 1 6 a 及び 1 1 6 b（それぞれ、ダイオード、トランジスタなど）を含み、電力検出部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b の作動に基づき、調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b における電力消費を選択的に減少させるように構成されている。さらに、本明細書では「電力検出」を行うものとして説明されたが、これらの部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b は、その代わりに、図 2 A 及び 2 B に関して以下で説明される別のパラメータ値（調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b の温度に関する、またはそれに関連付けられるパラメータ値など）に従って制限部品 1 1 6 a 及び 1 1 6 b を制御し得る。

## 【 0 0 1 7 】

調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b には、電圧クランプ装置 1 0 2 a 及び 1 0 2 b 内のそれぞれのシャント電圧レギュレータ集成体における任意の部品が含まれ得る。調整部品 1 1 2 a は、例えば、電圧クランプ装置 1 0 2 a の安定化レールとグラウンドレールの間に配置されたトランジスタ、増幅器及び/または基準電圧装置を含み得る。ある場合には、調整部品 1 1 2 a の故障（例えば、過熱による）により、電圧クランプ装置 1 0 2 a は、（例えば、装置部品 1 1 0 に印加される）電圧を安全クランプ電圧にクランプする機能を失う場合がある。

## 【 0 0 1 8 】

過熱による調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b の故障を防ぐため、調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b は、（図 2 A に示すように）電力検出部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b に接続され得る。調整部品 1 1 2 a と電力検出部品 1 1 4 a 及び調整部品 1 1 2 b と電力検出部品 1 1 4 b をそれぞれ接続することにより、部品間の熱結合が生じ得る。例えば、この熱結合は、調整部品 1 1 2 a から電力検出部品 1 1 4 a 及び調整部品 1 1 2 b から電力検出部品 1 1 4 b にそれぞれ熱が伝導されるのを促進するための熱パッドまたは熱伝導グリースを含み得る。

## 【 0 0 1 9 】

調整部品 1 1 2 a から電力検出部品 1 1 4 a 及び調整部品 1 1 2 b から電力検出部品 1 1 4 b にそれぞれ熱を伝導させることにより、電力検出部品 1 1 4 a または 1 1 4 b が（例えば、一定の閾温度にて）作動し得る。電力検出部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b が作動すると、制限部品 1 1 6 a 及び 1 1 6 b をそれぞれ作動させ得る。制限部品 1 1 6 a 及び 1 1 6 b は、電圧クランプ装置 1 0 2 a 及び 1 0 2 b のシャント電圧調整用集成体に電氣的に接続された任意の適切な回路部品（例えば、ダイオード、トランジスタ及び抵抗）を含み得、それにより、制限部品 1 1 6 a 及び 1 1 6 b は、調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b における電力消費を減少させる。調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b で消費される電力を減少させることにより、制限部品 1 1 6 a 及び 1 1 6 b は、調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b の温度を減少させて過熱を防ぎ得る。

## 【 0 0 2 0 】

電力検出部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b によって作動させることの他に、調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b の温度が十分低下したことを電力検出部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b が検出したときに制限部品 1 1 6 a 及び 1 1 6 b を非作動にしてもよい。すなわち、（例えば、閾値未満に）調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b の温度が低下した後、対応する電力検出部品 1 1

10

20

30

40

50

4 a 及び 1 1 4 b 並びに制限部品 1 1 6 a 及び 1 1 6 b を非作動にしてもよい。

【 0 0 2 1 】

他の実施形態では、電力検出部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b は、調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b と熱的に結合されていないが、その代わりに、調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b で消費される電力に応じて調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b の温度を調整する。一実施形態では、例えば、電力検出部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b は、調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b 内のトランジスタのトランジスタ接合電圧を検出し得る。電力検出部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b がトランジスタ接合電圧の減少を検出すると、電力検出部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b は、調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b によって消費される電力を制限部品 1 1 6 a 及び 1 1 6 b によって減少させることができる。

