

技術レポート 18

蛍光灯

平成16年3月

社团法人 大阪ビルメンテナンス協会
設備保全部会

	ページ
目次	
1. はじめに	1
2. 照明の歴史	2
2.1 先史時代	2
2.2 昔の日本とヨーロッパの照明	2
2.3 石油ランプの時代	2
2.4 ガス灯	3
2.5 白熱電球の誕生とその技術の発達	3
1) エジソンの白熱電球発明とわが国への影響	3
2) 白熱社の創設と国産カーボン電球の誕生	3
3) 東京電気発足とGEとの技術提携	3
4) タングステン電球の発明	4
5) ガス入り電球(白熱電球の最終到達系)	4
6) ハロゲン電球とクリプトン電球	5
7) 白熱電球に関するその他の発明	6
(1) チップなし電球の開発	6
(2) 内面艶消し電球の発明	6
(3) 2重コイル電球の開発	6
2.6 蛍光灯の誕生から最近まで	6
1) 気体中の放電現象	6
2) 放電現象を利用した照明の発明	7
① アーク灯	7
② ネオンサインの発明	8
3) 蛍光灯の発明とわが国の対応	8
4) 戦後の蛍光灯使用開始	9
5) 蛍光灯寿命の延長	9
6) ハロリン酸カルシウム蛍光体による明るさの改善	9
7) 品揃えの時代:昭和20年代後半	10
8) 環形蛍光ランプの開発	10
9) 直管ランプの細管化と規格統一	10
10) 事務所ビルへの蛍光灯の普及	10
11) ラジオの受信障害の解決	10
12) ラピッドスタート型化	11
13) 3波長蛍光ランプの開発	11
14) スリムライン形蛍光ランプ	11
15) コンパクト型蛍光ランプの開発	11
16) 高周波(Hf)安定器と専用の細管の開発	11

17) 冷陰極蛍光ランプの開発	12
18) 無電極蛍光ランプ	12
2.7 その他の照明の歴史	12
1) ハロゲンランプ	12
2) HIDランプ	13
2.8 これからの照明 発光半導体(LED)	14
3. 蛍光灯が照明器具になる原理	15
1) 蛍光ランプは放電管である。	15
2) 封入する気体は、水銀である。	15
3) 見えない紫外線を変化させる蛍光体	16
4) 蛍光ランプに必須の安定器(バラスト)	16
5) 蛍光ランプの電源は交流が最適	16
6) 初期の蛍光ランプが点灯する仕組み	17
4. 磁気式蛍光灯安定器	18
1) 磁気式安定器と電子回路式安定器	18
2) JISによる蛍光灯安定器の種類	18
① スタータ式安定器	18
② ラピッドスタータ式安定器	19
③ 瞬時始動式安定器	19
④ 半導体スタート式安定器	19
5. 蛍光灯電子安定器	20
1) 蛍光灯電子安定器の特長	20
2) 蛍光灯電子安定器の構成	20
3) 高周波点灯によるランプ効率の向上	20
4) インバータ化に伴う高調波電流抑制	21
5) 高周波蛍光ランプと専用電子安定器	22
① 高周波専用蛍光ランプの総合効率	22
② 調光用電子安定器	22
③ 低光束安定点灯維持技術	22
6. 蛍光ランプの規格	23
1) JIS規格「蛍光ランプ」の用語の定義	23
① コンパクト形蛍光ランプ	23
② 高周波点灯専用形蛍光ランプ	23
③ 飛散防止形蛍光ランプ	23
④ 初特性	23
⑤ 定格ランプ電力	23
⑥ 寿命	23

⑦ 定格寿命	23
2) 種類	23
3) 蛍光ランプの形式及び種類	24
① スタータ形蛍光ランプ	24
(a) 直管形蛍光ランプ	24
(b) 直管形蛍光ランプ	25
(c) コンパクト形蛍光ランプ(スタータ非内蔵)	25
(d) コンパクト形蛍光ランプ(スタータ内蔵)	26
② ラピッドスタート形蛍光ランプ	27
③ 高周波点灯専用形蛍光ランプ	28
(a) 直管形蛍光ランプ	28
(b) コンパクト形蛍光ランプ	28
④ スリムライン形蛍光ランプ	29
4) 蛍光ランプの呼び方	29
5) 蛍光ランプの表示	30
7. 蛍光ランプの光源色及び演色性による区分	30
1) 蛍光ランプの光源色について	30
2) 蛍光ランプの演色性について	30
3) 蛍光ランプの演色性基準	31
8. 照明設備に関する省エネルギー	33
1) 照明設備における省エネ判断基準	33
2) メーカーの立場からの省エネルギー	34
9. わが国の蛍光灯、その他の生産量	34
引用文献	35

参考資料

JIS C 7601-1997 蛍光ランプ(一般照明用) 付表1

1.はじめに

ビルメンテナンス業において、蛍光灯とエアーフィルタは消耗品の代表である。両者は身近な商品であるにもかかわらず、その技術的内容は案外知られていない。ビルが竣工した段階では、既に照明器具も、エアーフィルタも建物に収まっており、特に問題は発生せず、寿命が来れば従来仕様品を調査して補充すれば、問題はない。

しかし、エアーフィルタの補充費用が高額で、この費用の削減ということで、エアーフィルタを十分理解するニーズが高くなり、当大阪ビルメンテナンス協会設備保全部会では、エアーフィルタの技術情報をまとめ、“技術レポート13”を平成12年3月に発行し、部会員各社に配布した。

一方、蛍光灯は、省エネルギー法の改正に伴い、有力な省エネ対象として関心が高まっている。古いビルから竣工間もないビルまで広範囲に業務をしているビルメンテナンス業の担当者は、多種の蛍光灯を取り扱うことになり、古い蛍光灯から新製品まで熟知しているベテランでなければ、適切な対応ができないというような問題が出てきている。そのベテランであっても、それぞれの蛍光灯の違いを正しく説明することは難しい。近年ラピッドスタート形蛍光灯、スリムライン蛍光灯、高周波点灯(Hf)蛍光灯などが開発、商品化されている。メーカーは、古いタイプの蛍光灯は詳しく説明しないし、新製品については特長のPRに力点が置かれ、技術屋の関心事である技術的説明は簡単にしかなされない。勉強しようと書店に行っても、概論が書かれた書物はあっても、ビルメンテナンス業の担当者が知りたい情報はあまり書かれていない。

蛍光灯関係の用語は案外多い。蛍光灯と蛍光ランプは別の意味を持っている。管球という言葉が常用されているが、コンパクト型やスリムライン形の蛍光ランプまで、管球とは言わないだろう。蛍光ランプという一般用語に馴染む必要がある。

蛍光ランプに書かれた記号は複雑である。注文する側も、受注側も、蛍光ランプの種類の確認手段は、記号だけである。蛍光ランプの種類記号がどのような仕組みで書かれているか理解していないと、蛍光灯の受注、発注の業務ができない。

蛍光灯の省エネルギーは重要である。どのような機構で省エネルギーになるのかを正しく理解していないと、オーナーの納得が得られない。

当大阪ビルメンテナンス協会設備保全部会では、蛍光灯に関する技術情報を収集し、内容を整理し、技術レポートの形で部会員各社に提供することにした。

この技術レポートを、日常業務に活用していただければ幸いである。

又、内容が不十分な個所もあると考えられられるので、お気づきの方は、ご教示をお願い致します。

2. 照明の歴史

2.1 先史時代

人類が他の動物と異なったことは、猛獣でも恐れた火を使うことであった。火は男が狩りで長期外出した後に、暗い冷たい洞窟で弱い女子供が身を守り生活する唯一の手段であった。猛獣を退け、洞窟内を照明し、暖をとり、調理した。

2.2 昔の日本とヨーロッパの照明¹⁾

日本は、緯度(約35°)が北回帰線(23°27')に近く、ロンドン、パリ(約50度)に較べると季節による昼と夜の時間差は少なく、明け六つ、暮れ六つ(春分、秋分時期6時)の夜明け、夕暮れ時刻は6時±1時間の範囲に入っていた。又、猛獣の襲ってくる心配もなかったことから、昼働き夜は寝る生活が普通であった。家屋は開口部が多く、白砂の庭や障子のような入射光を散乱させる採光で昼間の屋内の照明は不要であった。

これに対して、バイキングの映画やシェークスピアの劇に“たいまつ”的照明が登場することから分るように、高緯度の欧州では冬の長い夜を生活するために照明の工夫が必要であった。夜間照明の習慣ができることから、窓の少ない城が発達した。日本でも数ヶ月雪に閉ざされる雪国では、“いろり”が発達した。煮炊きだけでなく、照明の役割もしていた。

“たいまつ”、“いろり”、獸油、魚油、なたね油による灯明、蠟燭(ろうそく)の“炎”による照明時代が近世まで続いた。大して進歩が見られなかつた照明の歴史で発明と言える技術に、ルイ王朝時代のフランスで発明された水晶をカットして蠟燭の光をよりきらめくようにしたシャンデリアがある。神谷氏¹⁾によると、シャンデリアは1634年日光東照宮造営の際にオランダから献上され、天井に取付けできないまま金網で囲まれて灯籠のように安置され、“阿蘭陀灯籠”と呼ばれて現在でも残っている。

2.3 石油ランプの時代²⁾

石油ランプは図1に示すように、下側のガラス壺に灯油(沸点150~280°C)を入れ木綿の芯をひたし、ガラス・ホヤ中で芯を少しのぞかせて点火する照明器具である。江戸末期に輸入され行燈に代わって普及し始めた。明治5年(1872)に国産ランプが初めて開発され、明治30年代(1897)は石油ランプ全盛時代で、電灯が次第に普及する大正元年(1912)頃から急速に衰退した。

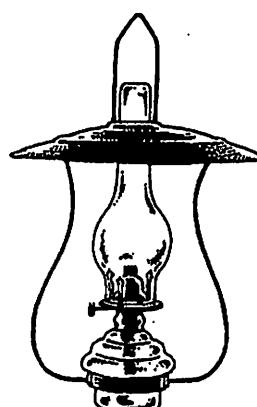


図1 つりランプ²⁾

第二次世界大戦後しばらくは、停電が多かったので、再び一般家庭で使用されることがあった。今でも、僻地の温泉や山小屋で使用されている所がある。

2.4 ガス灯²⁾

1792年英国のW.マードックは自宅の照明にガス灯を用いた。1812年ロンドンでガスを家庭に供給するガス会社が設立されて、主に照明に用いられ、欧州に普及した。

日本では安政4年(1857)、島津齊淋(なりあき)が初めて庭園の石灯籠の照明に用いた。明治3年(1870)横浜の高島嘉右衛門はガス会社を設立し、街灯にガスを初めて使用した。その後全国の主要都市でガス会社が設立され、最盛期の大正4年(1915)には、全国でガス灯は155万個になった。しかし、その頃から電灯が急速に普及し、ガス灯は次第に減少していった。

2.5 白熱電球の誕生とその技術の発達³⁾

1) エジソンの白熱電球発明とわが国への影響

エジソンは、1879年(明治12)10月21日にカーボン電球の製作に成功した。そのときの電球は40時間以上光り輝いたと記録されている。日本では、この日を「あかりの日」とし、各種の照明啓蒙の行事が行われている。英国では、スワンが、その前年の1878年(明治11)2月3日に電球の実用点灯に成功しており、「電球発明の日」としている。

エジソンは、1880年(明治13)フィラメント材料として京都八幡竹を選び出し、その後約10年間使用した。エジソンは、日本政府が派遣した視察員工部大学校電気工学教授藤岡市助(当時27才)に対して、「日本を電気器具の自給自足の国にせよ」と忠告している。藤岡はエジソンの言葉に大いに感銘し、電球生産の決意を秘めて帰国した。

2) 白熱社の創設と国産カーボン電球の誕生

1890年(明治23)藤岡市助は、三吉正一と東京・京橋に白熱社(図2⁴⁾参照)を創設し、英國スワン社から購入した設備と3、4人の従業員でカーボン電球の試作に着手し、同年8月12日に12個の電球製造に成功した。2時間程度の寿命のものであった。

3) 東京電気発足とGEとの技術提携

白熱社の電球の品質は、1892年(明治25)頃に外国の水準に達したが、生産は月に高々3000個で、外国製品の価格より50%以上高く、不況も加わって経営危機が続いた。1898年(明治31)米国から新式設備を導入し、翌年東京電気を発足させるなど経営改善に努めた結果、従来困難とされていた綿糸によるフィラメントの国産化に成功した。綿糸フィラメント電球により、日産1000個の増産体制が揃い、以後5~6年綿糸フィラメント電球の時代が続いた。しかし、折りからの歐州からの安値攻勢に合い、再度経営危機に陥り、1905年(明治38)藤岡社長はGEと起死回生の交渉の結果、

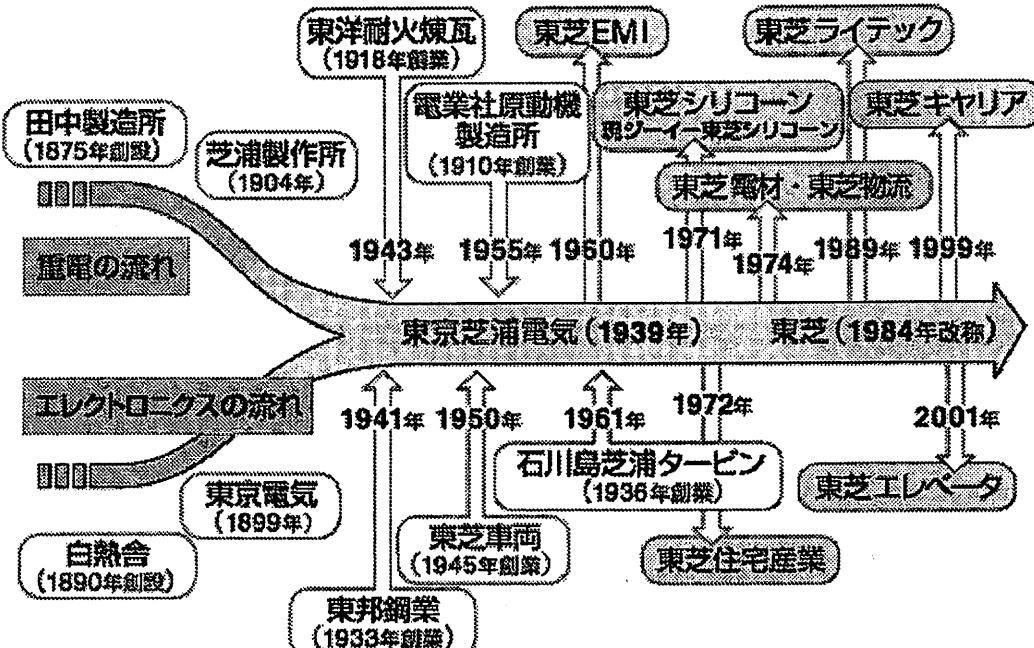


図2⁴⁾ 白熱社、東京電氣と東芝の沿革

融資と技術提携が実現し、活路が開けた。

日露戦争(1904～1905年)景気により、電球生産は1905年日産1000個から、1907年(明治40)には5000個と期を追って増加し、市場競争力を高め、白熱社創業17年を経て欧州製品を駆逐し、自給自足の国にせよというエジソンの言葉を実現した。

4) タングステン電球の発明

高い融点(3360°C)を持つタングステンは、フィラメント材料として古くから注目されていたが、1906年(明治39)オーストリアでダイヤモンドの型を通して押し出す「押出タングステン」フィラメントの電球が作られた。効率では著しく進歩したが衝撃に弱く、断線しやすい欠点があった。

GEのクーリッジ博士は、1908年(明治41)タングステンを加熱しながら線引きし、強靭で可鍛性のある引線タングステン(drawing tungsten)を開発した。

GEは1910年(明治43)引線タングステンフィラメントの電球生産を開始し、東京電氣もGEから製造技術や材料の供給を受け、1911年(明治44)10月製造を開始した。

1912年(大正元)白熱電球は、タングステン電球に急速に切り替わっていった。

5) ガス入り電球(白熱電球の最終到達系)

タングステン電球は、点灯中にバルブが黒化する欠点があり、1913年(大正2)GEのラングミュア博士は、窒素ガスを封入することによって黒化を防止することに成功した。窒素ガス封入によって熱損失が増加するので、フィラメントをコイル状にして有効長を短くした。東京電氣は、翌1914年(大正3)GEから技術導入した。ガス入り電球は、有効寿命は1000時間以上に達し、バルブの黒化もなく、消費電力は約半分で済み、しかも従来の真空電球に比し400°Cも高い2500°Cで点灯可能になり、光色も日光に近い白色といわれた。ガス入り電球はタングステン電球と並び電球の技術史上の大発明

である。

1919(大正 8)以降封入ガスは、窒素より熱伝導率が低く、分子量が大きい(即ちタンゲステン蒸発抑制効果が大きい)アルゴンガスに代わった。

アルゴンガスを主体としたガス入り電球は、現在も一般に広く使用されている。

白熱電球は、大正 8 年に技術の最終

到達系に入っていると言える。

6) ハロゲン電球とクリプトン電球

1954 年(昭和 34)GE のザブラーが「ヨウ素電球」を発明した。1966 年(昭和 41)頃よりハロゲン電球として長足の進歩を遂げた。最近のハロゲン電球には、石英の耐熱性バルブに、クリプトンガスに臭素などの有機ハロゲン化合物を封入して、ハロゲンサイクルにより輝度温度を高くしても寿命が確保され、小型で高ワットのものが開発されている。店舗照明や自動車のヘッドライトなど多くの用途に使われている。

1984 年(昭和 59)直径 35mm の小型バルブに、アルゴンガスの代わりにクリプトンガスを封入した 40W、60W のクリプトン電球が開発され、小型で 2000 時間の長寿命電球として、一般住宅のダウンライトなどに普及している。

