

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5121850号
(P5121850)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int. Cl.		F I			
H02J	1/00	(2006.01)	H02J	1/00	309R
H02H	9/02	(2006.01)	H02H	9/02	H
G05F	1/10	(2006.01)	G05F	1/10	304M

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-546404 (P2009-546404)	(73) 特許権者	596092698
(86) (22) 出願日	平成20年1月11日(2008.1.11)		アルカテルルーセント ユーエスエー
(65) 公表番号	特表2010-517500 (P2010-517500A)		インコーポレーテッド
(43) 公表日	平成22年5月20日(2010.5.20)		アメリカ合衆国 07974 ニュージャ
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/000424		ーシー, マレイ ヒル, マウンテン アヴ
(87) 国際公開番号	W02008/088755		ェニュー 600-700
(87) 国際公開日	平成20年7月24日(2008.7.24)	(74) 代理人	100094112
審査請求日	平成22年5月27日(2010.5.27)		弁理士 岡部 譲
(31) 優先権主張番号	11/655,371	(74) 代理人	100085176
(32) 優先日	平成19年1月18日(2007.1.18)		弁理士 加藤 伸晃
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100104352
			弁理士 朝日 伸光
		(74) 代理人	100128657
			弁理士 三山 勝巳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 DC大電力配電アセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

DC電力配電システムであって、

DC源と蓄電コンデンサ・システムの間直列に接続された、並列接続された複数のトランジスタと、

前記複数のトランジスタ、および該複数のトランジスタと並列に接続されたバイパス構成要素に動作可能に接続された制御回路と

を備え、前記制御回路は、前記コンデンサ・システムを制御可能に充電するように前記複数のトランジスタを活性化し、続いて前記DC電力配電システムの定常状態動作のために前記複数のトランジスタをシャントするように前記バイパス構成要素を活性化するように構成され、

前記並列接続された複数のトランジスタは対称的なアレイとして第1の共通のバスバーに対して背中合わせに配置され、該第1の共通のバスバーは該複数のトランジスタの第1のタイプの動作端子に電気的に接続され、該アレイは該複数のトランジスタの第2のタイプの動作端子に電気的に共通接続された第2のバスバーと第3のバスバーの間に配置され、該第2及び第3のバスバーは前記DC源と前記蓄電コンデンサの間に接続され、該複数のトランジスタの各々の第3のタイプの動作端子は該複数のトランジスタの活性化を制御する前記制御回路に電気的に接続された、DC電力配電システム。

【請求項2】

前記制御回路は、前記配電システムのモニタされる複数の回路状態のうちの1つまたは

複数がそれぞれの指定された動作パラメータを満たさないと、前記配電システムを非活性化するために、前記トランジスタおよび/またはバイパス構成要素を非活性化するように構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記システムが、定常状態動作時に少なくとも約 150 アンペアの主 DC 電流を供給するように定格された大電力配電システムである、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記蓄電コンデンサ・システムは、合計の電気蓄電容量が少なくとも約 100,000 μ F の 1 つまたは複数のコンデンサを備え、

前記バイパス構成要素は、スイッチ部と、前記スイッチの選択的駆動のための制御部と有するパワーコンタクトを備え、前記スイッチ部は前記トランジスタと並列に接続され、前記制御部は前記制御回路に接続され、

前記 DC 源、前記トランジスタ、および前記バイパス構成要素の前記スイッチ部は、前記システムの定常状態動作時に少なくとも約 150 アンペアの DC 電流を伝送するように定格された金属バスバーによって電氣的に相互接続される、請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記制御回路が、集積回路 (IC) コントローラ部と、前記回路状態をモニタするために前記コントローラ部に接続された少なくとも 1 つの外部検出構成要素とを備え、前記コントローラ部は前記トランジスタのゲート電圧を制御するための第 1 の出力と、前記バイパス構成要素を制御するための第 2 の出力とを有する、請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記モニタされる回路状態は、過大電流状態および主電流方向状態を含み、

前記少なくとも 1 つの検出構成要素は、

前記過大電流状態のモニタに用いるために、前記トランジスタおよび前記バイパス構成要素と直列に接続された大容量抵抗器であって、前記配電システムの動作時に前記主 DC 電流を伝送し、さらに前記コントローラの 2 つの過大電流モニタ入力と並列に接続された大容量抵抗器と、

前記主電流方向状態のモニタに用いるために、前記大容量抵抗器と並列に接続された電流方向検出回路であって、前記トランジスタおよび/またはバイパス構成要素の非活性化をトリガするために、前記コントローラの入力に接続された出力を有する電流方向検出回路とを備える、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記モニタされる回路状態は、DC 源過大電圧状態および DC 源過小電圧状態を含み、

前記少なくとも 1 つの検出構成要素は、前記過大電圧状態および前記過小電圧状態をモニタするための少なくとも 1 つの分圧器を備え、前記少なくとも 1 つの分圧器は、前記 DC 源の供給ライン部とリターン・ライン部の間に接続されさらに前記コントローラの過大および過小電圧モニタ入力に接続された複数の抵抗器を備える、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 8】

DC 源および蓄電コンデンサ・システムを有する DC 電力配電アセンブリを制御する方法であって、

前記 DC 源から前記蓄電コンデンサ・システムを充電するように、並列接続された複数のトランジスタを制御するステップを備え、前記並列接続された複数のトランジスタは対称的なアレイとして第 1 の共通のバスバーに対して背中合わせに配置され、該第 1 の共通のバスバーは該複数のトランジスタの第 1 のタイプの動作端子に電氣的に接続され、該アレイは該複数のトランジスタの第 2 のタイプの動作端子に電氣的に共通接続された第 2 のバスバーと第 3 のバスバーの間に配置され、該第 2 及び第 3 のバスバーは前記 DC 源と前記蓄電コンデンサの間に接続され、該複数のトランジスタの各々の第 3 のタイプの動作端子は該複数のトランジスタの活性化を制御する制御回路に電氣的に接続され、

さらに、

10

20

30

40

50

前記蓄電コンデンサ・システムの充電に続いて、前記アセンブリの定常状態動作のために、前記トランジスタをシャントするようにバイパス構成要素を制御するステップを含む方法。

【請求項 9】

前記 DC 電力配電アセンブリの少なくとも 1 つの回路状態をモニタするステップをさらに含み、前記トランジスタは、前記少なくとも 1 つのモニタされる回路状態が指定された動作パラメータを満たす場合にのみ、前記蓄電コンデンサ・システムを充電するように制御される、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