10

【 0 0 2 2 】

別の実施形態では、電力検出部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b は、それぞれ調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b にかかる電圧と流れる電流を検出するように構成されており、それによって調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b で消費されている電力を算出する。その電力が閾値を超えると、電力検出部品 1 1 4 a 及び 1 1 4 b は、それぞれ制限部品 1 1 6 a 及び 1 1 6 b に（例えば、クランプ電圧を低下させることによって）電圧を制限させ、かつ / または電流を制限させ得るが、それによって調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b で消費される電力を減少させ、それに応じて、その電力消費に関わる温度上昇を抑制する。

【 0 0 2 3 】

いずれにしても、調整部品 1 1 2 a 及び 1 1 2 b の熱を制限することにより、電圧クランプ装置 1 0 2 a 及び 1 0 2 b の各部品を小型かつ内蔵式の装置パッケージ内に容易に一体化させることができる。このような小型の装置パッケージにより、電圧クランプ装置 1 0 2 a 及び 1 0 2 b によって利用される物理的空間についての懸念がある用途において電圧クランプ装置 1 0 2 a 及び 1 0 2 b を使用することが可能となり得る。さらに、電圧クランプ装置 1 0 2 a 及び 1 0 2 b は、本質安全規格における個別機器の要件に適合し得る。この要件により、通常であればより複雑な機器に要求される場合に比べると、電圧クランプ装置 1 0 2 a 及び 1 0 2 b を実装する際に余分なものを少なくすることができる。

20

【 0 0 2 4 】

図 2 A は、本質安全電圧クランプ装置（電圧クランプ装置 1 0 2 a 及び 1 0 2 b の一方など）として一体化され得る例示的な回路 2 0 0 を示す図である。以下では、一定の部品を参照してこの例示的な回路 2 0 0 を説明しているが、任意の適切な値及び種類の部品を利用して回路 2 0 0 の電圧クランプ及び熱制限機能を提供し得ることは明らかである。

30

【 0 0 2 5 】

例示的な回路 2 0 0 は、安定化レール 2 0 2 とグラウンドレール 2 0 4 の間に印加される電圧を安全クランプ電圧にクランプするように構成されたシャントレギュレータ集成体 2 0 1 を含む。シャントレギュレータ集成体は、1 つ以上の抵抗 2 0 6、増幅器 2 0 8、増幅器 2 0 8 の非反転端子に接続された基準電圧 2 1 0、及び増幅器 2 0 8 の電圧出力端子に接続されたトランジスタ 2 1 2 などの 1 つ以上の調整部品を含み得る。例示的な回路 2 0 0 では、増幅器 2 0 8 は、基準電圧 2 1 0 とシャントされた安定化レール 2 0 2 からのフィードバック電圧との差に応じてトランジスタ 2 1 2 を駆動する。従って、例示的な回路 2 0 0 内で消費される電力の大部分はトランジスタ 2 1 2 で消費され、場合によっては、このトランジスタ 2 1 2 の温度が上昇し得る。

40

【 0 0 2 6 】

このようにトランジスタ 2 1 2（またはシャントレギュレータ集成体 2 0 1 の 1 つ以上の他の調整部品内）の温度が上昇すると、（囲み 2 1 6 によって示すように）トランジスタ 2 1 2 と熱的に結合されている熱作動部品 2 1 4 が作動し得る。この熱作動部品 2 1 4 の作動は、熱作動部品 2 1 4 における様々な変化に対応し得る。例えば、熱作動部品 2 1 4 は、トランジスタ 2 1 2 の温度が上昇すると抵抗が低下する NTC サーミスタであってよい。ただし、熱作動部品 2 1 4 は任意の適切な温度センサ（PTC サーミスタ、集積回路など）を含み得ることが理解されている。あるいは、回路 2 0 0 は、増幅器を利用して

50



、トランジスタ 212 の実際の温度と目標の最高温度または閾値とを比較してもよい。

【0027】

作動すると、熱作動部品 214 は、調整部品（トランジスタ 212 など）で消費される電力を 1 つ以上の制限部品（トランジスタ 218 など）によって減少させる。熱作動部品 214 として NTC サーミスタが実装されている 1 つの例示的な事例では、サーミスタ 214 は、安定化レールとグラウンドレールの間に設けられた温度依存性の分圧器の一部として機能し、トランジスタ 218 のベース電圧を変化させ、トランジスタ 218 を「ターンオン」させるのに十分な抵抗に減少し得る（すなわち、トランジスタ 218 のベース電圧は上昇し得る）。すなわち、トランジスタ 218 のベース・エミッタ間の電圧差が増加するため、熱作動部品 214 の電圧降下は減少し得る。