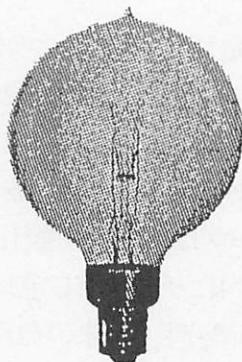


図3 初期のガス入り電球³⁾

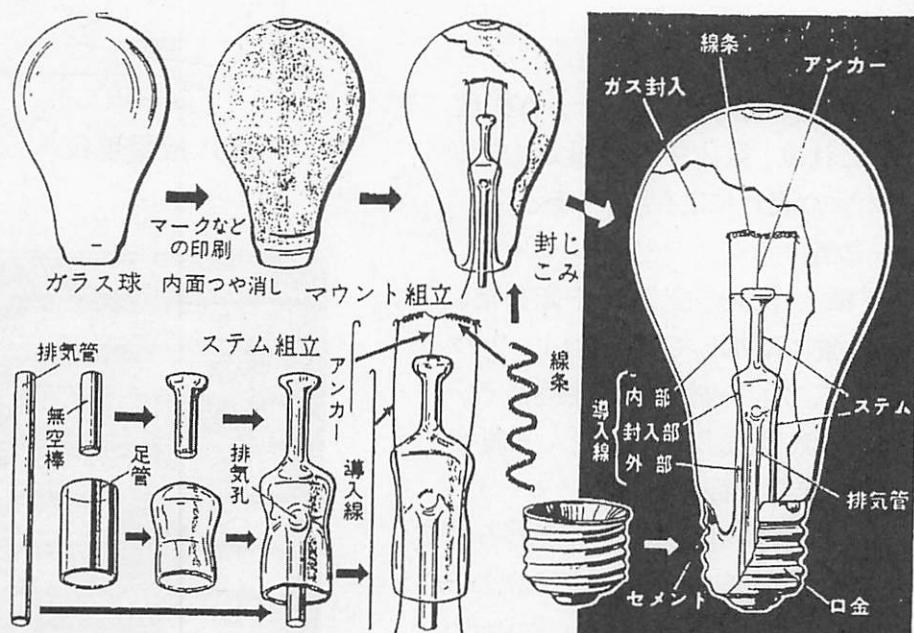


図4 ガス入り電球のできる順序と構造²⁾

7) 白熱電球に関するその他の発明

(1) チップなし電球の開発³⁾

初期の電球のバルブには、排気方法の関係で先端にチップと呼ばれる鋭くとがった先端があり(図3参照)、破損、取扱い、外観上で不都合であった。1919年(大正8)米国でチップなし電球を製作した。東京電気も1925年(大正14)独自に製作に成功し、数年以内にチップなし電球に切り替わった。

(2) 内面艶消し電球の発明³⁾

東京電気研究所の不破橋三は、1925(大正14)バルブの内面を艶消しする方法を発明した。GEも考案したが、不破の方が先願であった。

(3) 2重コイル電球の開発³⁾

東京電気の三浦順一は、1921年(大正10)「2重コイル」電球を開発した。1重コイルよりも効率が向上した。1936年(昭和11)に国内で発売された。

2.6 蛍光灯の誕生から最近まで

1) 気体中の放電現象^{5), 6)}

1859年ドイツの機械技師ガイスラーが物理学者プリュッカーの考案にもとづき、ガイスラー管を製作した。これを用いて電極間に電圧をかけると図5のような電圧電流曲線が得られる。この状態は、次の3種に分けられる。

(1) 暗放電

電圧を10V位から上げていくと μA 程度が流れる。これは、気体中に微量ふくまれる気体イオンの流れによるものである。

(2) グロー放電

電圧を更に上げると、突然音や光を發して電流が急激に増加して、図5の1→2の径路を通って、グロー放電が観察される。

グロー放電は、大気圧ではほとんど観察されず、真空状態で観察される。

放電状態は圧力によって著しく変わるのでガイスラー管は、真空度測定のためにこの現象を利用したものである。図6は、管内の圧力を変えたときのグロー放電のようすで、右が陽極、左が陰極で、数kVの電圧がかけられている。

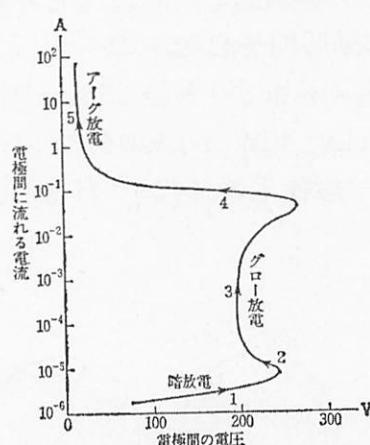


図5 放電現象⁶⁾

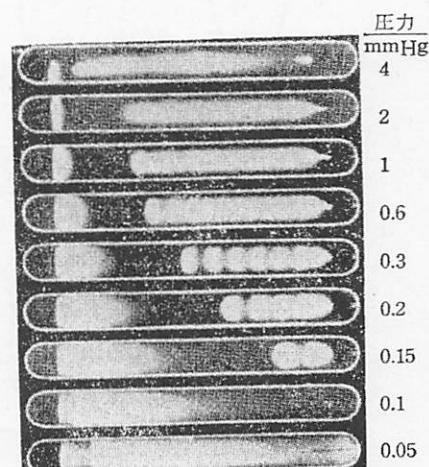


図6 グロー放電⁶⁾

グロー放電は、急激に電流が増加する現象で放電破壊とも呼ばれる。このように急激に電流が増加するのは、管内に電子が急増したためである。電離によって生じた電子が電場で運動エネルギーを得て気体分子に衝突して気体の陽イオンをつくり、それが陰極にあたって新しい電子を放出したり、電子によって励起された原子や分子の出す光が光電効果によって新しい電子(2次電子)を放出するために生ずる。2次電子がまた他の原子、分子に衝突して1個の電子が2個になる。このようにして、電子が陽極に達するまでに図6のようにねずみ算式に増えるので、これらの過程によつて急激に電流が増える。

(3) アーク放電

図5においてグロー放電は、初めのうちは電流が増えるほど電圧が下がるという負抵抗の現象を示す。(理由は上記参照。)そこで、更に電圧を上げるか、電源と電極の間に入れた抵抗を減らすと、電流は増えるが電圧はほぼ一定で図5の矢印3のように進む。そして1A程度の電流が流れると、矢印4→5のようにアーク放電に急に移る。アーク放電は 10^{-4} mmHgから数気圧の範囲で起こり 10^{-1} A～ 10^4 Aの大電流が流れ、最も破壊的な放電現象である。1気圧の空气中では暗放電からグロー放電に移らないで、火花が飛び火花放電に移ることが多い。雷はその例である。

図8のように炭素棒で作った電極を、 10Ω 程度の抵抗を通して100Vくらいの電源につなぎ、二つの電極を一度接触させたのち、数mmの間隔に離してやると定常的なアーク放電が起こる。これが次項で述べるアーク灯である。アーク強く炎のように輝き、電極も熱せられて光るので光源になる。

2) 放電現象を利用した照明の発明

① アーク灯^{1), 5)}

1801年英国の化学者H.ディヴィー(爆発性のガスが出る炭坑などに用いる燈火を金網で囲った安全燈の発明者)によりアーク放電が発見されてから次第にこれを照明に利用する途が開け、1876年ブラッシュという人が上述した炭素アーク灯を街路照明に実用化した。炭素アーク灯は、わが国の夜店の照明にも用いられた。強烈な紫外線を含む光輝を発する。直流を用いる場合は、陽極端が次第に消耗し陽極穴を生じ、5000°C以上になる。直流 100V、5Aが適度である。交流を用いると、両極が同様に消

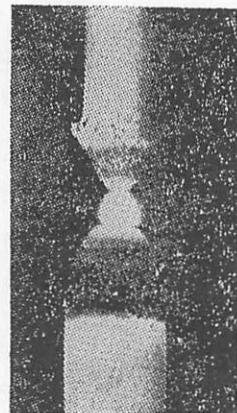


図7⁶⁾

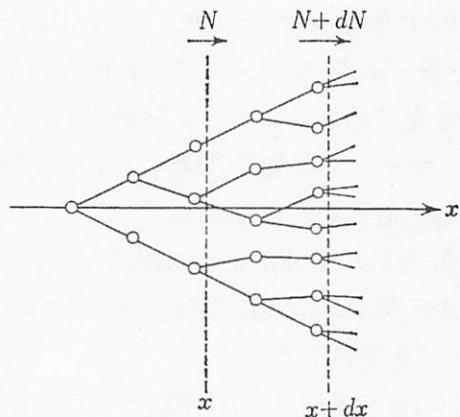


図8⁶⁾

耗するが、光点の移動があり穴は生じない。両極間隔の自動調節機構を持つものもある。炭素アーク灯は、炭素蒸気を発生させ周囲を汚すので屋外で使用された⁵⁾。

わが国では、1878年(明治11)3月25日、電信中央局の開局式が東京・虎の門において催された際に、電池によってフランス製アーク灯の点灯を行っており、この日を日本の電気記念日と定めている¹⁾。

水銀灯もアーク放電を利用した放電管で、蒸気圧の大小で低圧水銀灯(0.01~0.1 mmHg)、高圧水銀灯(1~3 気圧)、超高压水銀灯(10~200 気圧)と呼ばれ、各々構造や性能が異なる。低圧水銀灯は水銀の共鳴線 253.7nmを非常に強く出すので、紫外線の光源として優秀で、医療衛生方面に利用される。水銀の蒸気圧が高くなるに伴い波長が長いスペクトルの強度が強くなり、特に超高压水銀灯ではスペクトルが殆ど連続になって、理想的な白光色に近づくので、ナイター照明、工場照明に使用される。紫外線部は水銀蒸気そのものに吸収されるので弱くなる⁵⁾。

②ネオンサインの発明

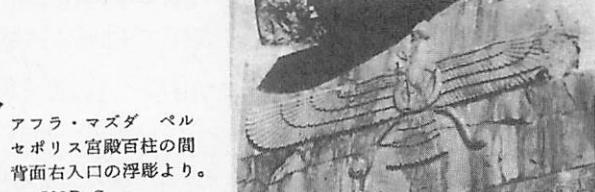
1920 年頃フランスのG・クロードは、直径 15mmくらいのガラス管の両端に電極を備え、管内にアルゴンガスと水銀ガスを封入し、高電圧で放電(グロー放電)すると赤色に発光するネオンサインを発明し、パリの街灯に用いて注目された^{2),3)}。クロードのネオンサインは電極を加熱しない冷陰極で、従って点灯するために数kVの高電圧をかける蛍光ランプであった。

3) 蛍光灯の発明とわが国の対応³⁾

1935年(昭和10)GE社のインマン等が、実用的低電圧で点灯可能な熱陰極の蛍光ランプを発明した。

GE社では、1938年(昭和13)ニューヨークの万国博で5000本の蛍光灯を点灯して、デモンストレーションを行った。東芝社長は万博で蛍光灯を見てGEと技術者派遣、研修の交渉をして、3名(物理-放電、化学-蛍光、機械)の専門家が半年間研修した。東芝では、3名が中心となり、マツダ研究所(マツダ:イランがペルシャ帝国であった頃の古代宗教の守護神である光の神アフラ・マツダ神に由来する命名。)で開発が進められた。

1940年(昭和15)は紀元2600年で各種の企画があった。文部省は、1940年秋に法隆寺金堂の壁画の模写を計画し、その照明用に新光源の蛍光灯の採用が決定されたので、それに間に合うよう開発が進められた。



アフラ・マズダ ベルセボリス宮殿百柱の間
背面右入口の浮彫より。
ca.500 B.C.

アフラマズダ Ahura-Mazda (Ohr-mazd) ゾロアスター教の主神。アフラは神、マズダは知恵を意味する。この神名は紀元前6世紀ころのアケメネス朝の碑文にすでに見えている。宗教的には悪神アーリマンに対抗する善神であり、前者の暗黒に対して光明をもって示されている。この神は天上の光明にみちた国土に住み、神聖な教義や知恵の源泉として崇拜され、善行者にはつねにその報酬を約束している。神像は王冠をいたいた有翼の人間である。(足利 悅氏)

図9⁷⁾ 光の神アフラ・マツダ神

ランプの製作は、手吹きのガラス管に蛍光灯を塗布し焼成され、両端に電極のステムを封着、排気は円筒形のヒーターで加熱しながら行い、口金は4本足の真空管用ベースが付けられた。電極に塗る電子放射性の酸化物は、真空管用が用いられた。

昼光色の蛍光体は東芝の研究室で自製され、 $MgWO_4$ 、 $ZnBeSiO_4$ 、 $Cd_2B_2O_5:Mn$ をブレンドしたもので、ランプはコリメータでx、yの色度が測定された。東芝で製作された点灯管、安定器とともに最初20灯が納入された。

1940年(昭和15)年8月27日、一斉に点灯されて模写が開始された。その後、120灯まで増灯された。

第2次戦争中は、発光効率がよいことから潜水艦の艦内照明用に細々と生産されたが、戦災を蒙り生産設備は廃墟となり、開発は停滞した。

4) 戦後の蛍光灯使用開始

1948年(昭和28)20W昼光色ランプの生産が再開され³⁾、1949年(昭和29)横浜で開かれた日本貿易振興会で40W蛍光灯が発表されたのをきっかけとして急速に普及した。それまでのオフィスビルの照明は、昼光の利用が前提とされ、昼光に合わせた勤務時間帯が設定されていた。昼光に近い光色の蛍光灯が昼間も点灯することにより、これまで昼光の採光のために必要とされていた建築設計上の制約が取り除かれ、勤務時間も年中一定にすることができるようになった¹⁾。

5) 蛍光灯寿命の延長

戦後の蛍光灯の寿命は、当時精々1000～1500時間であった³⁾。これは電子放出物質である陰極の酸化物が少しずつ劣化して、放電が維持できなくなって不点灯(寿命)に至るためである⁸⁾。陰極の酸化物を、米国で1950年(昭和25)二元(Ba、Sr)酸化物から、三元(Ba、Sr、Ca)酸化物に変えることによって寿命が3000時間に改善された。その頃米国シルバニア社で7500時間の長寿命の報告もあった。1954年(昭和29)東芝でZr化合物を数%添加することにより、欧米並みの長寿命に改良した³⁾。

6) ハロリン酸カルシウム蛍光体による明るさの改善

1942年マッキーグ(A. H. Mackeag)らによって⁹⁾、ハロリン酸カルシウム $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaX_2 - Sb - Mn$ (XはF又はCl)¹⁰⁾を発明した。ハロリン酸カルシウムは、短波長紫外線でアンチモンSbは青に、マンガンMnは赤に発光するので、SbとMnの相対濃度を変えれば青から赤までの種々の色調の発光が得られ、またこの両者をうまくバランスすると白色光に近いものが得られるので、蛍光灯用蛍光体としてすぐれてい



図 10³⁾ 法隆寺の壁画複写

る¹⁰⁾。1951年(昭和26)東芝でハロリン酸カルシウム蛍光体が国産化された。1950年(昭和25)に開発されていてその後最も多く使用された直管40Wランプに、早速用いられた。その結果全光束(光源が全ての方向に放出する光束の和)は、1440ルーメン(lm)から2100lmと約1.5倍に明るさが向上した³⁾。

7) 品揃えの時代:昭和20年代後半

昭和20年代には殺菌灯、色もの蛍光ランプなど各種製品が開発され、同年代の終わり頃には蛍光ランプの主要品種の品揃えを

始め、品質、性能面でほぼ欧米並みの技術水準に到達した。この間ランプメーカーも数社に増加、同年代の終わり頃の全国生産量は年間1千万本を超えた³⁾。

8) 環形蛍光ランプの開発

ランプの小型化を目指した環形蛍光ランプの開発は、まず米国で1944年(昭和19)で行われた¹¹⁾。わが国では、1956年(昭和31)100Vで点灯できる30W環形蛍光ランプが開発された。管径32mmで600mAの高出力設計とガラス管を曲げる技術の開発で、安定した品質で大量生産が可能となった。更に和室にマッチした吊り下げ型家庭用蛍光灯が開発され、折からの住宅建築ブームにのって急速に普及した³⁾。

9) 直管ランプの細管化と規格統一

従来蛍光ランプの管径は38mmであったが、わが国で1963年(昭和38)管径が32mmの細管形高効率蛍光ランプが開発された。40W白色ランプで全光束3200lmと、1950年(昭和25)の40W2100lmの更に1.5倍の明るさとなった。この蛍光ランプは、1967年(昭和42)JIS C 7601の改正によって規格化され、わが国における20W、40W直管ランプは管径32mm細管に統一された。この規格はその後IEC(国際電気標準会議)に採用され、わが国が欧米をリードしたことになった³⁾。

10) 事務所ビルへの蛍光灯の普及

東京丸の内の丸ビルでは、1954年(昭和29)白熱灯100Wの受け口を蛍光灯40W2灯用の電源としたパイプ吊りの蛍光灯への切替えが始まった。これによって明るさは一挙に3倍以上になったことであろう。1962年(昭和37)照明学会が行った当時のビル実態調査によると、98%更新されていた。当時欧米ではランプ下面にルーバーやカバーがつけられていたが、わが国では大半がランプのむきだし使用の「逆富士形」と呼ばれる取り付け器具が主流で、つい最近まで続いた。この照明方法は、欧米人の“ひんしゅく”を買った¹⁾。

11) ラジオの受信障害の解決

蛍光灯の普及に伴い、ラジオの受信障害が多発する問題が発生した。NHKと東芝

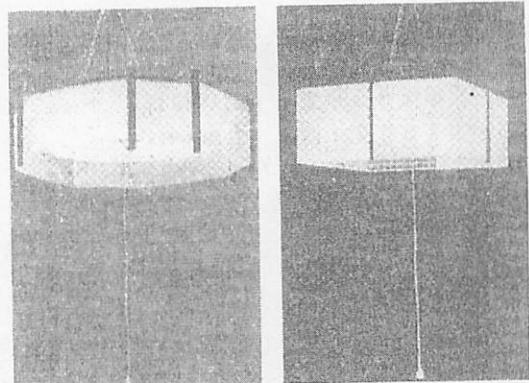


図11³⁾ 初期の30W環形蛍光灯

との共同研究の結果、電極の大型コイル化により 20~30dB低下できることが分り、1965 年(昭和 40)低雑音蛍光ランプが開発され、その後国内他社にも公開され、全面的な低雑音化が進んだ³⁾。

