

短絡電流抑制機能を付加した 高電圧発生電源装置の開発

比嘉 隼・高橋 広樹・ゴーテックチャン・伊東 淳一(長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年、高周波かつ高電圧により発生される電界を用いた、長期保存および高速均一冷凍を目指した冷凍装置用電源が開発されている⁽¹⁻²⁾。この装置では食材を高電界下で置くが、食材の置き方を誤ると、電極間を短絡させて、地絡させる可能性がある。地絡が発生すると電源装置を破壊するおそれがある。

本稿では、電源装置に使用するトランスの漏れインダクタンスを最適設計し、そのインピーダンスを利用して地絡時の短絡電流を抑制する。実験より、通常運転時のトランス 1 次電流が 1.7A に対して、負荷短絡時のトランス 1 次電流は 1.8A に制限され、良好な結果を得たため報告する。

2. トランス漏れインダクタンスの設計法

図 1 に提案する高電圧発生用電源の回路構成図を示す。提案回路はダイオード整流器、フルブリッジインバータ、トランス、共振用コンデンサから構成される。トランスの巻数比を設計し、トランスの漏れインダクタンスとコンデンサの間で直列共振させることで、1 kV、15 kHz の正弦波電圧を出力する。しかし、地絡が発生すると短絡電流でインバータが破壊されるおそれがある。

そこで、地絡時の短絡電流を抑制するため、トランスの漏れインダクタンスを大きく設計する。なお、インバータは方形波電圧を出力するので、漏れインダクタンスのインピーダンスが大きい場合、地絡時のインバータ出力電圧は三角波になる。従って、インバータ出力電圧振幅を V_p 、スイッチング周波数を f_{sw} 、地絡時のトランス 1 次電流制限値を I_{psh} とすると、一次側に換算した漏れインダクタンス l' は(1)式から得られる。

$$l' = \frac{V_p}{4I_{psh}f_{sw}} \quad (1)$$

(1)式を用いることで、追加回路なしで地絡時の短絡電流を抑制し、インバータの破壊を防ぐことができる。

3. 実験結果

実験では、地絡時のトランス 1 次電流を 1.5A に制限するようにトランス漏れインダクタンスを設計した。また、そのほかのパラメータは図 1 中に示している。

図 2 に定常状態における(a) 通常運転時、(b) 地絡時の波形を示す。図 2(a)より、通常運転時は所望の出力電圧 1.1kV を確認した。また、通常運転時のトランス 1 次電流は 1.7A、地絡時のトランス 1 次電流は 1.8A となる。しかし短絡時のトランス 1 次電流の実測値と設計値の誤差が 20% となっている。これは、通常運転時のトランス 1 次電流を制限するために、共振周波数とスイッチング周波数に差を設けていることが原因である。従って、(1)式でトランス漏れインダクタンスを設計することで、地

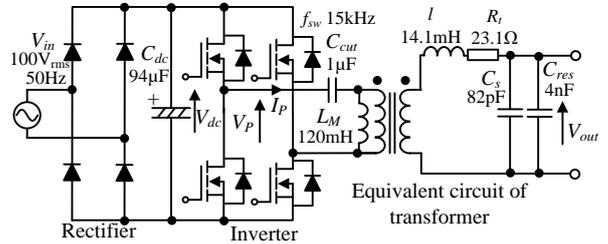
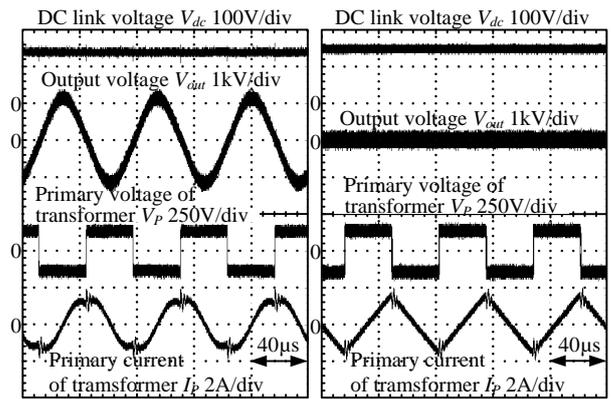


Fig. 1. High voltage power supply.



(a) Normal operation (b) Earth fault state

Fig. 2. Operation waveforms of high voltage power supply at steady state.

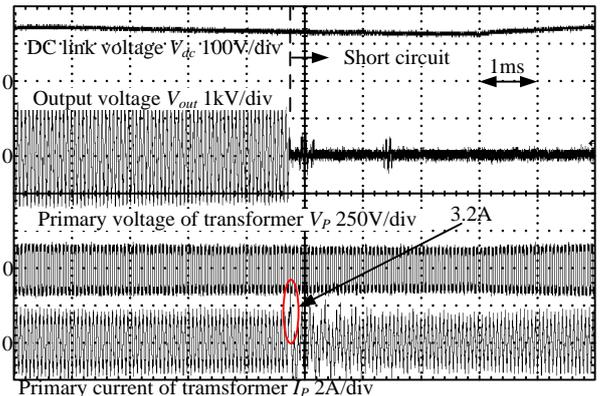


Fig. 3. Operation waveforms of short circuit test at transient state.

絡時の短絡電流を抑制できることを確認した。

図 3 に通常運転から地絡状態に移行した時の過渡応答波形を示す。図 3 から、過渡状態におけるトランス 1 次電流最大値は 3.2A になり、過渡状態でもトランス 1 次電流が制限され、電源装置を破壊しないことを確認した。

今後は電源装置全体の小型化を行うために電源の最適設計を行う。

文 献

- (1) 谷向 一馬, 櫻原 有吾, 伊東 淳一: 電気学会北陸支部連合大会, A-79, (2012)
- (2) 安原 三千良, 杉原 秀: 食品の冷凍保存装置, 特開平 8-256748