

(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2004-287190

(P2004-287190A)

(43) 公開日 平成16年10月14日(2004.10.14)

| (51) Int. Cl. <sup>7</sup>           | F I           | テーマコード (参考) |
|--------------------------------------|---------------|-------------|
| <b>G03B 21/16</b>                    | G03B 21/16    | 2H088       |
| <b>F21V 29/00</b>                    | F21V 29/00 A  | 2H091       |
| <b>F21V 29/02</b>                    | F21V 29/00 Z  | 2K103       |
| <b>G02F 1/13</b>                     | G02F 1/13 505 | 3K014       |
| <b>G02F 1/13357</b>                  | G02F 1/13357  | 3K042       |
| 審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 26 頁) 最終頁に続く |               |             |

(21) 出願番号 特願2003-80564 (P2003-80564)  
 (22) 出願日 平成15年3月24日 (2003.3.24)

(71) 出願人 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
 (74) 代理人 100089037  
 弁理士 渡邊 隆  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100110364  
 弁理士 実広 信哉  
 (72) 発明者 吉岡 研二郎  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
 Fターム(参考) 2H088 EA14 EA15 HA13 HA28 MA05  
 2H091 FA05X FA26X FA45Z FD24 LA04  
 LA15 LA30 MA07  
 最終頁に続く

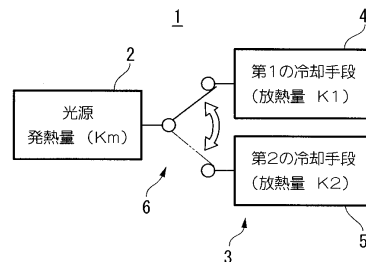
(54) 【発明の名称】 プロジェクタの冷却方法、並びにプロジェクタ

(57) 【要約】

【課題】 投射画像の品質安定性の向上を図るとともに、電源投入後から投射画像の品質が安定するまでの待機時間を短縮することができるプロジェクタの冷却方法並びにプロジェクタを提供する。

【解決手段】 プロジェクタ1は、投射光用の光源2と、光源2を冷却するための冷却装置3とを備える。冷却装置3は、光源2の温度に応じて光源2からの放熱量を変化させる。例えば、光源2の電源投入後に、第1の放熱量K1で光源2を放熱させ、光源2の温度上昇後に、第1の放熱量よりも多い第2の放熱量K2で光源2を放熱させる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

投射光用の光源を備えるプロジェクタを冷却する方法であって、前記光源の温度に応じて前記光源からの放熱量を変化させることを特徴とするプロジェクタの冷却方法。

**【請求項 2】**

前記光源の電源投入後に、第 1 の放熱量で前記光源を放熱させる第 1 工程と、前記光源の温度上昇後に、前記第 1 の放熱量よりも多い第 2 の放熱量で前記光源を放熱させる第 2 工程とを有することを特徴とする請求項 1 に記載のプロジェクタの冷却方法。

**【請求項 3】**

前記光源の発熱量を  $K_m$ 、前記第 1 の放熱量を  $K_1$ 、前記第 2 の放熱量を  $K_2$  とするとき、 $K_1 < K_m < K_2$  であることを特徴とする請求項 2 に記載のプロジェクタの冷却方法。

10

**【請求項 4】**

前記放熱量を変化させるタイミングは、熱移動に伴う時間的な遅れを考慮したものであることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれかに記載のプロジェクタの冷却方法。

**【請求項 5】**

投射光用の光源を備えるプロジェクタにおいて、前記光源の温度に応じて前記光源からの放熱量を変化させる冷却装置を備えることを特徴とするプロジェクタ。

20

**【請求項 6】**

前記冷却装置は、放熱体と、前記放熱体と前記光源との接続状態を切り換える切換手段とを有することを特徴とする請求項 5 に記載のプロジェクタ。

**【請求項 7】**

前記切換手段は、前記光源に熱的に接続され、温度に応じてばね定数が変化する形状記憶合金パネを含むことを特徴とする請求項 6 に記載のプロジェクタ。

**【請求項 8】**

前記冷却装置は、冷却ファンと、前記冷却ファンの作動状態を制御する制御手段とを有することを特徴とする請求項 5 から請求項 7 のうちのいずれかに記載のプロジェクタ。

30

**【請求項 9】**

前記光源は、発光ダイオードを含む LED 光源であることを特徴とする請求項 5 から請求項 8 のうちのいずれかに記載のプロジェクタ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、投射光用の光源を備えるプロジェクタに関し、特に、プロジェクタの冷却方法に関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

従来より、電子機器における表示装置のひとつとして、映像源の画像を光学系を介してスクリーンに拡大投射する投射型表示装置としてのプロジェクタが知られている。

40

**【0003】**

プロジェクタは、光源、電源ユニットなどの発熱しやすい機器を有していることから、これらの発熱体の熱が光路上の光学部材に伝わると、光学部材の取り付け精度や熱特性に影響を与え、光学特性の低下を招くおそれがある。

**【0004】**

プロジェクタの熱対策に関する技術としては、例えば、ヒートシンクなどの放熱体を高温となる光学部材に取り付けて放熱させる技術がある（例えば、特許文献 1 参照）。

**【0005】**

50

## 【特許文献 1】

特開平 14 - 098937 号公報

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

ところで、プロジェクタでは、光源の温度に応じて光源の光学特性が大きく変化する場合がある。光源の光学特性の変化は、投射画像の品質の不安定を招くことから、光源の温度変化はなるべく小さいのが好ましい。

## 【0008】

ところが、光源に対して放熱体を単に取り付けただけでは、光源の温度変化を十分に抑制できないおそれがある。特に、近年、プロジェクタの小型化や高精細化が進み、光源の温度管理がより重要になっている。

## 【0009】

また、光源の温度に応じて光源の光学特性が大きく変化する場合、電源投入後から光源の温度が安定するまでの間は投射画像が安定しないために使用を待機する必要がある。そのため、上記待機時間（ウォームアップ時間）の短縮化が望まれている。

## 【0010】

本発明は、上述する事情に鑑みてなされたものであり、投射画像の品質安定性の向上を図るとともに、電源投入後から投射画像の品質が安定するまでの待機時間を短縮することができるプロジェクタの冷却方法並びにプロジェクタを提供する。

## 【0011】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明のプロジェクタの冷却方法は、投射光用の光源を備えるプロジェクタを冷却する方法であって、前記光源の温度に応じて前記光源からの放熱量を変化させることを特徴とする。

## 【0012】

本発明のプロジェクタの冷却方法では、光源の温度に応じて光源からの放熱量を変化させることにより、光源の温度変化を抑制することが可能となる。  
すなわち、光源の温度が高い場合には光源からの放熱量を多くし、光源の温度が低い場合には光源からの放熱量を少なくすることにより、光源の温度変化が抑制される。  
したがって、本発明のプロジェクタの冷却方法では、光源の温度変化に伴う輝度などの光学特性の変化が抑制され、投射画像の品質安定性の向上が図られる。

## 【0013】

また、上記の冷却方法によれば、電源投入後から投射画像の品質が安定するまでの待機時間（ウォームアップ時間）を短縮することが可能である。  
例えば、前記光源の電源投入後に、第1の放熱量で前記光源を放熱させる第1工程と、前記光源の温度上昇後に、前記第1の放熱量よりも多い第2の放熱量で前記光源を放熱させる第2工程とを有することにより、光源からの放射量が一定である場合に比べて、上記待機時間が短縮される。

## 【0014】

この場合、前記光源の発熱量を  $K_m$ 、前記第1の放熱量を  $K_1$ 、前記第2の放熱量を  $K_2$  とするとき、 $K_1 < K_m < K_2$  であるのが好ましい。  
これによると、光源の電源投入直後には放熱量（ $K_1$ ）が少なく、光源が速やかに温度上昇するとともに、温度上昇後には光源の発熱量（ $K_m$ ）と放熱量（ $K_2$ ）とが釣り合い、光源の温度が安定する。なお、 $K_m < K_2$  であると、光源温度が低下し、光源特性が変化するので好ましくない。

## 【0015】

また、上記の冷却方法において、前記放熱量を変化させるタイミングは、熱移動に伴う時間的な遅れを考慮したものであるのが好ましい。  
これにより、過度な温度上昇や温度降下が抑制され、光源の温度がさらに安定する。

10

20

30

40

50

## 【0016】

本発明のプロジェクタは、投射光用の光源を備えるプロジェクタにおいて、前記光源の温度に応じて前記光源からの放熱量を変化させる冷却装置を備えることを特徴とする。

## 【0017】

本発明のプロジェクタでは、冷却装置によって光源からの放熱量を変化させることにより、光源の温度変化を抑制することが可能となる。

そのため、光源の温度変化に伴う光源の光学特性の変化が抑制され、投射画像の品質安定性の向上が図られる。

## 【0018】

例えば、前記冷却装置は、放熱体と、前記放熱体と前記光源との接続状態を切り換える切  
換手段とを有するとよい。 10

この構成によれば、例えば、放熱体と光源とが接続することで光源からの放熱量が多くなり、放熱体と光源とが非接続となることで光源からの放熱量が少なくなる。したがって、光源の温度が高い場合には放熱体と光源とを接続し、光源の温度が低い場合には放熱体と光源とを非接続とすることにより、光源の温度変化が抑制される。

## 【0019】

この場合において、前記切換手段は、前記光源に熱的に接続され、温度に応じてばね定数が変化する形状記憶合金バネを含んでもよい。

この構成によれば、光源に熱的に接続された形状記憶合金バネは、光源の温度に応じてばね定数が変化する。そのため、そのばね定数の変化を利用して放熱体と光源との接続状態  
を切り換えることが可能となる。この場合、構成の簡素化が図られる。 20

## 【0020】

また、上記のプロジェクタにおいて、前記冷却装置は、冷却ファンと、前記冷却ファンの作動状態を制御する制御手段とを有する構成としてもよい。

この構成によれば、例えば、冷却ファンを作動させることで光源からの放熱量が多くなり、冷却ファンを停止させることで光源からの放熱量が少なくなる。したがって、光源の温度が高い場合には冷却ファンを作動し、光源の温度が低い場合には冷却ファンを停止させることにより、光源の温度変化が抑制される。

## 【0021】

また、上記のプロジェクタにおいて、前記光源は、発光ダイオード(Light Emitting Diode: LED)を含むLED光源であってもよい。 30

この構成によれば、光源がLED光源であることにより、小型化を図りやすい。

## 【0022】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明について図面を参照して説明する。

図1は、本発明のプロジェクタ及びその冷却方法を概念的に示す図である。

図1において、プロジェクタ1は、投射光用の光源2と、光源2を冷却するための冷却装置3とを備えている。

冷却装置3は、第1の放熱量(K1)で光源2を放熱させる第1の冷却手段4と、第1の放熱量(K1)よりも多い第2の放熱量(K2)で光源2を放熱させる第2の冷却手段5  
と、光源2の冷却手段として、第1の冷却手段4及び第2の冷却手段5のいずれかを選択  
する切換手段6とを有している。 40

