

赤外線乾燥用電球の特性

中原富士朗*

Characteristics of Infrared Ray Lamp

By Fujio Nakahara

Mobara Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The wave length of radiation of infrared ray lamps is determined by the spectral transmission character of bulb glass, and is usually distributed between 0.3 and 4.5 μ . The absorptivities of most materials are 40~90% in this wave length range, and generally increase their value in a longer wave length range. But such sources which radiate in longer wave length range, as electric heaters and hot pannels, have far lower radiante ficiency and other inconvenient characteristics in many cases, heating and drying by infrared ray lamps have much higher efficiency than other infrared radiators.

Considering the cases where it is attempted to increase the furnace temperature to get higher efficiency by decreasing convection loss or to get higher drying or heating temperature, the thermal endurance of the lamp becomes one of most important characteristics of infrared ray lamps.

The Lamp can have better thermal endurance by improving the manufacturing processes and materials and also by increasing the radiant efficiency with proper design.

[I] 緒 言

最近赤外線乾燥法の普及は非常に目覚ましいものがある。その原因は主として赤外線乾燥法が乾燥時間の短縮、乾燥仕上りの品質の向上等に於て従来他の乾燥方法に比し格段の進歩を可能ならしめたことにある。即ち特にすぐれた赤外線電球の出現は、赤外線乾燥装置の改善を促し乾燥能率を向上させたばかりでなく、装置全體を簡便低廉ならしめ、且つその取扱調節を極めて容易にした。

日立製作所に於ても赤外線乾燥用電球に就いて久しく研究を進めて来たが先年よりその量産を開始し、社内外の使用実績も幸い所期の効果を挙げつゝある。以下その設計研究の経験にもとづき赤外線乾燥用電球の性能特長の概要を御紹介することにする。

[II] 赤外線電球の輻射波長

赤外線乾燥法といえども物體を加熱して物體に含まれている水分その他の蒸發物を蒸發除去するという點に於ては他のあらゆる乾燥法と全く同じである、但し殆どすべての乾燥方法が對流による傳熱を以て被乾燥物體加熱の主なる手段としているのに對して、赤外線乾燥法は輻射線を物體に吸収せしめることによつて加熱を行う點が著しい特長である。

従つて赤外線乾燥法に就いては加熱能率の點に於て被乾燥物體の輻射線に對する吸収率が先づ問題となる。若し各種の物體が可視光線に對する場合と同様に赤外線に對しても吸収率に波長選擇性を示すならば、傳熱能率増加のためには赤外線源の最大輻射波長を被乾燥物體の種類によつて變えなければならぬことになる。しかし實際には一般の被乾燥物體が顯著な波長選擇性を示すことは極めて稀であつて、輻射波長選擇の問題は一般に無視

* 日立製作所茂原工場

されている。この事は後に記す様に赤外線電球には波長選擇の自由が極めて少い點からは好都合である。もし一般物質が赤外線波長域に於て著しい波長選擇性を示していたとすれば赤外線電球の應用範圍は極限されたものになつたであらう。

赤外線の吸収率は同一物質に於ても表面の状態によつて色々に變化するものであり、又吸収率の測定そのものも困難のために實際の物體に關する信頼度の高い測定結果は極めて少ない。第 1. 2 表に吸収率の一例を示して

第 1 表 塗 裝 面 吸 收 率
Table 1 Absorptivities of Enameled Surfaces.

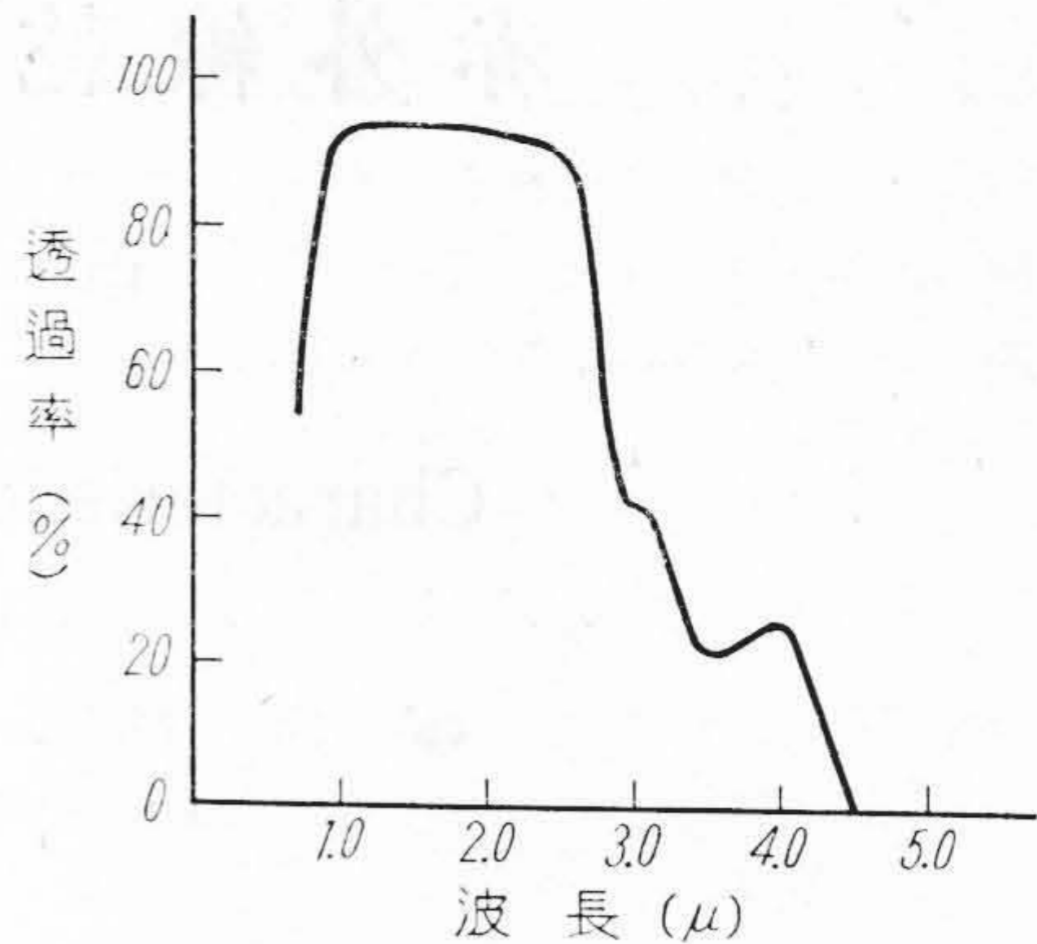
黒 色 エ ナ メ ル	87%
カ ー ボ ン プ ラ ッ ク	78%
灰 色	78%
ク ロ ー ム 緑	73%
ク ロ ー ム 黄	50%
白 色	46%
酸 化 チ タ ン	38%

第 2 表 表 面 色 と 吸 收 率
Table 2 Absorptivities of Colored Surfaces.

