

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4488856号
(P4488856)

(45) 発行日 平成22年6月23日 (2010. 6. 23)

(24) 登録日 平成22年4月9日 (2010. 4. 9)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 J 61/88 (2006. 01)

H O 1 J 61/88

C

H O 1 J 61/18 (2006. 01)

H O 1 J 61/18

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-279647 (P2004-279647)
 (22) 出願日 平成16年9月27日 (2004. 9. 27)
 (65) 公開番号 特開2006-93007 (P2006-93007A)
 (43) 公開日 平成18年4月6日 (2006. 4. 6)
 審査請求日 平成19年8月27日 (2007. 8. 27)

(73) 特許権者 000002303
 スタンレー電気株式会社
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
 (74) 代理人 100099852
 弁理士 多田 公子
 (74) 代理人 100099760
 弁理士 宮川 佳三
 (72) 発明者 武藤 雅昭
 東京都目黒区中目黒2-9-13 スタン
 レー電気株式会社内
 (72) 発明者 大森 信哉
 東京都目黒区中目黒2-9-13 スタン
 レー電気株式会社内

審査官 石田 佳久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水銀フリーメタルハライドランプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内部に放電空間を有する発光管と、前記放電空間に突出して対向する一対の電極とを有し、前記放電空間には、水銀を含まず、室温において少なくとも3気圧のキセノンガスと、1価のインジウムのヨウ化物のみからなる金属ハロゲン化合物とが封入されたメタルハライドランプにおいて、

前記放電空間の容積を V (mm³)、前記発光管に印加される電力を P (W)、前記1価のインジウムのヨウ化物の重量を X (μg) としたときに、

$$(P/V)(X/V)^{0.2} > 3.0$$

なる関係を満たし、可視波長全域にわたるインジウムによる連続発光スペクトルが生成することを特徴とする水銀フリーメタルハライドランプ。

10

【請求項 2】

請求項1に記載の水銀フリーメタルハライドランプにおいて、

1.6 (P/V) 2.4、かつ、
 20 (X/V) 60

であることを特徴とする水銀フリーメタルハライドランプ。

【請求項 3】

請求項2に記載の水銀フリーメタルハライドランプにおいて、

1.8 (P/V) 2.4、かつ、
 20 (X/V) 40、かつ、

20

$$(P/V)(X/V)^{0.2} > 3.6$$

であることを特徴とする水銀フリーメタルハライドランプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、データプロジェクタなど画像を投影表示する装置や、自動車のヘッドランプなどに用いられる光源に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在データプロジェクタなど画像を投影表示する装置においては、光の集光効率の高い超高压水銀ランプが主流となっている。しかし、近年、環境保全の観点等から水銀を含まない光源の登場が望まれている。特に、データプロジェクタ等に使用可能な、可視光域に連続発光スペクトル分布を有し、高集光効率、高ランプ効率、長寿命の光源でありながら、水銀を含まない光源が望まれている。

10

【0003】

特許文献1および2は、いずれも複数種類の金属ハロゲン化物とキセノンガスとを封入した水銀フリーのメタルハライドランプを開示している。これにより、水銀フリーで、複数の金属ハロゲン化物の発光ピークを重ね合わせた発光を得ている。特に、特許文献2では、ナトリウムとインジウムとタリウムの3種のハロゲン化物を用い、その量を、ナトリウムハロゲン化物が589nm、インジウムハロゲン化物が410および451nm、タリウムハロゲン化物が535nmに吸収スペクトルを生じる量に設定することにより、特許文献2の図2に示されているように、可視光範囲に連続スペクトルを示す水銀フリーメタルハライドランプが得られている。

20

【0004】

特許文献3には、マグネトロンで発生させたマイクロ波を導波管を通じて回転する放電バルブに導き、放電バルブに充填された金属ハロゲン化物および希ガスを発光させる水銀フリーの無電極高压放電ランプが提案されている。放電バルブに充填する金属ハロゲンとして、ヨウ化インジウムを用いた場合、可視光範囲に連続スペクトルを示すことが開示されている。