## 【0023】

光源2としては、例えば、発光素子としてのLED(発光ダイオード、有機電界発光素子)を含むLED光源(LEDランプ)の他に、メタルハライドランプ、高圧水銀ランプ、ハロゲンランプ等が挙げられる。

## 【0024】

冷却手段4, 5としては、例えば、放熱体としてのヒートシンク、冷却ファンなどを用いた空冷式の様々な冷却装置の他に、液状の冷媒を循環する装置などの液冷式の様々な冷却装置が挙げられる。なお、第1の冷却手段4は、光源2に対して強制的な冷却手段を設け 50

ないもの（例えば、自然放熱のみの場合）を含むものとする。

また、切換手段6としては、例えば、熱的な接続状態を切り換えるスイッチ類、冷却装置の作動状態を制御する制御装置、流体（冷媒）の流れを制御するバルブなどが挙げられる。

#### 【0025】

ここで、図2はLEDの発光強度の温度依存性（温度 - 光強度比率）を示す図であり、図3はLEDの発光強度分布の温度依存性（光の波長 - 光強度分布）を示す図である。

図2及び図3に示すように、LEDの光強度は、温度上昇に伴い減少する。また、LEDにおける発光強度分布のピーク波長は、温度上昇に伴い長波長側にシフトする。そのため、LED光源を用いたプロジェクタでは、光源の温度が変化すると、光強度（輝度）が変化したり、光の波長が変化したりするため、投射映像の品質が不安定になる。

10

#### 【0026】

図1に戻り、本発明のプロジェクタ1では、上述した温度変化に伴う光源2の光学特性の変化を抑制するために、冷却装置3によって光源2からの放熱量を変化させるようになっている。例えば、光源2の温度が低い場合には、第1の冷却手段4を用いて光源2を冷却して光源2からの放熱量を少なくし、光源2の温度が高い場合には、第2の冷却手段5を用いて光源2を冷却して光源2からの放熱量を多くする。

#### 【0027】

光源2からの放熱量が少ない場合、自身の発熱に伴って光源2が温度上昇しやすくなるか、あるいは温度低下しにくくなる。また、光源2からの放熱量が多い場合、自身の発熱に伴って光源2が温度上昇しにくくなるか、あるいは温度低下しやすくなる。

20

#### 【0028】

このように、プロジェクタ1では、冷却装置3によって光源2からの放熱量を変化させることにより、光源2の温度変化を抑制する。これにより、温度変化に伴う光源2の光学特性の変化が抑制され、投射画像の品質安定性の向上が図られる。

#### 【0029】

このとき、光源2の温度は、計測してもしなくてもよい。光源2の温度を計測する場合、その計測結果に基づいて、第1の冷却手段4と第2の冷却手段5との切り換えを行うとよい。また、光源2の温度を計測しない場合は、例えば、温度に応じて物理特性が変化する物体（例えば、形状記憶合金バネなど）を用いて上記切り換えを行うとよい。なお、光源2の温度計測に代えて、光源2の近傍に配される部材や気体の温度など、光源2の温度に略比例して温度変化する部位の温度計測を行ってよい。また、予め光源2の温度変化の様子がわかっている場合には、時間の経過に応じて上記切り換えを行ってもよい。

30

#### 【0030】

図4は、LED光源（LEDランプ）における、電源投入後のLED（PNジャンクション部）の温度変化の様子を示している。

図4に示すように、このLED光源では、電源投入後から約30分経過後に飽和温度に達している。すなわち、このLED光源では、電源投入後から約30分間は、温度変化が大きいため、光学特性が不安定になる。このように、電源投入後における光源の温度変化に伴って光源の光学特性が不安定になる場合には、プロジェクタの使用を待機することが好ましい（待機時間（ウォームアップ時間））。

40

#### 【0031】

図1に戻り、このプロジェクタ1では、冷却装置3によって光源2からの放熱量を変化させることから、電源投入後から投射画像の品質が安定するまでの待機時間が短縮される。

#### 【0032】

例えば、光源2の電源投入直後は、第1の冷却手段4（放熱量K1）を用いて光源2を冷却し、光源2の温度上昇後に、第2の冷却手段5（放熱量K2）を用いて光源2を冷却する。光源2の電源投入直後に、放熱量の低い第1の冷却手段4を用いることにより、自身の発熱によって光源2が速やかに温度上昇する。

#### 【0033】

50

図5は、放熱量の切り換えを行う場合の電源投入直後からの光源2の温度変化の様子（実線）を示す図である。なお、図5の点線は、光源からの放熱量が一定の場合（第2の冷却手段5（放熱量 $K_2$ ）のみを使用した場合）を示している。

【0034】

図5の実線に示すように、光源2の電源投入後に、第1の冷却手段4（放熱量 $K_1$ ）で光源2を放熱させ、光源2の温度上昇後に、第2の冷却手段5（放熱量 $K_2$ ）で光源2を放熱させることにより、図5の点線で示す光源からの放射量が一定の場合に比べて、光源2が速やかに温度上昇し、上記飽和温度と同じ温度に達するまでの時間（待機時間）が短縮される。

【0035】

ここで、光源2の発熱量を $K_m$ 、第1の冷却手段4の放熱量を $K_1$ 、第2の冷却手段5の放熱量を $K_2$ 、とすると、 $K_1 < K_m < K_2$ であるのが好ましい。この場合、前述したように、光源2の電源投入直後には、放熱量（ $K_1$ ）が少なくなり、光源2が速やかに温度上昇して待機時間の短縮化が図れる。一方、温度上昇して光源2が上記飽和温度に達した後は、光源2の発熱量（ $K_m$ ）と放熱量（ $K_2$ ）とが釣り合っており、光源2の温度が安定する。

【0036】

上記放熱量の切り換えは、通常は、光源2が所定の温度（例えば、ランプ許容温度）に達した時点で行われる。ただし、光源2の温度変化の様子に熱移動に伴う時間的な遅れ（応答遅れ）が含まれる場合、その遅れを考慮して上記切り換えを行うのが好ましい。

【0037】

図6及び図7は、応答遅れを含む光源の温度変化の様子の例を示す図である。

例えば、図6に実線で示す例では、所定温度の時点 $T(1)$ で放熱量の切り換え（小→大）を行うとき、応答遅れによって過度な温度上昇（オーバーシュート）が生じている。これに対し、図6に点線で示すように、光源の温度上昇過程において、上記所定温度 $T(1)$ に達する少し前の時点 $T(2)$ で上記切り換えを行うことにより、過度な温度変化が抑制される。

【0038】

また、図7に実線で示す例では、光源の温度を安定させる過程で、所定温度の時点 $T(3)$ で放熱量の切り換え（大→小）を行うとき、応答遅れによって過度な温度降下（アンダーシュート）が生じている。これに対し、図7に点線で示すように、光源の温度降下過程において、所定温度 $T(3)$ に達する少し前の時点 $T(4)$ で上記切り換えを行うことにより、過度な温度変化が抑制される。

【0039】

次に、本発明のプロジェクタの具体的な実施の形態例について図面を参照して説明する。ここでは、一実施の形態例として、空間光変調装置、すなわち光変調手段（ライトバルブ）として、R（赤）、G（緑）、B（青）の3色に対応した3枚の液晶装置（液晶パネル）を備えた3板式液晶プロジェクタについて説明する。なお、本発明は、1板式液晶プロジェクタや、ライトバルブとして他の空間光変調装置（例えば DMD ; Digital Mirror Device など）を用いたプロジェクタにも適用可能である。

【0040】

図8は液晶プロジェクタ10の概略的な全体構成を模式的に示す図である。

図8において、プロジェクタ10は、光源11, 12, 13、光源11, 12, 13からの各光を変調する液晶ライトバルブ14, 15, 16、変調された各光を合成するクロスダイクロイックプリズム17、及びプリズム17から出射された光を不図示のスクリーンに拡大投射する投射系18等を含んで構成される。ここで、光源11はR（赤）、12はG（緑）、13はB（青）、の光をそれぞれ発するものであり、ライトバルブ14はR、15はG、16はB、の光にそれぞれ対応している。

【0041】

光源11, 12, 13として、本例では、発光素子としてのLED（発光ダイオード、有

10

20

30

40

50

機電界発光素子)を含むLED光源(LEDランプ)が用いられている。

【0042】

ライトバルブ14, 15, 16は、例えば、スイッチング素子としての薄膜トランジスタ(TFT; Thin Film Transistor)と透過型の液晶セルとを含み、外部からの画像情報(あるいは映像情報)に基づいて光源11, 12, 13からの光を変調する。

【0043】

プリズム17は、4つの直角プリズムが貼り合わされた構造からなり、全体が略立方体状に形成されている。また、プリズム17は、赤色光(R)を反射する誘電体多層膜17aと青色光(B)を反射する誘電体多層膜17bとを含み、ライトバルブ15からの緑色光(G)を透過しかつライトバルブ14からの赤色光(R)とライトバルブ16からの青色光(B)とを折り曲げてこれらの3色の光を合成し、カラー画像を形成する。

10

【0044】

投射系18は、拡大投射光学系を含み、プリズム17から出射された光を不図示のスクリーン上に投射する。この投射により、スクリーン上には、拡大されたカラー画像が表示される。

【0045】

図9及び図10は、上記プロジェクタ10における各構成部材の配置の様子を模式的に示す図であり、図9は平面図、図10は側面図である。

図9及び図10において、ライトバルブ14, 15, 16、プリズム17、及び投射系18の各光学部材はそれぞれ、ベースプレート20に搭載されている。

20

また、ベースプレート20には、それぞれ発熱体である、上記光源11, 12, 13、及びライトバルブ14, 15, 16の駆動回路21(液晶駆動回路)も搭載されている。

【0046】

本例のプロジェクタ10では、光源11, 12, 13に対して、冷却装置40が備えられている。冷却装置40は、放熱体としてのヒートシンク41, 42, 43、切換手段としての形状記憶合金バネ44, 45, 46、バイアスバネ47, 48, 49、及び伝熱部材50, 51, 52等を含んで構成される。これらは、光源11, 12, 13に近い側から、伝熱部材50, 51, 52、バイアスバネ47, 48, 49、ヒートシンク41, 42, 43、及び形状記憶合金バネ44, 45, 46の順に並んでおり、隣り合うもの同士が互いに機械的に接続されかつ、光源11, 12, 13に対して順次熱的に接続されている。

30

【0047】

具体的には、光源11, 12, 13の背面に、良熱伝導体(例えばアルミニウム材)からなる伝熱部材50, 51, 52が接続されており、伝熱部材50, 51, 52に、バイアスバネ47, 48, 49の一端が接続されている。また、バイアスバネ47, 48, 49の他端は、ヒートシンク41, 42, 43の吸熱面(実際には吸熱面に形成された凹部の底面)に接続され、ヒートシンク41, 42, 43の放熱面は形状記憶合金バネ44, 45, 46の一端に接続されている。また、形状記憶合金バネ44, 45, 46の他端は、ベースプレート20に設けられた支持部材20aに接続されている。なお、形状記憶合金バネ44, 45, 46とバイアスバネ47, 48, 49とはバネ力が働く軸方向が互いに平行になるように配されている。

