

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4826956号
(P4826956)

(45) 発行日 平成23年11月30日(2011.11.30)

(24) 登録日 平成23年9月22日(2011.9.22)

(51) Int. Cl. F I
GO3B 21/16 (2006.01) GO3B 21/16
GO2F 1/13 (2006.01) GO2F 1/13 505
GO3B 21/00 (2006.01) GO3B 21/00 E

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2007-137858 (P2007-137858)	(73) 特許権者	300016765
(22) 出願日	平成19年5月24日 (2007.5.24)		NECディスプレイソリューションズ株式
(65) 公開番号	特開2008-292743 (P2008-292743A)		会社
(43) 公開日	平成20年12月4日 (2008.12.4)		東京都港区芝浦四丁目13番23号
審査請求日	平成20年6月11日 (2008.6.11)	(74) 代理人	100123788
			弁理士 宮崎 昭夫
		(74) 代理人	100106138
			弁理士 石橋 政幸
		(74) 代理人	100127454
			弁理士 緒方 雅昭
		(72) 発明者	宇都宮 基恭
			東京都港区芝浦四丁目13番23号 NEC
			Cディスプレイソリューションズ株式会社
			内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷却装置、冷却装置を備えた電子機器及び投写型表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子機器内の発熱部を空冷する冷却装置であって、
 冷却風を発生させるファンと、前記ファンが発生させた冷却風を前記発熱部に導くダクトと、前記ダクトによって導かれる冷却風に脈動成分を付与して脈動噴流とする手段とを有し、

冷却風に脈動成分を付与する前記手段の前記ダクトに対する位置が不変であることを特徴とする冷却装置。

【請求項2】

冷却風に脈動成分を付与する前記手段が、前記冷却風を共振させる共鳴ノズルであって

10

、
 前記共鳴ノズルは、前記ダクト内に対向配置された第1のオリフィスプレート及び第2のオリフィスプレートと、それらプレート間に形成された共鳴室と、から構成されていることを特徴とする請求項1記載の冷却装置。

【請求項3】

前記共鳴ノズルが、前記ダクトの吐出口に設けられていることを特徴とする請求項2に記載の冷却装置。

【請求項4】

冷却風に脈動成分を付与する前記手段が、冷却風の流路上に設けられた断面形状楔形のブロックであって、

20

前記ブロックは、その頂点の少なくとも一つが冷却風の上流側を向くように前記流路上に配置され、該ブロックに当たった冷却風にエッジトーン現象を発生させて、冷却風に脈動成分を付与することを特徴とする請求項 1 に記載の冷却装置。

【請求項 5】

前記ブロックが、前記ダクト内に設けられていることを特徴とする請求項 4 に記載の冷却装置。

【請求項 6】

前記ブロックが、前記発熱部を挟んで、前記ダクトの吐出口と反対側に配置されることを特徴とする請求項 4 に記載の冷却装置。

【請求項 7】

冷却風に脈動成分を付与する前記手段が複数の前記発熱部ごとに設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の冷却装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の冷却装置を備えた電子機器。

【請求項 9】

入射側偏光板、液晶パネル及び出射側偏光板から構成される液晶ユニットによって形成された画像を拡大投写する投写型表示装置であって、

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の冷却装置を備え、該冷却装置によって前記液晶ユニットが冷却されることを特徴とする投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子機器内にある発熱部の冷却に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から電子機器の発熱部を冷却するための手段が多数開発され、そのうちのいくつかは実用化されている。それら冷却手段の一つである空冷方式の冷却手段は、簡易かつ安価な冷却手段として、多くの電子機器に採用されている。例えば、業務用および一般家庭用に広く普及している投写型表示装置（プロジェクタ）においても、空冷方式、特に強制空冷方式の冷却手段が採用されている。

【0003】

投写型表示装置は、画像表示素子上に生成された画像をスクリーンに拡大投影する表示装置である。かかる投写型表示装置のうち、画像表示素子に液晶パネルを用いた液晶プロジェクタ装置は、次のような構成と動作によってスクリーン上に画像を拡大投影する。

【0004】

液晶プロジェクタ装置は、光源を備えている。該光源から発せられた白色光は、リフレクタで反射され、PBS（Polarization Beam Splitter：偏光ビームスプリッタ）により偏光変換された後に、R/G/Bの各色光に分離される。分離された各色光は、各色ごとに用意された液晶パネルに導かれ、対応する液晶パネルに入射する。液晶パネルに入射した各色光は、液晶パネルによってビデオ信号に従った光変調を受ける。光変調された各色光は、色合成プリズムにより合成され、投写光学系を介してスクリーン上に投写される。

【0005】

ここで、TN（Twisted Nematic）モードで動作する液晶パネルは、特定の直線偏光成分しか扱えない。そこで、各液晶パネルの入射側には偏光板が配置され、液晶パネルに入射する色光の偏光方向が所定方向に統一される（ここでは、S偏光に統一されるものとする。）。さらに、液晶パネルの出射側にも偏光板が配置され、液晶パネルで光変調を受けた光のS偏光成分が該偏光板によってカットされ、P偏光成分のみが抽出される。ここで、液晶パネル及びその前後に配置される偏光板は、一体化されてユニット（液晶ユニット）を形成しているのが通常である。また、以下の説明では、液晶パネルの入射側に配置された偏光板を「入射側偏光板」、出射側に配置された偏光板を「出射側偏光板」と呼ぶ場

10

20

30

40

50

合がある。

【 0 0 0 6 】

このように、液晶パネルの前後に、光軸に沿って配置される入射側偏光板及び出射側偏光板は、各々1軸方向の偏光光のみを通過させ、他の偏光光を遮蔽する。入射側偏光板及び出射側偏光板によって遮蔽された光は熱に変換される。すなわち、入射側偏光板及び出射側偏光板は発熱する。また、液晶パネルにおいても、各画素境界にあるブラックマトリクスによって入射光の一部が遮蔽され、遮蔽された光は熱に変換される。従って、液晶パネルも入射側偏光板及び出射側偏光板と同様に発熱する。換言すれば、液晶ユニットは、プロジェクタという電子機器内の発熱部である。

【 0 0 0 7 】

一方で、液晶パネルや偏光板には有機材料が用いられることが多い。従って、長時間にわたって波長の短い光が照射されたり、高温に曝されたりすると、液晶パネルの配向膜がダメージを受けたり、偏光板の偏光選択特性が低下したりするなど、その機能が著しく損なわれてしまう。そこで、液晶プロジェクタには、液晶ユニットを冷却するための冷却手段が設けられている。以下、液晶プロジェクタに設けられている冷却手段について詳しく説明する。

【 0 0 0 8 】

図20(a)は、一般的な液晶プロジェクタ1の外観斜視図であり、(b)は内部構造を示す斜視図である。また、図21は、図20(b)に示す内部構造を模式的に示した平面図である。

【 0 0 0 9 】

図21に示すように、液晶プロジェクタ1の筐体内には、液晶ユニット2を強制空冷するための冷却ファン3と空冷ダクト4とが設けられている。また、光源5を強制冷却するための冷却ファン7が設けられている。さらに、筐体内の空気を強制的に排気して電源ユニット6等を冷却するための排気ファン8も設けられている。

【 0 0 1 0 】

図22を参照して、冷却ファン3及び空冷ダクト4による液晶ユニット2の冷却方法について具体的に説明する。図22(a)は、冷却ファン3及び空冷ダクト4の分解斜視図、同図(b)は冷却風の流れを示す模式図である。