【特許文献1】特開平3-152852号公報

30

【特許文献2】特開2000-90880号公報

【特許文献3】特許第3196649号(特開平9-120800号)公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1および2に記載のメタルハライドランプは、3種類のハロゲン化物の発光スペクトルピークの重ね合わせで発光スペクトルを得るように設計されている。このため、特許文献2のランプでは、可視光範囲に連続スペクトルが得られてはいるが、特許文献2の図2に開示されているスペクトル分布図からわかるように、青色波長450nm、緑色波長540nmおよび590nm付近に3つの大きな強度ピークがあり、他の波長の強度と比較して、これらの強度が倍以上に大きい。また、青色波長450nm付近ピーク強度に対して、緑色波長540nmおよび590nmのピークの強度が1.6倍以上あり、強度分布が大きい。

40

【0006】

一方、特許文献3に記載のメタルハライドランプは、外部のマグネトロンで生じさせたマイクロ波を導波管で放電バルブまで導く無電極タイプの放電ランプであり、特許文献3の段落「0003」にも記載されているように、有電極タイプの放電ランプと比較して電磁エネルギーをハロゲン化物に結合させやすく、水銀フリーにすることが容易である。また、電極がないため、放電空間の黒化も生じない。このため無電極タイプの特許文献3の放電ランプのハロゲン化物を有電極タイプの放電ランプに適用するのは容易ではなく、電

50

磁エネルギーのハロゲン化物への結合の問題および放電空間の黒化の問題を解決しなければならない。

【 0 0 0 7 】

本発明は、水銀を用いずに、データプロジェクタなどに適する発光特性を有する白色光源を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するために、本発明では、放電空間には、水銀を含まず、室温において少なくとも3気圧のキセノンガスと、1価のインジウムのヨウ化物のみからなる金属ハロゲン化物とを封入し、放電空間の容積を V (mm³)、発光管に印加される電力を P (W) 、ヨウ化インジウムの重量を X (μg) としたときに、

$$(P/V)(X/V)^{0.2} > 3.0$$

なる関係を満たすようにする。これにより、可視波長全域にわたるインジウムによる連続発光スペクトルが生成され、優れた白色光源となる水銀フリーメタルハライドランプが得られる。

【 0 0 0 9 】

また、 $1.6 (P/V)^{2.4}$ 、かつ、 $2.0 (X/V)^{6.0}$ の条件を満たすことが望ましい。これにより、ランプ効率50以上を達成することができる。

【 0 0 1 0 】

さらに、 $1.8 (P/V)^{2.4}$ 、かつ、 $2.0 (X/V)^{4.0}$ 、かつ、 $(P/V)(X/V)^{0.2} > 3.6$ の条件を満たすことが望ましい。これにより、概ねランプ効率58以上を達成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

本発明の一実施の形態の水銀フリーメタルハライドランプについて図1を用いて説明する。

本実施の形態の水銀フリーメタルハライドランプは、内部に放電空間2を有する石英ガラス製の発光管1と、一对の電極3とを備え、電極3は、放電空間2に一端が突出し、他端が発光管1の石英ガラスに埋設するように配置されている。一对の電極3は、タングステンなどの高融点金属によって構成されている。電極3の他端には、金属箔4が溶接などの手段で接続され、さらに、金属箔4の放電空間2と反対側の端部にはリードワイヤ5が溶接などの手段で接続されている。金属箔4とリードワイヤ5は、いずれもモリブデン等から構成されている。放電空間2内への突出部分を除く電極3、金属箔4全体、リードワイヤ5のうち少なくとも金属箔4との接続部分は、ピンチシールまたはシュリンクシールなどの手法で、発光管1を構成する石英ガラス内へ埋め込まれている。これにより、金属箔4の周囲で気密封止が成され、同時に、電極3への電気伝導を可能にしている。石英ガラスから突出しているリードワイヤ5の端部には、図示しない口金を介して駆動電源に接続され、これにより給電を受ける。

【 0 0 1 2 】

放電空間2には、キセノンガスとヨウ化インジウム(InI)が封入されている。キセノンガスは放電を開始するためのスタートガスとしての役割と、高温のアークプラズマを形成しヨウ化インジウムを蒸発させるためのバッファガスとしての役割を併せ持つ。本実施の形態では、キセノンガスを3気圧以上の圧力で封入する。これにより、ヨウ化インジウムの蒸発とインジウムの顕著な発光を起こすことができる。

