(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3656573号
(P3656573)
(45)発行日　平成17年6月8日(2005.6.8)　(24)登録日　平成17年3月18日(2005.3.18)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H05K 7/20	H05K	7/20	G
F24F 13/02	F24F	13/02	B

請求項の数 13　(全 26 頁)

(21)出願番号　特願2001-206562(P2001-206562)
(22)出願日　平成13年7月6日(2001.7.6)
(65)公開番号　特開2003-23282(P2003-23282A)
(43)公開日　平成15年1月24日(2003.1.24)
審査請求日　平成14年10月31日(2002.10.31)

(73)特許権者　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　100079083
弁理士　木下　實三
(74)代理人　100094075
弁理士　中山　寛二
(74)代理人　100106390
弁理士　石崎　剛
(72)発明者　目黒　弘行
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
(72)発明者　阿部　浩士
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ダクトおよび、このダクトを備える電子機器

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
吸気口または排気口のいずれか一方にファンが接続されるダクトにおいて、
繊維シートに合成樹脂を含浸させたシート部材からなることを特徴とするダクト。
【請求項２】
請求項１に記載のダクトにおいて、
前記繊維シートは、紙であることを特徴とするダクト。
【請求項３】
請求項１または請求項２に記載のダクトにおいて、
前記シート部材の厚さは、２ｍｍ未満であることを特徴とするダクト。
【請求項４】
請求項３に記載のダクトにおいて、
前記シート部材の厚さは、０．５ｍｍ以下であることを特徴とするダクト。
【請求項５】
請求項１～請求項４のいずれかに記載のダクトにおいて、
前記合成樹脂は、ポリメチルペンテンであり、
当該ダクトの流路の中間には、その送風断面が縮径された絞り加工が施されていることを特徴とするダクト。
【請求項６】
吸気口または排気口のいずれか一方にファンが接続されるダクトにおいて、

単一材料であって、厚さが２ｍｍ未満であり、かつ計測特性値を３ｄＢ以上低下可能な合成樹脂からなることを特徴とするダクト。
【請求項７】
請求項６に記載のダクトにおいて、
前記合成樹脂の厚さは、０．５ｍｍ以下であることを特徴とするダクト。
【請求項８】
吸気口または排気口のいずれか一方にファンが接続されるダクトにおいて、
繊維シートに合成樹脂を含浸させたシート部材からなり、
流路の中間には、断面積が他の部分よりも大きな膨張部が設けられていることを特徴とするダクト。
【請求項９】
請求項８に記載のダクトにおいて、
前記膨張部の断面積は、当該ダクトの断面積の略１．５倍よりも大きいことを特徴とするダクト。
【請求項１０】
請求項８または請求項９に記載のダクトにおいて、
前記膨張部は、当該ダクトにおける吸気口側に配置されることを特徴とするダクト。
【請求項１１】
請求項８～１０のいずれかに記載のダクトにおいて、
当該ダクトおよび前記膨張部の内面には、多孔質材からなる吸音材が配置されることを特徴とするダクト。
【請求項１２】
請求項１～１１のいずれかに記載のダクトにおいて、
流路の中間に曲折部を有し、この曲折部を挟むダクト間のなす角度が１３５度未満であることを特徴とするダクト。
【請求項１３】
請求項１～請求項１２のいずれかに記載のダクトを備えて構成される電子機器。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、ダクトおよび、このダクトを備える電子機器に関する。
【０００２】
【背景技術】
従来より、光源と、この光源から出射された光束を画像情報に応じて変調して光学像を形成する電気光学装置と、この電気光学装置により形成された光学像を拡大投写する投写光学系と、これらを収納する筐体とを備えたプロジェクタが利用されている。このようなプロジェクタは、会議や学会、展示会等におけるプレゼンテーションとしての利用に加えて、家庭でホームシアター用等としても利用されている。このため、プロジェクタによる投写画像の鮮明化を可能とするために、光源の高輝度化が促進されている。
【０００３】
ここで、光源の高輝度化を促進する場合には、装置内部の過熱を防止するために、電気光学装置を含む光学部品の冷却効率を向上させる必要がある。このため、プロジェクタ内には、電気光学装置を含む光学部品の近傍に吸気ファンと、この吸気ファンに接続され、かつ筐体に形成された排気口に面するダクトとが設けられ、この際、吸気ファンを大型化することにより、冷却効率の向上を図っている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、このように、単に、光源の高輝度化に伴って、ファンの大型化を図り、冷却効率の向上を図る方法では、次のような問題がある。すなわち、ファンを大型化すると、冷却空気の風量や風速が増し、ダクトに当たって風切音が発生し、プロジェクタの使用

時において、騒音が発生し易くなるという問題がある。また、プロジェクタの筐体に沿って吸気ファンを設ける場合には、ファンの大型化に伴って、上記風切音に加えて、吸気ファン自体の動作音も大きくなるため、騒音がより一層大きくなるという問題も発生する。このような問題は、例えば、プロジェクタが家庭等で使用される場合には、プロジェクタと使用者との距離が近くなるので、より一層際だつことになる。
なお、このような問題は、プロジェクタに限らず、ゲーム機器等のその他の電子機器においても同様であった。

【０００５】

本発明の目的は、十分な排気効率を確保しつつ、消音効果の高いダクトおよびこのダクトを備える電子機器を提供することにある。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明の第１発明に係るダクトは、ファンが接続されるダクトにおいて、繊維シートに合成樹脂を含浸させた材料からなることを特徴とするものである。
ここで、ファンとしては、特に限定されないが、例えば、所定の回転数で十分な吐出圧を確保できるという利点からシロッコファンであることが好ましい。さらに、ファンは、ダクトの吸気口に接続される吸気用ファンとしてもよいし、ダクトの排気口に接続される排気用ファンとしてもよい。要するに、ダクトにファンが接続されればよい。

【０００７】

また、繊維シートとしては、紙や不織布、耐熱シート等を含み、繊維を固めてシート状に形成した各種シートを採用できる。紙とは、植物繊維およびその他の繊維を絡み合わせ、膠着させて製造したものであり、この紙の原料としては、一般的に使用される植物繊維だけでなく、ビスコースレーヨンやセルロースアセテート、合成繊維、合成高分子などを採用できる。また、不織布としては、各種製造方法によって製造される一般的な不織布を採用できる。例えば、スパンボンド法不織布、メルトブロー法不織布、フラッシュ紡糸法不織布、トウ開繊法不織布、バーストファイバー法不織布等である。

【０００８】

このようなダクトにおいて、例えば、ダクトの吸気口に吸気用のファンを接続し、ファン回転数を一定（例えば、２２００ｒｐｍ）とした条件下で排気口近傍における騒音レベル［ｄＢ（Ａ）］を計測特性として測定すると、一般的な合成樹脂製のダクトに比べて、ダクトが真っ直ぐな形状である時には、排気口近傍における計測特性値が少なくとも約３ｄＢ（Ａ）程度減少し、ダクトの中間に曲折部が設けられている時には、排気口近傍における計測特性値が少なくとも約１１ｄＢ（Ａ）程度減少する。ここで、騒音レベル［ｄＢ（Ａ）］とは、騒音計で測定した聴感補正済み音圧レベルのうちのＡ特性を示す値であり、人間の聴感に最も対応した値である。このため、第１発明によれば、十分な排気効率を確保しつつ、ダクトの消音効果を向上させることができる。

【０００９】

また、前記繊維シートは、紙であることが好ましい。
このようにすれば、シート部材を主に紙で構成することができるので、従来のように合成樹脂で構成する場合に比べて、製造コストを削減できる。また、シート部材における紙の割合を５１％以上とすれば、ダクトを廃棄する際に、リサイクル性の高い紙として、ダクトをリサイクルすることができる。このため、ダクトのリサイクルが容易となる。さらに、繊維シートとして不織布や耐熱シートを採用する場合に比べて、原料コストを低減できる。また、十分な剛性も確保できる。

【００１０】

ここで、シート部材の厚さは、２ｍｍ未満であることが好ましく、０．５ｍｍ以下であることがより好ましい。
例えば、シート部材の厚さを２ｍｍ以上としてダクトを形成した場合には、ダクトの消音効果が乏しい上、シート部材を構成する材料の使用量の増加により、ダクトの製造がコスト高になり、ダクトサイズも大きくなるという欠点がある。一方、シート部材の厚さを０

．５ｍｍ以下とすれば、空気振動が発生した際に、ダクトを構成する面が変形することにより、騒音に伴う振動を吸収するので、吸音効果が向上する。

【００１１】

前記合成樹脂は、ポリメチルペンテンであり、当該ダクトの流路の中間は、その送風断面が縮径された絞り加工が施されていることが好ましい。

ここで、絞り加工の程度としては、例えば、ダクトを電子機器の筐体内に設置する場合には、設置スペースを考慮して、ダクトにおけるテーパ角度が少なくとも６度程度までできればよい。

【００１２】

このように合成樹脂としてポリメチルペンテンで構成すれば、ポリメチルペンテンは、ダクト内を流れる高温の空気の熱によっては溶けだし難いので、高温下でもダクトの保形性を十分に確保できる。この際、ポリメチルペンテンを含んだシート部材は前述した程度まで絞り加工が可能なので、電子機器内にダクトを配置する場合でも、電子機器内のスペース形状に合わせて簡単にダクトを形成でき、ダクトの設計の自由度を向上させることができる。

【００１３】

本発明の第２発明に係るダクトは、吸気口または排気口のいずれか一方にファンが接続されるダクトにおいて、単一材料であって、厚さが２ｍｍ未満であり、かつ計測特性値を３ｄＢ以上低下可能な合成樹脂からなることを特徴とするものである。この際、厚さが０．５ｍｍ以下であることがより好ましい。ここで、計測特性としては、排気口近傍における騒音レベルを採用できる。

