

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3857729号
(P3857729)

(45) 発行日 平成18年12月13日(2006.12.13)

(24) 登録日 平成18年9月22日(2006.9.22)

| | | | |
|-------------------|------------------|------|---------|
| (51) Int. Cl. | | F I | |
| FO2C 7/05 | (2006.01) | FO2C | 7/05 |
| BO1D 39/20 | (2006.01) | BO1D | 39/20 A |
| FO1D 25/00 | (2006.01) | FO1D | 25/00 Q |

請求項の数 18 (全 19 頁)

| | |
|--|--|
| <p>(21) 出願番号 特願平9-527955 (86) (22) 出願日 平成9年1月31日(1997.1.31) (65) 公表番号 特表2000-504801(P2000-504801A) (43) 公表日 平成12年4月18日(2000.4.18) (86) 国際出願番号 PCT/US1997/002181 (87) 国際公開番号 W01997/027927 (87) 国際公開日 平成9年8月7日(1997.8.7) 審査請求日 平成14年1月18日(2002.1.18) (31) 優先権主張番号 60/011,032 (32) 優先日 平成8年2月2日(1996.2.2) (33) 優先権主張国 米国(US)</p> | <p>(73) 特許権者 ポール・コーポレーション アメリカ合衆国ニューヨーク州11548 , イースト・ヒルズ, ノーザン・ブルヴァ アード 2200 (74) 代理人 弁理士 社本 一夫 (74) 代理人 弁理士 今井 庄亮 (74) 代理人 弁理士 増井 忠武 (74) 代理人 弁理士 栗田 忠彦 (74) 代理人 弁理士 小林 泰</p> |
|--|--|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 煤フィルタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービンを含み、ブリードガス管路を持つ、航空機用のエンジンと、前記ブリードガス管路に流体連通したフィルタと、を有し、前記フィルタが、50%乃至95%の範囲の空所容積を有する焼結金属濾材と、前記焼結金属濾材の上流側に配置された前置フィルタとを含み、前記前置フィルタが前記焼結金属濾材より多い孔を有し、前記フィルタが、1 μm乃至5 μmの範囲の大きさの煤粒子に対して少なくとも95%の捕捉効率を有する、エンジンアレンジメント。

【請求項2】

前記焼結金属濾材は、75%乃至95%の範囲の空所容積を有する、請求項1記載のアレンジメント。

【請求項3】

前記焼結金属濾材は、焼結ファイバ金属濾材、焼結粉体金属濾材、焼結金属メッシュ濾材、または、前記焼結ファイバ金属濾材、前記焼結粉体金属濾材、前記焼結金属メッシュ濾材の混成物からなる、請求項1または2記載のアレンジメント。

【請求項4】

前記焼結金属濾材は、公称長さが100 μm乃至20 mmの焼結ファイバからなる、請求項1または2記載のアレンジメント。

【請求項5】

前記ファイバは、直径が $1\ \mu\text{m}$ 乃至 $150\ \mu\text{m}$ である、請求項 4 記載のアレンジメント。

【請求項 6】

前記ファイバは、約 $10\ \mu\text{m}$ 乃至約 $125\ \mu\text{m}$ の直径を有する、請求項 5 記載のアレンジメント。

【請求項 7】

前記ファイバは、約 $20\ \mu\text{m}$ 乃至約 $100\ \mu\text{m}$ の直径を有する、請求項 6 に記載のアレンジメント。

【請求項 8】

前記ファイバは、溶融オーバーフロー流延によって形成され、約 $40\ \mu\text{m}$ 以上の直径を有する、請求項 4 乃至 7 のいずれか 1 項記載のアレンジメント。

10

【請求項 9】

前記ファイバの少なくとも一部は、直線状でなくなるように焼結前に機械的に加工してある、請求項 4 乃至 8 のいずれか 1 項記載のアレンジメント。

【請求項 10】

前記ファイバの少なくとも一部は、直線状でなくなるようにハンマーミルによって機械的に加工してある、請求項 9 記載のアレンジメント。

【請求項 11】

前記ファイバの少なくとも一部は、最大約 30 ラジアン の円弧を構成する全体に三日月形の横方向断面を有する、請求項 8 記載のアレンジメント。

【請求項 12】

20

前記焼結金属濾材が第 1 層及び第 2 層を含み、
前記第 1 層は、前記第 2 層と前記前置フィルタとの間に配置され、平均孔径が前記第 2 層より大きい、請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項記載のアレンジメント。

【請求項 13】

前記前置フィルタは、空所容積が少なくとも 90% である、請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項記載のアレンジメント。

【請求項 14】

前記前置フィルタは、編製メッシュパッドからなる、請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項記載のアレンジメント。

【請求項 15】

30

前記前置フィルタは、金属ファイバ濾材からなる、請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項記載のアレンジメント。

【請求項 16】

前記航空機のエンジンは、航空機用補助動力装置を有する、請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項記載のアレンジメント。