【 0 0 1 1 】

図22(a)(b)に示すように、入射側偏光板11、液晶パネル12及び出射側偏光板13から構成される液晶ユニット2は、R/G/Bの色光ごとに設けられており、それら液晶ユニット群の下方に、空冷ダクト4の吐出口16が配置されている。

【 0 0 1 2 】

主に図22(b)に示すように、冷却ファン3によって生み出されたファン送風(冷却風)15は、空冷ダクト4を通過して該空冷ダクト4の吐出口16から吹き出す。吐出口16から吹き出した冷却風15は、各液晶ユニット2の下方から各液晶ユニット2に供給される。各液晶ユニット2に供給された冷却風15は、各ユニット2の入射側偏光板11、液晶パネル12及び出射側偏光板13の間の空間を通過して上方に抜ける。

【 0 0 1 3 】

ここで、近年のプロジェクタの利用形態の多様化に応じて、小型化・高輝度化の要求が高まっている。このような要求に応えるために、ランプ出力の向上と表示デバイス(液晶ユニット)の小型化が進められている。その結果、液晶ユニットへ入射する光の光束密度が増大し、液晶ユニットを構成する液晶パネル、入射側偏光板及び出射側偏光板の熱負荷は上昇の一途をたどっている。

【 0 0 1 4 】

一方で、環境負荷の低減とランニングコストの削減を目的に、プロジェクタの長寿命化の要求も次第に高まりつつある。ランプ交換部品を除けば、液晶プロジェクタの寿命は、主に液晶ユニットの寿命に依存する。液晶ユニットの冷却手段の冷却能力を高めて液晶ユニットの寿命を延ばすことができれば、液晶プロジェクタ自体の寿命を延ばすことができ

10

20

30

40

50

る。

【0015】

一般に、液晶ユニットの冷却手段として空冷方式を採用する場合、その冷却能力を高めるためには、冷却ファンの送風量を増加させて、冷却風の風速を上げる必要がある。しかしながら、冷却ファンの回転数を上昇させて送風量を増加させると、冷却ファンの動作騒音も増加する。また、冷却ファンを大径化して送風量を増加させると、装置が大型化してしまう。

【0016】

また、冷却風が冷却対象に沿って平行に流れる場合（層流）、平均熱伝達率は風速の平方根に比例し、冷却対象の温度上昇は風速の平方根に反比例する。従って、冷却対象の温度がある程度まで低下すると、風速増加に対する冷却対象の温度低下の感度が鈍くなる。

10

【0017】

図23に、0.8"サイズの液晶パネル（5000lm-25 環境）の動作温度の風速依存曲線の一例を示す。図23より、液晶パネル動作温度を70 から60 まで下げる場合には、冷却風の風速を4.5m/sから8m/sへ増速させるだけでよいが、60 から50 まで下げる場合には、冷却風の風速を8m/sから18m/sまで増速させなければならないことがわかる。

【0018】

従って、液晶ユニットの長寿命化を図るために、液晶ユニットの動作温度（特に液晶パネルの動作温度）のさらなる低減を目指す場合、冷却風の風速を極めて高速化しなければならない。しかし、冷却風の風速を高速化すると、冷却ファンの動作騒音の増大や装置の大型化を招く虞があることは上述のとおりである。さらには、冷却ファンの動作騒音の増大や装置の大型化を許容したとしても、冷却能力の向上には限界（空冷限界）がある。

20

【0019】

これまでは、プロジェクタ、特に液晶プロジェクタを例にとって電子機器の冷却に関して説明してきた。しかし、プロジェクタ以外にも発熱部を持った電子機器は多数存在しており、当該電子機器の性能向上や使用態様の多様化に伴って効率的な冷却手段が求められている。例えば、近年のパーソナルコンピュータは高性能な中央演算処理装置を内蔵しており、その中央演算処理装置は、その動作中に熱を発する。一方、中央演算処理装置の安定した動作を確保するためには、該処理装置を冷却して動作温度を所定範囲内に維持する必要がある。

30

【0020】

以上のような状況の下、電子機器を高効率で冷却するための手段の開発が急務となっている。そこで、特許文献1には、発熱デバイスの発熱面に冷却流体を供給する手段を振動させることによって、冷却流体の噴流を上記発熱面に供給する冷却装置が記載されている。

【0021】

また、特許文献2には、液晶ユニットを構成するパネル間の隙間に乱流発生手段を設け、該隙間を流れる冷却風に乱流を発生させて冷却効率の向上を図ることが記載されている。

【0022】

また、特許文献3には、電子機器を冷却するための冷却風の発生源として、容積変化型のポンプが示されている。さらに、同文献3には、容積変化型ポンプの駆動周波数を最適化することによって放熱効率を向上させることが指摘されている。

40

【特許文献1】特開2000-252669号公報

【特許文献2】特開2001-125057号公報

【特許文献3】特開2006-299962号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

冷却流体の供給手段を振動させて冷却風を噴流とするためには、供給手段を振動させる

50

駆動機構が必要となる。しかし、新たな駆動機構を追加すれば、装置の大型化や高コスト化を招く。また、メカニカルな駆動機構を追加することによって、装置全体の信頼性が低下する虞もある。

【 0 0 2 4 】

液晶ユニットを構成するパネル間の隙間に乱流発生手段を設けると、通風抵抗が増加し、冷却効率が低下する虞がある。理論的には、乱流発生手段の大きさ、形状、配置などを最適化することによって、上記冷却効率の低下を回避できる可能性はある。しかし、上記のような最適設計は実際には非常に困難であり、非現実的である。

【 0 0 2 5 】

冷却風の発生源としての容積変化型ポンプは、ファンに比べて静圧が大きいというメリットがある一方で、送風量が少なく、騒音が大きいというデメリットがある。また、多くの電子機器では、冷却風の発生源として従来からファンが多用されている。よって、冷却風の発生源をファンからポンプに変更するには、抜本的な設計変更が必要になる場合が多いと予想される。

【 0 0 2 6 】

電子機器の冷却に空冷方式を採用する場合、冷却能力や冷却効率以外の重要な課題の1つに塵埃の問題がある。具体的には、冷却対象に吹き付けられる冷却風に塵埃が混入していると、その塵埃が冷却対象の表面に付着する。電気機器が液晶プロジェクタである場合を例によって具体的に説明すれば、次のとおりである。冷却風に塵埃が混入していると、混入した塵埃が液晶パネルの表面に付着する。特に、図24に示すように、液晶パネル12の表面17のうち、光透過領域18に塵埃が付着すると、塵埃の影がスクリーン上に結象されてしまい画像品質を著しく劣化させる虞がある。

【 0 0 2 7 】

そこで、通常の液晶プロジェクタでは、液晶ユニットの冷却に用いる冷却ファンの吸気部に、空冷ダクト内へ塵埃の混入を回避するための防塵フィルタが設置されている。しかしながら、筐体の他の通気口や隙間などから塵埃が空冷ダクト内に侵入する場合も多々あり、使用環境によっては防塵が不十分なケースも予想される。

【 0 0 2 8 】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的の一つは、冷却風の発生源として汎用のファンを用いつつ、冷却効率のさらなる向上を図ることである。目的の他の一つは、冷却対象の表面に付着した塵埃を冷却風によって効果的に除去することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 9 】