40

【0048】

ヒートシンク41, 42, 43は、伝熱部材50, 51, 52と支持部材20aとの間を移動自在となるように、ベースプレート20に対して非接触あるいはベースプレート20との間の摩擦が低減された状態に配されている。すなわち、光源11, 12, 13、及び伝熱部材50, 51, 52がベースプレート20に対して動かないように固定されている一方、ヒートシンク41, 42, 43はベースプレート20に対して移動可能に配されている。

【0049】

50

形状記憶合金バネ 44, 45, 46 は、高温になるとばね定数が急激に増加し、逆に、低温になるとばね定数が急激に減少する性質を有する。また、形状記憶合金バネ 44, 45, 46、及びバイアスバネ 47, 48, 49 のいずれも収縮した状態で配されており、ばね力（付勢力）で互いに押し合う関係となるように配設されている。なお、ヒートシンク 41, 42, 43 の放熱量、及び形状記憶合金バネ 44, 45, 46 やバイアスバネ 47, 48, 49 のばね特性はそれぞれ各光源 11, 12, 13 の熱特性に応じて設計される。

**【0050】**

また、ベースプレート 20 に搭載された各部材を覆うように筐体 26 が配設され、この筐体 26 はベースプレート 20 に固定されている。筐体 26 には、吸気及び排気用の開口（吸気孔 27、排気孔 28）が設けられている。本例では、吸気孔 27 は、ヒートシンク 41, 42, 43 の放熱面に対向する筐体 26 の側面に設けられ、排気孔 28 は筐体 26 の上面のうちのヒートシンク 41, 42, 43 の上方位置に設けられている。なお、投射系 18 は、鏡筒 29 内に保持されている。

10

**【0051】**

図 11 は、上述した冷却装置 40 の動作を説明するための図であり、(a) は光源温度が低い状態、(b) は光源温度が高い状態を示している。なお、図 11 では、説明の簡単のため、光源 12 に関する構成について代表的に示している。

**【0052】**

図 11 (a) に示すように、例えば電源投入前など、光源 12 の温度が室温に近い低い状態では、バイアスバネ 48 のばね定数に比べて、形状記憶合金バネ 45 のばね定数が小さくなる（バイアスバネ > 形状記憶合金バネ）。そのため、バイアスバネ 48 が伸長し、形状記憶合金バネ 45 がバイアスバネ 48 のばね力（付勢力）に負けて収縮する。つまり、バイアスバネ 48 が、ヒートシンク 42 と形状記憶合金バネ 45 を押しつけ、ヒートシンク 42 と伝熱部材 51 とが互いに離れた状態となる。

20

**【0053】**

図 11 (b) に示すように、例えば電源投入後など、光源 12 が発熱して温度上昇すると、光源 12 の熱が伝熱部材 51 を介して、形状記憶合金バネ 45 に伝わる。形状記憶合金バネ 45 が高温になると、形状記憶合金バネ 45 のばね定数が急激に増加し、バイアスバネ 48 のばね定数に比べて、形状記憶合金バネ 45 のばね定数が大きくなる（バイアスバネ < 形状記憶合金バネ）。その結果、形状記憶合金バネ 45 が伸長し、バイアスバネ 48 が収縮する。そして、形状記憶合金バネ 45 のばね力により、ヒートシンク 42 が光源 12 の側に移動し、ヒートシンク 42 の吸熱面と伝熱部材 51 とが直接接触する。ヒートシンク 42 と伝熱部材 51 とが直接接触することにより、伝熱面積が増え、光源 12 の熱が伝熱部材 51 を介してヒートシンク 42 により多く移動し、その熱がヒートシンク 42 を介して放熱される。つまり、光源 12 からの放熱量が増加する。

30

**【0054】**

続いて、光源 12 が放熱によって十分に冷却され、それに伴って伝熱部材 51、及び形状記憶合金バネ 45 が低温になると、形状記憶合金バネ 45 のばね定数が急激に減少し、バイアスバネ 48 のばね定数に比べて、形状記憶合金バネ 45 のばね定数が小さくなる（バイアスバネ > 形状記憶合金バネ）。その結果、図 11 (a) に示すように、バイアスバネ 48 が伸長し、形状記憶合金バネ 45 が収縮する。そして、ヒートシンク 42 が光源 12 から離れる側に移動し、ヒートシンク 42 の吸熱面と伝熱部材 51 とが離れる。ヒートシンク 42 と伝熱部材 51 とが離れることにより、光源 12 からの放熱量が減少する。

40

**【0055】**

以後、同様の動作が繰り返されることにより、光源 12 が所望の温度範囲に保たれる。つまり、上記構成の冷却装置 40 では、光源 12 の温度が高い場合には、ヒートシンク 42 と伝熱部材 51 とが直接接触することで伝熱面積が増えて光源 12 からの放熱量が多くなり、光源 12 の温度上昇が抑制される。一方、光源 12 の温度が低い場合には、ヒートシンク 42 と伝熱部材 51 とが離れることで光源 12 からの放熱量が少なくなり、温度降下が

50

抑制される。この繰り返しにより、光源 1 2 の温度が所望の温度範囲内に保たれる。光源 1 1 , 1 3 についてもこれと同様である。

【 0 0 5 6 】

このように、本例のプロジェクタ 1 0 では、光源の温度に応じて光源からの放熱量が切り換えられ、これにより光源の温度変化が抑制される。そのため、投射画像の品質安定性の向上が図られる。

【 0 0 5 7 】

また、本例のプロジェクタ 1 0 では、放熱量の切り換えを、形状記憶合金バネの物理的な特性を利用して行っている。そのため、構成の簡素化とともに、消費電力の軽減化が図られる。

【 0 0 5 8 】

なお、上記冷却装置 4 0 において、光源が十分に冷却された温度に対して、形状記憶合金バネのばね定数が急激に減少する際の温度が小さい場合には、ヒートシンクと伝熱部材は接触したままとなり、光源の温度は十分に冷却された温度で安定する。

【 0 0 5 9 】

また、本例のプロジェクタ 1 0 において、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 の温度に応じて、筐体 2 6 に設けられる開口（吸気孔 2 7、排気孔 2 8 など）の開口度を制御して放熱量を変化させてもよい。

【 0 0 6 0 】

また、このプロジェクタ 1 0 では、図 1 2 に示すように、発熱体のひとつである電源ユニット 3 2（ACアダプタ）が、筐体 2 6（プロジェクタ本体）の外部に配されている。これにより、筐体 2 6 内の発熱量が抑制され、光学特性に与える熱影響がさらに抑制される。

【 0 0 6 1 】

次に、本発明のプロジェクタの他の実施の形態例について図 1 3 及び図 1 4 を参照して説明する。なお、先の実施形態例と同一の機能を有する構成要素は同一の符号を付し、その説明を省略または簡略化する。

【 0 0 6 2 】

図 1 3 及び図 1 4 において、プロジェクタ 6 0 は、先の図 9 及び図 1 0 に示したプロジェクタ 1 0 と異なり、冷却手段としての冷却ファン 6 1 を有する冷却装置 6 2 を備えている。また、冷却装置 6 2 は、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 の温度を計測する温度センサ 6 3 , 6 4 , 6 5 と、温度センサ 6 3 , 6 4 , 6 5 の計測結果に基づいて、冷却ファン 6 1 の作動状態を制御する制御系 6 6（制御回路）とを有している。

【 0 0 6 3 】

各光源 1 1 , 1 2 , 1 3 は、良熱伝導体（例えばアルミニウム材）からなる伝熱部材 6 7 を介して一のヒートシンク 6 8 に熱的に接続されている。

【 0 0 6 4 】

冷却ファン 6 1 は、伝熱部材 6 7 及びヒートシンク 6 8 を介して放熱される光源 1 1 , 1 2 , 1 3 の熱を、ヒートシンク 6 8 の周辺から空気とともに排除するとともに、その空気を筐体 2 6 の内部から外部に排気孔 2 8 を介して排出するものである。本例では、冷却ファン 6 1 は、排気孔 2 8 の近傍（下方位置）に配置されている。

【 0 0 6 5 】

温度センサ 6 3 , 6 4 , 6 5 としては、例えば、抵抗値が温度によって変化する抵抗サーミスタ、熱電対などが挙げられる。温度センサ 6 3 , 6 4 , 6 5 の電気信号は、制御系 6 6 に送られる。

また、制御系 6 6 は、温度センサ 6 3 , 6 4 , 6 5 からの信号に基づいて冷却ファン 6 1 の作動状態（運転 / 非運転、回転数など）を制御するものである。

【 0 0 6 6 】

上記構成のプロジェクタ 6 0 では、冷却ファン 6 1 を作動させることで光源 1 1 , 1 2 , 1 3 からの放熱量が多くなり、冷却ファン 6 1 を停止させることで光源 1 1 , 1 2 , 1 3

10

20

30

40

50

からの放熱量が少なくなる。したがって、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 の温度が高い場合には冷却ファン 6 1 を作動し、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 の温度が低い場合には冷却ファン 6 1 を停止させることにより、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 の温度変化が抑制される。

【 0 0 6 7 】

例えば、電源投入時には、冷却ファン 6 1 は停止状態にある。電源投入後、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 は、発熱して温度が上昇する。このとき、冷却ファン 6 1 が停止状態にあるので、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 からの放熱量は少なく、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 は速やかに温度上昇する。

【 0 0 6 8 】

続いて、制御系 6 6 は、温度センサ 6 3 , 6 4 , 6 5 の計測結果に基づいて、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 が所定の温度（ランプ許容温度範囲）に達すると、冷却ファン 6 1 の作動（回転）を開始する。 10

冷却ファン 6 1 の作動により、ヒートシンク 6 8 を介した光源 1 1 , 1 2 , 1 3 からの放熱量が多くなり、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 が冷却されて温度降下する。その後、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 の発熱量とヒートシンク 6 8 を介した放熱量とが釣り合うことにより、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 の温度が飽和温度で安定する。

【 0 0 6 9 】

ここで、本例では、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 の温度上昇の過程において、冷却ファン 6 1 の作動を開始するとき、熱的な遅れ（応答遅れ）が生じることから、冷却ファン 6 1 の作動の開始のタイミングは、この応答遅れを考慮して設定されてもよい。 20

【 0 0 7 0 】

すなわち、冷却ファン 6 1 を作動させると、まず、ヒートシンク 6 8 の放熱効果が高まるのでヒートシンク 6 8 が冷却され、その後、伝熱部材 6 7、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 の順に冷却される。つまり、冷却ファン 6 1 の作動を開始した時点から遅れて光源 1 1 , 1 2 , 1 3 が冷却される。この応答遅れのために、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 は、冷却ファン 6 1 の作動を開始した時点からしばらくの間は温度上昇を続け（オーバーシュート）、一定時間経過後に温度降下をはじめ。過度な温度上昇（オーバーシュート）がランプ許容温度範囲を超えるような場合には、上記応答遅れに基づいて、冷却ファン 6 1 の作動開始のタイミングを少し早めることにより、過度な温度変化が抑制される。