12) ラピッドスタート型化

昭和30年代に一般家庭に蛍光灯が普及した頃、駄じやれやいやみを言われてもすぐに笑ったり、怒ったりしない人をからかうのに、“あの人は蛍光灯”という言葉が流行った。これは、スターター式であった 30W環形蛍光ランプの吊り紐を引張ってもランプがすぐに点灯しないことから来た言葉であった。この点灯を素早く(rapid ラピッド)する電極加熱方式とそれに合致した蛍光ランプが 1957 年(昭和 32)開発された³⁾。

13) 3波長蛍光ランプの開発

1974 年(昭和 49)オランダで青(450nm)、緑(540nm)、赤(610nm)の光波長付近の狭い領域に発光を集中した3波長蛍光ランプが開発された。このランプは、高効率で高演色性(効率80lm/Wで平均演色評価数Ra:84)という画期的な特性を持つランプである^{3)、11)}。

これは希土類蛍光体を使用したものであるが、わが国では、1977 年(昭和 52)製品化され、最近では家庭用、施設用とこのランプへの移行が進んでいる³⁾。

14) スリムライン形蛍光ランプ

スリムライン形蛍光ランプは、電極を加熱せずに始動電圧 405V(540V)で点灯させ、定格入力電圧 450V(600V)と高電圧をかける管径 20.1mmのランプである。JISは、1955 年(昭和 30)に「瞬時起動熱陰極けい光放電管」として制定した¹³⁾。

15) コンパクト型蛍光ランプの開発

1979 年(昭和 54)わが国で電球型蛍光ランプを開発した。1980 年(昭和 55)オランダで安定器を別置きにしたU字形、1984 年(昭和 59)ドイツでダブルU字形が開発された。わが国も 1985 年(昭和 60)U字形、ダブルU字形蛍光ランプを製品化した³⁾。

16) 高周波(Hf)安定器と専用の細管の開発

インバーター(直流→交流変換)技術の進歩で、1991 年(平成3)従来の 32mmの細管を 25.2mmにして数十kHzの周波数で点灯する新型高効率細管が開発された³⁾。高効率になる理由は次のとおりである¹⁴⁾。

①ランプ内の放電空間で電子、陽イオンが高速で運動するため、荷電粒子の増加速度が大となり、紫外線量が増加し、全光束(lm)が増加する。

②同じ明るさを得るのに、従来よりも少ない電

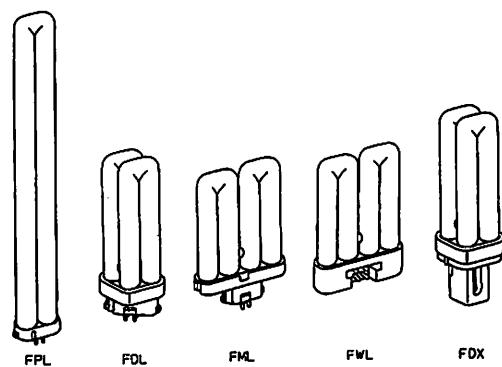


図 12¹³⁾ コンパクト型蛍光ランプ

流しか必要なく、電極損失、熱損失が電流値の自乗で減少する。

③従来の銅鉄式安定器に較べて、安定器が電子部品のために電力損失がほとんどない。

17) 冷陰極蛍光ランプの開発

1984年(昭和59)わが国で液晶テレビが初めて製品化された。液晶のバックライト用には、管径7.75mm、長さ82mmの3波長型冷陰極蛍光ランプが使用された。その後、極細管蛍光ランプが使われ、現在では長寿命であること、均斎度の点で冷陰極蛍光ランプと導光板を組合せた方式になった。最近では、管径2mm以下の極細形や、低電力で最適水銀蒸気圧が確保できる真空二重管方式などの冷陰極蛍光ランプが実用化されている³⁾。

18) 無電極蛍光ランプ

高周波の電磁誘導により無電極放電できる原理は50年以上前から知られていたが、1990年(平成2)に、わが国で初めて実用化された。これはコイルに13.56MHzの高周波を流し、誘導電界を作り、ランプ内の電子を加速させ、水銀に衝突させ、以下従来の機構で発光させる。従来寿命を決めていた電極がないので、寿命は3~6万時間(毎日10時間点灯として8~16年)に達する。全光束1000lmを超えるランプがある。保守が面倒な場所に使われる^{3), 8)}。

2.7 その他の照明の歴史

1) ハロゲンランプ¹⁵⁾

ハロゲンランプは、1952年(昭和27)米国で実用化され、1960年代(昭和40前後)に、わが国でも使用され始めた。発光管バルブ内にヨウ素などのハロゲン成分が不活性ガスと共に加えられていることが特徴である。

タンクステンフィラメントのタンクステン蒸気とハロゲン成分が反応して化合物をつくり、バルブの内壁に付着せずに、対流拡散で移動し、フィラメント付近で再びタンクステン蒸気とハロゲン成分に戻る循環(タンクステンサイクルという。)をする。このため、バルブ内面にタンクステンが蒸着して黒くなる黒化現象が抑制される。

白熱電球に較べて、明るさ30%アップ、寿命約3倍(2000時間)、コンパクト(容積1/30)、寿命末期まで光量低下しない特徴がある。蛍光灯に較べて、コンパクト、高演色性、キラメキのある光、瞬時点灯・調光可能な特長がある。一方欠点としては、蛍光灯に較べて、寿命、効率(lm/W)が約1/3と劣ることである。また、ハロゲンランプは

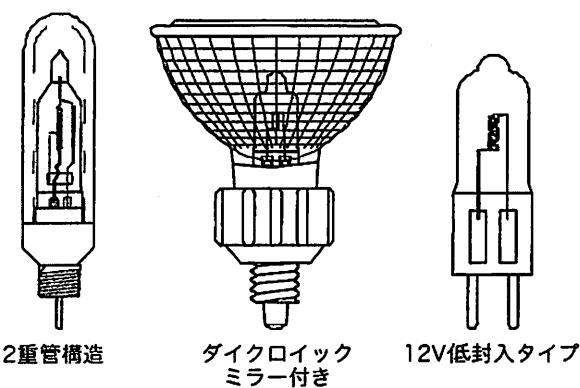


図13¹⁵⁾ 保護シールが不要なハロゲン電球

白熱ランプと異なり、点灯時の管内圧力が0.4~1.5MPaとなる高圧ガスが封入されていて、万一破損した場合は危険なために、安全性の向上が課題である。

2) HIDランプ

HID(High Intensity Discharge)ランプ(高輝度放電ランプ)は水銀ランプ、メタルハライドランプ及び高圧ナトリウムランプの総称で、光を発生するアークが管壁温度によって安定化され、その管壁負荷が3W/m²を超える放電ランプをいう^{15), 16)}。

①水銀ランプ(高圧水銀ランプ)^{11), 16)}

1~数10⁵Paの水銀蒸気圧中の放電を利用したランプである。蛍光ランプと同時期に開発されほぼ50年の歴史がある。

蛍光水銀ランプは、外管バルブ内に赤色発光蛍光体を塗布し、赤色光を補い、光源色、演色性、効率を改善している。

水銀ランプは、点灯時電圧を付加すると主電極と隣の補助電極の間で放電が起こり、やがて主電極間のアーク放電に移る。

②メタルハライドランプ^{11), 16)}

構造は水銀ランプに似ているが、発光管の中に水銀、アルゴンのほかに発光物質として種々のハロゲン化金属が封入されており、放電により金属特有の光を出す。

約30年前に開発され、高演色であることから屋内照明にも有用視され、100Wクラスの低ワットのコンパクトなものが開発され、インテリア照明分野にも進出している¹¹⁾。

③高圧ナトリウムランプ^{11), 16)}

10⁴Pa(約0.1気圧)程度のナトリウム中の放電を利用したランプで、発光管は透光性アルミナセラミックスを用い、ナトリウムと水銀のアマルガムにキセノンなどの不活性ガスを封入している。

高圧ナトリウムランプには、つぎの3種類のものがある。すなわち、黄白色で、色識別はできるが、演色性は良くない一般形と始動器内蔵形、ナトリウムの蒸気圧を高くして

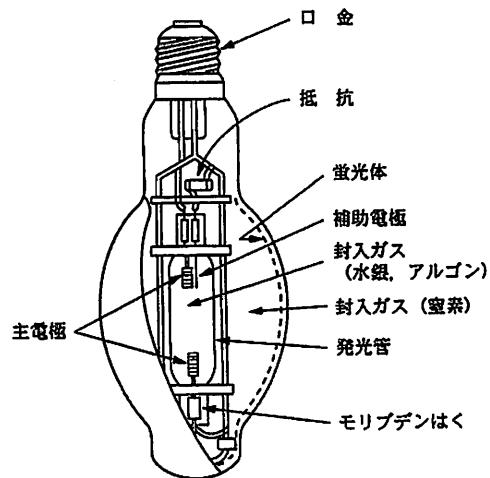


図14¹⁶⁾ 蛍光水銀ランプ

(150Wランプ)

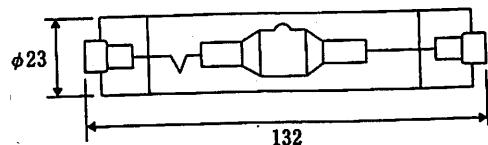
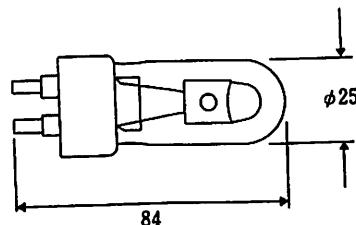


図15¹¹⁾ コンパクトメタルハライドランプ

演色性を白熱電球に近づけた高演色形、及びこれらの中間形の演色改善形である。

一般形と高演色形は、点灯は半導体スイッチ回路による数千Vの高圧パルスを二次電圧に重畠する方式である。始動器内蔵形と演色改善形は、より数千Vの高圧パルスを発生する始動ユニットをランプに内蔵しており、水銀灯安定器で点灯できる。

高圧ナトリウムランプは、メタルハライドランプとほぼ同じ頃に開発され、HIDランプの中で最も効率(lm/W)が高く(100lm/W以上)、開発当時に開通した名神高速道路天王山トンネル内照明など屋外照明に用いられた。当初の高圧ナトリウムランプの光では、色の識別ができなかった。(昆虫も近付かなかった。)その後演色性の改善の研究が進められ、低ワット化も行われたため、店舗照明など屋内照明分野にも使用されている。

2. 8 これからの照明 発光半導体(LED)

平成16年1月30日、東京地裁が、青色LEDを量産化した中村修二氏(発明者は名城大学教授赤崎勇氏)の発明報償金200億円を、日亜化学工業に支払いを命じる判決を下した。これは、21世紀の照明革命白色LED技術に係わるものである。

図16¹⁸⁾に、現在最高水準にある日亜化学工業の白色LEDの特徴をまとめたものである。発光効率は、蛍光灯の80lm/Wに較べてまだ1/4以下であるが、器具そのものが超小型、軽量であることから、外科医が手術にかけるゴーグルに取りつけたり、作業着にとりつけて工事、災害時に活用したり、特殊室内照明などに活用されている。今後発光効率の改良、新規用途開発が進むであろう。

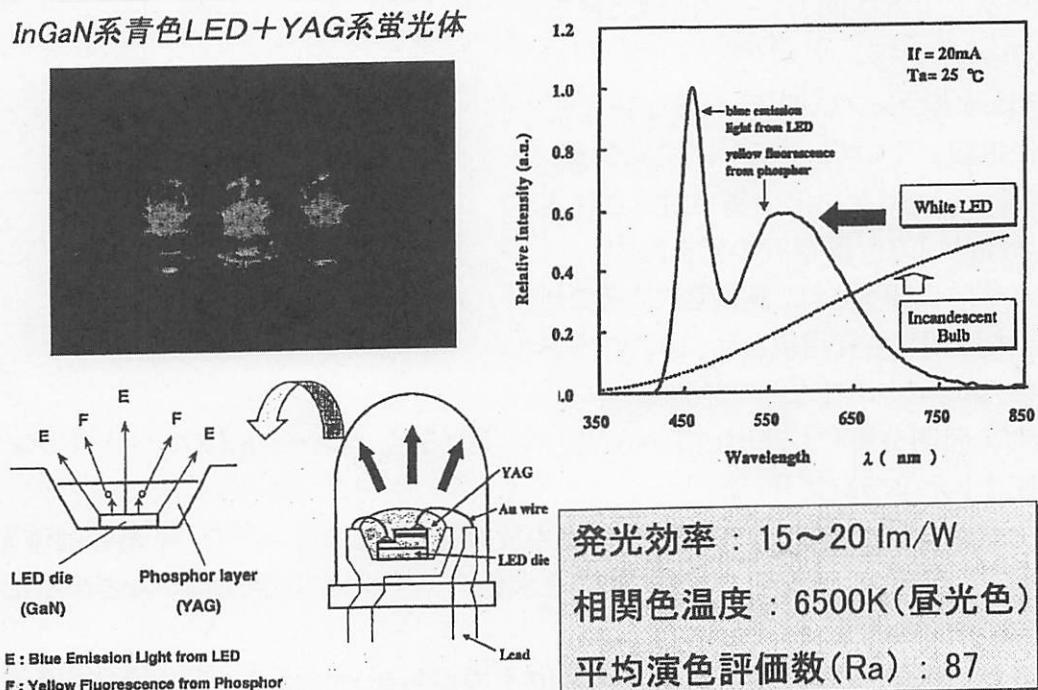


図16¹⁸⁾ 日亜化学の白色LED

3. 蛍光灯が照明器具になる原理

1) 蛍光ランプは放電管である。

蛍光ランプは、当レポート2. 6で述べたように、放電管内の電極の間に電流が流れる放電現象を利用している。電極間に100Vのような低圧電圧をかけるだけで放電現象を起こさせるには、放電管の気体の圧力を真空に近い状態にしなければならない。

真空度を上げれば良いかというとそうではない。放電は起こっても、電極間で流れる電流が微弱になる。電流が微弱であれば、放電管で発生するエネルギーも微弱になるから、光のエネルギーも微弱になる。

蛍光ランプの真空度は、適度なエネルギーが得られるグロー放電と言われる放電が発生する圧力 2-3mmHg (270-400Pa) が選定されている。

2) 封入する気体は、水銀である。

放電管に充填される気体の種類で、発光する光の色(スペクトル)が異なる。

稀ガスの一種ネオンを封入すると、赤となる。ネオンサインはこの原理を応用している。

蛍光ランプには、水銀が数mg封入されている。水銀は、常温で液体であるが、常温での蒸気圧に相当する水銀が、気体状態で存在する。水銀の蒸気圧だけでは、放電に必要な300Pa程度の圧力にならないから、アルゴンを封入して圧力調節している。アルゴンが選定されたのは、グロー放電が起きやすい気体であるからである。水銀原子に電子が衝突し、水銀の外殻電子が励起され、元のエネルギー順位に戻るとき、波長253.7nmの電磁波を発生する。人間の眼は、電磁波のうち380nm～770nmの波長しか明るく感じない。253.7nmは、紫外線であるが、この波長の紫外線は、オゾンに吸収され、太陽から

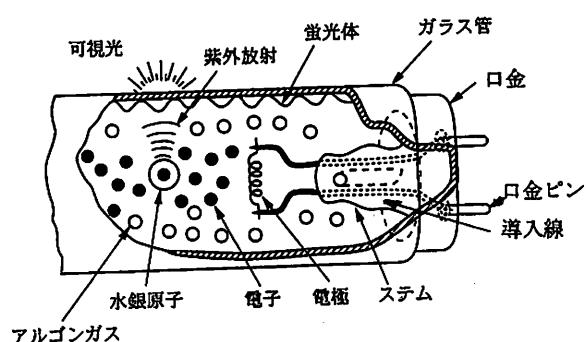


図17¹⁶⁾ 蛍光ランプ内部の模式図

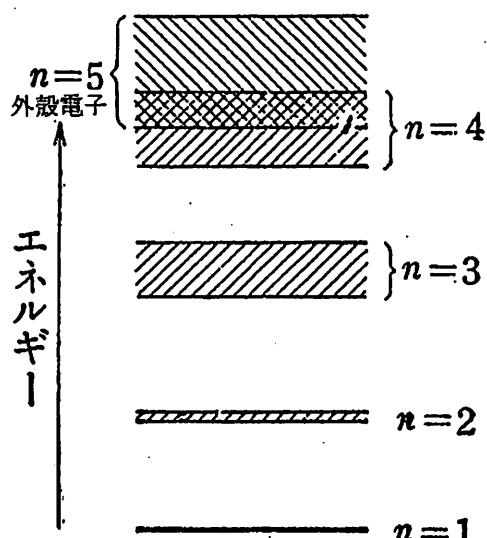


図18⁵⁾ 原子のエネルギー準位図

から地上に届く自然光には存在しない。

3) 見えない紫外線を変化させる蛍光体

蛍光体は入射した光よりも波長の長い光を発する(ストークスの法則⁵⁾)物質である。蛍光ランプの場合、波長が集中した鋭いスペクトルを示す紫外線を、蛍光体に当てて、目に見える光に変えている。

表1に、これまで探し出された蛍光体を示す。蛍光ランプが登場した昭和30年、40年代は、蛍光ランプの光は、顔色が悪く見えるとか、食事がまずく見えることも、すぐ点灯しない欠点とならんで悪いイメージがあった。蛍光ランプの光と自然光とを定量的に評価する演色性評価方法が開発されたことも寄与して、問題は解決した。それが三波長域発光形である。

4) 蛍光ランプに必須の安定器(バラスト)

蛍光ランプは、先に述べたようにグロー放電をさせる放電管である。本レポートの p.7 に述べたように、グロー放電は急激に電流が増加する現象で、その電流はねずみ算で増加するので、放電が始まつて放置すれば蛍光ランプは高熱ですぐ破壊される。

電流の増加を、適度なところで止めるものが安定器(バラスト ballast)である。日本語では、バラストは船や気球を安定する重りの意味にしか使われないが、英語では蛍光灯用バラストと言っている。