【 0 0 1 3 】

ヨウ化インジウム(InI)の量は、下記式(1)の条件を満たすように定めている。すなわち、発光管1の放電空間2の容積を V (mm³)、電極3に印加する電力を P (W) 、ヨウ化インジウムの重量を X (μg) としたときに、これらの関係を下式(1)、

$$(P/V)(X/V)^{0.2} > 3.0 \quad \dots (1)$$

を満たすように設定している。これにより、可視波長全域にわたってインジウムによる連

10

20

30

40

50

続発光スペクトルを得ることができる。

【 0 0 1 4 】

従来のメタルハライドランプにおいては、インジウムによる発光は、410 nmおよび451 nmの線スペクトルが利用されていたが、前記式(1)の条件を満たすことにより、有電極タイプのメタルハライドランプにおいてインジウムによる発光を可視波長全域に広げることが可能となることを発明者らは実験により見いだした。

【 0 0 1 5 】

従来からナトリウムやインジウムなどのいくつかの金属は、高密度化の放電で十分な電力が供給されると、線スペクトルとして発光していた波長が吸収に転じ、その前後の波長域に連続スペクトルが発生することが知られている。この現象は、高い密度化では原子間距離の接近により、原子のポテンシャル構造に変化が生じ励起ポテンシャルが変動するためと考えられる。例えば高圧ナトリウムランプは、この現象を用いて可視波長域の広い範囲に連続スペクトルを発生させている。ただし、高圧ナトリウムランプは青色の波長域の発光が不足しているためやや赤みをおびた光色となり、一般に白色ランプとは認知されていない。また、金属ナトリウムは石英ガラスと反応しやすいため、発光管材料としてアルミナなどのセラミック材料を用いる必要がありコストを増加させている。さらには、アルミナなどの透光性セラミックスは乳白色を呈し、ランプの点灯中には発光管全体が光るため、光源サイズが必然的に大きくなり、精細な光学系への適用は困難である。

【 0 0 1 6 】

有電極タイプのメタルハライドランプ発光材料としてインジウムを使用した場合には、高圧ナトリウムランプとは逆に青色域の発光が支配的となり、やはり白色発光が得られな
いと考えられてきた。本発明は、かかる既成概念を打ち破り、白色光源を得ることに成功したものである。さらに、ヨウ化インジウムは石英ガラスと反応しにくいため、発光管1
を石英ガラスで構成し、電極間距離を小さくすることにより点光源に近づけることができ
ることを確認した。

【 0 0 1 7 】

発明者らは、放電空間2に封入するキセノンガスとヨウ化インジウムの量と駆動条件な
どをパラメータとして、図1のメタルハライドランプの発光特性を調べた。

【 0 0 1 8 】

キセノンガスは、3気圧以上の圧力で封入した場合に、ヨウ化インジウムの蒸発とイン
ジウムの顕著な発光が起こった。図2は、キセノンガスを3気圧以上にした場合の発光ス
ペクトル分布の一例であり、インジウムによるものと考えられる発光が可視波長のほぼ全
域に広がることを示している。しかし、この図2の例のように波長の短い側に発光強度が
集中する場合、光色は強い青色を呈するため一般的なデータプロジェクタや自動車の前照
灯などの用途には適さない。また、図2に示した例の場合、ランプ効率が37 lm/W
程度と低いものであり、省電力の観点からも好ましくない。

【 0 0 1 9 】

そこで、実験を重ねることにより、発光スペクトルのバランスおよびランプ効率の向上
を検討した。具体的には、データプロジェクタ等に適する可視光波長領域の適切な発光ス
ペクトル分布、および高いランプ効率を満たす、最低限の数値として、相関色温度が10
000 K以下、ランプ効率が45 lm/W以上となる条件を設定し、この条件を満たす
ことのできるヨウ化インジウム量および駆動条件を探索した。

