論 說

エコノミー・タングステン弧光燈*

名譽會員 青 柳 榮 司 (大阪帝國大學)

正 會 員 阿 部 清 (京都帝國大學)

荒 牧 茂 一 (京都帝國大學)

准 員 山 崎 惣 三 郎 (青 柳 研 究 所)

緒 言

元來弧光燈は最も興味あり且高能率の光源の一つなるに拘らず、點燈操作が面倒であると云ふ缺點がある爲め、白熱纖條電燈は漸次其の領域を蠶食され極く最近までは極めて特殊の場合の外使用されない状態であつた。従つて弧光燈にして恰も白熱纖條電燈の如く電源に接續すれば何等の複雑な始動操作を要することなく容易に點燈することが出来且點燈後も何等の面倒な操作を要することなきものを得たならば非常に好都合であることは何人も容易に首肯出来る點である。これに就いて最も着目されたものゝ一つはタングステン弧光燈で、過去20年間に亘り種々なものが考案されてゐる。以下これを列挙し簡単に説明しよう。

大正4年 Ediswan 會社の Gimingham 及 Mullard は現今ボイント・ライトとして汎く知られてゐる最古のタングステン弧光燈を發明した。これは電離働因として白熱陰極より發進する熱電子を利用したもので、弧光燈に白熱陰極を利用して新機軸を開いたものである。

松田長三郎氏は夙は白熱纖條より發進する熱電子に依る弧光の始動と云ふことに着目してゐたのであるが、大正6年に所謂インカンデツセント・ルミネツセント・アークランプ(特許第36638號)を發明し、越えて大正11年には筆者の一人(青柳)と共同して白熱弧光電燈(特許第65685號)を發明した。何れも要するに弧光燈及白熱電燈を組合せたものである(第1圖参照、白熱弧光燈に就いては後に詳述する)。

大正15年には Philips 會社はグリム放電に依る電離作用を應用した操作簡單なる自働的始動タングステン弧光燈を發表した。

又 British Thomson-Houston 會社は大正12年及昭和3年に特殊な始動方法を採用したタングステン弧光燈の特許(英國特許第191337號及第282754號)を得てゐる。何れも始動時には纖條回路を水銀にて閉路せしめて電流を通じ、前者に於ては容器の傾斜を變へることに依り、後者に於ては纖條の發生熱に依つて該水銀を蒸發せしめることに依り、纖條回路を遮斷し該纖條間に弧光を始動せ

* Economy Tungsten Arc Lamp, By Dr. A. Aoyagi, K. Abe, M. Aramaki and S. Yamazaki, Members.

しめるものである。

昭和4年英國 G. E. 會社の Luckiesh は所謂太陽燈なるものを發表したが、これは上記白熱弧

第 1 圖

第 2 圖

光電燈と動作全く同一である（第2圖参照）。

所題のエコノミー・タングステン弧光燈（以下エコノミー弧光燈と略稱す）は青柳研究所の發明に係り、上記白熱弧光電燈の更に進歩したものである。既に昨年我國の特許（第94215號）を得てゐるが、最近には英米の特許をも得てゐる。

以上の如く諸種のタングステン弧光燈が考案せられ、取扱は白熱電燈と大差無いまでに改良された。斯くて一時衰微した弧光燈は再び注目されるに至つた。加ふるに近時各方面に於て紫外線の利用が盛大になり、水銀入タングステン弧光燈は強力な紫外線を輻射する便利な人工光線として重寶がられて來た。エコノミー弧光燈も將來此の方面の用途が大いに開拓されることと思ふ。以下主としてエコノミー弧光燈の諸特性に就いて簡単に述べる積であるが、それに先立ち該弧光燈の前身である白熱弧光電燈の構造並に動作を明かにしておく必要があると思ふ。

I. 白熱弧光電燈

既に述べた如くこれは白熱電燈と弧光燈とを組合せたものであるから白熱弧光燈と名づけたのである。其構造は第1圖の通りで普通の瓦斯填充器内にタングステン線と並列にタングステン弧光電極を加装したものである。其瓦斯は窒素、アルゴン、ネオン等の不活潑性のもので、或は單獨に或は混合して之を填充し、電離し易き氣壓を與へ、尙少量の水銀をも封入してある。

今此電球を適當な電源に接続すると普通の瓦斯填充電球と同様に點火せられ、白熱纖維電球として動作する。然るに球内には電離性瓦斯が電離し易き氣壓のもとに填充せられてあるから、白熱纖維より發射する熱電子に依つて容易に之が電離せられ、暫時の後弧光電極間に弧光を發生するに至る。弧光始動後は温度の上昇に連れて水銀の蒸氣を増し氣壓が増大するから、弧光特性は水銀弧光