10

【0028】

このような増加により、トランジスタ 212 は、増幅器 208 によって左右される場合に比べて「より強く」ターンオンし得る（例えば、トランジスタの電流が増加する）。その結果、安定化レール 202 とグラウンドレール 204 の間のクランプ電圧が低下して、トランジスタ 212 で消費される電力とトランジスタ 212 の温度を共に減少させることができる。

【0029】

例示的な回路 200 は、電流、電圧などの値または定格を調整するための様々な他の部品（例えば、抵抗及びダイオード）をさらに含み得る。ある場合には、回路 200 は、4 ~ 20 mA 本質安全回路が使用される用途向けに構成され得る。従って、回路 200 の最大電流定格が 130 mA である場合でも、例示的な回路 200 に通常流れる電流は 25 mA 未満となり得る。正常動作中、回路 200 は、25 mA までをシャントするように動作することができ得る。しかしながら、回路 200 は、（例えば、制限部品によって）シャント電圧を低下させて、電流 130 mA までの異常状態にある調整部品を保護し得る。あるいは、回路 200 の定格を 195 mA までとして、IS 規格に要求される過大評価の安全率に適合させてもよい。

20

【0030】

図 2A にはバイポーラ接合型トランジスタ（bipolar junction transistor: BJT）として示されているが、トランジスタ 212 及び 218 は BJT である必要はなく、容易に理解されるであろうが、その代わりに回路 200 は、金属酸化物半導体電界効果トランジスタ（metal-oxide-semiconductor field effect transistor: MOSFET）技術を用いて設計されてもよい。

30

【0031】

1 つの事例では、25 mA をシャントする 6 V のシャントレギュレータは、150 mW を消費することになる。このようにして、例示的な回路 200 は、熱制限モードへと移行する（例えば、熱作動部品 214 が作動する）ことなく、上記の電力量を消費することができ得る。トランジスタ 212 のダイの最高温度が 150 °C であり、かつ 85 °C の環境で装置が動作している場合、ダイから周囲への熱抵抗が 233 °C/W であれば、30 °C の動作余裕を提供するのに十分となる。さらに、回路 200 の定格を 195 mA とする場合、回路 200 は、上記のような異常動作状態においてダイ温度を 150 °C 未満に保つためには、（例えば、トランジスタ 216 などの制限部品によって）安全クランプ電圧を 1.43 V 未満に減少させるだけでよい。

40

【0032】

図 2B は、電流検出を使用して調整部品の熱的負荷を制御する別の実施形態を示している。図 2B において例示的な回路 220 は、図 2A の回路とほぼ同じように機能する。すなわち、回路 220 の正常動作中、増幅器 208 は同様に、基準電圧と安定化レール 202 からのフィードバック電圧との差に応じて調整トランジスタ 222 を駆動する。回路 220 内で消費される電力の大部分は、トランジスタ 222 で消費される。トランジスタ 222 によってシャントされている電流が十分小さい場合（例えば、25 mA 未満）、トラ

50

ンジスタ 224 はカットオフになる。トランジスタ 224 により抵抗 226 を通じてシャントされている電流が十分流れて、トランジスタ 224 をターンオンする程度に抵抗 226 にかかる電圧が低下した場合、トランジスタ 224 はトランジスタ 222 をターンオンして、回路 220 のクランプ電圧を低下させる。このようなトランジスタ 224 による電流駆動の電圧制限動作は、トランジスタ 224 がターンオンしているときのレベルをシャント中の電流が下回るまで、(増幅器 208 とトランジスタ 222 の組み合わせによって提供される) 通常のシャント電圧制御に優先する。例えば、回路 220 は、設計されたクランプ電圧 6 V において 20 mA をシャントすることができる。しかしながら、回路 220 に供給される電流を 200 mA とした場合、安定化レール 202 の電圧は 1.4 V を下回ることになる。電流駆動でクランプ電圧を低下させることにより、トランジスタ 222

