17. 高周波共振型インバータを用いた液晶バックライト

誘電体バリア放電ランプと性能評価

藤田堅太郎 谷松弘章 Laknath Gamage 村岡秀和 平木英治 中岡睦雄
(山口大学工学部・電気電子工学科)

1. まえがき

現在、パソコンやカーナビゲーション等に使われている液晶用のバックライトには水銀を使用した蛍光灯が一般的に光源として利用されている。しかし、人体への影響、環境保全環境リサイクルの観点から液晶用バックライトの水銀レス化の必要性が高まっている。水銀レス蛍光灯としてはキセノンガスを利用した希ガス蛍光灯が古くから研究されてきたが、水銀を利用した蛍光灯に比べ光の変換効率が低い。そこで本論文では、希ガス蛍光灯に電力を供給する電源回路として現在一般的に使用されているロイヤ共振型高周波インバータに対して、コストエフェクティブな一石共振型インバータをシミュレーションと試作実験による性能評価から検討している。

2. 希ガス蛍光灯

図 1 に示す希ガス蛍光灯はキセノンなどの希ガスを使用した蛍光灯である。周囲温度に影響されず一定の光量が得られることからコピー、スキャナ等の読み取り用光源に利用される。この放電原理は誘電体バリア放電により説明できる。また、シミュレーション解析においては蛍光灯自身の電氣的等価回路を考えることにより高周波電源回路の解析を可能にしている。

図 1 希ガス蛍光灯

3. ロイヤ共振型高周波インバータ

図 2 に示すロイヤ回路は希ガス蛍光灯に電力を供給する電源回路として一般的に使用されている回路である。この回路の特徴はスイッチングを行うためのトランジスタのベース信号が電力回路から直接送られていることにある。このため、ゲート信号回路を作る必要がなく小型化・低コスト化が実現できる。また、電力(調光)制御方法として PAM (パルス幅変調) 制御方式を用いており、インバータの入力電圧は部分放電を起こす寸前の 12V から定格 28V までの範囲としている。

図 2 ロイヤ共振型高周波インバータ

4. 希ガス蛍光灯駆動用一石共振型インバータとパルス密度変調による調光

図 3 に示す一石共振型高周波インバータは蛍光灯に電力を供給する回路としてその効率及び性能を向上させることを目的とした回路である。回路を見てわかるように部品点数が少なく低コスト化に適した回路であり、一般に電磁調理器、非接触電力給電システムなどの比較的小電力用の電力機器に使用されている。さらにゼロ電圧スイッチング (ZVS) が実現できるためインバータのスイッチング損失の低減化や高周波一石共振型インバータシステム自体の低電磁ノイズ化が図れることになる。なお、パワーデバイスとして MOSFET を使用しており、その電力制御方法には PDM (パルス密度変調) 方式を用いている。

図 3 希ガス蛍光灯駆動用一石共振型インバータ

Performance Evaluations of Dielectric Barrier Discharge Lamp driven by High-Frequency Inverter for Liquid Crystal Backlight K. Fujita, H. Tanimatsu, L. Gamage, H. Muraoka, E. Hiraki, M. Nakaoka

5. 特性比較

ロイヤ回路と一石共振型インバータの特性を試作実験により得られた結果から調光特性を図 4、効率特性を図 5 に示すことにより説明する。

まず、図 4 より調光特性について考える。入力電力の増加に伴いロイヤ回路は非線形的な上昇傾向を、一石共振型インバータは線形的な上昇を示している。このことから調光性能を比較したときに本論文で提案した一石共振型インバータが調光特性において優れていることがいえる。また、調光範囲はロイヤ型が 50～100% であるのに対し一石型は 2～100% となっており、一石共振型は広範囲で且つ滑らかな調光制御を可能とすることが証明できている。

次に、図 5 に示したこれらの高周波インバータ回路の効率特性について考える。図 5 を見てわかるように、効率は全制御領域で一石共振型がロイヤ回路を上回っていることが確認できる。また、不安定な低電力領域以外ではロイヤ型に比べ入力電力の増加に伴う総合効率の減少傾向が少ないこともわかり、パルス密度変調方式の調光制御においては効率が比較的安定であるといえる。なお、定格時における効率はロイヤ型が 79.5% であるのに対し一石型は 95.6% と非常に高い値となっている。

図 4. 調光特性

図 5. 効率特性

6. まとめ

本論文では、スキャナ等の読み取り用光源として使用され、誘電体バリア放電現象により発光する希ガス蛍光ランプの駆動回路であるロイヤ共振型高周波インバータ及び高効率・高性能化を目的として提案した一石共振型 ZVS-PDM 高周波インバータを提示し、両者の特性を比較検討した。その結果、ロイヤ共振型高周波インバータと比較したときに一石共振型 ZVS-PDM 高周波インバータの効率の大幅な改善、入力電力からランプ照度を評価したときの総合効率における優位性を確認できている、さらに電力（調光）制御方式としてパルス密度制御（PDM）を採用することでロイヤ形では実現することができなかった広範囲且つ線形的な調光制御が可能となった。

今後の研究課題としては、伝導性ノイズと放射性ノイズの評価、高周波インバータ設計に際して入力電力に対する光出力を考慮した総合的な変換効率の検討、さらに希ガス蛍光ランプの光出力を増大させるための最適条件の検討などが上げられる。

参考文献

- (1). 王越翔, “エキシマランプ駆動用パルス密度変調制御高周波インバータに関する研究”, 山口大学大学院修士論文 2002
- (2). 田中正明, 八木重典, 田端則一, “V-Q Lissajous 図形を用いた ac-PDP の放電諸量の測定”, 電気学会放電研究会資料 ED-96-274