5) 蛍光ランプの電源は交流が最適

初期の安定器は、交流がコイルを流れるときのインピーダンスと波長によって固有の抵抗を持つことを利用して、トランス(変圧器)を用いた。電流にブレーキをかける機能からチョークコイル(窒息コイルの意)と呼ばれた。チョークコイルは、又始動時に蛍光ランプの電極に高電圧を発生させて、

表1¹⁶⁾ 蛍光ランプ用蛍光体

蛍光体の種類	概略化学式	発光色	主ピーク波長(nm)
ハロリン酸カルシウム	$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaFCl} : \text{Sb, Mn}$	白	580
タンゲステン酸カルシウム	$\text{CaWO}_4 : \text{Pb}$	青	440
タンゲステン酸マグネシウム	MgWO_4	青色	480
けい酸亜鉛	$\text{ZnSiO}_4 : \text{Mn}$	緑	525
けい酸カルシウム	$\text{CaSiO}_3 : \text{Pb, Mn}$	黄赤	610
ユーロピウム付活ストロンチウムクロロアバタイト	$\text{Sr}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}$	青	445
セリウム・テルビウム付活アルミニ酸マグネシウム	$\text{MgAl}_{11}\text{O}_{19} : \text{Ce, Tb}$	緑	543
ユーロピウム付活酸化イットリウム	$\text{Y}_2\text{O}_3 : \text{Eu}$	赤	611

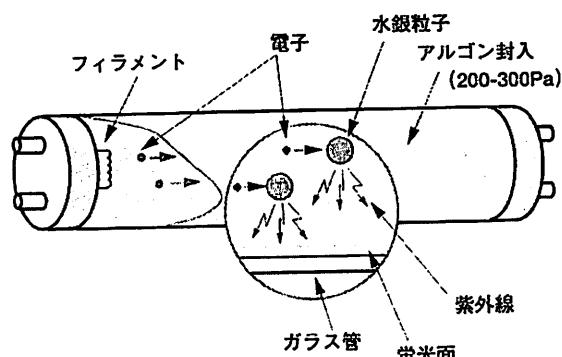


図19⁹⁾ 蛍光灯の放電原理図



図20 安定器の形状と記号

点灯を促す一石二鳥の役割を果たす優れものであった⁹⁾。

チョークコイルの中に電気絶縁性を高めるためにPCB(ポリ塩化ビフェニル)が使われ古い蛍光灯の処分時に問題を生じた。

トランスに組み込まれたコイルは、交流を通じるから抵抗を生じさせることができるのであって、直流を用いると抵抗はゼロになり電圧も変化しないから全く使えない。

直流を使う場合は、制御回路が必要でコスト高になるので、直流を用いる場合も、交流に変換して使用されている。

6) 初期の蛍光ランプが点灯する仕組み

図21¹⁹⁾に基づき説明する。

①スイッチを開じると、アルゴンガスが封入されて放電しやすく出来ているグロースタータで放電が開始される。

②グロースタータ内部は放電で、高温になり、内部のバイメタルで出来ている可動電極が曲がって、固定電極に近付く。

③やがて可動電極は固定電極に接触し、蛍光ランプのフィラメントに大きな電流が流れ、フィラメントが発熱し熱電子を放出し始める。接触した瞬間に、グロースタータ内部の放電が止まり、内部の温度が低下する。

④可動電極が冷えると、再び可動電極は固定電極から離れる。離れた瞬間に安定器のチョークコイルのトランス作用で、蛍光ランプの電極間に高電圧がかかり、蛍光ランプのグロー放電が開始される。蛍光ランプへは、チョークコイルの抵抗で一定電流しか流れず、安定な放電がスイッチを切るまで続く。

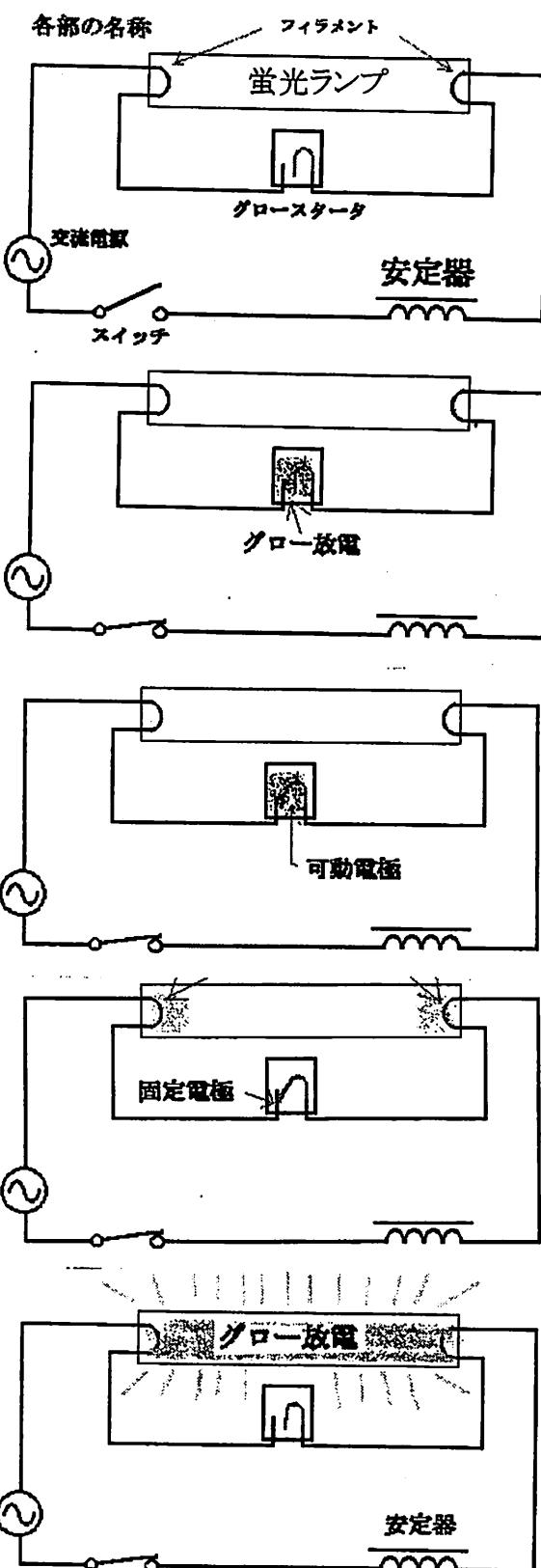


図21¹⁹⁾ グロースタータ式蛍光灯点灯機構

4. 磁気式蛍光灯安定器

1) 磁気式安定器と電子回路式安定器

1970年代初め頃に電子回路式安定器が出現した。電子回路式安定器が出現するまでの安定器を磁気式安定器といふことがある。

磁気式安定器は初期のグロースタータ式点灯方式に用いられた安定器から、スタート用半導体を内蔵した最近のものまで種々のものを含む。

JIS²⁰⁾では、磁気式安定器は、次のように定義されている。

「変圧器及びチョークコイルを主体とし、必要に応じ、コンデンサなどと組み合せて構成され、ランプを適正に動作させるために使用するもの。雑音防止用コンデンサ、力率改善用コンデンサ、コンデンサ放電抵抗、保護装置、始動用半導体素子などを含め、安定器という場合もある。」

2) JIS²⁰⁾による蛍光灯安定器の種類

適合ランプによる区分	始動方式による区分	使用箇所による区分	水に対する保護による区分	力率による区分	温度上昇による区分	保護機能による区分とその記号
直管形・環形及びコンパクト (スター非内蔵)用	スタート式 ラピッドスタート式 (遅相回路) (進相回路)	器具内用	ないもの 防まつ形(SP) 防浸形(WT)	低力率	一般温度上昇形	ないもの
直管形・環形用						自動復帰形 保護装置付き
コンパクト形(スター非内蔵)用						非復帰形保護 機構付き
コンパクト形(スター内蔵)用	瞬時始動式	屋内用		高力率	低温度上昇形	過熱保護形
スリムライン形用	半導体スタート式					

備考1. 直管形・環形・コンパクト形(スター非内蔵)・コンパクト形(スター内蔵)及びスリムライン形ランプなどの用語は、JIS C 7601と一致している。

2. “始動方式による区分”欄のラピッドスタート式で、“遅相回路”とは、二次電圧波形がほぼ正弦波のものであり、また“進相回路”とは、二次電圧波形に高調波が重畠されているもので、この“進相回路”が、“始動に関して特別の考慮された安定器”と、一般的にいわれている。

グロー式(GM)

①スタート式安定器

手動又は自動的(図21参照)に動作するスタートを用い、スタートのスイッチ作用によって蛍光ランプの両陰極を予熱し、パルス電圧が発生してランプを始動させ、点灯中は、陰極がランプ電流によって加熱される回路方式に用いる安定器。

安定器による抵抗で電圧降下があり、ランプ電流を定格電流にすると共に、スタートも作動しない。

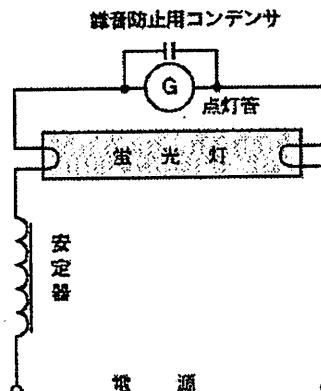


図22²¹⁾ スタータ式安定器

スタータ式安定器は、蛍光ランプ用グロースタータ、プレスイッチ及び押ボタンスイッチなどによってランプを始動させる回路方式のもので、一般にスタータは安定器に内蔵されていない。

②ラピッドスタータ式安定器

スタータなしで点灯するタイプである。安定器の一部に設けられた陰極加熱機構で、ランプの陰極を加熱して、陰極が電子放射するのに十分な温度になったときに、放電を開始するよう両陰極間に十分な電圧を加え、点灯中は、陰極がランプ電流及び陰極加熱機構によって加熱される回路方式に用いる安定器²⁰⁾。一般には、200V程度の二次電圧では、放電が確実に保証されず、ランプ自身にも始動補助装置(ステイティングエイト)を施し、低い電圧で放電を開始するよう工夫されている²¹⁾。

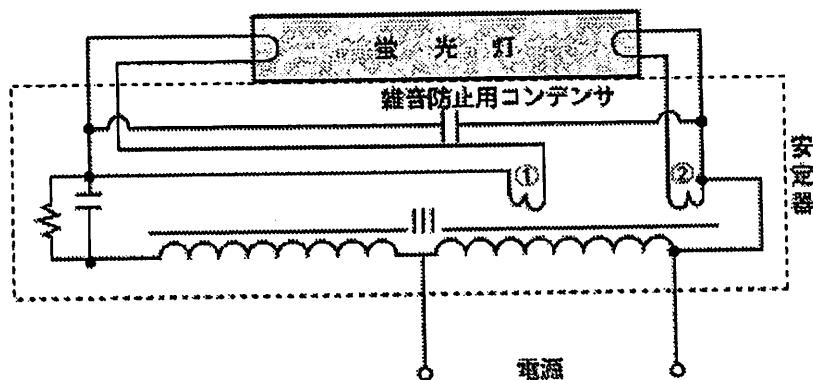


図23²¹⁾ ラピッドスタータ式安定器

③瞬時始動式安定器

放電前に陰極を加熱せず、ランプ始動は、必要十分な電圧(約400~500V)を両陰極間に加えて始動させ、点灯中は、陰極がランプ電流によって加熱される回路方式に用いる安定器²⁰⁾。

蛍光ランプは、スリムライン形及びコンパクト形の一部が用いられる。

④半導体スタート式安定器

安定器に始動用半導体を含み、そのスイッチ作用によるか、又は陰極加熱用の巻線によって両陰極を予熱し、半導体のスイッチ作用によってランプを始動させ、点灯中は、陰極がランプ電流及び(又は)陰極加熱機構によって加熱される回路方式に用いる安定器²⁰⁾。

電源を投入すると、電極予熱を開始し、次いで制御回路により高電圧を印加するので、点灯は、ラピッドスタート方式のように速やかに一斉に行える。現在小ワットの蛍光灯用が実用化されている²¹⁾。

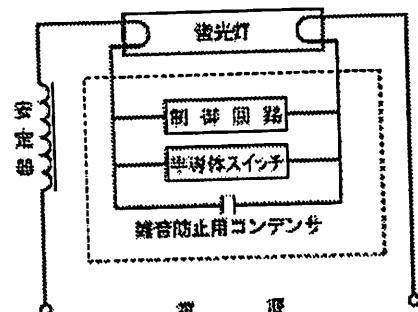


図24²¹⁾ 半導体スタート

5. 蛍光灯電子安定器

1) 蛍光灯電子安定器の特長

1978年(昭和53)ごろから、ランプ点灯後も半導体回路が主要機能を果たす、トランジスターインバータによる高周波点灯形蛍光灯安定器が一般照明用として実用化された²¹⁾。

JIS²¹⁾の解説において、蛍光灯電子安定器の特長として次の点が挙げられている。

- ①ランプの発光効率の向上、及び安定器の電力損失が少ないことから、より明るい照明ができるとともに消費電力が低減できる。
- ②ランプの光出力のちらつきが低減でき、視環境の改善が図られる。
- ③電子回路技術によって安全性が向上させやすい。また、機能が向上(調光など)する。
- ④安定器が小形、軽量である。
- ⑤電源周波数50Hz、60Hz共用が容易にできる。
- ⑥電源電圧として例えば、100V、200Vの共用設計が可能。
- ⑦適合ランプとしてスタータ形ランプ、ラピッドスタータ形ランプの共用設計が可能。

2) 蛍光灯電子安定器の構成

インバータ式安定器の基本構成は、図26に示すように、整流回路(交流→直流)、平滑回路(脈動の少ない滑らかな直流にする)、直流を交流に変換するインバータ回路(半導体のスイッチング素子とそれを制御するマイコンから成る)から構成されている。

3) 高周波点灯によるランプ効率の向上

蛍光ランプのランプ効率は、点灯周波数を50Hzから数十kHzまで増加させると、徐々にランプ効率(光出力/ランプ電力)が上がり、50kHz付近でほぼ一定になる。

これは、電極部のエネルギー損失が減少するためである。高周波点灯蛍光灯は、この50kHzで蛍光ランプを点灯させている。

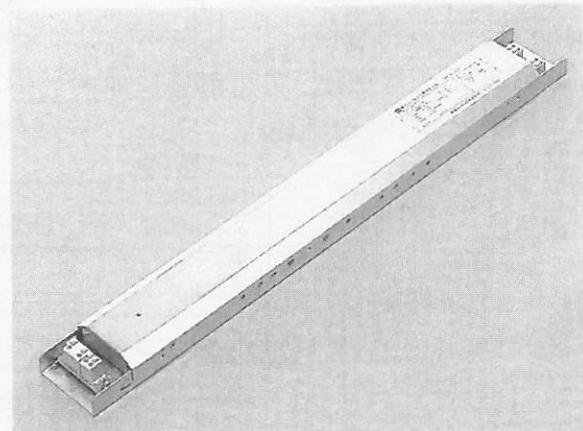


図25²¹⁾ 蛍光灯電子安定器

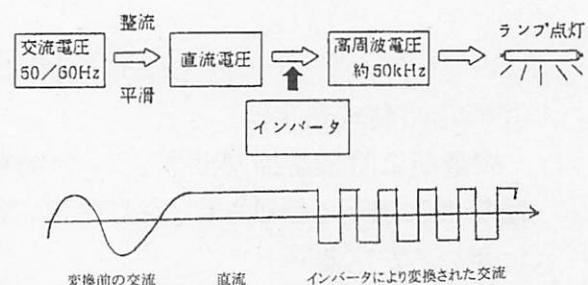


図26²⁴⁾ 電子安定器の基本構成

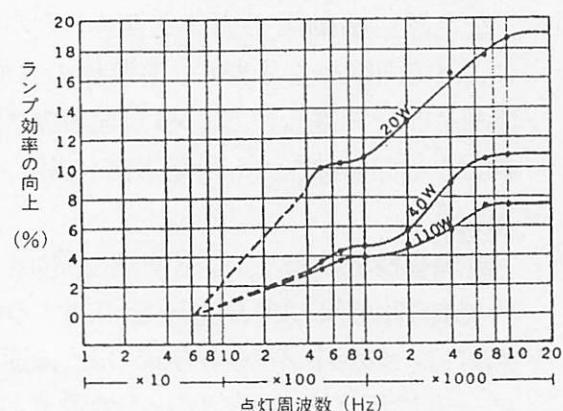


図27²⁵⁾ 点灯周波数とランプ効率との関係

4) インバータ化に伴う高調波電流抑制

交流電源を整流し、半導体素子で任意の周波数の交流に変換するパワーエレクトロニクスの急激な進歩により、高調波障害が1990年代初め(平成2年頃)に発生した。

高調波障害とその対策については、当部会技術レポート6で取り上げた。

高調波障害は、電源整流回路の影響で電力系統の電流歪で、電動機の騒音、振動、ラジオ、テレビのノイズ、ちらつきが発生するものである。

蛍光灯電子安定器については、1995年(平成7)10月から、表2に示すIEC(国際電気標準会議)規格のクラスCをクリアすることが推奨されている。

照明機器のインバータ回路の高調波電流対策は、当初①チョーク・コイル挿入方式と②アクティブ・フィルタ方式であった²⁷⁾。

チョーク・コイル挿入方式は、チョーク・コイルのインピーダンスで、平滑コンデンサに流れれる充電電流を制限し、電流波形を滑らかにすることにより高調波電流を抑制する。

アクティブ・フィルタ方式は、入力電圧と入力電流を検出して、入力電流の波形が入力電圧の波形に近づくように、スイッチング制御する方式である²⁷⁾。

アクティブ・フィルタ方式の部品が多く、コスト削減の工夫がなされた。

最近の回路例を図29に示す。この回路はチャージポンプ方式と言われるもの。図29においては、小容量のコンデンサC2と変圧器Tを共振させ、整流器DBIの直流側を非平滑電圧波形にすることで、入力電流を連続的に流すようにしたものである。この回路は、部品点数が非常に少なくて高調波が抑制されている²⁸⁾。