上記目的を達成する本発明は、冷却対象に対して脈動成分が付与された冷却風を供給することを課題解決手段の基本原則とするものである。空気噴流（冷却送風）に脈動成分を与えた脈動噴流により生成される周期的な流れが流体中を通過すると、その周囲流体に高周波の小スケールの乱れ（乱流渦）が誘起されるため、脈動周波数や振幅によって独特の熱伝達特性を示し、広い領域で熱伝達効率が増進する。また、脈動成分が付与された、すなわち、周期的な速度変動と圧力変動とが与えられた冷却風を冷却対象に供給することで、冷却対象の表面に付着した塵埃が効果的に除去される。

【 0 0 3 0 】

そこで、本発明の冷却装置は、電子機器内の発熱部を空冷する冷却装置であって、冷却風を発生させるファンと、前記ファンが発生させた前記冷却風に脈動成分を付与する手段とを有する。

【発明の効果】

【 0 0 3 1 】

本発明によれば、電子機器内の発熱部に脈動噴流化された冷却風が供給されるので、熱伝達効率が向上し、冷却効果が高まる。また、冷却風を脈動噴流化するために、メカニカルな可動部や摺動部を必要としないので、信頼性の高い安価な冷却装置を提供することができる。さらに、脈動噴流化された冷却風が発熱部に供給される結果、冷却風によって、

10

20

30

40

50

発熱部に付着している塵埃を除去することもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

(実施形態1)

次に本発明の冷却装置の実施形態の一例について説明する。本実施形態の冷却装置は、冷却風を発生させるファンと、ファンによって生み出された冷却風を電子機器内の発熱部またはその近傍に導くダクトとを少なくとも有する。そして、上記ダクトに、該ダクト内を通過する冷却風(以下「ファン送風」と呼ぶ場合もある。)に脈動を与えて脈動噴流(Pulsed Jet flow)とする手段が設けられていることを特徴とする。

【0033】

本実施形態では、ファン送風に脈動成分を付与する第1の手段として、ダクトの出口に共鳴ノズルが設けられている。共鳴ノズルは、特定の周波数でファン送風を共振させることにより、攪乱成分が増幅した共鳴噴流を生成する。図1、図2を参照して上記共鳴ノズルについて詳細に説明する。

【0034】

図1は、共鳴ノズル19aの構成を示す模式図であり、(a)は断面図、(b)は斜視断面図である。また、図2は、共鳴ノズル19aの作用を示す模式図であり、(a)は比較のために用意した通常のノズルの断面図、(b)は共鳴ノズル19aの断面図である。

【0035】

共鳴ノズル19aは、ダクト31aの出口内部に設けられた第1のオリフィスプレート20aと、第1のオリフィスプレート20aよりも下流側に設けられた第2のオリフィスプレート21aと、対向する2枚のオリフィスプレート20a、21aの間に設けられた共鳴室(空洞容積)22aとから構成されている。尚、共鳴室22aの直径及び高さ(2枚のオリフィスプレート20a、21aの間隔)は、共鳴室22aの容積が所定容積となるように設定されている。

【0036】

共鳴ノズル19aにファン送風15を流入させると、図2(b)に示すように、風速や第1のオリフィスプレート20aおよび第2のオリフィスプレート21aの開口径、あるいは共鳴室22aの空洞容積により規定される周波数で送風が共振(共鳴)し、第2のオリフィスプレート21aの下流側で、攪乱成分が増幅された間欠的な共鳴噴流23a(resonance jet flow)が生成される。このような脈動噴流(=共鳴噴流23a)は、周囲流体との混合・拡散特性を改善・促進するため、熱伝達効率を改善する。

(実施形態2)

以下、本発明の冷却装置の実施形態の他例について説明する。本実施形態の冷却装置も、冷却風を発生させるファンと、ファンによって生み出された冷却風を電子機器内の発熱部またはその近傍に導くダクトとを少なくとも有する。そして、上記ダクトに、該ダクト内を通過する冷却風(ファン送風)に脈動成分を付与して脈動噴流とする手段が設けられていることを特徴とする。

【0037】

本実施形態では、ファン送風に脈動成分を付与する第2の手段として、ファン送風を自励振動させる流体素子振動器がダクトに設けられている。図3、図4を参照して上記流体素子振動器について詳細に説明する。

【0038】

図3は、流体素子振動器24aの構成を示す模式図であり、(a)は斜視断面図、(b)は横断面図である。また図4は、流体素子振動器24aの作用を示す模式的断面図である。

【0039】

流体素子振動器24aは、ファン送風15の下流側に向けて次第に開口径が縮小するダクトの出口部と、該出口部に連設され、下流側に向けて次第に開口径が拡大するノズル部と、出口部とノズル部との連設部分を取り囲むように形成された矩形のダクトとによって

10

20

30

40

50

構成されている。以下の説明では、上記出口部を「ダクト排気口25a」、ノズル部を「吐出ノズル27a」、矩形のダクトを「連結ダクト26a」と呼ぶ。

【0040】

ダクト排気口25aは、ダクト31bの一部であって、下流側に向けて次第に開口径が縮小するように、少なくとも対向する2つの内壁が下流側に向けて次第に近接するように傾斜している。吐出ノズル27aは、下流側に向けて次第に開口径が拡大するように、少なくとも対向する2つの内壁が下流側に向けて次第に離間するように傾斜している。吐出ノズル27aは、ダクト31bの一部であっても、ダクト31bと別部材であってもよい。連結ダクト26aと、ダクト排気口25a及び吐出ノズル27aとの間には、2つの制御口28a、28bが用意されている。連結ダクト26aは、制御口28a、28bを介してダクト排気口25a及び吐出ノズル27aと連通している。

10

【0041】

このとき、後述する流体自励振動が発生するためには、図3(b)に示すダクト排気口25aの射出開口幅aと、吐出ノズル27aの喉部開口幅bとの寸法比が $b > 3a$ となることが条件となる。

【0042】

次に図4を参照して、流体素子振動器24aの作用(流体自励振動の発生メカニズム)について説明する。

(1)ダクト排気口25aから流出した噴流(ファン送風15)は、コアンダ効果によって、吐出ノズル27aの傾斜した内壁の一方に沿って屈曲する(図4(a))。ここで、コアンダ効果とは、流れの中に物体を置くと、流体と物体の壁面との間の圧力が低下し、流体が壁面に吸い寄せられ、その物体に沿って流れの向きが変わる流体の性質をいう。

20

(2)このときファン送風15が屈曲した側に、エントレインメント(巻き込み)が発生し、ファン送風15の屈曲起点(制御口28a)に近い連結ダクト26aの左半分の圧力が低下する(図4(b))。以下の説明では、図4に示す連結ダクト26aの左半分を「左側領域A」、右半分を「右側領域B」と呼ぶ。

(3)連結ダクト26aの左右で圧力差が発生すると、連結ダクト26a内の空気は、正圧側(右側領域B)から負圧側(左側領域A)へ流れ込む(図4(c))。

(4)空気が右側領域Bから左側領域Aへ流入すると、これまで負圧であった左側領域Aが正圧となる。すると、コアンダ効果により屈曲していたファン送風15の流れが吐出ノズル27aの内壁から引き剥がされる(図4(d))。

30

(5)次に、連結ダクト26aの右側領域Bが低圧になっているので、ファン送風15が吸引され、同じくコアンダ効果により、ファン送風15が吐出ノズル27aの反対側の内壁に沿って屈曲する(図4(e))。