10

#### 【0033】

他の実施形態では、抵抗 226 にかかる電圧を増幅して、クランプ電圧を低下させるときの電流をより正確に制御してもよい。さらに他の実施形態では、乗算回路を実装して、電力を制限するのに必要な分だけ電圧を低下させることもできる。しかしながら、これらの改良は、意図した熱制限機能を達成するのに必ず必要となるわけではない。

#### 【0034】

図 3A ~ 3C は、本質安全電圧クランプ装置が一体化され得る装置パッケージの例示的な構成を示している。例えば、電圧クランプ装置 102a 及び/もしくは 102b または回路 200 もしくは 220 は、図 3A ~ 3C に示す方法と同様の方法で一体化され得る。

20

#### 【0035】

図 3A は、本質安全電圧クランプ装置が一体化され得る一例の装置パッケージ 300 のブロック図である。装置パッケージ 300 は、図 2A または 2B に示された一連の部品(例えば、回路 200)などの、電圧クランプ機能及び熱制限機能を提供するように構成された一式の部品 302 を含む。電源(電源 108 など)は、2本のリード 310 及び 312 を通じて部品 302 に電圧を供給し得るが、この2本のリード 310 及び 312 は、この例示的な装置パッケージ 300 では、装置パッケージ 300 から唯一外に出ている2本のリードであり得る。装置パッケージ 300 は、場合によっては、本質安全規格に従った方法で製造され、または組み立てられ得る。装置パッケージ 300 は、例えば、防塵であってよく、かつ/または、特定用途向けの離間距離及び機械的要件に適合してもよい。加えて、装置パッケージ 300 を構成するのに用いられる材料には、電気的特性に基づいて選択された材料が含まれ得る。具体的には、装置パッケージ 300 の材料は、一定の静電条件を満たすことにより、静電荷の蓄積を防止し得る。

30

#### 【0036】

装置パッケージ 300 などの2本のリードを備えた装置パッケージには、より大きな装置の一部である電圧クランプ回路と比べて、別の本質安全要件を適用してもよい。さらに、本質安全規格に従うために、装置パッケージ 300 は、2本のリード 310 及び 312 を介して冗長な電圧クランプ装置と並列に接続されてもよい。冗長な電圧クランプ装置は、装置パッケージ 300 と同様の部品を含み得るが、一般に、任意の適切な部品集成体、リード及び接続を含み得る。

40

#### 【0037】

図 3B は、本質安全電圧クランプ装置が一体化され得る別の例示的な装置パッケージ 320 のブロック図である。装置パッケージ 300 と同様に、装置パッケージ 320 は、電圧クランプ機能及び熱制限機能を提供するように構成された一式の部品 322 を含む。ただし、この場合、電源は、3本以上のリード 324 及び 326 (3本のリード、4本のリード、5本のリードなど)を通じて部品 322 に電圧を供給し得る。

#### 【0038】

装置パッケージ 320 の3本以上のリード 324 及び 326 は、共に短絡され、さもなければ組み合わされ、または接続され得るが、それにより、2本のリード 328 及び 330 のみを装置パッケージ 320 の部品 322 に接続させる。図 3B には、リード 324 及

50

び 3 2 6 が装置パッケージ 3 2 0 の内部で接続されている様子を示しているが、これらの 3 本以上のリード 3 2 4 及び 3 2 6 は、装置パッケージ 3 2 0 の外部または内部で組み合わせられ、または接続され得ることが理解されている。

【 0 0 3 9 】

装置パッケージ（装置パッケージ 3 2 0 など）は、2 本よりも多くの電気リードを含むことにより、本質安全規格の特定の項に従い得る。このようにして、リード 3 2 4 及び 3 2 6 は、装置パッケージ 3 2 0 の電圧クランプ機能を妨げることなく内部または外部で選択的に共に短絡され、それによって規格への適合を維持し得る。さらに、装置パッケージ 3 2 0 を他の電圧クランプ装置と冗長的に組み合わせ、本質安全を維持してもよい。