黒	90±5%	緑、青	70±5%
赤	65±5%	黄	55±5%
灰	70±5%	白	40±5%

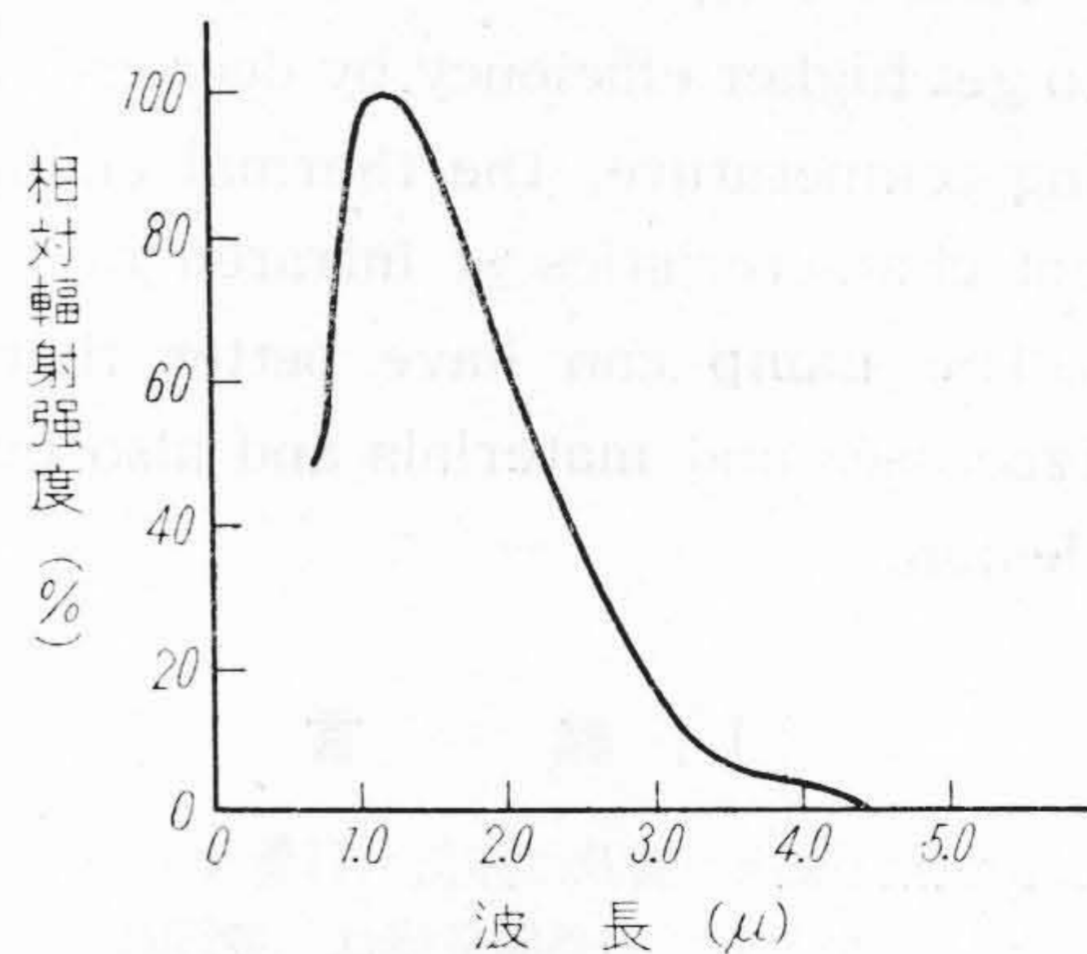
あるが、一般に赤外線電球の輻射する近赤外線に對しては可視光線全域に對する平均値を用いて實用上大差が無い様である。尙輻射線の波長が長くなる程吸収率を増加する物質が多く、波長 10 μ 前後の遠赤外線に對しては最も吸収率の低い白色物質も大體 90% 前後の吸収率を示すといわれている。一方次に記す様に赤外線電球にあつては波長 3 μ 以上の赤外線輻射勢力を大きくすることは困難である。従つて吸収率の點のみから言えば赤外線電球よりも長波長の輻射を行う他の輻射源、例えば加熱パネルや電熱線等が良いわけであるが、それ等の輻射源は何れも赤外線電球と比較して輻射能率が格段に低く設備複雑、保守困難である。

赤外線電球の輻射波長は輻射源として用いられているタングステンフィラメントの温度と、バルブガラスの透過率の波長特性によつて決定される。一般にガラスは極めて特殊なものを除けば、葦外線を遮斷すると共に、赤外線に對しても波長 2.5 μ 以上に於て透過率を減少し、波長 4.5 μ 以上は遮斷するものである。(第 1 圖参照)、一方タングステンフィラメントの温度輻射の波長域は遙かにひろがつているので、赤外線電球といえどもその輻射波長範圍は一般照明用電球と全く同じであつて、ガラ



第 1 圖 硬質ガラススペクトル透過率例
Fig. 1 An Example of Transmission Power of Hard Glass.

スの透過波長範圍 0.3~4.5 μ と一致する。但し赤外線電球の場合には後に記す様に一般照明用電球と比較してフィラメント温度を低く設計してあるので、(色温度 2,300°K~2,500°K) 全輻射束中赤外線輻射勢力の占める割合は照明用電球に於けるよりも大きい。第 2 圖はフィラメント色温度 2,450°K の日立赤外線電球 RR 100 V-250 W 型のスペクトル輻射分布を示す。



第 2 圖 日立赤外線電球 RR-100 V-250 W のスペクトル輻射分布
Fig. 2 Spectral Radiant Energy Distribution of the Hitachi Infrared Ray Lamp. (RR 100 V-250 W)

尚バルブガラスとしてセレンガラス、銅赤ガラス等の赤色ガラスを用いたものが市販されているが、これは赤外線電球の輻射線中に當然含まれる短波長可視光線が被乾燥物質の色素を褪色せしめる様な特殊な場合に於のみ有効であつて、(例えば青海苔の乾燥)一般用としては赤ガラスは無色ガラスと比較して輻射線の吸収損失を増すので好ましくない。

[III] 赤外線電球の輻射能率

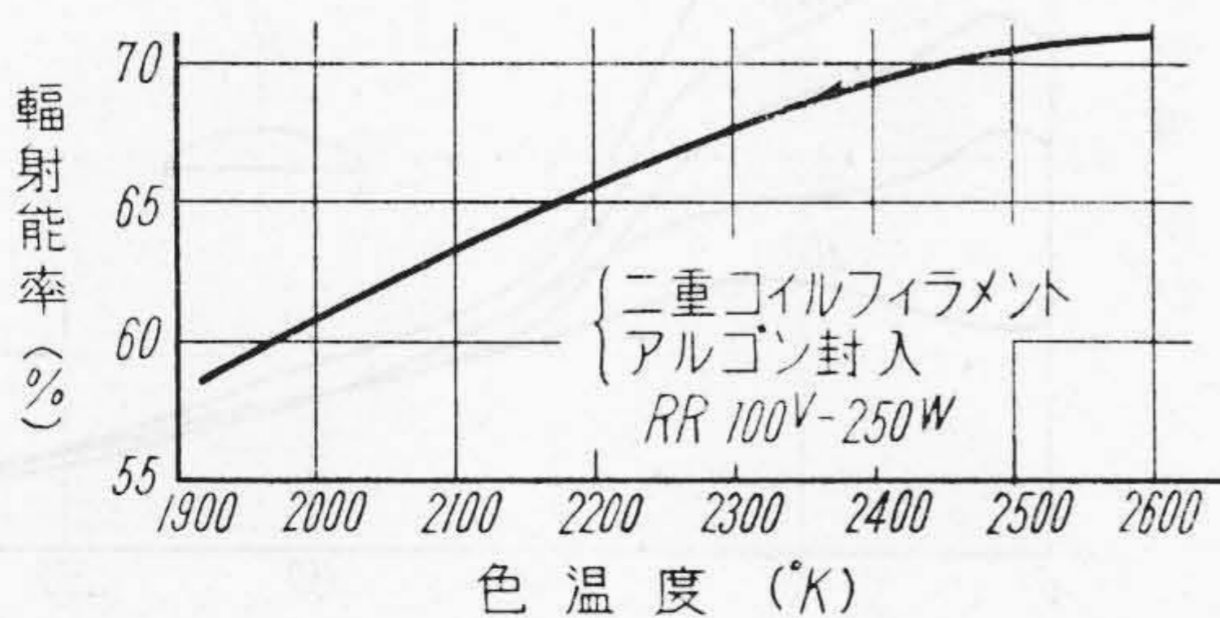
1. フィラメントの設計 赤外線電球の輻射能率の大小は直接赤外線輻射強度の大小に係ると共に、後に記す様に電球の耐熱性にも影響するので、輻射能率は赤外線電球の特性中最も重要な項目の一つである。赤外線電球に於てこの輻射能率を決定する最大の要素はフィラメントの設計であるが、その設計に當つては次の各項を考慮しなければならない。

(1) 先に記した様に電球バルブは波長 $0.3\mu\sim 4.5\mu$ の範圍の輻射線のみを透過するので輻射能率を高めるためにはフィラメントよりの輻射線中この波長範圍の輻射線勢力の占める割合を極力大ならしめる様にフィラメント温度を選ばなければならない。タングステンフィラメントの實用温度範圍($1,800^{\circ}\text{K}\sim 3,000^{\circ}\text{K}$)に於ては $0.3\mu\sim 4.5\mu$ の波長範圍の輻射勢力割合はフィラメントの温度の上昇と共に増加するが、その變化は可視光線の場合と比較すれば遙に緩慢である。

フィラメントの冷却損失を少くするためにはバルブ内を真空にすることが望ましいが、フィラメントの消耗を少くするため止むを得ず照明用電球と同様にアルゴン、又は窒素を封入しなければならない。この封入ガスによる冷却損失を減少せしめて電球の温度上昇を少くし耐熱性を高めるためにもフィラメント温度を高めて單位面積當りの輻射密度を増し、フィラメントを小型にして冷却表面積を減少せしめることが必要である。

(2) 逆にフィラメント温度の上昇はフィラメントの蒸發速度を増し斷線壽命を低下せしめる。例えばフィラメント温度1%の上昇は輻射能率に對して約0.2%の増加を可能ならしめるに過ぎないが壽命は約8%低下する。