(6)以後、上記現象の繰り返しにより、ファン送風15は振り子のように揺動し、ファン送風15の供給が継続する限り自励振動が持続される(図4(f))。

【0043】

このような動作原理に基づいて、流体素子振動器24aを通過するファン送風15には、流体自励振動が発生し、これによりファン送風15に脈動成分が付与される。

【0044】

尚、連結ダクト26aの形状は、連結ダクト26a内の空気が該ダクト26a内の圧力差に起因して移動可能な形状であればよく、矩形に限定されない。例えば、連結ダクト26aは、円弧状その他の形状であってもよい。

40

【0045】

ところで、図5に示すように、図3などに示す連結ダクト26aの代わりに、圧電素子29を用いて左右の制御口の気圧を制御する流体素子振動器24bが知られている。このような流体素子振動器24bは、図3などに示す流体素子振動器24aよりもコスト高になるというデメリットがあるが、小型化が可能であるというメリットもある。

【0046】

このように流体素子振動器を用いて流体自励振動を発生させる機構は、フリップフロッ

50

ブノズルとして知られており、クリーンルームのエアシャワーなどとして実用化されている。

(実施形態 3)

以下、本発明の冷却装置の実施形態の他例について説明する。本実施形態の冷却装置も、冷却風を発生させるファンと、ファンによって生み出された冷却風を電子機器内の発熱部またはその近傍に導くダクトとを少なくとも有する。そして、上記ダクトに、該ダクト内を通過する冷却風(ファン送風)に脈動成分を付与して脈動噴流とする手段が設けられていることを特徴とする。

【0047】

本実施形態では、ファン送風に脈動成分を付与する第3の手段として、ファン送風の流路上に、エッジトーン現象を発生させる断面形状楔形(三角形)のブロックが配置されている。ここで、エッジトーン現象とは、流体が鋭い角部に衝突するときに流体がその流れと直交する方向に周期的に変動する現象をいう。尚、ブロックはファン送風の流路上に配置されていればよく、ダクトの内外は問わない。

【0048】

図6、図7を参照してエッジトーン現象を利用したファン送風の脈動化について説明する。図6に示すように、断面形状楔形のブロック30aをダクト31cの開口中心軸上に、エッジ(頂点)をダクト31c側に向けて配置する。また、ダクト31cの開口面とブロック30aの頂点とを距離Lだけ離間させる。すると、ダクト31cの開口面から射出されるファン送風15は、ブロック30aの頂点に衝突する。

【0049】

次に、図7を参照して、エッジトーン現象の発生メカニズムについて説明する。

(1)ダクト31cの開口面から、噴流として射出されたファン送風15は、ブロック30aの頂点に衝突する(図7(a))。

(2)ファン送風15がブロック30aの頂点に衝突すると、擾乱(圧力変動)が発生し、それが距離Lを上流側へ伝播していく(図7(b))。

(3)上記擾乱の伝播が、ブロック30aとダクト31cとの間の離間した空間内において、局所的な渦変動を励起/増幅させる(図7(c))。

(4)このようにして、ブロック30aとダクト31との間の衝突領域間において、周期的な擾乱が形成されるため、ダクト31cから出射されるファン送風15(噴流)は、ダクト31cの開口面を節とし、ブロック30aを間に挟んで、うねるように発振する(図7(d))。

【0050】

このようなエッジトーン現象による噴流の発振により、ファン送風15に脈動成分が付与される。この場合の噴流の振動モードは、噴流の速度(レイノルズ数)や距離Lに依存することが知られている。

(実施形態 4)

以下、本発明の電子機器の実施形態の一例について説明する。本実施形態における電子機器は、液晶プロジェクタであって、上記実施形態1~3のいずれかに係る冷却装置を備えていることを特徴とする。

【0051】

具体的には、液晶ユニットの下方にファンとダクトとが配置され、液晶ユニットに、脈動成分が付与された冷却風(ファン送風)が供給される。換言すれば、周期的な速度変動と圧力変動とが与えられたファン送風が冷却風として液晶ユニットに供給される。この結果、液晶ユニットにおける熱伝達が促進され、冷却効率が改善される。また、液晶パネルの表面に付着した塵埃が効果的に除去される。

【実施例 1】

【0052】

次に、実施例を挙げて本発明についてさらに詳しく説明する。ここでは、実施形態1に係る冷却装置を備えた液晶プロジェクタの一例について説明する。図8は、本例の液晶プ

10

20

30

40

50

ロジェクタの冷却装置 3 2 a 及びその近傍の構成を示す模式的断面図である。

【 0 0 5 3 】

本例の液晶プロジェクタの基本構成は、背景技術の欄で既に説明した一般的な液晶プロジェクタと同一である。すなわち、R / G / Bの色光ごとに用意された液晶ユニット 2 を備え、各液晶ユニット 2 は、入射側偏光板 1 1、液晶パネル 1 2 及び出射側偏光板 1 3 から構成されている。

【 0 0 5 4 】

本例の液晶プロジェクタが備える冷却装置 3 2 a は、冷却ファン 3 と、空冷ダクト 4 と、共鳴ノズル 1 9 b とから形成され、液晶ユニット 2 の下方に設置されている。共鳴ノズル 1 9 b は、図 1 に基づいて既に説明したように、上流側の第 1 のオリフィスプレート 2 0 b と、下流側の第 2 のオリフィスプレート 2 1 b と、その間に形成された共鳴室（空洞容積） 2 2 b とを有する。冷却ファン 3 及び共鳴ノズル 1 9 b は、空冷ダクト 4 の内部に配置されている。また、共鳴ノズル 1 9 b は、冷却ファン 3 よりも下流側に配置されている。より具体的には、冷却ファン 3 がファン送風 1 5 を送り出す吐出口の近傍に共鳴ノズル 1 9 b が設置されている。

【 0 0 5 5 】

次に、本例の液晶プロジェクタにおける液晶ユニット 2 の冷却動作について説明する。冷却ファン 3 によって生み出されたファン送風 1 5 は、空冷ダクト 4 内に設置された共鳴ノズル 1 9 b の、第 1 のオリフィスプレート 2 0 b を通過して、共鳴室 2 2 b に流入する。ファン送風 1 5 が共鳴室 2 2 b に流入すると、ファン送風 1 5 の風速と共鳴室 2 2 b の空洞容積、および第 1 のオリフィスプレート 2 0 b と第 2 のオリフィスプレート 2 1 b の開口径に応じた特定の周波数で共振（共鳴）し、下流側に配置された第 2 のオリフィスプレート 2 1 b から、攪乱成分が増幅された共鳴噴流として射出される。例えば、ファン風速 2 0 m / s、空洞容積（共鳴室）8 c m³ の場合、送風は約 4 k Hz の卓越周波数（共鳴周波数）で速度変動を発生させる。

【 0 0 5 6 】

以上のようにして共鳴室 2 2 b 内で共振が生じると、第 2 のオリフィスプレート 2 1 b よりも下流側のファン送風 1 5 に共鳴噴流が形成され、ファン送風 1 5 に大きな脈動成分が付与される。

【 0 0 5 7 】

次に、図 9 を参照して冷却装置 3 2 a による冷却効果について説明する。図 9 は、図 8 に図示されている 3 つの液晶ユニット 2 のうちの 1 つを抽出した模式的断面図である。より具体的には、図 9 (a) は、入射側偏光板 1 1 と液晶パネル 1 2 との間におけるファン送風 1 5 の様相を示した模式的正面図である。図 9 (b) は、入射側偏光板 1 1 と液晶パネル 1 2 との間、および液晶パネル 1 2 と出射側偏光板 1 3 との間のファン送風 1 5 の様相を示した模式的側面図である。