【００１４】

また、合成樹脂としては、ポリオレフィン系樹脂や、ポリエステル系樹脂、ポリアミド系樹脂等を採用できる。なお、ポリオレフィン系樹脂としては、単独重合体としてのポリプロピレンやポリエチレン、共重合体としてのエチレン－α－オレフィン共重合体、プロピレン－α－オレフィン共重合体等を採用できる。ポリエステル系樹脂としては、ポリエチレンテレフタレート等のホモポリエステルや、これらのホモポリエステルを主成分単位として他の成分を共重合したコポリエステル、さらには、これらの混合ポリエステルを採用できる。ポリアミド系樹脂としては、ナイロン６（ポリカプロラクタミド）、ナイロン６，６（ポリヘキサメチレンアジポアミド）等が採用できる。

【００１５】

例えば、合成樹脂の厚さを２ｍｍ以上としてダクトを形成した場合には、ダクトの消音効果が乏しい上、シート部材を構成する材料の使用量の増加により、ダクトの製造がコスト高になるという欠点がある。

一方、合成樹脂の厚さを０．５ｍｍ以下とすれば、空気振動が発生した際に、ダクトを構成する面が変形することにより、その振動を抑えるので、吸音効果が向上する。

【００１６】

本発明の第３発明に係るダクトは、吸気口または排気口のいずれか一方にファンが接続されるダクトにおいて、繊維シートに合成樹脂を含浸させたシート部材からなり、流路の中間には、断面積が他の部分よりも大きな膨張部が設けられていることを特徴とするものである。この際、膨張部の断面積がダクト断面積の略１．５倍よりも大きいことが好ましい。

【００１７】

ここで、ダクトの断面形状としては、長方形や正方形、三角形、円形等のいずれの形状であってもよい。この際、膨張部の断面形状としても、ダクトの断面形状にならって、長方形や正方形、三角形、円形等とすることが好ましい。ただし、電子機器を構成する筐体内にダクトを配置する場合において、ダクトおよび膨張部の断面形状を円形や楕円形等とすると、ダクトおよび膨張部と筐体との間にデッドスペースが発生してしまい、電子機器の小型化の点で好ましくない。このため、ダクトおよび膨張部の断面形状としては、長方形や正方形、三角形等の角部分を有する形状が好ましい。この中でも、筐体の曲折部分を効

果的に利用して、筐体内を広くできる点で、ダクトおよび膨張部の断面形状は三角形であることがより好ましい。また、膨張部は、ダクトから一定方向側にのみ膨張するように構成してもよいし、ダクトから全方向へと膨張するように構成してもよい。

【００１８】

また、前記膨張部は、当該ダクトにおける吸気口側に配置されることが好ましい。

ダクトにおける吸気口側とは、ダクトの吸気口部分に膨張部が取付られる場合も含むものであり、要するに、ダクトの中央よりも吸気口側に配置されればよいということである。

【００１９】

さらに、当該ダクトおよび前記膨張部の内面には、多孔質材からなる吸音材が配置されることが好ましい。

多孔質材からなる吸音材とは、多孔質性の物質であって、その多孔質部分により吸音効果を有し、例えば、ゴムまたは合成樹脂製のスポンジや、グラスウール、ロックウール等を採用できる。

【００２０】

ここで、ダクトにおける流路の中間に曲折部を有し、この曲折部を挟むダクト間のなす角度が１３５度未満であることが好ましい。この際、曲折部を設ける位置としては、ダクトの略中央であることがより好ましい。

【００２１】

さらに、電子機器の筐体内にダクトを設置する場合には、ダクトと筐体との固定箇所をなるべく少なくして、筐体内にダクトを設置することが好ましい。例えば、ダクトと筐体との間に前記海綿状物質を配置する等して、ダクトと筐体との間で、部分的な固定が行われないように構成すればよい。

【００２２】

このような第３発明によれば、例えば、ダクトの吸気口にファンを接続し、ファン回転数を一定とした条件下で排気口近傍における騒音レベル（騒音計が示す電流値）を計測特性として測定することにより、排気口部分における計測特性値（騒音レベル）が最も低いダクトを製造できる。また、計測特性として排気口近傍における風量を測定することにより、このようなダクトが十分な排気効率を有していることを確認できる。これらのことから、十分な排気効率を確保しつつ、ダクトの消音効果を向上させることができる。

【００２３】

なお、家庭等の比較的狭くて静かな場所では、このようなダクトを有する電子機器等を使用する場合には、前述したように、騒音レベルが最も小さい設計とすることができる。しかしながら、例えば、パブリックスペース等の比較的広くて騒がしい場所で、このようなダクトを有する電子機器等を使用する場合には、騒音レベルが通常よりは低いものの最適設計よりはやや高いという設計にしたとしても、騒音が周囲の音や空間等で、マスキングされるので、冷却効率を向上させるために、やや騒音レベルを犠牲にして風量を高める設計としてもよい。また、両者のバランスを考えて、家庭でもパブリックスペース等でも対応できるような設計としてもよい。

【００２４】

このような本発明のダクトは、実験計画法（品質工学の手法）を利用して求められたものである。この実験計画法（品質工学の手法）は、製品設計において高品質と高生産性を同時に実現するための具体的な技術的方法であり、田口玄一氏によって創始された、いわゆるタグチメソッドである。このような実験計画法（品質工学の手法）による評価は、ＪＩＳ規格にも採用されており、一般的な評価方法として十分に信頼性のある方法である。なお、品質工学の手法が採用されたＪＩＳ規格としては、例えば、ＪＩＳ Ｚ ８４０３-1996：製品の品質特性－規格値の決め方通則や、ＪＩＳ Ｋ ７１０９-1986：プラスチックの寸法許容差の決め方等がある。

【００２５】

本発明の第４発明に係る電子機器は、以上に示したダクトを備えて構成されることを特徴とするものである。

このような第４発明によれば、前記ダクトにおける作用効果と同様の作用効果を奏することができて、仕様通り確実に電子機器を駆動できる。この際、例えば、家庭で使用する場合のように、電子機器と使用者との距離が比較的近い場合であっても、十分な静粛性を確保できて、使用者に不快感を与えないようにできる。

【００２６】

【発明の実施の形態】

［１．ダクトの最適化設計］

（１）形状の最適化

本発明のダクトは、前述した田口氏の実験計画法による実験によって案出されたものである。以下、ダクトの形状に関する設計手順について説明する。

【００２７】

(1.1)計測特性値

消音効果の高いダクトを設計するためには、ダクトの排気口の騒音レベルを測定すればよいが、排気口から出る風量が著しく小さくなっては、プロジェクタ等の電子機器内にダクトを設置して、光源等の光学機器を冷却しようとしても、効率的な冷却が行えない。そこで、計測特性値として、ダクトの排気口近傍における騒音レベル（ｄＢ（Ａ））と風量（m^3/min）とを採用した。

【００２８】

ここで、これらの計測特性値の測定に当たり、以下に示すものを準備した。すなわち、吸気口に取付けるための吸気用ファンとしてのシロッコファン１４（図５参照）を準備した。このシロッコファンは、東陶機器社製；ＴＹＦ２００を採用した。また、排気口の開口面中央部分から４０mm離れた位置には、排気口近傍の空気振動（騒音）を検出するために、ウインドスクリーン付のマイクを準備した。さらに、このマイクで検出された空気振動（音）を計測特性としての騒音レベルに変換して出力させるために騒音計を接続した。一方、排気口近傍における風量を測定するために、排気口の左側、真中、右側の近傍には風速計を設置した。この風速計としては、testotermm社製；風速計：testvento400、センサ：ベーン方式、品番06359540を採用した。

【００２９】

(1.2)外側因子

ダクトがプロジェクタ等の光学機器に使用された場合、光源等の過熱の状態によっては、ファンの回転数を上げて冷却効率を高める必要がある。また、プロジェクタ等の光学機器の冷却後の空気を排出する排気口の前に物等が置かれて、排気口の妨げになることもある。そこで、外側因子として、ファンのモータの回転数（信号因子Ｍ）と、ダクトの排気口が塞がれるか否か（誤差因子）を採用した。

【００３０】

具体的には、信号因子Ｍとしては、シロッコファンのモータの回転数を設定し、このモータの回転数の入力の程度を３水準（Ｍ１：１９８３ｒｐｍ、Ｍ２：２２００ｒｐｍ、Ｍ３：２５７４ｒｐｍ）設定した。また、誤差因子は、ダクトの排気口を半分塞ぐか否かの２水準とした。

【００３１】

(1.3)制御因子および直交表

排気口近傍における騒音レベルを低減できる制御因子としては、スポンジの有無（Ａ）、スポンジの厚さ（Ｂ）、ダクトの固定（Ｃ）、排気口側ダクト側の長さ寸法（出口長さ，Ｄ）、吸気口側ダクト側の長さ寸法（入口長さ，Ｅ）、曲折部におけるダクト間のなす角度（Ｆ）、ダクト本体に対する膨張部の面積比率（マフラー形状，Ｇ）、ダクト本体に対する膨張部の設置位置（マフラー位置，Ｈ）が予想される。

【００３２】

ここで、これらの制御因子に対応する設計モデルとして、図１（Ａ），（Ｂ）に示すようなモデルダクト１，１０１を検討した。

図１（Ａ）に示すように、モデルダクト１としては、断面長方形状で内部が中空とされた

ダクト本体２と、ダクト本体２の流路の中間等に設けるための膨張部３と、これらのダクト本体２および膨張部３の内面側に貼付するための多孔質材からなる吸音材としてのスポンジ４とを想定した。

【００３３】

ダクト本体２は、流路の中間に曲折部を想定して、開口部が吸気口２Ａとなるダクト本体を吸気口側ダクト本体２１とし、開口部が排気口２Ｂとなる排気口側ダクト本体２２とした。また、曲折部において、吸排気口側ダクト本体２１，２２のなす角度θをθ度とした。

膨張部３は、ダクト本体２の断面にならった断面長方形状で内部が中空とした。

【００３４】

モデルダクト１では、吸気口側ダクト本体２１に膨張部３を設けたものを想定した。そして、排気口側ダクト本体２２において、排気口２Ｂと吸排気口側ダクト本体２１，２２の曲折部との間の長さ寸法Ｌ１ＡをＬ１Ａｍｍとし、膨張部３の排気口側側面３Ｂと吸排気口側ダクト本体２１，２２の曲折部との間の長さ寸法Ｌ２ＡをＬ２Ａｍｍとした。