継続的に前記少なくとも 1 つの回路状態をモニタするステップと、

前記少なくとも 1 つの回路状態が前記指定された動作パラメータを満たさない場合は、前記電力配電アセンブリの動作を停止するために、前記トランジスタおよび/またはバイパス構成要素を非活性化するステップとをさらに含み、請求項 9 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気システムに関し、より詳細には、DC 電源および調節システムに関する。

【背景技術】

【0002】

多くの電子システムは、DC (直流) 電力の供給を必要とする。口語的に言えば、DC 電力は、高い電圧 (すなわち電位) から低い電圧への一定方向の電流の流れを必要とする。(AC (交流) 電力用途では、電流の大きさと方向は周期的に変化する。) DC 配電システムは、動作するのに DC 電力を必要とする電子回路およびデバイスに、DC 電力を供給するために用いられる。したがって、DC 配電システムは通常、以下の 1 つまたは複数の機能を行い、すなわち、AC 源を DC 波形に変換する; 変換された DC 波形を調節かつ/またはより望ましい形、たとえば異なる電圧レベルまたはより純粋な DC 波形に変換する; 安全および/または他の制御目的のために入力および/または出力電力波形をモニタし制御することである。

【0003】

大電力 DC 供給システムは同様の機能を行うが、大量の DC 電力を必要とする電子回路用途で用いられる。たとえば商業用および官用無線通信システムでは、長距離無線伝送のために音声およびデータ信号を増幅するのに、RF (無線周波数) 増幅器および他の大電力電子回路が用いられる。増幅器は、入力および出力電力ライン/バス、電源/フィルタ/バイパス・コンデンサを有する DC パネル基板、および回路遮断器のバンクを含む、フレームまたは他の支持アセンブリ内に収容される。通常のフレームでは、その中に収容された電子デバイスは、数百アンペアの電流および数千ワットのレベルでの DC 電力を必要とし得る。

【0004】

高い電圧および/または電流レベルを必要とするので、大電力 DC 配電システムは、ロバストな大容量の構成要素、および一部の用途では、よりロバストなモニタおよび保護方式が必要である。たとえば、いくつかの用途は、過大電圧保護対策 (たとえば、入力/供給源電圧が大幅に増加する状況に対する保護)、過小電圧保護対策 (たとえば、入力/供給源電圧が低下または取り除かれた状況に対する保護)、回路遮断器機能、および電流突入保護を必要とし得る。後者に関しては、DC 電力システムが最初に活動化されるときに、コンデンサのインピーダンスの結果として高レベルの過度電流が発生され得る。大きなフィルタおよび蓄積コンデンサは短絡として働き、高速の立ち上がり時間を有する即時の突入サージ電流を生じる。ピーク突入電流は、回路の定常状態電流レベルより数桁大きくなり得る。この電力サージはシステム構成要素を著しく損傷することがあり、結果として

10

20

30

40

50

ヒューズの溶断および回路遮断器の作動を生じ得る。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】 Summit Microelectronics (商標) SMH4812 ホットスワップ・コントローラ・データシート http://www.summitmicro.com/prod_select/summary/pdf/SMH4812.pdf

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

伝統的には電流突入保護は、大きな大容量抵抗器によってもたらされてきた。まず抵抗器は、蓄積/フィルタ・コンデンサを充電する。次いで抵抗器は、大電流リレーを用いて短絡される。このような回路は有効であるが、非常に嵩張り、抵抗器は負荷が短絡された場合に故障し得る。さらに、たとえば過大電圧および過小電圧保護対策などの、低電圧および高電圧ドロップアウトは提供されない。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一実施形態は、通信ネットワーク等に用いられるものなどの電子デバイスに、DC電力を供給するためのDC大電力配電アセンブリに関する。アセンブリは、DC源（たとえば、供給ラインとリターン・ラインの間に印加されるDC電圧）、蓄積コンデンサ・システム、および制御回路を含む。並列接続された複数のトランジスタは、DC源と蓄積コンデンサ・システムの間で直列に接続される。バイパス構成要素は、トランジスタと並列に接続される。（「バイパス構成要素」とは、開路/オフ状態と、閉路/オンの低抵抗状態との間で制御可能な電気デバイスまたは構成要素を意味する。）トランジスタおよびバイパス構成要素は、制御回路の別々の制御出力に接続される。動作の際には、配電アセンブリが初期起動すると、制御回路は、突入電流を制限するように制御された形で蓄積コンデンサ・システムを充電するために、並列接続されたトランジスタを活動化する。コンデンサが充電された後（これは通常、トランジスタが完全なオン状態に入る少し前に生ずる）、制御回路は、トランジスタをシャントするためのバイパス構成要素を活動化する。「シャント」とは、その標準の電気的な意味で用いられ、電流の一部に対する代替経路を形成する、電気回路における2点間の低抵抗接続を意味する。したがって、DC電力を負荷に供給するための、配電アセンブリの定常状態動作モードに相当するこのモードでは、主DC電流は、トランジスタを通る代わりにバイパス構成要素を通して導かれ、それにより配電アセンブリによって消費される電力の大きさを低減し、大きなトランジスタ・ヒートシンクを不要にする。（「主」DC電流とは、配電アセンブリによって扱われる電流の大部分に相当する、負荷および/または蓄積コンデンサ・システムに供給される電流を指す。）

20

30

【0008】

他の実施形態では、制御回路は、電力配電アセンブリの1つまたは複数の回路状態をモニタする。（「回路状態」とは、電流レベル、電圧レベル、温度、「オン/オフ」状態など、動作中の回路またはその一部分の状態または値を指す。）蓄積コンデンサ・システムを充電するためのトランジスタの最初の活動化の前に、モニタされる回路状態のいずれかが指定された動作パラメータ（たとえば、指定された/所望の値、または値の範囲）を満たさない場合は、トランジスタもバイパス構成要素も活動化されない。トランジスタが活動化された後に、モニタされる回路状態のいずれかが指定された動作パラメータを満たさない場合は、配電アセンブリの動作は、（開回路状態を生ずるように）バイパス構成要素を非活動化し、かつ/またはオフ状態に入るまたはオフ状態に留まるようにトランジスタを制御することによって停止される。モニタされる回路状態の例としては、DC源過大電圧状態（たとえば制御回路は、DC源が指定された電圧レベルより上昇するかどうかをモ

40

50

ニタする)、DC源過小電圧状態(たとえば制御回路は、DC源が指定された電圧レベルより低下するかどうかをモニタする)、および過大電流状態(たとえば制御回路は、主DC電流が指定されたレベルより上昇するかどうかをモニタする)が含まれる。過大電流状態は、トランジスタおよびバイパス構成要素に直列に接続された大容量抵抗器の両端の電圧を測定することによってモニタすることができる。(「大容量」とは、定常状態動作時に電力配電アセンブリの主DC電流を扱うことができる抵抗器を意味する。)