【 0 0 7 1 】

なお、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 の温度変化が互いに異なる場合には、例えば、一つの光源が所定の温度（ランプ許容温度範囲）に達した時点で冷却ファン 6 1 の作動を開始させるとよい。 30

【 0 0 7 2 】

また、ここでは、冷却ファン 6 1 を停止状態と作動状態との間で切り換えて放熱量を変化させる場合について説明したが、光源 1 1 , 1 2 , 1 3 の温度に基づいて、冷却ファン 6 1 の回転数を変化させてもよい。

【 0 0 7 3 】

また、本例では、プロジェクタ 6 0 に使用時において、ベースプレート 2 0 は、ライトバルブ 1 4 , 1 5 , 1 6、プリズム 1 7、及び投射系 1 8 などの各光学部材に対して上方に位置する。この構成では、ベースプレート 2 0 に対して光学部材が下方に配される一方で、発熱体で暖められた空気が上方に移動する。そのため、上記各光学部材の温度上昇が抑制され、それに伴う個々の光学特性の低下が抑制される。 40

【 0 0 7 4 】

また、ベースプレート 2 0 として、熱伝導率が高い材質からなる熱良導体を用いてもよい。この場合、ベースプレート 2 0 における温度ムラが少なくなり、光源 1 1 , 1 2 , 1 3、及びライトバルブ 1 4 , 1 5 , 1 6 などの発熱体の熱影響による、ライトバルブ 1 4 , 1 5 , 1 6、プリズム 1 7、及び投射系 1 8 などの各光学部材の光学特性の低下が抑制される。そのため、発熱に伴う投射画像の劣化がさらに少なくなり、小型化により好ましく適用される。熱良導体としては、例えば、アルミニウム材あるいはその合金の他、銅、黄 50

銅、金、鉄（及び鋼）、ニッケルなどの各種金属及びその合金が用いられる。

【0075】

また、ライトバルブ14、15、16、プリズム17、及び投射系18の各光学部材とベースプレート20との間に、断熱部材を配してもよい。この場合、ベースプレート20から各光学部材のそれぞれへの熱伝達が抑制され、各光学部材の個々の光学特性の低下が抑制される。

【0076】

【実施例】

次に、上述した実施の形態例のプロジェクタの冷却効果を調べた。

まず、先の図9及び図10に示すプロジェクタについて調べた。なお、プロジェクタを製作するにあたっては、光源（LEDランプ）の許容温度範囲について調べた。

【0077】

（LEDランプの許容温度範囲について）

前述したように、光源として使用するLEDランプは光強度や光波長に温度依存性があることから、使用温度によって投射画像の品質が変化する。そのため、使用するLEDランプの許容温度範囲について調べた。

LEDランプの許容温度範囲については、（1）使用するLEDランプの種類によって異なる、（2）製作するプロジェクタの用途によって変わる（すなわち、使用環境の明るさ、及び、投影画像の種類が大きく影響する因子である）、（3）温度変化によって画質が変化するのをどこまで許容するかは顧客の判断に依存する、などの条件が含まれる。

そこで、以下の手順に基づいてLEDランプの許容温度範囲を決定した。

【0078】

（実験用プロジェクタの構成）

図15及び図16に実験用プロジェクタの概略図を示す。なお、先の図9及び図10に示すプロジェクタと同一の機能を有する構成要素は同一の符号を付し、その説明を省略または簡略化する。

この実験用プロジェクタは、先の図9及び図10に示すプロジェクタ10における伝熱部材50、51、52とヒートシンク41、42、43とが常に接触している状態と同様の形態に構成されている。

光源11、12、13としては、先の図9及び図10に示すプロジェクタと同一のLEDランプ（LumiLeds社製のLuxeonシリーズ）を用いた。

この実験用プロジェクタでは、ヒートシンクから大気中への熱抵抗を変えることにより、すなわち、ヒートシンクの大きさを変えることにより、LEDランプの飽和上昇温度を変えることが出来る。

【0079】

（LEDランプの許容温度範囲を求める）

図15及び図16に示す実験用プロジェクタを用い、ヒートシンクの大きさ、使用環境の明るさが異なる水準について、画質評価を行った。環境温度は25℃に保った。

まずは、画質評価の基準条件を決める。

今回のプロジェクタが目指している使用環境の明るさは1000ルクス（労働基準法の精密作業推奨基準）である。

図15及び図16の実験用プロジェクタになるべく大きなヒートシンクを取り付け、1000ルクスの環境下でスクリーンに市松模様を投影し（図17参照）、白色部は白色光になるように、黒色部は色あせないように、各色LEDに流す電流値を調整した（この電流調整値は以降の実験において固定）。

またそのときの、消費電力（印加電圧×電流）から25℃での各色LEDの飽和温度上昇が連続使用時許容最大温度（今回のLEDは90℃）になるようにヒートシンクの大きさを設計した。

このヒートシンクの大きさを基準とし、以降の実験は、これより大きなヒートシンクの水準を振って行う。

なお、各色LEDランプには熱電対を貼り付け発熱温度を測定した。

使用環境の明るさは30ルクス(月の明るさ)、70ルクス(労働基準法の雑作業用照明基準)、150ルクス(普通作業)、300ルクス(精密作業)、1000ルクス(精密作業推奨基準)の5水準とした。

#### 【0080】

画質評価は以下のように行った。

(a) 試験者として18歳から60歳までの男女を年齢、性別をランダムに50名ほど選出した。

(b) 評価した投影画像は文字、グラフからなる静止画像、及び、風景の静止画像、アニメ動画、実写動画の4種類である。

(c) 良好から明確に画質劣化が見られる(色あせて見えない、または、明確に色バランスがずれている等)までの5段階評価をしてもらい、平均をとり、5から4までを良好(記号)、4未満3以上をやや不良(記号)、3未満を不良(記号x)とした。

#### 【0081】

画質評価の結果を図18の表に示す。なお、図18の表には各色LEDの温度も併記する。

今回のプロジェクトは、(1) 使用しているLEDランプがLumiLed社製のLuxeonシリーズである、(2) 使用環境の明るさは1000ルクス(労働基準法の精密作業推奨基準)である、(3) 実写動画まで高画質を確保する、ものである。

そのため、図18の表より、LEDランプの許容温度範囲は90 ~ 53 となる。なお、30ルクスの明るさで主に使用し、ビジネスプレゼンテーション用に風景静止画まで高画質を確保すれば十分なプロジェクトを作るとすれば、LEDランプの許容温度範囲は90 ~ 27 となる。

#### 【0082】

(ヒートシンクの設定)

同一ヒートシンクにおいて、環境温度が変化すると、LEDランプの飽和上昇温度も変化する。

今回のプロジェクトでは、動作補償範囲は10 ~ 35 環境温度としており、10 のときが最もLEDランプの飽和上昇温度が低くなる。また、図18の表は環境温度25 のデータであるので、 $t_s$  : 所定ヒートシンク使用時のLEDランプの飽和上昇温度、 $t_e$  : 測定時の環境温度、 $t_{cs}(L)$  : 動作補償温度の下限、 $t_d(L)$  : LEDランプの許容温度下限、とすると、

$$t_s - t_e + t_{cs}(L) > t_d(L)$$

であるから、

$$t_s - 25 + 10 > 53$$

となり、次式(1)が得られる。

$$t_s > 68 \quad \dots (1)$$

#### 【0083】

一方、35 のときが最もLEDランプの飽和上昇温度が高くなるので、 $t_s$  : 所定ヒートシンク使用時のLEDランプの飽和上昇温度、 $t_e$  : 測定時の環境温度、 $t_{cs}(U)$  : 動作補償温度の上限、 $t_d(U)$  : LEDランプの許容温度上限、とすると、

$$t_s - t_e + t_{cs}(U) < t_d(U)$$

であるから、

$$t_s - 25 + 35 < 90$$

となり、次式(2)が得られる。

$$t_s < 80 \quad \dots (2)$$

よって、式(1)及び式(2)、並びに図18の表より、ヒートシンクA、ヒートシンクBが選択される。

#### 【0084】

(形状記憶合金パネの設定)

図 19 に示したように、形状記憶合金バネのばね定数温度依存性はヒステリシスになる場合が多い。したがって、図 19 の温度  $M_s$  が LED ランプの許容温度下限 (53) よりも大きくなるような形状記憶合金バネを選択する。

ここでは、 $M_s = 55$ 、 $A_s = 60$  の形状記憶合金バネを選択した。

【0085】

(オーバーシュートの確認)

(実施例 1)

次に、先の図 9 及び図 10 に示したプロジェクトに、上述の形状記憶合金バネを設置し、ヒートシンクをヒートシンク A、ヒートシンク B の 2 水準を取り付け、プロジェクトの動作補償下限 10 と上限 35 の 2 水準について、電源投入後の各色 LED ランプの温度を測定した。 10

【0086】

図 20 にヒートシンク B、環境温度 10 での電源投入直後からの各色 LED ランプの温度変化を示す。

各色 LED ランプは環境温度 10 から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。

そして、時間  $[T_{w1}]$  後に LED ランプ許容温度下限の 53 に達する。

次に、時間  $[T_{c1}]$  後に各色 LED ランプ温度が 60 に達するとやや遅れて形状記憶合金バネが 60 になる。その結果、ヒートシンクが伝熱部材を介して各色 LED ランプに接触する。

この時間遅れのために各色 LED ランプ温度は 60 よりも  $t_1$  だけ温度上昇 (オーバーシュート) してから温度が低下し始める。 20

図 18 の表より、ヒートシンク B の環境温度 25 での LED ランプ飽和温度上昇は 69 であった。したがって、環境温度が 10 になると LED ランプ飽和温度上昇は 54

になる。すなわち、各色 LED ランプ温度は 54 まで低下しようとする。

各色 LED ランプ温度が低下し 55 に達するとやや遅れて形状記憶合金バネが 55 になる。その結果、ヒートシンクと伝熱部材は離接する。

この時間遅れのために各色 LED ランプ温度は 54 まで低下してから温度が上昇し始める。

以降、各色 LED ランプ温度は 54 から  $60 + t_1$  ( ) の間を上下する。

ここで、LED ランプ、伝熱部材、ヒートシンク、形状記憶合金バネなどの条件 (特性) によっては、オーバーシュートにより LED 許容温度上限を超える場合がある。そのため、 $A_s$  : 形状記憶合金バネの低温から高温に向かう時にバネ定数が増加し始める温度 (図 19 参照)、 $t_d(U)$  : LED ランプの許容温度上限、とするとき、 30

$A_s + t_1 - t_d(U)$

となるように設計を行い、かつ、実験で確認しておく必要がある。

【0087】

図 21 にヒートシンク B、環境温度 35 での電源投入直後からの各色 LED ランプの温度変化を示す。

図 21 に示すように、各色 LED ランプは環境温度 35 から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。そして、時間  $[T_{w2}]$  後に LED ランプ許容温度下限の 53 に達する。 40