【００３５】

一方、モデルダクト１０１では、図１（Ｂ）に示すような、排気口側ダクト本体２２に膨張部３が設けられたものを想定した。図１（Ｂ）において、モデルダクト１と同一の構成品には、同じ符号を付して説明する。

図１（Ｂ）に示すように、モデルダクト１０１において、膨張部３の吸気口側側面３Ａと吸排気口側ダクト本体２１，２２の曲折部との間の長さ寸法Ｌ１ＢをＬ１Ｂｍｍとし、吸気口２Ａと吸排気口側ダクト本体２１，２２の曲折部との間の長さ寸法Ｌ２ＢをＬ２Ｂｍｍとした。

【００３６】

すなわち、長さ寸法Ｌ１Ａ，Ｌ１Ｂを長さ寸法Ｌ１としてまとめて表現すれば、長さ寸法Ｌ１は、排気口側ダクト本体２２に膨張部３が設置されている場合には、吸排気口側ダクト本体２１，２２の曲折部と、膨張部３の吸気口側側面３Ａとの間の長さ寸法Ｌ１Ｂを示す（図１（Ｂ））。一方、排気口側ダクト本体２２に膨張部３が設置されていない場合には、吸排気口側ダクト本体２１，２２の曲折部と、排気口２Ｂとの間の長さ寸法Ｌ１Ａを示す（図１（Ａ））。

【００３７】

また、長さ寸法Ｌ２Ａ，Ｌ２Ｂも長さ寸法Ｌ２としてまとめて表現すれば、前記長さ寸法Ｌ１の場合と同様に、長さ寸法Ｌ２は、吸気口側ダクト本体２１に膨張部３が設置されている場合には、吸排気口側ダクト本体２１，２２の曲折部と、膨張部３の排気口側側面３Ｂとの間の長さ寸法Ｌ２Ａを示す（図１（Ａ））。一方、吸気口側ダクト本体２１に膨張部３が設置されていない場合には、吸排気口側ダクト本体２１，２２の曲折部と、吸気口２Ｂとの間の長さ寸法Ｌ２Ｂを示す（図１（Ｂ））。

【００３８】

ここで、これらのうちでも、特に、排気口側ダクト側の長さ寸法（出口長さ）や、吸気口側ダクト側の長さ寸法（入口長さ）、曲折部におけるダクト間のなす角度、ダクト本体に対する膨張部の面積比率（マフラー形状）等については、制御因子の数値的変化に伴う計測特性値の変化についても確認したい。そこで、各因子を三水準採用できる図２に示されるＬ１８直交表を採用した。

【００３９】

ここで、先ほど選定した８つの制御因子（Ａ～Ｈ）のうち、制御因子Ａ（スポンジの有無）と制御因子Ｂ（スポンジの厚さ）とは、Ｌ１８直交表に単純に割りつけると、スポンジが「無し」で厚さが「厚い、薄い」となる等の矛盾が生じてしまう。そこで、Ｌ１８直交表の第1列と第２列とを組み合わせて、制御因子ＡＢ（スポンジの使用）として６水準の列を作り、以下のような条件を割りつけた。

【００４０】

＜制御因子ＡＢ＞

制御因子ＡＢとして「スポンジの使用」を採用した。また、制御因子ＡＢにおける６つの水準（ＡＢ１～ＡＢ６）として、スポンジの有無、厚さ、貼付位置を採用した。これらをまとめると以下の通りとなる。なお、図３には、厚さの異なるスポンジ１１，１２が示されている。薄いスポンジ１１の厚さは２ｍｍであり、厚いスポンジ１２の厚さは３ｍｍである。

制御因子ＡＢ：スポンジの使用（スポンジ）
水準１（ＡＢ１）：なし
水準２（ＡＢ２）：モデルダクト１，１０１（図１参照）の内面全体に薄いスポンジ１１を貼付
水準３（ＡＢ３）：モデルダクト１，１０１（図１参照）の内面全体に厚いスポンジ１２を貼付
水準４（ＡＢ４）：膨張部３の内面にのみ、薄いスポンジ１１を貼付
水準５（ＡＢ５）：膨張部３の内面にのみ、厚いスポンジ１２を貼付
水準６（ＡＢ６）：なし（水準１と同じ）

【００４１】

＜制御因子Ｃ＞

制御因子Ｃとして「ダクトの固定」を採用した。また、制御因子Ｃにおける３つの水準（Ｃ１～Ｃ３）として、以下のように設定した。なお、図４に示すように、ダクトの固定を、モデルダクト１，１０１におもり１３を配置することでモデル化した。図４には、モデルダクト１，１０１に対して、おもり１３の配置位置を変えて配置した様子が示されている。

制御因子Ｃ：ダクトの固定（固定）
水準１（Ｃ１）：なし（フリー）
水準２（Ｃ２）：排気口側におもり１３を設置（排気口側固定）
水準３（Ｃ３）：吸気口側におもり１３を設置（吸気口側固定）

【００４２】

＜制御因子Ｄ＞

制御因子Ｄとして「排気口側ダクト側の長さ寸法（出口長さ）、つまり、図１（Ａ），（Ｂ）における長さ寸法Ｌ１」を採用した。また、制御因子Ｄにおける３つの水準（Ｄ１～Ｄ３）として、以下のように設定した。なお、図５には、中間に曲折部を有し、その曲折部から排気口までの長さ寸法が異なるモデルダクト１，１０１が示されている。

制御因子Ｄ：排気口側ダクト側の長さ寸法（出口長さ）
水準１（Ｄ１）：短い（１００ｍｍ）
水準２（Ｄ２）：普通（１５０ｍｍ）
水準３（Ｄ３）：長い（２００ｍｍ）

【００４３】

＜制御因子Ｅ＞

制御因子Ｅとして「吸気口側ダクト側の長さ寸法（入口長さ）、つまり、図１（Ａ），（Ｂ）における長さ寸法Ｌ２」を採用した。また、制御因子Ｅにおける３つの水準（Ｅ１～Ｅ３）として、以下のように設定した。なお、図６には、中間に曲折部を有し、その曲折部と、吸気口側に設けられた膨張部との間の長さ寸法が異なるモデルダクト１が示されている。

制御因子Ｅ：吸気口側ダクト側の長さ寸法（入口長さ）
水準１（Ｅ１）：短い（１００ｍｍ）
水準２（Ｅ２）：普通（１５０ｍｍ）
水準３（Ｅ３）：長い（２００ｍｍ）

【００４４】

＜制御因子Ｆ＞

制御因子Ｆとして「曲折部でのダクト間のなす角度、つまり、図１における角度θ」を採用した。また、制御因子Ｆにおける３つの水準（Ｆ１～Ｆ３）は、以下のように設定した

。図７には、ダクトの曲折部におけるダクト本体２１，２２のなす角度が異なるモデルダクト１，１０１が示されている。
制御因子Ｆ：曲折部でのダクト間のなす角度（角度）
水準１（Ｆ１）：１８０度
水準２（Ｆ２）：１３５度
水準３（Ｆ３）：　９０度
【００４５】
＜制御因子Ｇ＞
制御因子Ｇとして「膨張部の面積比率」を採用した。また、制御因子Ｇにおける３つの水準（Ｇ１～Ｇ３）は、以下のように設定した。図８には、ダクト本体２の断面積に対して断面積比率の異なる膨張部３が設けられたモデルダクト１，１０１が示されている。
制御因子Ｇ：ダクト本体に対する膨張部の面積比率（マフラー形状）
水準１（Ｇ１）：ダクトの断面積の１．２倍
水準２（Ｇ２）：ダクトの断面積の１．５倍
水準３（Ｇ３）：ダクトの断面積の１．８倍
【００４６】
＜制御因子Ｈ＞
制御因子Ｈとして「ダクト本体に対する膨張部の設置位置」を採用した。また、制御因子Ｈにおける３つの水準（Ｈ１～Ｈ３）は、以下のように設定した。図９には、ダクト本体２に対して膨張部３の設置位置が異なるモデルダクト１，１０１が示されている。
制御因子Ｈ：ダクト本体に対する膨張部の設置位置（マフラー位置）
水準１（Ｈ１）：ダクト本体の排気口部分
水準２（Ｈ２）：ダクト本体の排気口側（排気口から１００ｍｍの位置）
水準３（Ｈ３）：ダクト本体の吸気口側（吸気口から１００ｍｍの位置）
【００４７】
以上、制御因子を割りつけてまとめた表を図１０に示し、また、これらの制御因子が割りつけられた１８種類の実験条件（Ｌ１８－１～Ｌ１８－１８）を示す表であるＬ１８直交表を図１１，１２に示す。
【００４８】
図１２に示すＬ１８直交表において、例えば、実験番号１（Ｌ１８－１）は、次のように示すことができる。
Ｌ１８－１：ＡＢ１Ｃ１Ｄ１Ｅ１Ｆ１Ｇ１Ｈ１
即ち、実験番号１（Ｌ１８－１）のダクトは、各制御因子（ＡＢ、Ｃ～Ｈ）が全て水準１として形成されたダクトであることを示している。なお、その他の１７の実験条件（Ｌ１８－２～Ｌ１８－１８）も同様にして、図１２に示すＬ１８直交表を参照して、ＡＢｎＣｎＤｎＥｎＦｎＧｎＨｎのように示すことができる。これらの１８種類の実験条件（Ｌ１８－１～Ｌ１８－１８）におけるダクトの構成を図１３～３０に示す。なお、これらの図１３～３０では、図中の左側もしくは下側が吸気口であり、図中の右側もしくは上側が排気口である。
【００４９】
このような１８種類の実験条件において、モータの回転数（信号因子Ｍ）を１９８３ｒｐｍ、２２００ｒｐｍ、２５７４ｒｐｍと変化させ、各回転数における計測特性値としての騒音レベル（オーバーオール，ｄＢ（Ａ））と、風量（単位：m^3／min）とを測定した。これらの測定結果を図３１に示す。
【００５０】
(1.4)計測特性値の評価
この図３１のデータを基に、各実験条件における３個ずつの測定データから、各制御因子（ＡＢ、Ｃ～Ｈ）ごとに、得られた実験１～１８の測定結果をばらつきの少なさの程度（機能性）を示すＳＮ比に変換し、各制御因子毎に図３２，３３に示す要因効果図を作成した。なお、図３２には、計測特性を騒音レベルとした図（騒音が小さい条件）を示し、図

