



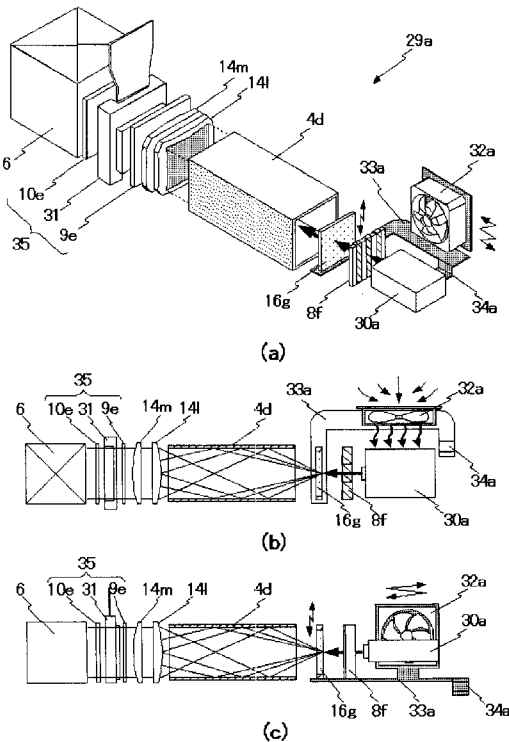
- (51) 国際特許分類:
G02F 1/13 (2006.01) G03B 21/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/056147
- (22) 国際出願日: 2008年3月28日(28.03.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): NECディスプレイソリューションズ株式会社 (NEC DISPLAY SOLUTIONS, LTD.) [JP/JP]; 〒1080023 東京都港区芝浦四丁目13番23号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 宇都宮 基恭 (UTSUNOMIYA, Motoyasu) [JP/JP]; 〒1080023 東京都港区芝浦四丁目13番23号 NECディスプレイソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宮崎 昭夫, 外(MIYAZAKI, Teruo et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂1丁目9番20号 第16興和ビル8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO,

[続葉有]

(54) Title: PROJECTION IMAGE DISPLAY UNIT

(54) 発明の名称: 投写型画像表示装置

[図6]



(57) Abstract: A projection display unit for displaying enlarged images has a chassis, a laser light source (30a), a cooling mechanism (32a) including components generating vibration during operation, a diffusion plate (16g) to diffuse a light outgoing from the laser light source (30a), an optics system (4d) to shape a light diffused by the diffusion plate (16g) into a light having a uniform luminance distribution and a rectangular cross section, and an optical modulator element (35) to modulate a light shaped by the optics system (4d), wherein the components included in the cooling mechanism (32a) and the diffusion plate (16g) are connected via a vibration transfer member (33a).

(57) 要約: 画像を拡大表示する投写型表示装置であって、筐体と、レーザ光源(30a)と、動作中に振動を生じる部品を含む冷却機構(32a)と、レーザ光源(30a)から出射された光を拡散させる拡散板(16g)と、拡散板(16g)により拡散された光を均一な輝度分布と矩形の断面を有する光に整形する光学系(4d)と、光学系(4d)により整形された光を変調する光変調素子(35)とを有し、冷却機構(32a)に含まれる部品と拡散板(16g)とが振動伝達部材(33a)を介して接続されている。

WO 2009/118902 A1



PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, 添付公開書類:

CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

投写型画像表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、レーザ光源を用いる投写型画像表示装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、プロジェクタに代表される投写型画像表示装置の光源の一つとしてレーザ光源が注目されている。レーザ光源には次のような利点がある。レーザ光源から出射されるレーザ光は指向性に優れているので光利用効率が高い。レーザ光は単色なので、色再現領域を広げることができる。レーザ光源は、消費電力が小さく、寿命が長い。

[0003] 図1に、レーザ光源を用いたプロジェクタの概略構造を示す。図1に示すプロジェクタ1は、R/G/Bの各原色信号に対応したレーザ光源2a～2cと、コリメータレンズ3a～3cと、ライトトンネル4a～4cと、光変調素子(液晶パネル)5a～5cと、ダイクロイックプリズム6と、投写レンズ7とを少なくとも有する。

[0004] 各レーザ光源2a～2cと各コリメータレンズ3a～3cとの間には、偏光ビームスプリッタ(PBS)8a～8cが配置されている。また、各液晶パネル5a～5cの光入射側には、入射側偏光板9a～9cが配置されている。さらに、各液晶パネル5a～5cの光出射側には、出射側偏光板10a～10cが配置されている。

[0005] 次に、図1に示すプロジェクタ1の動作について概説する。各レーザ光源2a～2cから出射されたレーザ光12a～12cは、偏光ビームスプリッタ(PBS)8a～8cにより特定の直線偏光に変換されて、コリメータレンズ3a～3cを通過する。コリメータレンズ3a～3cを通過したレーザ光12a～12cは、ライトトンネル4a～4cへ入射する。コリメータレンズ3a～3cを通過したレーザ光12a～12cのビーム径は、ライトトンネル4a～4cに入射するまでの間に次第に拡大する。

[0006] ライトトンネル4a～4cは中空の角柱である。ライトトンネル4a～4cの内壁面には、反射膜が蒸着されている。ライトトンネル4a～4cの一方の開口からライトトンネル4a～4cに入射したレーザ光12a～12cは、ライトトンネル4a～4cの内部で反射を繰り返した

がら他方の開口へ向けて進行する。ライトトンネル4a～4c内を進行する過程で、レーザ光12a～12cの光束断面内における輝度分布が均一化されるとともに、断面形状が矩形に整えられる。

[0007] 各ライトトンネル4a～4cから出射されたレーザ光12a～12cは、対応する液晶パネル5a～5cにそれぞれ入射する。液晶パネル5a～5cに入射したレーザ光12a～12cは、画像信号に応じて光変調される。光変調された光は、ダイクロイックプリズム6で合成され、投写レンズ7を介してスクリーン11上へ拡大投写される。

[0008] ところで、レーザ光のようなコヒーレントな光が、光の波長よりも大きな凹凸を持つ粗面(例えばスクリーンなど)に照射されると、“スペックルパターン”または“スペックル”と呼ばれる斑点状の明暗模様ができる。具体的には、粗面上の各点で散乱した単一波長の光が、観測面上の各点で不規則に重なり合って、複雑な干渉パターンが生じる。

[0009] したがって、レーザ光源を用いたプロジェクタによってスクリーン上に画像を投写した場合、レーザ光がスクリーン面で拡散され、強度のランダムノイズ(スペックルノイズ)が発生する。この場合、観察者の網膜上にスペックルが結像されると、そのスペックルは焦点の定まらない斑点状のチラツキとして認識される。この結果、観察者は、不快感や疲労感を覚える。また、観察者は、画像品質が極度に劣化したと感じる。

[0010] そこで、レーザ光源を用いたプロジェクタの分野では、上記スペックルノイズを低減する様々な方法が提案されている。

[0011] 一般に、スペックルノイズの低減方法には2つのアプローチがある。一つは、レーザ光のインコヒーレント化であり(アプローチ1)、他の一つは、見かけ上のスペックルの低減である(アプローチ2)。

[0012] アプローチ1は、レーザ光のコヒーレント性(可干渉性)を解消して、インコヒーレント(非干渉)な光に変換する手法である。レーザ光の高周波重畳による波長幅のブロード化や、可干渉距離よりも大きな遅延を持つレーザ光の多重化、あるいは直交する偏光同士の重ね合わせ、などがアプローチ1に属する。要するに、アプローチ1は、光の性質そのものを変化させてスペックルの発生を抑制する手法である。

[0013] 一方、アプローチ2は、人間の眼が判別不可能な時間内(<40msec)で画像中のス

ベックルパターンを複数回重畳(積分)してスペックルノイズを平均化することによって、見かけ上のスペックルを低減する手法である。スクリーンや光学部品を振動させる手法などがアプローチ2に属する。アプローチ2に属する手法は、光の性質そのものは変化させないので、スペックルは発生する。アプローチ2は、人間の脳の錯覚を利用してスペックルが人間の眼には認識されないようにする手法である。

[0014] 本明細書では、アプローチ2(見かけ上のスペックルの低減)に属する手法のうち、光学部品の振動によってスペックルノイズを低減する手法について取り上げる。

