DSPを用いた半導体型限流器の一検討

正員 雪田 和人 (愛知工業大学)

正員 後藤 泰之 (愛知工業大学)

学生員 森近 景子 (愛知工業大学)

正員 一柳 勝宏 (愛知工業大学)

学生員 山田 浩 (愛知工業大学)

正員 松村 年郎 (名古屋大学)

A Study of Semiconducting-type Fault Current Limiter Using Digital Signal Processor.

Kazuto Yukita, Member, Keiko Morichika, Student Member, Hiroshi Yamada, Student Member, Yasuyuki Goto, Member, Katsuhiko Ichiiyanagi, Member (Aichi Insutitute of Technology), Toshirou Matsumura, Member (Nagoya Univercity)

This paper proposes a new semiconducting-type fault current limiter(FCL) using the digital signal processor(DSP) to improve the instantaneous voltage drop and to reduce the falut curent of power system. The proposed FCL used a insulated gate bipolar transistor (IGBT) as a commutation element. Next, the DSP is used in proposed FCL in order to detect the fault current at high speed. The examination was carried out using equipment of small capacity in order to demonstrate the effectiveness of the proposal technique.

キーワード：半導体型限流器, DSP, IGBT
(semiconducting-type fault current limiter, DSP,IGBT)

1. ま え が き

近年, 故障電流抑制方法の一つとして限流器 (FCL) が期待され盛んに研究されている⁽¹⁾⁽²⁾. FCLは, 規定値以上の故障電流が生じたとき, 転流素子により生ずる高抵抗を利用して, 故障電流を低減させるものである。さらに, FCLは故障電流抑制のみならず需要家における瞬時電圧低下現象や, その設置場所により系統の安定度向上効果も有しており, 期待されている装置である。

本研究では, 近年注目されている高速信号処理用の集積回路 (DSP) と高耐圧, 高電流ならびに高速動作が可能なIGBTを用いた半導体型限流器を提案する。提案する限流器に関して, 故障電流の検出ならびに動特性に関して有効性の検討を行った。

2. DSPを用いた半導体型限流器

本研究で提案する半導体型限流器は, 図1に示すように故障検出部ならびに制御部として, 高速に故障検出し動作をすることができるDSPを, 転流素子としてIGBTを用いた。ここで, DSPはテキサスインスツルメンツ株式会社のTMS320C67xスタータキットとEVMボードを用いた⁽³⁾。これは, TMS320C67xスタータキットには, AD変換素子としてAD535を使用しているために, 単純な入出力特性を観測しても, 約2.0~4.0msecの遅延が存在する。この遅延をできるかぎり最小化するために, さらに拡張ボード (THS1206EVM) を追加し, 故障検出信号を関知し出力するまでの遅延時間の短縮を図った。次にIGBTは, 富士電機製 (Nシリーズ) の2MBI200N-060 (600V/200A) を用

図1 半導体型限流器の構成図

Fig. 1. Model of the semiconducting current limiter.

いた。これは高速スイッチングが可能であり, 数 μsec の動作が可能である。また, IGBTの駆動回路としてはEX841を用いた⁽⁴⁾。

3. シミュレーション結果

提案する限流器の有効性を検討するために, 図2に示す単相回路を用いて実験を行った。同図における電源電圧は130V, 負荷は26.0 Ω , 線路抵抗として34.0 Ω , 限流インピーダンスとして, 抵抗値22.0 Ω と設定した。この初期条件により, 負荷に流れる定常電流は約2.5Aである。限流器は, 定常電流が約2倍である5.0A以上になると動作するように設定し, 故障後の限流器が動作した後の定常状態を6.0Aとなるようにした。故障は図2に示すスイッチSWを閉じることにより, 線路における故障発生を模擬している。

図3は, 本研究で提案する半導体型限流器が動作した場合

図 2 実験回路図

Fig. 2. Experiment circuit.

図 3 電流特性

Fig. 3. Waveform of the current.

図 4 電流特性拡大図

Fig. 4. Enlarged waveform of the fault current.

図 5 限流器の端子電圧 (A-B 間)

Fig. 5. Voltage waveform of FCL.

と動作しなかった場合の故障電流特性を示す。本レターでは、限流器が動作した場合 FCL あり、動作しなかった場合を FCL なしとしている。両特性を比較すると限流器が動作した場合は、故障電流が抑制されていることがわかる。このとき各電流波形の故障発生部分を拡大したのが図 4 である。故障発生 → 故障検出 → IGBT 動作までの一連の動作が、0.3msec 以内で行われていることがわかる。以上のことより、本研究で提案する DSP を用いた半導体型限流器は、高速に故障電流を検出し、電流を抑制している。図 5 は、このときの半導体型限流器の端子電圧である。同図においても、限流器が動作した場合と動作しなかった場合を示している。限流器が動作した場合には、故障が発生したときに端子電圧が上昇していることがわかる。また動作しなかった場合には、端子電圧が若干印加されていることがわかる。この電圧が提案する限流器を設置した場合の定常損失になると思われる。

4. まとめ

本研究では、近年注目されている DSP を用いた半導体型限流器を提案し、その有効性を小規模な単相回路による実験により示した。特に、DSP を用いているためにインテリジェント型限流器の開発も今後可能と思われる。将来、DSP のさらなる高速化と IGBT の大容量化の開発に期待をする。その結果、500kV 送電系統にも適用できる高速半導体型限流器が開発できるものと思える。

(平成 14 年 02 月 27 日受付)

文 献

- (1) 磯崎, 彦坂, 島山, 山田, 森田: 半導体式超高速限流器遮断装置の三相短絡試験用高速投入器の開発, 電気学会論文誌 B, 117 巻 11 号, 平成 9 年, pp.1442 (1997)
- (2) 電気学会技術報告書第 709 号: 故障電流抑制用限流技術の現在と展望, 1999 年, 1 月
- (3) 日本テキサスインスツルメンツ: <http://www.tij.co.jp>
- (4) 富士電機: <http://www.fujielectric.co.jp/company/profile/denshi-power.html>

雪田 和人 (正員) 電気学会論文誌 C 2001 年 12 月号参照
森近 景子 (学生員) 1980 年生。2002 年 3 月 愛知工業大学工学部電気工学科卒業。現在に至る。

山田 浩 (学生員) 電気学会論文誌 C 2001 年 2 月号参照
後藤 泰之 (正員) 電気学会論文誌 C 2001 年 12 月号参照
一柳 勝宏 (正員) 電気学会論文誌 C 2001 年 12 月号参照
松村 年郎 (正員) 電気学会論文誌 B 2001 年 10 月号参照