

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-81137

(P2009-81137A)

(43) 公開日 平成21年4月16日(2009.4.16)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H05B 41/24 (2006.01) H05B 41/24 Z 3K072

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-245517 (P2008-245517)
 (22) 出願日 平成20年9月25日 (2008. 9. 25)
 (31) 優先権主張番号 11/860, 834
 (32) 優先日 平成19年9月25日 (2007. 9. 25)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596104131
 オスラム シルヴェニア インコーポレイ
 テッド
 OSRAM SYLVANIA Inc.
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ デン
 ヴァーズ エンディコット ストリート
 100
 100 Endicott Street
 , Danvers, Massachu
 setts 01923, USA
 (74) 代理人 100061815
 弁理士 矢野 敏雄
 (74) 代理人 100094798
 弁理士 山崎 利臣

最終頁に続く

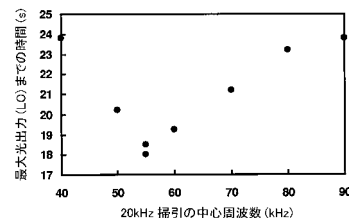
(54) 【発明の名称】 音響共鳴周波数における電力変調によるメタルハライドランプの高速立ち上げ方法およびバラスト

(57) 【要約】

【課題】ランプを損傷することなく公称光出力に至るまでの時間を短縮させる方法およびバラストを提供する。

【解決手段】定常動作中の公称光出力と電流制限値 I_{lim} をもつメタルハライドランプの立ち上げを制御する方法において、定常動作までメタルハライドランプを立ち上げる間、立ち上がり中に公称光出力 L_n でランプを駆動するために要求された電力 P_{req} と要求された電流 I_{req} を評価し、 $I_{req} < I_{lim}$ である間ランプを駆動するために I_{lim} を供給し、 $I_{req} > I_{lim}$ であればランプを駆動するために P_{req} を供給し、ランプに供給される電力 P を変調する。電力変調は有利にはランプの音響共鳴周波数で行われ、たとえばランプの第1の方位角共鳴モードで行われる。電力変調において、入力電圧波形の頂点における正弦波リプルの掃引を行うことができ、正弦波リプルの周波数範囲には音響共鳴周波数が含まれる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

定常動作中の公称光出力 L_n と電流制限値 I_{lim} をもつメタルハライドランプの立ち上がり制御方法において、

定常動作まで前記メタルハライドランプを立ち上げる間、該立ち上がり中に前記公称光出力 L_n でランプを駆動するために要求された電力 P_{req} と要求された電流 I_{req} を評価するステップと、

$I_{req} > I_{lim}$ である間、ランプを駆動するために I_{lim} を供給し、 $I_{req} < I_{lim}$ であればランプを駆動するために P_{req} を供給するステップと、

立ち上がり期間中、ランプに供給される電力 P を変調するステップ

10

が設けられていることを特徴とする、メタルハライドランプの立ち上がり制御方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法において、

前記電力を変調するステップには、前記ランプを音響共鳴周波数で電力変調するステップが含まれることを特徴とする方法。

【請求項 3】

請求項 2 記載の方法において、

前記音響共鳴周波数は前記ランプの第 1 の方位角共鳴モードであることを特徴とする方法。

【請求項 4】

20

請求項 1 記載の方法において、

前記電力を変調するステップには、入力電圧波形の頂点において正弦波リップルを掃引するステップが含まれており、該正弦波リップルの周波数範囲には前記ランプの音響共鳴周波数が含まれることを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項 1 記載の方法において、

前記立ち上がり期間中、ランプ効率を推定するステップが設けられており、 P_{req} は該ランプ効率の関数であることを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項 1 記載の方法において、

30

ランプに供給されるエネルギー E に対する正規化されたランプ効率 η の関数を求めるステップが設けられており、立ち上がり期間中、ランプの電流 I を測定し E を求め、前記関数から η を推定し、ここで $P_{req} = P_n / \eta$ であり $I_{req} = I * P_{req} / P$ であり、 P_n は定常動作中のランプに対する公称電力であることを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項 6 記載の方法において、