次に、時間  $[T_{c2}]$  後に各色 LED ランプ温度が 60 に達するとやや遅れて形状記憶合金バネが 60 になる。その結果、ヒートシンクが伝熱部材を介して各色 LED ランプに接触する。

ここで、図 18 の表より、ヒートシンク B の環境温度 25 での LED ランプ飽和温度上昇は 69 であった。したがって、環境温度が 35 になると LED ランプ飽和温度上昇は 79 になる。

よって、時間遅れのために各色 LED ランプ温度は 60 を超えても上昇するが、LED ランプ飽和温度上昇の方が 79 と高いので、単調に 79 に達し安定する。

以上、説明したようにヒートシンク B を使用すれば、環境温度 10 ~ 35 において、 50

各色LEDランプは許容温度範囲に入る。

その時の、プロジェクタのウォームアップ時間は  $T_{w2} \sim T_{w1}$  である。

【0088】

図22にヒートシンクA、環境温度10での電源投入直後からの各色LEDランプの温度変化を示す。

各色LEDランプは環境温度10から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。

そして、時間 $[T_{w3}]$ 後にLEDランプ許容温度下限の53に達する。

次に、時間 $[T_{c3}]$ 後に各色LEDランプ温度が60に達するとやや遅れて形状記憶合金バネが60になる。その結果、ヒートシンクが伝熱部材を介して各色LEDランプに接触する。

この時間遅れのために各色LEDランプ温度は60よりも  $t_2$ だけ温度上昇(オーバーシュート)してから温度が低下し始める。

図18の表より、ヒートシンクAの環境温度25でのLEDランプ飽和温度上昇は80であった。したがって、環境温度が10になるとLEDランプ飽和温度上昇は65になる。

すなわち、各色LEDランプ温度は65まで低下して安定する。

ヒートシンクは伝熱部材を介して各色LEDランプに当接したままである。

ここで、LEDランプ、伝熱部材、ヒートシンク、形状記憶合金バネなどの条件によってオーバーシュートによりLED許容温度上限を超える場合がある。そのため、 $A_s$ ：形状記憶合金バネの低温から高温に向かう時にバネ定数が増加し始める温度(図19参照)、 $t_d(U)$ ：LEDランプの許容温度上限、とするとき、

$$A_s + t_2 < t_d(U)$$

となるように設計を行い、かつ、実験で確認しておく必要がある。

【0089】

図23にヒートシンクA、環境温度35での電源投入直後からの各色LEDランプの温度変化を示す。

各色LEDランプは環境温度35から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。

そして、時間 $[T_{w4}]$ 後にLEDランプ許容温度下限の53に達する。

次に、時間 $[T_{c4}]$ 後に各色LEDランプ温度が60に達するとやや遅れて形状記憶合金バネが60になる。その結果、ヒートシンクが伝熱部材を介して各色LEDランプに接触する。

ここで、図18の表より、ヒートシンクAの環境温度25でのLEDランプ飽和温度上昇は80であった。したがって、環境温度が35になるとLEDランプ飽和温度上昇は90になる。

よって、時間遅れのために各色LEDランプ温度は60を超えても上昇するが、LEDランプ飽和温度上昇の方が90と高いので、単調に90に達し安定する。

以上、説明したようにヒートシンクAを使用すれば、環境温度10～35において、各色LEDランプは許容温度範囲に入る。

その時の、プロジェクタのウォームアップ時間は  $T_{w4} \sim T_{w3}$  である。

【0090】

(比較例1)

次に、従来 of 形態のプロジェクタについても同様の評価を行った。

先の図15及び図16に示した実験用プロジェクタに、ヒートシンクA、ヒートシンクBの2水準を取り付け、プロジェクタの動作補償下限10と上限35の2水準について、電源投入後の各色LEDランプの温度を測定した(比較例1)。

この比較例1に使用する実験用プロジェクタは、先の図9及び図10に示すプロジェクタと異なり、伝熱部材とヒートシンクとが常に接した状態にあり、光源からの放熱量(冷却効率)は一定である。

【0091】

図24に比較例1のヒートシンクB、環境温度10での電源投入直後からの各色LED

10

20

30

40

50

ランプの温度変化を示す。

各色LEDランプは環境温度10 から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。

そして、時間[Tw5]後にLEDランプ許容温度下限の53 に達する。

ここで、図18の表より、ヒートシンクBの環境温度25 でのLEDランプ飽和温度上昇は69 であった。したがって、環境温度が10 になるとLEDランプ飽和温度上昇は54 になる。

よって、各色LEDランプ温度は54 まで上昇して安定する。

【0092】

図25に比較例1のヒートシンクB、環境温度35 での電源投入直後からの各色LEDランプの温度変化を示す。

10

各色LEDランプは環境温度35 から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。

そして、時間[Tw6]後にLEDランプ許容温度下限の53 に達する。

ここで、図18の表より、ヒートシンクBの環境温度25 でのLEDランプ飽和温度上昇は69 であった。したがって、環境温度が35 になるとLEDランプ飽和温度上昇は79 になる。

よって、各色LEDランプ温度は79 まで上昇して安定する。

【0093】

図26に比較例のヒートシンクA、環境温度10 での電源投入直後からの各色LEDランプの温度変化を示す。

各色LEDランプは環境温度10 から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。

20

そして、時間[Tw7]後にLEDランプ許容温度下限の53 に達する。

ここで、図18の表より、ヒートシンクAの環境温度25 でのLEDランプ飽和温度上昇は80 であった。したがって、環境温度が10 になるとLEDランプ飽和温度上昇は65 になる。

よって、各色LEDランプ温度は65 まで上昇して安定する。

【0094】

図27に比較例のヒートシンクA、環境温度35 での電源投入直後からの各色LEDランプの温度変化を示す。

各色LEDランプは環境温度35 から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。

30

そして、時間[Tw8]後にLEDランプ許容温度下限の53 に達する。

ここで、図18の表より、ヒートシンクAの環境温度25 でのLEDランプ飽和温度上昇は80 であった。したがって、環境温度が35 になるとLEDランプ飽和温度上昇は90 になる。

よって、各色LEDランプ温度は90 まで上昇して安定する。

【0095】

上記の実施例1及び比較例1における評価から次のことがわかった。

ヒートシンクを適切に設計することにより、図8及び図9に示すプロジェクタ(実施例1)、及び図15及び図16に示す実験用プロジェクタ(比較例1)のいずれも、LEDランプ許容温度範囲内に各色LEDランプ温度を収めることはできることがわかった。

しかしながら、本発明の実施の形態例である、図8及び図9に示すプロジェクタ(実施例1)では、電源投入直後から高温になるまでの間、ヒートシンクと伝熱部材とを非接触とすることにより、各色LEDランプ発熱の放熱量を減少させ、温度上昇速度を大きくすることができる。

40

その結果、電源投入後から投射画像の品質が安定するまでの待機時間(ウォームアップ時間)を短縮することができる( $T_{w1} < T_{w5}$ 、 $T_{w2} < T_{w6}$ 、 $T_{w3} < T_{w7}$ 、 $T_{w4} < T_{w8}$ )。

【0096】

(実施例2)

次に、上述した実施例1と同様に、先の図9及び図10に示したプロジェクタに、ヒートシンクC、D、E、F、Gを使用した場合について評価した(実施例2)。

50

つまり、実施例 1 ではヒートシンク A、ヒートシンク B を使用したが、本例では、 $t_s$  : 所定ヒートシンク使用時の LED ランプの飽和上昇温度、 $t_e$  : 測定時の環境温度、 $t_{cs}(L)$  : 動作補償温度の下限、 $t_d(L)$  : LED ランプの許容温度下限、とするとき、

$$t_s - t_e + t_{cs}(L) < t_d(L)$$

となる、ヒートシンク C, D, E, F, G を使用した場合を説明する。

すなわち、本例では、

$$T_s - 25 + 10 < 53$$

となり、次式 (3) が得られる。

$$T_s < 68 \quad \dots (3)$$

以下、代表してヒートシンク C を用いた場合について説明する。

なお、形状記憶合金バネは  $M_s = 60$ 、 $A_s = 70$  (図 19 参照) の形状記憶合金バネを選択した。

#### 【0097】

先の図 9 及び図 10 に示すプロジェクタに上述の形状記憶合金バネを設置し、ヒートシンク C を取り付け、プロジェクタの動作補償下限 10 と上限 35 の 2 水準について、電源投入後の各色 LED ランプの温度を測定した。

#### 【0098】

図 28 にヒートシンク C、環境温度 10 での電源投入直後からの各色 LED ランプの温度変化を示す。

各色 LED ランプは環境温度 10 から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。

そして、時間 [  $T_w9$  ] 後に LED ランプ許容温度下限の 53 に達する。

次に、時間 [  $T_c9$  ] 後に各色 LED ランプ温度が 70 に達するとやや遅れて形状記憶合金バネが 70 になる。その結果、ヒートシンクが伝熱部材を介して各色 LED ランプに接触する。

この時間遅れのために各色 LED ランプ温度は 70 よりも  $t_3$  だけ温度上昇 (オーバーシュート) してから温度が低下し始める。

図 18 の表より、ヒートシンク C の環境温度 25 での LED ランプ飽和温度上昇は 62 であった。したがって、環境温度が 10 になると LED ランプ飽和温度上昇は 47 になる。すなわち、各色 LED ランプ温度は 47 まで低下しようとする。

各色 LED ランプ温度が低下し 60 に達するとやや遅れて形状記憶合金バネが 60 になる。その結果、ヒートシンクと伝熱部材は離接する。

この時間遅れのために各色 LED ランプ温度は  $t_4$  まで低下 (アンダーシュート) してから温度が上昇し始める。

以降、各色 LED ランプ温度は  $60 - t_4$  から  $70 + t_3$  の間を上下する。

ここで、LED ランプ、伝熱部材、ヒートシンク、形状記憶合金バネなどの条件によってオーバーシュートにより LED 許容温度上限を超える場合がある。そのため、 $A_s$  : 形状記憶合金バネの低温から高温に向かう時にバネ定数が増加し始める温度 (図 19 参照)、 $t_d(U)$  : LED ランプの許容温度上限、とするとき、

$$A_s + t_3 < t_d(U)$$

となるように設計を行い、かつ、実験で確認しておく必要がある。

かつ、アンダーシュートにより LED 許容温度下限を超える場合があるので、 $M_s$  : 高温から低温に向かう時にバネ定数が減少し始める温度 (図 19 参照)、 $t_d(L)$  : LED ランプの許容温度下限、とするとき、

$$M_s - t_4 > t_d(L)$$

となるように設計を行い、かつ、実験で確認しておく必要がある。

#### 【0099】

図 29 にヒートシンク C、環境温度 35 での電源投入直後からの各色 LED ランプの温度変化を示す。

10

20

30

40

50

各色LEDランプは環境温度35 から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。そして、時間[ $T_{w10}$ ]後にLEDランプ許容温度下限の53 に達する。次に、時間[ $T_{c10}$ ]後に各色LEDランプ温度が70 に達するとやや遅れて形状記憶合金バネが70 になる。その結果、ヒートシンクが伝熱部材を介して各色LEDランプに接触する。

