

超電導変圧器の励磁突入電流に対するクエンチ特性試験用 電源投入位相角制御装置の製作

西宮 幸希夫^{*1}, 石郷岡 猛^{*2}

Switching Phase Angle Controller for Experimental Study of Inrush Current in Superconducting Transformer

Sakio NISHIMIYA^{*1}, Takeshi ISHIGOHKA^{*2}

(Received March 24, 2006)

1. 概要

電力系統に変圧器を投入すると定格電流の 10 倍程度に達する励磁突入電流が発生する。この励磁突入電流は、超電導変圧器にとってクエンチを引き起こす恐れがあり、その詳細な検討が必要である。

励磁突入電流の大きさは、電源投入時の電圧位相角に依存する。現在検討中の超電導変圧器に励磁突入電流を発生させ、そのクエンチの有無を調べるためには、任意の位相角で電源を投入する必要がある、発生する電流は数百 A 級になる。本稿では定格電流 200A の IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) モジュールを用いた、電源投入位相角制御装置について述べる。

2. 原理と構成

本装置では、図 1 に示すように逆並列接続された IGBT のゲート電圧を制御して位相制御を行った。

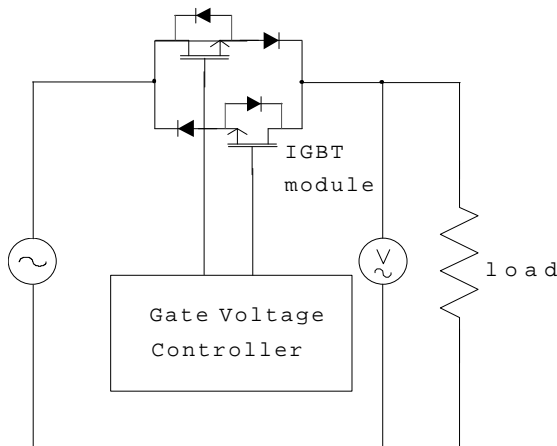


図 1 . 構成図

使用した IGBT は、三菱電機 CM200DY-24H 型の逆並列接続モジュールで、定格電流は 200A、ゲート-エミッタ間の閾値電圧は 10V である。またモジュール内にフライホイールダイオードが内蔵されているので、それぞれエミッタ側にダイオードを接続した。

3. ゲート電圧制御装置

IGBT はゲート-エミッタ間の電圧が閾値以上になると動作するので、電源電圧とのタイミングを計りゲートに 10V 以上の電圧を印加すればよい。そのためにゲート電圧制御装置を作成した。外観を図 2 に示す。



図 2 . ゲート電圧制御装置

この装置は、可変抵抗の操作で簡単に投入位相角を設定でき、スイッチの操作によって ON/OFF が可能である。動作には AC100V 電源を使用する。

以下に動作原理について簡単に記す。動作原理を示す波形を図 3 に示す。まずチップ TCA785 により、正弦波の電源電圧とのタイミングを計る。正弦波の電源電圧から積分器等で三角波を生成し、参照電圧である直流電流との交点においてパルスが発生させており、参照電圧は可

*1: 大学院電気電子工学専攻博士前期課程

*2: 電気電子工学専攻教授 (ishigoka@st.seikei.ac.jp)

(Professor, Dept. of Electrical and Mechanical Engineering)

変抵抗で調節でき、クロス点によって位相角が決定する。次に生成されたパルスを用いて、タイマ IC (μ PD555) を用いて任意の時間の矩形波にする。その回路構成を図 4 に示す。外部スイッチ V を投入すると、OR の出力は ON になり、パルスが生成された時のみ AND の出力が ON、タイマが ON になる。あらかじめ設定した値の時間が経過すると、タイマは OFF となり、外部スイッチを ON にしたままとすれば次のパルスが入力されると再びタイマが作動する。なおタイマに関する記述は文献(1)を参考にした。