【 0 0 5 8 】

上述のように、空冷ダクト 4 内の共鳴ノズル 1 9 b によって脈動成分が付与されたファン送風 1 5 は、卓越周波数で速度変動する脈動噴流（共鳴噴流 2 3 b ）となって、ダクト吐出口 1 6 から液晶ユニット 2 の各板間へ供給される。

【 0 0 5 9 】

この場合、板間を通過するファン送風 1 5 は、高い乱流性（キャビテーション渦）を保持しつつ、共鳴周波数で間欠的にダクト吐出口 1 6 から高速で噴射される。従って、入射側偏光板 1 1、液晶パネル 1 2 及び出射側偏光板 1 3 といった発熱部の発熱面上に形成される温度境界層の発達を抑制、あるいは破壊（剥離）しながら進行する。これにより、従来の平行平板流れ（層流）による空冷に比べて、熱伝達率が大幅に改善され、各液晶ユニット 2 が高効率で冷却される。

【実施例 2】

【 0 0 6 0 】

次に、本発明の実施例の他例について説明する。ここでは、実施形態 1 に係る冷却装置

10

20

30

40

50

を備えた液晶プロジェクタの他例について説明する。図10は、本例の液晶プロジェクタの冷却装置32b及びその近傍の構成を示す模式的断面図である。

【0061】

本例の液晶プロジェクタの基本構成は、実施例1の液晶プロジェクタと同一であり、相違点は冷却装置の構成のみである。よって、実施例1の液晶プロジェクタと同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

【0062】

本例の冷却装置32bでは、R/G/Bの各液晶ユニット2ごとに共鳴ノズルが設けられている点の実施例1と異なる。より具体的には、ファン送風15を各液晶ユニット2に分配すべく、各液晶ユニット2ごとに設けられたダクト吐出口16に、共鳴ノズル19c

10

【0063】

冷却ファン3によって生み出されたファン送風15は、空冷ダクト4内で分岐され、各ダクト吐出口16から対応する液晶ユニット2に向けて噴射される。このとき各ダクト吐出口16に共鳴ノズル19cが用意されているので、各液晶ユニット2を構成する入射側偏光板11と液晶パネル12の間、および液晶パネル12と出射側偏光板13の間に供給されるファン送風15は、卓越周波数で速度変動する脈動噴流（共鳴噴流23c）となる（図11参照）。

【0064】

従って、実施例1と同様に、従来の平行平板流れ（層流）による空冷に比べて、熱伝達

20

【実施例3】

【0065】

次に、本発明の実施例のさらに他例について説明する。ここでは、実施形態2に係る冷却装置を備えた液晶プロジェクタの一例について説明する。図12は、本例の液晶プロジェクタの冷却装置32c及びその近傍の構成を示す模式的平面断面図である。

【0066】

本例の液晶プロジェクタの基本構成は、実施例1の液晶プロジェクタと同一であり、相違点は冷却装置の構成のみである。よって、実施例1の液晶プロジェクタと同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

30

【0067】

本例の冷却装置32cは、上記冷却装置32a、32bと同様に、液晶ユニット2の下方に配置されており、冷却ファン3、空冷ダクト4及び流体素子振動器24bから構成されている。図示されている流体素子振動器24bでは、連結ダクト26b及び吐出ノズル27cが空冷ダクト4と一体に形成されている。また、流体素子振動器24bは、空冷ダクト4内に設けられた冷却ファン3の吐出口の近傍に配置されている。

【0068】

次に、図12、図13を参照して冷却装置32cによる液晶ユニット2の冷却動作について説明する。図13に示すように、液晶ユニット2の下方に冷却装置32cが設けられており、冷却ファン3によって生み出されたファン送風15は、空冷ダクト4内に設けられた流体素子振動器24bを通過する。このとき、下流側に向かって拡大傾斜する吐出ノズル27cと、連結ダクト26b内を移動する空気の作用とにより、ファン送風15に流体自励振動が発生する。流体自励振動を発生させる具体的メカニズムについては、実施形態2において詳細に説明したので、ここでの説明は省略する。

40

【0069】

ファン送風15に流体自励振動が発生する結果、ファン送風15は、流体素子振動器24bの下流側において周期的（10～20Hz）な揺動を示し、空冷ダクト4の各ダクト吐出口16へのファン送風15の供給が時間的に切り替えられる。

【0070】

このようにして発生した流体自励振動は、空冷ダクト4内において、ファン送風15を

50

高速で左右にスイングさせるため、その下流側に位置する各ダクト吐出口 16 からは、一定の時間周期でファン送風 15 が断続的に射出される。

【0071】

例えば、ファン送風 15 の風速が 5 ~ 20 m/s、スイング角を 12 度前後に設定した場合、自励振動数は 5 ~ 30 Hz 程度になる。仮に、自励振動数が 20 Hz となるように、風速及びスイング角を設定した場合、往路と復路の折り返し点に位置するダクト吐出口（本例では、R 用の液晶ユニット及び B 用の液晶ユニットに対応するダクト吐出口）では、ファン送風 15 の吐出周期は 50 ms 間隔となる。一方、その中間に位置するダクト吐出口（本例では、G 用の液晶ユニットに対応するダクト吐出口）では、その半分の 25 ms 間隔でファン送風 15 が射出される。

10

【0072】

このようにしてダクト吐出口 16 から射出されるファン送風 15 は、時間周期による間欠送風となるため、ファン送風 15 に大きな脈動成分が付与される。

【0073】

また、本例の冷却装置は、空冷ダクトの内部空間を分離して、各ダクト吐出口へファン送風を分配する従来の冷却方法に対し、空冷ダクトの内部空間を分離するのではなく、ファン送風を時間的に分割し、各ダクト吐出口から順次射出させる。従って、液晶ユニットの各板間を通過する送風（冷却風）は、高い乱流エネルギーを保持しつつ、間欠的に高速で噴射される。よって、熱伝達率が大幅に改善され、液晶ユニットが効率良く冷却される。

20

【実施例 4】

【0074】

次に、本発明の実施例のさらに他例について説明する。ここでは、実施形態 2 に係る冷却装置を備えた液晶プロジェクタの他例について説明する。図 14 は、本例の液晶プロジェクタの冷却装置 32d 及びその近傍の構成を示す模式的断面図である。

【0075】

本例の液晶プロジェクタの基本構成は、実施例 1 の液晶プロジェクタと同一であり、相違点は冷却装置の構成のみである。よって、実施例 1 の液晶プロジェクタと同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

【0076】

本例の冷却装置 32d では、R/G/B の各液晶ユニット 2 ごとに流体素子振動器が設けられている点の実施例 3 と異なる。より具体的には、ファン送風 15 を各液晶ユニット 2 に分配すべく、各液晶ユニット 2 ごとに設けられたダクト吐出口 16 に、流体素子振動器 24c が設けられている。

30

【0077】

冷却ファン 3 によって生み出されたファン送風 15 は、空冷ダクト 4 内で分岐され、各ダクト吐出口 16 から対応する液晶ユニット 2 に向けて噴射される。このとき各ダクト吐出口 16 に流体素子振動器 24c が設けられているので、各液晶ユニット 2 を構成する入射側偏光板 11 と液晶パネル 12 との間、および液晶パネル 12 と出射側偏光板 13 との間で、ファン送風 15 に流体自励振動を発生させ、固有の自励振動数で送風を左右に揺動させることができる（図 15 参照）。

