3. 鉛フリーガラスを用いた電球ステム部の封着性の検討

安宅とも子 中川茂一 猪飼泰博
(松下電子工業 (株))

1. はじめに

近年、地球環境保護という観点から、ランプにおいても環境負荷物質である鉛を含む鉛ガラス（以下 L）の全廃が重要な課題である。我々は今回一般電球に鉛フリーガラス¹⁾（以下 LF）を適用した際のガラスと酸化銅被覆ジュメット線との封着性、および LF と電球バルブに用いるソーダガラス（以下 S）との封止信頼性を確保するために種々の検討を行ったので報告する。

2. ガラスとジュメット線との封着状態の検討

表 1 ガラスとジュメット線封着性評価

ガラスとジュメット線の封着性に関してはジュメット線表面の酸化物層がガラス中へ十分拡散していないとリークすることが知られている。そこで LF および L とジュメット線の気密性について検討した。各ガラスで、加熱時間は一定で温度を変え封着を行った。ジュメット線表面の酸化物層の拡散状態は EPMA により評価した。その結果を表 1 に示す。表 1 より、L は低温でも銅拡散量が多いのに対し、LF は低温では銅の拡散層は認められなかった。また、L, LF いずれも高温では銅がガラスの各部に散在してしまうため、ジュメット線周囲の拡散層は認められなかった。ジュメット線の最表面には Cu_2O （赤）の酸化被膜が施されているが、これが加熱により徐々に酸化され CuO （黒）へと変化していき、ガラス中へ拡散していく。L の場合鉛に還元性があるために、比較的低温でもガラスへの拡散が進むが、LF には還元を促進する成分がないため、低温では銅の拡散が進まず、リークが起こりやすい。このことから LF では加工時の温度範囲を L の場合より狭くすることにより、リーク不良が低減することができた。

ガラス	封着温度 (°C)	ジュメット線状態	Cu 拡散領域 (μm)
鉛	936	小豆赤	23
	980	黄金	56
	1000	黒	0~20
	1100	黒(泡発生)	0
鉛フリー	923	小豆赤	0
	987	黄金	25
	1040	黒	0

図 1 各ガラスの熱膨張曲線

3. バルブとステムガラスとの封着性の検討

異種ガラスを接合する場合、両者に発生する歪みが大きいと接合界面の割れが発生する。そこで、両者に発生する歪みを図 1 に示す熱膨張曲線により考察した。S と L の封止加工の場合は、温度が次第に下がって S のガラス転移点（以下 T_g : 532°C）になっても L は十分柔らかく、S の収縮に L が追従できるため両者に歪みは発生しない。さらに温度が下がって、L の T_g (450°C) になった時は L の変位量が S とほぼ等しいため歪みが殆どない。以上の理由から封着部での割れが発生しない。一方、LF の場合は S の T_g で既に LF の硬化が始まっており、S 側の収縮に追従しにくく、引張り歪みが発生する。また、LF の T_g (498°C) では S の変位量と差があるために歪みが発生する。したがって LF では封着時の割れが発生しやすいことがわかった。以上のことより、LF と S の封着の場合は、加工時に LF 側の温度降下のタイミングを遅らせることにより、歪みによる割れを低減することができた。

4. まとめ

以上、ガラスの化学的および物理的な特性から、最適な加工条件の検討を行った。その結果、LF とジュメット線の封着信頼性は加工温度範囲を狭くすることにより保つことができた。また、ガラス同士の封着については、封止後の冷却過程に発生する歪みを考慮した加工条件に設定することで封止時の割れを低減することができた。

参考文献 1) 笠井：照明学会誌, vol.84, No.3, p152(2000)

Evaluation of the incandescent lamp sealing made of lead free glass.
Tomoko Atagi, Shigekazu Nakagawa, Yasuhiro Ikai.