３３には、計測特性を風量（風量が多い条件）とした図を示す。また、ＳＮ比は、その値が大きいほど、測定結果のばらつきが少なくなることを示している。

【００５１】

図３２を参照しながら、消音効果を向上させるダクトについて考察する。

制御因子ＡＢでは、水準２および水準３におけるＳＮ比が、極端に大きくなっている。ここで、水準２，３は、どちらもダクト全体にスポンジを配置した場合であることから、ダクトの内側全面にスポンジを配置することが効果的であることが判明した。

【００５２】

制御因子Ｃでは、各水準間においてあまり大きな差が見られないが、ダクトの一部を固定するよりは、固定しない方がよいことが判明した。ただし、消音効果への影響度としては小さいものであった。

【００５３】

制御因子Ｄでは、水準１および水準２に比べて、水準３においてＳＮ比が大きくなっている。このため、長さ寸法Ｌ１（出口長さ）が１００ｍｍよりも長い方が効果的であることが分かった。

【００５４】

制御因子Ｅでも、水準１および水準２に比べて、水準３においてＳＮ比が極端に大きくなっている。このため、長さ寸法Ｌ２（入口長さ）が１００ｍｍよりも長い方が、消音の点で効果的であることが分かった。

【００５５】

制御因子Ｆでも、水準１および水準２に比べて、水準３においてＳＮ比が極端に大きくなっている。このため、曲折部でのダクト間のなす角度θが１３５度よりも小さくなると極めて効果的であることが分かった。

【００５６】

制御因子Ｇでも、水準１および水準２に比べて、水準３におけるＳＮ比が極端に大きくなっている。このため、膨張部３がダクト本体２の断面積の１．５倍よりも大きくなると、消音の点で極めて効果的であることが分かった。

【００５７】

一方、制御因子Ｈでは、水準１に比べて、水準２および水準３におけるＳＮ比が極端に大きくなっている。このため、排気口部分に膨張部３を設けずに、ダクト本体２の流路の中間に膨張部３を設けると、消音の点で極めて効果的であることが分かった。

【００５８】

これらの制御因子の中でも、特に、ＳＮ比の最大値と最小値との間で２ｄＢ程度と大きく変化している制御因子ＡＢ、制御因子Ｆ、および制御因子Ｈが、消音の点で最も大きく影響を及ぼしていることが判明した。

【００５９】

以上より、図３２から、各制御因子におけるＳＮ比が高くなる水準を選択し、これを最適な条件とした。つまり、計測特性が騒音レベル（オーバーオール）の場合における最適な条件は、ＡＢ３Ｃ１Ｄ３Ｅ３Ｆ３Ｇ３Ｈ３であった。この最適条件におけるダクト形状を図３４に示す。

【００６０】

一方、図３３においても、風量の増加に関し図３２と同様の考察を行った。

図３２の場合と比べて、各制御因子における水準間のＳＮ比の変動幅が小さく、効果的な制御因子が少なかった。ただし、制御因子Ｆ、Ｈについては、比較的大きな変動が見られた。

【００６１】

制御因子Ｆでは、水準１および水準２に比べて、水準３においてＳＮ比が極端に小さくなっている。このため、なす角度θが１３５度よりも大きくなると、風量増加の点で効果的であることが分かった。

【００６２】

一方、制御因子Ｈでは、水準１に比べて、水準２および水準３におけるＳＮ比が極端に小さくなっている。このため、なるべく排気口側に膨張部３を設けると風量増加の点で極めて効果的であることが分かった。

【００６３】

以上より、図３３から、各制御因子におけるＳＮ比が最も高くなる水準を選択し、これを最適な条件とした。つまり、計測特性が風量増加の場合における最適な条件は、ＡＢ５Ｃ２Ｄ２Ｅ２Ｆ２Ｇ３Ｈ１であった。この最適条件におけるダクト形状を図３５に示す。

【００６４】

次に、図３２，３３の要因効果図等を用いて、所定の風量を確保しつつ、十分に消音効果を有する条件、すなわち風速を安定させる条件を検討した。この結果を要因効果図として、図３６に示す。なお、ＳＮ比が高い場合が風速の安定している場合である。

【００６５】

ここで、図３６から、各制御因子におけるＳＮ比が最も高くなる水準を選択し、これを最適な条件とした。つまり、風速の安定する最適条件は、ＡＢ３Ｃ２Ｄ３Ｅ１Ｆ１Ｇ２Ｈ２であった。この最適条件におけるダクト形状を図３７に示す。

【００６６】

(1.5)確認実験

次に、騒音レベルが小さくなる最適条件と、風量が大きくなる最適条件と、風速が安定する最適条件と、初期条件（Ｌ１８－１）とについて、誤差因子を付加した場合と付加しない場合とにおける騒音レベルおよび風量に関して、確認実験を行った。この結果を図３８に示し、その際のまとめを図３９に示す。

【００６７】

(1.6)結論

以上の確認実験等をもとに以下のように結論づけた。

(1.6.1)消音効果の高いダクト

▲１▼内面全体にスポンジを設置すること。
▲２▼ダクトを部分的に固定しないこと。
▲３▼ダクトの長さをなるべく長くすること。
▲４▼ダクトの曲折部における角度を９０度とすること。
▲５▼ダクトの流路の中間に、ダクトの断面積より大きな断面積を有する膨張部を設けること。
▲６▼膨張部の断面積は、ダクトの断面積の１．５倍より大きくすること。
▲７▼膨張部はダクトの排気口側に設けること。

【００６８】

(1.6.2)風量を増加させるダクト

▲１▼膨張部にスポンジを設けること。
▲２▼曲折部の角度を９０度より大きくすること。
▲３▼膨張部の断面積をなるべく大きくすること。
▲４▼膨張部を排気口に設けること。

【００６９】

(1.6.3)風速を安定させる条件

▲１▼排気口を固定すること。
▲２▼排気口側ダクト本体の長さをなるべく長くすること。
▲３▼吸気口側ダクト本体の長さをなるべく短くすること。
▲４▼ダクトの曲折部の角度をなるべく１８０度に近づけること。
▲５▼排気口側に膨張部を設けること。

【００７０】

(1.6.4)まとめ

以上のことから、家庭等の比較的狭い空間で使用される電子機器に組み込まれるダクトとしては、(1.6.1)に示す点を考慮した騒音レベルが極端に低い設計とすることが好ましい

。
一方、会議室やホール等のパブリックスペースで使用される電子機器に組み込まれるダクトとしては、(1.6.2)に示す点を考慮し、騒音レベルを多少犠牲にしても、風量を高めることにより排気効率を高めて、内部機器の冷却効率を向上させる設計とすることが好ましい。
また、そのどちらにも対応できるように、風速を安定させることにより、騒音レベルと風量とをともに満足させる値となるダクトを設計してもよい。
【００７１】
（２）材質の最適化
次に、消音効果を有するダクトの材質について検討した。
ダクトの形状として、前記実験におけるＬ１８－３と、Ｌ１８－１３との２つの形状を選択し、ダクトの材質をアクリル板とシート部材とに変えて、それぞれ騒音レベルを測定した。その測定結果を図４０に示す。なお、アクリル板は、厚さ３．０ｍｍのものを使用した。また、シート部材としては、ポリメチルペンテンを主成分とする合成樹脂を繊維シートである紙の表面に含浸（コート）させたものを使用した。このシート部材は、紙の割合が５１％以上であって、その厚さが０．２５ｍｍであり、ダクトを形成した場合に、絞り加工が可能なものである。
【００７２】
図４０の表に示す通り、各ダクト形状において、アクリル板を使用するよりもシート部材を使用する場合の方が、平均で１０．８ｄＢ（Ａ）以上の消音効果があることが分かった。
【００７３】
結論として、消音効果を有する最適なダクトの材質は、プラスチックのような剛体よりも、紙様のシート部材の方であることである。
【００７４】
（３）厚さの最適化
次に、消音効果を有するダクトの厚さについて検討した。
ダクトの形状として、全長３００ｍｍで断面積が前記ダクトと同じである真っ直ぐな形状のダクトを採用し、ダクトの厚さを２．０ｍｍ、０．５ｍｍ、０．２５ｍｍとした。厚さ２ｍｍのものはアクリル板であり、厚さ０．２５ｍｍのものは前記シート部材であり、厚さ０．５ｍｍのものは薄いプラスチック（ユーピロンシートＮ、三菱ガス化学社製）である。それぞれの場合について騒音レベルを測定した。その結果を図４１に示す。
【００７５】
図４１の表に示す通り、厚さが２．０ｍｍである場合には、消音効果があまり大きくないが、厚さが２．０ｍｍ未満、好ましくは厚さが０．５ｍｍ以下であれば、少なくとも３ｄＢ（Ａ）以上の消音効果があることが分かった。
【００７６】
結論として、消音効果を有する最適なダクトの厚さは、２．０ｍｍ未満であるということである。
【００７７】
［２．消音効果の高いダクトを有するプロジェクタの形態］
以上の（１）～（３）の知見に基づいて、消音効果の高いダクトの２つの実施形態を説明する。
［第１実施形態］
本発明の第１実施形態に係るダクト１０は、図４２に示すように、シロッコファン１４（図４３参照）が接続されるとともに、断面長方形状で内部が中空とされたダクト本体２０と、ダクト本体２０の流路の中間に設けられ、かつダクト本体２０の断面積よりも大きな断面積を有する膨張部３０と、これらのダクト本体２０および膨張部３０の内面側に貼付される多孔質材からなる吸音材としてのスポンジ４０とを備える。
【００７８】