前記関数は、ランプを駆動するパラストにおけるメモリ内のテーブルに格納されていることを特徴とする方法。

【請求項 8】

請求項 6 記載の方法において、

40

前記関数は、 $E < E_0$ であれば $\eta = 1 - \exp(- (E - E_0) / E_1)$ であり、 $E < E_0$ であれば $\eta = 0$ であり、 E_0 および E_1 は $\eta(E)$ を表す定数であることを特徴とする方法。

【請求項 9】

定常動作中の公称光出力 L_n と電流制限値 I_{lim} をもつメタルハライドランプの立ち上がり制御方法において、

定常動作まで前記メタルハライドランプを立ち上げる間、ランプの電流 I と電圧 V を連続的に測定して電力 P を計算し、該立ち上がり中に前記公称光出力 L_n でランプを駆動するために要求された電力 P_{req} と要求された電流 I_{req} を連続的に評価するステップと、

$I_{req} > I_{lim}$ である間、ランプを駆動するために I_{lim} を供給するステップと、

$I_{req} < I_{lim}$ であれば、ランプを駆動するために P_{req} を供給するステップと、

50

立ち上がり期間中、ランプに供給される電力 P を該ランプの音響共鳴周波数で変調するステップが設けられていることを特徴とする、
メタルハライドランプの立ち上がり制御方法。

【請求項 10】

請求項 9 記載の方法において、
前記音響共鳴周波数は前記ランプの第 1 の方位角共鳴モードであることを特徴とする方法。

【請求項 11】

請求項 9 記載の方法において、
前記立ち上がり期間中、ランプ効率を推定するステップが設けられており、 P_{req} は該ランプ効率の関数であることを特徴とする方法。

10

【請求項 12】

請求項 9 記載の方法において、
ランプに供給されるエネルギー E に対する正規化されたランプ効率の関数を求めるステップが設けられており、立ち上がり期間中に E を求め、前記関数から E を推定し、ここで $P_{req} = P_n / \eta$ であり $I_{req} = I_n * P_{req} / P_n$ であり、 P_n は定常動作中のランプに対する公称電力であることを特徴とする方法。

【請求項 13】

請求項 12 記載の方法において、
前記関数は、ランプを駆動するパラストにおけるメモリ内のテーブルに格納されていることを特徴とする方法。

20

【請求項 14】

請求項 12 記載の方法において、
前記関数は、 $E < E_0$ であれば $\eta = 1 - \exp(-E/E_1)$ であり、 $E < E_0$ であれば $\eta = 0$ であり、 E_0 および E_1 は $\eta(E)$ を表す定数であることを特徴とする方法。

【請求項 15】

定常動作中の公称光出力 L_n と電流制限値 I_{lim} をもつメタルハライドランプのためのパラストにおいて、

該パラストにより定常動作に至るまでの前記メタルハライドランプの立ち上りを制御させるプログラムが設けられており、該プログラムにより、

30

定常動作まで前記メタルハライドランプを立ち上げる間、該立ち上がり中に前記公称光出力 L_n でランプを駆動するために要求された電力 P_{req} と要求された電流 I_{req} を評価するステップと、

$I_{req} < I_{lim}$ である間ランプを駆動するために I_{lim} を供給し、 $I_{req} < I_{lim}$ であればランプを駆動するために P_{req} を供給するステップと、