40

【0078】

上記のように、狭い板間内において送風を周期的に左右へ揺動させる場合、そのスイング角領域において、送風に高い乱流成分（送風ベクトルの転回による攪拌作用）が発生する。従って、ファン送風 15 は、入射側偏光板 11、液晶パネル 12 及び出射側偏光板 13 といった発熱部の発熱面上に形成される温度境界層の発達を抑制し、あるいは破壊（剥離）しながら、放熱を行うことになる。この結果、従来の平行平板流れ（層流）による空冷方法に比べ、冷却効率が大幅に改善される。

【0079】

ところで、本例及び実施例 3 の流体素子振動器を、圧電素子を用いて連結ダクト内の気

50

圧を制御するタイプの流体素子振動器（図5参照）で置換可能なことは既述のとおりであり、また、その際のメリット及びデメリットも既述のとおりである。

【実施例5】

【0080】

次に、本発明の実施例のさらに他例について説明する。ここでは、実施形態3に係る冷却装置を備えた液晶プロジェクタの一例について説明する。図16は、本例の液晶プロジェクタの冷却装置32e及びその近傍の構成を示す模式的断面図である。

【0081】

本例の液晶プロジェクタの基本構成は、実施例1の液晶プロジェクタと同一であり、相違点は冷却装置の構成のみである。よって、実施例1の液晶プロジェクタと同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

10

【0082】

本例の冷却装置32eは、液晶ユニット2の下方に配置されており、冷却ファン3と、空冷ダクト4と、断面形状が楔形（三角形）のブロック30bとから構成されている。ブロック30bは、空冷ダクト4内であって、かつ、冷却ファン3よりも下流側に配置されている。さらに、ブロック30bは、冷却ファン3の吐出口にその頂点を向け、かつ、その頂点が吐出口から所定の距離だけ離れた位置に配置されている。

【0083】

次に、図16、図17を参照して冷却装置32eによる液晶ユニット2の冷却動作について説明する。図17に示すように、冷却装置32eは液晶ユニット2の下方に配置されている。冷却ファン3によって生み出されたファン送風15は、空冷ダクト4内に配置されたブロック30bに衝突する。すると、衝突部（ブロック30bの頂点）で発生した擾乱が上流側に伝播し、局所的な渦変動が励起される。励起された渦変動は、冷却ファン3とブロック30bとの間の衝突空間において増幅され、周期的な圧力変動を形成するエッジトーン現象を発生させる。より厳密に言えば、冷却ダクト4は、冷却ファン3とブロック30bとの間の領域でその径が絞られて細くなっており、この径が絞られた部位とブロック30bの頂点との間の空間領域において渦変動が増幅される。

20

【0084】

これにより、ファン送風15は、ブロック30bよりも下流側において周期振動を示す（図16参照）。この結果、各R/G/Bごとに設けられたダクト吐出口16へのファン送風15の供給が時間的に切り替えられる。

30

【0085】

以上のようにして発生した流体自励振動によって、ファン送風15が各ダクト吐出口16から一定の時間周期で断続的に射出され、ファン送風15に大きな脈動成分が付与される。

【0086】

実施例3と同様に、冷却風は、空間的に分離されるのではなく、時間的に分割され、各ダクト吐出口から順次射出される。従って、各液晶ユニットの各板間を通過する冷却風は、高い乱流エネルギーを保持しつつ、間欠的に高速で噴射される。よって、熱伝達率が大幅に改善され、液晶ユニットが効率良く冷却される。

40

【実施例6】

【0087】

次に、本発明の実施例のさらに他例について説明する。ここでは、実施形態3に係る冷却装置を備えた液晶プロジェクタの他例について説明する。図18は、本例の液晶プロジェクタの冷却装置32f及びその近傍の構成を示す模式的断面図である。

【0088】

本例の液晶プロジェクタの基本構成は、実施例1の液晶プロジェクタと同一であり、相違点は冷却装置の構成のみである。よって、実施例1の液晶プロジェクタと同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

【0089】

50

本例の冷却装置 3 2 f では、R / G / B の各液晶ユニットごとにブロックが設けられている点の実施例 5 と異なる。より具体的には、各液晶ユニット 2 を間に挟んで、各ダクト吐出口 1 6 と反対側にブロック 3 0 c が配置されている。

【 0 0 9 0 】

冷却ファン 3 によって生み出されたファン送風 1 5 は、空冷ダクト 4 内で分岐され、R / G / B の各液晶ユニット 2 ごとに設けられた各ダクト吐出口 1 6 から射出される。このとき、各液晶ユニット 2 を挟んで各ダクト吐出口 1 6 の反対側にブロック 3 0 c が用意されていることによって、液晶ユニット 2 を構成する入射側偏光板 1 1 と液晶パネル 1 2 の間、および液晶パネル 1 2 と出射側偏光板 1 3 の間で、ファン送風 1 5 がエッジトーン現象により自励振動し、送風が左右に周期的に揺動される（図 1 9 参照）。

10

【 0 0 9 1 】

この場合も、実施例 4 と同様に、狭い板間内において送風が周期的に左右に揺動することによって、送風に高い乱流成分（送風ベクトルの転回による攪拌作用）が付与され、冷却効率が大幅に改善される。

【 0 0 9 2 】

ところで、本例及び他の実施例の冷却装置では、液晶ユニットを構成する入射側偏光板と液晶パネルの間、および液晶パネルと出射側偏光板の間に供給される冷却風に、各々の手段によって脈動成分を付与することで、熱伝達率を改善し、冷却性能の向上を図っている。この場合、冷却風の脈動は速度変動とともに圧力変動を伴うため、送風による「はたき」の効果も、副次的に得ることができる。

20

【 0 0 9 3 】

従って、冷却ファンによる外気導入の際に、フィルタを通過して空冷ダクト内に侵入した塵埃が、仮に液晶パネルの表面に付着した場合でも、脈動する冷却風によって、塵埃を液晶パネルの表面からはたいて除去することが可能である。この結果、液晶パネルの光透過面を常にクリーンに保ち、投写画像品質を保証することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 4 】