【0009】

他の実施形態では、配電アセンブリは、定常状態動作時に少なくとも約150アンペアの主DC電流を供給するように定格された大電力配電アセンブリである。このような電流負荷を扱うために、バイパス構成要素は、パワーコンタクト、または他の高負荷用リレーのようなデバイスとすることができる。さらにDC源、トランジスタ、および/またはバイパス構成要素は、この大きさの電流負荷を伝送するように定格された金属バスバーを用いて接続することができる。典型的には蓄積コンデンサ・システムは、合計の電気蓄積容量が少なくとも約100,000 μ Fの1つまたは複数のコンデンサを含むことになる。

【0010】

他の実施形態では、制御回路は、IC(集積回路)コントローラ部、および関心のある回路状態のモニタに用いるための1つまたは複数の外部検出構成要素を含む。コントローラは、様々なモニタ入力と様々な制御出力とを含み、そのうちの2つはトランジスタおよびバイパス構成要素に接続される。コントローラは、ホットスワップ・コントローラなどの、他の場面での使用のための既存の市販のコントローラでよい。(ホットスワップ・コントローラは、ラインカードまたは他の回路基板が電気的に活線状態のバックプレーンに挿入される場合に、通常、ラインカードが最初に挿入されるときに突入電流を制限するように単一のFETまたは他のトランジスタを制御することによって低電流用途での損傷および動作障害を防止する。次いでFETは、継続的動作時には(1つまたは複数の)ラインカードによって引き出される主電流を伝送する。)

【0011】

他の実施形態では、並列接続されたトランジスタ(典型的には、6個から12個の並列接続されたトランジスタが存在することになる)は、高度に対称的なアレイに配置構成され、場合によってはトランジスタの時間遅延を補償しトランジスタでの電流キャンセリングのために、高インピーダンスゲート抵抗器が設けられる。これは、蓄積コンデンサ・システムを充電する短い期間、トランジスタを線形動作状態に置くための、コントローラによる複数のトランジスタの制御を容易にする。それにより、抵抗器および大型ヒートシンクを用いる必要なしに、たとえば8000ワットにて150アンペアなどの大きな電流および電力レベルにおいても突入電流は制限される。

【0012】

他の実施形態では、ICベースのホットスワップ・コントローラは、(i)蓄積コンデンサ・システムを充電するときに突入電流を制御するための並列接続されたトランジスタのアレイ、(ii)過大電圧、過小電圧、および過大電流状態をモニタするための、大容量(適切な場合)、および他の検出構成要素、(iii)定常状態動作時にトランジスタをバイパスするためのバイパス構成要素、と共に用いられる。このような構成で、電力アセンブリは低コストで、サイズが小型で(たとえば大型ヒートシンクはない)、再使用が可能であり、電流突入保護、ならびに非常に大きな電流および電力レベルでの先進のモニタリング機能の両方を実現する。

【0013】

他の実施形態では、DC大電力配電システムは、1つまたは複数の蓄積コンデンサと並列に接続された負荷に電力を供給する。システムは、ホットスワップ・コントローラおよび、DC源とコンデンサおよび負荷との間に直列に接続された、並列接続されたトランジスタのアレイを含む。パワーコンタクトは、トランジスタ・アレイと並列に接続され、これらは共にコントローラの別々の制御出力に接続される。コントローラは、入力過大電圧、入力過小電圧、および過大電流など、関心のある様々な回路状態をモニタする。初期起

10

20

30

40

50

動すると、回路状態が指定されたパラメータを満たす場合は、コントローラは、突入電流を制限するようにコンデンサを充電するために、トランジスタを活動化する。充電の後、コントローラは、トランジスタをシャントし継続的動作時に150アンペア以上の電流を伝送するように、パワーコンタクタを活動化する。継続的動作時に、モニタされる回路状態のいずれかが指定されたパラメータを満たさない場合は、コントローラは、コンタクタおよび/またはトランジスタを非活動化することによって回路の動作を停止する。

【0014】

本発明は、添付の図面を参照して以下の非限定的な実施形態の説明を読むことによって、より良く理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の一実施形態による、DC大電力配電アセンブリ/システムの概略図である。

【図2】配電システムのもう一つの実施形態の概略図である。

【図3】電力配電システムの一部としてオプションとして用いるための、電流方向検出回路の概略図である。

【図4】逆極性保護回路の概略図である。

【図5A】標準の個別トランジスタの斜視図である。

【図5B】部分的に斜視図および部分的に概略形(原寸に比例しない)にて、本発明の一実施形態によるトランジスタ・アレイを示す図である。

【図6】システムの典型的な負荷部の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

図1~6を参照すると、本発明は、DC大電力配電アセンブリまたはシステム10、およびこのようなシステムを通じてDC電力を制御かつ/または供給する方法に関する。図1に概要が示されるように、システム10は、DC源12(たとえば、供給ライン14aとリターン・ライン14bの間に供給される電位)、蓄積コンデンサ・システム16、ならびにモニタおよび制御回路/システム18を含む。制御システム18は、IC(集積回路)ホットスワップ・コントローラなどのコントローラ20と、コントローラ20に動作可能に電気的に接続された、1つまたは複数の外部モニタおよび制御構成要素22とを含むことができる。並列接続されたトランジスタ26のアレイ24は、DC源12と蓄積コンデンサ・システム16の間に直列に接続される。バイパス構成要素28は、トランジスタ・アレイ24と並列に接続される。トランジスタ・アレイ24およびバイパス構成要素28は、制御システム18の別々の制御出力に接続される。またDC源12およびトランジスタ・アレイ24と直列に、(1つまたは複数の)負荷30および(1つまたは複数の)回路遮断器32が接続される。負荷30は、たとえば、支持フレーム内に収容されたRF増幅器など、動作のためにDC電力を必要とする1つまたは複数の電気デバイスを含むことができる。

【0017】

動作の際には、初期起動すると制御システム18は、突入電流を制限するように制御された形で蓄積コンデンサ・システム16を充電するために、並列接続されたトランジスタ26を活動化する。具体的には、トランジスタ26は「オフ」状態から「オン」状態に制御され、それらの間ではトランジスタは線形動作領域で動作する。線形動作領域ではトランジスタは可変抵抗器として機能し、突入電流を制限する。トランジスタは、蓄積コンデンサ・システム16を充電するのに十分な短い期間(たとえば典型的には80~100ms未満)、線形動作領域内に留まる。この期間の後に制御システム18は、トランジスタをシャントするためにバイパス構成要素28を活動化する。DC電力を負荷30に供給するための、システム10の定常状態動作モードに相当するこのモードでは、主DC電流「I」は、トランジスタ26を通る代わりにバイパス構成要素28を通過して導かれ、それによりシステム10によって消費される電力の大きさを低減する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