以上記した様にフィラメントの温度決定に當つては互に相反する條件を考慮しなければならないが、日立赤外線電球に於てはフィラメント色温度を $2,450^{\circ}\text{K}$ に選定し且つ二重コイル構造として封入ガス冷却損失等を減少



第3圖 フィラメント温度と輻射能率 (C.C. フィラメント、A封入)

Fig. 3 The Relation between Radiation Efficiency and Filament Temperature. (C.C. Filament Argon-sealed)

せしめて輻射能率、壽命の兩方について満足な結果を得ている。

2. 赤外線電球の輻射能率 次に輻射能率に就て數值的に検討して見よう。赤外線電球の入力を W_{IN} 、輻射出力を W_R とすれば、その間には次の(1)式が成立する。

$$W_R = W_{IN}(1 - l_G/100 - l_T/100)(1 - A_B/100 - \alpha_{Al}A/100) \dots \dots (1)$$

但し

l_G ; 封入ガスによるフィラメントに於ける冷却損失%
 l_T ; アンカー、導入線によるフィラメントに於ける冷却損失%。

A_B ; バルブの葦外線、長波長赤外線吸収による輻射損失%

A_{Al} ; 輻射線を必要方向に集中せしめるためのアルミニウム反射膜、磁製遮熱板其の他の吸収率%。

α ; フィラメントよりの全輻射束中反射膜により反射されて後照射される輻射束の割合。

$(1 - l_G/100 - l_T/100)$; フィラメント入力中フィラメントより輻射される勢力の割合。

$(1 - A_B/100 - \alpha_{Al}A/100)$; フィラメントよりの輻射勢力中實際に電球より輻射される輻射線の割合。

第3表には日立赤外線電球 RR 100 V-250 W 型に就

第3表 各種損失%

Table 3. Various Loss Factors.

l_G	l_T	A_B	A_{Al}	α
8	2	12	12	0.8

ての以上の大體の數値を示しているが、この數値を用いて輻射能率を計算すれば、

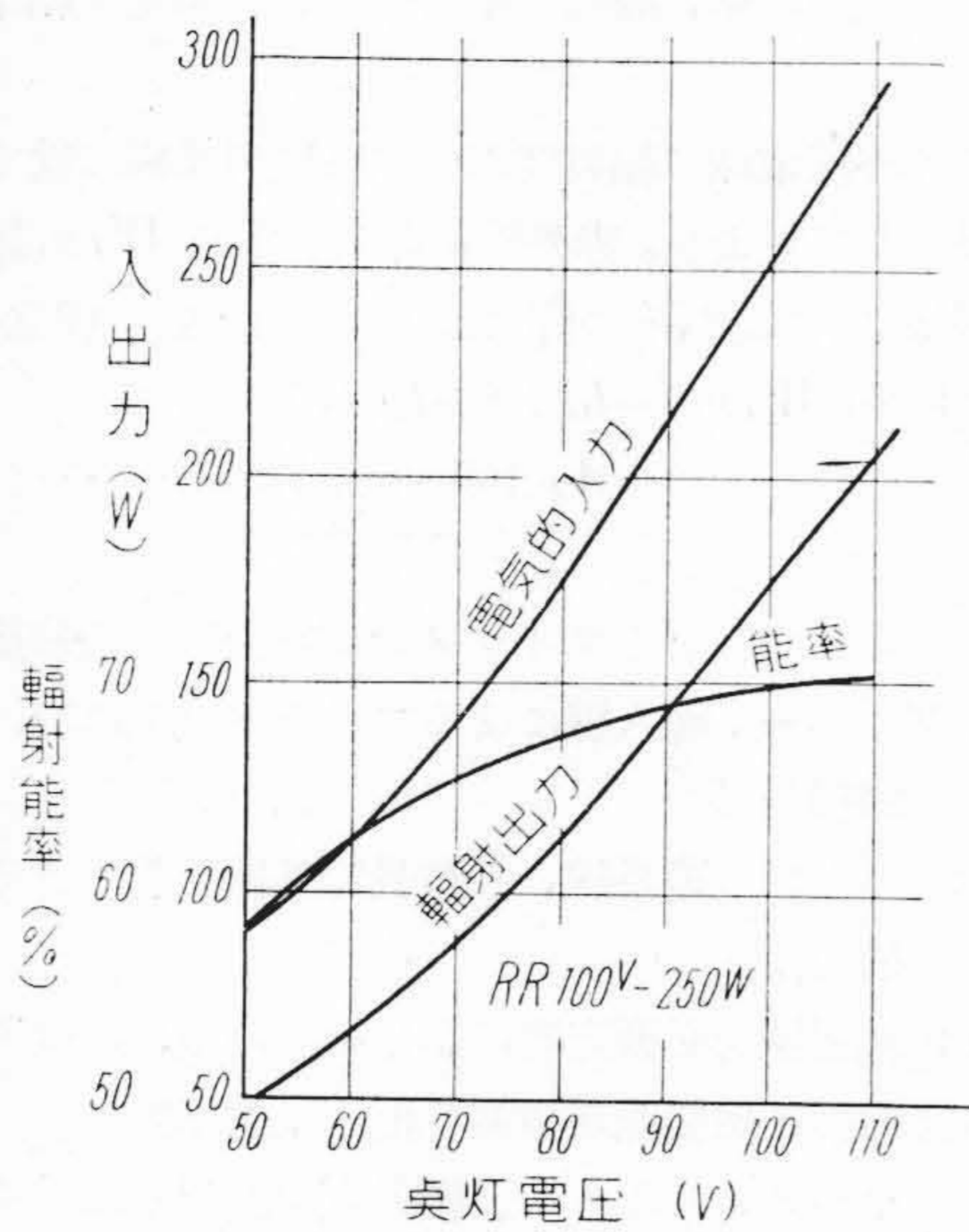
$$\eta = W_R/W_{IN} \approx 70\%$$

となり。實測の結果と略一致する。

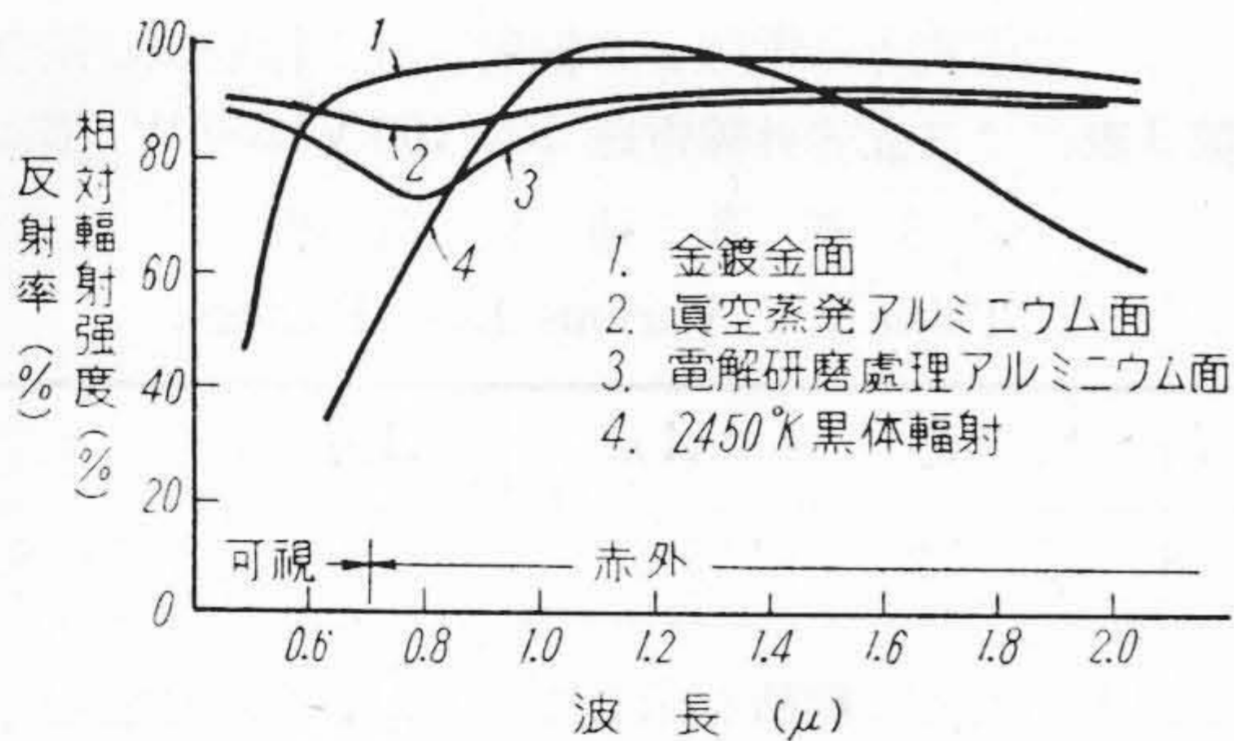
第4圖は日立赤外線電球 RR 100 V-250 W 型について得た電壓と輻射能率との關係を示す。

尙この輻射能率が80%に近い値を測定値として卷間に發表しているのを見受けることがあるが、70%の値が二重コイル、アルゴン封入の最善の形式から得られたことから考へて測定方法等の誤りによつて得られたものと想像される。

3. 赤外線電球の輻射指向特性 赤外線電球には輻射線を被乾燥物體に集中せしめるため、適當な形状のバルブ内面に反射膜を形成した反射型と、電球は透明のままとし、これとは別に反射笠を附屬せしめた分離型とがある。この様に反射面を用いて被乾燥物體に輻射線を集中せしめ得ることは、赤外線電球の一つの特長であつて、その乾燥能力を高めるため有効である。



第4圖 放射能率と點灯電壓
Fig. 4 Radiant Efficiency at various Lamp Voltages.