【 図 1 】 実施形態 1 に係る冷却装置の模式的断面図である。

【 図 2 】 (a) は通常のダクトの模式的断面図、(b) は図 1 に示す共鳴ノズルの模式的断面図である。

30

【 図 3 】 実施形態 2 に係る冷却装置の模式的断面図である。

【 図 4 】 実施形態 2 に係る冷却装置の動作原理を示す模式的断面図である。

【 図 5 】 実施形態 2 に係る冷却装置の他例を示す模式的断面図である。

【 図 6 】 実施形態 3 に係る冷却装置の模式的断面図である。

【 図 7 】 実施形態 3 に係る冷却装置の動作原理を示す模式的断面図である。

【 図 8 】 実施例 1 に係る液晶プロジェクタの冷却装置及びその近傍の構成を示す模式的縦断面図である。

【 図 9 】 図 8 に示す液晶ユニットに供給された冷却風の挙動を示す模式図である。

【 図 1 0 】 実施例 2 に係る液晶プロジェクタの冷却装置及びその近傍の構成を示す模式的縦断面図である。

40

【 図 1 1 】 図 1 0 に示す液晶ユニットに供給された冷却風の挙動を示す模式図である。

【 図 1 2 】 実施例 3 に係る液晶プロジェクタの冷却装置及びその近傍の構成を示す模式的横断面図である。

【 図 1 3 】 実施例 3 に係る液晶プロジェクタの冷却装置及びその近傍の構成を示す模式的縦断面図である。

【 図 1 4 】 実施例 4 に係る液晶プロジェクタの冷却装置及びその近傍の構成を示す模式的縦断面図である。

【 図 1 5 】 図 1 4 に示す液晶ユニットに供給された冷却風の挙動を示す模式図である。

【 図 1 6 】 実施例 5 に係る液晶プロジェクタの冷却装置及びその近傍の構成を示す模式的横断面図である。

50

【図 17】実施例 5 に係る液晶プロジェクタの冷却装置及びその近傍の構成を示す模式的縦断面図である。

【図 18】実施例 6 に係る液晶プロジェクタの冷却装置及びその近傍の構成を示す模式的縦断面図である。

【図 19】図 18 に示す液晶ユニットに供給された冷却風の挙動を示す模式図である。

【図 20】一般的な液晶プロジェクタの外観及び内部構造を示す斜視図である。

【図 21】一般的な液晶プロジェクタの内部構造を示す模式図である。

【図 22】従来の液晶プロジェクタが備える冷却装置を示す模式図である。

【図 23】液晶パネルに供給される冷却風の風速と動作温度との関係を示す図である。

【図 24】液晶パネル及び偏光板の光透過面を示す模式図である。

10

【符号の説明】

【0095】

1 液晶プロジェクタ

2 液晶ユニット

3 冷却ファン

4 空冷ダクト

11 入射側偏光板

12 液晶パネル

13 出射側偏光板

15 ファン送風

16 吐出口

19 a、19 b 共鳴ノズル

20 a、20 b、20 c 第 1 のオリフィスプレート

21 a、21 b、21 c 第 2 のオリフィスプレート

22 a、22 b、22 c 共鳴室

23 a、23 b、23 c 脈動噴流（共鳴噴流）

24 a、24 b、24 c 流体素子振動器

25 a、25 b ダクト排気口

26 a、26 b、26 c 連結ダクト

27 a、27 b、27 c 吐出ノズル

28 a、28 b、28 c 制御口

29 圧電素子

30 a、30 b ブロック

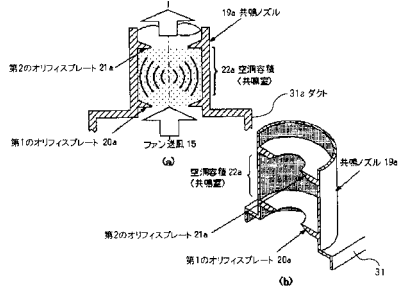
31 ダクト

32 a、32 b、32 c、32 d、32 e、32 f 冷却装置

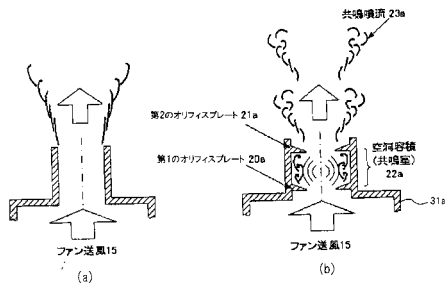
20

30

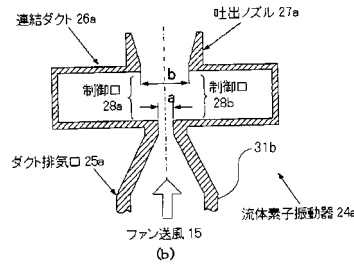
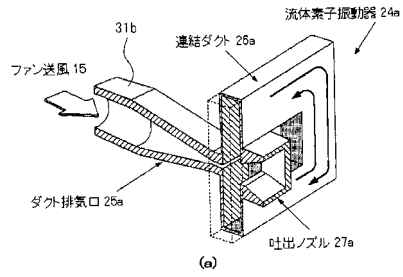
【図1】