[0015] 図2は、スペックルノイズを低減する第1の技術を示す斜視図である。図2(a)は、第1の技術の一例を、図2(b)は他の一例を示す。第1の技術の詳細は、特開平11-64789号公報に開示されている。図2(a)に示されている例では、2枚のフライアイレンズ13c、13dからなる光インテグレータ17aが光軸を中心に回転する。光学系が回転すると、スペックルパターンが光学系内で時間的・空間的に移動し、網膜上に結像されるスペックルが積分され、見かけ上のスペックルノイズが低減される。一方、図2(b)に示されている例では、ロッド型光インテグレータ19a(矩形断面を持つガラスなどの透明媒体)が光軸を中心に回転することで、同様の効果が得られる。

[0016] 図3は、スペックルノイズを低減する第2の技術を示すブロック図である。図3(a)は、第2の技術の一例を、図3(b)は他の一例を示す。第2の技術の詳細は、特開平7-297111号公報に開示されている。図3(a)に示す例では、光路の途中に、モータ20によって回転させられる拡散板16bが配置されている。拡散板16bが回転すると、光路上の散乱状態が変化し、スペックルパターンが時間的・空間的に振動する。この結果、網膜上に結像されるスペックルが積分され、見かけ上のスペックルノイズが低減される。図3(b)に示す例では、光路の途中に、トランスデューサ23によって振動させられる拡散板16cが配置されている。拡散板16cが振動すると、上記と同様の原理によって、見かけ上のスペックルノイズが低減される。

[0017] 図4は、スペックルノイズを低減する第3の技術を示す断面図である。図4(a)は、第3の技術の一例を、図4(b)は他の一例を示す。第3の技術の詳細は、特開2003-98476号公報に開示されている。図4(a)に示す例では、拡大レンズ(コリメータレンズ3f)やコリメータレンズ3gを含むビーム拡大オブティクス25と、2枚のフライアイレンズ

13e、13fやコンデンサレンズ14h、14iを含むビーム成形光学系27との間に、拡散板16dが配置されている。拡散板16dは、運動付与手段26aにより振動させられる。拡散板16dが振動すると、スペックルパターンが時間的・空間的に振動する。この結果、網膜上に結像されるスペックルが積分され、見かけ上のスペックルノイズが低減される。また、図4(b)に示す例では、ビーム成形光学系27と空間光変調素子5fとの間にも拡散板16eが配置されている。拡散板16d、16eは、運動付与手段26a、26bより振動させられる。

[0018] 図5は、スペックルノイズを低減する第4の技術を示す構成図である。図5(a)は、第4の技術の一例を、図5(b)は他の一例を示す。第4の技術の詳細は、WO2005/008330に開示されている。図5(a)に示されている例では、光路の途中に配置された拡散板16fが拡散板揺動部28aに接続されている。拡散板揺動部28aは、拡散板16fを揺動速度Vで揺動させる。揺動速度Vは、拡散板16fの粒子サイズをdとしたとき、 $V > d \times 30$ の関係を満足するように設定される。WO2005/008330には、拡散板によるレーザ光の光損失を抑制するために、拡散板の拡散角を、照明光学系の開口数と投写レンズのFナンバーとの関係に基づいて制限することが開示されている。また、図5(b)に示す例では、2枚のフライアイレンズ13g、13hに代えて、ロッド型光インテグレータ19bが用いられている。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0019] スペックルを積分するために、光インテグレータをその光軸を中心に回転させるには、大がかりな回転機構が必要になる。したがって、コストの増大と実装容積の増大を招く。また消費電力も増える。さらに、光変調素子へ入射する光束は、回動している光インテグレータを通過するので、該光束の光軸が所定位置からずれる可能性がある。

[0020] 消費電力に関して補足説明をする。ランプの代わりにレーザを使用するプロジェクタでは、分離光学系が不要で光源のサイズも小さくなる。よって、光学エンジンの小型化が可能になる。加えて、レーザ光源の消費電力はランプ光源と比べてかなり小さい。よって、バッテリーを駆動源とする携帯型のプロジェクタの実現が期待される。携

帯型のプロジェクタを実現するためには、装置全体の消費電力を少なくする必要がある。そこで、スペックルノイズを低減するための機構の消費電力の増加は望ましくない。

[0021] 光路途中に配置された拡散板を回転させたり、振動させたりするためには、大がかりな回転機構や振動機構が必要になる。したがって、コストの増大と実装容積の増大とを招く。また、消費電力の増加に関する上記と同様の課題もある。さらに、光損失に関する問題もある。

[0022] 一般的に、拡散板の光透過率はレンズに比べて低い(80~90%程度)。また、拡散角が大きくなるにつれて、ホログラムパターンの間隔が密になるため、振動によるスペックルの積分効果は高くなるが、光透過率は低くなる。したがって、スペックル低減効果を高めるために拡散角の大きな拡散板を用いる場合、光損失が増加して明るさが低下する。特に、図4(b)に示す例では、光路上に2枚の拡散板が配置されている。この場合、スペックルの低減効果だけでなく、光損失も積算されるため、輝度低下の問題がいつそう深刻になる。

[0023] 一方、拡散板の動作条件(周波数と振幅)については、次のような条件が考えられる。

[0024] 短時間内(<40msec)での画像のチラツキは、その画像を処理する人間の脳内で積分(平均化)されてしまうため、認識されない。したがって、短時間内(<40msec)に、スペックルパターンの平均大きさよりも大きく移動するスペックル画像を複数回重畳させれば、スペックルパターンは積分されて見えなくなる。

[0025] したがって、拡散板を振動させて見かけ上のスペックルを低減する場合、拡散板の振動周波数は、網膜上に結像されるスペックルパターンの移動速度が人間の認識限界を超えるように設定する必要がある。また、拡散板の振動振幅は、網膜上に結像されるスペックルパターンの変位量がスペックルパターンの平均大きさをを超えるように設定する必要がある。

[0026] 拡散板の振動周波数を F 、振動振幅を $\pm A$ 、網膜上のスペックルパターンの変位量を $\pm a$ 、画像中のチラツキの認識限界時間を T 、(脳内の)スペックルパターンの重畳回数を n 、スペックルパターンの平均大きさを δ とすると、スペックルノイズを低減する

ために必要な拡散板の振動条件は次のようになる。

$$[0027] \quad (2a/\delta) \times F > (1/T) \times n$$

$$\therefore F > (n \times \delta) / (2a \times T) \cdots (1) \text{ただし、} a > \delta / 2 \cdots (2)$$

ところで、拡散面が動くときスペckルパターンもそれに伴って変化するが、粗面(拡散面)の変位量(A)とスペckルの移動量(a)とは光学系に強く依存した比例関係にある。そこで、この比例定数をkとおくと次式が成り立つ。

$$a = k \times A \cdots (3)$$

したがって、(1)式と(2)式は、それぞれ次のように書き換えられる。

$$F > (n \times \delta) / (2k \times A \times T) \cdots (1)'$$

$$A > \delta / 2k \cdots (2)'$$

またスペckルパターンの平均大きさ δ は、光源波長と瞳のFナンバーの積に比例するため、レーザ光の波長を λ 、眼球の焦点距離をf、瞳孔径をDとすると、次式で求められる。

$$\delta = 1.22 \lambda \times f / D \cdots (4)$$

[0028] (1)'式と(2)'式から判るように、拡散板を振動させてスペckルパターンを平均化するには、拡散板の振動周波数(F)と振動振幅(A)をある閾値より大きくすることが必要である。さらに、その閾値を超えて振動周波数(F)と振動振幅(A)とが大きくなるほど、スペckルの重畳回数(n)が増え、スペckルノイズの低減効果が高くなる(ただし、ある程度のところで効果は漸近する)。したがって、光路上に配設された拡散板を振動させてスペckルパターンの平均化を図る場合、高い周波数と大きな振幅で拡散板を振動させる必要がある。しかし、高い周波数と大きな振幅で拡散板を振動させると、消費電力と騒音の増加を招く。

[0029] 本発明の目的は、消費電力や騒音の増加を招くことなく、スペckルノイズを低減することである。

[0030] 上記及びそれ以外の本発明の目的、特徴及び利点は、下記の記載及び本発明の一例を示す添付図面の参照によって明らかになる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]レーザ光源を用いたプロジェクタの概略を示す模式図である。

