

高電圧電源の保護方法について (AP-16 Note)

電気機器は、設計条件を大きく超えた環境に置かれると、有効寿命が短くなります。ウルトラボルト社製 高電圧電源には多くの内部保護対策が施されていますが、性能をフルに発揮させるために補助的な外部保護回路または特別な取り付け方法が推奨される場合があります。こうした極端な環境に置かれる場合、この外部補助回路や特別な取り付け方法はウルトラボルト社製 高電圧電源の寿命を長くすることができます。

使用方法が変われば、電源に予想される故障状態に応じて別の保護回路が必要になります。ウルトラボルト社製高電圧電源には、高電圧出力短絡に対処する為の保護抵抗やパルス電流制限などの十分な内部保護機能を持っています。

補助的な保護回路が必要な故障や特殊な状況として、極性の異なる電源間のアーク、高圧高電圧電源から低圧高電圧電源へのアーク、高電圧電源を通じたプラズマ放電、高速電流スパイクまたは両極電圧スパイクなどがあげられます。このような条件下では、高電圧電源の十分な動作を確保する為に補助的保護回路が必要となります。

上記の保護回路に加えて、推奨される取り付け方法や電気接続方法を適用することにより高電圧電源の信頼性を向上させることができます。

特別補助回路や手順は、単体の高圧電源と複数台の高圧電源の両方に適用されるものと複数台の高圧電源のみに適用されるものの2つのグループに区分されます。高速・高エネルギー・パルス利用の安全確保は、それぞれの用途で起こる問題の固有の性質に応じてこの応用ノートのそれぞれの節で説明します。

1. 単体と複数台の高圧電源両方の適用される特殊回路と手順

ウルトラボルト社製 高電圧電源を電気接続するときは、必ずPCBマウントまたはケーブル・ハーネスのいずれかの適切なソケットを使用してください。ただし下記の注意事項を守れば、ピンに直接ハンダ付けする接続も可能です。ピンにハンダ付けするときは、ハンダゴテ温度は最高300℃とし、作業時間も15 秒以内としてください。これらの推奨最大温度、時間を超えた場合には高圧電源の内部に損傷が発生することがあります。

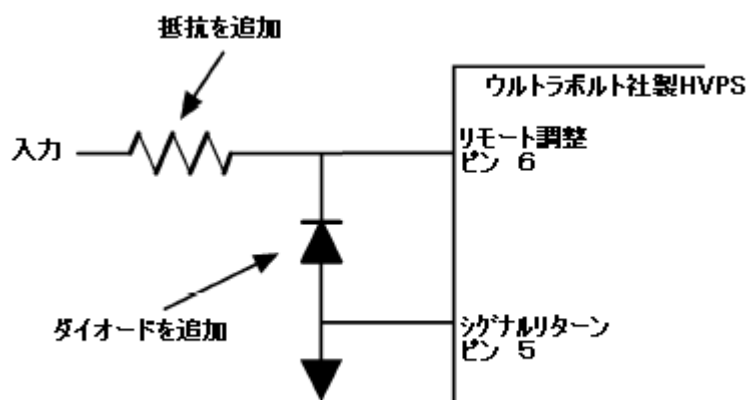
高電圧電源の放熱を考慮する必要がある条件下で使用する場合、放熱パッド、ペースト、グリースなどを使用することにより、外部ヒートシンクに熱を伝えるときにケースに過度のストレスがかからないように機械的に取り付ける必要があります。ヒートシンクが必要なときは、アプリケーションノートNo.6 の「放熱について」(or「放熱設計」)を参照してください。ウルトラボルト社製 高電圧電源の電力供給部と制御信号低電圧部分に関しては、ガイドラインに従う限り、高電圧電源を安全に運転することができます。

ウルトラボルト社製 高電圧電源電源の12V、24V、または28V ユニットには、32V を超える電圧は絶対に加えないように注意してください。高電圧電源の電源には約32V で動作するフューズまたはトランジスタ等の保護部品を取り付ける必要があります。