第5圖 赤外線反射面のスペクトル反射率
Fig. 5 Spectral Reflective Power of Infrared Reflective Surfaces.

兩者共に反射用物質としては一般にアルミニウムを使用しているが反射型は眞空蒸発法により、分離型は電解研磨處理により、共に極めて反射率の高い表面を得ている。第5圖はこれ等の反射面の反射率を示す。

反射型分離型の長短を比較すれば次のようになる。

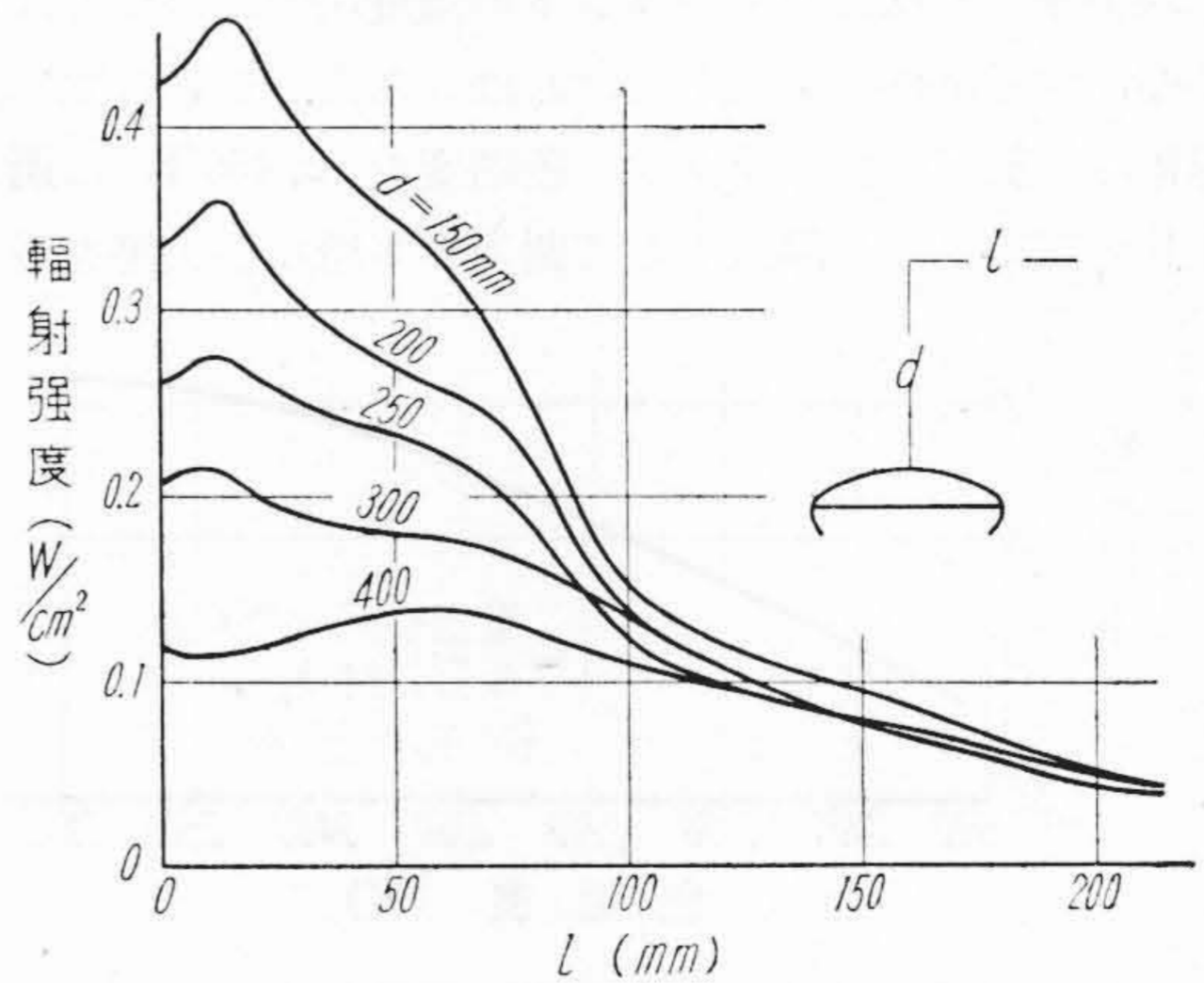
- (イ) 反射面の形状、反射率の點で反射型が有利であつて、反射型は分離型よりも放射能率が高い。(約 10%)
- (ロ) 放射指向特性は反射型が鋭く、大なる放射強度を必要とする場合には便利である。
- (ハ) 分離型の反射笠は乾燥器内の蒸發物附着等によつて汚れ、反射率が低下し易いので、之を防止するため屢々手入を行う必要がある。
- (ニ) 電球そのものに就ていえば、反射型は分離型より高度の製作技術を必要とする。製造技術の低い場合に

は外觀的には異常を認めない時にも耐熱性、放射能率等に顯著の低下を生ずる。

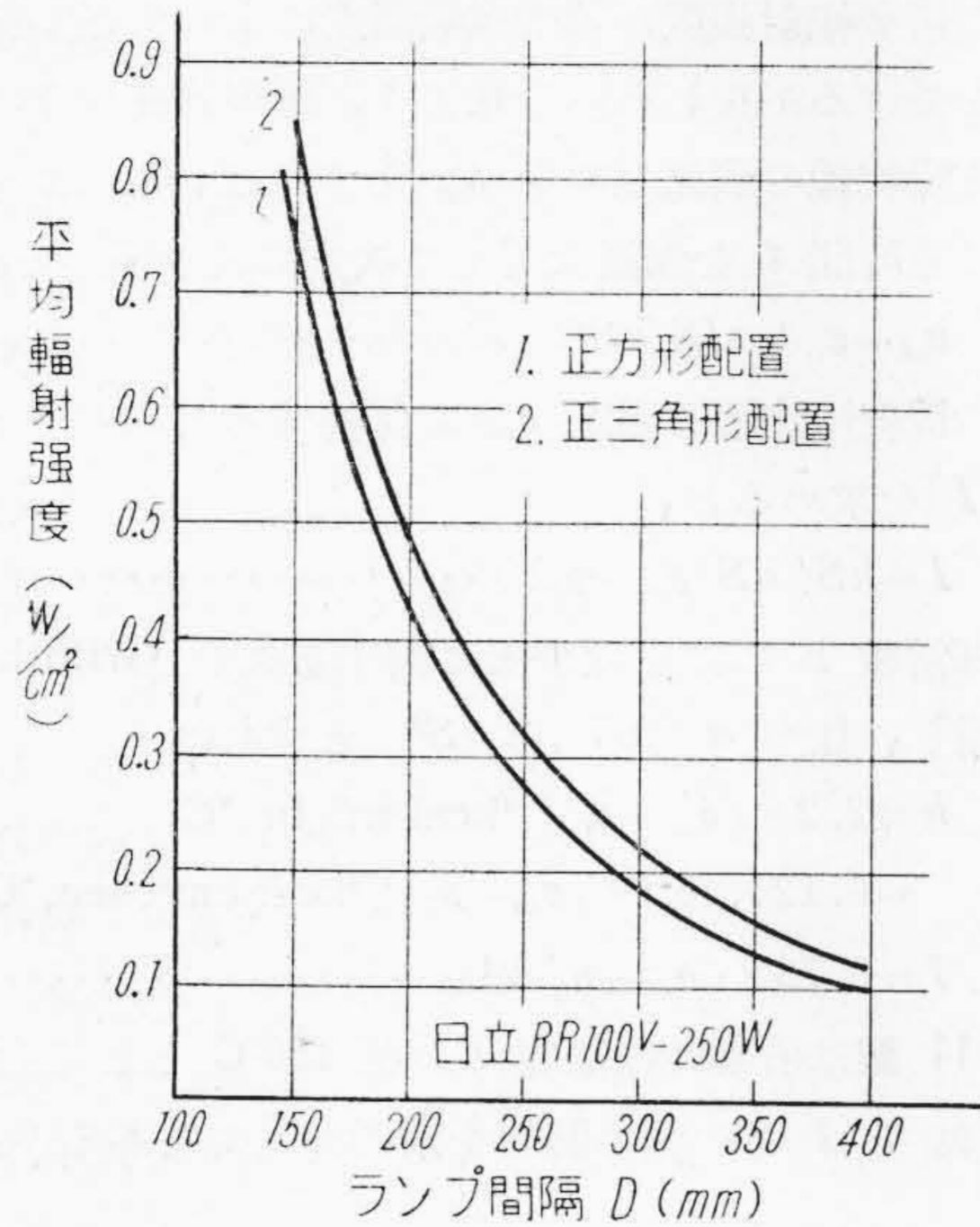
(ホ) 分離型は反射笠が高價であるためその價格は反射型の約 2 倍になり設備費が高くなる。しかし電球そのものの單價は分離型が反射型の 1/2 であるから補修費は安い。