の特性に移る。

尙適當な安定用抵抗を弧光電極と直列に挿入することが是非必要である。其抵抗としては白熱纖維條を用ひ得るが、其挿入個所の如何に依つて次の2通りの電燈が得られる。即ち第1圖に見る如く弧光電極と白熱纖維條とを並列にし、此結合回路と直列に安定用抵抗を入れる場合と、弧光電極と直列に安定用抵抗を入れ、更に該結合回路を白熱纖維條と並列に入れた場合とある。此抵抗の値は電燈の能率、壽命等に關係する處大であるから其決定が重要で、各々の場合に應じて適當な値を與へねばならぬ。

尙電球を第2圖に示す如き構造となし、安定用抵抗を電球外部に於て挿入しても差支ないことは勿論である。彼の G. E. 會社太陽燈は此第2圖の如き構造である。

容器内の氣壓は最も重要な因子の1つで、氣體の種類に依り異なるも窒素の場合には7, 8 耗が最も適當な様である。又容器内の瓦斯壓一定であつても、電極の形狀、極間距離、白熱纖維條に對する電極の位置等に依り弧光始動に難易を生ずるものである。

以上の如く本電燈は特殊の始動裝置を要せず自働的に點燈し得るのが特徴である。

II. エコノミー弧光燈

A. 構造

此電燈は既に述べた如く上記白熱弧光電燈を改良したもので、該電燈と異なる點は、點火始動の途中に於て纖維回路が切斷せられるにあるのでこれが爲め該回路の電氣損失を除き得るからエコノミーの名稱を附したものである。

第3圖は其外觀で、第4圖は其構造である。圖に見る如く此電燈は眞空容器内に、2個の圓壱狀タングステン電極と、これに並列に接續された加熱用タングステン纖維條と、此纖維條の中央部に於て纖維回路を其發生熱に依つて自働的に切斷し得る始動裝置と、適當な壓力の不活潑性瓦斯例へばアルゴンと、少量の水銀とを封入したものである。茲に始動裝置とは所謂バイメタルのことで、モリブデン條片をニッケル製導入線の側部に銲接したものである。容器内の氣壓の大小は弧光發生の難易に關係あるも、アルゴンの場合には20耗前後が最も適當である。電極は普通直徑及長さ何れも2.5耗のものを使用してゐるが、電極大となれば弧光維持に必要な最小電流は大となることは言ふまでも無い。尙紫外線利用を目的とする電球の容器にはバイタガラスを用ひる。

第 4 圖

B. 點火動作

本電燈を點火するには交流 100 ヴォルト電源に適當な漏洩變壓器を使用するか、或は加減抵抗器又はリアクトルを直列に挿入する必要がある。先づ織條回路に10乃至15アムペアを流し織條を白熱せしめる時は、其發生熱に依つてバイメタルは加熱されて電源接續後約10秒以内に動作し、織條回路の中央部を切斷する。此際該接觸點に發生する火花は將に電離せんとしてゐる瓦斯の所謂イオナイザーとなり、遂に織條間にグロー放電を開始する。第5圖は其狀態を示す。此グロー放電は動電氣作用に依つて自働的に下方に移動し、遂にタンダステン電極間に移り、茲に弧光の發生を見て安定するのである。

電球の内部に充填せるアルゴン瓦斯はグロー放電の始動を容易ならしめるものであるが、弧光始動後水銀は加熱されて其蒸氣壓が迅速に上昇するから、放電特性は水銀蒸氣のそれに移るのである。第6圖のスペクトログラムは上記始動動作を物語るものである。圖に於てⅠは波長比較の爲め入れた石英水銀燈のスペクトルで、Ⅱ以下は總て本電燈のスペクトルである。Ⅱは電源接續直後であつて織條の溫度輻射のみであるから連續スペクトルのみが現はれてゐる。Ⅲは弧光が電極に移つた直後で連續スペクトルの他に複雑な輝線スペクトル（アルゴンのスペクトルは明瞭ならず）が出てゐるが、水銀のスペクトルは明瞭に現はれてゐない。Ⅳは弧光始動後3分を経て撮つたもので水銀のスペクトルが明瞭に現はれてゐるから、完全に水銀蒸氣の放電に移つたことが了解される。

