

Arcfree スイッチ実装仕様書

Arcfree1 技術概要

Arcfree 技術とは、機械的接点を持つ直流遮断回路に並列に Arcfree 回路を接続し、機械的接点解離時に起こる接点間の電圧上昇を緩慢にし、電気接点間でアーク放電を起こさせない構造とした技術。

図 1-1 は Arcfree 回路で MOSFET(M1)と抵抗(R1)、キャパシター(C1)により積分回路を構成する。ツェナーダイオード(D1)は M1 の G-S 間が 15V 以上にならないよう保護する目的と、同時に C1 にチャージされた電荷をディスチャージする回路として働く、R2 は同じくゲート保護用途の抵抗で R1 に対し十分に小さい値としている。

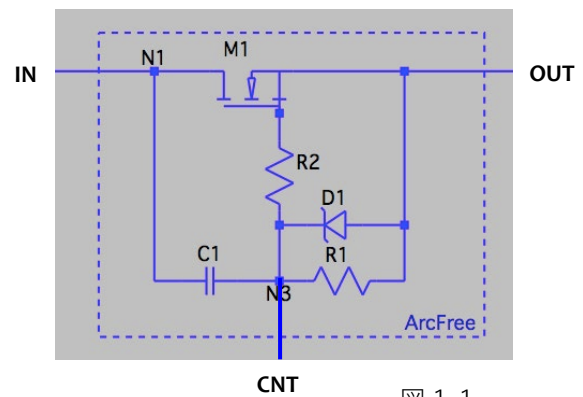


図 1-1

図 1-2 は Arcfree モジュールをメーク接点を持つスイッチに適用したものである。図に示した LINE は直流電源から来る配線で、LOAD は負荷につながる配線となり、スイッチの両端に Arcfree モジュールの IN と OUT がそれぞれ並列につながる事でスイッチの解離時にアークを抑制する。この回路では LINE に電圧が常時かかっていてキャパシターの C1 は充電状態であることを想定しているため LINE の電圧が瞬間的に大きく変動(5V 以上)すると積分回路は一瞬オン状態となることに注意する必要がある

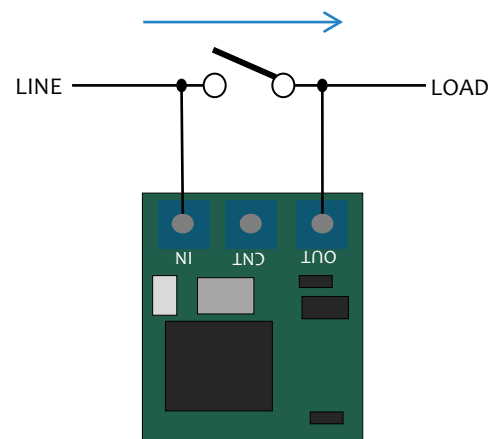


図 1-2

図 1-3 は前記図 1-2 の LINE 電圧変動に対処した方式で、Arcfree モジュールをトランスファー型のスイッチで構成する場合の接続図です。スイッチがオフ状態では CNT(MOSFET ゲート)と OUT(MOSFET ソース)が B 接点により R2 を介してショートされており、B 接点が離れるとキャパシターC1 の充電による積分が始まるため FET に電流が流れその後スイッチがオン状態となりその後は接点を介して電流が流れ、スイッチがオフになる時は接点が解離したと

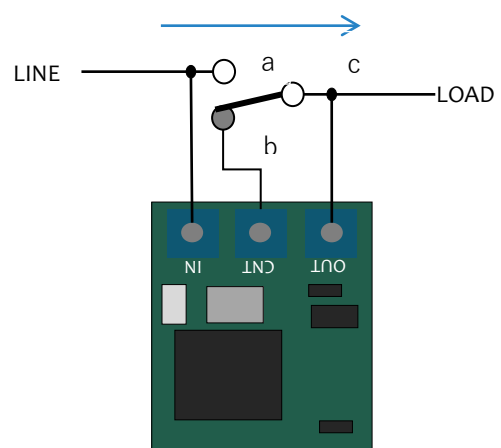


図 1-3

同時に積分が始まり積分が終わるかスイッチの B 接点が接続されるかで MOSFET がオフとなり遮断状態となる。

Arcfree1 回路実装

Arcfree1 の回路実装では、遮断電圧、遮断電流、積分時間が回路素子決定の基本情報となる

- 図 1-1 や図 2-1 における MOSFET(M1)の選定において、絶対最大定格は遮断時にはサージ電圧がどの程度発生するかを考慮し M1 の絶対最大定格決めるが、積分時間を長くすると遮断によるサージは少なくなるため、おおよそ遮断電圧の 1.5 倍程度を基準にする。
- MOSFET(M1)の選定において、最大損失は積分時の M1 間電圧と通電電流の積を 1/2 でかけた値以上になるよう選定する必要があるため、積分時間は短くする方が M1 は小型化できる。
- 積分時間は接点解離速度に対し十分長い時間とすることが良いが M1 全損失との関係から 2 倍程度が目安となり、その時間はキャパシター(C1)と積分抵抗(R1)で決まり、C1 は MOSFET の入力容量よりも数倍大ききした状態で抵抗値を計算する。