以上の比較の示す様に製造技術の改善によつて耐久力の問題を解決すれば反射型が優つている。日立赤外線電球 (RR 100 V-250 W 型) は反射型である。

反射面を用いて放射線を必要方向に集中せしめる場合に問題となるのはその集中せしめる程度、即ち放射指向特性である。理想的には電球前方の或範圍内で放射強度が一定であつて、その範圍外には散亂放射線が無いという様に出来ればよいわけであるが、この様な特性は實現不可能であつて、指向特性を鋭くすれば散亂損失は減少するが放射強度の不均一性は増し、逆に指向性を平坦化すれば散亂損失が増加する。指向特性改善のためバルブ内面を艶消にしたものがあるが、この艶消によつて放射指向特性曲線中の小凸凹が消失する反面、バルブの機械的強度が低下し、又耐熱性及び機械的強度の大きい硬質ガラスの使用が困難となる缺點がある。實際問題として高能率乾燥器に於ては各電球より直接放射された放射線及び器壁反射板よりの反射放射線等が互に重疊して、器内は放射強度の殆ど一定な放射線霧圍氣を形成しているので電球 1 コ 1 コの指向特性の鋭鈍は殆ど問題とならない。かえつて物體の形状、特にその表面の向きが物體表面温度不均一の原因となる場合が多い。指向特性の問題となるのは、小規模の靜止形乾燥器によつて熱傳導度の低い物體を乾燥する場合のみである。日立赤外線電球



第6圖 ランプ軸に垂直な平面内の放射分布 (日立 RR-100 V-250 W)
Fig. 6 Radiant Energy Distribution in the Plane perpendicular to the Axis of Lamp.

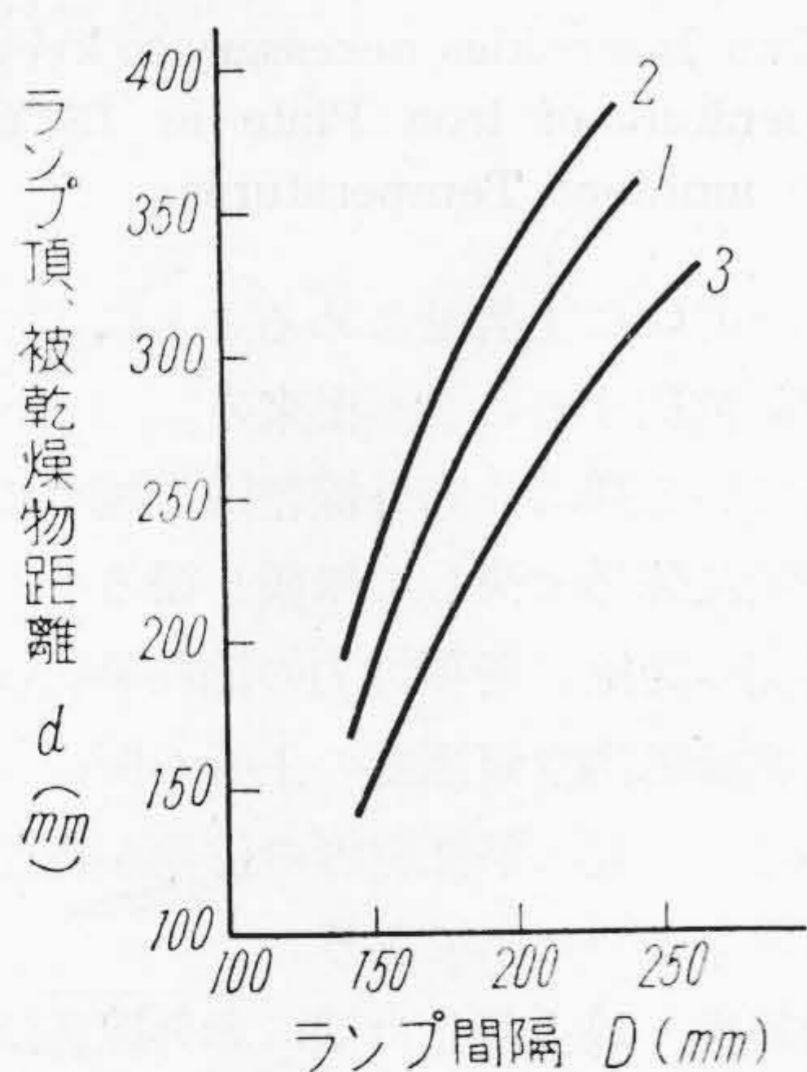


第7圖 ランプ間隔と平均輻射強度
Fig. 7 Radiant Intensities at various Arrangement of Lamps,

(RR-100 V-250-W) は輻射線の散亂損失減少に重点をおき比較的鋭い指向特性を有しているが、(第7圖) 尙第8圖はこの電球を用いて均一な輻射強度分布を得るための電球バルブ頂被乾燥面間距離と電球間隔との関係を示している。