【 0 0 2 0 】

その結果、発光管の放電空間の容積をV (mm³)、前記発光管に印加される電力P (W)、
前記ヨウ化インジウムの重量をX (μg)としたときに、これらの関係を上式(1)
のように、

$$(P/V)(X/V)^{0.2} > 3.0 \quad \dots (1)$$

としたときに上記色温度とランプ効率の最低レベルを上回ることがわかった。以下にその
詳細を述べる。

【 0 0 2 1 】

10

20

30

40

50

図3は、ヨウ化インジウムの密度 (X/V) が異なる4種類の発光管1について、放電空間2の単位容積当たりの入力 (P/V) に対してランプ効率をプロットしたグラフである。図3より、ヨウ化インジウムの密度 (X/V) が大きいほど、また単位容積当たりの電力負荷 (P/V) が大きいほどランプ効率は向上するが、やがてピークから減少に転じることがわかる。

【0022】

図4は、ヨウ化インジウムの密度 (X/V) が $40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ の場合について、単位容積当たりの入力 (P/V) に対する発光スペクトル分布の変化を示すグラフである。図4より、単位体積当たりの入力 (P/V) の値が大きくなるほど比視覚感度の大きい $500 \sim 600 \text{ nm}$ の発光が強まり、強度分布の少ない可視光域に一樣な発光スペクトルが得られていることがわかる。また、 $500 \sim 600 \text{ nm}$ の発光が強まることによってランプ効率の向上と相関色温度の低下を達成できていると考えられる。しかし同時に、単位体積当たりの入力 (P/V) の増加に伴い赤外放射が増加するため、図3に示されるように、ある段階からランプ効率が減少に転じるものと考えられる。

【0023】

図5は、ヨウ化インジウムの密度 (X/V) と単位容積当たりの入力 (P/V) に対して相関色温度をプロットしたものである。図5より、単位容積当たりの入力 (P/V) を大きくすると発光スペクトルバランスの変化により相関色温度が低下する傾向にあることがわかり、ヨウ化インジウムの密度 (X/V) が大きいほど、その傾向が強いことがわかる。

【0024】

そこで、図6のように、ヨウ化インジウムの密度 (X/V) と単位容積当たりの入力 (P/V) の組み合わせを変化させた場合に、ランプ効率、相関色温度および (P/V) (X/V)^{0.2} を調べた。図6において、各枠の数値は、凡例に示したように上段がランプ効率 (lm/W)、中段が相関色温度 (K)、下段が (P/V) (X/V)^{0.2} を示している。図6において、破線で囲った領域601に位置する枠は、式(1)の (P/V) (X/V)^{0.2} > 3.0 という条件を満たしており、ランプ効率 $45 \text{ lm}/\text{W}$ 以上または相関色温度 10000 K 以下の要件が達成されている。しかも、この領域601は P/V 値が大きいこと、図4の発光スペクトルの P/V 値による変化の傾向からわかるように、ピークの光強度とピーク間の光強度との差が小さく、可視光範囲に強度分布の波長依存性が少ない概ね白色の発光分布を得ることができる。

【0025】

一方、破線で囲った領域601の外側の各枠は、(P/V) (X/V)^{0.2} の数値が 3.0 以下であり、そのほとんどがランプ効率 $45 \text{ lm}/\text{W}$ 以上または相関色温度が 10000 K 以下という要件を達成できないことがわかる。また、領域601の外側は P/V 値が小さいため、ピーク間の光強度が小さくなり、可視光範囲に強度分布の大きい発光分布となり、理想的な白色発光を得ることが困難になる。

【0026】

このように、(P/V) (X/V)^{0.2} > 3.0 という条件により、ランプ効率 $45 \text{ lm}/\text{W}$ 以上または相関色温度が 10000 K 以下というランプが得られる。また、可視光範囲に強度分布の波長依存性が少ない発光色が概ね白色を呈するランプが得られたため、各種の照明用途に好適なランプを提供できる。

【0027】

特に、図6において太線で囲った (P/V) = $1.6 \sim 2.4$ かつ (X/V) = $20 \sim 60$ の領域602は、ランプ効率が 50 を超えるため、好ましい。ランプ効率が 50 を超えることにより、一般的な高演色タイプの高圧放電ランプのランプ効率と同等になるため、これまで高演色タイプ高圧放電ランプが用いられてきた用途に用いることが可能になる。さらに、(P/V) = $1.8 \sim 2.4$ かつ (X/V) = $20 \sim 40$ で (P/V) (X/V)^{0.2} > 3.6 の条件を満たす領域603は、概ねランプ効率が 58 を超えるため、さらに好ましい。ランプ効率が 58 を超えることにより、超高圧水銀ランプのランプ効率