【 0 0 4 0 】

図 3 C は、本質安全電圧クランプ装置が一体化され得るさらに別の例示的な装置パッケージ 3 6 0 のブロック図である。この装置パッケージ 3 6 0 も、電圧クランプ機能及び熱制限機能を提供するように構成された一式の部品 3 6 2 を含む。しかしながら、2 本のリード 3 6 4 及び 3 6 6 に加えて、装置パッケージ 3 6 0 は、1 本以上の余剰リード 3 6 8 を含む。この 1 本以上の余剰リード 3 6 8 には、集積回路（*integrated circuit*：IC）の未使用ピン、電力トランジスタパッケージの未使用リードなどが含まれ得る。

【 0 0 4 1 】

装置パッケージ 3 6 0 は余剰リード 3 6 8 を含むが、これらの余剰リード 3 6 8 は、（図 3 D の「X」に示すように）その他の回路部品と電気的に接続されているとは限らない。このようにして、装置パッケージ 3 6 0 では、装置パッケージ 3 6 0 の電圧クランプ機能を余剰リード 3 6 8 が妨げ得ないことが保証され、場合によっては、装置パッケージ 3 6 0 が一定の本質安全規格に従うことが保証され得る。例えば、一定の本質安全規格では、集積回路においてその各リードを任意の組み合わせで電気的に短絡しても安全を維持することが求められ得る。

【 0 0 4 2 】

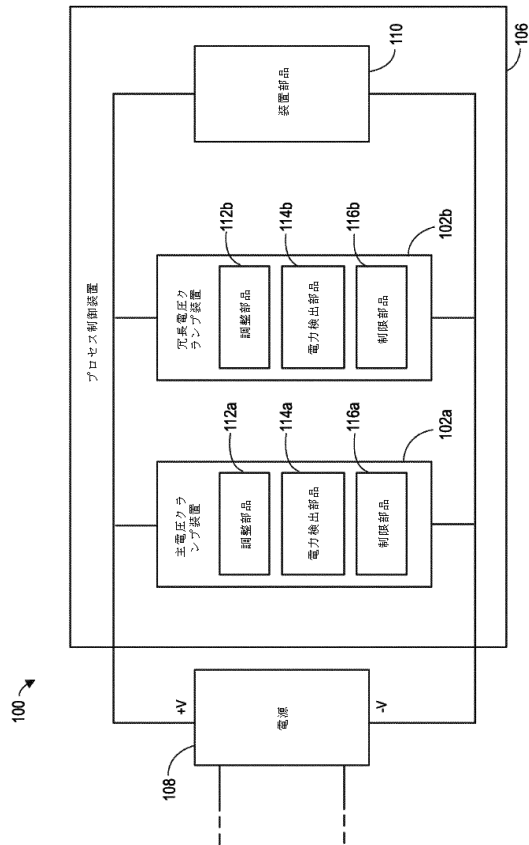
図 3 A ～ 3 C は、一定数の個別部品、リード及び接続種類を示しているが、任意の数及び組み合わせの部品、リード及び接続種類を装置パッケージが含み得ることは明らかである。例えば、装置パッケージは、安定化レール及びグラウンドレールにそれぞれ接続された 2 本、3 本、5 本などのリードを含んでもよく、（例えば、電源に接続された）2 本の主要電気リードに加えて、0 本、1 本、2 本などの電気リードを含んでもよい。