[図2]スペックル低減に関する第1の技術を示す模式図である。

[図3]スペックル低減に関する第2の技術を示す模式図である。

[図4]スペックル低減に関する第3の技術を示す模式図である。

[図5]スペックル低減に関する第4の技術を示す模式図である。

[図6] (a)は本発明の第1の実施形態を示す模式的斜視図、(b)は模式的平面図、(c)は模式的側面図である。

[図7] (a)は本発明の第2の実施形態を示す模式的斜視図、(b)は模式的平面図、(c)は模式的側面図である。

[図8] (a)は本発明の第3の実施形態を示す模式的斜視図、(b)は模式的平面図、(c)は模式的側面図である。

[図9] (a)は第2の実施形態における拡散板の解析モデルの斜視図、(b)は拡散板のモードシェイプを示す斜視図である。

[図10] (a)は第3の実施形態における拡散板の解析モデルの斜視図、(b)は拡散板のモードシェイプを示す斜視図である。

[図11] 水冷システムの構成を示すブロック図である。

[図12] 本発明の第4の実施形態を示す模式的斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

[0032] 本発明はレーザ光源を用いた投写型表示装置に関するものである。レーザ光源(半導体レーザ)の発振波長と出力は温度依存性を有する。通常、半導体レーザの温度が上昇すると、発振波長は約 $0.3\text{nm}/^{\circ}\text{C}$ の割合で長波長側へシフトする。一方、温度が低下すると、発振波長は約 $0.3\text{nm}/^{\circ}\text{C}$ の割合で短波長側へシフトする。また、半導体レーザ素子の温度が高温になると、その出力は低下する。したがって、半導体レーザの発振波長と出力を安定させるためには、動作時に温度を調整する必要がある。換言すれば、動作中、半導体レーザを冷却したり、半導体レーザの環境温度を下げたりする必要がある。

[0033] 本発明は、レーザ光源を直接冷却する冷却機構やレーザ光源の環境温度を下げるための冷却機構を利用してスペックルノイズを低減することを特徴とする。

[0034] 以下、本発明の投写型画像表示装置の実施形態の一例について、図面を参照し

ながら説明する。

- [0035] 本実施形態の投写型画像表示装置の光変調素子は液晶パネル、光インテグレートはライトトンネルである。但し、光変調素子は液晶パネルに、光インテグレートはライトトンネルに限定されない。例えば、光変調素子にはDMD (Digital Micro-mirror Device)を用いてもよく、光インテグレートにはロッド型光インテグレートや、2枚のフライアイレンズなどを用いてもよい。また、投写型画像表示装置の基本構成については既に説明したので、ここでの説明は省略する。
- [0036] 以下の説明では、説明を簡略化するために、R/G/Bの各チャネルのうち、1つのチャネルのみについて説明する。説明されない他の2つのチャネルも実質的に同一の構成を有する。
- [0037] 図6は、第1の実施形態を示す模式図である。具体的には、図6 (a)は模式的斜視図、図6 (b)は模式的上面図、図6 (c)は模式的側面図である。
- [0038] 図6に示す投写型画像表示装置29aは、光源である半導体レーザ30aと、拡散板16gと、ライトトンネル4dと、コンデンサレンズ14lおよび14mと、液晶パネル31と、ダイクロイックプリズム6とを有する。拡散板16gと半導体レーザ30aとの間には、偏光ビームスプリッタ(PBS)8fが配置されている。液晶パネル31の光入射側には入射側偏光板9eが配置されている。液晶パネル31の光出射側には出射側偏光板10eが配置されている。
- [0039] 偏光ビームスプリッタ(PBS)8fは、光の入射角が垂直方向から外れると透過率が大幅に低下する。よって、光学系が拡散板とライトトンネルとの組み合わせによって構成される場合には、拡散板よりも手前に偏光ビームスプリッタ(PBS)8fを配置することが望ましい。すなわち、半導体レーザ30aと拡散板16gとの間に偏光ビームスプリッタ(PBS)8fを配置することが望ましい。
- [0040] 半導体レーザ30aの近傍には、該半導体レーザ30aを冷却するための空冷ファン32aが配置されている。空冷ファン32aは、板バネ33aによって、拡散板16gと接続されている。板バネ33aの一部(固定部34a)は、筐体内の任意の部位(例えば、半導体レーザの保持ステージ等)に固定されている。
- [0041] 半導体レーザ30aから出射されたレーザ光は、偏光ビームスプリッタ(PBS)8fによっ

て特定の直線偏光に変換され、拡散板16gに入射する。拡散板16gを通過したレーザー光はライトトンネル4dに入射する。拡散板16gを通過したレーザー光のビーム径は、ライトトンネル4dに入射するまでの間に次第に拡大する。ライトトンネル4dに入射したレーザー光は、ライトトンネル4dの内部で反射を繰り返しながら進行する過程で、輝度分布が均一で、断面形状が矩形の光束に整形される。整形されたレーザー光は、コンデンサレンズ14l、14mを通過して、入射側偏光板9eと液晶パネル31と出射側偏光板10eとから構成される光変調部35に入射する。光変調部35に入射したレーザー光は、画像信号に応じた光変調を受ける。光変調を受けたレーザー光は、ダイクロイックプリズム6に入射し、不図示の他のチャンネルの色光と合成される。合成されたレーザー光は、不図示の投写レンズを介してスクリーンへ拡大投写される。

[0042] 空冷ファン32aは、半導体レーザー30aに冷却風を供給すると共に、板バネ33aおよび拡散板16gを固体伝播周波数で共振させる。

[0043] 例えば、空冷ファン32aの回転数を6500rpmとした場合、空冷ファン32aの固体伝播周波数 f_D (Hz)は、 $f_D = 6500 / 60 = 108.33$ (Hz)となる。

[0044] 拡散板16gの質量を m (kg)、板バネ33aの曲げ剛性 K (N/m)を $K = m \times (2\pi f_D)^2$ とすれば、拡散板16gは、共振周波数 f_D に対応する板バネ33aの応答振幅で振動する。

[0045] すなわち、半導体レーザーを冷却する空冷ファンの運動エネルギーを利用して、拡散板を空冷ファンの固体伝播周波数で振動させることができる。さらに、振動による拡散板の変位量は、板バネの共振点における応答振幅と一致する。要するに、拡散板を高い周波数と大きな振幅で振動させることができる。

[0046] 従って、スペックルパターンが効果的に積分され、スペックルノイズが大幅に低減される。しかも、拡散板を振動させるために電力を消費することなく、騒音が増加することもない。加えて、空冷ファンと拡散板とを板バネで接続するだけのシンプルな構成であるため、小型のスペックル低減構造を低コストで実現することができる。これらの効果は、以下の各実施形態にも共通する基本的な効果である。

[0047] 次に、本発明の投写型画像表示装置の第2の実施形態について説明する。図7は、第2の実施形態を示す模式図である。具体的には、図7(a)は模式的斜視図、図7(

b)は模式的上面図、図7(c)は模式的側面図である。

[0048] 図7では、第1の実施形態との相違を強調するために、偏光ビームスプリッタや光変調部(入射側偏光板、液晶パネル、出射側偏光板)およびダイクロイックプリズム等の図示は省略されている。

[0049] 図7に示す投写型画像表示装置29bは、2枚の拡散板(第1の拡散板36a、第2の拡散板37a)を有する。拡散板36aおよび拡散板37aは、各拡散板36a、37aが個別に振動できるように、板バネ33bによって、半導体レーザ30bの冷却用の空冷ファン32bに接続されている。

[0050] 板バネ33bの剛性は、空冷ファン32bの固体伝播周波数において、第1の拡散板36aと第2の拡散板37aとが互いに逆位相で振動するように設計されている。これにより、空冷ファン32bの動作中、空冷ファン32bの固体伝播振動を受けた板バネ33bが共振し、平行に配置された第1の拡散板36aと第2の拡散板37aとが逆方向へ振動する。この結果、2枚の拡散板の相対速度と相対変位(共振振幅)が倍加される。したがって、光損失を抑制するために拡散角の小さな拡散板を用いた場合でも、十分なスペckルパターンの積分効果が得られる。

[0051] 次に、本発明の投写型画像表示装置の第3の実施形態について説明する。図8は、第3の実施形態を示す模式図である。具体的には、図8(a)は模式的斜視図、図8(b)は模式的上面図、図8(c)は模式的側面図である。