C. 電氣的特性

實驗には主としてリアクトルを用ひて點火した。

第7圖は電壓電流の關係を示す。圖に於て曲線OAは織條の特性でA點に於てバイメタルが動作したことを示す。B點に於て弧光が完全に電極に移つたのである。A、B間の點線は單に其兩點を結んだもので、其間の電壓及電流の變化を示したものではない。曲線BCは弧光始動後電流を徐々に増加せしめて行つた場合の特性であるが、使用材料の關係上電流は20アムペア以上を流し得なかつた。曲線CDは電流を減少せしめて行つた場合の特性で、D點に於て弧光は消滅したのである。以上より了解される如く本電燈に於ては一旦弧光始動後は相當低電流でも弧光が維持されるが、これは本電燈の一特徴と云ふべきである。言ふまでも無くD點で弧光は消滅するのである。

既に述べた如くバイメタルが動作して織條回路が

切斷せられグロー放電が始動した時の電流及電壓のオツシログラムは第8圖の通りである。圖に見える如く最初の半サイクルの電壓は切斷前の約2倍に上昇し、約5サイクルで電壓電流共に略切斷前の値に復してゐる。バイメタル始動後1乃至2秒間でグロー放電は電極間の弧光放電に移るので

あるが、其移りたる時の電流は纖維回路切斷前の値より稍大で電壓は稍小であることは第7圖に於て示す通りである。

若し初め抵抗若しくはリアクタンスの挿入が大に過ぎ、グロー電流が小に過ぎる時は、電極の加熱が不充分となる結果、弧光は先づ纖維の足部に於て始動し、相當時間を経れば弧光の一部は電極に移るも尙一部は依然として纖維足部に止まる場合（第9圖参照）と、全然電極に移らない場合とある。尙後者の場合には電極の柄よりグローを發生し、これが漸次ステムに移動し之を白熱せしめることもある。

斯く纖維足部に於て永く弧光を持続せしめたり、或はステムにグローを發生せしめることは明かに電球の壽命を縮める原因となるから、最初抵抗或はリアクタンスを餘りに過大にせず成るべく短時間に於て弧光をして電極間に完全に始動せしむるのが有利である。

弧光放電に移つた後も球内溫度は上昇を續け水銀蒸氣の壓力が漸次増大する。其間の電流及電壓の變化は第10圖の通りである。圖中横軸の時間は電源接續の瞬間より測つたものである。圖に見る如く漸次電流は増加し從つて電壓も減少し7乃至8分間にて完全に常態に達してゐる様である。尙圖中の紫外線強度に關する特性に就いては後に述べる。

弧光放電時に於ける電流及電壓の波形の一例は第11及第12圖に示す。前者は5アムペア後者は17.5アムペアの場合である。尙電壓は電球の端電壓を示す。抵抗器で點火した時の力率は95%以上であるが、リアクトルを用ゐた場合は40乃至60%である。

弧光放電時に於ける弧光の状態を検するに電流の大なる場合には第13圖（電流20アムペア）に示す如く電極の全面に亘つて弧光の發生を見るのであるが、電流小なる場合は弧光維持に必要なる溫度にまで全電極面を加熱し得ないから、一白熱點が出來、之が電球面上を移動するのである。

第14圖（電流20アムペア）に見る如く電極端上部に該白熱點が静止する場合も少くない。更に電流を徐々に減じて行くと或點に於て弧光は消滅するのであるが、電球に依つては消滅前に第15圖に示す如き状態に達することもある。即ち電極の一方が溫度全く下り他方のみが白熱して放電を維持するのである。此状態に於ては第16圖に示す如く整流作用が行はれてゐる。其原因は恐らく兩電極の形、大さ、配置等に不同がある爲め一方の電極が他方より迅速に冷却するからであらう。此状態は或ものでは極めて不安定であるが、或ものでは相當安定である。即ち一旦此状態に達すれば更に電流を増加するも相當の値に達するまでは其状態を維持するものを見る。例へば或電球では2.5アムペアで此状態に達したが、9.5アムペアまで増しても尙同じ状態を維持した如きである。

第 10 圖

本電燈の直列點火は100ヴォルト電源に於ては3個まで可能である。其際變壓器、抵抗器或はリアクトルを使用する必要のあるのは1個點火の場合と同様であるが、抵抗器を使用する場合に限り點火動作の不安定なることを免れない。3個直列に點火する場合のリアクタンスは100ヴォルト電源に對して5オームで充分である。1個點火の場合には弧光一旦始動すれば3アムペア前後まで電流を減少せしめても尚弧光を維持し得ること既に述べた通りであるが、3個直列點火の場合には通常約8アムペア以下では弧光の維持困難である。