この時間遅れのために各色LEDランプ温度は70 よりも  $t_5$  だけ温度上昇(オーバーシュート)してから温度が低下し始める。

図18の表より、ヒートシンクCの環境温度25 でのLEDランプ飽和温度上昇は62 であった。したがって、環境温度が35 になるとLEDランプ飽和温度上昇は72 になる。

すなわち、各色LEDランプ温度は72 まで低下して安定する。

ヒートシンクは伝熱部材を介して各色LEDランプに当接したままである。

ここで、LEDランプ、伝熱部材、ヒートシンク、形状記憶合金バネなどの条件によってオーバーシュートによりLED許容温度上限を超える場合がある。そのため、 $A_s$ :形状記憶合金バネの低温から高温に向かう時にバネ定数が増加し始める温度(図19参照)、 $t_d(U)$ :LEDランプの許容温度上限、とすると、

$$A_s + t_5 \leq t_d(U)$$

となるように設計を行い、かつ、実験で確認しておく必要がある。

【0100】

(比較例2)

先の図15及び図16に示した実験用プロジェクタに、ヒートシンクCを取り付け、プロジェクタの動作補償下限10 と上限35 の2水準について、電源投入後の各色LEDランプの温度を測定した(比較例2)。

図15、図16は図9、図10に示すプロジェクタと異なり、常に伝熱部材を介してヒートシンクを各色LEDに接続し、冷却効率を一定とした構成である。

この比較例2に使用する実験用プロジェクタは、先の図9及び図10に示すプロジェクタと異なり、伝熱部材とヒートシンクとが常に接した状態にあり、光源からの放熱量(冷却効率)は一定である。

【0101】

図30に比較例2のヒートシンクB、環境温度10 での電源投入直後からの各色LEDランプの温度変化を示す。

各色LEDランプは環境温度10 から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。

図18の表より、ヒートシンクCの環境温度25 でのLEDランプ飽和温度上昇は62 であった。したがって、環境温度が10 になるとLEDランプ飽和温度上昇は47 になる。

よって、各色LEDランプ温度は47 で安定してしまい、LEDランプ許容温度下限値にも達しない。

【0102】

図31に比較例のヒートシンクC、環境温度35 での電源投入直後からの各色LEDランプの温度変化を示す。

各色LEDランプは環境温度35 から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。

そして、時間[ $T_{w11}$ ]後にLEDランプ許容温度下限の53 に達する。

ここで、図18の表より、ヒートシンクCの環境温度25 でのLEDランプ飽和温度上昇は62 であった。したがって、環境温度が35 になるとLEDランプ飽和温度上昇は72 になる。

よって、各色LEDランプ温度は72 まで上昇して安定する。

【0103】

上記の実施例2及び比較例2における評価から次のことがわかった。

各色LEDランプ温度について、図15及び図16に示す実験用プロジェクタ(比較例2)では許容温度範囲内に収まらないのに対して、本発明の実施の形態例である、図8及び

10

20

30

40

50

図 9 に示すプロジェクタ（実施例 2）では、許容温度範囲内に収めることができる。

また、実施例 2 では、電源投入直後から高温になるまでの間、ヒートシンクと伝熱部材とを非接触とすることにより、各色 LED ランプ発熱の放熱量を減少させ、温度上昇速度を大きくすることができる。

その結果、電源投入後から投射画像の品質が安定するまでの待機時間（ウォームアップ時間）を短縮することができる（ $T_{w10} < T_{w11}$ ；図 29 及び図 31 参照）。

#### 【0104】

（実施例 3）

次に、先の図 13 及び図 14 に示したプロジェクタについて上記と同様の評価を行った（実施例 3）。

10

図 32 に実施例 3 のプロジェクタの各色 LED ランプの温度変化を示す。

各色 LED ランプは環境温度（動作補償温度範囲内  $10 \sim 35$ ）から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。そして、時間  $[T_{w12}]$  後に LED ランプ許容温度下限の  $53$  に達する。

次に、時間  $[T_{c12}]$  後に各色 LED ランプ温度が回転温度に達すると（温度検出素子で検出）、冷却ファン制御回路により冷却ファンの回転が開始される。

冷却ファンの回転により、ヒートシンクを通過する風量が増加する。そして、ヒートシンクが冷却され、伝熱部材が冷却され、遅れて各色 LED ランプが冷却され始める。

この冷却遅れのために各色 LED ランプ温度は回転温度よりも  $t_6$  だけ温度上昇（オーバーシュート）してから温度が低下し始める。

20

各色 LED ランプの発熱とヒートシンクの放熱が釣り合うと温度低下はなくなり、各色 LED ランプの温度は飽和温度で安定する。

#### 【0105】

ここで、(1)（回転温度）+  $t_6$ （LED ランプの許容温度上限）、(2)（LED ランプの許容温度下限）（飽和温度）（LED ランプの許容温度上限）、となるように設計を行い、かつ、実験で確認しておく必要がある。

また、LED ランプは複数有り、同一の温度変化を示さない場合もある。したがって、冷却ファンの回転開始は、少なくとも一つの LED ランプが先に回転温度に達した時に行う必要がある。

#### 【0106】

（比較例 3）

次に、先の図 13 及び図 14 に示したプロジェクタについて放熱量を一定とした場合の評価を行った（比較例 3）。

30

すなわち、比較例 3 として図 13 及び図 14 に示すプロジェクタで、電源投入直後から冷却ファンを回転させた場合、すなわち、放熱量（冷却効率）を一定とした場合の各色 LED ランプの温度変化を調べた。なお、比較例 3 では温度検出素子（温度センサ）は不要、冷却ファン制御回路（制御系）も不要である。

温度の計測結果を図 33 に示す。

#### 【0107】

各色 LED ランプは図 32 と同一の環境温度から電源を投入すると発熱を開始し温度が上昇する。そして、時間  $[T_{w13}]$  後に LED ランプ許容温度下限の  $53$  に達する。

40

その後、各色 LED ランプの発熱とヒートシンクの放熱が釣り合うと温度上昇はなくなり、各色 LED ランプの温度は図 32 と同一の飽和温度で安定する。

#### 【0108】

上記の実施例 3 及び比較例 3 における評価から次のことがわかった。

図 32 に示す実施例 3 及び図 33 に示す比較例 3 のいずれも、LED ランプ許容温度範囲内に各色 LED ランプ温度を収めることはできる。

しかしながら、本発明の実施の形態例である、図 13 及び図 14 に示したプロジェクタでは、電源投入直後から高温になるまで冷却ファンを停止させることにより（実施例 3）、各色 LED ランプ発熱の放熱量を減少させ、温度上昇速度を大きくすることができる。

50

その結果、電源投入後から投射画像の品質が安定するまでの待機時間（ウォームアップ時間）を短縮することができる（ $T_{w12} < T_{w13}$ ）を短縮することができる。

【0109】

以上、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。上述した例において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプロジェクタ及びその冷却方法を概念的に示す図。

【図2】LEDの発光強度の温度依存性（温度 - 光強度比率）を示す図。

10

【図3】LEDの発光強度分布の温度依存性（光の波長 - 光強度分布）を示す図。

【図4】LED光源における、電源投入後のLEDの温度変化の様子を示す図。

【図5】放熱量の切り換えを行う場合の電源投入直後からの光源の温度変化の様子（実線）を示す図。

【図6】応答遅れを含む光源の温度変化の様子の例を示す図。

【図7】応答遅れを含む光源の温度変化の様子の他の例を示す図。

【図8】液晶プロジェクタの概略的な全体構成を模式的に示す図。

【図9】プロジェクタにおける各構成部材の配置の様子を模式的に示す平面図。

【図10】プロジェクタにおける各構成部材の配置の様子を模式的に示す側面図。

【図11】冷却装置の動作を説明するための図であり、（a）は光源温度が低い状態、（b）は光源温度が高い状態を示している。

20

【図12】電源ユニットの配置図。

【図13】本発明のプロジェクタの他の実施の形態例について各構成部材の配置の様子を模式的に示す平面図。

【図14】本発明のプロジェクタの他の実施の形態例について各構成部材の配置の様子を模式的に示す側面図。

【図15】評価用のプロジェクタ（実験用プロジェクタ）を模式的に示す平面図。

【図16】評価用のプロジェクタ（実験用プロジェクタ）を模式的に示す側面図。

【図17】画質評価に用いた市松模様を説明するための図。

【図18】画質評価の結果の表を示す図。

30

【図19】形状記憶合金バネのヒステリシスを説明するための図。

【図20】実施例1におけるLEDランプの温度変化を示す図。

【図21】実施例1におけるLEDランプの温度変化を示す図。

【図22】実施例1におけるLEDランプの温度変化を示す図。

【図23】実施例1におけるLEDランプの温度変化を示す図。

【図24】比較例1におけるLEDランプの温度変化を示す図。

【図25】比較例1におけるLEDランプの温度変化を示す図。

【図26】比較例1におけるLEDランプの温度変化を示す図。

【図27】比較例1におけるLEDランプの温度変化を示す図。

【図28】実施例2におけるLEDランプの温度変化を示す図。

40

【図29】実施例2におけるLEDランプの温度変化を示す図。

【図30】比較例2におけるLEDランプの温度変化を示す図。

【図31】比較例2におけるLEDランプの温度変化を示す図。

【図32】実施例3におけるLEDランプの温度変化を示す図。

【図33】比較例3におけるLEDランプの温度変化を示す図。

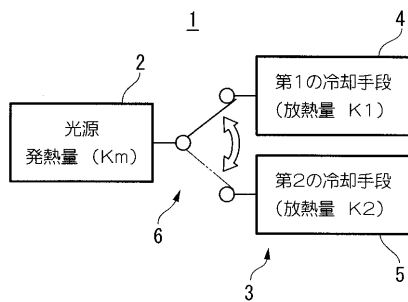
【符号の説明】

1, 10, 60 ... プロジェクタ、2, 11, 12, 13 ... 光源（発熱体）、3, 40, 62 ... 冷却装置、4 ... 第1の冷却手段、5 ... 第2の冷却手段、6 ... 切換手段、14, 15, 16 ... ライトバルブ、17 ... プリズム、18 ... 投射系、20 ... ベースプレート、21 ... 駆動回路、41, 42, 43, 68 ... ヒートシンク（放熱体）、44, 45, 46 ... 形状記

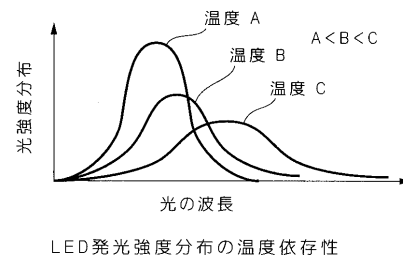
50

憶合金バネ（切換手段）、47, 48, 49... バイアスバネ、50, 51, 52, 67... 伝熱部材、61... 冷却ファン、63, 64, 65... 温度センサ、66... 制御系（制御手段）。

