

誘導性エネルギー蓄積方式によるパルスパワー電源の様々な負荷に対する挙動

山口全碩* 宮崎太希** 松田樹也*** 王斗艶*** 浪平隆男*** 秋山秀典***
 (熊本大学 *工学部情報電気電子工学科 **大学院自然科学研究科 ***パルスパワー科学研究所)

1 はじめに

パルスパワーとは、瞬間的に大電力を発生させる技術であり、幅広い産業応用が期待されている。パルスパワー電源の蓄積エネルギーを効率よく負荷へ転送するためには、負荷の特性を知ることが重要である。

そのため本研究では、パルスパワー電源へ未知の負荷を接続した場合に、無負荷時の波形と比較することで等価回路の推測を可能とすることを目標としている。今回その基礎として、様々な負荷をパルスパワー電源に接続して動作させ、無負荷時との動作波形の比較・考察を行った。なお、パルスパワー電源には、SI サイリスタを開放スイッチに用いた誘導性エネルギー蓄積方式 (Inductive energy Storage; IES) の電源を採用した。

2 原理

誘導性エネルギー蓄積方式とは、インダクタに電流を流すことで、エネルギーを磁界として蓄え、その電流を急激に遮断することで急峻なパルスを得る方式である。

本研究で使用した IES 電源を図 1 に示す。この回路の特長は電流遮断の役割をする開放スイッチに、SI サイリスタを用いていることである。これにより、IES の性能に大きく関わる電流遮断速度の高速化を実現している。

回路の動作原理を説明する。初期状態では MOSFET と SI サイリスタはターンオフしており、コンデンサ C は充電された状態である。MOSFET をターンオンすると、SI サイリスタのゲート・カソード間に正電圧が印加され、ターンオンする。これによりコンデンサ C からトランスの一次側に電流が流れ、エネルギーの蓄積が開始される。エネルギーが蓄積された状態で MOSFET をターンオフすると、還流ダイオードを通過して SI サイリスタに蓄積されたキャリアがアノードからゲートを通過して排出され、排出が終わると電流が急激に遮断される。これに伴い、トランスの一次側に $L di/dt$ の電圧が発生し、さらにトランスの二次側で昇圧され、高電圧パルスが出力される。

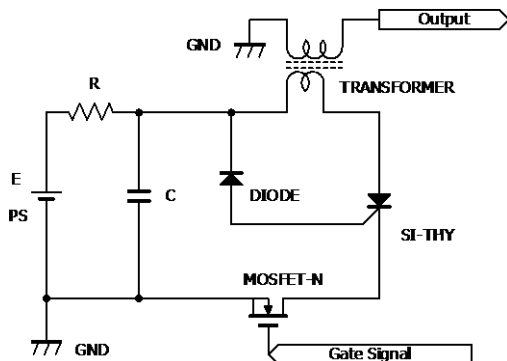


図 1. 本研究にて使用した IES 電源

3 実験方法

電源電圧 E を 150V、繰り返し周波数を 1Hz とし、トランスは巻数比 4:52、SI サイリスタは耐電流 120A、MOSFET は耐電圧 200V、コンデンサ C は 60 μ F のものを使用した。

まず出力端開放(無負荷)の状態、MOSFET のターン

オン時間により遮断時の電流を約 100A に調節し、ピーク値 30kV、半値幅 600ns のパルス電圧を発生させた。次に無負荷時と同じ条件で出力端に抵抗負荷や容量性負荷を接続し、その時のパルス電圧のピーク値やパルス幅等を観測した。容量性負荷の値は、パルス電圧のゼロ通過点から角周波数を計算し、そのインピーダンス値が抵抗負荷と同等になるものを選んだ。

4 実験結果

図 2 に抵抗を負荷として接続した時の出力電圧を、図 3 にコンデンサを負荷として接続した時の出力電圧を示す。抵抗負荷、容量性負荷ともに負荷のインピーダンス値が大きくなるほど出力電圧のピーク値が高くなる傾向にあることが分かった。抵抗負荷 1M Ω の場合は、開放時と等しい波形となった。両者の違いとしては、容量性負荷の場合はインピーダンスが小さくなる程パルス幅が大きくなった。これは、トランスの二次巻線と容量性負荷による振動の影響だと考えられる。

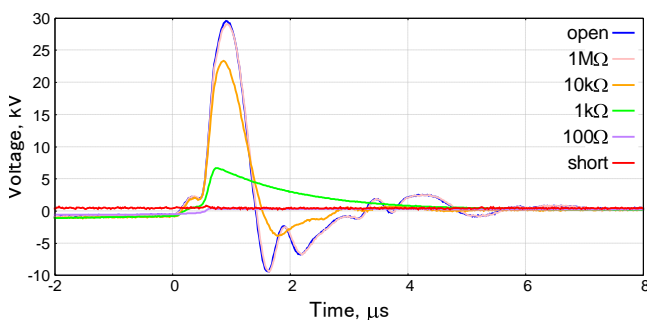


図 2. 抵抗負荷

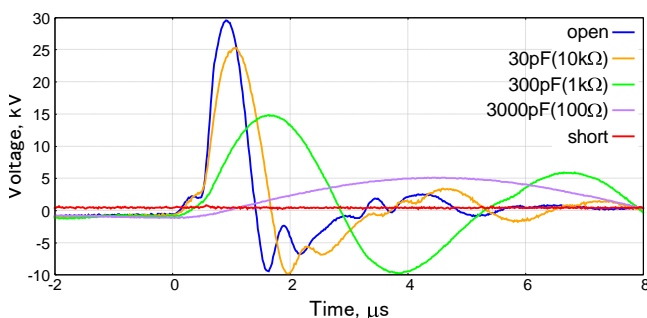


図 3. 容量性負荷

5 まとめ

今回は、無負荷時と負荷接続時の動作波形の違いを確認することができた。さらに負荷の種類によっても異なる挙動を示すことが分かった。更なる考察及び結論は後日プレゼンで報告する。

参考文献

- [1] 飯田 克二, 佐久間 健(日本ガイシ): SI サイリスタによる極短パルス発生回路 (IES 回路) SI デバイスシンポジウム講演論文集(15), 45-50, 2002