第 17 圖

第 18 圖

D. 光度に關する特性

本電燈より發する可視光線の大部分は白熱電極より出づるものである。點火中電極の溫度を Siemens 會社製光色高溫計にて測つた結果に依ると 10 アムペアにて約 2400°C, 20 アムペアにて約 2500°C で、此間の變化は略直線的であつた。本電球の點火時の光色は鎔融タンダステンの輻射光色に比すれば水銀の存在のため一層白色である。

第17圖は球形光度計に依つて求めた光度特性で、第18圖は該測定中に於ける電氣的特性である。尚弧光放電時に於て纖條回路の存在しない本電燈と、その存在する電燈即ち白熱弧光電燈或は G. E. 會社製太陽燈の類とを比較し纖條の有無が光度特性に對し如何なる影響あるかを知る爲め、本電燈と同材料を使用して第2圖の如き構造の電球を作り、之に就いても測定した。圖中 I と示せるは本電燈に屬するもので、II は纖條回路の存在する電燈（以下 G. E. 型電燈と假稱す）に屬するものである。第17圖より了解される如く本電燈は 15 アムペア、13.2 ヴォルトに於て約 250 燭、約 3200

ルーメンで、能率は1ワット當り約17ルーメンである。尤も點火には變壓器、リアクトル或は抵抗器を要するから、其附屬裝置の損失を加算すれば能率は圖示した値より相當低下することは云ふまでもない。

G. E 型電燈と比較するに、第 18 圖より明かなる如く同一電流に對する本電燈の電壓は遙かに低く従つて消費電力は遙かに小である。又光度は第 17 圖に見る如く電流小なる場合には G. E. 型電燈は遙かに小で、電流大となるに従ひ接近するものである。第 19 圖は消費電力に對するルーメン數を表はしたもので圖中 I, II は前と同じものである。此圖より明かなる如く本電燈は同一消費電力に對する光束數は略 2 倍となつてゐる。之によつても點火時に纖維回路の存在せざるゝことが如何に能率を増加せしめるか了

ワット
第 19 圖

燭光
第 20 圖

解される。

第 20 及第 21 圖は配光曲線で Lummer-Brodhun 光度計で測定したものである。何れも反射笠を使用してゐない。第 20 圖は兩電極を貫ける中心線を含む水平面上の配光曲線で、0°なる方向は該中心線に直角なる方向である。尙電球の構造上水平配光曲線は纖維を含む鉛直面並に電球中心線を含み該鉛直面に直角なる鉛直面に對して何れも對稱であるから、圖は 1/4 の部分を表はしたに過ぎない。又第 21 圖は垂直配光曲線である。圖に於て曲線 I は電球中心線を含み纖維鉛直面に直角なる鉛直面

上の配光曲線で、II は纖維鉛直面上に於けるそれである。兩者に於て 0°なる方向は電球直下の方

である。又兩曲線共左右對稱であるから片方のみを示してある。

第 22 及第 23 圖は 20 アムペアで點火せる場合に於ける光度の變動をカリウム光電管にて測定し、適當に増幅後オッシログラフにて記録せる結果である。尙圖中光度と電流とは印畫紙ドラムの廻轉速

第 21 圖

度を同一となし2回に亘りて撮つたものであることを斷つておく。第22圖は電球の前にレンズを使用し一方の電極の像を光電管前面のスリット上に映ぜしめて撮つたものであり、又第23圖は同じくレンズに依つて主弧光部分をスリットに當てゝ寫したものである。前者に於ては正負各半サイクルに於て電極の溫度上昇が夫々異なることを明かに現はしてゐる。尙各半サイクルの終りに於て光度が零にならないのは電極熱容量の大なるに基因すること言ふまでも無い。後者に於ては正負各半サイクルに於て同様に發光するので光度の變動が明かに2倍の周波數となつて現はれてゐる。完全に弧光部分のみが光電管に當つたのであれば各半サイクルの終りに於て光度は零になるべきも、圖に見る如くさうならないのは電極部の光の一部が加つた爲めであらう。