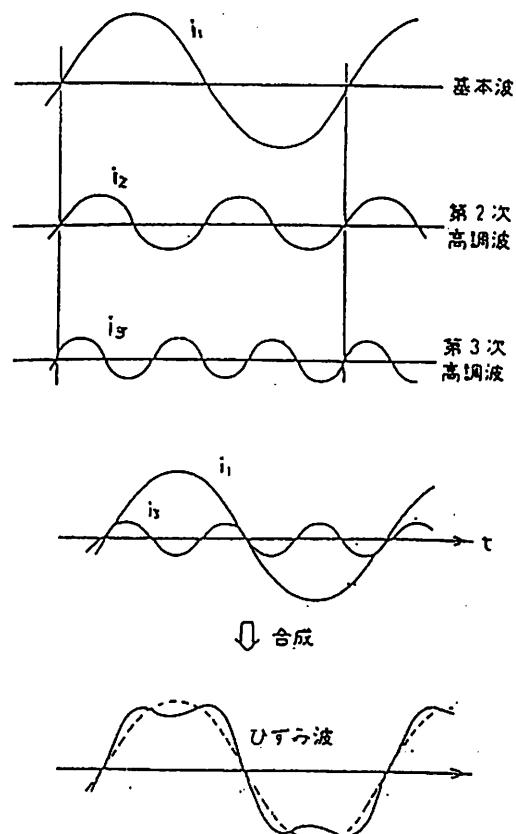


図28²⁶⁾ 高調波とひずみ波

表2²⁶⁾ IECクラスC 電流限界値

高調波次数 n	照明装置の基本波入力電流の百分率として表される最大値(%)
偶数高調波	
2	2
奇数高調波	
3	$30 \times \lambda$ (注)
5	10
7	7
9	5
$11 \leq n \leq 39$	3

(注) λ は、回路の力率。

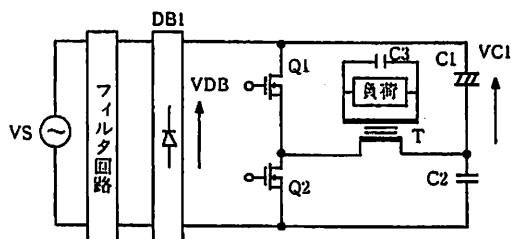


図29²⁸⁾ 高調波抑制回路

5) 高周波蛍光ランプと専用電子安定器²⁸⁾

① 高周波専用蛍光ランプの総合効率

4)で述べた高調波抑制電子安定器は、高周波専用蛍光ランプの専用電子安定器として実用化されており、その性能を、従来の磁気回路式安定器のものと比較して表3に示した。

Hfランプの総合効率(lm/W)は、従来より約15lm/W(約20%)と、大きく向上している。

従来と同等の照度設計をした場合は、約20%省エネできる。

② 調光用電子安定器

さらなる省エネを目的として、高周波専用照明器具をベースに、各種センサを組み合せた調光機能を有する電子安定器が実用化されている。

具体的には、Hf専用蛍光灯専用照明器具をベースに、熱線(人感)センサ、明るさセンサを組み合せ、人の有無を検知し不在時は消光(又は調光)したり、周りの明るさを検知して適性照度に調光したりする。

調光用電子安定器の基本回路構成を図30に示した。

調光用電子安定器の調光信号は、図31に示したDuty調光信号を用いる場合が多い。この信号は10V、1kHz程度で、制御方式はON/OFFのDuty比を変えるPWM(Pulse Width Modification)方式である。

③ 低光束安定点灯維持技術

Hf蛍光ランプを20%以下で調光した場合、従来ちらつき、移動縞、立ち消え等不快な現象が発生しやすく、特に低温化で顕著になっていた。この課題も低光束安定点灯維持技術が開発され、5~100%の連続調光安定器が実用化されている。

又、インバータ制御回路、高調波低減制御回路、高耐圧ドライバ回路などをワンチップに集積したHf調光用電子安定器も実用化されている。

今後も技術改良が加えられことが期待できる。

表3 蛍光灯の総合効率²⁸⁾

ランプ	電子安定器		FLR40/36	
	FHF32			
	定格出力	高出力		
電源電圧(V)	200	200	200	
入力電力(W)	70	98	78	
入力電流(A)	0.36	0.50	0.40	
入力効率	0.97	0.98	0.98	
光出力(lm)	3200×2	4500×2	3000×2	
総合効率(lm/W)	91.4	91.8	76.9	

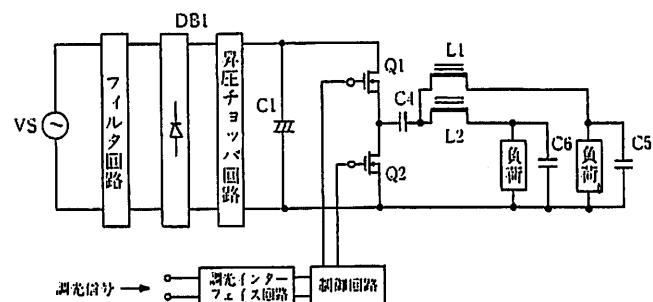


図30²⁸⁾ 調光用電子安定器の基本回路構成

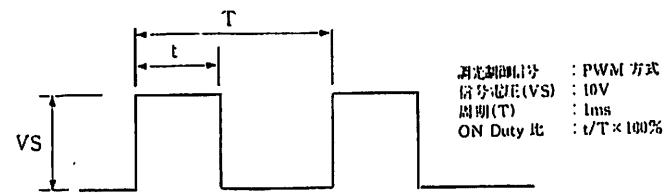


図31²⁸⁾ Duty 調光信号

6. 蛍光ランプ¹³⁾

1) JIS規格「蛍光ランプ」の用語の定義

①コンパクト形蛍光ランプ

ガラス管を折り曲げ、接合などしてコンパクトな形状に仕上げた片口金の蛍光ランプ。スタータを内蔵しないものと内蔵したものがある。

備考1. 発光管、安定器及び始動装置を一体化した、いわゆる電球形蛍光ランプは含めない。

2. 使用する口金は、JIS C 7706 に規定するピン形構造のものとする。

3. 内蔵するスタータは、グロースタータとする。

②高周波点灯専用形蛍光ランプ

専用の高周波点灯回路(又は装置)とだけ組み合せて点灯する熱陰極形ランプ。これ以外の点灯回路方式とは適合しない。

また、高周波点灯専用形蛍光ランプが従来の照明器具へ誤装着されることを防止するため、専用照明器具だけに使用できることを示すシンボルマーク(Hfマーク)をランプに表示する。(後述参照)



③飛散防止形蛍光ランプ

飛散防止膜(透明合成樹脂などのフィルム)を蛍光ランプの全長にわたって被覆密着させて、ランプのガラス管が破損してもガラス片がなるべく飛散しないようにした蛍光ランプ。

④初特性

100時間エージングしたランプのランプ電力、ランプ電流、ランプ電圧及び全光束。

⑤定格ランプ電力

ランプに表示されるか又は製造業者によって公表されたランプ電力。

⑥寿命

規定された条件の下で点灯したとき、ランプが点灯しなくなるまでの総点灯時間又は全光束が初光束の70%(演色性の区分を表す記号がDL、SDL、EDLのランプ及びコンパクト形蛍光ランプは60%)に下がるまでの総点灯時間のいずれか短いもの。

⑦定格寿命

長時間にわたり製造された、同一形式のランプの寿命の平均値に基づいて公表された寿命。

2) 種類

蛍光ランプの種類は、始動回路方式によって、次のように分類する。

①スタータ形蛍光ランプ

②ラピッドスタート形蛍光ランプ

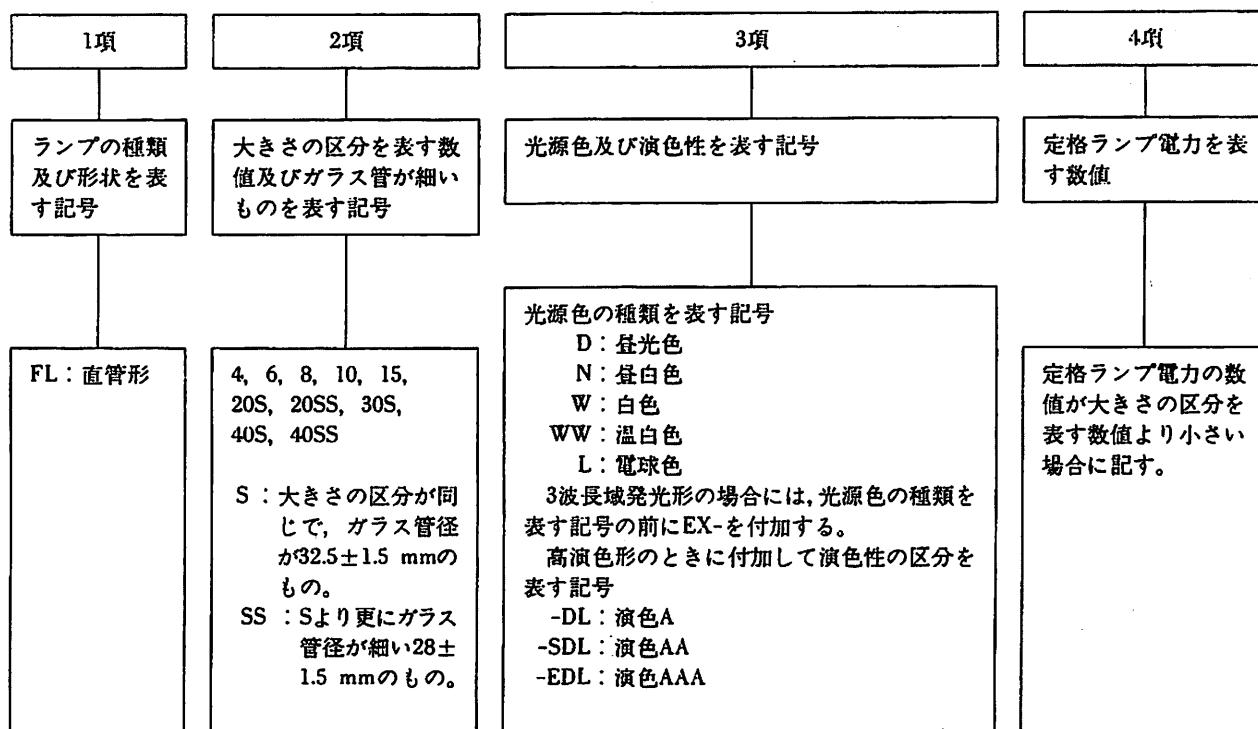
③高周波点灯専用形蛍光ランプ

④スリムライン形蛍光ランプ

3) 蛍光ランプの形式及び種類

①スタータ形蛍光ランプ

(a) 直管形蛍光ランプ 形式は、次の1~4項によって表し、種別は、1項、2項及び4項で表す。



備考1. 4項をもたないランプの定格ランプ電力は、大きさの区分の数値と同じである。

2. 2項が文字記号で終わるときは、2項と3項との間を・で区切ってもよい。
3. 3項と4項との間を／で区切る。
4. 光源色及び演色性を表す記号は、JIS Z 9112による。(後述参照)
5. 飛散防止形蛍光ランプには、末尾の項の後にPを付ける。

なお、Pとその直前の項との間を・で区切ってもよい。

例1 FL15EX-N(スタータ形、直管形、大きさの区分15, 3波長域発光形昼白色、定格ランプ電力15 W)

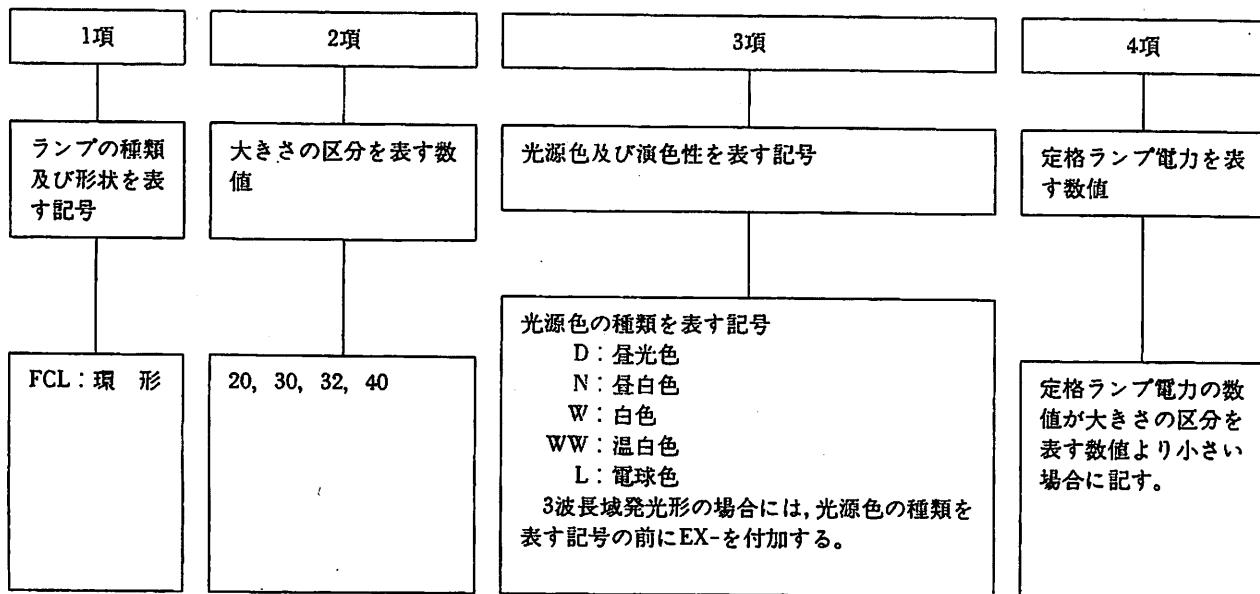
例2 FL40S-W-SDL(スタータ形、直管形、大きさの区分40、ガラス管径32.5 mm、白色で高演色形演色AA、定格ランプ電力40 W)

例3 FL40SS-W/37(スタータ形、直管形、大きさの区分40、ガラス管径28 mm、白色、定格ランプ電力37 W)

例4 FL40SS-W/37-P(スタータ形、直管形、大きさの区分40、ガラス管径28 mm、白色、定格ランプ電力37 W、飛散防止形)

参考 定格ランプ電力の数値が大きさの区分を表す数値より小さいランプ(省電力を目的としたランプ)をLW、大きさの区分を表す数値と定格ランプ電力の数値が同じランプをNWと呼んでもよい。

(b) 直管形蛍光ランプ 形式は、次の1~4項によって表し、種別は、1項、2項及び4項で表す。



備考1. 3項と4項との間を／で区切る。

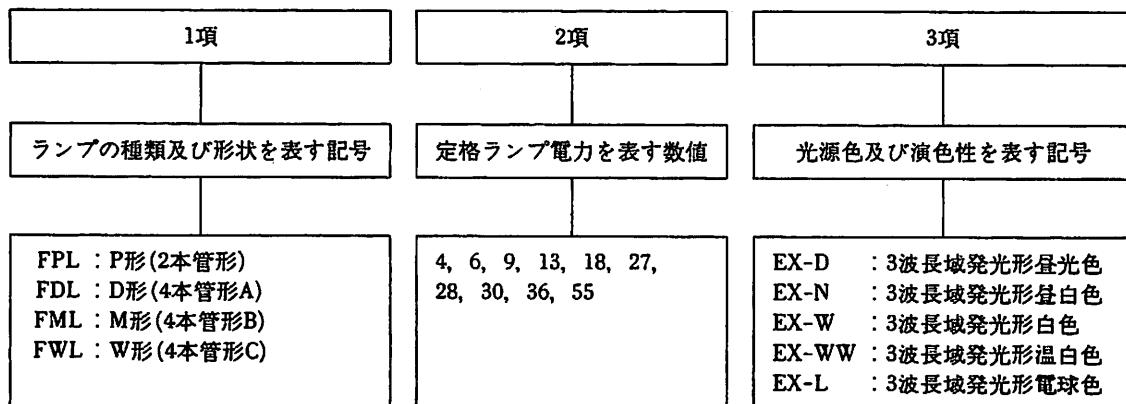
2. 光源色及び演色性を表す記号は、JIS Z 9112による。

例1. FCL30W/28(スタート形、環形、大きさの区分30、白色、定格ランプ電力28 W)

例2. FCL32EX-N/30(スタート形、環形、大きさの区分32、3波長域発光形昼白色、定格ランプ電力30 W)

(c) コンパクト形蛍光ランプ(スタート非内蔵)

形式は、次の1~3項によって表し、種別は、1項及び2項で表す。



備考 光源色及び演色性を表す記号は、JIS Z 9112による。

例1. FPL 36EX-WW(P形、定格ランプ電力36 W、3波長域発光形温白色)

例2. FDL 27EX-N(D形、定格ランプ電力27 W、3波長域発光形昼白色)

例3. FML 18EX-D(M形、定格ランプ電力18 W、3波長域発光形昼光色)

例4. FWL 13EX-L(W形、定格ランプ電力13 W、3波長域発光形電球色)

(d) コンパクト形蛍光ランプ(スタータ内蔵)

