揺らぎの光

A Bamboo Light Similar to a Candle Flickering in the Wind

執筆者プロフィール

鈴木 文雄
Fumio SUZUKI

1939年6月生まれ

1999年九州大学大学院システム情報科学研究
科情報工学大学修了 博士(工学)

■主として行っている業務・研究

・システム半導体工学、誘電体ナノアンテナ
の研究

■所属学会および主な活動

電気学会会員、電子情報通信学会会員、京都
西南ロータリー会員活動、経済産業省産業ク
ラスタ計画NPO-EEネット理事長活動

■勤務先

アーベル・システム(株) 代表取締役
(〒610-1143 京都市西京区大原野東境谷町
2-5-9 洛西センタービル5F)

E-mail: fsuzuki@abelsys.co.jp)

1. はじめに

近頃の照明器具は灯りのもととなる光源の材料が多様化してきており、また、デザインの斬新性から光があふれる世紀となった。特に先進国における「照明」への要求は高度化し続けていると言ってもよい。当社はシステム半導体の専門会社であるが、今後の要素技術の確立として、炭素を研究する機会を得た。上記のような背景から、その成果を照明の分野で残すこととし、「風に揺らぐ竹フィラメントランプ」の試作を行った。このランプは京都清水寺の春の行事「夜の特別拝観」に展示する機会を得ることができた。エジ

ソンが発明した白熱電球と同じく竹をフィラメント素材に使い、現在の半導体技術と先端技術を駆使して、風に揺らぐロウソクのように燃える灯りにこだわり、これを忠実に再現しようとしたものである。京都是文化財が多く、このランプを用いて建物を火災から守る一助になれば幸いである。

2. 揺らぎの原理

本ランプはフィラメントを機械的な振動与えて、ロウソクのような動きをさせるわけではない。以下にその原理を説明する。

2.1 一次光の振動

光を加えていくと最終的には「白」となる。これを加色混合と言う。人間の眼はこの白(以下輝度と言う)が多くなると、ほのかな光の振動に鈍感になり明かり(灯り)の変化を感じなくなる。実験の結果、茶室や寺院の燭台のロウソクとその周囲の明るさからそれに相当する電力は白熱球で約10~20Wの示す明るさが適当であることが判明した。従って、10~20Wに振動中心の明かりを定め、その中央値を中心に微弱な明かりの変化が発生するように電球への電圧、または電流の変化を与えて光源の振動とした。

2.2 二次光の振動

一次光の変化だけ、すなわち、裸電球の明かりのみの変化をさせても光の揺れは発生しない。揺れは人間の眼から立体像の視野角に入った変化の差で弁別しているわけで、何らかの変化が必要である。立体視野角Aとその隣の立体視野角A+ΔAには、色や輝度のこう配(差)が発生しなければならな

い。色彩工学上、色の弁別(Color Discrimination)および輝度弁別(Luminance Discrimination)の理論が必要であるが、ここでは省略して、簡単に実験から求められることを示す。すなわち、いろいろな和紙を電球の前に置き、電球の輝度の変化を和紙を透していちばん揺れが感ずる「電圧」と「和紙」を選抜する。個人差もあるので数人の評価が必要である。和紙は繊維の並び方がランダムで光の透過率に対して小さな面積でも非線形の透過率を示し、これが立体視野角に輝度や色の変化値を与え、人間の眼には近くの明かりと遠くの明かりの刺激値として入り、揺らぎを検出することができる。ちなみに透過度が線形な材料には揺らぎは発生しない。

3. 竹フィラメントの開発

次は竹フィラメントの開発である。フィラメントの炭化作業と電気素子としてのフィラメントに分けられる。

3.1 炭化作業

この作業には、竹の種類、竹の使用部位、産地地域別、乾燥別などの選択作業から始まり、釜の開発、温度の上げ方、釜の蒸気の排気や時間の関係、竹繊維の加工方法との整合など、幾多の組合せが必要である。所定の電気抵抗値になるように炭化させる。

3.2 フィラメント素子としての加工

このようにして炭化した竹フィラメントは直径が約0.3~0.5mm、長さ約25mmの寸法である。フィラメントは両端で支持する必要があるため、高温発熱体と銅線の合金の支柱部で炭素と金属の間で電気抵抗や化学変化が

図1 竹フィラメントランプ（電球）

図2 「風に揺らぐ竹フィラメントランプ」行灯本体

図3 「風に揺らぐ竹フィラメントランプ」の清水寺「夜の特別拝観」での展示

発生し信頼性が著しく損なわれる。これを防ぐために炭素のすきまと金属表面に特殊な加工を施し、接触抵抗を低くし、振動を吸収する機構を取り付けた。また、フィラメント全体とガラス球内の気体との反応を少なくするための表面加工を行った。図1に竹フィラメントランプ（電球）を示す。

4. 試作品の評価

試作品はエクステリヤ製品として、

野外据置型とした。50台を試作し、清水寺の展示する機会をえた。図2に「風に揺らぐ竹フィラメントランプ」行灯本体を、図3に清水寺での展示を示す。「揺れる灯り」としては目標を達成することができた。また単体の電球としての信頼性2000時間以上を達成することができたが、野外据置の防水加工による内部温度の放出の問題や、現地の設置条件による機器サイドの保護など解決すべき問題が発生した。

5. おわりに

揺れの原理は本件で立証することができた（特許申請済）。今後は価格と信頼性をさらに向上させ、京都の伝統と伝承を守りながら、地元産業に少しでも貢献できれば幸いである。

今回の開発にご支援をいただいた京都大学、京都市の関連機関など多くの皆様に本紙を借りて、厚く御礼を申し上げます。