

ハイブリッドランプヒーターの開発

倉田 征治 (くらた せいじ) メトロ電気工業株式会社 技術部 課長

要約 赤外線ランプヒーターは発熱体にタングステンを使用したものと、カーボンを使用したものの2種類があります。この2種類のランプヒーターはそれぞれ真逆の特徴を持っているため、仕様条件に合わせて選定されています。よってそれぞれの特徴を併せ持ち、使用範囲が広いヒーターを開発するため、タングステンとカーボン、2つの発熱体を使用した『ハイブリッドランプヒーター』を開発しました。

1. 発表 各種ランプヒーターの特徴

ランプヒーターの代表特性

近赤外線ランプヒーター (弊社商品名:ハロゲン、コルチェヒーター) 中赤外線ランプヒーター (弊社商品名:“ピュアタンヒーター”)

- 発熱体:タングステン
- フィラメント温度:1500~2900°C
- 立ち上がり:0.1s
- 放射率:20~40%

- 発熱体:炭素
- フィラメント温度:約1100°C
- 立ち上がり:5s
- 放射率:85%

	タングステン	優位性	カーボン
放射領域	可視~近赤外線	(用途による)	中~遠赤外線
立ち上がり	1sec以下	>	5sec程度
突入電流	有り(7~10倍)	<	無し(60%程度)
設計自由度	◎	>	△

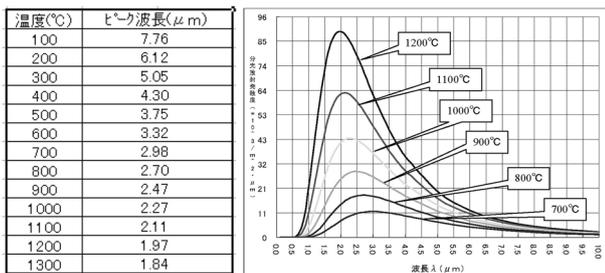
【スライド1】

【スライド1】ハイブリッドランプヒーターの開発について発表致します。まず、発熱体の種類と特徴です。ランプヒーターの特性について、赤外線ランプヒーターはランプの名のとおり、光源が不活性ガスとともにガラスに封入されているヒーターです。光源(発熱体)の材質によってタングステンヒーターとカーボンヒーターの2種類に大分することができます。それぞれのランプヒーターは【スライド1】に示す特徴があります。

放射量は発熱体の温度に比例する。

$$\lambda_{\text{ピーク波長}} = 2898 / T [\mu\text{m}] \quad T: \text{光絶対温度} (^{\circ}\text{C} + 273)$$

最大エネルギー波長は、ウィーンの変位則により、一定の関係があります。



【スライド2】

【スライド2】放射量は発熱体の温度に比例します。発熱体の温度と放射領域の関係です。

発熱体温度に比例して、ピーク波長は短波長側に移動します。また、それ以外の波長領域の放射量も増加します。上記グラフのとおり、発熱体温度が高くなるほど、遠赤外線領域が多量に放射されます。

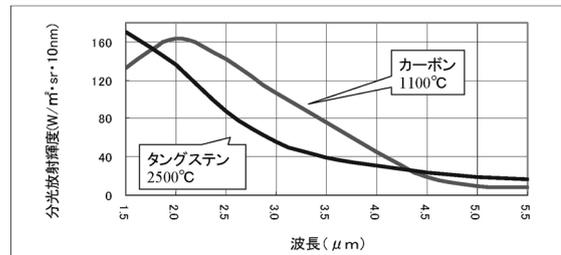
放射率とフィラメント温度の関係

ステファン・ボルツマンの法則により、放射率とフィラメント温度は反比例する。

$$P = \epsilon \cdot \sigma \cdot (T1^4 - T2^4)$$

ε:放射率 T1:光源絶対温度 T2:非加熱物絶対温度

発熱体	フィラメント温度	放射率	赤外線波長領域
タングステン	~2900°C	20~40%	可視~近赤外線
カーボン	1100°C	85%	中~遠赤外線



【スライド3】

【スライド3】放射率とフィラメント温度の関係

放射率は完全黒体を100%としたとき、発熱体の放射割合を示すものです。シュテファン・ボルツマンの法則により、放射率と温度は反比例の関係にあります。

$$P = \epsilon \cdot \mu \cdot T^4 \quad (\text{W} / \text{m}^2)$$

…シュテファン・ボルツマンの法則より

このことから発熱体が加熱したとき、放射率が高いほど放射としてエネルギーを失いやすく、発熱体の温度は上昇しにくい傾向にあります。逆に放射率が低いほど放射としてエネルギーを失いにくいいため、発熱体の温度は上昇します。発熱体温度(フィラメント温度)と放射率は表の通りです。