9. 高周波点灯用蛍光ランプ電極のシミュレーションモデル

御園 勝秀 (東芝ライテック株式会社)

1. はじめに

始動時と点灯時の予熱条件と放電電流は蛍光ランプの電極特性に大きな影響を与え⁽¹⁾、モデルによる解析が望まれる。これまで商用周波点灯のスティックコイル⁽²⁾と小電流高周波点灯のシングルコイル⁽³⁾に対してはモデルが報告されている。今回、トリプルコイルの始動時と点灯時の特性を解析するモデルを検討した。

2. 電極モデル

物性値が等しくなるように 3 次元のトリプルコイルを 1 次元の等価電極に置き換え、この等価電極に対してエネルギー輸送の式を立てた。陰極降下電圧と熱電子電流の関係は実験で求め、図 1 に示す結果を得た。エネルギー輸送の式は文献⁽²⁾⁽³⁾に準じ、入力エネルギーとして Joule 加熱、イオン電流加熱、アノード加熱を、損失エネルギーとして伝導損、放射損、ガス損、電子電流損を考慮した。また高周波点灯では一周期の温度変化が小さい⁽⁴⁾ので、陰極サイクルと陽極サイクルの平均エネルギーを使って計算時間の短縮を図った。

3. 結果と考察

(1) 始動時の特性

定電流予熱において、抵抗から求めた平均温度上昇の計算結果を実験値と比較して図 2 に示す。熱電子電流または平均温度が一定になる条件は、 a, b をパラメータとして $I_{pre} = (a/t_{pre} + b)^{1/2}$ で近似できる。ここで I_{pre} は予熱電流、 t_{pre} は予熱時間である。これは IEC で規定する予熱条件の式⁽⁵⁾と同じ形をしている。

(2) 点灯時の特性

予熱条件を変えたときの電極温度分布をパイロメータでの測定値と比較して図 3 に示す。予熱電圧の増加に伴い温度分布は変化するが、その傾向がモデルでも説明されている。これはイオン電流と Joule 加熱のバランスで説明できる。絶対値については改善が必要である。

図1 熱電子電流と陰極降下電圧の関係

図2 予熱時の温度上昇の比較

図3 点灯中の温度分布の比較

4. まとめ

トリプルコイルを 1 次元の等価電極に置き換え、高周波点灯での始動時と点灯時の電極特性を設計パラメータに対して予測するモデルを検討した。始動時の特性は実用化できるレベルだが、点灯時の特性については改善が必要である。

参考文献

- (1)御園、第 25 回照明学会東京支部大会(1995) #3 (2) Soules, T., et al, J. Illum. Engng. Soc., 18-2(1989) 81
(3)御園、照明学会誌 75-6(1991) 296 (4) Misono, K., et al, LS-7(1995, Kyoto) #19:P (5) 81-IEC-7210

Simulation model of fluorescent lamp electrode for high frequency operation, Katsuhide Misono