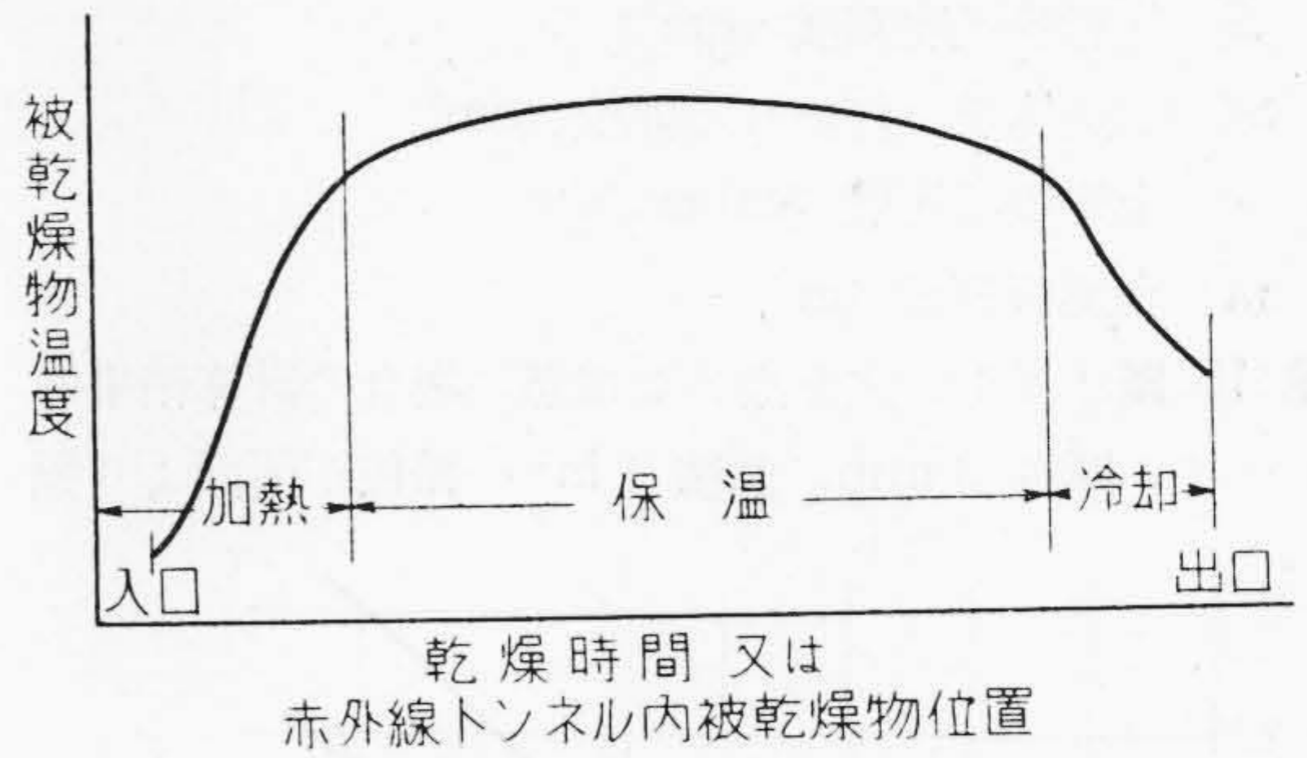
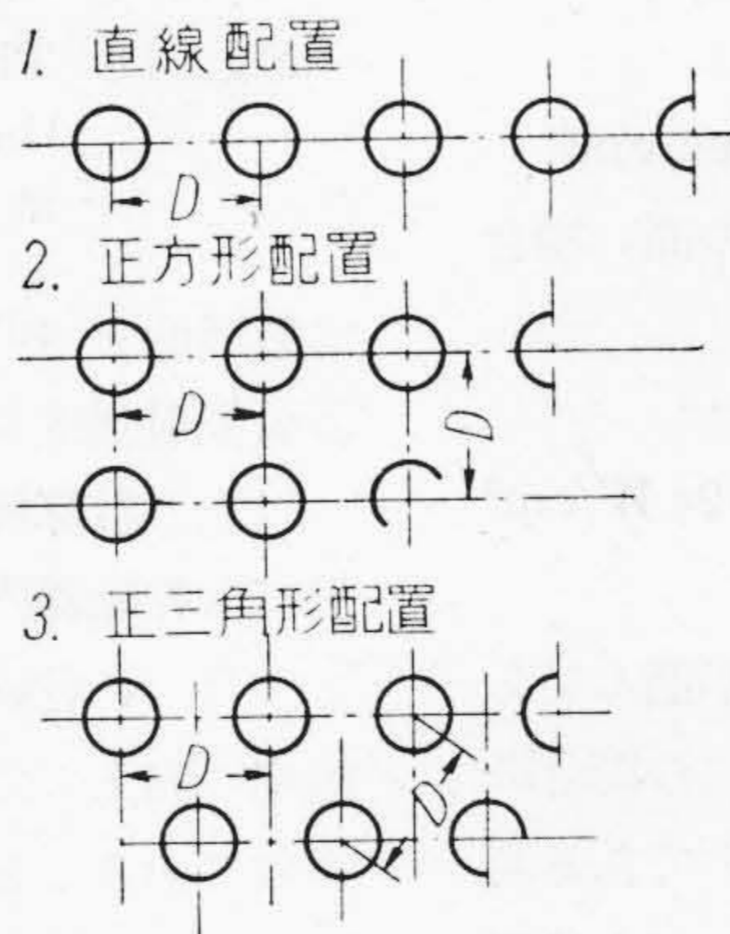
[IV] 赤外線電球の耐熱性

1. 赤外線による加熱 赤外線電球の耐熱性に就て検討を加える前に輻射線による加熱に就て簡単に考察する



第8圖 輻射強度を均一ならしめるためのランプ間隔ランプ頂被乾燥物距離の関係

Fig. 8 The Distance between the surfaces to be heated and the Bulb Tops of the Lamps to obtain uniform Radiant Intensities at various Arrangement of Lamps.



第9圖 被乾燥物體の温度経過
Fig. 9 The Process of Heating in the Infrared Furnace.

ことにする。

赤外線乾燥器内に於ける被乾燥物體の温度経過は大體第9圖に示す様になる。即ち被乾燥物體は先づ強い輻射線照射を受けて乾燥最適温度迄出来るだけ急速に加熱され次に適当な照射の下でその温度に一定時間保持され、最後に乾燥器を出る前に徐冷される。この最後の冷却過程は省略されることも多い。

以上の過程の中先づ加熱の場合であるが、赤外線による加熱の最大の特長は大きな傳熱速度が極めて容易に得られることである。例えば RR-100 V-250 W 型では第8圖に示される様に $0.9 W/cm^2 = 0.215 cal/cm^2 sec$ 迄の傳熱速度が得られるが、この値は對流傳熱の場合に比べて極めて大きい。しかし物體の温度上昇について見ればこれは輻射線の強さのみによつて定まるものではなく、乾燥器内空氣の對流傳熱の影響を避けることは出来ない。以下金屬板加熱の計算例によつて對流の影響を検討して見よう。簡単のために金屬板は薄くその中の温度分布は均一であり、金屬と乾燥器内空氣との間の對流傳熱量は兩者間の温度差に比例するとすれば、金屬板温度 θ と時間 t との関係は次の(2)式によつてあたえられる。

討論して見よう。簡単のために金屬板は薄くその中の温度分布は均一であり、金屬と乾燥器内空氣との間の對流傳熱量は兩者間の温度差に比例するとすれば、金屬板温度 θ と時間 t との関係は次の(2)式によつてあたえられる。

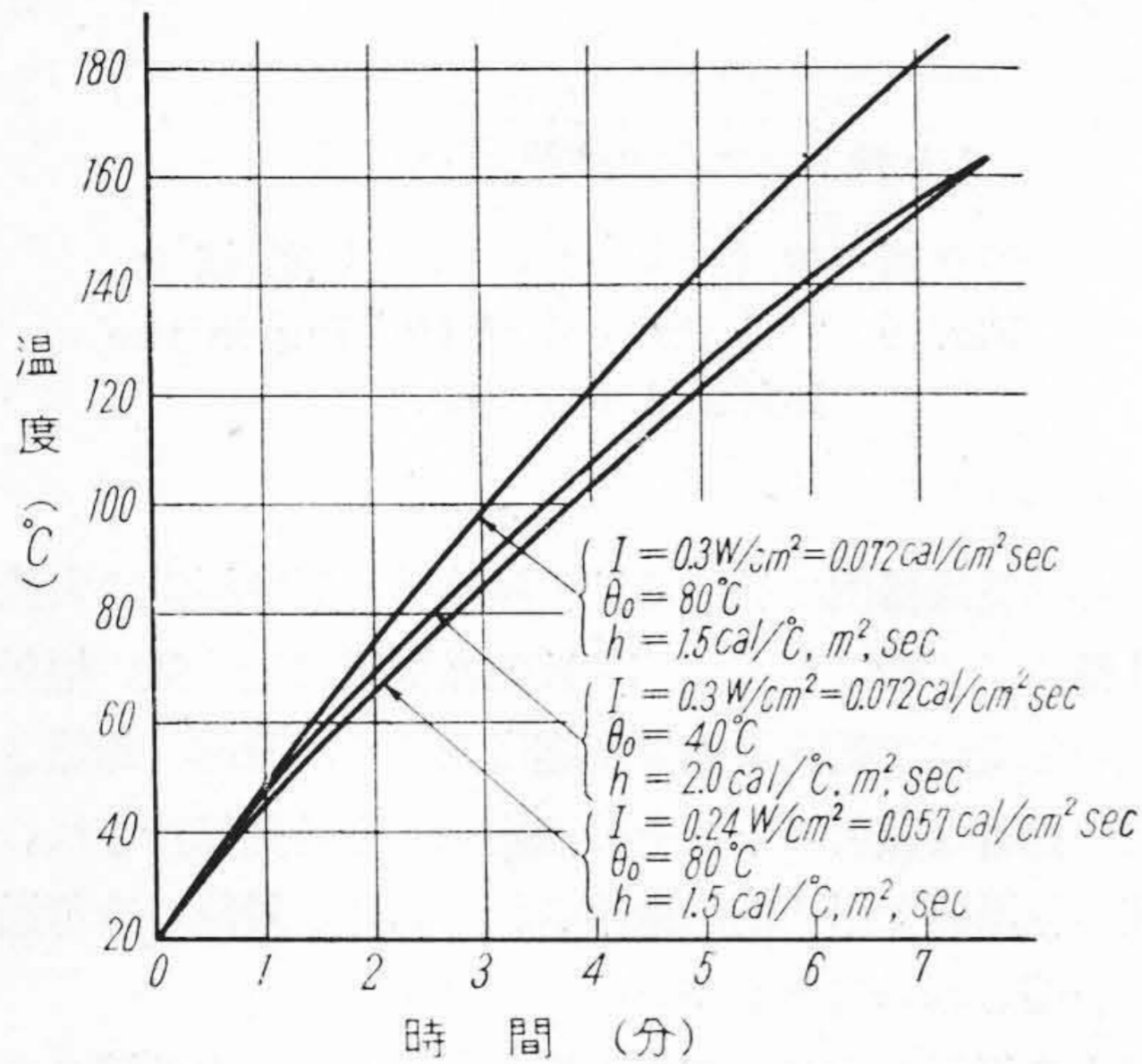
$$\theta = \theta_0 + (\theta_1 - \theta_0) e^{-\frac{hS'}{cm} t} + \frac{aIS}{hS'} (1 - e^{-\frac{hS'}{cm} t}) \dots \dots (2)$$