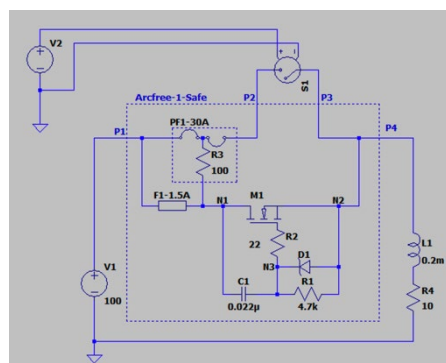


図 2-1

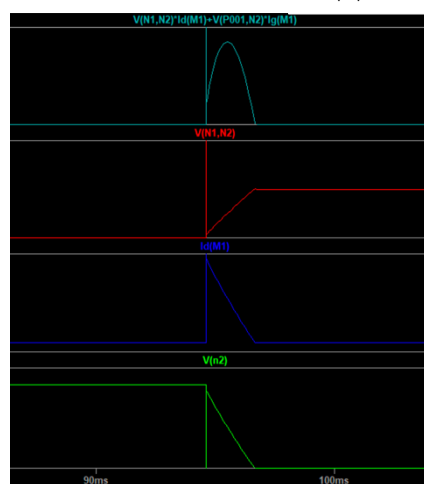


図 2-2

- M1 ゲート保護用ツェナーダイオード(D1)のツェナー電圧は LINE 電圧変動に強くするため M1 ゲート破壊電圧より低くかつできるだけ高い電圧となるように選定される。
- ゲート保護抵抗(R2)は経験則で 22Ωとしているが MODFET の特性で調整が必要となる。
- 図 2-1 は M1 が故障した場合の保護ヒューズを組み込んだ回路で負荷が過大になり遮断電力が M1 の全損失を上回り熱暴走による破壊が起きた場合の主回路遮断を行う仕組みで、通常の遮断による積分電流は短時間しか流れないため F1 の遅延ヒューズは溶融しないが故障時は流れ続けるため溶融し、その後 PF1 の R3 に電流が流れその発熱で PF1 が溶融し回路が遮断される構造である。
- 図 2-2 は Spice シミュレーションによる電圧、電流と M1 の全損失量を示しており、最下段は出力電圧を示し、2 段目は M1 に流れる電流、3 段目は接点間電圧で最上段は M1 の消費電力となっている。このように M1 の全損失は電流と電圧の積であり積分時間が長くなると増加するため適度な積分時間とする必要がある

Arcfree1-hp 技術概要

Arcfree1-hp は Arcfree-1 の積分を中断させる回路を新たに設け MOSFET の全損失量を低減させる構成の回路になっている

- 図 3-1 に示す Arcfree1-hp 回路は MOSFET(M1)に並列に回路が追加され M1 のゲートから抵抗 R2 と R6 を介して M2 が接続され、この回路によって M1 による積分電圧がある一定以上になると R3 と R5 による分圧による電圧で M2 のゲートがオン電圧になると C1 の充電を加速し M1 による積分を終了させる構造となっている。
- 図 3-2 はシミュレーション結果で、最下段は出力電圧の変化であり、積分が途中で終了し遮断状態になっているのがわかる。2 段目は M1 に流れる電流、3 段目は M1 のソース・ドレイン間電圧で、最上段は M1 による消費電力で、積分が緩やかなため M1 にかかる電圧が少なくなり消費量も低減されていることがわかる。
- Arcfree1-hp 回路はスイッチが遮断状態でも $2\text{M}\Omega$ の抵抗を介して負荷とつながっているため $0.2\mu\text{A}$ の暗電流が出てしまう欠点もあるため、用途選択に注意が必要となる。

Arcfree1 スイッチ利用における 注意事項

- 負荷がショートするなど定格以上の電流が流れた状態でスイッチを切ると MOSFET が熱暴走による破壊となるため定格以上に電流が流れない様、電源供給側に電流制限回路が必要。
- 負荷に大きなインダクタ成分が付いていると積分終了時にマイナス電圧が発生し定格電圧以上となることがあり MOSFET の定格を超えることになる可能性がある
- Arcfree 回路のコンデンサー C1 はスイッチ解放時には充電されていることが遮断条件となるため元の電源電圧が大きく変動すると積分回路を通して瞬間的に導通状態となるため電源電圧が大きく変動するものにおいては図 1-3 に示す様に AB 接点を持つスイッチで遮断時は MOSFET のゲート、ソース間をショートさせる構成にすることを推奨する。
- 遮断電力が大きくなり MOSFET の全損失を超える場合は別の Arcfree1-hp 回路を使うことで MOSFET の全損失を抑えることができる。

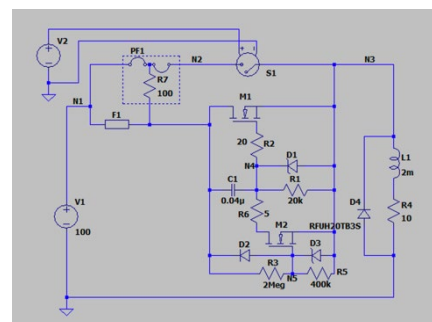


図 3-1

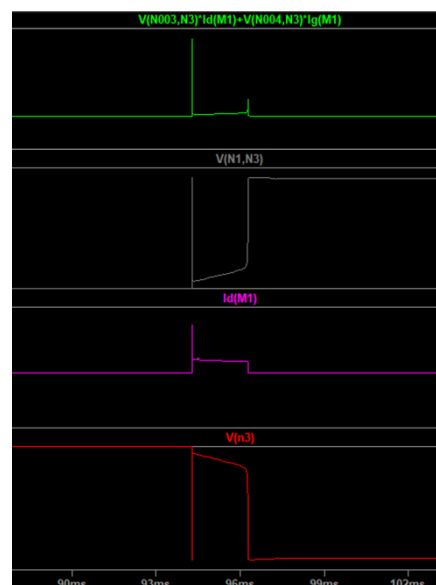


図 3-2

この文書は クリエイティブ・コモンズ 表示 - 改変禁止 4.0 国際 ライセンスの下に提供されています。