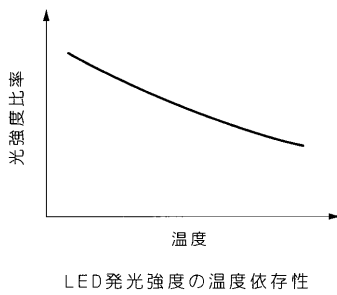
【図1】



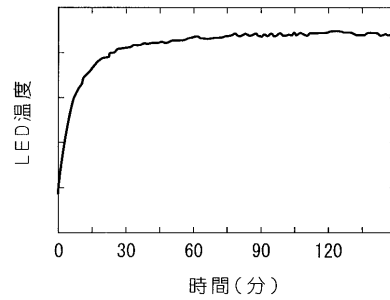
【図3】



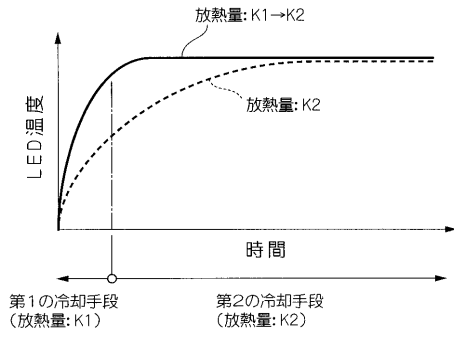
【図2】



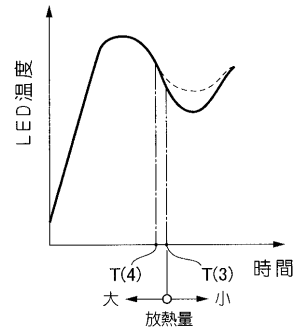
【図4】



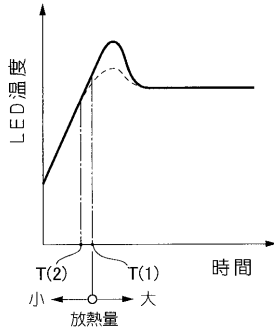
【図5】



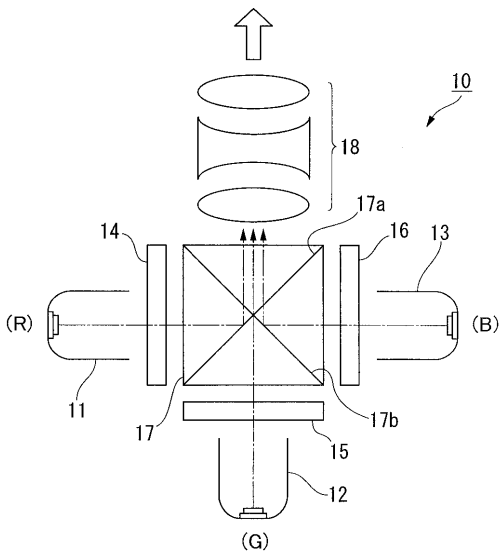
【図7】



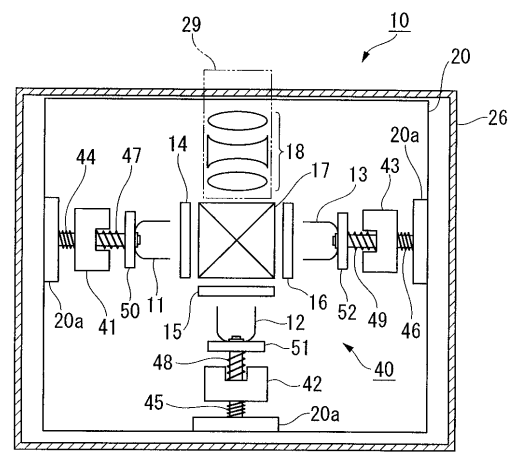
【図6】



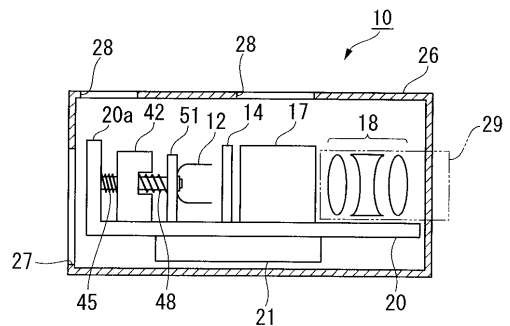
【図8】



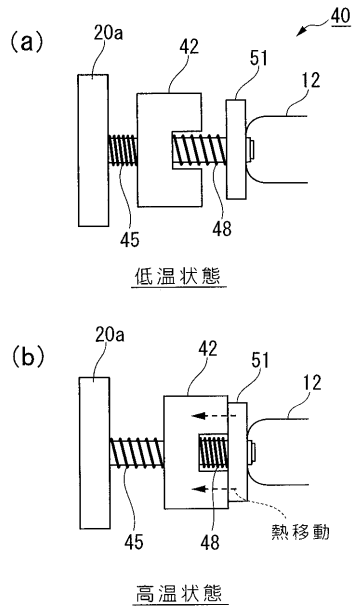
【図9】



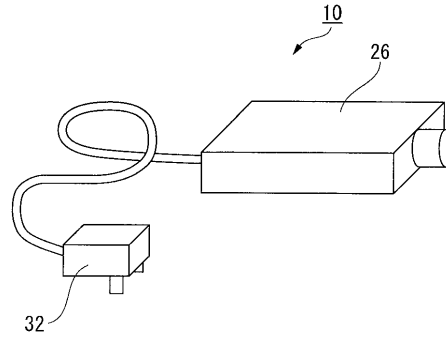
【図10】



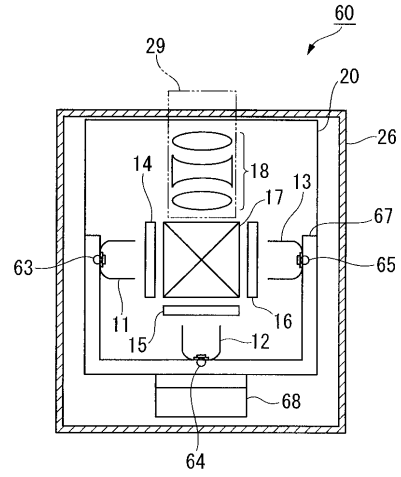
【図 1 1】



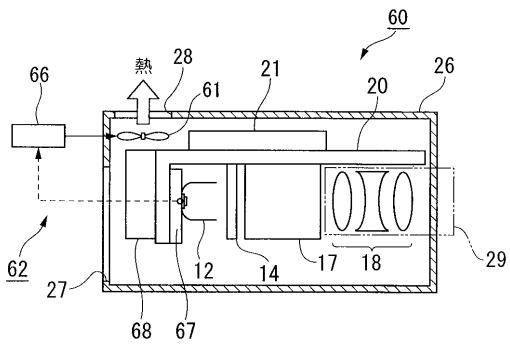
【図 1 2】



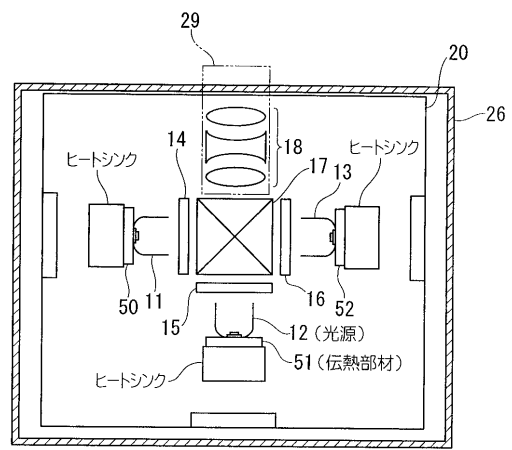
【図 1 3】



【図 1 4】

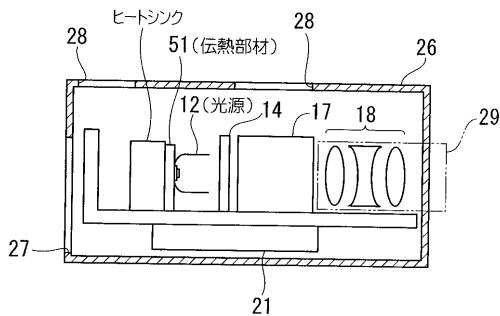


【図 1 5】



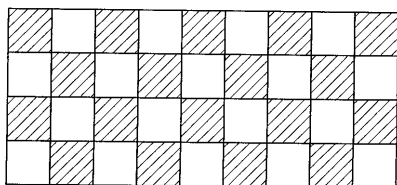
(実験用プロジェクト)

【 図 1 6 】



(実験用プロジェクタ)

【 図 1 7 】



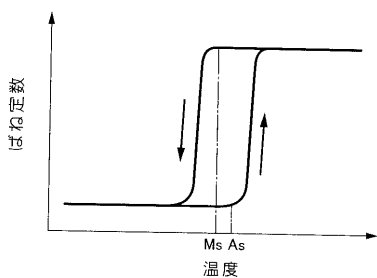
【 図 1 8 】

各色LEDの許容温度

| ヒートシンク | LED 温度(°C) |     |     | 環境 (ルクス) | 文字 静止画 | 風景 静止画 | アニメ 動画 | 実写 動画 |
|--------|------------|-----|-----|----------|--------|--------|--------|-------|
|        | 301        | 302 | 303 |          |        |        |        |       |
| 基準     | 90         | 90  | 90  | 1000     | ○      | ○      | ○      | ○     |
| A      | 80         | 80  | 80  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| B      | 69         | 69  | 69  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| C      | 62         | 62  | 62  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| D      | 53         | 53  | 53  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| E      | 45         | 45  | 45  |          | ○      | △      | △      | ×     |
| F      | 36         | 36  | 36  |          | ○      | △      | ×      | ×     |
| G      | 27         | 27  | 27  |          | △      | ×      | ×      | ×     |
| 基準     | 90         | 90  | 90  | 300      | ○      | ○      | ○      | ○     |
| A      | 80         | 80  | 80  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| B      | 69         | 69  | 69  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| C      | 62         | 62  | 62  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| D      | 53         | 53  | 53  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| E      | 45         | 45  | 45  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| F      | 36         | 36  | 36  |          | ○      | △      | ×      | ×     |
| G      | 27         | 27  | 27  |          | ○      | △      | ×      | ×     |
| 基準     | 90         | 90  | 90  | 150      | ○      | ○      | ○      | ○     |
| A      | 80         | 80  | 80  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| B      | 69         | 69  | 69  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| C      | 62         | 62  | 62  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| D      | 53         | 53  | 53  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| E      | 45         | 45  | 45  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| F      | 36         | 36  | 36  |          | ○      | ○      | ○      | △     |
| G      | 27         | 27  | 27  |          | ○      | △      | △      | ×     |
| 基準     | 90         | 90  | 90  | 70       | ○      | ○      | ○      | ○     |
| A      | 80         | 80  | 80  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| B      | 69         | 69  | 69  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| C      | 62         | 62  | 62  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| D      | 53         | 53  | 53  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| E      | 45         | 45  | 45  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| F      | 36         | 36  | 36  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| G      | 27         | 27  | 27  |          | ○      | △      | △      | ×     |
| 基準     | 90         | 90  | 90  | 30       | ○      | ○      | ○      | ○     |
| A      | 80         | 80  | 80  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| B      | 69         | 69  | 69  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| C      | 62         | 62  | 62  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| D      | 53         | 53  | 53  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| E      | 45         | 45  | 45  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| F      | 36         | 36  | 36  |          | ○      | ○      | ○      | ○     |
| G      | 27         | 27  | 27  |          | ○      | ○      | △      | ×     |