[0052] 図8においても、偏光ビームスプリッタや光変調部(入射側偏光板、液晶パネル、出射側偏光板)、ダイクロイックプリズム等の図示は省略されている。

[0053] 図8に示す投写型画像表示装置29cでは、光インテグレータが第1のライトトンネル38と第2のライトトンネル39とに分割されている。また、投写型画像表示装置29cは、2枚の拡散板(第1の拡散板36b、第2の拡散板37b)を有する。第1の拡散板36b、第1のライトトンネル38、第2の拡散板37b、第2のライトトンネル39は、この順で光軸上に配置されている。第1の拡散板36bおよび第2の拡散板37bは、各拡散板36b、37bが個別に振動できるように、板バネ33cによって、半導体レーザ30cの冷却用の空冷ファン32cに接続されている。

[0054] 本実施形態の構造によれば、光変調部(不図示)に入射するレーザ光のビーム径

は2回拡大され、輝度分布は2回均一化される。したがって、輝度ムラが極めて少なく、理想的な断面形状を有する光束が得られる。

[0055] 板バネ33cは、空冷ファン32cの固体伝播周波数において、第1の拡散板36bと第2の拡散板37bとが互いに逆位相で振動するような共振モードを持つように設計されている。したがって、第2の実施形態と同様に、第1の拡散板36bと第2の拡散板37bとの相対速度と相対変位が倍加され、十分なスペックルパターンの積分効果が得られる。

[0056] 第2の実施形態と第3の実施形態における拡散板の振動モードについて、シミュレーションによる固有値解析の結果に基づいて説明する。

[0057] 図9(a)は、第2の実施形態における拡散板36a、37aの解析モデルの斜視図である。図9(b)は、空冷ファン32bの固体伝播周波数における拡散板36a、37aのモードシェイプを示す。

[0058] 図9(a)に示す解析モデルは、第2の実施形態における拡散板36a、37aの駆動部のみを取り出してモデル化したものである。第1の拡散板36aおよび第2の拡散板37aは、板バネ33bを介して空冷ファン32bと接続されている。板バネ33bの固定部34bは完全に固定されていると仮定して計算を行っている。第1の拡散板36aおよび第2の拡散板37aの質量は各1g、板バネ33bは、厚み0.5mmのステンレス鋼製である。

[0059] 上記解析モデルによるシミュレーションでは、空冷ファン32bの固体伝播周波数と一致する108.5kHzにおいて、図9(b)に示すように、第1の拡散板36aと第2の拡散板37aとが互いに逆位相で上下方向(光軸に直交する方向)に振動する振動モードが得られている。

[0060] 図10(a)は、第3の実施形態における拡散板36b、37bの解析モデルの斜視図である。図10(b)は、空冷ファン32cの固体伝播周波数における拡散板36b、37bのモードシェイプを示す。

[0061] 図10(a)に示す解析モデルは、第3の実施形態における拡散板36b、37bの駆動部のみを取り出してモデル化したものである。第1の拡散板36bと第2の拡散板37bとは、板バネ33cを介して空冷ファン32cと接続されている。板バネ33cの固定部34cは完全に固定されていると仮定して計算を行っている。第1の拡散板36bおよび第2の

拡散板37bの質量は各1g、板バネ33cは、厚み0.5mmのステンレス鋼製である。

[0062] 上記解析モデルのシミュレーションでは、空冷ファン32cの固体伝播周波数と一致する108.8kHzにおいて、図10(b)に示すように、第1の拡散板36bと第2の拡散板37bとが互いに逆位相で上下方向(光軸に直交する方向)に振動する振動モードが得られている。

[0063] このように、2枚の拡散板を逆位相で振動させることにより、2枚の拡散板を通過するレーザ光のスペックルパターンが効果的に平均化され、スペックルノイズが大幅に低減される。

[0064] 図示されている板バネの形状は一例に過ぎない。板バネの形状は、所定の周波数(ファンの固体伝播周波数)において所望の振動モードが得られる形状であればよく、特定の形状に限定されるものではない。

[0065] 次に、本発明の投写型画像表示装置の第4の実施形態について説明する。図11は、本実施形態で使用される水冷システムのブロック図である。

[0066] 図11に示す水冷システム40aは、受熱ジャケット41a、ラジエータ42a、循環ポンプ43aおよびリザーブタンク44aを有する。受熱ジャケット41aは、発熱体45と熱的に接続されており、発熱体45が発する熱を吸収する。受熱ジャケット41aに吸収された熱は、受熱ジャケット41a内を流れる冷媒液を介してラジエータ42aへ運ばれる。ラジエータ42aでは、冷媒液と外気との間の熱交換(放熱)によって、冷媒液が冷却される。ラジエータ42aでの冷媒液の冷却には、自然空冷または強制空冷が用いられる。冷却された冷媒液は循環ポンプ43aにより、リザーブタンク44aを経て受熱ジャケット41aに輸送される。リザーブタンク44aは、揮発による冷媒液の減少を補償し、システム内の冷媒液の量を維持する。

[0067] 上記水冷システムは、動作音が静かで、空冷システムよりも冷却性能が高いため、発熱量の多い発熱体に対する静音冷却に適している。そのため、高輝度タイプのプロジェクタにおいて高出力の半導体レーザが使用される場合、その半導体レーザの冷却手段として上記水冷システムが採用される可能性がある。

[0068] 図12は、第4の実施形態の投写型画像表示装置の模式的斜視図である。図12でも、偏光ビームスプリッタや光変調部(入射側偏光板、液晶パネル、出射側偏光板)、

ダイクロイックプリズム等の図示は省略されている。

- [0069] 図12に示す投写型画像表示装置29dでは、第1の拡散板36cと第2の拡散板37cとが、板バネ33dを介して、水冷システム40bの循環ポンプ43bに接続されている。板バネ33dは、循環ポンプ43bの固体伝播周波数において、第1の拡散板36cと第2の拡散板37cとが、互いに逆位相で振動するように設計されている。したがって、半導体レーザ30dの冷却に水冷システム40bを適用した場合においても、上述した第2の実施形態と同様の効果が得られる。
- [0070] 図12中の循環ポンプ43bは、図11中の循環ポンプ43aに相当する。同様に、受熱ジャケット41bは、受熱ジャケット41aに相当する。ラジエータ42bはラジエータ42aに相当する。リザーブタンク44bはリザーブタンク44aに相当する。半導体レーザ30bは発熱体45に相当する。
- [0071] 図12には、第2の実施形態の空冷システムを水冷システムに置換した例を示したが、第1の実施形態や第3の実施形態の空冷システムを水冷システムに置換することも可能である。
- [0072] 低輝度タイプのプロジェクタでは、光源として低出力の半導体レーザが用いられることもある。この場合、半導体レーザ専用の冷却手段(空冷ファン)が用意されないこともあり得る。
- [0073] 上記のような場合には、R/G/Bの各チャンネルに配設された各々の拡散板は、板バネを介して排気ファンに一括接続される。排気ファンとは、排熱のために筐体内の空気を外部に排出するためのファンである。かかる構造では、各々の拡散板が排気ファンの固体伝播周波数で共振する。但し、排気ファンと各チャンネルの拡散板との間の距離はそれぞれ異なる。従って、板バネのうち、排気ファンとRチャンネルの拡散板とを接続する第1の部分と、排気ファンとGチャンネルの拡散板とを接続する第2の部分と、排気ファンとBチャンネルの拡散板とを接続する第3の部分の長さはそれぞれ異なる。よって、板バネは、第1～第3の部分が共通の共振周波数を持つように設計する必要がある。
- [0074] あるいは、白色光のスペckルコントラスト(後述)にもっとも影響を与えるGチャンネルの拡散板のみを排気ファンに接続して振動させる。低輝度タイプのプロジェクタの場

合、緑色のレーザ光のスペックルノイズのみを除去したとしても、それなりの視覚効果が得られる。

[0075] 最後に、本発明によるスペックル低減効果について、実測結果に基づいて説明する。一般に、スペックルノイズの強弱を定量的に評価するための指標として、スペックルコントラストが知られている。スペックルコントラスト(η)は、次式で示すように、スペックルパターン強度の標準偏差(σ_I)とスペックルパターンの平均強度(I_{AVE})との比で表される。

$$\eta = \sigma_I / I_{AVE}$$

したがって、Nをデータ数(スペックル画像のピクセル数)、I(n)をn番目のデータ(ピクセル)の輝度とすると、スペックルパターン強度の標準偏差(σ_I)と、平均強度(I_{AVE})は次式のようにになる。