構成によっては、遠隔調整端子に5V 以上の電圧を加える必要が生じることがあります。そのような構成とは、高電圧電源の出力電圧を0V まで調整したいと考える負極性の高電圧電源が該当します。いずれの場合にも、コントロール調整端子に加える電圧は、高電圧電源に過剰な内部ストレスが生じないように、長時間6V を超えないようにしてください。

遠隔調整端子に-1VDC 以下の電圧を加えると、高電圧電源が損傷しますので、絶対に避けてください。遠隔調整電圧が負になると想定される場合は、外部保護回路を取り付けて、高電圧電源の信頼性を確保しなければなりません。この保護回路では、電流制限抵抗とシャット・ダイオードを外部制御入力と同ターンに下図のよ

うに実装します。



追加するシャント・ダイオードは、標準の順方向低電圧ダイオード(たとえば、低コスト1N4001)であり、追加抵抗は電流制限のために取り付けられます(たとえば、1k Ω 抵抗器は-5V 入力に制限し、入力電流を5mA に調整します)。

6V を超える電圧を5V 基準出力に加えてはなりません。万一6V を超えると、高電圧電源内部が発熱します。

信号リターン・ピンには過剰電流を流してはなりません。ただし、このPWR リターン電流を入力PWR リターン・ピンに安全に流さずに、信号リターン・ピンに流すと高電圧電源が損傷します。入力PWR リターンと信号リターンは内部接続されていますが、信号リターン・ピンを入力PWR リターン・ピンの代用として使用することはできません。

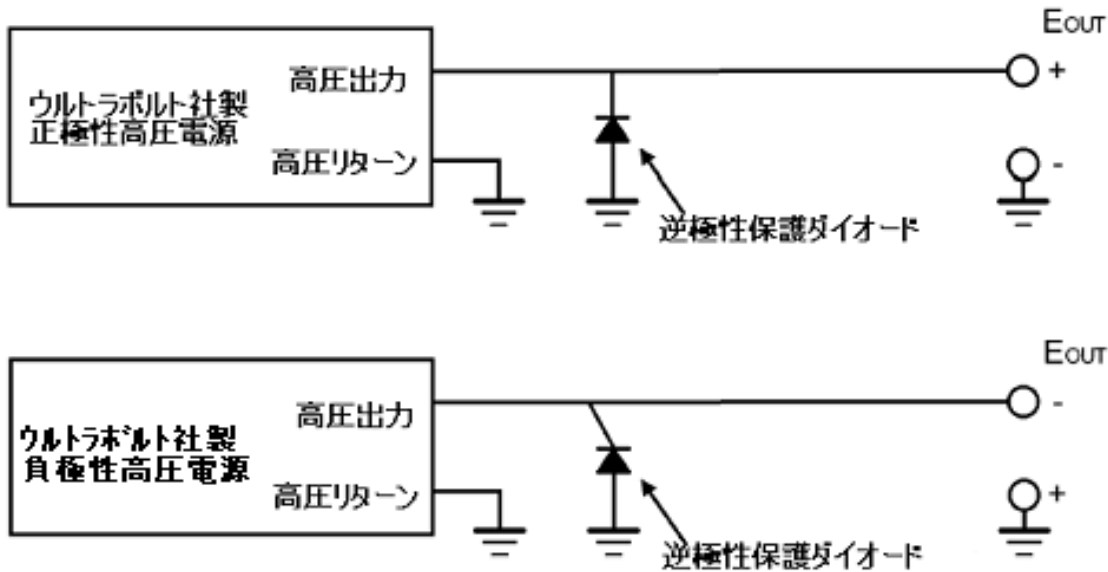
2. 多電源高電圧電源システム専用特殊回路と手順

異常が生じない限り、多電源高電圧電源により信頼性の高い多電源システムを構成することができます。ただし、長期の信頼性と性能を確保するためには、多電源高電圧電源システムに補助保護回路を追加して高電圧電源が故障しないように保護しなければなりません。ウルトラホルト社製 高電圧電源は完全に短絡保護されているため、設計者は、高電圧電源の極性の違いや電圧が大きく異なる場合の相互作用対策だけを考慮すれば済みます。