制御システム 1 8 は継続的に、電力配電システム 1 0 の 1 つまたは複数の回路状態をモニタする。上記のように、「回路状態」とは、電流レベル、電圧レベル、温度、「オン/オフ」状態など、動作中の回路またはその一部分の状態または値を指す。蓄積コンデンサ・システム 1 6 を充電するためのトランジスタ・アレイ 2 4 の最初の活動化の前に、モニタされる回路状態のいずれかが指定された動作パラメータ（たとえば、指定された / 所望の値、または値の範囲）を満たさない場合は、トランジスタ 2 6 もバイパス構成要素 2 8 も活動化されない。このようにして、回路状態が指定された動作パラメータを満たすまで、システム 1 0 は「オフ」すなわちスタンバイモードのままとなり、電力は負荷 3 0 に供給されない。（また、制御システム 1 8 を手動でリセットするまたは同様の操作を行うことが必要となり得る。）トランジスタ 2 6 が活動化された後に、モニタされる回路状態のいずれかが指定された動作パラメータを満たさない場合は、制御システム 1 8 は、（開回路状態を生ずるように）バイパス構成要素 2 8 を非活動化することにより、かつ / またはオフ状態に入るまたはオフ状態に留まるようにトランジスタ 2 6 を制御することにより、配電システム 1 0 の動作を停止する。モニタされる回路状態の例としては、DC 源過大電圧状態（たとえば制御システム 1 8 は、DC 源が指定された電圧レベルより上昇するかどうかをモニタする）、DC 源過小電圧状態（たとえば制御システム 1 8 は、DC 源が指定された電圧レベルより低下するかどうかをモニタする）、および過大電流状態（たとえば制御システム 1 8 は、主 DC 電流 I が指定されたレベルより上昇するかどうかをモニタする）が含まれる。過大電流状態は、トランジスタ・アレイ 2 4 およびバイパス構成要素 2 8 に直列に接続された大容量抵抗器 3 6 などの検出構成要素 3 4 を、主電流 I の配線経路に挿入することによってモニタすることができる。

10

20

【 0 0 1 9 】

次に、システム 1 0 の一実施形態について、図 2 ~ 6 に関連してより詳細に説明する。

【 0 0 2 0 】

上述のように、システム 1 0 は、ネットワーク・ラインカードおよび RF 増幅器などの電子デバイスを動作させるのに高レベルの DC 電力を必要とする場面での使用に対して、特に適切である。多くの通信デバイスは、図において主ライン 1 4 a に供給されているのが示されるように、標準の - 4 8 V にて動作するように構成される。この電圧レベルにて、メイン供給ライン / バス 1 4 a に対して、主要な、定常状態の電流容量（たとえば、主電流 I）は、2 0 0 アンペアもの大きさが必要となる場合があり、さらに大きいこともある。典型的な容量定格は、1 5 0 アンペアである。このような大電流レベルを扱うために、供給ライン 1 4 a とリターン・ライン 1 4 b（主 DC 電流の経路に沿った構成要素間の相互接続部を含む）は、システム 1 0 の電流容量以上の電流負荷を伝送するように定格された、高規格金属バスバー（たとえば銅バスバー）とすることができる。用途に応じて、他のタイプの高規格ラインまたはケーブルを用いてもよい。いずれの場合も図面中では、高規格の大電流配線経路は太線で表される。DC 源 1 2 は、DC 発電機、電池システム、または AC 送電線または他の AC 源に接続された DC 電源（たとえば、整流器および / または変圧器をベースとする回路）などの、標準の大容量 DC 源である。蓄積コンデンサ・システム 1 6 は、主ライン 1 4 a とリターン・ライン 1 4 b の間に接続された 1 つまたは複数のバルク蓄積コンデンサ 3 8 a、3 8 b、および UL（登録商標）安全規格を満たすように各コンデンサと並列に接続されたブリーダ抵抗器 4 0 a、4 0 b を含む。蓄積コンデンサ 3 8 a、3 8 b は、負荷 3 0 の総計の所要電力が増加したときに、高速な電力の供給源として働くことによって、システムからの全体的な電流の引き出しを調節するのに役立つ。大電力用途には、蓄積コンデンサ・システム 1 6 は、典型的には約 1 0 0 , 0 0 0 μ F 以上の合計の電気蓄積容量をもつことになる。

30

40

【 0 0 2 1 】

メイン供給ライン 1 4 a を通じて供給される主電流 I は、いくらか、より低い電流容量を有する回路遮断器 3 2 を通って流れる、様々な枝路電流として分配される。（たとえば回路遮断器 3 2 は、負荷に応じて通常 1 ~ 1 0 0 アンペアの範囲の容量のプラグ・イン型

50

の回路遮断器でよい。) 図1および2では回路遮断器および負荷はまとめて示されているが、実際には図6に示されるように、通常、各回路遮断器は別々に、指定された負荷デバイスと直列に接続され、それぞれの負荷/回路遮断器の対は、供給ラインとリターン・ラインの間に並列に接続される。システム10によって与えられる制約内で、任意の特定の時間に流れる実際の主電流Iは、負荷デバイス30によって引き出される電力に依存することになる。

【0022】

モニタおよび制御システム18は、様々な回路状態をモニタし、回路状態がシステム10の所望の動作状態に対応する指定された動作パラメータを満たす場合に、コンデンサ・システムを充電するようにトランジスタ・アレイ24を制御し、続いてトランジスタをシャットするためにバイパス構成要素28を制御するように機能する。制御システム18はまた、継続的モニタ時に回路状態が指定されたパラメータを満たさない場合は、システム10をシャットダウンすることによって、電子式回路遮断器として機能する。制御システム18は、ICベースのコントローラ20、および1つまたは複数の外部制御構成要素22を含む。コントローラ20は、低電力ホットスワップ用途向けのタイプの、標準のホットスワップ・コントローラでよい。