[0076] [数1]

$$\sigma_I = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N |I_{AVE} - I(n)|^2}{N}}$$

$$I_{AVE} = \frac{\sum_{n=1}^N I(n)}{N}$$

第2の実施形態における空冷ファンを停止させた状態のスペックル画像(第1のスペックル画像)と、空冷ファンを作動させた状態のスペックル画像(第2のスペックル画像)とを撮影し、それぞれのスペックル画像の輝度ヒストグラムを求めた。ここで、スペックル画像とは、図7に示すライトトンネルの出射口の前に配置されたスクリーンに表示された画像(面光源像)である。

[0077] 第1のスペックル画像中には斑点状の明暗模様(スペックルパターン)が顕在化していた。その結果、輝度ヒストグラムの標準偏差(σ_I)は大きくなり、スペックルコントラスト(η)も大きな値($\eta = 11.8\%$)を示した。

[0078] 一方、第2のスペックル画像中では、第1のスペックル画像に比べて、スペックルパターンがかなり低減されていた。その結果、輝度ヒストグラムの標準偏差(σ_I)は小さくなり、スペックルコントラスト(η)も小さな値($\eta = 4.9\%$)を示した。換言すれば、スぺ

クルコントラストが58%以上低減されていた。

[0079] このように、本発明によれば、十分なスペックル低減効果が得られるスペックル低減構造が低コストで実現される。さらに、本発明によるスペックル低減構造は、小型、低騒音、低消費電力である。

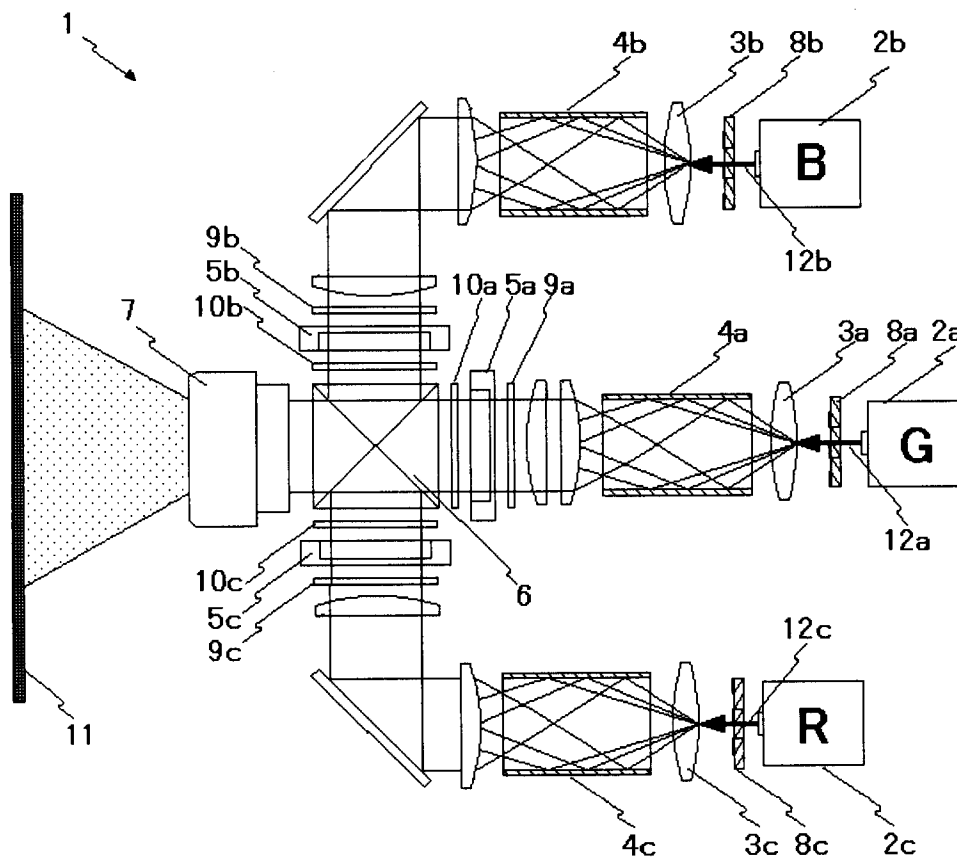
請求の範囲

- [1] 画像を拡大表示する投写型表示装置であつて、
筐体と、
レーザ光源と、
動作中に振動を生じる部品を含む冷却機構と、
前記レーザ光源から出射された光を拡散させる拡散板と、
前記拡散板により拡散された光を均一な輝度分布と矩形の断面を有する光に整形する光学系と、
前記光学系により整形された光を変調する光変調素子と、を有し、
前記冷却機構に含まれる前記部品と前記拡散板とが振動伝達部材を介して接続されている、投写型画像表示装置。
- [2] 前記冷却機構に含まれる前記部品の固体伝播周波数と、前記振動伝達部材の固有振動数とが一致している、請求の範囲1記載の投写型画像表示装置。
- [3] 前記拡散板を複数有し、それら拡散板の各々が前記振動伝達部材を介して前記冷却機構に含まれる前記部品に接続されている、請求の範囲1記載の投写型画像表示装置。
- [4] 前記冷却機構に含まれる前記部品の固体伝播周波数と、前記振動伝達部材の固有振動数とが一致している、請求の範囲3記載の投写型画像表示装置。
- [5] 前記光学系が複数の光学素子を有し、それら複数の光学素子と前記複数の拡散板とが交互に配置されている、請求の範囲3または4記載の投写型画像表示装置。
- [6] 前記冷却機構に含まれる前記部品の固体伝播周波数における前記振動伝達部材の振動モードが、前記複数の拡散板を互いに逆位相で振動させるモードシェイプを有する、請求の範囲第3乃至5のいずれかに記載の投写型画像表示装置。
- [7] 前記振動伝達部材が板バネである、請求の範囲1乃至6のいずれかに記載の投写型画像表示装置。
- [8] 前記冷却機構に含まれる前記部品が、前記レーザ光源に冷却風を供給するファンである、請求の範囲1乃至7のいずれかに記載の投写型画像表示装置。
- [9] 前記冷却機構に含まれる前記部品が、前記筐体内の空気を外部に排気するファン

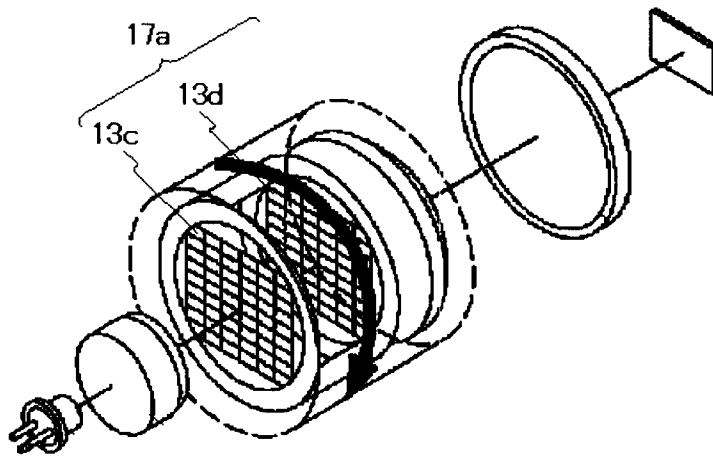
である、請求の範囲1乃至7のいずれかに記載の投写型画像表示装置。

- [10] 前記冷却機構に含まれる前記部品が、冷媒液を循環させるためのポンプである、請求の範囲1乃至7のいずれかに記載の投写型画像表示装置。

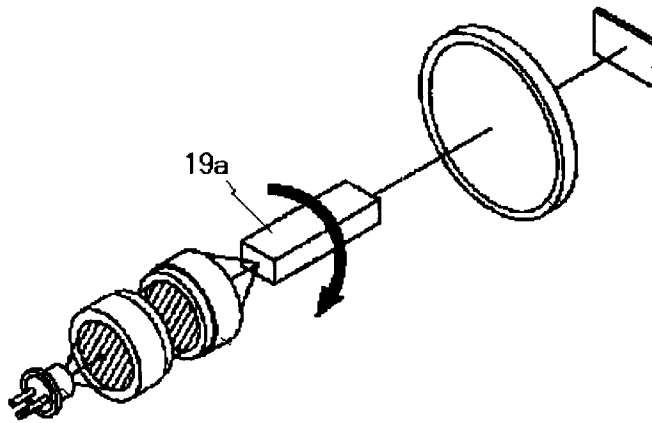
[図1]