A. 極性の違う別電源からウルトラホルト社製 高電圧電源を保護

極性の違う2つの電源から相互にアークが発生すると、それぞれの高電圧電源は最大出力電流を流そうとします。その場合、電流容量は異なるが電圧が同じ電源同士では、電流容量の小さい方の電源は低下して、容量を超える電流が強制的に流れます。そのような事態になると、電流容量の小さい電源は電流容量が低下して損傷します。ただし、高電圧電源に単純な逆バイアス・ダイオードを使用すれば、極性の違う高電流を受けて起こる故障から高電圧電源を保護することができます。

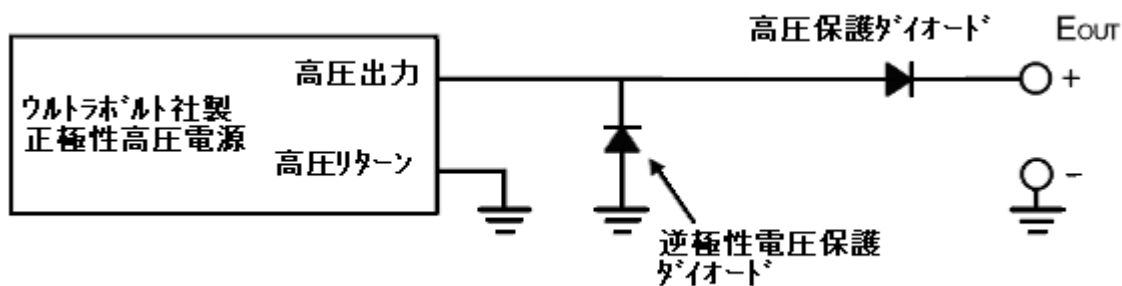
多電源システムにおける逆極性電源との短絡保護回路



上記の概略図では、「反極性保護」ダイオードは、多電源システム内の同じ極性の最高電圧電源よりさらに高い逆ブレイクダウン電圧を持つものにする必要があります。またこのダイオードは、逆極性電源の中の最大電流定格ユニットの最大負荷電流を流せるものでなければなりません。

B. 高電圧の別電源から高電圧電源を保護

極性は同じでも出力電圧が大きく異なる2つの電源が互いにアークを発生しているときには、低電圧側に過電圧損傷が発生します。この損傷は、低電圧電源の出力ダイオード逆ブレイクダウン電圧が高電圧電源の出力電圧より低いことが原因で発生します。また、ときには、低電圧電源の出力ダイオードが損傷して高電圧電源が破損することもあります。高電圧電源は、高電圧電源の定格電圧より十分高い逆電圧の出力ダイオードを使用していますが、低電圧電源の電圧よりはるかに高い高圧アークには耐えられません。この問題は、低電圧電源に高電圧保護ダイオードを追加すれば簡単に解決することができます。