10

【0023】

詳述すると、ホットスワップ・コントローラは、たとえば活線状態のバックプレーンに挿入されるラインカードなど、ラインカードまたは他の回路基板または電気デバイスの組み込みが、活線状態の電力源への取り付けを必要とする、低電力用途(たとえば48Vにて数アンペア)での損傷および動作障害を防止する。デバイスが電力源に取り付けられるとき、放電された電源フィルタ・コンデンサは低インピーダンスを呈し、これは突入電流スパイクを受ける。電流スパイクは、電源故障または他の回路損傷を引き起こし得る。ホットスワップ・コントローラは、電力バックプレーン内またはデバイス内のいずれかにあり、デバイスが最初に活線状態の電力源に取り付けられるときに突入電流制限をもたらす。それらはまたデバイスが動作中に、短絡保護をもたらす。ほとんどの場合、ホットスワップ・コントローラは、単一のNチャネルMOSFETのオン抵抗をゆっくり減少させることによって突入電流を制限する。デバイスが最初に挿入されるとき、コントローラはMOSFETをゆっくりと導通させ、MOSFETのドレイン端子の電圧がゼロ・ボルトから上昇する、または負電源によって電力供給されるデバイスの場合はゼロ・ボルトから低下することを可能にする。この目的のためにコントローラは、検出抵抗器(たとえば低電力表面実装抵抗器)の両端で電流を検出し、それによってMOSFETのゲートを制御する。

20

30

【0024】

ホットスワップ・コントローラは元々は大電力回路での使用を意図したものではなかったが、システム10は、たとえば大容量検出抵抗器34および対称的な複数トランジスタ・アレイ24の利用により、安全で効果的な形でそのような使用を可能にするように構成される。さらに、定常状態動作において主電流をトランジスタ・アレイに通すことは、結果として電力消費が増加することになり、非常に大きなトランジスタ・アレイおよびヒートシンクが必要になることを考慮すると、バイパス構成要素28を用いることにより、低コストおよび小型パッケージでのシステム10の効率的な動作がさらに容易になる。以下でさらに説明するようにバイパス構成要素は、外部DC/DCコンバータまたは他の外部デバイスをイネーブルするために従来の用途で用いられる、コントローラの既存の制御機能によって制御される。

40

【0025】

コントローラ20として用いるのに適当なホットスワップ・コントローラは、中でも、Analog Devices(商標)ADM1070モデル、およびSummit Microelectronics(商標)SMH4812およびSMH4802モデルを含む。本明細書では実施例として、Summit Microelectronics(商標)SMH4812ホットスワップ・コントローラに関連して、電力配電システム10

50

の設計および動作についてさらに説明する。しかしコントローラが本明細書で述べられる通常の制御およびモニタ機能を有するならば、システム10は任意のタイプのホットスワップ・コントローラを用いるように容易に適合させることができる。

【0026】

図2に戻ると、コントローラ20は、いくつかの入力および出力ピンまたは端子を含む標準のパッケージの集積回路である。たとえばSMH4812ホットスワップ・コントローラは、図2に示すように番号が付けられた16個のピンを有する（一部のピンだけが用いられる）。コントローラ20に電力供給するために、コントローラ20の正電源ピン「V_{dd}」は、抵抗器およびダイオード42を通じてリターン・ライン14bに接続される。ダイオード42は、逆極性の入力電圧の可能性に対してコントローラ20を保護する。コントローラ20の負電源ピン「V_{ss}」は、供給ライン14aに接続される。

10

【0027】

コントローラ20はまた、トランジスタ・アレイ24を制御するための「ゲート」出力ピンを含む。ゲート・ピンは、トランジスタを「オフ」状態、線形領域状態、および「オン」状態の間で制御するためにトランジスタ26のゲート端子44に印加される、出力電圧を供給する。図5Aに示されるように、各トランジスタ26は、ゲート・コネクタ（「G」）44、ドレイン・コネクタ（「D」）46、およびソース・コネクタ（「S」）48を有する、固体3端子デバイスである。これは非常に簡略化した説明となるが、このタイプのトランジスタは、ドレイン46とソース48の間に配置され、抵抗値がゲート端子44に印加された電圧に依存する可変抵抗器を含むと見なすことができる。オフ状態では抵抗は極めて高くなり、たとえば実質的に開回路となる。オン状態では、抵抗は低くなる。線形領域では、抵抗は低抵抗と高抵抗の両極端の間で変化する。典型的には各トランジスタ26は、パワーMOSFETなど、個別にパッケージングされたFET（電界効果トランジスタ）である。適当な例は、170アンペアの電流を伝送するように定格されたInternational Rectifier（商標）からのIRFPS3810パワーHEXFET（商標）である。トランジスタ・アレイ24は並列に接続された、すなわちゲート端子が共通接続され、ソース端子が共通接続され、ドレイン端子が共通接続された6個から12個（多くの用途には6個で十分である）のトランジスタを含む。トランジスタ・アレイ24は、コントローラ20によって制御される通常は単一のトランジスタを置き換える。突入電流は、短い期間トランジスタ26を線形領域で動作させることによって制限される。たとえば150アンペアの制限された突入電流では、トランジスタによって扱われる過渡電力は8000ワットに達し得る。

20

30

【0028】

トランジスタ26の共通接続されたドレイン端子46は、抵抗器およびダイオード50を通じてコントローラ20の「ドレイン・センス」ピンに接続される。ドレイン・センス・ピンによってコントローラ20は、V_{ss}値（たとえば-48Vなど、供給ライン14aに存在する電圧）に対するドレイン端子の電圧をモニタする。ドレイン・センスが2.5Vの差未満に保たれない限り、（後述するように）バイパス構成要素を活動化するために用いられる、コントローラの「PG#」（「パワー・グッド」）ピンは非イネーブルとなる。ドレイン・センス・ピンをモニタすることにより、コントローラはトランジスタ26のいずれかが故障したかどうかを判定することが可能になる。

40

【0029】

誘導性負荷の場合の電圧オーバシュートを制限するために、スナバ回路52をトランジスタ・アレイ24とリターン・ライン14bの間に接続することができる。スナバ回路は図2に示すように構成されたコンデンサ、ダイオード、および抵抗器を含む。ダイオード54は、蓄積コンデンサ38a、38bからの電流が低電圧供給ラインに入るのを防止するために、トランジスタ・アレイ24と蓄積コンデンサ・システム16とに直列に接続される。

【0030】

ドレイン端子46はさらに、それぞれの値がたとえば10nFおよび1Kの、コンデ

50

ンサおよび抵抗器を通じてコントローラのゲート・ピンに接続される。コントローラのゲート・ピンとセンス・ピンは、100 nFのコンデンサを通じて相互接続される。これらの構成要素は、コントローラ20、特にSMH4812の動作に対する帰還をもたらす。他のホットスワップ・コントローラまたは他のコントローラは一般に製造業者の説明書に従って、異なる帰還構成要素を用いるかまたはこのタイプの帰還構成要素を用いない場合がある。