[[図2]]

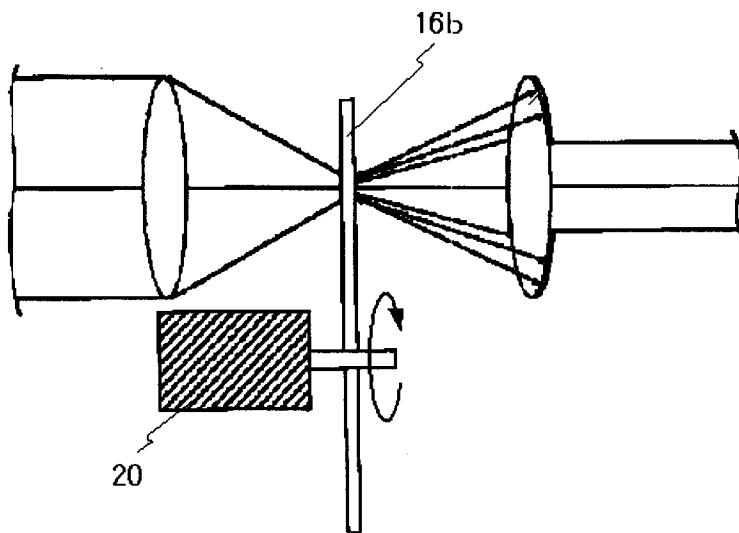


(a)

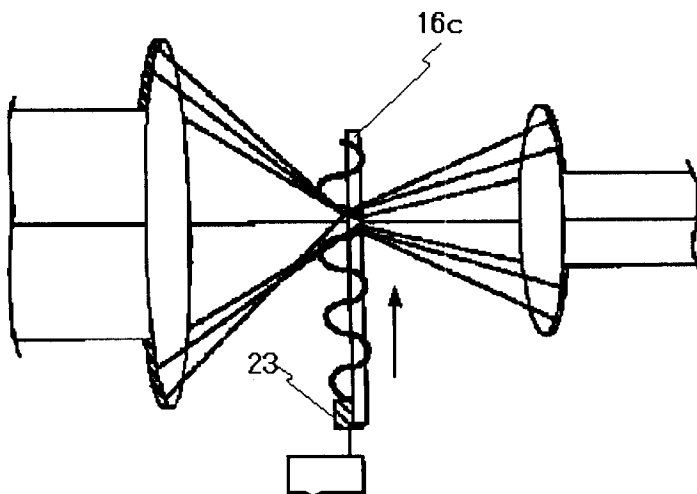


(b)

[図3]

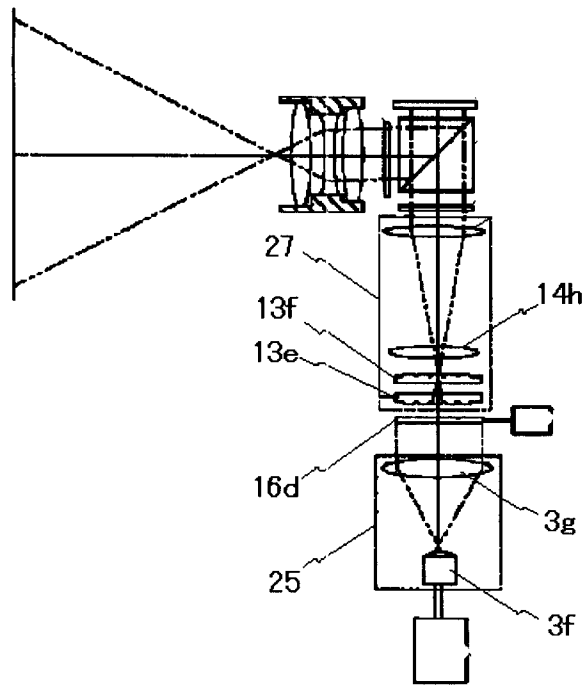


(a)

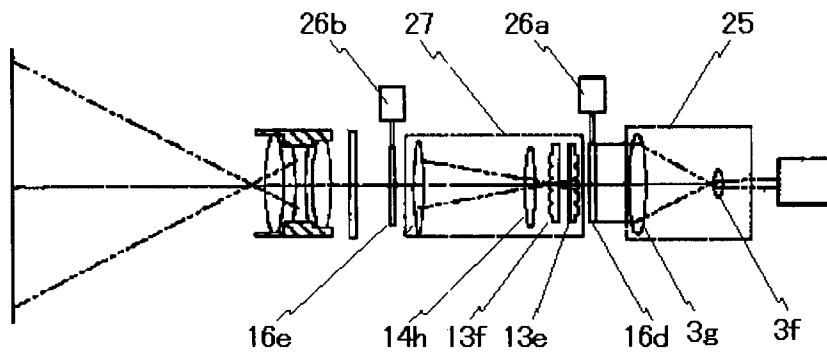


(b)

[図4]

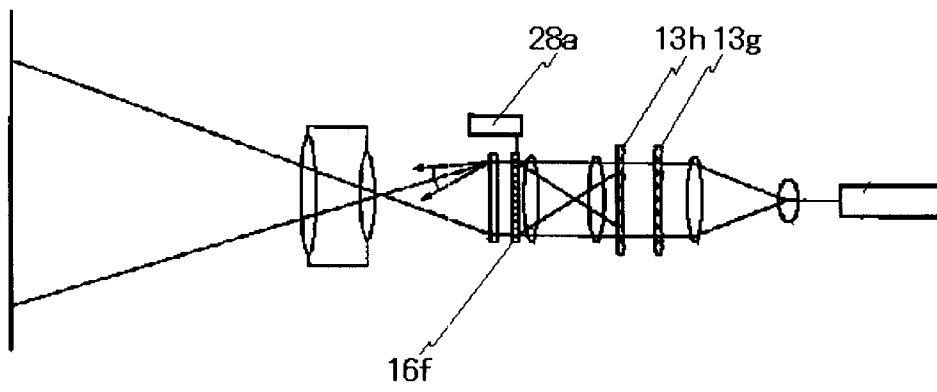


(a)

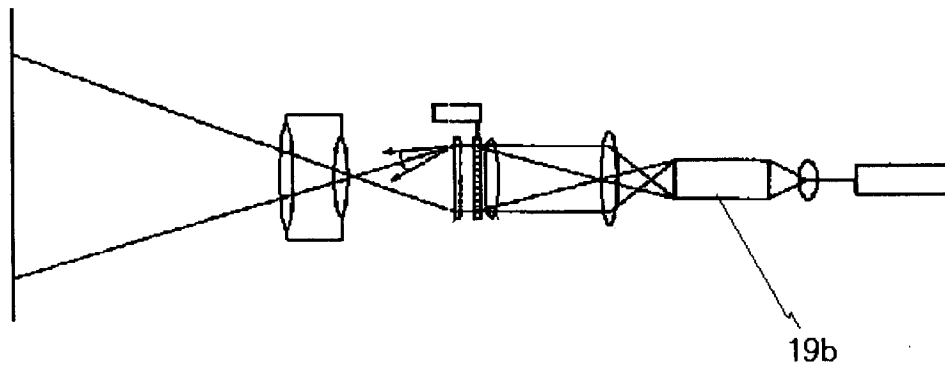


(b)

[図5]