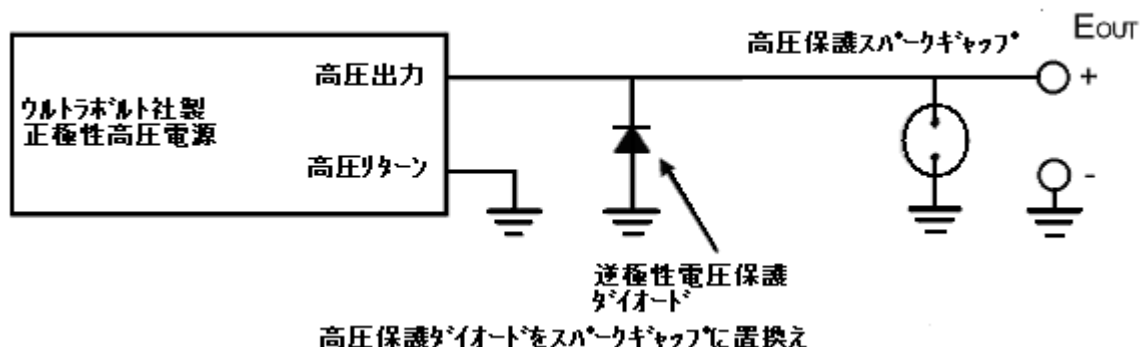


高圧保護ダイオードを追加した回路

この図に高電圧ダイオードを1つ追加すれば、高圧アーク保護対策を実施することができます。この追加されたダイオードは、多電源システム中の同じ極性の最高電圧高電圧電源と等しい逆ブレイクダウン電圧を持つ必要があります。このダイオードの電流定格は、保護された高電圧電源から取り出せる最高電流、または多電源システム中の反対の極性に引かれる電流との和より大きくする必要があります。この高電圧保護ダイオードを取り付けると、アーク電圧は高電圧保護ダイオードを破壊するだけの大きさにはならず、高圧高電圧電源アークによって低電圧高電圧電源が損傷することもなくなります。

また、スパークキャップを使用すれば、高圧高電圧電源から発生するアークから保護することができます。スパー

ク・キャップのアーキ・オーバ・ポイントは、保護される高電圧電源のピーク電圧よりすこし高くする必要があります。

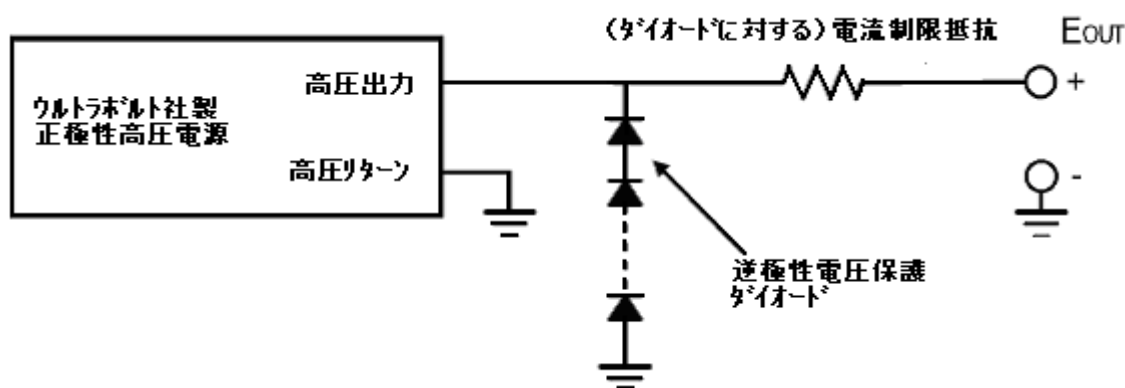


このスパーク・キャップは、高電圧電源のプラズマ放電損傷を保護することもできます。スパーク・キャップの定格は、プラズマの全エネルギーを安全に放電できるものでなければなりません。

高速、高エネルギーパルス用高電圧電源の保護

高速、高エネルギーパルス運転では、適当な保護対策を講じなければ電源を損傷する可能性の高いきわめて大きな電流スパイクが発生することがあります。上昇・下降時間の短い高速スイッチング回路では、高周波電流と電圧スパイクが発生するのでその処理が必要となります。

電源と極性の反対の電圧スパイク(たとえば、誘導効果)は、高圧、高速、低順方向電圧ダイオードと抵抗器を使用すれば容易に処理することができます。



負の高電圧電源では、ダイオードの極性を上図とは逆にします。この低電圧ダイオードは、(高電圧電源を急速な逆極性パルスから保護するために)100nS 未満の高速切り替えと低順方向電圧(たとえば、14V)と十分な逆耐圧が必要となります。利用するダイオードの逆耐圧から、ダイオードの必要数が決定されます。たとえば、10kVの高電圧電源の場合、5kVダイオードを3ヶか15kVダイオードを1ヶが必要となります。電流制限抵抗の値は、ダイオードを通る最大ピーク電流を制限するよう選ぶ必要があり、最も一般的な値は1Ω から100Ω の範囲です(正確な値を決定するには、オシロスコープを使用して逆電圧スパイクの振幅を測定し、高電圧電源の性能劣化を起こさない最大抵抗を選択しかつダイオードの過電流損傷を防止できる抵抗値を決定します)。