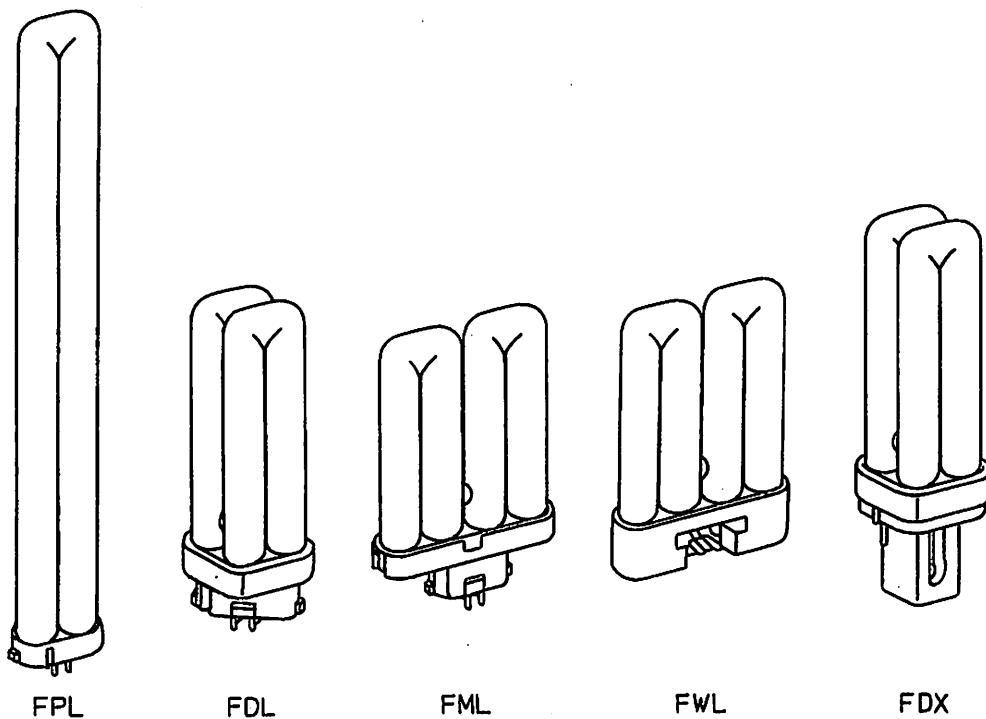
形式は、次の1~3項によって表し、種別は、1項及び2項で表す。

1項	2項	3項
ランプの種類及び形状を表す記号	定格ランプ電力を表す数値	光源色及び演色性を表す記号
FPX : PX形(2本管形) FDX : DX形(4本管形)	5, 7, 9, 10, 11, 13, 18, 26	EX-D : 3波長域発光形昼光色 EX-N : 3波長域発光形昼白色 EX-L : 3波長域発光形電球色

備考 光源色及び演色性を表す記号は、JIS Z 9112による。

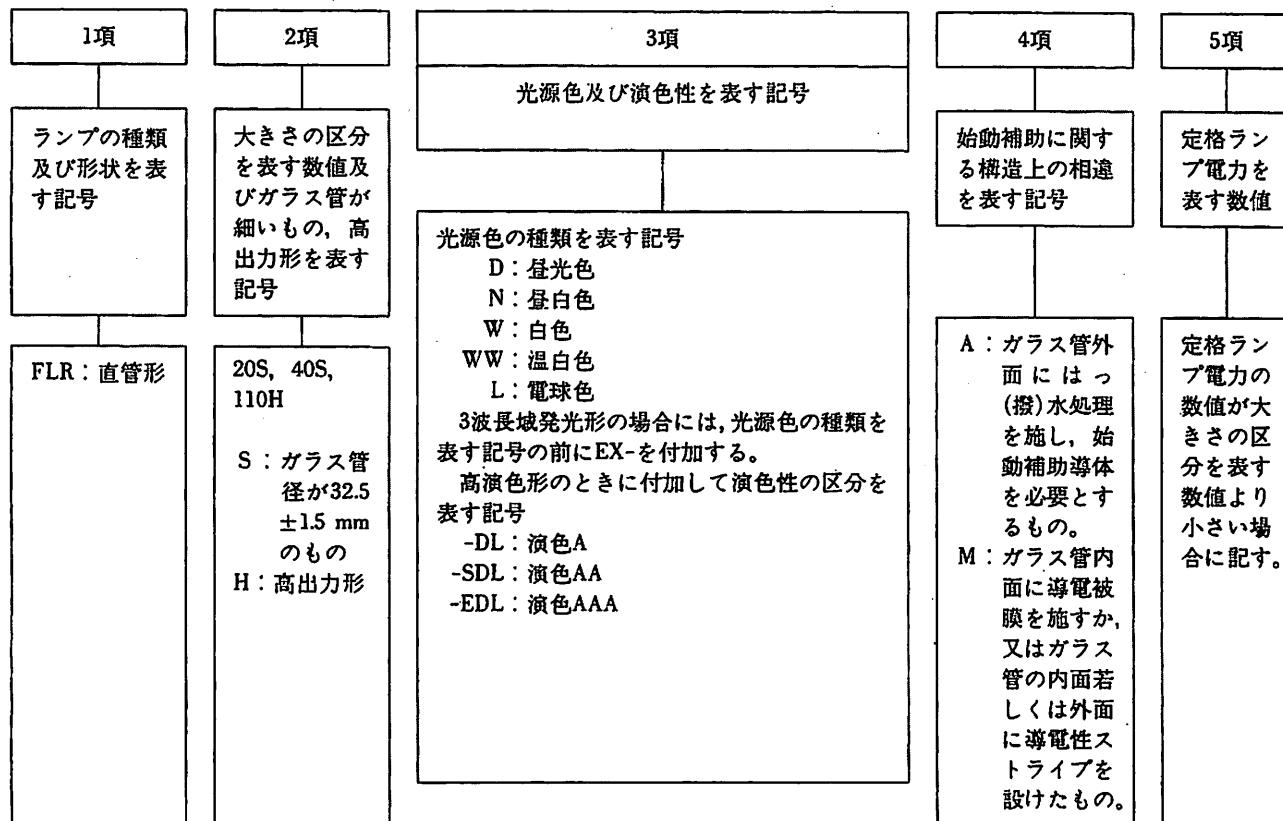
例1. FPX11EX-L(PX形, 定格ランプ電力11 W, 3波長域発光形電球色)

例2. FDX13EX-N(DX形, 定格ランプ電力13 W, 3波長域発光形昼白色)



②ラピッドスタート形蛍光ランプ

形式は、次の1～5項によって表し、種別は、1項、2項及び5項で表す。



備考1. 5項をもたないランプの定格ランプ電力は、大きさの区分の数値と同じである。

2. 2項と3項との間を・で区切ってもよい。
3. 3項と4項との間を／で区切る。
4. 4項と5項の間を・又は／で区切る。
5. 光源色及び演色性を表す記号は、JIS Z 9112による。
6. 飛散防止形蛍光ランプには、末尾の項の後にPを付ける。

なお、Pとその直前の項との間を・で区切ってもよい。

例1. FLR40S-D/M(ラピッドスタート形、直管形、大きさの区分40、ガラス管径32.5 mm、昼光色、始動補助としてガラス管の内面に導電被膜を施すか、又はガラス管の内面若しくは外面に導電性ストライプを設けたもの、定格ランプ電力40 W)

例2. FLR110H-W/A(ラピッドスタート形、直管形、大きさの区分110、高出力形、白色、ガラス管外面にはっ(撥)水処理を施したもの、定格ランプ電力110 W)

例3. FLR110H-W/A/100(ラピッドスタート形、直管形、大きさの区分110、高出力形、白色、ガラス管外面にはっ水処理を施したもの、定格ランプ電力100 W)

参考 定格ランプ電力の数値が大きさの区分を表す数値より小さいランプ(省電力を目的としたランプ)をLW、大きさの区分を表す数値と定格ランプ電力の数値が同じランプをNWと呼んでもよい。

③高周波点灯専用形蛍光ランプ

(a)直管形蛍光ランプ 形式は、次の1～3項によって表し、種別は、1項及び2項で表す。

1項	2項	3項
ランプの種類及び形状を表す記号	定格ランプ電力を表す数値	光源色を表す記号
FHF：直管形	16, 32, 50	光源色の種類を表す記号 D：昼光色 N：昼白色 W：白色 WW：温白色 L：電球色 3波長域発光形の場合には、光源色の種類を表す記号の前にEX-を付加する。 高演色形のときに付加して演色性の区分を表す記号 -DL：演色A -SDL：演色AA -EDL：演色AAA

備考1. 光源色及び演色性を表す記号は、JIS Z 9112による。

2. 飛散防止形蛍光ランプには、末尾の項の後にPを付ける。

なお、Pとその直前の項との間を・で区切ってもよい。

例1. FHF16EX-N(高周波点灯専用形、直管形、定格ランプ電力16 W、3波長域発光形昼白色)

例2. FHF32EX-D-P(高周波点灯専用形、直管形、定格ランプ電力32 W、3波長域発光形昼光色、飛散防止形)

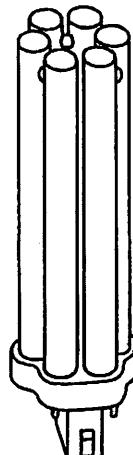
例3. FHF50L-EDL(高周波点灯専用形、直管形、定格ランプ電力50 W、電球色で高演色形演色AAA)

(b)コンパクト形蛍光ランプ 形式は、次の1～3項によって表し、種別は、1項及び2項で表す。

1項	2項	3項
ランプの種類及び形状を表す記号	定格ランプ電力を表す数値	光源色を表す記号
FHT：6本管形	16, 24, 32	EX-D：3波長域発光形昼光色 EX-N：3波長域発光形昼白色 EX-L：3波長域発光形電球色

備考 光源色及び演色性を表す記号は、JIS Z 9112による。

例 FHT16EX-N(高周波点灯専用形、6本管形、定格ランプ電力16 W、3波長域発光形昼白色)



FHT

④スリムライン形蛍光ランプ

形式は、次の1～3項によって表し、種別は、1項、2項及び3項で表す。

1項	2項	3項	4項
ランプの種類及び形状を表す記号	ランプの長さを表す記号	ランプの径を表す記号	光源色及び演色性を表す記号
FSL：直管形	30, 42, 54, 64	T6	光源色の種類を表す記号 D：昼光色 N：昼白色 W：白色 WW：温白色 L：電球色 3波長域発光形の場合には、光源色の種類を表す記号の前にEX-を付加する。 高演色形のときに付加して演色性の区分を表す記号 -DL：演色A -SDL：演色AA -EDL：演色AAA

備考1. 光源色及び演色性を表す記号はJIS Z 9112による。

2. 飛散防止形ランプには、末尾の項の後にPを付ける。

なお、Pとその直前の項との間を・で区切ってもよい。

例 FSL64T6W(スリムライン形、直管形、長さ1556 mm、ガラス管径20 mm、白色)

4) 蛍光ランプの呼び方

製品の呼び方は、名称及び形式による。

例1. 蛍光ランプ FL20SS・D/18

例2. 蛍光ランプ FCL30EX-N/28

例3. コンパクト形蛍光ランプP形 FPL28EX-L

例4. 直管形の高周波点灯専用蛍光ランプ(Hf蛍光ランプ) FHX32EX-N

5) 蛍光ランプの表示

蛍光ランプには、ガラス管又は口金の表面に、見やすく消えない(未点灯ランプを用いて、水でぬらした柔らかな布で1秒1回程度の速さで、マーク表面を擦っても消えない程度)方法で、次の事項を表示する。

	例1.	例2.	例3.
①形式	FL20SS-D/18	FL20S-N-SDL	FHF32EX-N
②製造業者又はその略号			
③定格ランプ電力(ワット)	18ワット	20ワット	32ワット
(ただし、スリムライン形は除く。)			
④光源色及び高演色形のときは演色性の区分	昼光色	昼白色	3波長形昼白色
(ただし、スリムライン形は除く。)		演色AA	
⑤大きさの区分(形)	20形		
(ただし、大きさの区分が同じで定格ランプ電力の異なるものが2以上規定されている品種だけ。)			
⑥直管形の高周波点灯専用蛍光ランプの場合、これを示すHfマーク			

6) 包装の表示

包装最小単位の外面には、次の事項を表示する。

	例1.	例2.
①形式	FL20SS-D/18,	FL20S-N-SDL
②製造業者又はその略号		
③定格ランプ電力(ワット)		20ワット
(ただし、スリムライン形は除く。)		
④大きさの区分(形)		
(ただし、大きさの区分が同じで定格ランプ電力の異なるものが2以上規定されている品種だけ。)	20ワット形	又は20形
⑤直管形の高周波点灯専用蛍光ランプの場合、これを示すHfマーク		

7) 取扱い上の注意事項の表示

JISで注意事項の表示が定められているものから抜粋して次に示す。

- ・スタータ形は、ラピッドスタート式照明器具に使用しない。(器具の過熱、短寿命の怖れがある。)
- ・省電力を目的に設計されたラピッドスタート形は、スタータ式照明器具に使用しない。(器具の過熱の怖れがある。)
- ・省電力を目的に設計されたラピッドスタート形は、透光性カバー付きのような熱的余裕の少ない照明器具や、電源電圧が過電圧になりやすい場合などには、使用しないこと。(器具の過熱の怖れがある。)
- ・省電力を目的に設計されたスタート形ランプのうち必要な品種は、5~40°Cで使用

すること。

- ・省電力を目的に設計されたラピッドスタート形ランプのうち必要な品種は、10～40°Cで使用すること。
- ・省電力を目的に設計されたランプのうち必要な品種は、電子点灯式、調光回路式及び電子回路式安定器を用いた照明器具に使用すると始動が悪くなる場合がある。
- ・直管型の高周波点灯専用形ランプは、“Hfランプ専用”表示のある専用器具以外で使用しないこと。

7. 蛍光ランプの光源色及び演色性による区分

1) 蛍光ランプの光源色について

蛍光ランプは、JIS Z 9112-1990 に基づき光源色及び演色性によっても区分されている。

旧JISでは、色度と演色性となっていたものである。色度は色度座標によって決められる色刺激で、光の色を測る尺度であるのに対して、演色性は、自然光として選定された光源による見え方に対して、物体の物の見え方を比較する光の性質を比較して示す用語である。概念水準が異なるので、色度という用語が、範囲を持った用語である光源色という用語に置き換えられた。

赤い炭火から、赤熱した溶岩、ロケットの噴射ガス、原子爆弾の閃光、太陽表面と物体の温度によって、光の色の種類が異なる。物体を光源として、その物体の温度を2600Kから 7100Kの範囲で5段階に段階的にえていったときの光源の色を比較基準としたのが光源色である。各段階の光源の色は、色度座標で範囲として求められるので、その範囲が定量的に示されている。

しかし、色度座標では、感覚的にどのように知覚されるか分らないので、JISでは明るい順に、星光色、昼白色、白色、温白色及び電球色と光源色に名前をついている。

2) 蛍光ランプの演色性について

昭和30～40年代において、蛍光灯の下では顔色が悪く見えるので、お見合いの席の照明には不適当だとか、和服を蛍光灯の下で選ぶと、戸外の感じと違うので選択を誤るなどと言われた。そのため、蛍光灯を白熱灯や戸外の自然光にいかに近づけるかが技術開発の課題であった。技術開発のためには、AとBの蛍光灯のどちらがどれだけ基準の白熱灯に近い光かを判定する事が不可欠の課題である。熟練者の鑑識力に頼るのは問題があったから、蛍光灯と基準の白熱灯の光スペクトルを測定して、比較する方法が開発された。この比較方法が、演色性評価方法であった。

演色性の量記号には、英語の colour rendering index からRが用いられる。R値が100に近いほど、自然光に近いことを示す。

国際標準(CIE1974)では、規定された8種類の試験色に対するCIE1974 特殊演色評価数の平均値 Raが用いられる。

演色性の方は、R値が大きい値のものが良いことははつきりしているが、蛍光灯としては普通のものから演色性の非常に良いものまで、普通形、高演色性に分け、高演色性をさらに、演色A、演色AA、演色AAAと3段階に分けて、演色性の最低値を定めている。

前述したように、3波長蛍光ランプは、青(450nm)、緑(540nm)、赤(610nm)の光波長付近の狭い領域に発光を集中していることから、連続したスペクトルを持つ普通の蛍光灯とは異なる。そのため、3波長蛍光ランプについては、3波長蛍光ランプとして最低限満足すべき演色性の基準を設定している。

3) 蛍光ランプの演色性基準²⁹⁾

表4 蛍光ランプの光源色の色度範囲と相関色温度²⁹⁾

光源色の種類	記号	限界の色度座標						相関色温度 (参考) T_{cp} (K)
		x , y	x , y	x , y	x , y	x , y	x , y	
昼光色	D	0.3274, 0.3673	0.3282, 0.3297	0.2998, 0.3396	0.3064, 0.3091	—	—	5 700~7 100
昼白色	N	0.3616, 0.3875	0.3552, 0.3476	0.3353, 0.3659	0.3345, 0.3314	—	—	4 600~5 400
白色	W	0.3938, 0.4097	0.3805, 0.3642	0.3656, 0.3905	0.3584, 0.3499	—	—	3 900~4 500
温白色	WW	0.4341, 0.4233	0.4171, 0.3846	0.4021, 0.4076	0.3903, 0.3719	—	—	3 200~3 700
電球色	L	0.4775, 0.4283	0.4594, 0.3971	0.4348, 0.4185	0.4214, 0.3887	—	—	2 600~3 150

表5 一般蛍光ランプの演色評価数の最低値²⁹⁾

演色性の種類	光源色の種類	記号	演色評価数の最低値							
			R_a	R_9	R_{10}	R_{11}	R_{12}	R_{13}	R_{14}	R_{15}
普通形	昼光色	D	69	—	—	—	—	—	—	—
	昼白色		67	—	—	—	—	—	—	—
	白色		57	—	—	—	—	—	—	—
	温白色		54	—	—	—	—	—	—	—
	電球色		50	—	—	—	—	—	—	—
演色 A	昼白色	N-DL	75	—	—	—	—	—	—	65
	電球色		65	—	—	—	—	—	—	50
演色 AA	昼光色	D-SDL	88	76	—	—	—	—	—	88
	昼白色		86	72	—	—	—	—	—	86
	白色		84	68	—	—	—	—	—	84
	温白色		82	64	—	—	—	—	—	82
演色 AAA	昼光色	D-EDL	95	88	88	93	88	93	93	93
	昼白色		95	88	88	93	90	93	93	93
	電球色		90	80	78	85	78	85	90	88

注 (4) 表の値は、JIS C 7601による大きさの区分 20~40 の直管形の蛍光ランプに適用する。ただし、これ以外の大きさの区分の直管形及び環形の蛍光ランプ並びにコンパクト形蛍光ランプについても、原則としてこの表の値を準用する。

表6 3波長蛍光ランプ演色評価数の最低値²⁹⁾

演色性の種類	光源色の種類	記号	演色評価数の最低値		3波長放電放電束比の最低値 r_t
			R_a	R_{15}	
3波長放電形	昼光色	EX-D	80	85	50
	昼白色	EX-N			
	白色	EX-W			
	電球色	EX-L			