(2) 式に於て

- θ_0 乾燥器内空氣温度 ($^{\circ}C$)
- θ_1 金屬板の最初の温度 ($^{\circ}C$)
- a 金屬板表面輻射線吸収率
- h 器内空氣、金屬板間對流傳熱係數 ($cal/cm^2, ^{\circ}C, sec$)
- I 輻射線強度 ($cal/cm^2 sec$)

- S 輻射線吸収面積 (cm²)
- S' 対流傳熱の行われる面積 (cm²)
- c 金屬板の比熱 (cal/gr, °C)
- m 金屬板質量 (gr)

第 10 圖は (1) 式を用いた加熱の場合の計算結果例であつて、厚さ 3 mm, 面積 1 m² の鐵板が両面より照



第 10 圖 鐵板溫度上昇計算例
Fig. 10 An Example of Temperature Rise of Iron Plate heated by Infrared Ray. (Calculated.)

射された時の溫度上昇を示す。但し鐵板の輻射線吸収率 $a=0.7$, 鐵板の最初の溫度は $\theta_1=20^\circ\text{C}$ とした。同圖の 3 曲線は夫々次の 3 條件について求めたものである。

(イ) 乾燥器が開放状態に近く器内空氣溫度が室温と大差のない場合。

器内空氣溫度 $\theta_0=40^\circ\text{C}$, 對流傳熱係數 $h=2.0$ cal/°C, m²sec

輻射強度 $I=0.3$ W/cm² = 0.072 cal/sec, cm²

(ロ)、乾燥器が半密閉状態で器内空氣溫度の高い場合 $\theta_0=80^\circ\text{C}$, $h=1.5$ cal/°C, m², sec

$I=0.3$ W/cm²

(ハ)、(ロ) と同じ條件で、輻射強度 $I=0.24$ W/cm² = 0.057 cal/cm², sec の場合。

以上の條件數値は何れも大體實現し得る値が選んであるが、第 10 圖の結果は同じ $I=0.3$ W/cm² の場合に於ても乾燥器を開放して器内空氣溫度が 40°C である時と、密閉して 80°C に上昇している時とによつて 6 分後には鐵板溫度に約 20°C の差を生ずることを示している。又同圖程度の加熱時間内に於ては輻射強度 $I=0.3$ W/cm² とし開放した場合と、0.24 W/cm² とし密閉した場合とが殆ど同じ溫度上昇経過をたどることを示している。

次に被乾燥物體の條件は同一として、一定溫度保持の

ための所要輻射強度が器内空氣溫度によつてどの程度の影響を受けるかをしらべて見よう。輻射強度の下に於ける被乾燥物體の到達溫度を θ_m とすれば、 θ_m は (1) 式に於ける時間 t を無限大として次式により與えられる。

$$\theta_m = \theta_0 + aIS/hS' \dots\dots\dots (3)$$

逆に被乾燥物體を溫度 θ_m に保持するための所要輻射強度 I を求めると、

$$I = hS'/aS(\theta_m - \theta_0) \dots\dots\dots (4)$$

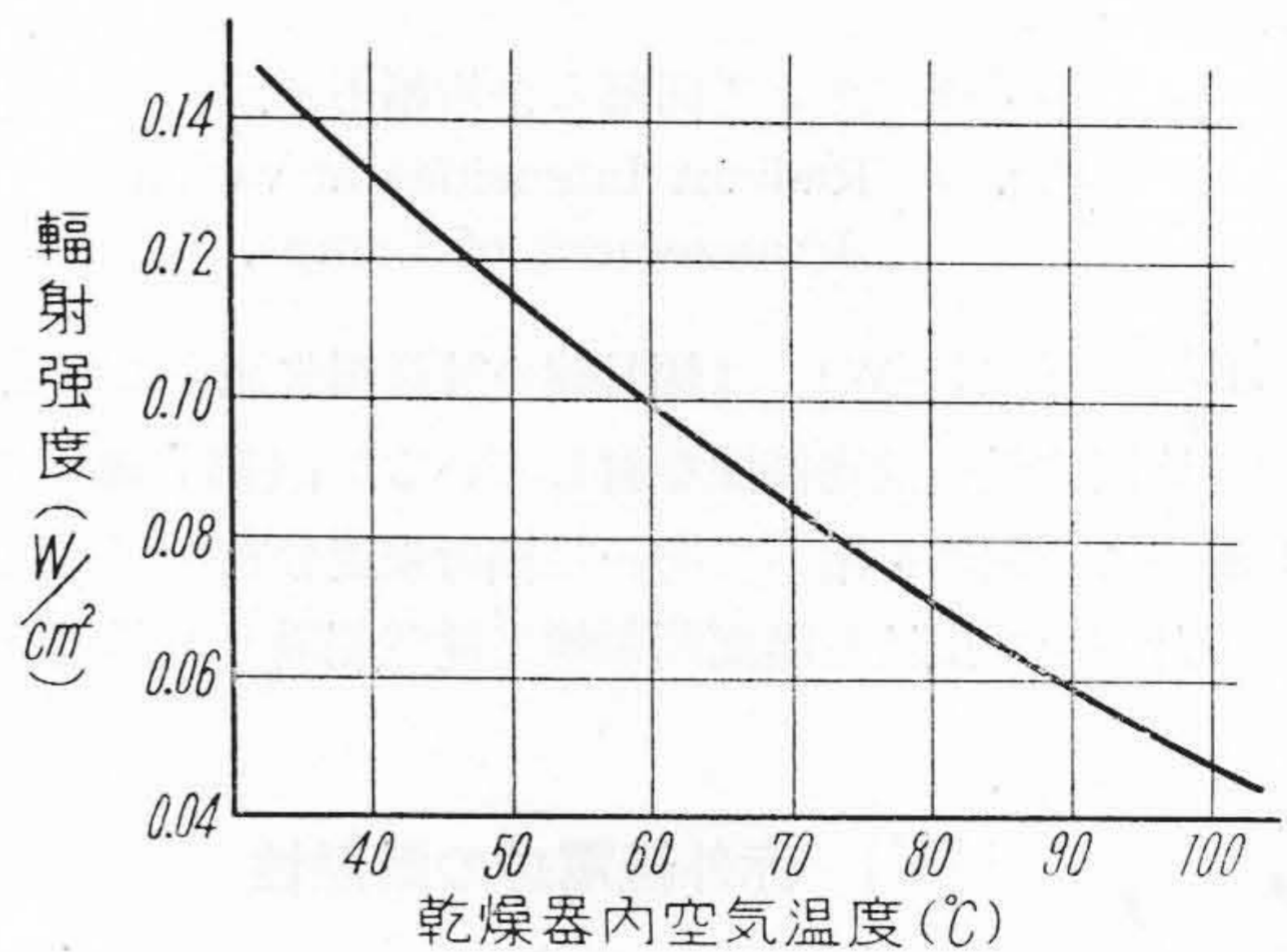
冷却常數 h には直立平面に對する次の Griffith の式を適用し、且つ $a=0.7$ $S=S'$ とすれば

$$h = 2.2 \times (\theta_m - \theta_0)^{1.4} \text{kcal/m}^2, \text{hr}, \text{°C}$$

$$= 6.12 \times 10^{-4} \times (\theta_m - \theta_0)^{1.4} \text{kcal/cm}^2, \text{sec}, \text{°C} \quad (5)$$

$$I = 8.73 \times (\theta_m - \theta_0)^{5/4} \dots\dots\dots (6)$$

第 11 圖は所要乾燥溫度 θ_m を 150°C とし (6) 式より θ_0 と I との間の關係を求めたものであるが、器内



第 11 圖 鐵板溫度を 150°C に保持するため所要輻射強度と乾燥器内空氣溫度との關係

Fig. 11 The Radiant Intensities necessary to keep the Temperature of Iron Plate at 150°C at various ambient Temperatures.