ダクト本体２０および膨張部３０は、ポリオレフィン系樹脂のポリメチルペンテンを主成分とする合成樹脂を繊維シートである紙の表面に含浸（コート）させたシート部材で構成されている。このシート部材は、紙の割合が５１％以上であって、その厚さが０．２５ｍｍであるとともに、ダクトを形成した場合に、ダクトの流路の中間においてその送風断面におけるテーパ角度が６度となるように縮径された絞り加工が可能な部材である。

【００７９】

ダクト本体２０は、開口部が吸気口２０Ａとされた吸気口側ダクト本体２０１と、開口部が排気口２０Ｂとされた排気口側ダクト本体２０２とを備え、これらの吸排気口側ダクト本体２０１，２０２は、なす角度θが９０度で互いに接続されている。なお、この吸気口２０Ａには、シロッコファン１４（図４３参照）が設置される。

【００８０】

吸気口側ダクト本体２０１には、吸気口２０Ａ側に膨張部３０が設けられている。吸気口２０Ａと膨張部３０の吸気口側側面３０Ａとの間の長さ寸法Ｐは１００ｍｍとなっている。膨張部３０の排気口側側面３０Ｂと吸排気口側ダクト本体２０１，２０２の接続部分（曲折部）との間の長さ寸法Ｑは２００ｍｍとなっている。排気口側ダクト本体２０２において、吸排気口側ダクト本体２０１，２０２の接続部分（曲折部）と排気口２０Ｂとの間の長さ寸法Ｒは２００ｍｍとなっている。

【００８１】

従って、吸気口側ダクト本体２０１における長さ寸法Ｑと、排気口側ダクト本体２０２における長さ寸法Ｒとが同じ長さ寸法となっている。換言すれば、ダクト１０において、膨張部３０の排気口側側面３０Ｂから排気口２０Ｂまでの間で、その丁度真ん中の部分が９０度折曲されていることになる。

【００８２】

膨張部３０は、ダクト本体２０の形状に倣った断面長方形状で内部が中空とされ、その断面積はダクト本体２０の断面積の１．８倍となっている。膨張部３０の厚さ寸法Ｔは３０ｍｍとなっている。なお、この膨張部３０を形成するにあたって、絞り加工が施されることになる。

スポンジ４０は、一般的に食器洗い等に使用されるものと同じであって、合成樹脂製で多孔質であり、その厚さが３ｍｍとなっている。

【００８３】

従って、シロッコファン１４（図４３参照）を駆動させると、シロッコファン１４から排出された空気は、吸気口２０Ａから吸気口側ダクト本体２０１の内部に入り込む。その後、膨張部３０を通って排気口側ダクト本体２０２に入り、吸排気側ダクト２０１，２０２同士の接続部分である曲折部においてその方向が９０度折曲されてから、排気口２０Ｂから排気口側ダクト本体２０２の外部つまりダクト１０の外部へと出ていく。

【００８４】

次に、このようなダクト１０をプロジェクタ１００内に組み込む。

図４３は、第１実施形態のダクト１０を備えたプロジェクタ１００を上方から見た模式図である。

プロジェクタ１００は、前面に排出口２００Ａを有する外装ケース２００と、外装ケース２００内に収容された電源ユニット３００と、外装ケース２００内に配置された平面Ｌ字形の光学ユニット４００と、外装ケース２００内に配置されたダクト１０と、外装ケース２００内に配置されたシロッコファン１４とを備え、全体略直方体形状となっている。

【００８５】

光学ユニット４００は、図４４に示すように、光源ランプ４１１から出射された光束を、光学的に処理して画像情報に対応した光学像を形成するユニットであり、インテグレータ照明光学系４１０、色分離光学系４２０、リレー光学系４３０、電気光学装置４４０、色合成光学系としてのクロスダイクロイックプリズム４５０、および投写光学系としての投写レンズ４６０を備える。

【００８６】

光学ユニット４００を構成し、かつ光源ランプ４１１を有する光源装置４１３の下側に、シロッコファン１４は配置されている。このため、シロッコファン１４は、光源装置４１３近傍の熱を吸入して、ダクト１０の吸気口２０Ａにその熱風を送り込む。そして、ダクト１０内に送り込まれた熱風は、膨張部３０を通り、その向きを９０度変えた後に、プロジェクタ１００の前面側となる投写レンズ４６０の横の排出口２００Ａから排出される。

【００８７】

このような第１実施形態によれば、以下のような効果がある。

(１)このようなダクト１０によれば、十分な排気効率を確保しつつ、シロッコファン１４による排気口２０Ｂ近傍での騒音レベルを減少させることができる。これにより、ダクト１０の消音効果を向上できる。このため、ダクト１０をプロジェクタ１００に用い、このプロジェクタ１００を家庭で使用する場合でも、十分な静粛性を確保できて、使用者に不快感を与えないようにできる。

【００８８】

(２)シート部材を構成する紙の割合を５１％以上としたので、ダクト１０を廃棄する際に、リサイクル性の高い紙として、ダクト１０をリサイクルすることができる。このため、ダクト１０のリサイクルを容易にできる。このように、シート部材を主に紙で構成したので、従来のように合成樹脂で構成する場合に比べて、製造コストを削減できる。

【００８９】

(３)ポリメチルペンテンを含んでシート部材を構成し、このシート部材でダクト１０を構成している。ポリメチルペンテンはダクト１０内を流れる高温の空気の熱によって溶けだし難いので、高温下でもダクト１０の保形性を十分に確保できる。この際、ポリメチルペンテンを含んだシート部材はテーパ角が６度となるような絞り加工が可能なので、例えば、プロジェクタ１００内に設けられるスペースの形状に合わせて簡単に形成でき、ダクト１０の設計の自由度を向上させることができる。

【００９０】

(４)ダクト１０の厚さを０．５ｍｍ以下としたので、空気振動が発生した際に、ダクト１０を構成する面が変形することにより、騒音に伴う振動を吸収するので、吸音効果を向上させることができる。

【００９１】

(５)ダクト１０をシート部材で形成したので、一般的な合成樹脂（アクリル）製のダクトに比べて、排気口２０Ｂ近傍における騒音レベルを約１１ｄＢ（Ａ）減少でき、ダクト１０の消音効果を向上させることができる。

【００９２】

(６)ダクト１０を備えてプロジェクタ１００を構成したので、光源ランプ４１１近傍における空気、つまり光源ランプ４１１自体を冷却できるとともに、この冷却後の空気を確実にプロジェクタ１００の外部へと排気できる。このため、プロジェクタ１００内の光源ランプ４１１以外の場所に、熱がこもることを防止できる。

【００９３】

［第２実施形態］

本発明の第２実施形態に係るダクトは、前記第１実施形態におけるシート部材を、前記厚さ０．５ｍｍの薄いプラスチック（ユーピロンシートＮ、三菱ガス化学社製）に変更したものである。なお、第１実施形態とはシート部材が異なるだけで、形状は全く同じである。また、このダクトを配置したプロジェクタも前記第１実施形態と同じである。

このような第２実施形態によれば、第１実施形態における効果(１)，(４)，(６)と同様の効果がある。

【００９４】

なお、本発明は、前記各実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる他の構成等を含み、以下に示すような変形等も本発明に含まれる。

例えば、前記各実施形態において、ダクト本体２０の断面形状を長方形状としたが、これに限らず、例えば、三角形や円形等のその他の形状としてもよい。ただし、円形とした場

合には、デッドスペースが生じ易いという欠点があり、前記各実施形態の方が好ましい。なお、ダクト本体２０の断面積の大きさについても特に限定されない。プロジェクタ１００の配置スペース等に合わせて適宜設計変更すればよい。

【００９５】

ここで、前記各実施形態において、膨張部３０の断面積をダクト本体２０の断面積の１．８倍としたが、これに限らず、例えば、２．０倍や３．０倍等のその他の倍率としてもよい。要するに、膨張部３０の断面積がダクト本体２０の断面積の略１．５倍よりも大きければよい。

【００９６】

また、前記各実施形態において、膨張部３０を吸気口２０Ａ側に設置したが、これに限らず、例えば、排気口２０Ｂ側等のその他の場所に設置されてもよい。要するに、膨張部３０がダクト本体２０の流路の中間に設置されればよい。ただし、前記各実施形態の方が、消音効果が高いという利点がある。

【００９７】

また、前記各実施形態において、ダクト本体２０および膨張部３０の内面に厚さ３ｍｍのスポンジ４０を設置したが、例えば、厚さ２ｍｍ等のその他の厚さのスポンジを設置してもよい。また、前記各実施形態において、ダクト本体２０および膨張部３０の内面にスポンジ４０を設置したが、例えば、膨張部３０にだけ設置してもよいし、ダクト本体２０にだけ設置してもよい。要するに、ダクト本体２０や膨張部３０の内面にスポンジが貼付されればよいということである。なお、十分な消音効果を確保できていれば、スポンジ４０を設置しなくてもよい。また、多孔質材からなる吸音材としてスポンジを採用したが、ロックウールやグラスウール等のその他の材料を採用してもよい。

【００９８】

また、前記各実施形態において、曲折部を挟むダクト本体２０１，２０２のなす角度を９０度としたが、これに限らず、例えば、１２０度や４５度等の１３５度未満のその他の角度であってもよい。ただし、前記各実施形態の方が、プロジェクタ１００の外装ケース２００への収まり易さの点で有利である。

【００９９】

前記第１実施形態において、ダクト本体２０等を構成するシート部材として、紙にポリメチルペンテンをコートしたものを採用したが、紙の代わりに、例えば、不織布や耐熱シート等のその他のシートを採用できる。また、ポリメチルペンの代わりに耐熱性、加工適性等を有するその他の合成樹脂も採用できる。

【０１００】

また、前記各実施形態において、シート部材の厚さを０．２５ｍｍとしたが、これに限らず、例えば０．５ｍｍや１ｍｍ等のその他の厚さとしてもよい。ただし、消音効果の点で、厚さが２．０ｍｍ未満であることが好ましく、０．５ｍｍ以下がより好ましい。

【０１０１】

また、前記各実施形態において、シロッコファン１４をダクト本体２０の吸気口２０Ａに接続したが、排気口２０Ｂに接続してもよい。ただし、排気口近傍における騒音レベルの点で前記各実施形態の方が有利である。なお、ファンとしてはシロッコファン１４を採用したが、これに限らず、軸流ファン等のその他のファンであってもよい。要するに送風できればよい。