8. 照明設備に関する省エネルギー

1) 照明設備における省エネ判断基準－工場又は事業場におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断に基準 平成15年1月10日 経済産業省告示第4号から

表7 照明設備における省エネ判断基準

管理項目	管理基準
照明設備の管理	JIS Z 9110 照度基準及びこれに準ずる規格に規定するところにより管理基準を設定して使用すること。また、適宜調光による減光又は消灯を行うことにより、過剰又は不要な照明をなくすこと。
照明設備の計測及び記録	照明を施す作業場等の照度の計測及び記録に関する管理標準を設定し、これに基づき定期的に計測し、その結果を記録すること。
照明設備の保守及び点検	照明器具及び光源の清掃並びに光源の交換等保守及び点検に関する管理標準を設定し、これに基づき定期的に保守及び点検を行うこと。
照明設備の新設に当つての措置	①電子回路式安定器(インバーター)を点灯回路に使用した蛍光ランプ(Hf蛍光ランプ)等省エネルギー型設備を考慮すること。 ②HIDランプ等効率の高いランプを使用した照明器具等省エネルギー型設備を考慮すること。 ③照明器具の選択には、光源の発光効率だけでなく、点灯回路や照明器具の効率及び被照明場所への照射効率も含めた総合的な照明効率を考慮すること。 ④昼光を使用することができる場所の照明設備の回路は、他の照明設備と別回路にすることを考慮すること。
計画的に取組むべき事項	①照明設備については、昼間は昼光を利用でき、また、照明設備を施した当初や光源を交換した直後は高い照度を適正に補正し省電力を図ることができるようするため、減光が可能な照明器具の選択や照明自動制御装置の採用を検討すること。 ②照明は、不必要的場所及び時間帯の消灯又は減光のため、人体感知装置の設置、計時装置(タイマー)の利用等について検討すること。

2)メーカーの立場からの省エネルギー³⁰⁾

表8 40W形蛍光灯で磁気安定器と比較した場合の執務室の省エネ率³⁰⁾

項目	省エネ率(単独)	累積省エネ率
①インバーター化、Hfランプまたは三波長形ランプ使用	32	32
②昼光利用による節減(一般的な窓のある部屋の場合)	25	49
③初期照度補正による年間平均節減(効率低下分加味)	13	56
④タイマーによる節減(昼休み1時間50%調光)	5	58

表9 人感センサ付きコントローラを使用した会議室の省エネ率³⁰⁾

項目	省エネ率(単独)	累積省エネ率
①インバーター化、Hfランプまたは三波長形ランプ使用	32	32
②昼光利用による節減(一般的な窓のある部屋の場合)	25	49
③初期照度補正による年間平均節減(効率低下分加味)	13	56
④人感センサによる節減(不在率50%)	50	78

9. わが国の蛍光灯、その他の生産量³¹⁾

調査年	蛍光ランプ(千個)	蛍光灯器具(個)	一般照明用電球(千個)	水銀灯器具(個)
1986 昭61	316,378	212,181	212,859	16,499
1987 昭62	344,530	194,542	208,469	21,951
1988 昭63	388,161	222,611	221,448	23,653
1989 平元	427,054	243,612	243,434	28,488
1990 平2	432,513	304,488	225,604	20,811
1991 平3	434,152	335,849	230,573	26,570
1992 平4	452,111	334,586	240,294	31,367
1993 平5	437,075	291,163	239,162	25,902
1994 平6	431,495	301,052	210,622	35,165
1995 平7	448,976	314,048	237,158	28,789
1996 平8	500,685	326,338	235,538	25,696
1997 平9	472,746	331,443	225,398	28,425
1998 平10	453,830	284,624	208,469	24,586
1999 平11	392,648	261,539	219,511	31,905
2000 平12	672,243	259,192	238,931	31,018
2001 平13	328,998	241,302	181,858	29,896

以上

引用文献

- 1) 神谷 昭美 労働の科学 46巻3号 p.116-119(1991)
- 2) 沖津俊直 接着 Vol. 47 No. 6 243-247; (2003)
- 3) 橋本恒一 電気学会電気技術史研究会資料 Vol. HEE-02 No.17-25 p.29-34 (2002)
- 4) 東芝 ホームページ 会社概要(歴史と沿革)
- 5) 岩波 理化学辞典 増訂版(1963)
- 6) 金原寿郎 基礎物理学 下巻 修正第18版 p.170-180 株式会社華房(1972)
- 7) 世界大百科事典 初版
- 8) 楽天正芳 電気と工事 2003年6月号 p.42-45
- 9) 安藤幸司, (アンフィ) 映像情報 Industrial Vol. 34 No. 7 p.52-56(2002)
- 10) 世界大百科事典 初版 9巻 平凡社(1981)
- 11) 西島輝行, (日本電球工業会) 電気協会雑誌No.809 p.4-8 (1991)
- 12) 湯浅邦夫 照明学会誌 Vol. 83 No. 10 759-762 (1999)
- 13) JIS C 7601-1997 蛍光ランプ(一般照明用)
- 14) 本田浩一、西村拓也 住友電設技報 第13号 14-17(2003)
- 15) 池田拓, 広島義光, (松下電子工業) O plus E No. 249 1003-1007 (2000)
- 16) 電気学会 電気工学ハンドブック 第6版 1909-1910 (2001)
- 17) JIS Z 8113:1998 照明用語
- 18) 関西TLO 例会資料(2001/5/15)
- 19) 足利ケーブルテレビ株式会社ホームページより
- 20) JIS C 8108-1991 蛍光灯安定器
- 21) 松下電工 ホームページ(用語解説)
- 22) JIS C 810817-1992 蛍光灯電子安定器
- 23) 東芝ライテック株式会社 カタログ 施設・屋外照明 2001 A41 p.1071
- 24) 三谷正孝 建築設備 Vol. 41 No. 7 39-44 (1990)
- 25) 恒川真一 照明学会誌 Vol. 79 No. 12 727-729 (1995)
- 26) (社)大阪ビルメンテナンス協会 設備保全部会 技術レポート9 「高調波障害とその抑制について」 (1996)
- 27) 赤塚 美津雄 照明学会誌 Vol. 79 No. 12 739-743 (1995)
- 28) 山本 実 照明学会誌 Vol. 79 No. 10 769-772 (1999)
- 29) JIS Z 9112:1990(2001確認)
- 30) 丸山 哲朗 設備と管理 2003年1月号 p.44-49(2003)
- 31) 経済産業省 インターネットより

参考資料

JIS C 7601-1997 蛍光ランプ(一般照明用) 付表1

付表1 寸法・口金及び特性

1. スタータ形

(a) 直管形

種別	大きさの区分	定格ランプ電力 W	寸法 mm					口金	
			A		B		C		
			最大値	標準値	最大値	最小値	最大値		
FL4	4	4	135.9	134.5	143.0	140.6	150.1	15.5 ± 0.6	G5
FL6	6	6	212.1	210.5	219.2	216.8	226.3		
FL8	8	8	288.3	287.0	295.4	293.0	302.5		
FL10	10	10	331.3	330.0	338.4	336.0	345.5	25.5 ± 1.2	G13
FL15	15	15	437.4	436.0	444.5	442.1	451.6		
FL20SS/18	20	18	581.3	580.0	588.4	586.0	595.5	28.0 ± 1.5	
FL20S		20						32.5 ± 1.5	
FL30S	30	30	631.3	630.0	638.4	636.0	645.5	32.5 ± 1.5	
FL40SS/37	40	37	1 199.4	1 198.0	1 206.5	1 204.1	1 213.6	28.0 ± 1.5	
(FL40S/38)		38						32.5 ± 1.5	
FL40S		40							

備考 口金寸法は、JIS C 7709-1による。

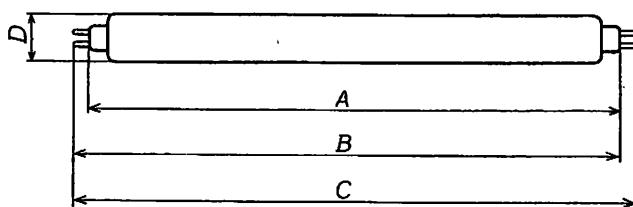
参考1. FL20, FL30, FL40は、廃品種とした。

2. ()付きのランプは、将来は廃品種とする。

付図1.1.a

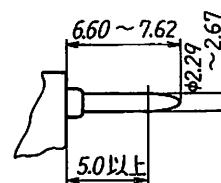
単位 mm

G5, G13 口金付きのもの



口金ピン部

溶接又はかしめの場合



付表1 寸法・口金及び特性(続き)

種別	大きさの区分	定格ランプ電力 W	定格入力電圧 V	始動試験電圧 V	初特性								光束維持率 %	(参考) 定格寿命 h		
					ランプ電力 W	ランプ電流 A	(参考) ランプ電圧 V	全光束 lm								
								D	N	W, WW, L	EX-D	EX-N	EX-W, WW, L			
FL4	4	4	100	94	4.6	0.162±0.020	30	(90)	(95)	(100)	—	—	—	—	2 400以上	
FL6	6	6			5.9	0.147±0.020	44	(155)	(170)	(180)	—	—	—	—		
FL8	8	8			7.9	0.170±0.020	56	(260)	(280)	(290)	—	—	—	—		
FL10	10	10			9.5	0.230±0.030	46	410	440	460	490	530	540	75以上	4 000以上	
FL15	15	15			14.7	0.300±0.030	55	710	780	820	860	920	940	75以上		
FL20SS/18	20	18			18.0	0.340±0.040	59	1 010	1 100	1 160	1 320	1 400	1 430	85以上	6 000以上	
FL20S		20			19.0	0.360±0.040	58									
FL30S	30	30			30.0	0.610±0.050	55	1 480	1 620	1 700	1 790	1 900	1 940	75以上		
FL40SS/37	40	37	200	180	37.0	0.410±0.040	108	2 610	2 850	3 000	3 180	3 380	3 450	85以上	8 000以上	
(FL40S/38)		38			38.0	0.410±0.040	109									
FL40S		40			39.5	0.420±0.040	106									

備考1. 全光束の値に()を付けたものは、参考値とする。

2. 演色性区分が-DL, -SDL及び-EDLの全光束は、それぞれこの表の値の75 %以上、65 %以上及び60 %以上とする。
3. 飛散防止形の全光束は、この表の値の97 %以上とする。
4. 演色性区分が-DL, -SDL及び-EDLの光束維持率は、この表の値から5を差し引いた値以上とする。

付表1 寸法・口金及び特性(続き)

(b) 環形

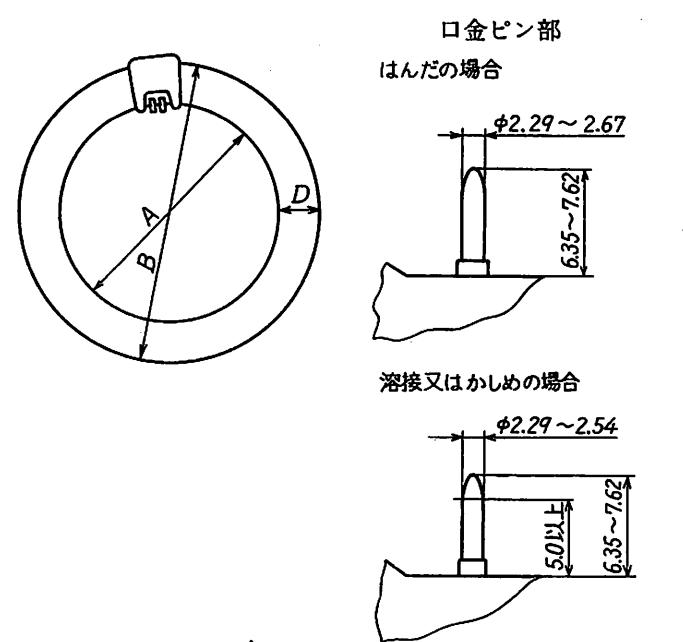
単位 mm

種別	大きさの区分	定格ランプ電力 W	寸法 mm				口金	
			A		B	D		
			最大値	標準値	最小値			
FCL20/18	20	18	153	147	141	213	29±4	G10q
FCL30/28	30	28	173	167	161	233		
FCL32/30	32	30	247	241	235	307		
FCL40/38	40	38	321	315	309	381		

備考 口金寸法は、JIS C 7709-1による。

参考 FCL20, FCL30, FCL32, FCL40は廃品種である。

付図1.1.b



種別	大きさの区分	定格ランプ電力 W	定格入力電圧 V	始動試験電圧 V	初特性							光束維持率 %	(参考)定格寿命 h		
					ランプ電力 W	ランプ電流 A	(参考)ランプ電圧 V	全光束 lm							
								D	N	W, WW, L	EX-D	EX-N	EX-W, WW, L		
FCL20/18	20	18	100	94	18	0.365±0.040	58	900	1 000	1 040	1 170	1 240	1 270	70以上	4 000以上
FCL30/28	30	28			28	0.600±0.050	55	1 370	1 510	1 580	1 880	2 000	2 040		
					30	0.425±0.040	83	1 690	1 860	1 940	2 240	2 380	2 430		
FCL32/30	32	30	147	137	38	0.425±0.040	103	2 310	2 550	2 660	2 920	3 110	3 170		
FCL40/38	40	38	200	180											

備考 演色性区分が-DL, -SDL及び-EDLの光束維持率は、それぞれこの表の値の75 %以上、65 %以上及び60 %以上とする。

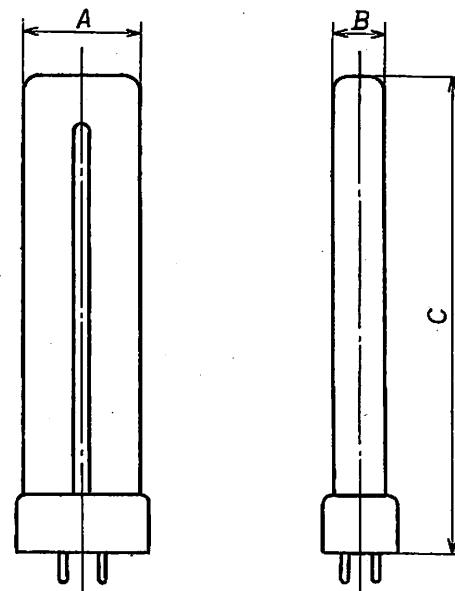
付表1 寸法・口金及び特性(続き)

(e) コンパクト形：P形ランプ(2本管形)

種別	定格 ランプ 電力 W	寸法 mm			口金
		A	B	C	
		最大値	最大値	最大値	
FPL4	4	36	17	95	GX10q-1
FPL6	6			116	
FPL9	9			141	
FPL13	13			186	GX10q-2
FPL18	18	46	21	226	GY10q-3
FPL27	27	46	21	265	GY10q-4
FPL30	30	54	25	285	
FPL28	28	46	21	340	GY10q-5
FPL36	36			435	GY10q-6
FPL55	55			570	GY10q-7

- 備考1. 口金寸法は、JIS C 7709-1による。
 2. 口金ピン部寸法は、G10q(付図1.1.b)に準じる。

付図1.1.c(P形)



付表1 寸法・口金及び特性(続き)

種別	定格 ランプ 電力 W	定格入 力電圧 V	始動試 験電圧 V	初特性					光束 維持率 %	(参考) 定格寿命 h		
				ランプ 電力 W	ランプ電流 A	(参考) ランプ 電圧 V	全光束 lm					
							EX-D	EX-N	EX-W, WW, L			
FPL4	4	100	94	4.0	0.162±0.020	33	170	180	180	75以上	3 000以上	
FPL6	6			6.0	0.147±0.020	40	280	300	300		4 000以上	
FPL9	9			9.0	0.230±0.030	44	490	520	520			
FPL13	13			13.0	0.300±0.030	54	750	800	800			
FPL18	18			18.0	0.375±0.040	57	1 000	1 070	1 070			
FPL27	27			27.0	0.610±0.050	54	1 610	1 700	1 700			
FPL30	30			29.0	0.620±0.050	55	1 790	1 900	1 900			
FPL28	28	147	137	28.4	0.425±0.040	80	1 880	2 000	2 000			
FPL36	36	200	180	36.0	0.435±0.040	102	2 590	2 760	2 760	6 000以上		
FPL55	55			55.0	0.670±0.060	109	4 000	4 200	4 200			

付表1 寸法・口金及び特性(続き)

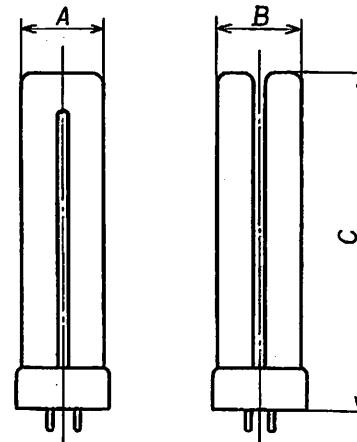
(c) コンパクト形:D形ランプ(4本管形)

種別	定格 ランプ 電力 W	寸法 mm			口金
		A	B	C	
		最大値	最大値	最大値	
FDL9	9	39	39	105	GX10q-1
				120	GX10q-2
				129	GX10q-3
				145	GX10q-4

備考1. 口金寸法は、JIS C 7709-1による。

2. 口金ピン部寸法は、G10q(付図1.1.b)に準じる。

付図1.1.c(D形)



種別	定格 ランプ 電力 W	定格入 力電圧 V	始動試 験電圧 V	初特性					光束 維持率 %	(参考) 定格寿命 h		
				ランプ 電力 W	ランプ電流 A	(参考) ランプ 電圧 V	全光束 lm					
							EX-D	EX-N	EX-W, WW, L			
FDL9	9	100	94	9.3	0.230±0.030	53	470	500	500	75以上	5 000以上	
				13.3	0.300±0.030	54	710	760	760			
				17.5	0.375±0.040	55	950	1 010	1 010			
				26.8	0.610±0.050	56	1 380	1 470	1 470			

付表1 寸法・口金及び特性(続き)