10

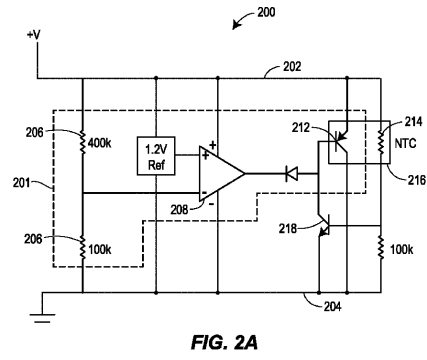
20

30

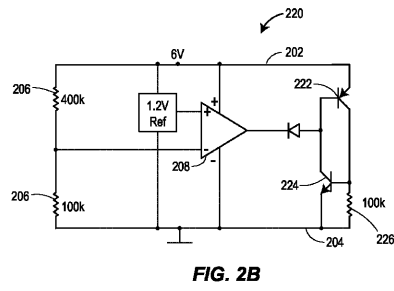
【図 1】



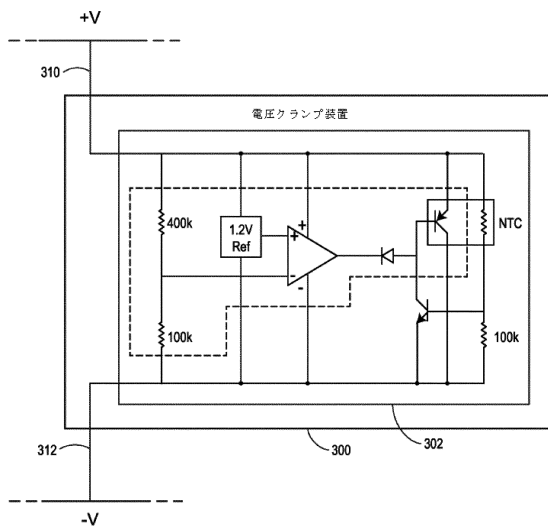
【図 2 A】



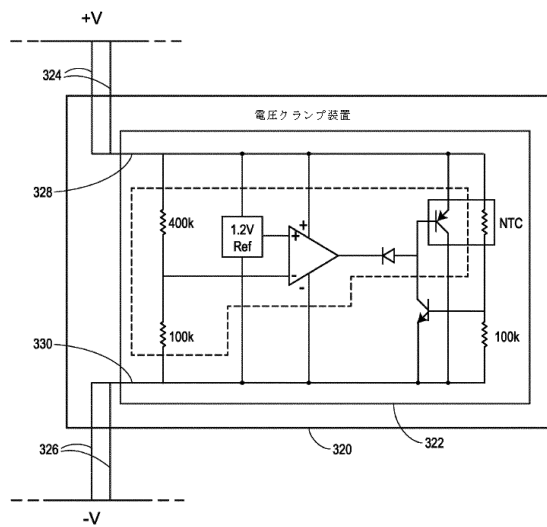
【図 2 B】



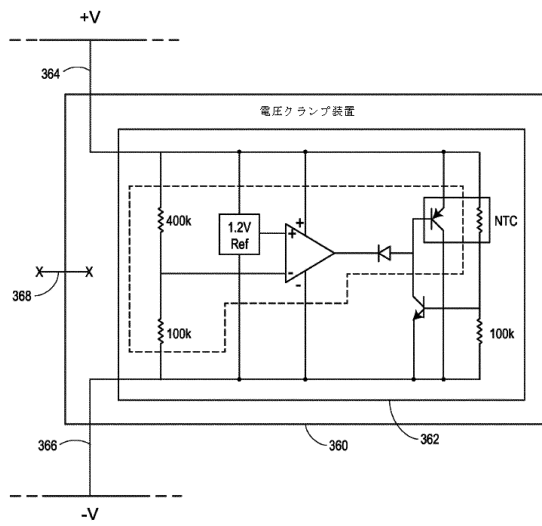
【図 3 A】



【図 3 B】



【図 3 C】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ジーバーガー, スティーヴン, ジー.  
アメリカ合衆国, アイオワ州, マーシャルタウン, リッジ ロード 2608

審査官 田中 寛人

(56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0236456(US, A1)  
米国特許第07626795(US, B2)  
特開2000-308340(JP, A)  
米国特許第08325454(US, B2)  
独国特許発明第19811269(DE, C1)  
特開平03-191612(JP, A)  
欧州特許出願公開第02605355(EP, A1)  
米国特許出願公開第2012/0161726(US, A1)  
特表2002-540756(JP, A)  
特開2012-039861(JP, A)  
米国特許出願公開第2013/0303094(US, A1)  
米国特許出願公開第2004/0174648(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02H9/00-9/08