【０１０２】

前記各実施形態において、電子機器としてプロジェクタ１００を採用したが、これに限らず、例えばゲーム機器等のその他の電子機器等であってもよい。

【０１０３】

【発明の効果】

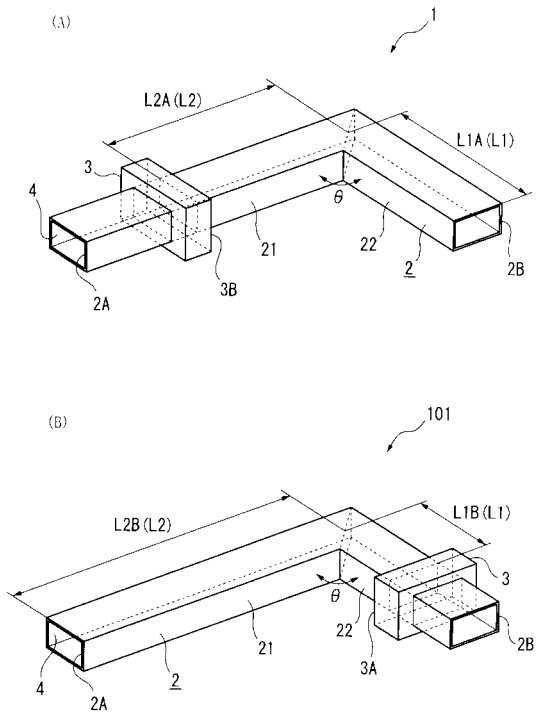
以上に述べたように、本発明のダクトおよび電子機器によれば、十分な排気効率を確保しつつ、消音効果を高めることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の各実施形態に係るモデルダクトを示す図である。
【図２】Ｌ１８直交表を示す図である。
【図３】前記各実施形態における厚さの異なるスポンジを示す図である。
【図４】前記各実施形態において、前記モデルダクトに対して位置を変えておもりを配置する様子を示す図である。
【図５】前記各実施形態において、曲折部から排気口までの長さ寸法が異なる前記モデルダクトを示す図である。
【図６】前記各実施形態において、曲折部から膨張部までの長さ寸法が異なる前記モデルダクトを示す図である。
【図７】前記各実施形態において、曲折部におけるダクト本体間のなす角度が異なる前記モデルダクトを示す図である。
【図８】前記各実施形態において、ダクト本体の断面積に対して断面積比率の異なる膨張部が設けられたモデルダクトを示す図である。
【図９】前記各実施形態において、ダクト本体に対する膨張部の設置位置が異なる前記モデルダクトを示す図である。
【図１０】前記各実施形態における制御因子をまとめた図である。
【図１１】前記制御因子をＬ１８直交表に割り付けた図である。
【図１２】前記制御因子をＬ１８直交表に割り付けた図である。
【図１３】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－１のダクトを示す平面図である。
【図１４】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－２のダクトを示す平面図である。
【図１５】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－３のダクトを示す平面図である。
【図１６】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－４のダクトを示す平面図である。
【図１７】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－５のダクトを示す平面図である。
【図１８】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－６のダクトを示す平面図である。
【図１９】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－７のダクトを示す平面図である。
【図２０】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－８のダクトを示す平面図である。
【図２１】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－９のダクトを示す平面図である。
【図２２】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－１０のダクトを示す平面図である。
【図２３】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－１１のダクトを示す平面図である。
【図２４】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－１２のダクトを示す平面図である。
【図２５】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－１３のダクトを示す平面図である。
【図２６】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－１４のダクトを示す平面図である。
【図２７】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－１５のダクトを示す平面図である。
【図２８】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－１６のダクトを示す平面図である。
【図２９】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－１７のダクトを示す平面図である。
【図３０】前記各実施形態において、実験番号Ｌ１８－１８のダクトを示す平面図である。
【図３１】前記各実施形態において、前記１８種類の実験条件において、モータの回転数を変化させた際の騒音レベルおよび風量を測定した結果を示す図である。
【図３２】前記各実施形態において、計測特性を騒音レベルとした際の要因効果図である。
【図３３】前記各実施形態において、計測特性を風量とした際の要因効果図である。

【図３４】前記各実施形態において、騒音レベルを低下させる最適条件のダクトの形状を示す図である。
【図３５】前記各実施形態において、風量を増加させる最適条件のダクトの形状を示す図である。
【図３６】前記各実施形態において、計測特性を風速の安定とした際の要因効果図である。
【図３７】前記各実施形態において、風速の安定する最適条件のダクトの形状を示す図である。
【図３８】前記各最適条件において、風量および騒音レベルを測定した結果を示す図である。
【図３９】図３８をまとめた図である。
【図４０】前記各実施形態において、ダクトの材質を変えた際の騒音レベルを測定した結果を示す図である。
【図４１】前記各実施形態において、ダクトの厚さを変えた際の騒音レベルを測定した結果を示す図である。
【図４２】本発明の第１実施形態に係るダクトを示す斜視図である。
【図４３】本発明の第１実施形態に係るプロジェクタを示す模式図である。
【図４４】前記プロジェクタの光学ユニットを示す模式図である。
【符号の説明】
１０　ダクト
１４　シロッコファン
２０　ダクト本体
２０Ａ　吸気口
２０Ｂ　排気口
３０　膨張部
４０　多孔質材からなる吸音材としてのスポンジ
１００　電子機器としてのプロジェクタ
２００　外装ケース
２０１　吸気口側ダクト本体
２０２　排気口側ダクト本体
３００　電源ユニット
４００　光学ユニット
４１１　光源ランプ
４１３　光源装置

【図１】



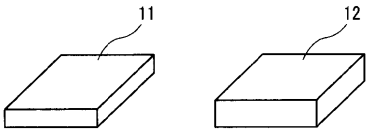
【図２】

L18直交表($2^1 \times 3^7$)

	1	2	3	4	5	6	7	8
NO. 1	1	1	1	1	1	1	1	1
NO. 2	1	1	2	2	2	2	2	2
NO. 3	1	1	3	3	3	3	3	3
NO. 4	1	2	1	1	2	2	3	3
NO. 5	1	2	2	2	3	3	1	1
NO. 6	1	2	3	3	1	1	2	2
NO. 7	1	3	1	2	1	3	2	3
NO. 8	1	3	2	3	2	1	3	1
NO. 9	1	3	3	1	3	2	1	2
NO. 10	2	1	1	3	3	2	2	1
NO. 11	2	1	2	1	1	3	3	2
NO. 12	2	1	3	2	2	1	1	3
NO. 13	2	2	1	2	3	1	3	2
NO. 14	2	2	2	3	1	2	1	3
NO. 15	2	2	3	1	2	3	2	1
NO. 16	2	3	1	3	2	3	1	2
NO. 17	2	3	2	1	3	1	2	3
NO. 18	2	3	3	2	1	2	3	1