接地について

大電流スパイクによる接地ノイズは高電圧電源にとって有害です。初期システム構成またはプロトタイプ構成の場合、外部接地接続間の電圧レベルをチェックして、必要に応じて改善する必要があります。また、高電圧リターンと高電圧電源ユニットの入力電源リターン間の電圧チェックも慎重に行う必要があります。高電圧リターンと入力電源リターン間に検知できる程度の電圧が発生した場合には、これらのピン同士を外部接続する必要があります。十分注意すれば、高電圧電源は、高速／高エネルギースイッチングアプリケーションでも問題なく使用できます。

高電圧電源のグラウンド接続回路は、その性能と高信頼性を発揮させる為に正しく行う必要があります。各々のグラウンド配線は専用の接地線を使用する必要があります。各々のグラウンドは、高電圧電源内で接続されていますが、高電圧電源を使っているスターポイント/一点接地方式においても決して全てが同様に振舞うものではないことを認識する必要があります。一例として、上記のグラウンド結線されたシステム内で高電圧アークが若干の容量をもった高電圧負荷とシャングラウンド間で発生した場合、放電経路のインピーダンスが $1\ \Omega$ 、アーク電圧が 1KV であればサージ電流のピーク値は 1000A となります。他の例で一瞬側電流による電圧降下があります。 $0.01\ \Omega$ の接触抵抗の形成はコネクタ等の接続部で良くある事です。ここに 10mV の電位差が生じてこれがリモート制御電圧に加算されると、 5Vdc で 1000V を出力するモデルでは、 2V の出力変動になります。ウルトラボルト社では、それぞれのグラウンドピンの種別を明記しており、それぞれのグラウンドが正しい位置に結線されるよう配慮しています。

③. 入力電源リターン:

この接地は最も基本的な接地で、高電圧電源入力ステージと低電圧電源を直接接続するものです。高電圧リターンがシャーンに接続された高電圧電源高圧リターンをこのリターンに接続しないで下さい。高電圧放電中にピーク電流が発生するために絶対に回避すべきです。(高圧リターンの項を参照)。

④. 信号リターン:

この接地は、イネーブル/ディセーブル、遠隔プログラミング、Iout モニタ、Eout モニタ、内部基準電圧など、システムの低電圧制御系回路と高電圧電源制御間を直接接続するものです。

接地ワイヤは、高電圧電源電源リターンまでの接地ワイヤとつねに分離しておく必要があります。

シャーンに接続した高電圧リターンを信号リターンに接続しないで下さい。高電圧放電中にピーク電流が発生するために絶対に回避すべきです(高圧リターンの項を参照)。

高圧リターン:この接地は、高電圧電源出力段と高電圧負荷回路間を直接接続するものです。コンデンサ、抵抗器、チューブ、スイッチなどの高電圧負荷電流はすべてこの接地に戻す必要があります。もし低電圧出力接地をシャーン接地に接続するときは、高電圧電源を介してシャーンに接続する方法を採用する必要があります。これは、低電圧電源出力接地を高電圧電源入力リターン入力接地に接続し、高電圧電源リターンをシステム・シャーン接地に接続することによって行います。こうすることにより、高電圧アークがシャーン間に発生する場合、高電圧エネルギーは、高電圧リターンを経由してその発生源である高電圧電源出力ステージに戻ることができます。入力リターンをシャーンに接続した場合、高電圧エネルギーのリターン経路は低電圧入力ピンを通り、低電圧電源または高電圧電源出力ステージが破壊されます。

接地例については、ウルトラボルト社推奨回路図 UV-CONN-16を参照下さい。