空氣溫度を 40°C より 80°C に上昇せしめることにより所要輻射強度を約 45% 節約することが出来る。

以上の計算例が示している様に、赤外線乾燥の場合に於ても乾燥器内空氣の對流傳熱は決して無視し得るものではなく、乾燥所要時間の短縮、所要電力の節約等乾燥能率の向上のためには乾燥器内空氣溫度の上昇が極めて有効であることがわかる。一般に熱風乾燥の併用が理想的であるとされているのもこのためである。

2. 赤外線電球の耐熱性 以上記した様に赤外線乾燥法に於てその加熱能率を向上するためには乾燥器内の空氣溫度を上昇せしめる必要があるが、この場合空氣溫度の上昇に直接制限を加えるのは赤外線電球の耐熱性であつて、實用上はこの耐熱耐久性の高低は輻射能率の良否、輻射指向特性の鋭鈍等に比較して遙に重要な問題であ

る。赤外線電球の耐熱性は勿論設計技術にも関係するが以下記す様に主として製作技術水準の問題であつて、特にその主要部分がガラス製である點に於て製作に當つては相當の研究を必要とするものである。

赤外線電球が高溫に於て發生する不良事故には主として次の様なものがある。

(1) バルブ黒化 高溫のためガラス、其他の部品より CO, CO₂, H₂, H₂O 等の不純ガスが放出され、これ等が點灯中の高溫タングステンと作用して反射面上に黒色又は白色の物質を附着せしめる。(主として酸化タングステン)。その結果反射面の反射率は低下し吸収損失を増し益々バルブ溫度を上昇して以上の現象を促進する。

(2) ガラス部分のクラック。

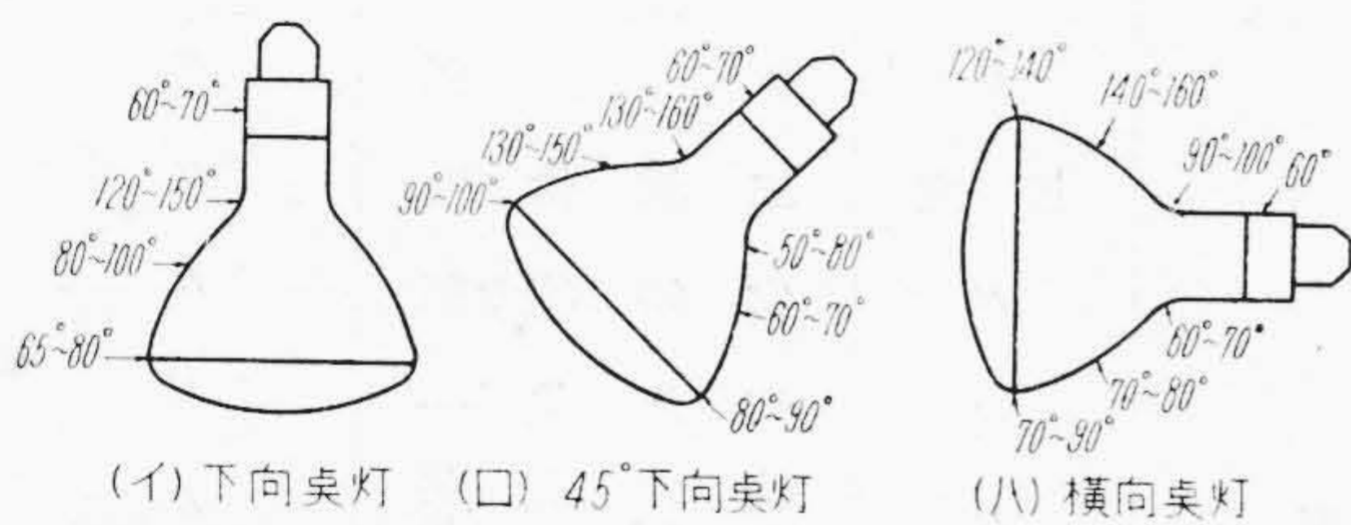
(3) 口金はづれ。

以上に對する對策として日立に於て實施している事項は次の通りである。

(1) 高度の排氣部品處理操作を行つていること

(2) 小膨脹係數、高軟化點の硬質ガラス使用、及びガラス部分除歪を完全に行ふこと。

(3) バルブ溫度上昇の低下 先に記した様な二重コイルフィラメントの採用等により輻射能率を上昇せしめ



第 12 圖 赤外線電球溫度上昇(點灯中)

Fig. 12 Surface Temperature Rise of An Infrared Ray Lamp.

電球自體の熱損失による溫度上昇を低下せしめた。又構造等を適當ならしめて局部的高溫度發生を防止した。その結果得られた RR 100 V-250 W 型電球の溫度上昇を第 12 圖に示す。同圖よりも推察される様に、電球全體を乾燥器内に挿入するよりも、バルブ前面透明部のみが器壁内にある様にする方が器内許容溫度上昇は高く出来る。

(4) 口金接着方法の研究改善。

以上の對策實施により RR-100 V-250 W 型は實用上十分の耐熱性を有している。尙この耐熱性に關して分離型は電球全體が乾燥器内に入るが、反射型はバルブ前面透明部のみを器内に入れ他の部分は自然空冷を行うことが出来るので、器内溫度上昇を若干高く出来る。

[V] 結 言

赤外線電球も勿論萬能とは言えないが、以上記した様に大きな傳熱速度が高能率を以て實現し得る點に於て卓越した性能を有している。今後益々廣い用途に對して優れた効果を發揮するものと考えられる。

尙日立製作所に於ては電球性能の向上、大容量赤外線電球の製作等に對しても着々研究を進めつゝある。

本稿の執筆に當り種々御教示を頂いた當社商品部木村博、龜戶工場足立義文、中央研究所角野正夫の諸氏に對して厚く感謝する次第である。

參 考 文 獻

- (1) Hall : Industrial Application of Infrared
- (2) Garber & Tiller : Infrared Radiant Heating. Ind. Eng. Chem. 42 No. 3
- (3) 國井 : 赤外線乾燥に就て、化學機械 13. No. 4



特 許 月 報

最近登録された日立製作所の特許及び實用新案(2)

區 分	登録番號	名 稱	工場名	氏 名	特許日
特 許	188734	エレベータ自動制御装置	多 賀	村 山 次 郎	26. 7. 16
〃	188735	イグニッションノイズ防止装置	戸 塚	山 下 茂 男	〃
〃	188736	電子流制御装置	中 研	秋 山 正	〃
〃	188737	巻上用誘導電動機の發電制動装置	日 立	滑 川 清	〃
〃	188738	電氣車回生制動装置	〃	平 田 憲 一	〃
〃	188739	不平衡回轉速度指示計	龜 有	瀧 本 秀 彦 龜 井 茂 樹	〃
〃	188780	誘導電動機の速度制御装置	龜 戸	森 泉 袈 裟 彌	26. 7. 19
實用新案	383006	印刷機械に於ける印刷壓力指示装置	川 崎	猪 島 正 雄	26. 7. 17
〃	383007	印刷機印刷壓力測定装置	〃	猪 島 正 雄	〃
〃	383008	可變速度液壓押上機	龜 戸	鈴 木 繁 好	〃
〃	383009	緩速作動液壓押上機	〃	鈴 木 繁 好	〃
〃	383010	可變行程液壓押上機	〃	坂 本 弘	〃
〃	383011	避雷器直列多間隙	日 立	三 浦 倫 義	〃
〃	383012	強制通風消弧型多間隙	〃	宮 崎 徳 太 郎	〃
〃	383013	可動翼軸流水車	〃	深 栖 俊 一	〃
〃	383014	可動翼プロペラ水車翼操作装置	〃	深 清 水 義 一 井 原 一 男	〃
〃	383015	水車ガイドベン調整装置	〃	清 井 水 義 一 原 一 男	〃
〃	383016	水銀整流器勵弧装置	〃	林 田 稷 郎 今 野 喜 一	〃
〃	383017	風冷式水銀整流器装置	〃	石 垣 喜 重 郎 緑 川 勝 彌	〃
〃	383018	巻鐵心型變壓器の中身取付装置	龜 戸	鬼 頭 國 忠	〃
〃	383019	積算電力計の電磁鐵心	多 賀	北 川 榮 清	〃
〃	383020	タイタンパー制御装置	日 立	滑 川 中 貞 之 助	〃
〃	383021	誘導環型繼電器	多 賀	猿 渡 房 吉 黒 澤 正 次	〃
〃	383022	變壓器内冷却油の強制循環装置	龜 戸	鬼 頭 國 忠	〃
〃	383023	繼 電 器	多 賀	猿 渡 房 吉 黒 澤 正 次	〃
〃	383024	誘導環型高速度リレー	〃	猿 渡 房 吉 黒 澤 正 次	〃
〃	383025	高速度繼電器	〃	猿 渡 房 吉 黒 澤 正 次	〃