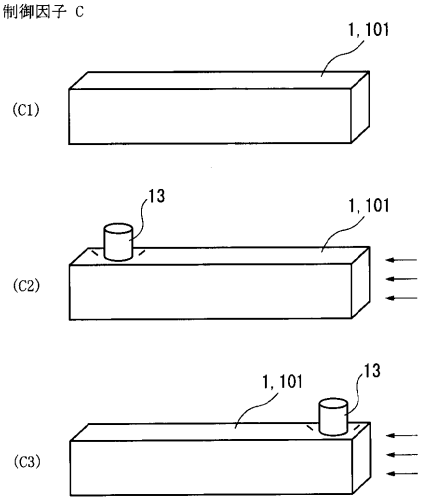
【図３】

制御因子 AB



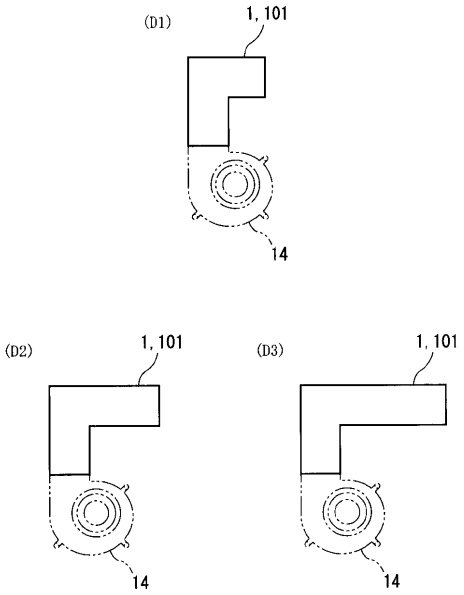
【図４】

制御因子 C



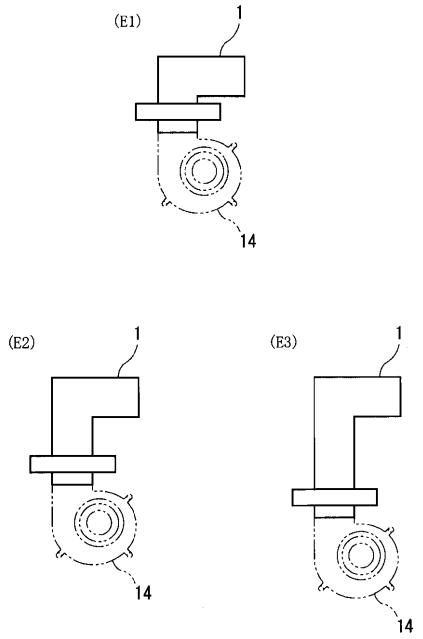
【図５】

制御因子 D



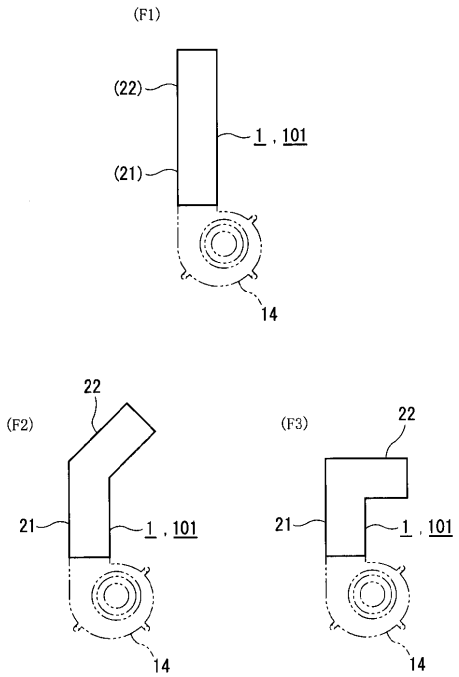
【図６】

制御因子 E



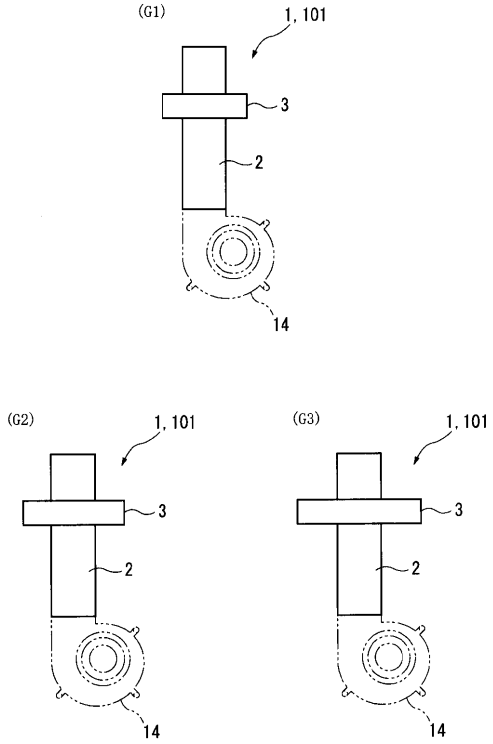
【図７】

制御因子 F



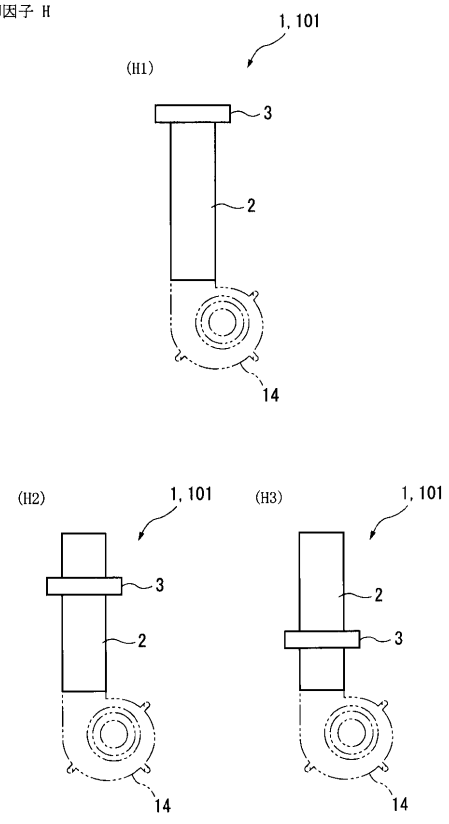
【図８】

制御因子 G



【図９】

制御因子 H



【図１０】

制御因子のまとめ

L18多水準		水準１	水準２	水準３	水準４	水準５	水準６
AB	スポンジ	なし	全体(薄い)	全体(厚い)	一部(薄い)	一部(厚い)	なし
C	固定	フリー	おもり出口	おもり入口			
D	出口長さ	短い	普通	長い			
E	入口長さ	短い	普通	長い			
F	角度	180度	135度	90度			
G	マフラー形状	1(1.2倍)	2(1.5倍)	3(1.8倍)			
H	マフラー位置	出口	出口側	入口側			

【図１１】

L18直交表による制御因子の割り付け

実験番号	制御因子						
	AB	C	D	E	F	G	H
	スポンジ	固定	出口長さ	入口長さ	角度	マフラー形状	マフラー位置
1	なし	フリー	短い	短い	180	1	出口
2	なし	おもり出口	普通	普通	135	2	出口側
3	なし	おもり入口	長い	長い	90	3	入口側
4	全体(薄い)	フリー	短い	普通	135	3	入口側
5	全体(薄い)	おもり出口	普通	長い	90	1	出口
6	全体(薄い)	おもり入口	長い	短い	180	2	出口側
7	全体(厚い)	フリー	普通	短い	90	2	入口側
8	全体(厚い)	おもり出口	長い	普通	180	3	出口
9	全体(厚い)	おもり入口	短い	長い	135	1	出口側
10	一部(薄い)	フリー	長い	長い	135	2	出口
11	一部(薄い)	おもり出口	短い	短い	90	3	出口側
12	一部(薄い)	おもり入口	普通	普通	180	1	入口側
13	一部(厚い)	フリー	普通	長い	180	3	出口側
14	一部(厚い)	おもり出口	長い	短い	135	1	入口側
15	一部(厚い)	おもり入口	短い	普通	90	2	出口
16	なし	フリー	長い	普通	90	1	出口側
17	なし	おもり出口	短い	長い	180	2	入口側
18	なし	おもり入口	普通	短い	135	3	出口

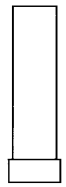
【図１２】

L18直交表による制御因子の割り付け

実験番号	制御因子						
	AB	C	D	E	F	G	H
	スポンジ	固定	出口長さ	入口長さ	角度	マフラー形状	マフラー位置
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2	2	2
3	1	3	3	3	3	3	3
4	2	1	1	2	2	3	3
5	2	2	2	3	3	1	1
6	2	3	3	1	1	2	2
7	3	1	2	1	3	2	3
8	3	2	3	2	1	3	1
9	3	3	1	3	2	1	2
10	4	1	3	3	2	2	1
11	4	2	1	1	3	3	2
12	4	3	2	2	1	1	3
13	5	1	2	3	1	3	2
14	5	2	3	1	2	1	3
15	5	3	1	2	3	2	1
16	6	1	3	2	3	1	2
17	6	2	1	3	1	2	3
18	6	3	2	1	2	3	1