長時間タイマから出力した矩形波は、一度フォトカプラ (TLP250) で絶縁され、IGBT のゲート-エミッタ間に印加される。

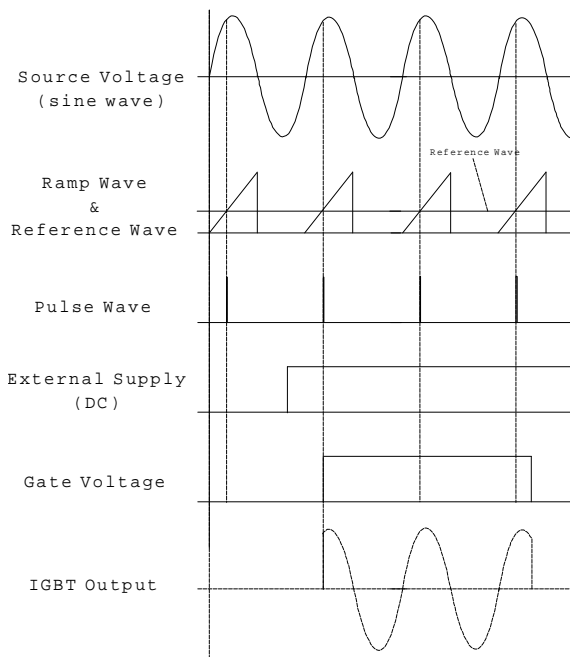


図 3 . 動作原理波形

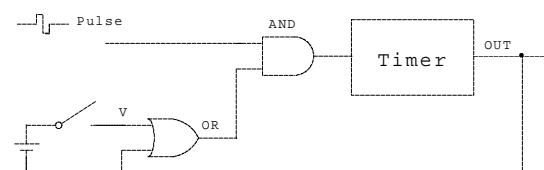


図 4 . タイマ論理回路

4 . 試験結果

動作を確認するため、図 1 に示す回路を構成し、負荷の電圧を測定した。結果を図 5, 6 に示す。良好な結果が得られた。無負荷の超電導変圧器に位相角 0° で電源投入した際の電流波形を図 7 に示す。励磁突入電流が最大 137A 発生し、およそ 3 サイクルで定常状態に落ち着いている事がわかる。

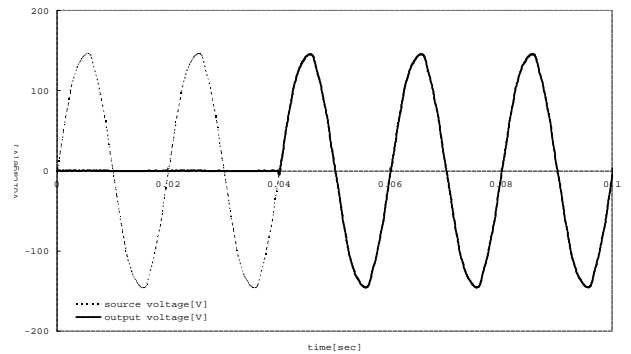


図 5 . 試験結果 (0° 投入)

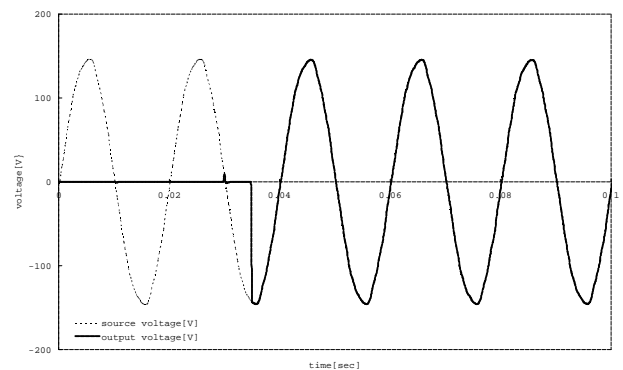


図 6 . 試験結果 (90° 投入)

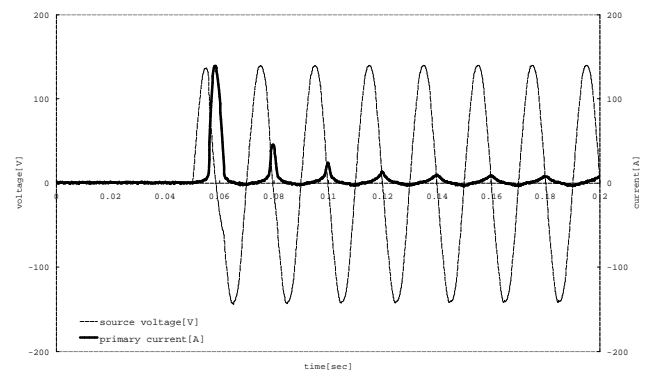


図 7 . 励磁突入電流試験 (0° 投入)

5 . まとめ

この装置の完成により、大電流を扱う必要のある超電導変圧器において、励磁突入電流に関する実験を正確に行うことが可能となった。

参考文献

- (1) 江尻 雄一・亀田 悦正「任意の位相タイミングで投入するスイッチ回路の研究」(平成 16 年度 富山工業高校 研究報告書)