立ち上がり期間中、ランプに供給される電力 P を変調するステップを前記パラストに実行させることを特徴とする、

メタルハライドランプのためのパラスト。

【請求項 16】

請求項 15 記載のパラストにおいて、
前記電力を変調するステップには、前記ランプを音響共鳴周波数で電力変調するステップが含まれることを特徴とするパラスト。

40

【請求項 17】

請求項 16 記載のパラストにおいて、
前記音響共鳴周波数は前記ランプの第 1 の方位角共鳴モードであることを特徴とするパラスト。

【請求項 18】

請求項 15 記載のパラストにおいて、
前記電力を変調するステップには、入力電圧波形の頂点において正弦波リップルを掃引するステップが含まれており、該正弦波リップルの周波数範囲には前記ランプの音響共鳴周波

50

数が含まれることを特徴とするバラスト。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は"CONTROL METHOD AND BALLAST FOR RUN-UP OF METAL HALIDE LAMP"の名称で併願中の特許出願Attorney Docket No. 2007P20033USに記載された発明に関連するものであり、これを本発明の参考文献とする。

【0002】

本発明は、メタルハライドランプにおける点弧から公称（最大）光出力に至るまでの時間を低減する方法に関する。

10

【背景技術】

【0003】

一般照明用メタルハライドランプは効率的であり、高品質の白色光を送出する。しかしながらこのランプは、公称光出力までウォームアップするのに数分間必要とする。その理由は、バラスト出力が主として定常動作に合わせられているからである。公称光出力までの時間が短くなれば、メタルハライドランプ適用の可能性が高まる。

【0004】

冷えたランプに対しいっそう大きな電力を与えることによって、定常ランプ動作に至るまでの立ち上がりの高速化を図れる。一時的に高い電力レベルにすることは必ずしも問題とはならないが、冷えたランプは著しく低い電圧をもつ傾向にもあることから、必要とされる電力（電力 = 電圧 × 電流）を得るのに過大な電流が必要となってしまう。しかも過大な電力または電流を加えることによって熱的衝撃、電極損傷および壁部の黒化が生じるおそれがあるので配慮が必要であり、これらの問題を避けるために立ち上げ中、ランプには一般に電流制限が設けられている。したがって光出力は、望まれるように高速には公称値に到達しない。

20

【0005】

メタルハライドランプの電力変調については公知である。たとえばアメリカ合衆国特許No. 6,229,269を参照すると、アーク長と電圧を増大させる目的でランプのアークを曲げるために電力変調を利用することが記載されている。また、アメリカ合衆国特許No. 6,124,683によれば、ランプを垂直方向に配向させることができるようにするために音響変調が利用される。さらにアメリカ合衆国特許No. 5,684,367によれば、入力電力波形の振幅変調およびパルス化により色特性とアーク安定性が制御される。

30

【特許文献1】アメリカ合衆国特許No. 6,229,269

【特許文献2】アメリカ合衆国特許No. 6,124,683

【特許文献3】アメリカ合衆国特許No. 5,684,367

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の課題は、ランプを損傷することなく公称光出力に至るまでの時間を短縮させる新規の方法およびバラストを提供することである。

40

【0007】

さらに本発明の課題は、定常動作中に公称光出力と電流制限値 I_{lim} をもつメタルハライドランプの立ち上げを制御する新規の方法を提供することにある。この方法は、定常動作までメタルハライドランプを立ち上げる間、立ち上がり中に公称光出力 L_n でランプを駆動するために要求された電力 P_{req} と要求された電流 I_{req} を評価し、 $I_{req} < I_{lim}$ である間ランプを駆動するために I_{lim} を供給し、 $I_{req} < I_{lim}$ であればランプを駆動するために P_{req} を供給し、ランプに供給される電力 P を変調する。電力変調は有利にはランプの音響共鳴周波数で行われ、たとえばランプの第1の方位角の共鳴モードないしは1次方位角共鳴モード first azimuthal resonance modeで行われる。電力変調には、入力電圧波形の頂点における正弦波リップルの掃引を行うことができ、正弦波リップルの周波数範囲には