と同等になるため、超高圧水銀ランプが用いられていた用途に用いることが可能になる。

【0028】

また、本実施の形態の水銀フリーメタルハライドランプは、駆動電力 $P = 50\text{ W}$ で、ランプ電圧が $35.9\text{ V} \sim 39.7\text{ V}$ であり、ランプ電流は、 1.4 A 以下である。このランプ電流値は、従来の水銀を封入するメタルハライドランプと同等であり、電極3の蒸発も従来と同等であった。よって、発光管の黒化の進行も水銀を含むランプと同程度であり、寿命も2000時間程度と水銀を含むランプと同等の長寿命を実現できた。

【0029】

上記のように本発明のメタルハライドランプは、可視波長の全域にインジウムによる連続スペクトルを発生させるとともに、放電空間の単位容積当たりの電力負荷およびヨウ化インジウムの密度を式1の条件を満たす構成にすることにより、ランプ効率および相関色温度を適切に制御することができる。よって、データプロジェクタや自動車の前照灯等に適した水銀フリーメタルハライドランプが得られる。

【0030】

また、本実施の形態のメタルハライドランプは、図4にその発光スペクトル分布を示したように、ピークの光強度とピーク間の光強度の差が小さく、可視光範囲に強度分布の波長依存性が少ない様な発光分布を得ることができる。よって、白色光源として優れた水銀フリーのメタルハライドランプを得ることができる。特に、 460 nm 付近のピーク強度に対して、 590 nm 付近のピーク強度は、 1.2 倍以下であり、発光波長の異なる3種類の金属ハロゲン化物の封入する特許文献2（特開2000-90880号公報）に記載の図2のスペクトル分布と比較して、ピーク強度の差が小さいという利点がある。

【実施例】

【0031】

以下、本発明の実施例について説明する。

図1と同一の構成の水銀フリーメタルハライドランプにおいて、放電空間の容積（ V ）を 25 mm^3 、一対の電極3間の距離を 2.5 mm 、電極3の径を 0.3 mm 、キセノンガスの室温での圧力を 10 気圧、ヨウ化インジウム（ InI ）の量（ X ）を $1000\text{ }\mu\text{g}$ として発光管を製作した。電極3の材質はタングステンとし、金属箔4の材質はモリブデンとした。

【0032】

この発光管を 50 W で駆動した場合、 $(P/V)(X/V)^{0.2}$ の値は 4.18 であり、式1の条件を満たしていた。主なランプ特性は、ランプ電圧 35.9 V 、ランプ効率 59.7 lm/W 、相関色温度 4630 K 、平均演色評価数 $Ra88$ であり、白色光源として優れた特性を示した。また、ランプ電流は、 1.39 A であり、従来の水銀を含むメタルハライドランプと同等であった。発光スペクトルは図4の $P/V = 2.0$ のパターンと同等であり、このパターンは自然光のスペクトルパターンに近似しており、優れた白色光源が得られた。

【0033】

上記と同等の構成で電極間距離を変更した発光管を製作して特性を調べたところ、ランプ電圧は電極間距離に比例して変動するものの、発光特性はほぼ同等であった。その理由は、ヨウ化インジウムの蒸気圧が、ヨウ化ナトリウムやヨウ化スカンジウムのような従来使用されているハロゲン化物より高いため、管壁の温度分布変化の影響を受けにくいからであると考えられる。このことは電極3間距離を変更した幅広い設計が可能であることを意味し、一般的な照明用途から精密な光学系まで広く適用ができると考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本実施の形態の水銀フリーメタルハライドランプの側面図。

【図2】図1の発光管1にヨウ化インジウムとキセノンガスを封入し、キセノンガス圧を3気圧以上にした場合の発光スペクトル分布の一例を示すグラフ。

【図3】図1の発光管1において、放電空間2の単位容積当たりの入力（ P/V ）に対す

るランプ効率の変化を、ヨウ化インジウム密度 (X/V) ごとに示すグラフ。

【図4】図1の発光管1でヨウ化インジウム密度 (X/V) が $40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ の場合について、単位容積当たりの入力 (P/V) に対する発光スペクトル分布の変化を示すグラフ。