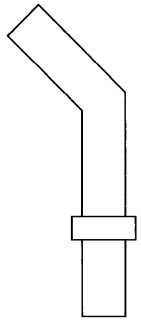
【図１３】

L18-1



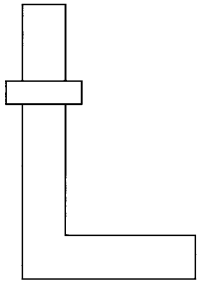
【図１４】

L18-2



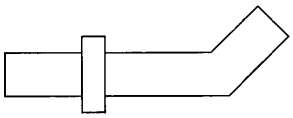
【図１５】

L18-3



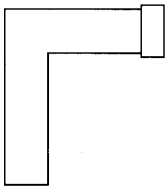
【図１６】

L18-4



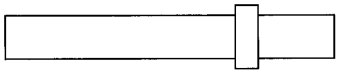
【図１７】

L18-5



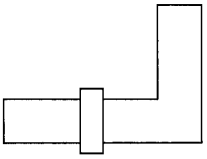
【図１８】

L18-6



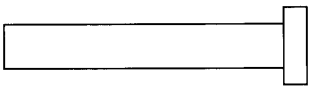
【図１９】

L18-7



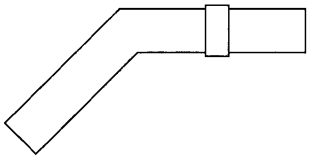
【図２０】

L18-8



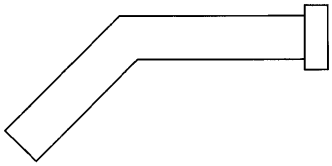
【図２１】

L18-9



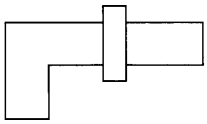
【図２２】

L18-10



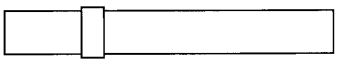
【図２３】

L18-11



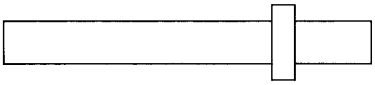
【図２４】

L18-12



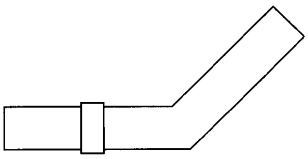
【図２５】

L18-13



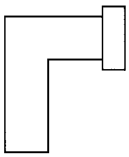
【図２６】

L18-14



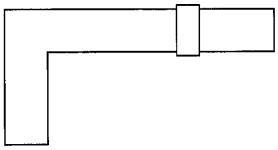
【図２７】

L18-15



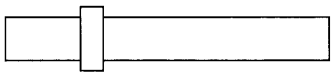
【図２８】

L18-16



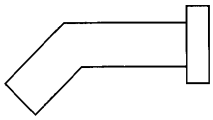
【図２９】

L18-17



【図３０】

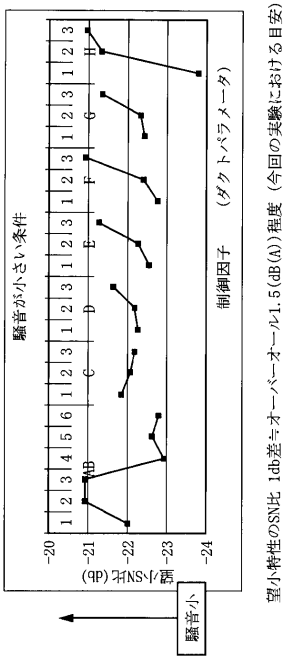
L18-18



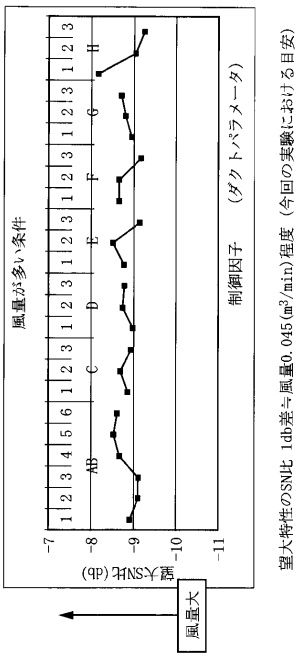
【図３１】

実験番号	風量(m³/min)			騒音レベル[dB(A)]		
	ファン回転数(rpm)			ファン回転数(rpm)		
	1983	2200	2574	1983	2200	2574
L18-1	0.347	0.396	0.488	52.7	55.5	60.3
L18-2	0.356	0.406	0.479	46.9	49.9	54.7
L18-3	0.300	0.337	0.409	41.8	44.8	49.5
L18-4	0.329	0.371	0.424	44.0	46.8	51.3
L18-5	0.320	0.370	0.439	45.8	48.9	53.1
L18-6	0.324	0.359	0.424	45.4	48.5	53.3
L18-7	0.300	0.334	0.382	43.8	46.7	50.9
L18-8	0.389	0.436	0.505	47.5	50.5	55.1
L18-9	0.294	0.332	0.398	44.7	47.5	52.1
L18-10	0.386	0.426	0.502	49.9	52.8	57.5
L18-11	0.330	0.366	0.446	45.7	49.0	53.3
L18-12	0.337	0.386	0.452	48.8	51.7	56.5
L18-13	0.340	0.386	0.452	44.6	47.8	52.9
L18-14	0.356	0.396	0.479	47.0	49.8	54.7
L18-15	0.376	0.406	0.498	50.6	53.6	58.1
L18-16	0.333	0.376	0.442	44.5	47.7	52.3
L18-17	0.327	0.373	0.436	47.4	50.2	55.1
L18-18	0.403	0.455	0.548	52.8	55.9	60.5

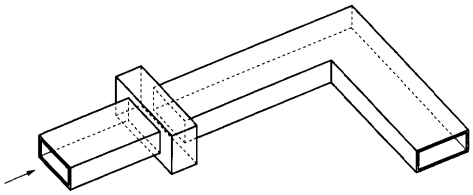
【図３２】



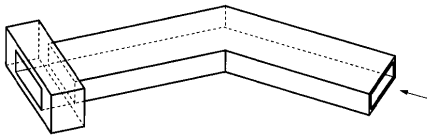
【図３３】



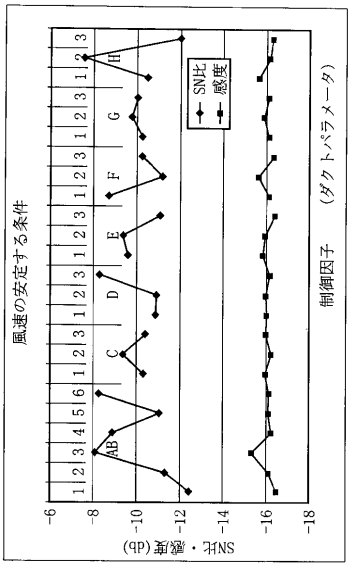
【図３４】



【図３５】

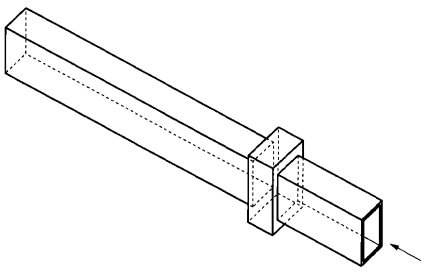


【図３６】



SN比が高い＝消費電力に対する出口側の風速が安定している。
感度が高い＝風速が早い（少ない電力で早い風速が得られる。）

【図３７】



【図３８】

確認実験測定値

	AB スポンジ	C 固定	D 出口長さ	E 入口長さ	F 角度	G マフラー形状	H マフラー位置	誤差因子	ファン回転数 rpm	騒音レベル dB(A)	風量 m^3/min
風量が大きい最適条件	一部(厚い)	おもり出口	普通	普通	135	3	出口	無し(排気口を塞がない)	1983	51.3	0.4125
									2200	54.4	0.4620
									2574	59.2	0.5478
								有り(排気口を半分塞ぐ)	1983	52.6	0.3465
									2200	55.4	0.3927
									2574	59.8	0.4587
騒音レベルが小さい最適条件	全体(厚い)	フリー	長い	長い	90	3	入口側	無し(排気口を塞がない)	1983	39.1	0.2705
									2200	42.3	0.3060
									2574	46.6	0.3660
								有り(排気口を半分塞ぐ)	1983	41.4	0.2546
									2200	44.2	0.2811
									2574	48.2	0.3342
風速を安定させる最適条件	全体(厚い)	おもり出口	長い	短い	180	2	出口側	無し(排気口を塞がない)	1983	43.8	0.3156
									2200	47.0	0.3501
									2574	51.8	0.4270
								有り(排気口を半分塞ぐ)	1983	46.5	0.2917
									2200	49.4	0.3182
									2574	53.8	0.3845
初期条件(L18-1)	なし	フリー	短い	短い	180	1	出口	無し(排気口を塞がない)	1983	52.7	0.3470
									2200	55.5	0.3960
									2574	60.3	0.4884
								有り(排気口を半分塞ぐ)	1983	55.3	0.3267
									2200	58.2	0.3696
									2574	62.6	0.4257

【図３９】

確認実験のまとめ

		風量増加の効果(風量比)			平均効果	消音効果(騒音レベル差(dB(A)))			平均効果
		1983rpm	2200rpm	2574rpm		1983rpm	2200rpm	2574rpm	
風量が大きい最適条件		1.19	1.17	1.12	1.16	-1.4	-1.1	-1.1	-1.2
騒音レベルが小さい最適条件		0.78	0.77	0.75	0.77	-13.6	-13.2	-13.7	-13.5
風速を安定させる最適条件		0.91	0.88	0.87	0.89	-8.9	-8.5	-8.5	-8.6
初期条件(L18-1)		1	1	1	1	0	0	0	0

※誤差因子を含まない条件での比較

【図４０】

ダクトの材質による騒音レベルの比較

			ファン回転数(rpm)			平均	効果
			1983	2200	2547		
材質	シート部材	L18-3形状	41.8	44.8	49.5	46.9	10.8
		L18-13形状	44.6	47.8	52.9		
	アクリル	L18-3形状	53.5	56.2	60.5	57.7	-
		L18-13形状	55.6	57.9	62.6		

[dB(A)]

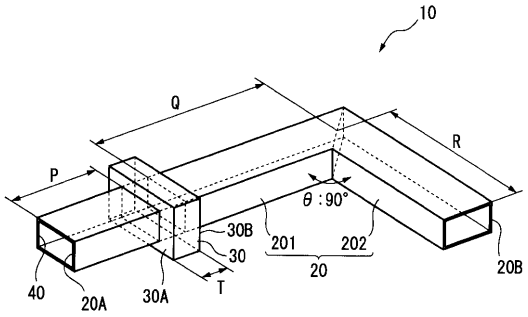
【図４１】

ダクトの厚さによる騒音レベルの比較

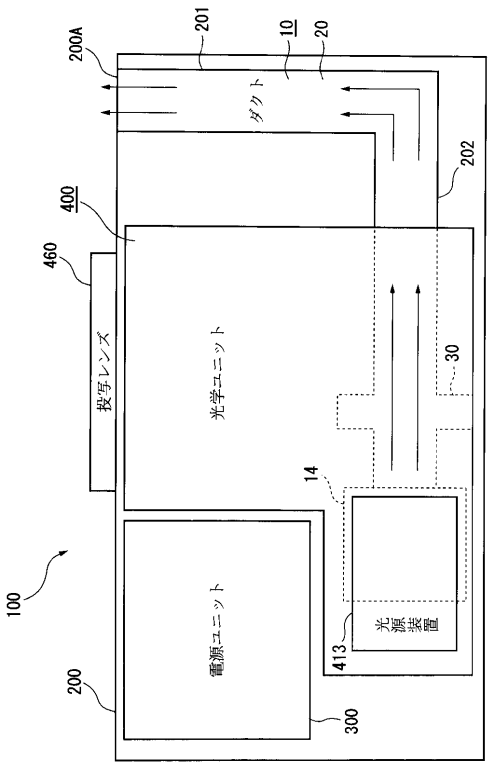
		ファン回転数(rpm)			平均	効果
		1983	2200	2547		
厚さ	2.0mm(アクリル)	54.5	57.7	62.0	58.1	-
	0.5mm(薄プラスチック)	50.9	54.1	59.1	54.7	3.4
	0.25mm(シート部材)	51.0	54.3	59.1	54.8	3.3

[dB(A)]

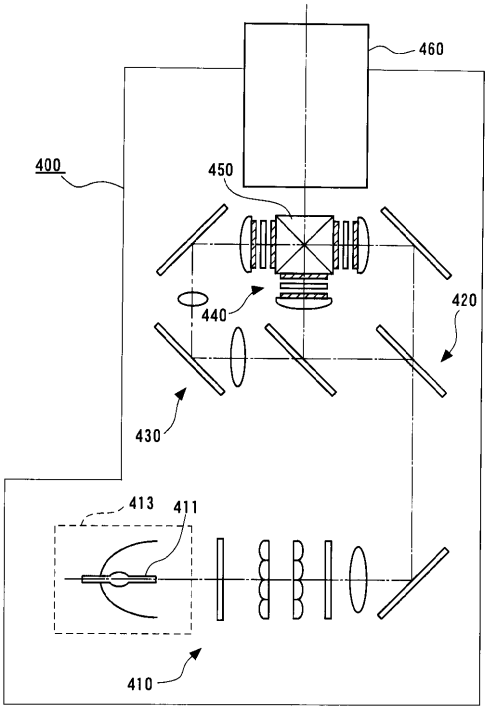
【図４２】



【図４３】



【図４４】



フロントページの続き

(72)発明者　橋爪　俊明
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

審査官　内田　博之

(56)参考文献　特開平０６－２１９１４４（ＪＰ，Ａ）
実開平０２－０７３５３９（ＪＰ，Ｕ）
特開２０００－０８８３２９（ＪＰ，Ａ）
特開昭５８－２１６３０９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H05K 7/20
F24F 13/02