ヒートシンクの大きさは基準<A<B<C<D<E<F<Gである。

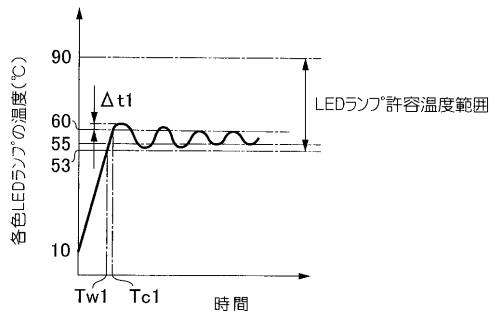
【 図 1 9 】



ばね定数 = 単位長さ当たりバネを縮めるのに必要な力  
 Ms : 高温から低温に向かう時ばね定数が減少し始める温度  
 As : 低温から高温に向かう時ばね定数が増加し始める温度  
 $As \geq Ms$

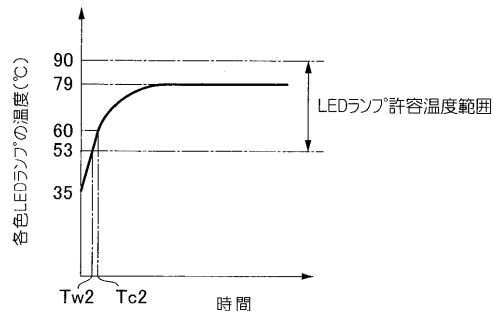
形状記憶合金バネのヒステリシス説明図

【 図 2 0 】



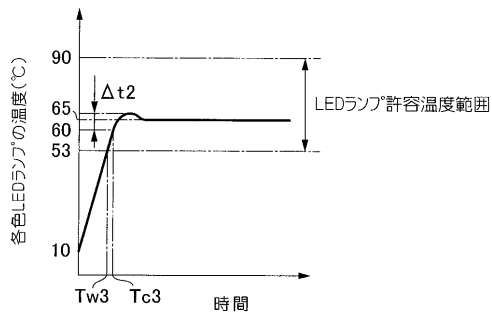
ヒートシンク B、環境 10°Cでの各色LEDランプの温度変化

【 図 2 1 】



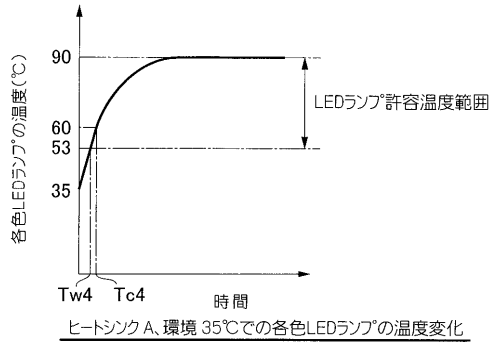
ヒートシンク B、環境 35°Cでの各色LEDランプの温度変化

【 図 2 2 】

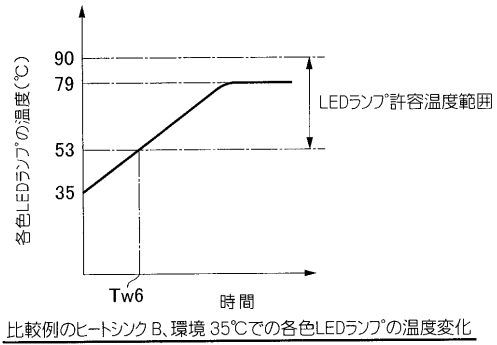


ヒートシンク A、環境 10°Cでの各色LEDランプの温度変化

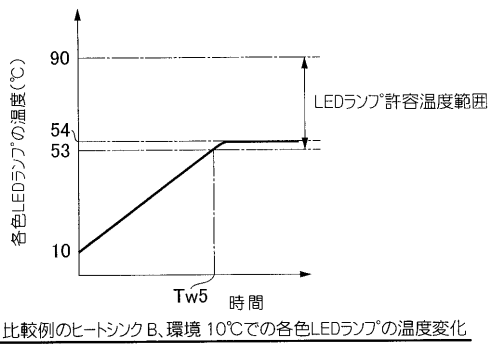
【 図 2 3 】



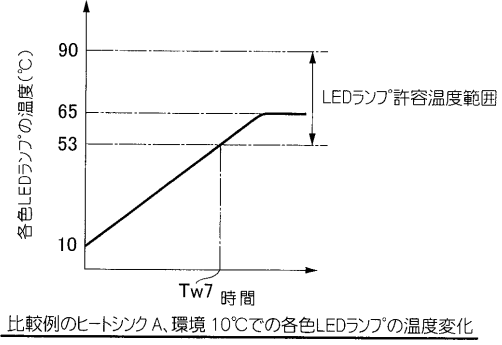
【 図 2 5 】



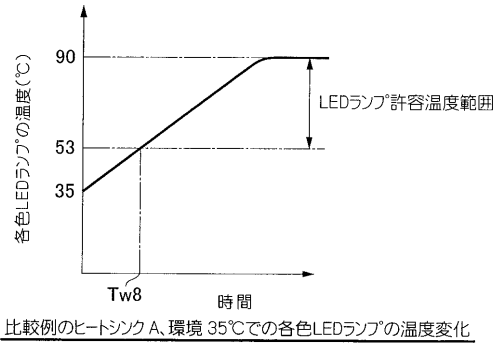
【 図 2 4 】



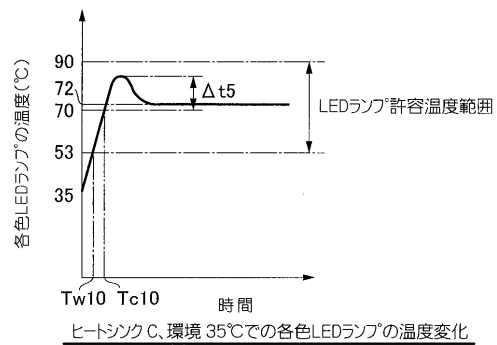
【 図 2 6 】



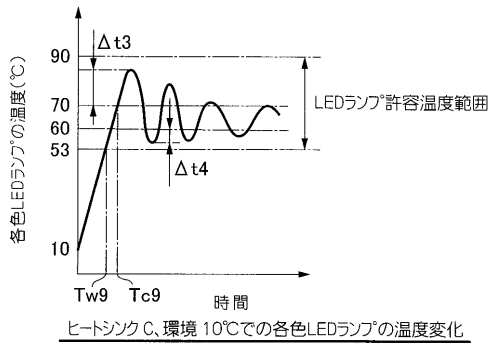
【 図 2 7 】



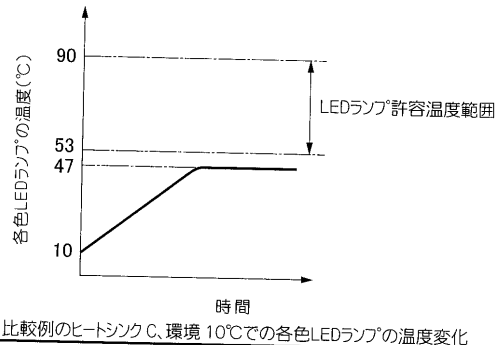
【 図 2 9 】



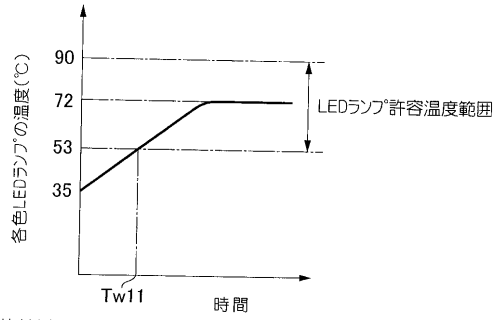
【 図 2 8 】



【 図 3 0 】

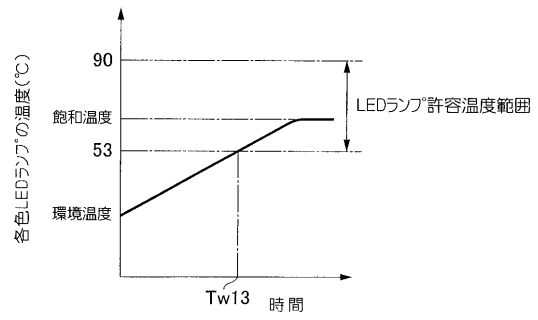


【 図 3 1 】



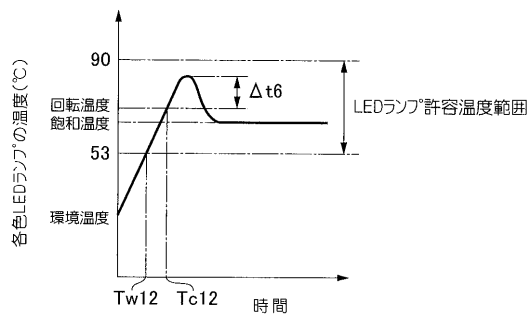
比較例のヒートシンク C、環境 35°Cでの各色LEDランプの温度変化

【 図 3 3 】



比較例の冷却ファン式の各色LEDランプの温度変化

【 図 3 2 】



冷却ファン式の各色LEDランプの温度変化

## フロントページの続き

| (51)Int.Cl. <sup>7</sup> | F I            | テーマコード(参考)     |
|--------------------------|----------------|----------------|
| G 0 3 B 21/00            | G 0 3 B 21/00  | D<br>5 C 0 5 8 |
| H 0 4 N 5/64             | H 0 4 N 5/64   | 5 4 1 J        |
| H 0 4 N 5/74             | H 0 4 N 5/74   | Z              |
| // F 2 1 Y 101:02        | F 2 1 M 7/00   | L              |
|                          | F 2 1 Y 101:02 |                |

F ターム(参考) 2K103 AA01 AA11 AB07 BA02 BA11 CA75 CA76 DA02 DA06 DA11  
DA21 DA24  
3K014 AA01 LA01 LB04 MA02 MA05 MA08  
3K042 AA01 AC06 CC05  
5C058 BA29 EA21 EA43 EA52