50

音響共鳴周波数が含まれる。

【0008】

本発明のさらに別の課題は、上述の方法を実施する新規なバラストを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明によればこの課題は、定常動作まで前記メタルハライドランプを立ち上げる間、該立ち上がり中に前記公称光出力 L_n でランプを駆動するために要求された電力 P_{req} と要求された電流 I_{req} を評価するステップと、 $I_{req} < I_{lim}$ である間、ランプを駆動するために I_{lim} を供給し、 $I_{req} < I_{lim}$ であればランプを駆動するために P_{req} を供給するステップと、立ち上がり期間中、ランプに供給される電力 P を変調するステップが設けられていることを特徴とする、メタルハライドランプの立ち上がり制御方法により解決される。さらに上記の課題は、請求項9および請求項15により解決される。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下の図面および有利な実施形態の説明を参酌すれば、本発明の技術分野における当業者は本発明の上述の課題およびさらに別の課題ならびに利点をはっきりと理解できるようになる。

【実施例】

【0011】

上述の課題を解決するため、本願発明者は点弧直後のランプ制御に着目した。点弧直後、ランプの駆動はランプに対する電流制限値におかれたランプ電流で始まる。エネルギーはアークに蓄えられてアーク管が加熱するので、電圧、電力および効率は公称光出力が電流制限値の電流で達成されるまで徐々に上昇する。この時点ではランプに対し適度に大きめの電力が加えられる。それというのもランプはその動作温度までは暖まっていないからである。ランプが暖まると効率が定常状態レベルまで増大し、(ほぼ)一定の公称光出力が維持されるよう、それ相応に電力が低減される。冒頭で挙げた併願中の特許出願に記載されているように、電流制限による期間の結果としてランプが暖まったときに電力を低減することによって、定常状態に至るまでの立ち上がり期間後半においてランプを公称光出力またはほぼ公称光出力にすることができ、したがって慣用のメタルハライドランプよりも迅速にほぼ公称光出力を生じさせることができ、これによってメタルハライドランプの適用の可能性が高まる。

20

30

【0012】

さらに本発明によれば、アーク管の特別な共鳴周波数において立ち上がり期間中に電力を変調することにより、公称光出力に至るまでの時間が低減される。本発明の電力変調は、ランプ管の最も冷たい部分の温度を増大させることによってランプ電圧を上昇させるように考えられており、この場合、電圧を上昇させることで立ち上がり期間中にランプが利用できる電力が増大し、通常の動作温度に到達するまでの時間が減少する。

【0013】

本発明の電力変調によって、ランプのアーク管においていっそう好ましい温度分布が得られ、これはアーク管における最も冷たいスポットの温度がいっそう迅速に上昇するよういっそう均一な温度分布を生じさせることによって達成される。通常、メタルハライドランプの挙動は冷えたスポットすなわちコールドスポットの温度に左右され、このコールドスポットが定常状態レベルに到達したときに最大効率が達成される。

40

【0014】

1つの有利な実施形態によれば、定常動作中に公称光出力 L_n をもち電流制限値 I_{lim} を有するメタルハライドランプの立ち上がりを制御する方法には、定常動作に至るまでのメタルハライドランプの立ち上がり期間中、ランプをこの立ち上がり期間中に公称光出力 L_n で駆動するために要求された電力 P_{req} と要求された電流 I_{req} を評価するステップが設けられている。立ち上がり期間中、 I_{req} が I_{lim} 以上であるかぎり電流制限値 I_{lim} がラ

50

ランプに供給され、 I_{req} が I_{lim} よりも小さければ P_{req} がランプに供給される。さらに立ち上がり期間中、ランプに供給される電力 P が変調される。この電力変調をランプの音響共鳴周波数で行うことができ、これはたとえばランプの第1の方位角の共鳴モードないしは1次方位角共鳴モードであり、入力電圧波形の頂点における正弦波リプルの掃引を行うことができ、その際、正弦波リプルの周波数範囲は音響共鳴周波数のところに中心がおかれている。