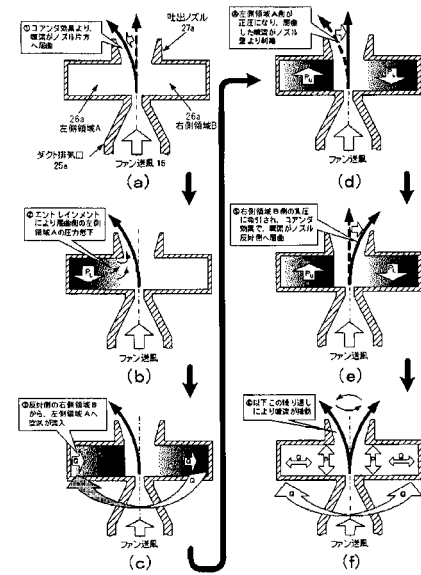
【図2】



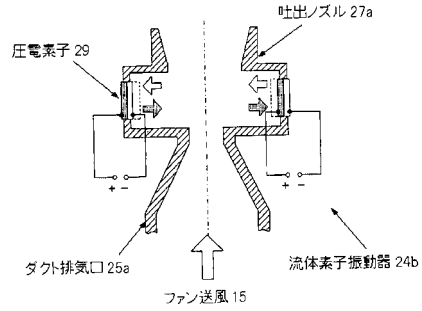
【図3】



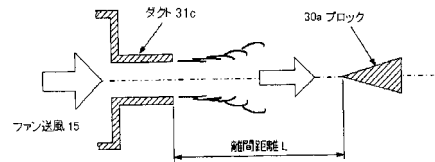
【図4】



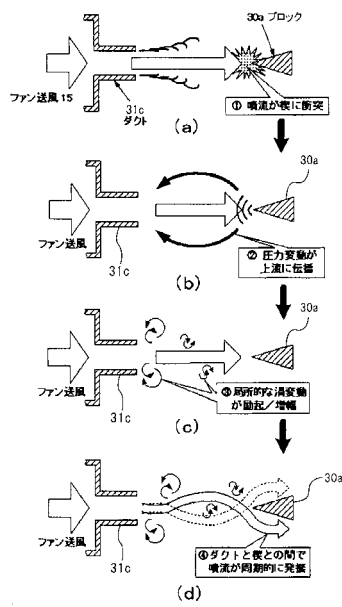
【図5】



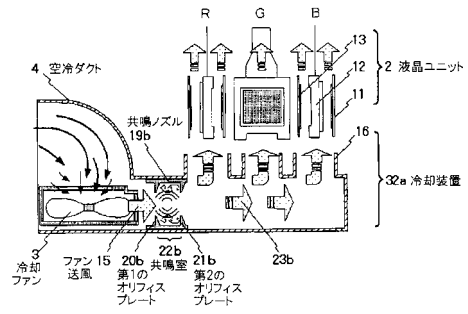
【図6】



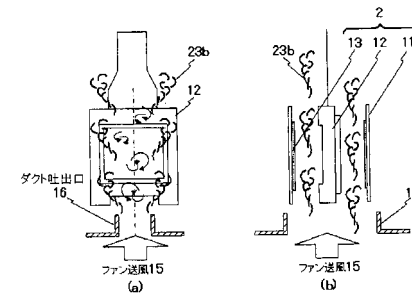
【図7】



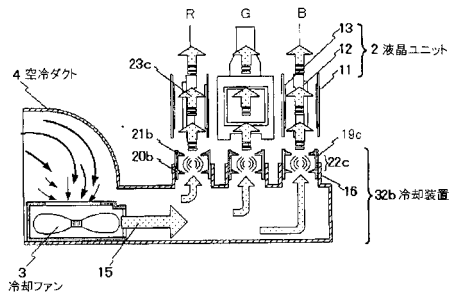
【図8】



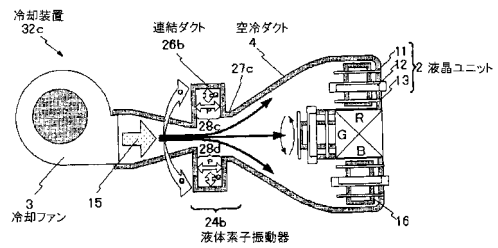
【図9】



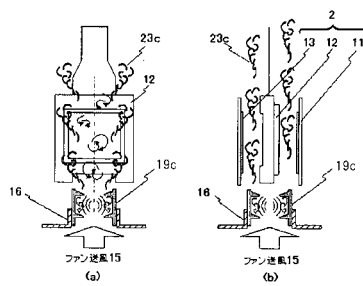
【図10】



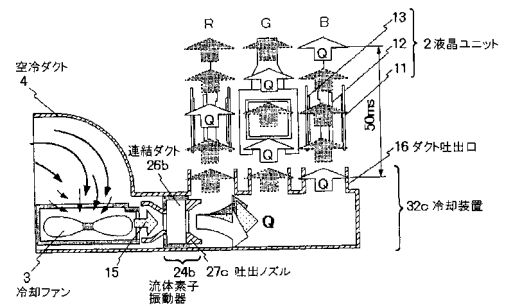
【図12】



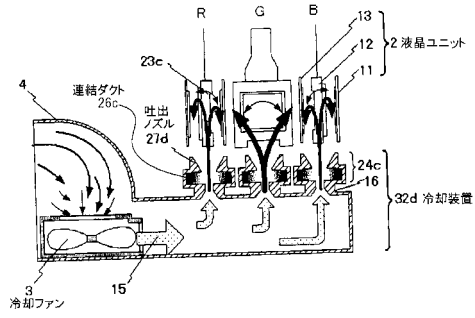
【図11】



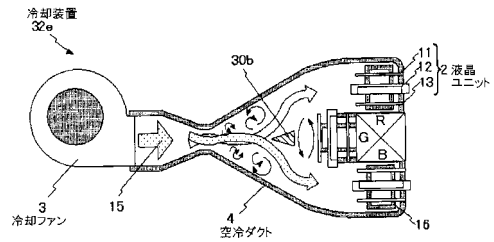
【図13】



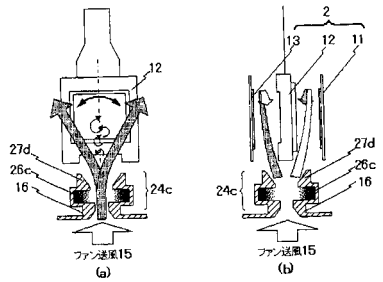
【図14】



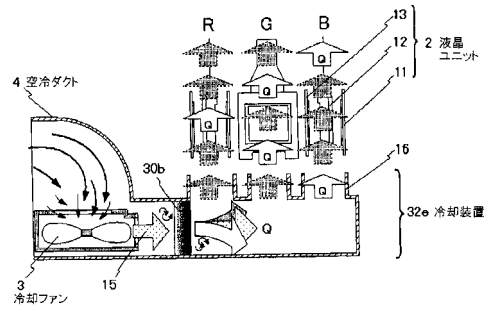
【図16】



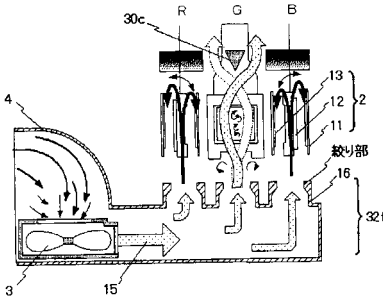
【図15】



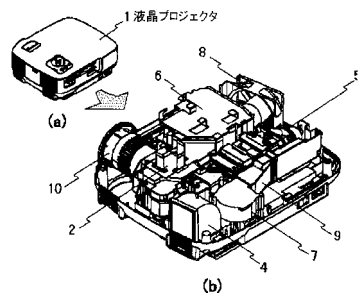
【図17】



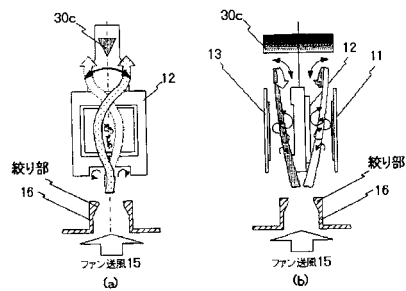
【図18】



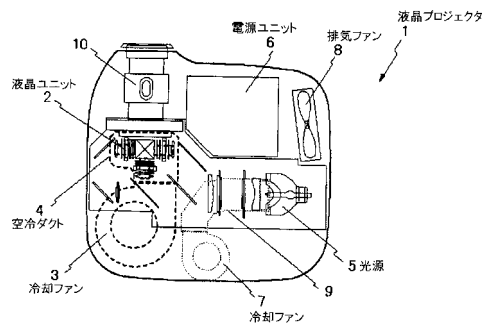
【図20】



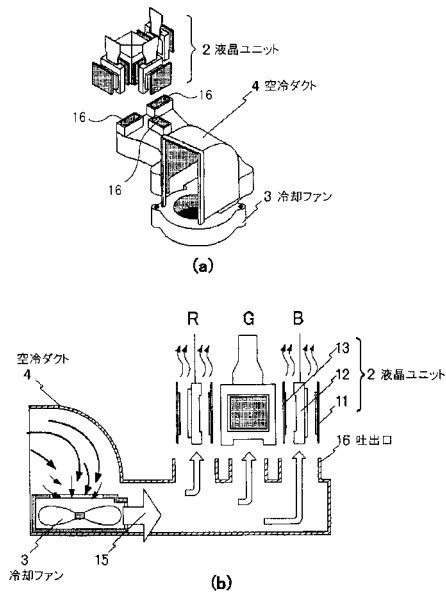
【図19】



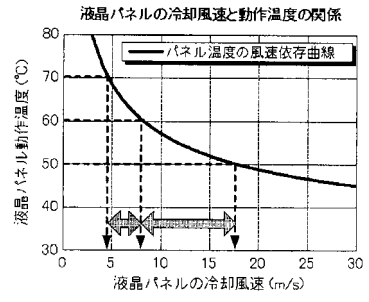
【図21】



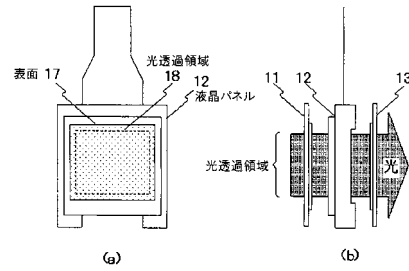
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



フロントページの続き

審査官 松岡 智也

- (56)参考文献 特開平05 - 087415 (JP, A)
特開平06 - 090092 (JP, A)
特開2003 - 021823 (JP, A)
特開2001 - 316719 (JP, A)
特開2007 - 087765 (JP, A)
特開2006 - 299962 (JP, A)
特開2007 - 063875 (JP, A)
実開平09 - 000118 (JP, U)
特表平07 - 504722 (JP, A)
特表平05 - 506485 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00 - 21/10、21/12 - 21/13、
21/134 - 21/30、33/00 - 33/16
H05K 7/20