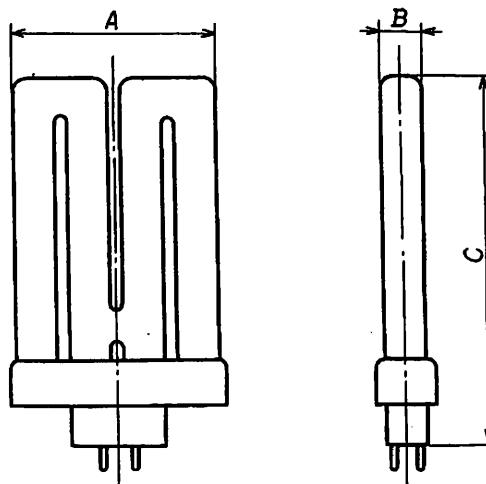
(e) コンパクト形：M形ランプ(4本管形)

付図1.1.c(M形)

種別	定格 ランプ 電力 W	寸法 mm			口金
		A	B	C	
		最大値	最大値	最大値	
FML9	9	81	18.5	106	GX10q-1
FML13				125	GX10q-2
FML18				135	GX10q-3
FML27				147	GX10q-4
FML36	36	96	21	252	GX10q-6

備考1. 口金寸法は、JIS C 7709-1による。

2. 口金ピン部寸法は、G10q(付図1.1.b)に準じる。



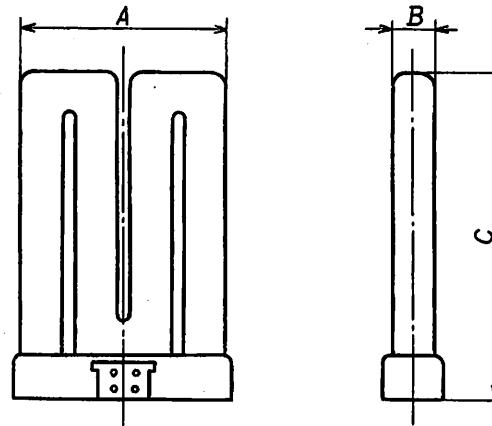
種別	定格 ランプ 電力 W	定格入 力電圧 V	始動試 験電圧 V	初特性					光束 維持率 %	(参考) 定格寿命 h		
				ランプ 電力 W	ランプ電流 A	(参考) ランプ 電圧 V	全光束 lm					
							EX-D	EX-N	EX-W, WW, L			
FML9	9	100	94	9.3	0.230±0.030	53	490	520	520	75以上	5 000以上	
FML13				13.5	0.300±0.030	54	750	800	800			
FML18				17.5	0.375±0.040	55	980	1 040	1 040			
FML27				26.8	0.610±0.050	56	1 410	1 500	1 500			
FML36	36	200	180	36.0	0.435±0.040	105	2 590	2 760	2 760			

付表1 寸法・口金及び特性(続き)

(c) コンパクト形：W形ランプ(4本管形)

種別	定格 ランプ 電力 W	寸法 mm			口金
		A	B	C	
		最大値	最大値	最大値	
FWL9	9	81	18.5	96	GRX10q-1
FWL13	13			115	GRX10q-2
FWL18	18			121	GRX10q-3
FWL27	27			129	GRX10q-4
FWL36	36	96	21	226	GRX10q-6

付図1.1.c(W形)



- 備考1. 口金寸法は、JIS C 7709-1による。
 2. 口金ピン部寸法は、G10q(付図1.1.b)に準じる。

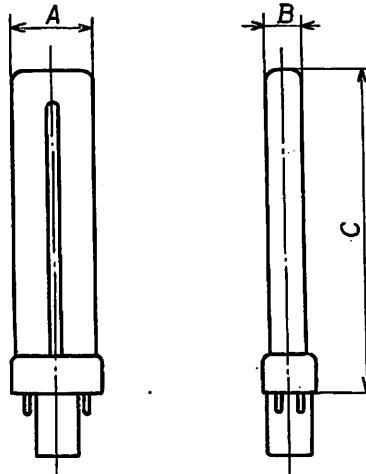
種別	定格 ランプ 電力 W	定格入 力電圧 V	始動試 験電圧 V	初特性					光束 維持率 %	(参考) 定格寿命 h		
				ランプ 電力 W	ランプ電流 A	(参考) ランプ 電圧 V	全光束 lm					
							EX-D	EX-N	EX-W, WW, L			
FWL9	9	100	94	9.3	0.230±0.030	53	490	520	520	75以上	5 000以上	
FWL13	13			13.5	0.300±0.030	54	750	800	800			
FWL18	18			17.5	0.375±0.040	55	980	1 040	1 040			
FWL27	27			26.8	0.620±0.050	56	1 410	1 500	1 500			
FWL36	36	200	180	36.0	0.435±0.040	105	2 590	2 760	2 760			

付表1 寸法・口金及び特性(続き)

(c) コンパクト形：PX形ランプ(スタータ内蔵2本管形)

種別	定格 ランプ 電力 W	寸法 mm			口金
		A	B	C	
		最大値	最大値	最大値	
FPX5	5	28	13	85	G23
				115	
				145	
				215	
				170	GX23

付図1.1.c(PX形)



- 備考1. 口金寸法は、JIS C 7709-1による。
2. 口金ピン部寸法は、G10q(付図1.1.b)に準じる。

種別	定格 ランプ 電力 W	定格入 力電圧 V	始動試 験電圧 V	初特性					光束 維持率 %	(参考) 定格寿命 h		
				ランプ 電力 W	ランプ電流 A	(参考) ランプ 電圧 V	全光束 lm					
							EX-D	EX-N	EX-W			
FPX5	5	220	198	5.4	0.180±0.020	35	240	240	240	75以上	5 000以上	
		(100)	(90)	(5.5)	(0.180±0.020)							
FPX7	7	220	198	6.9	0.180±0.020	45	380	380	380			
		(100)	(90)	(7.0)	(0.180±0.020)							
FPX9	9	220	198	8.7	0.170±0.020	60	570	570	570			
		(118)	(106)	(9.0)	(0.180±0.020)							
FPX11	11	220	198	11.4	0.155±0.020	90	860	860	860			
FPX13	13	118	106	13.4	0.285±0.030	59	860	860	860		6 000以上	

備考 ()内の数値は、参考値とする。

付表1 寸法・口金及び特性(続き)

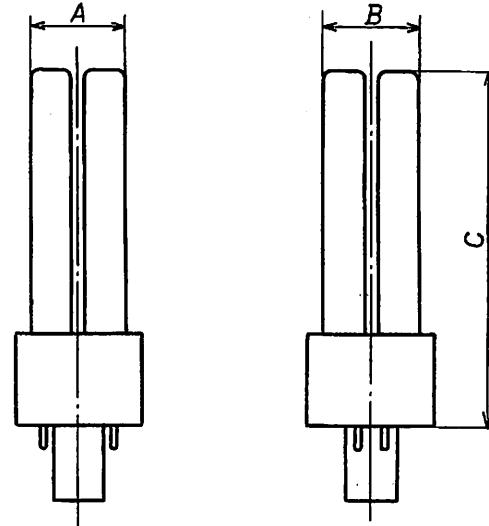
(e) コンパクト形：DX形ランプ(スタータ内蔵4本管形)

種別	定格 ランプ 電力 W	寸法 mm			口金
		A	B	C	
		最大値	最大値	最大値	
FDX10	10	28	28	95	G24d-1
				130	
				150	
				170	
FDX13	13				
FDX18	18				
FDX26	26				

備考1. 口金寸法は、JIS C 7709-1による。

2. 口金ピン部寸法は、G10q(付図1.1.b)に準じる。

付図1.1.c(DX形)



種別	定格 ランプ 電力 W	定格入 力電圧 V	始動試 験電圧 V	初特性					光束 維持率 %	(参考) 定格寿命 h		
				ランプ 電力 W	ランプ電流 A	(参考) ランプ 電圧 V	全光束 lm					
							EX-D	EX-N	EX-W			
FDX10	5	220	198	10.0	0.190±0.020	67	570	570	570	75以上	5 000以上	
				13.0	0.165±0.020	100	860	860	860			
				18.0	0.220±0.020	105	1 140	1 140	1 140			
				26.0	0.315±0.030	110	1 710	1 710	1 710			
FDX13	7											
FDX18	9											
FDX26	11											

付表1 寸法・口金及び特性(続き)

2. ラピッドスタート形

種別	大きさの区分	定格ランプ電力 W	寸法 mm						口金	
			A		B		C			
			最大値	標準値	最大値	最小値	最大値	最小値		
FLR20S	20	20	581.3	580.0	588.4	586.0	595.5	—	32.5±1.5	G13
FLR40S/36	40	36	1 199.4	1 198.0	1 206.5	1 204.1	1 213.6	—	32.5±1.5	
FLR40S		40								
FLR110H/100	110	100	—	2 367.0	—	—	2 385.2	2 380.4	38.0±1.5	R17d
FLR110H		110								

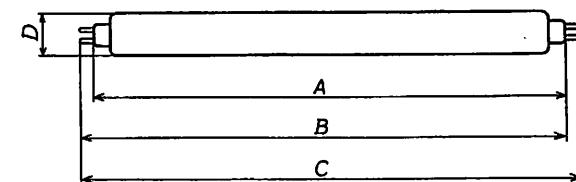
備考1. 口金寸法は、JIS C 7709-1による。

2. G13口金のピン部寸法は、付図1.1.aに準じる。

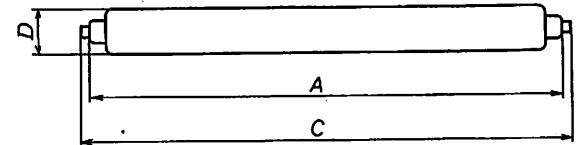
参考 FLR20, FLR40は、廃品種である。

付図1.2

G13口金付きのもの



R17d口金付きのもの



種別	大きさの区分	定格ランプ電力 W	陰極電流 (3.6 Vにおいて) A	始動試験における陰極予熱電圧 V	定格入力電圧 V	始動試験電圧 V	初特性						光束維持率 %	(参考)定格寿命 h			
							ランプ電力 W	ランプ電流 A	(参考)ランプ電圧 V	全光束 lm							
										D	N	W,WW,L	EX-D	EX-N	EX-W,WW,L		
FLR20S	20	20	0.5以下	3.05	155	140	19.0	0.360±0.040	58	960	1 050	1 100	1 080	1 150	1 170	75以上	6 000以上
FLR40S/36	40	36			230	205	36.0	0.440±0.040	96	2 560	2 700	2 850	3 080	3 280	3 350		
FLR40S		40					39.5	0.420±0.040	106								
FLR110H/100	110	100	1.2以下	4.00	400	360	100.0	0.820±0.050	142	7 570	8 260	8 700	8 580	9 130	9 310		
FLR110H		110					109.0	0.800±0.050	159								

備考1. 演色性区分が-DL, -SDL及び-EDLの全光束は、それぞれこの表の値の75 %以上、65 %以上及び60 %とする。

2. 飛散防止形の全光束は、この表の値の97 %以上とする。

3. 演色性区分が-DL, -SDL及び-EDLの光束維持率は、この表から5を差し引いた値以上とする。

付表1 寸法・口金及び特性(続き)

3. 高周波点灯専用形

(a) 直管形

種別	大きさの区分	定格ランプ電力W	寸法 mm					口金	
			A		B		C		
			最大値	標準値	最大値	最小値	最大値		
FHF16	20	16	589.8	588.5	596.9	594.5	604.0	25.5±1.2	G13
FHF32	40	32	1199.4	1198.0	1206.5	1204.1	1213.6		
FHF50	65	50	1500.0	1498.5	1507.1	1504.7	1514.2		

備考1. 口金寸法は、JIS C 7709-1による。

2. 口金ピン部寸法は、G13(付図1.1.a)に準じる。

定格特性

種別	定格ランプ電力W	陰極電流A	始動試験における陰極予熱電圧V	定格入力電圧V	始動試験電圧V	初特性					光束維持率%	(参考)定格寿命h	
						ランプ電力W	ランプ電流A	(参考)ランプ電圧V	全光束 lm				
									EX-D	EX-N	EX-W,WW,L		
FHF16	16	0.51±0.05	6.0	128	200	16.2	0.255±0.030	64	1 250	1 330	1 360	80以上	8 000以上
FHF32	32	0.51±0.05		256	240	32.4	0.255±0.030	128	2 860	3 040	3 100		
FHF50	50	0.56±0.05		284	280	50.4	0.355±0.040	142	4 650	4 940	5 040		

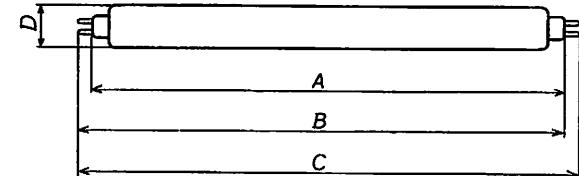
高出力点灯特性

FHF16	—	—	—	128	—	23.0	0.425±0.050	54	1 790	1 900	1 940	80以上	6 000以上
FHF32	—	—		256	—	45.3	0.425±0.050	107	4 030	4 280	4 370		
FHF50	—	—		284	—	65.4	0.550±0.060	119	5 720	6 080	6 200		

備考1. 点灯周波数は、45 kHzとする。

2. 始動試験電圧は、IEC 81に準じて片側接地電源の条件で示している。

付図1.3.a



付表1 寸法・口金及び特性(続き)

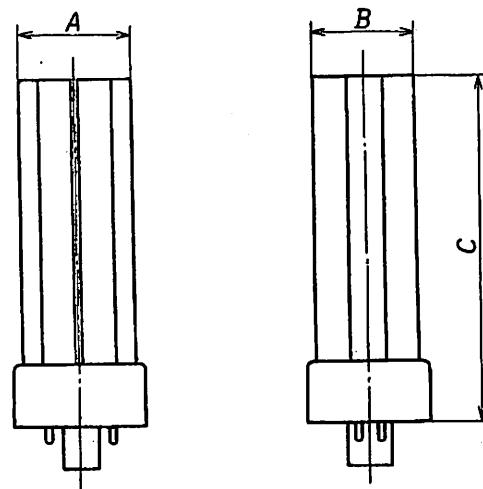
(b) コンパクト形：H形ランプ(高周波点灯専用6本管形)

種別	定格 ランプ 電力 W	寸法 mm			口金
		A	B	C	
		最大値	最大値	最大値	
FHT16	16	52	52	105	GX24q-2
FHT24	24	52	52	125	GX24q-3
FHT32	32	52	52	140	GX24q-3

備考1. 口金寸法は、JIS C 7709-1による。

2. 口金ピン部寸法は、G10q(付図1.1.b)に準じる。

付図1.3.b



種別	定格 ランプ 電力 W	陰極電流 A	始動試験における陰極 予熱電圧 V	定格入 力電圧 V	始動試 験電圧 V	初特性					光束維持率 %	(参考) 定格寿命 h		
						ランプ 電力 W	ランプ電流 A	(参考) ランプ 電圧 V	全光束 1m					
									EX-D	EX-N	EX-W, WW, L			
FHT16	16	0.22±0.02	6.0	160	400	16.5	0.210±0.020	80	1 040	1 100	1 100	70以上	5 000以上	
FHT24	24	0.36±0.04	4.0		420	24	0.300±0.030	80	1 600	1 700	1 700			
FHT32	32				200	440	32	0.320±0.030	100	2 160	2 300	2 300		

備考1. 点灯周波数は、45 kHzとする。

2. 始動試験電圧は、IEC 901に準じて片側接地電源の条件で示している。

付表1 寸法・口金及び特性(続き)

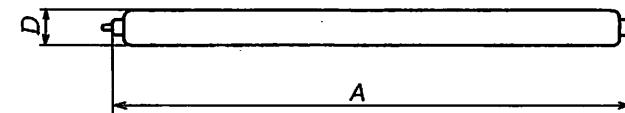
4. スリムライン形

付図1.4

種別	寸法 mm			口金
	A		D	
	最大値	標準値	最小値	
FSL30T6	695	692	689	20.1±1.2
FSL42T6	1 002	999	996	
FSL54T6	1 305	1 302	1 299	
FSL64T6	1 559	1 556	1 553	

備考 口金寸法は、JIS C 7709-1による。

参考 FSL72T8, FSL96T8は、廃品種である。



種別	定格入力電圧 V	始動試験電圧 V	初特性							光束維持率 %	(参考) 定格寿命 h		
			(参考) ランプ電力 W	ランプ電流 A	(参考) ランプ電圧 V	全光束 lm							
						D	N	W,WW,L	EX-D	EX-N	EX-W,WW,L		
FSL30T6	450	405	13	0.12±0.01	121	680	730	770	790	850	870	70以上	4 000以上
			18	0.20±0.02	105	1 040	1 120	1 180	1 220	1 300	1 330		
FSL42T6			17	0.12±0.01	174	960	1 040	1 090	1 120	1 200	1 230		
			25	0.20±0.02	150	1 480	1 600	1 680	1 730	1 850	1 900		
FSL54T6	600	540	22	0.12±0.01	224	1 290	1 390	1 460	1 500	1 610	1 650		
			32	0.20±0.02	197	1 980	2 140	2 250	2 320	2 480	2 540		
FSL64T6			26	0.12±0.01	267	1 550	1 670	1 760	1 810	1 940	1 990		
			37	0.20±0.02	233	2 380	2 570	2 700	2 780	2 970	3 050		

備考1. 演色性区分が-DL, -SDL及び-EDLの全光束は、それぞれこの表の値の75 %以上、65 %以上及び60 %とする。

2. 飛散防止形の全光束は、この表の値の97 %以上とする。

3. 演色性区分が-DL, -SDL及び-EDLの光束維持率は、この表の値から5を差し引いた値以上とする。

本レポートは、下記の設備保全部会委員により作成されました。
許可なく本レポートを複製することを禁じます。

部会長	岸本 隆司
副部会長	山口 克彦
部会委員(リーダー)	佐々木 象二郎
部会委員	鎌本 貴
部会委員	岡 新一郎
部会委員	門口 徹男
部会委員	豊福 要
部会委員	石井 幹夫
部会委員	上野 敏昭

平成16年3月 発行

社団法人 大阪ビルメンテナンス協会

〒531-0071 大阪市北区中津一丁目2番9号

(新清風ビル2F)

Tel.(06)6372-9120 Fax(06)6372-9145

Email:info@obm.or.jp