【0015】

よく理解できるように、複数の理由から音響的電力変調によってメタルハライドランプの立ち上がりが改善される。いくつかの音響共鳴の励起によりランプ電圧が上昇することが判明した(たとえば上述のアメリカ合衆国特許No. 6229,269参照)。メカニズムとして挙げられるのは、塩の温度を上昇させること、アークを曲げること、アークを長くすること、アークを収縮することなどである。したがって立ち上がり電流が制限されている場合、電圧を上昇させることによりランプのアークにいつも多くの電力が供給される。これに加えて、音響共鳴の励起によりアーク管内のアークポジションに影響が及ぼされ、これによってさらにアークからアーク管壁への熱伝導に影響が及ぼされ、場合によってはアーク管壁の加熱が増大し、さらにこれによって充填物の蒸発つまりはランプ電圧を増大させることができる。実験によれば、音響変調が加えられると塩の蒸発パターンが変化することが判明した。変調がなければ、塩の蒸発はアーク管頂部から底部へ向かって進行するように行われることになる。凝縮膜のエッジはアーク管頂部から底部へと徐々に移動するようになり、これは予期されるようにアークに沿って上昇する対流に起因し、これによってアーク管頂部が加熱される。変調が加えられると、塩の蒸発は方位角方向で進むように生じることになる。全般的にいえば、音響共鳴の励起はアーク管内における巨視的なガス流パターンに影響を及ぼすものであるということができ、このようなガス流パターンは、アーク特性に変化が加えられることにより、および/または立ち上がり期間中の充填物蒸発のためにいつも好ましいかたちで熱が分散されることにより、ランプ電圧を上昇させることになる。

【0016】

本発明による方法は、一般的な電子バラストのようにランプを駆動するバラストに組み込まれたプログラムによって実施することができる。

【0017】

本願発明者は、立ち上がり時間に対する電力変調の効果を測定する実験を行った。その際、35/39Wのセラミック"Powerball"(登録商標)アーク管から成る実験用ランプに対して音響電力変調を行った。さらにその際、電力変調を主電圧の波形の頂点における掃引正弦波リプルとして行った(この場合、200Hzの矩形波である主電圧波形)。掃引正弦波周波数を数10kHz~数100kHzのオーダとし、掃引レンジ幅を20~30kHz、掃引レートを1kHzとした。立ち上がり制御方法は、冒頭で挙げた併願中の特許出願で述べられている公称光出力に対し一定の電流を加える方法である(これについては以下でも説明する)。その際、立ち上がり電流を1Aに制限した。ここで述べておくと、約1ミリ秒のタイムスケールにおいて平均立ち上がり電流が「一定」なのであって、加えられる掃引正弦波リプルに起因して大きい周波数変動が伴うのは自明である。

【0018】

図1および図2に示されているように、掃引正弦波リプルの周波数が45~65kHzのとき、格別好ましい結果が得られた。最大光出力に至るまでの立ち上がり期間は20~25%まで減少した。その際に判明したのは、立ち上がり期間の減少はリプルの振幅と掃引中心周波数に左右されることである。20kHzの励起掃引のために最適な中心周波数は55kHzであり、振幅が0(変調なし)から約0.9Aまで増大すると、立ち上がり時間は約2.4秒から1.8秒よりも短くなるまで減少した。変調振幅(amplitude)により、点弧後数秒における1Aの平均からの電流の軌跡が表される。立ち上がりが始まったとき、変調振幅は減少する傾向にあることが判明した。これはおそらくはランプのインピーダンスが変化したことによるものであり、これによってランプに対す

10

20

30

40

50

る変調リップルの正味の結合が減少する。

【0019】

よく理解できるように、上述の変調によってこのアーク管における第1の方位角共鳴モードが励起される。アーク管自体はほぼ球形であるが、アークの熱分散により軸対称性が加わり、これによってキャビティの対称性は球体の軸対称性と円柱体の軸対称性との間となる。したがって本発明のコンテキストにおいて理解されたいのは、キャビティの対称性が理想的な対称性（たとえば球形または円柱形）からずれたとき、アーク管内で励起される音響共鳴モードを、理想的な対称性の結果として生じるであろうモードに対する類似度により識別できることである。この特別な例の場合にはモードを、方位角モードのようなものまたはラジアル方向モードのようなものと捉えるべきである。