【0031】

検出抵抗器36は、コントローラ20のV_{ss}ピンとセンス・ピンの間に接続され、またトランジスタ・アレイ24と直列に接続される。センス・ピンは、主DC電流Iを伝送する検出抵抗器36の両端で過大電流状態を検出するために、コントローラ20によって用いられる回路遮断器センス入力である。指定された期間より長い間の、抵抗器36の両端の50 mVより大きい電圧降下は、たとえばトランジスタ24および/またはバイパス構成要素28を非活動化するために、コントローラの回路遮断器機能を作動させることになる。大電力用途には、検出抵抗器36はメータシャントとすることができる。メータシャントは、電気使用量を測定するプロセスの一部としての電気料金メータ（または他のDC測定デバイス）に用いられる、端子を有する（1つまたは複数の）金属バーに似た形で提供されることもある大電流、低インピーダンス抵抗器である。より具体的には、シャントは、抵抗器を通して流れる電流に比例するミリボルトの出力を（ミリボルトメータまたは計器に）送出する、特に設計された温度的に安定な抵抗器である。（この機能の目的は、依然として測定すべき量を表す電気信号を生成しながら、大きな電流負荷を測定計器からシャント/バイパスすることである。）通常のメータシャントは、0.5から15,000アンペアの範囲をとり得るそれらの全定格電流負荷にて、50 mVまたは100 mVの電圧降下で動作するように標準化されている。システム10に適切なメータシャントとしては、Ram Meter, Inc. から入手可能なA150A50シャント（150 Aにて50 mV）、およびAL200A50シャント（200 Aにて50 mV）が含まれる（カタログ番号を参照している）。ホットスワップ・コントローラの通常の表面実装型および/または低電力型検出抵抗器を、メータシャントまたは他の大型シャント抵抗器に置き換えることにより、大電流の場面でのホットスワップ・コントローラの使用が容易になる。

【0032】

上記のようにバイパス構成要素28は、開路/オフ状態と、閉路/オンの低抵抗状態との間で制御可能な電気デバイスまたは構成要素である。大電力用途に対しては、通常、開回路状態と、閉路された無視できる抵抗の状態との間で動作可能な電気制御式機械的スイッチを指す、電気機械的バイパス構成要素を用いるのが最も有効である。リレーは、電気機械的バイパス構成要素の1つの例である。システム10が大電力レベルを扱うことが意図されている場合は、パワーコンタクタを用いることができる。パワーコンタクタは、通常、電気車両および電力業界で用いられる、高負荷用のリレーのようなデバイスである。パワーコンタクタ28は、小型のパッケージに共に収容されたコイル部56およびスイッチ部58を含む4端子デバイスである。スイッチ部58は、ノーマル・オープンである。コイルおよびスイッチは、（たとえば指定された電圧をコイルの両端に印加することによって）コイルが活動化されたときに、スイッチ58を閉路する電磁界をコイル56が発するように動作可能に配置される。それによりコイルは、特定の電流負荷を伝送するように定格されたスイッチを制御するための低電圧制御素子として働く。適切なパワーコンタクタ28としては、定格が150~200アンペア以上のAmetek Prestolite（商標）JB46シリーズDCコンタクタが含まれる。

【0033】

パワーコンタクタ28（または他のバイパス構成要素）のスイッチ部58は、高規格の金属バスバーによってトランジスタ・アレイ24と並列に接続される。スイッチ58が開路されると、主電流経路はトランジスタ・アレイ24を通る。スイッチ58が閉路されると、主電流経路はスイッチを通る。スイッチはトランジスタと並列に接続されるので、ス

10

20

30

40

50

スイッチを閉路することでトランジスタをシャントし、トランジスタを非活動化し、主電流 I はスイッチを通るように経路指定される。(スイッチが閉路されたときは、スイッチは非常に低い抵抗を呈し、實際上電圧降下を生じない。トランジスタのドレインおよびソース端子の両方の電圧は実際上同じであるので、トランジスタは非活動化され、高抵抗状態になる。電流のほとんど大部分は、閉路されたスイッチを通る最も抵抗の小さい経路をとる。) パワーコンタクタを通じて主電流 I をシャントすることにより、トランジスタは電流を過渡的に伝送するだけなので、トランジスタ用の大きなヒートシンクは不要になる。パワーコンタクタ 28 のコイル部 56 は、リターン・ライン 14b (正電圧) と光アイソレータ 60 の出力の間に接続される。光アイソレータ 60 の入力は、コントローラ 20 の P G # ピンに接続される。光アイソレータ 60 は、耐圧能力が 12 V の、コントローラの P G # ピンからコイル 56 を分離し、それによりコントローラ 20 がパワーコンタクタ 28 を制御することを可能にする。光アイソレータ 60 は動作のために、いくつかの抵抗器とツェナー・ダイオードとを含む回路 62 を用いてバイアスされる。(この回路 62 はまた、電流を調節するように働く。) コントローラ 20 の P G # 出力は、「アクティブ・ロー」出力である。したがって、P G # ピンが非イネーブルのときは、このピンは高インピーダンス状態となる。光アイソレータ 60 はターン・オフされたままとなり、パワーコンタクタのコイル 56 の両端には電圧は生じない。P G # ピンがイネーブルされると、その出力は低い電圧に低下し、それによりコイルの一方の端子に供給ライン電圧 (-48 V) を印加するように光アイソレータを活動化する。他方のコイル端子はリターン・ライン 14b に接続されているので、コイルの両端子の間の電圧差は、スイッチ 58 を閉路するようにコイル 56 を活動化する。DC パワーコンタクタ 28 が負荷状態で開路するときのアーク発生をなくすために、スイッチ部 58 の両端子と並列にアーク抑制コンデンサ 64 を接続することができる。

【0034】

ホットスワップ・コントローラ 20 はまた、「UV」(過小電圧)、および「OV」(過大電圧) モニタ入力を含む。UV および OV 入力は、たとえば供給ライン 14a と 14b の間に存在する電圧が所望のレベルより増加するまたは所望のレベルより低下する場合など、DC 電圧源 12 がユーザ定義の限界値を超えたときに検出するために、外部抵抗分圧器 ラダー 66、68 と関連して動作する 1 組の比較器を形成する。過大電圧または過小電圧状態がそれぞれ OV または UV 入力ピンにて検出された場合は、ゲート端子はディスエーブルされてトランジスタ・アレイ 24 を非活動化する。パワーコンタクタ 28 も、非活動化される。図 2 に示すように 2 つの抵抗器 ラダーを用いる代わりに、単一の抵抗器 ラダーを代わりに用いてもよい。OV 入力上のノイズ抑制のために、OV 入力と供給ライン 14a の間にコンデンサ 70 を配置することができる。