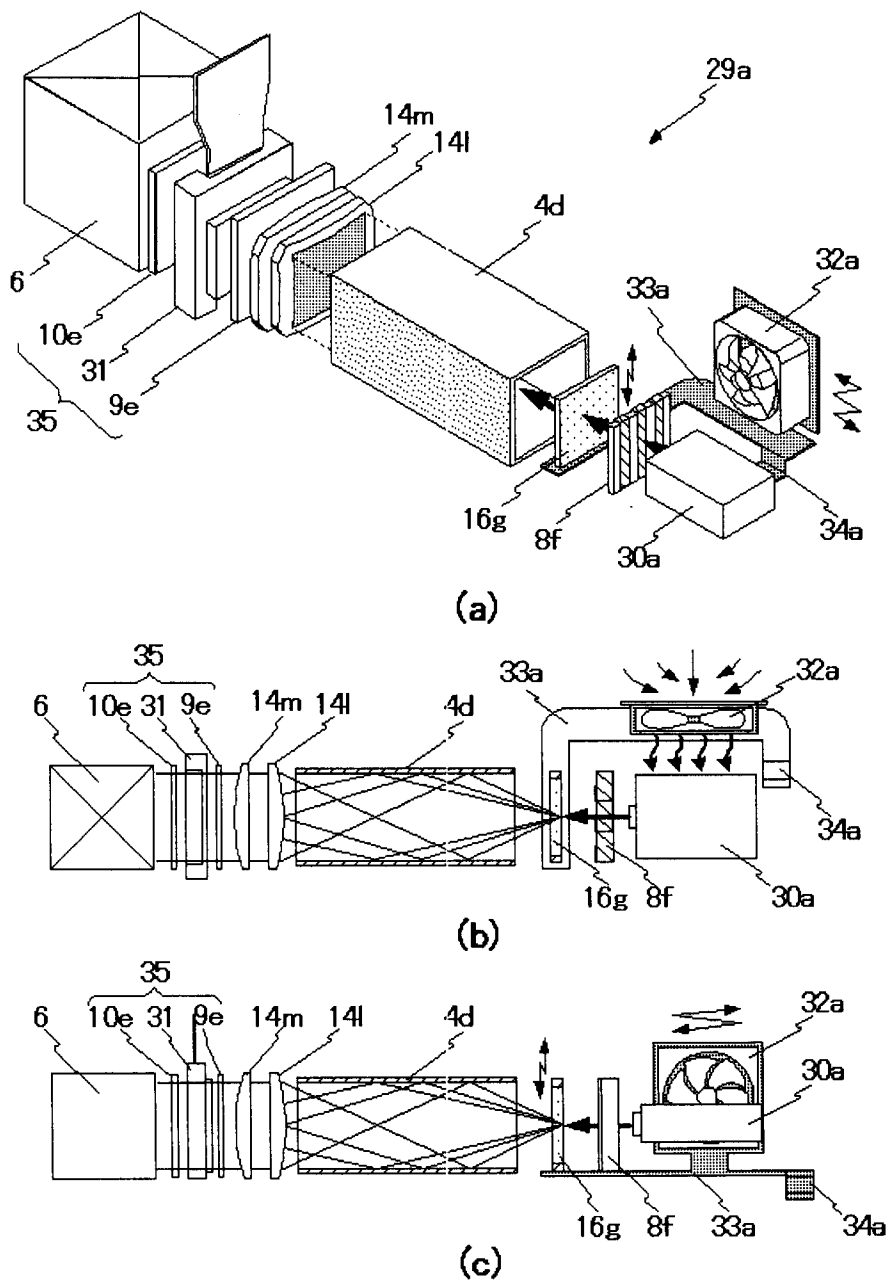


(a)

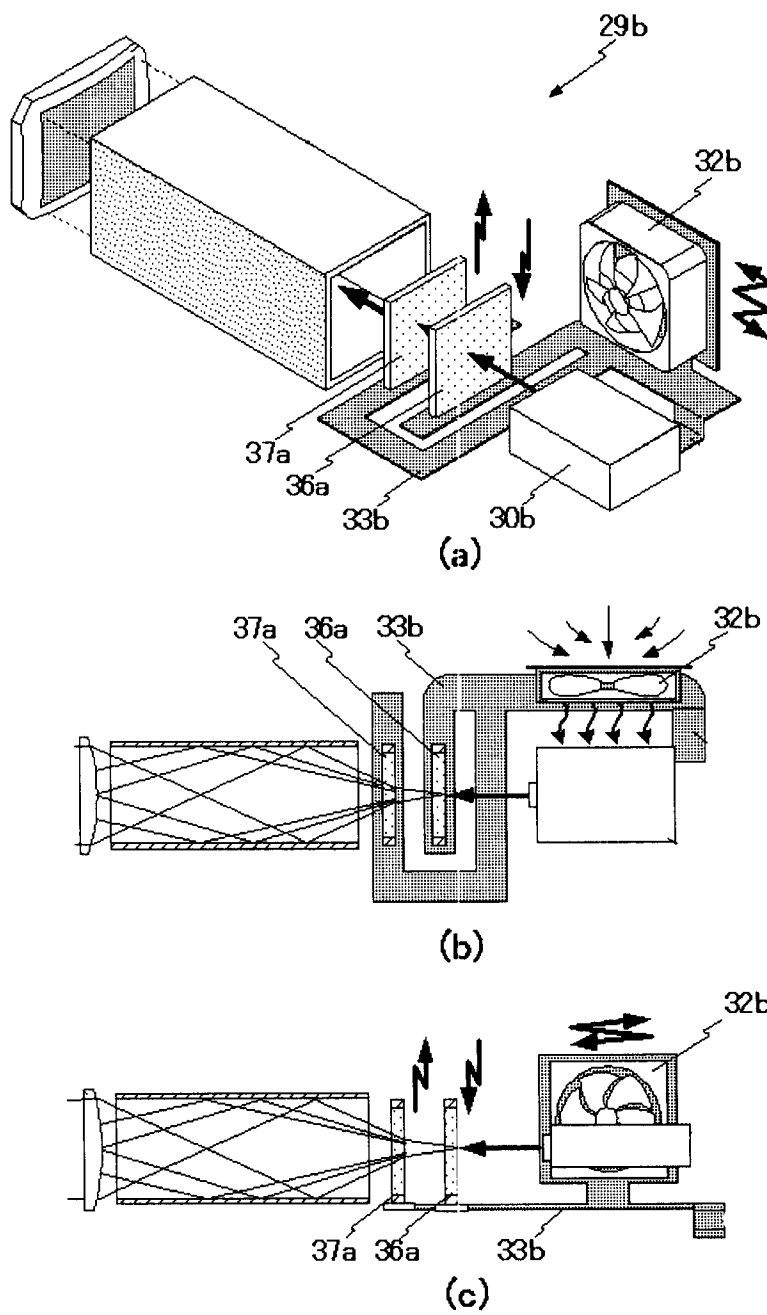


(b)

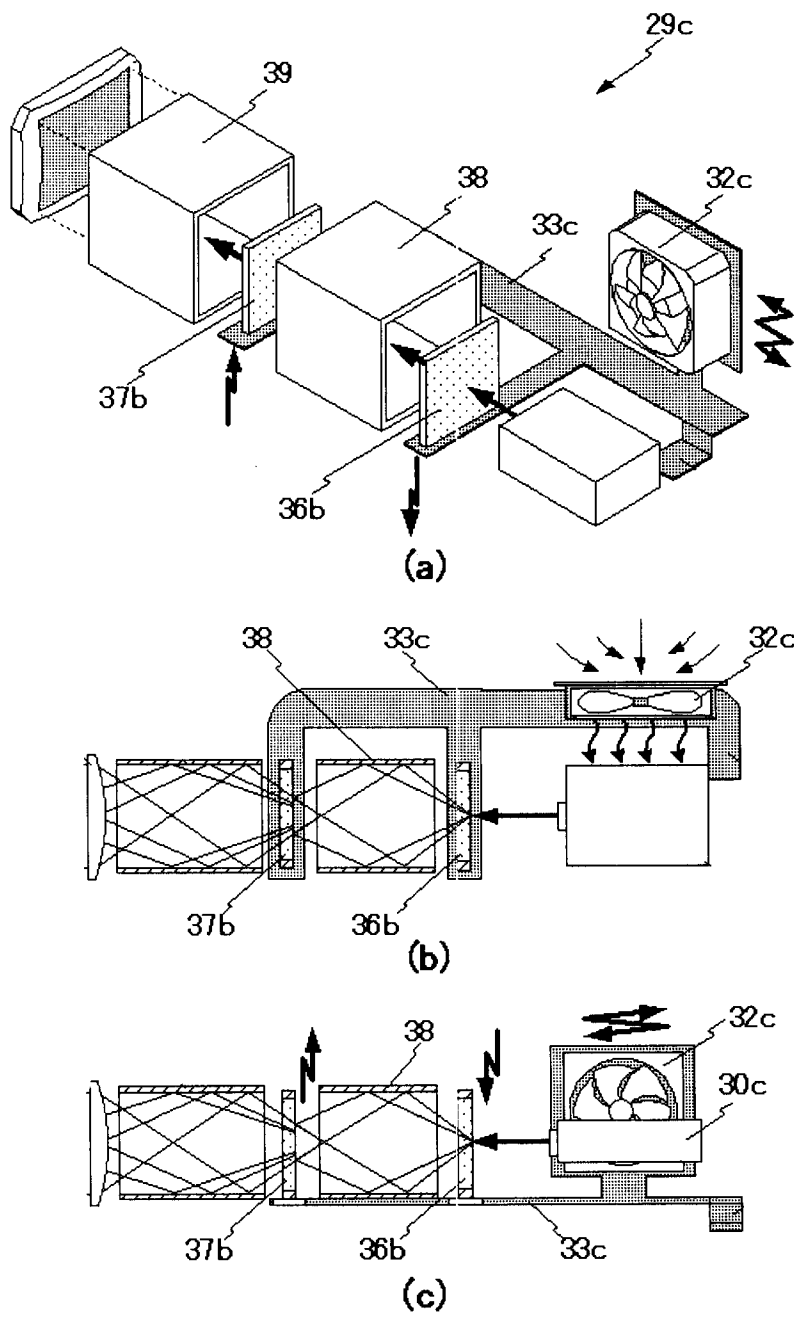
[図6]