【図5】図1の発光管1において、単位容積当たりの入力 (P/V) に対する相関色温度の変化を、ヨウ化インジウム密度 (X/V) ごとに示すグラフ。

【図6】図1の発光管において、封入するヨウ化インジウム密度 (X/V) と単位容積当たりの入力 (P/V) の組み合わせを変化させた場合の、ランプ効率、相関色温度および (P/V) (X/V)^{0.2} の値を示す説明図。

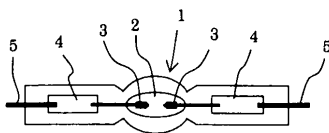
【符号の説明】

【0035】

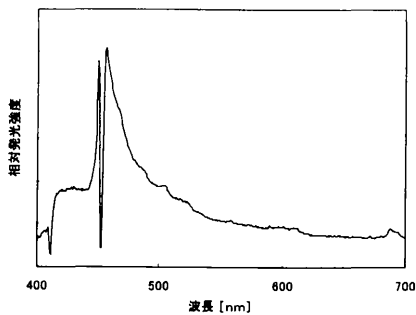
1・・・発光管、2・・・放電空間、3・・・電極、4・・・金属箔、5・・・リードワイヤ。

10

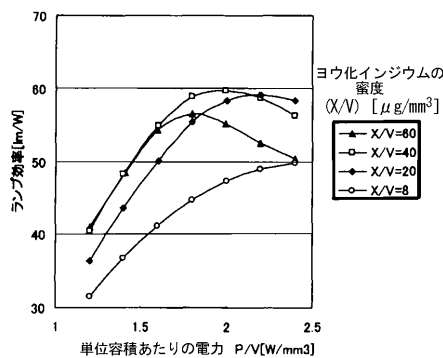
【図1】



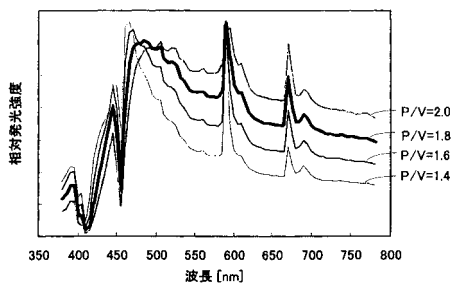
【図2】



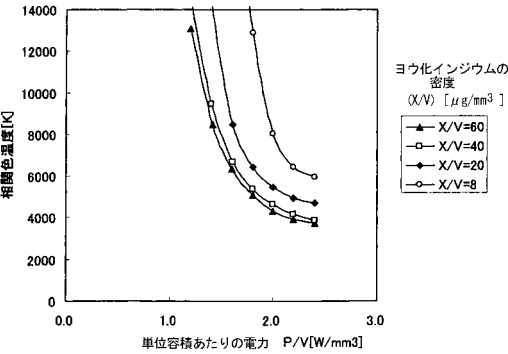
【図3】



【図4】



【図 5】



【図 6】

ヨウ化インジウムの密度 X/V [μg/mm³]		単位容積あたりの電力 P/V [W/mm³]											
		1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4
60	41.0	48.5	54.4	58.6	55.2	52.5	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3
	13100	8484	6323	5079	4308	3940	3750	3750	3750	3750	3750	3750	3750
	2.72	3.18	3.63	4.08	4.54	4.99	5.44	5.44	5.44	5.44	5.44	5.44	5.44
40	40.5	48.3	54.9	58.8	59.7	58.7	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2	56.2
	14510	9462	6676	5385	4632	4150	3890	3890	3890	3890	3890	3890	3890
	2.51	2.93	3.35	3.76	4.18	4.60	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02
20	36.3	43.7	50.1	55.4	58.4	59.1	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3	58.3
	22700	14200	8479	6451	5462	4950	4680	4680	4680	4680	4680	4680	4680
	2.18	2.55	2.91	3.28	3.64	4.01	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37
8	31.5	36.8	41.2	44.7	47.3	49.0	49.8	49.8	49.8	49.8	49.8	49.8	49.8
	計算不能	計算不能	21500	12900	8020	6450	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970
	1.82	2.12	2.43	2.73	3.03	3.33	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64
	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-110356(JP,A)
特開2002-110099(JP,A)
特開平11-102663(JP,A)
特開平08-315782(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 61/88
H01J 61/18-61/20