10

【0020】

有利な結果をもたらす他の音響モードも見出された。たとえば、165～195kHzの掃引正弦波周波数によって、第1の方位角共鳴モードと第1のラジアル方向共鳴モードとの組み合わせが励起された。立ち上がり時間の減少は約10～15%であった。

【0021】

実験では正弦波にリップルを入力して変調を生じさせたが、他の方式によって電力変調を行うことも可能であり、たとえば f_1 から f_2 へと掃引される正弦波においてダイレクトにランプを駆動することもできる。この場合、 $2f_1$ から $2f_2$ の電力変調周波数となる。

【0022】

実験中、アークの回転のかたちで多少のアーク不安定性が観察され、これはユーザにはちらつきとして見えることになる。このような不安定性は変調振幅に留意することで低減できる。たとえば振幅を立ち上がり期間中、低減することもできるし、立ち上がり期間のうち特定の期間中、選択的に低減することもでき、たとえば不安定性が最も頻繁に観察された立ち上がり期間終了間際に低減することもできる。

20

【0023】

本発明による方法は、冒頭で挙げた併願中の特許出願に記載されている制御方法を利用したときに特に有利に適用することができ、これは殊にそこで述べられている「第4の実施形態」を利用した場合に可能であり、これについては参照しやすくするために以下でもう一度説明する。

【0024】

定常動作中に公称光出力 L_n をもち電流制限値 I_{lim} を有するメタルハライドランプの立ち上がりを制御する方法によれば、定常動作に至るまでのメタルハライドランプの立ち上がり期間中、ランプの電流 I 、電圧 V および電力 P が連続的に測定または評価され、ランプをこの立ち上がり期間中に公称光出力 L_n で駆動するために要求された電力 P_{req} と要求された電流 I_{req} を評価するステップが含まれている。 I_{req} が I_{lim} よりも大きいとそれと等しいかぎり電流制限値 I_{lim} がランプに供給され、 I_{req} が I_{lim} よりも小さければ P_{req} がランプに供給される。立ち上がり期間の後半に（ I_{req} が I_{lim} よりも小さければ） P_{req} を供給することにより、慣用のメタルハライドランプよりも迅速にランプを公称光出力またはほぼ公称光出力で駆動させることができる。さらに立ち上がり期間中、ランプに供給される電力 P がランプの音響共鳴周波数において変調される。ここで「連続的に」という意味には、アナログ信号とデジタルサンプリングの両方が含まれる。

30

40

【0025】

本発明による方法には、ランプ電流の指定からランプ電力の指定へいつ切り換えるかの決定、ならびに公称光出力を保持するために電力をどのように調整するのかが技術が含まれる（これは冒頭で挙げた併願中の特許出願における「第4の実施形態」である）。

【0026】

この技術にはさらに、正規化されたランプ効率をバラストへ供給されるエネルギーの関数として近似することも含まれる。正規化されたランプ効率は、近似的にゼロから定常動作における効率まで及ぶものとする。本出願人の観察によれば、複数のランプについて（瞬間電力の依存関係を無視した）正規化された効率とバラストエネルギーとの関係を指数

50

関数として近似することができ、これは係数 E_1 により特徴づけられおそらくはオフセット E_0 を伴う。このことが図 3 に示されている。

【 0 0 2 7 】

つまりこの技術によれば、正規化されたランプ効率 η とランプに供給されるエネルギー E との関数関係が決定され、定常動作までの立ち上がり期間中、この関数から E と η が求められる。