【0035】

動作の際には、たとえば DC 電源 12 によって供給されるなど、供給ライン 14a とリターン・ライン 14b の間に最初に電圧が印加されると、コントローラ 20 は「パワー・オン」状態すなわち起動状態に入る。初めは、コントローラ 20 のゲート出力ピンおよび P G # 出力ピンは共にディスエーブルされたままであり、これはトランジスタ・アレイ 24 およびパワーコンタクタ 28 は非活動化されていることを意味する。この初期状態では、コンデンサ・システム 16 または負荷 30 に電力は供給されない。接点のはね返りおよび内部レギュレータの安定化を許容するための非常に短い遅延の後に、コントローラ 20 は、それぞれ UV および OV 入力ピンに接続された内部過小電圧および過大電圧回路によって、ライン 14a とライン 14b の間の DC 源電圧がユーザ定義の範囲内であるかどうかを判定する。(ユーザ定義の範囲は、たとえば $-48\text{V} \pm 1\text{V}$ とすることができる。) 指定された遅延期間中に、供給源電圧が指定された範囲内ならば、コントローラ 20 のゲート出力はイネーブルされてトランジスタ・アレイを活動化する。ゲート出力がイネーブルされた後に、トランジスタ 26 は「オフ」状態から「オン」状態に遷移し、それらの状態の間には、トランジスタが突入電流を制限するための可変抵抗器として働く線形動作領域がある。突入期間は、図 2 に示される回路の場合は典型的には、定格システム電流(た

例えば150アンペア)にて約80msecに制限され、これはコンデンサ・システム16を充電するのに十分である。(突入期間の長さは、特定の回路構成に応じて変化し得る。)通常、トランジスタは「オフ」から「オン」に80msec未満で遷移するので、トランジスタ26にはゲート抵抗器72が装備される。各トランジスタ26に対してゲート抵抗器72の1つが、トランジスタのゲート端子とコントローラのゲート出力の間に直列に接続される。ゲート抵抗器は回路のRC時定数を変化させる効果を有し、結果としてコントローラ・ゲート出力がイネーブルされるとトランジスタがターン・オンする遷移時間が長くなる。図2に示される回路の場合に適当なゲート抵抗器の値は、100である。(コントローラ・ゲート出力は設定された値に電流制限され、それによりこのような能動構成要素を用いてトランジスタのスルーレートを変化させることが可能になる。)

10

【0036】

制御された突入期間の間、コントローラ20は、「ドレイン・センス」入力によりトランジスタ・アレイ24の両端の電圧(たとえば V_{DS})をモニタする。モニタされる電圧が、ある低い値(通常 V_{SS} に対して2.5V未満)に低下するとき、およびコントローラ・ゲート出力の電圧が $V_{DD} - V_{GT}$ (トランジスタ26の閾値電圧)に達した場合は、これはトランジスタがターン・オンされたことを示す。コントローラ20は、一般にはDC/DCコンバータを起動するのに用いられるアクティブ・ローのPG#出力をイネーブルする。しかしここでは、PG#出力がイネーブルされると、結果として光アイソレータ60を通じてパワーコンタクタ28が活動化される。パワーコンタクタ28は、トランジスタ・アレイ24およびダイオード54を迂回して主電流Iをシャントする。パワーコンタクタ28は、システム10の定常状態動作時に負荷30へ電力を供給するために主電流Iを伝送し、それによりシステム10によって消費される電力を低減し、トランジスタ・アレイ24に大型ヒートシンクを装備する必要をなくす。(普通なら、長期間の主電流Iの伝送でトランジスタおよびダイオード54によって発生される廃熱を消散させるために、ヒートシンクが必要となる。)

20

【0037】

継続的に、およびゲート出力をイネーブルすると同時に、コントローラ20は「センス」入力により検出抵抗器36の両端の電圧をモニタする。プログラム可能な指定された期間より長い間の、検出抵抗器の両端の50mVより大きい電圧降下は、コントローラの電子式回路遮断器機能を活動化させることになる。回路遮断器機能は、上述のように過大電圧または過小電圧状態が検出された場合、または「ドレイン・センス」入力によってトランジスタ故障が検出された場合も作動される。回路遮断器機能のために、コントローラ・ゲート出力はディスエーブルされ、トランジスタ・アレイ24をターン・オフする。ゲート出力がディスエーブルされると、その結果パワーコンタクタ28を非活動化するためにPG#出力がディスエーブルされる。典型的にはコントローラは、回路遮断器機能が活動化されたときは、「オフ」状態にラッチ(コントローラは手動でリセットされる必要がある)するように、またはモニタされる回路状態が指定されたパラメータを満たす状態に戻ったときにパワー・オン・サイクルに再び入るように構成することができる。

30

【0038】

一部の業界標準の下では、たとえばヒューズのクリアリングのために、10msecの入力過小電圧過渡状態を乗り切ることがシステム20に対する要件となり得る。この目的のためにシステム10は、図3に示されるように検出抵抗器36を通して流れる電流の方向をモニタするための比較器回路74を装備することができる。(比較器回路74はまた、コントローラの主たる過小電圧検出機構を補強する働きをする。)比較器回路74は、検出抵抗器36と並列に接続された入力と、コントローラ20の「ENPG」入力に接続された出力とを有する。比較器回路74は、演算増幅器76と、図示のように構成されたいくつかの抵抗器およびダイオードを含む外部バイアス/構成回路とを含む。(コントローラの「+5Vref」出力は、単に+5V基準電圧である。)(入力電圧の減少により)比較器回路74によって逆電流が検出されたときは、比較器回路74はコントローラ20のENPG入力を低い電圧に引っ張る。ENPG入力は、PG#出力を制御する。EN

40

50

PGがローに引っ張られると、PG#出力は直ちに高インピーダンス状態に置かれ、すなわちディスエーブルされ、その結果トランジスタ・アレイ24およびパワーコンタクト28は非活動化される。ダイオード54は、コンデンサ・システム16からの電流が入力ラインに入ることを防止し、コンデンサがその全出力を負荷30に供給することを可能にする。入力電圧がその指定された動作範囲内に戻ったときは、コントローラ起動シーケンスが開始される。

【0039】

たとえば-48Vの供給源電圧が供給ライン14aと反対にリターン・ライン14bに接続されるなどの、逆極性の入力電圧に対してシステム10を保護することも要件となり得る。逆極性保護のために、上記のようにコントローラ20の電源入力にダイオード42を装備することができる。電圧源に対しても図4に示される逆極性保護回路78などの、ダイオード保護を設けることができる。回路78は、点「A」および「B」で示されるように、図2の回路に接続される。回路78は、トランジスタ・アレイ80（これは低い電圧降下をもたらす）、ゲート制御回路82、およびスナバ回路84を含む。初期の配線時に入力電圧が逆にされた場合は、トランジスタ・アレイ80は、ダイオードのように働き、ターン・オンしないことによって損傷を防止する。