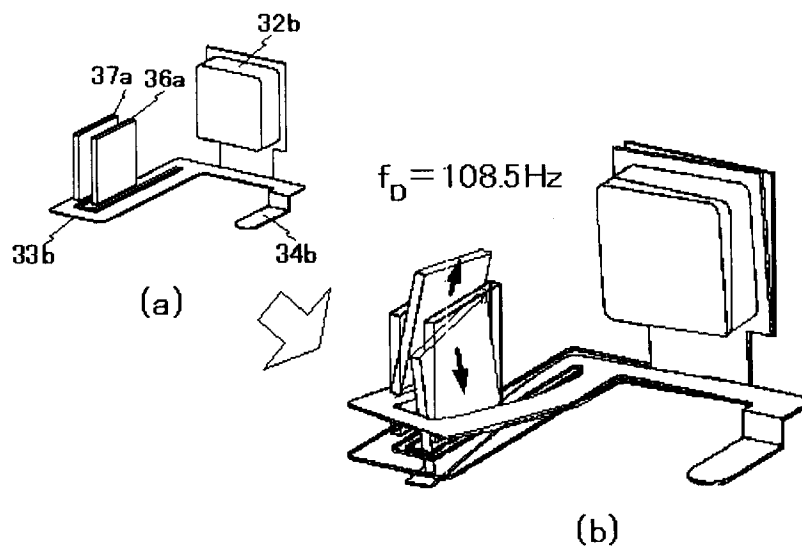
[図7]



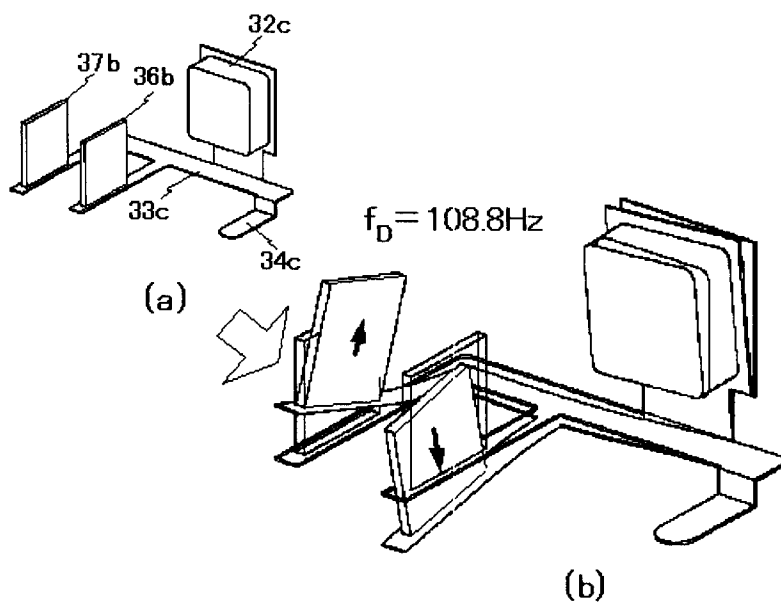
[図8]



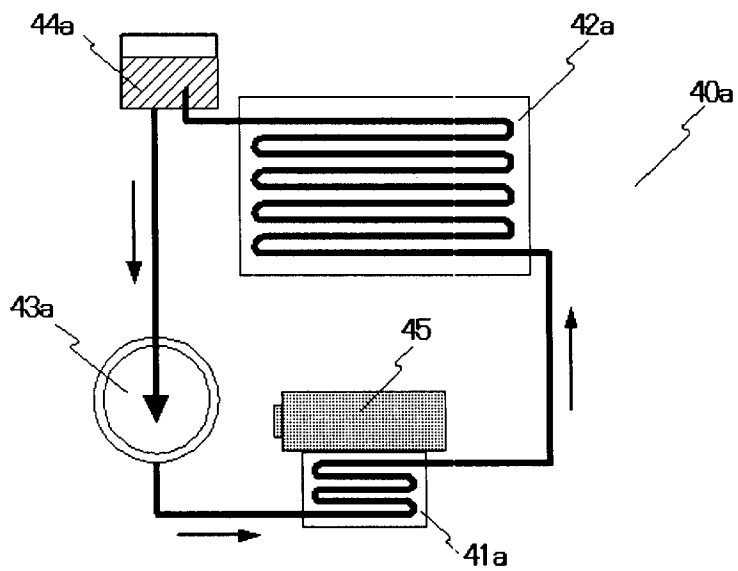
[図9]



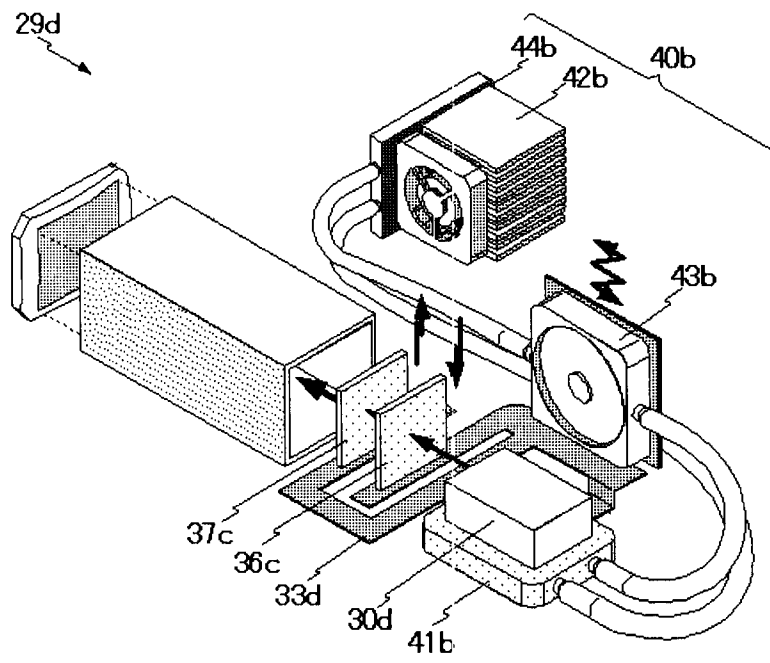
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/056147

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/13 (2006.01) i, G03B21/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02F1/13, G03B21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-98476 A (Eastman Kodak Co.), 03 April, 2003 (03.04.03), Full text; Figs. 1 to 6 & US 2003/0039036 A1 & EP 1292134 A2	1-10
A	WO 2005/008330 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 January, 2005 (27.01.05), Full text; Figs. 1 to 7 & US 2006/0227293 A1 & EP 1655636 A1	1-10
A	WO 2006/095855 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 September, 2006 (14.09.06), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 April, 2008 (15.04.08)

Date of mailing of the international search report
01 May, 2008 (01.05.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02F1/13(2006.01)i, G03B21/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02F1/13, G03B21/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-98476 A (イーストマン コダック カンパニー) 2003.04.03, 全文, 第 1-6 図 & US 2003/0039036 A1 & EP 1292134 A2	1-10
A	WO 2005/008330 A1 (松下電器産業株式会社) 2005.01.27, 全文, 第 1-7 図 & US 2006/0227293 A1 & EP 1655636 A1	1-10
A	WO 2006/095855 A1 (松下電器産業株式会社) 2006.09.14, 全文, 第 1-7 図 (ファミリーなし)	1-10

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 5 . 0 4 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 5 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 俊光

2 L

9 1 1 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5