電球の硝子容器が大に過ぎる場合には、點燈中に硝子壁の溫度の上昇充分ならず、爲めに蒸發し

た水銀が之に觸れて凝結し霧滴となつて附着する結果電燈の光度を著しく害する場合がある。尙此外水銀の不純物が硝子壁に附着して光度を甚だしく減する場合もある。

點燈中の硝子壁外面の溫度分布を測定するため所要の點にマンガン—コンスタンタン熱電對を附着せしめて其溫度を測つた。溫度分布は容器の大きさ、消費電力、硝子壁黒化の程度等に依つて相違あるも、比較的新しい電球（硝子球の直徑約70耗）に就いて、室温 18°C なる場合 11.6アムペア 21.4ヴォルト で點燈中の溫度分布は第24及第25圖に示す通りである。前者は電球中心線を含み纖維鉛直面と直角なる鉛直面中の分布で、後者は纖維鉛直面上の分布である。第24圖に見る如く最高溫の點は兩電極を貫く中心線を含む水平面より稍上方で 260°C であり、水銀直下は 213°C で相當の高温であり、口金下部の溫度は勿論最低で 116°C で

溫度 (攝氏)

第 24 圖

あつた。第25圖は第24圖とよく似てゐるが、唯上記電極中心線上の點に於て溫度下降せるのが異つてゐる。上記は外壁上の溫度であるが、内壁上の溫度は之より更に高温にある筈である。更に電流を増加し従つて消費電力を増加すれば、内壁上の高温部は優に水銀の沸騰點 357°C を超過すること疑ひない。

E. 紫外線輻射に関する特性

第26圖のスペクトログラムに於て、Ⅰは波長比較の爲め附加した石英水銀燈のスペクトルであり、Ⅱは15アムペアで點火せる本電燈のスペクトルである。

後者より明かなる如く本電燈より輻射する近紫外線 ($3950\text{--}2950\text{\AA}$) は電極の溫度輻射に依るものと水銀弧光のルミネセンスに依るものとであるが、遠紫外線 ($2950\text{\AA}$ 以下) は後者に依るもののみである。圖に於ては明瞭でないが原板では $2446\text{\AA}$ の線が現はれてゐるから、バイタガラスは相當短波長のものまでも透過することが判る。Ⅲは既に述べた G. E. 型電燈のもので同じく15アムペアで點火した場合である。Ⅳ及びⅤは容器に鉛硝子を使用し何れも15アムペアで點火した本電燈のスペクトルであるが後者の電球には水銀を封入してゐない。Ⅳに見る如く鉛硝子は大部分の紫外線を吸収し、所謂健康線 ($2900\text{--}3200\text{\AA}$) の大部分は吸収されてゐる。水銀を容器に封入しない時は封入した場合に比し端子電壓は普通約2ヴォルト高い。Ⅴに現はれてゐる輝線はアンゴル以外の不純瓦斯のものゝ推察される。又Ⅵは G. E. 會社太陽燈のスペクトルで20アムペアで點火せるものである。尚上記スペクトルの撮影條件としては、露出時間は總て2秒 (但しⅠのみは1秒)。光源中心線と分光器スリットとの距離は10糎であることを附加しておく。

電流並に消費電力の變化に従ひ紫外線輻射強度が如何に變化するかを検する爲め、水晶管カドミウム光電管を使用して測定した。周知の如くカドミウムの波長感度は $3300\text{\AA}$ 附近以上波長の長い紫外線に對しては零であるが、之より波長の短くなるに従ひ其感度は増加し、 $2700\text{\AA}$ 附近より急激に直線的に増加する。尚水晶の透過率は $2600\text{\AA}$ 以上では略一定と見做し得る。本實驗では別にフィルターを使用せず電球容器のバイタガラスをフィルターと考へた。其透過率は未知であるから、光電管と組合せた波長感度は明瞭でないが、文獻に表はれてゐる該硝子の透過率を参考とすれば、 $2800\text{\AA}$ 前後に最高感度の點があり、 $3300\text{\AA}$ 及 $2500\text{\AA}$ 附近に於て零となるものと推察される。此曲線は醫學上所謂紅斑曲線と一致しないが、該部分の波長に對しては相當の感度があるものと思はれる。

第27及第28圖は測定の結果を示すものである。其測定には一段増幅後檢流計にて讀みを取つた。尙電球と光電管との距離計は約30糎であつた。圖中紫外線強度と示したのは檢流計の振れで、能率と示したのは1ワット當りの振れである。本測定に於ても織條回路有無の影響を見るため、既に述

溫度(攝氏)