ここで $P_{req} = P_n / \eta$ 、 $I_{req} = I * P_{req} / P$ である。

ランプ効率 η を求める関数を以下のとおりとすることができる。

$\eta = E_0$ であれば $\eta = 1 - \exp(- (E - E_0) / E_1)$ であり $E < E_0$ であれば $\eta = 0$ 。

ここで E_0 と E_1 は $\eta(E)$ を表す定数であり、 P_n は定常動作中のランプに対する公称電力である。この関数をパラストにおけるメモリ内のテーブルに格納しておくことができる。

10

【 0 0 2 8 】

E_0 と E_1 が指定されれば、立ち上がり期間中の時点において正規化されたランプ効率を近似的に求めることができ、要求される電力 P_{req} は公称電力 P_n を正規化されたランプ効率で除算したものである。

【 0 0 2 9 】

たとえば、立ち上がり期間中のある時点で正規化されたランプ効率が 0.5 であれば、ランプ電力を公称レベルの 2 倍にすべきである。当然ながら立ち上がり期間の開始時点においては、電流制限による制御が行われる可能性があるので、ランプ電力を達成することはできない。

20

【 0 0 3 0 】

本発明による技術の 1 つの利点は、ある決められたランプデザインのために単一のパラメータセット E_0 および E_1 を一般に見つけ出すことができ、これによって電流制限に左右されることなく妥当な立ち上がり結果が得られるようになることである。正規化された効率の近似が良好になればなるほど、時間経過に対する光出力がいっそう「理想的」なものとなる。立ち上がり開始時点における近似の誤差はたいして重要ではない。それというのも要求された電力はおそらくは電流制限によって制限されることになるからである。これまで明細書および図面において本発明の実施形態について説明してきたが、これらの明細書および図面を参酌した上で本発明が特許請求の範囲によって規定されるものであるのは自明である。

30

【 図面の簡単な説明 】

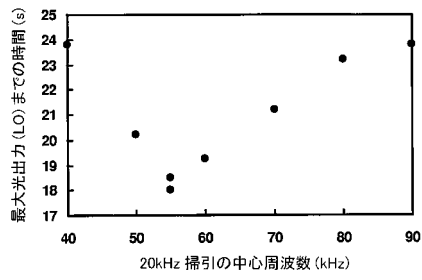
【 0 0 3 1 】

【 図 1 】 掃引された正弦波リプルの中心周波数に対し最大光出力 (LO) までの時間をプロットした図

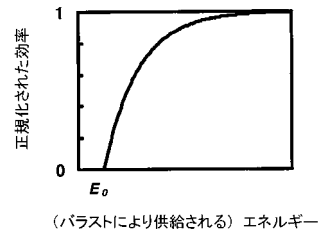
【 図 2 】 変調振幅に対し最大光出力 (LO) までの時間をプロットした図

【 図 3 】 ランプに供給されるエネルギーに対し正規化されたランプ効率を示すグラフ

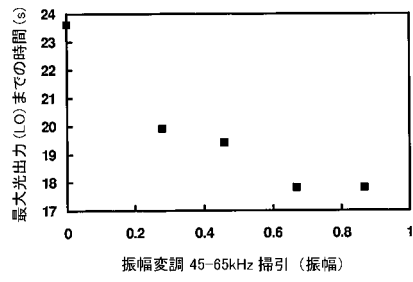
【 図 1 】



【 図 3 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(74)代理人 100099483

弁理士 久野 琢也

(74)代理人 100110593

弁理士 杉本 博司

(74)代理人 100128679

弁理士 星 公弘

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(72)発明者 ナンシー エイチ チェン

アメリカ合衆国 マサチューセッツ ノース アンドーヴァー アンバーヴィル ロード 146

(72)発明者 ジョセフ エー オールセン

アメリカ合衆国 マサチューセッツ グローセスター ワシントン ストリート 1027アール

Fターム(参考) 3K072 AA11 AC02 CA05 DE04 EB07 GB01 HA04