【0040】

コントローラ20はまた、ピン検出の目的のための「PD1#」入力を含む。PD1#入力は、一般にプラグ・イン回路基板が正しく位置していることを示すために用いられる、アクティブ・ローでイネーブルされる入力である。システム10では、PD1#ピンは、たとえばシステム10をDC源12に接続するためのコネクタなどの、入力コネクタ内の短絡ピンに接続することができる。コネクタの大電流ピンが嵌合するまでは何の動作も発生できず、それによりアーク発生をなくする。PD1#ピンは、システム10の正確な構成に応じて他の形で用いてもよい。

【0041】

上述のレベルでの大電力スイッチング用に、比較的小型のトランジスタの使用を容易にするために、並列接続されたトランジスタ26は、高度に対称的なアレイ24に配置構成される。アレイの1つの可能な機械的構成の実施例は、図5Bに示される。このアレイの構成は部分的には、図5Aに示されるものなどのトランジスタ26の使用に基づく。図示のように各トランジスタは、各端子44、46、48のための支持脚部だけでなく、トランジスタ・パッケージの背面上にドレイン接続部46aをさらに含む。（この端子は、ドレイン支持ピンに電氣的に接続され、これらは共にトランジスタ・パッケージ内に収容された半導体トランジスタ素子の実際のドレイン端子に電氣的に接続される。）アレイ24は、銅バスバーなどの、高規格金属から形成されたドレイン・バスバー90を含む。トランジスタ26は、ドレイン・バスバー90に対して背中合わせに機械的に接続され、それにより背面ドレイン・コネクタ46aはドレイン・バスバー90と電氣的に接続する。ドレイン・バスバー90は、ダイオード54に電氣的に接続される。トランジスタ26およびドレイン・バスバー90は、第1および第2のソース・バスバー92a、92b（たとえば、銅バスバー）に挟まれ、両バスバーは互いに電氣的に接続される。バスバーの間から突き出る、トランジスタのソース支持コネクタ48は、図5Bに概略的に示されるようにそれらのそれぞれ隣接するソース・バスバー92a、92bに電氣的に接続される。ソース・バスバー92a、92bは、検出抵抗器36に電氣的に接続される。トランジスタのゲート・コネクタ44は、ゲート回路基板94に電氣的に接続され、この回路基板は、ゲート抵抗器72と、(i)ゲート・コネクタ44をそれぞれの抵抗器76に接続するため、および(ii)抵抗器とコントローラ・ゲート出力の共通接続点を接続するための、電導性トレースとを含む。（ゲート回路基板はまた、スナバ回路52、コントローラのドレイン・センス入力に接続された外部構成要素などを保持してもよい。）

【0042】

本明細書では「約」とは、当該の値の最小桁の数字の±1を指す。したがって、たとえば「約150アンペア」は、150±1アンペアを意味する。

10

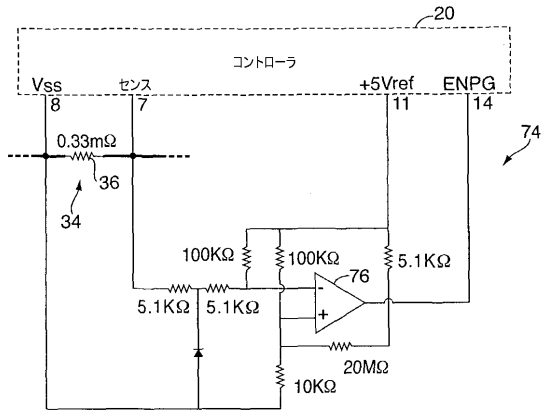
20

30

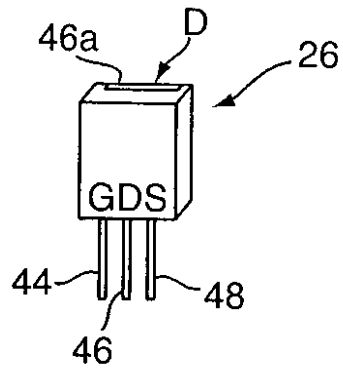
40

50

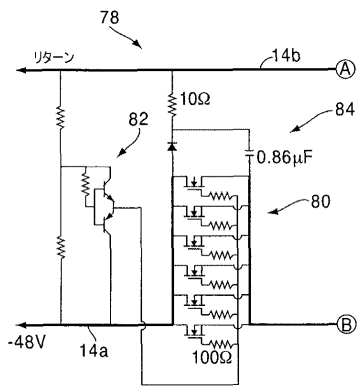
【図3】



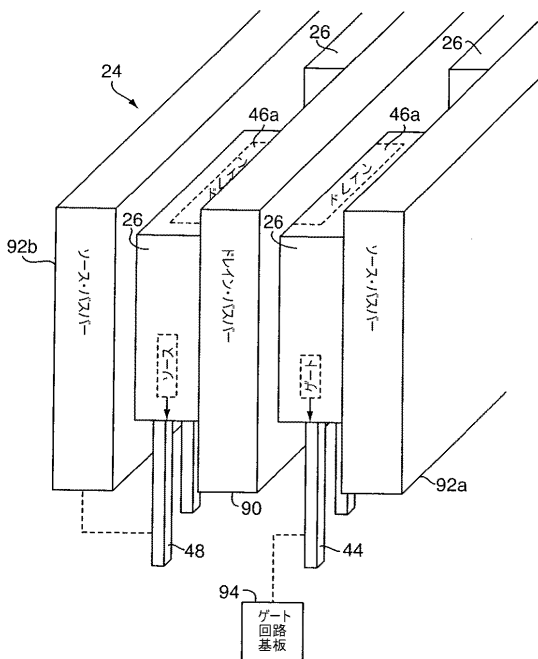
【図5A】



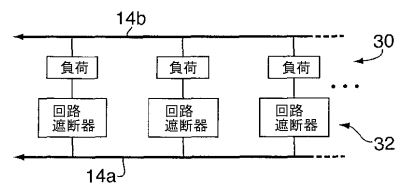
【図4】



【図5B】



【図6】



フロントページの続き

(74)代理人 100160967

弁理士 濱 口 岳久

(72)発明者 エヴァンズ, グレン, アレン

アメリカ合衆国 07027 ニュージャージー, ガーウッド, ヒッコリー アヴェニュー 25
5

(72)発明者 グラボウスキ, リチャード, マイケル

アメリカ合衆国 07110 ニュージャージー, ナトリー, セイント メアリーズ プレイス
117

審査官 溝本 安展

(56)参考文献 特開2000-253570(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 1/00

H02H 9/02

G05F 1/10