第 25 圖

べたG.E.型電燈に就いても同様の測定を行つた。圖中Ⅱと附した曲線は此電燈に屬するものである。

第27圖に見る通り本電燈の紫外線輻射は電流大となるに従ひ増加し、其増加率はそれと同様で電流大となるに連れて大となる。G.E.型電燈と比較するに同一電流に對する強度は本電燈の方が遙かに大で、殊に電流小なる場合には其差甚だしい。之は本電燈に於ては電流は總て弧光電流であるに對し、G.E.型電燈では一部纖維電流であることに依る。G.E.型電燈に於ては電流小なる場合には端子電壓即ち纖維にかゝる電壓高く、從つて纖維電流大で、弧光電流に對する纖維電流の割合丈であるが、電流増加すれば弧光電流増大し纖維電壓減少する結果、該割合は著しく減少する。即ち電流大となるに従ひ纖維回路に消費されるエネルギー

は著しく減少するから、圖に見る通り電流大になるに従ひ本電燈の値に接近する。

第28圖は電球の消費電力に對する紫外線強度及能率の關係を示す。紫外線強度は消費電力大になる程増加してゐる。從て能率は消費電力の大なる程高まるのである。此圖の結果を見ても本電燈はG.E.型電燈に比し遙かに優秀なことが判る。即ち點火中纖維回路の存在しないことは紫外線輻射に關しても亦甚しく能率を増大せしめる所以であることが判明した。尙G.E.會社太陽燈は其電流量が本電燈に比し約2倍であるから直接比較することは不可能であるが、消費電力小なる場合には略第28圖のⅡと同様の特性を示すことを認めた。

第29及第30圖は電球中線より約1米の距離に於ける紫外線配光曲線であるが、其測定法は上記と同じであつて、反射笠は使用してゐない。第29圖は電極中心線を含む水平面上の配光曲線で1/4の部分を表はしてある。第30圖は垂直配光曲線で曲線Ⅰは電球中心線を含み纖維面に直角なる鉛直平面に於ける配光であり、曲線Ⅱは纖維面に於けるそれであるが、何れも半分を表はしてある。而して此配光曲線は既に示した可視光線のそれとよく似てゐる。

弧光放電始動後の紫外線輻射強度の變化は第10圖中に示してある。即ち初めは電流増加と共に増加するが、電流略常態に達した後は電壓の降下に連れて減少し、電壓常態に達するやそれも亦常態に達する。之に依つて見るも紫外線輻射に及ぼす電流の影響は端子電壓のそれよりも大なることが判る。

第 3 圖

第 5 圖

5791 5461 4389 4078 3663 3342 3122 3024 2804 2700 2664 2537 2452 2445 2302 (Å)

第 6 圖

第 8 圖

第 9 圖

第 11 圖

第 12 圖

第 13 圖

第 14 圖

第 16 圖

第 15 圖

第 22 圖

第 23 圖

第 26 圖

本電燈の壽命は電源電壓の變動，電流の大小，點火中電球の位置，始動度数，機械的振動等の諸條件に關係するものであるから，之が正確なる決定は困難であるが，實驗せる處に依ると10アムペア前後で毎日5乃至8時間づゝ點火し約120時間を経過した

が，硝子壁の黒化相當激しく光度著しく低下したのを認めた。これは恐らく高温の硝子壁より析出した水蒸氣の作用に依り電極物質のタンゲステンが硝子壁上に游離されることに依ると思はれるが，本電燈の特性上働作温度大であるから白熱電球の場合より黒化の程度激しいのは蓋し止むを得ないであらう。且封入水銀が不純物を含む場合には，其アマルガムが硝子壁に附着することも考へられるから，封入すべき水銀は出来るだけ純粹であるべきである。度々述べた如く本電燈では點火中纖條回路は切斷されてゐるから，纖條の壽命は考慮する要がない。尙バイメタルを成す兩金屬片の接合部が高温の爲め隔離し，消燈後冷却するも再び纖條回路を閉ぢざることあるが，これは製作時の注意に依

紫外線強度
第 29 圖

つて防止し得るものである。

結 論

上來縷述した如く本電燈は獨特の點火働作をなし，可視光線及紫外線輻射の何れも極めて能率よきことが判明した。目下の處遺憾なのは壽命に關して聊か不満に感ずる點であるが，其壽命は使用材料の精選竝に製作技術の進歩に依つて適當な値にまで増大せしめ得ると確信してゐる。

本電燈の用途は一般照明殊に點火光源としては勿論，現在人工紫外線の利用されてゐる方面即ち醫療器を初めとし，植物栽培，養雞，寫眞撮影，物質鑑定等であるが，今後紫外線の利用益々盛んになるに連れ其範圍も大いに開拓されることと思ふ。

第 30 圖