【請求項 17】

前記ブリードガス管路に連結されたサージ制御バルブを含み、前記フィルタは、前記サージ制御バルブの上流側で前記ブリードガス管路に流体移動を可能にするように連結されている、請求項 1 乃至 16 のいずれか 1 項記載のアレンジメント。

【請求項 18】

40

更に、前記フィルタを収容するハウジングを有し、
このハウジングは、前記ブリードガス管路に連結された入口を持つ本体と、この本体に取り外し自在に取り付けられたカバーとを含み、
このカバーは、前記入口を前記ブリードガス管路から取り外すことなく、前記ハウジングの本体から取り外すことができる、請求項 1 乃至 17 のいずれか 1 項記載のアレンジメント。

【発明の詳細な説明】

発明の背景

1. 発明の分野

本発明は、エンジンのブリード空気等のガスから煤を除去することのできる煤フィルタに

50

関するものである。更に詳細には、本発明は、補助動力装置等の航空機のエンジンからのブリード空気から、煤を除去することのできるフィルタに関するものである。

2. 関連技術の説明

最新の航空機は、多くの場合、補助動力装置（APU）と呼ばれる補助エンジンを備えている。これは小型の機内エンジンであり、通常は航空機の後尾区分に配置されており、航空機の主エンジンが停止した場合に航空機のシステムに動力を提供するのに使用される。補助動力装置は、熱、電気、空調、及び圧縮空気を提供するといった様々な目的について使用できるが、航空機の主エンジンとは異なり、飛行推力を提供することはできない。補助動力装置からの圧縮されたブリード空気は、航空機の主エンジンを始動させるため、空気タービンスターターシステムに提供できる。

10

補助動力装置とは、一般的には、ガスタービン及び同様の他の種類のガスタービンであり、エンジンの作動状態に対して吸気量が不適切である場合には、サージを受け易い。従って、補助動力装置は、多くの場合、サージ制御バルブを備えている。このバルブは補助動力装置に流体移動を可能にするように連結され、補助動力装置内の作動状況に基づいてサージが生じないように開閉される。

補助動力装置用サージ制御バルブは、通常は、補助動力装置からブリード空気を受け入れ、このブリード空気の幾つかの特徴（圧力等）に基づいて制御を行う。サージ制御バルブは、圧力調整器及び補助動力装置からのブリード空気が通過する空気圧作動式バルブ等の様々な空気圧構成要素を含む。ブリード空気は、多くの場合、タール質の微細な煤粒子、即ち未燃焼炭化水素又は不完全燃焼炭化水素を含む。これらは、様々な源から、例えば、航空機が空港のゲートに駐機したときに航空機に対してサービスを行う地上サービス用車輛のディーゼルエンジンから、付近の航空機のエンジンの排気から、又は補助動力装置の作動により滑走路から吸い上げられた塵埃から、補助動力装置に吸い込まれる。煤は極めて粘着性が高く、サージ制御バルブに入り込むと、サージ制御バルブに付着してこれを故障させる。補助動力装置からのブリード空気を使用する他の航空機機器には、更に、塵埃、オイル、及び特に炭化水素粒子の存在に対して極めて感受性が高く、煤粒子をブリード空気とともに吸い込んだときに重大な損傷を受ける構成要素が含まれる。従って、補助動力装置からのブリード空気から煤を効果的に除去できるフィルタが必要とされている。航空機の主エンジンからのブリード空気にも煤が含まれており、このブリード空気もまた他の航空機機器に供給されるため、この煤を効果的に除去できるフィルタが必要とされている。

20

30

ガスから煤を除去できるフィルタが存在するが、現存のフィルタは、高価格であるということ、嵩張るということ、及び塵埃除去性能が不十分であるということ、清掃及び交換を頻繁に行う必要があるということ等の様々な欠点のため、多くの場合、航空機のエンジンで使用するには実際的ではない。更に、補助動力装置用のブリード空気が、典型的には、流量が非常に低いため、粒子をブリード空気から効果的に除去する上で慣性セパレータを使用できない。

発明の概要

本発明は、エンジンからのガスから、又は他の煤含有ガス源から、詳細には航空機用補助動力装置等のガスタービンからのブリード空気から、煤を除去するのに適した煤フィルタを提供する。

40

本発明は、更に、塵埃除去性能が高いが、極めてコンパクトな、煤フィルタを提供する。本発明は、更に、非常に低流量のガスから煤粒子を効果的に除去できる煤フィルタを提供する。

本発明は、更に、フィルタエレメントが詰まった場合に廃棄するのに十分経済的なフィルタエレメントを有する、煤フィルタを提供する。

本発明は、更に、フィルタアセンブリに繋がる流体管路を外すことなく、設置及び交換を行うことができる煤フィルタを備えた、フィルタアセンブリを提供する。

本発明は、更に、エンジン等の粒子含有ガス源、及び粒子をガスから除去するための煤フィルタを備えた設備を提供する。

50

本発明は、更に、煤をガスから除去するための方法を提供する。

本発明の一つの特徴によれば、煤フィルタは、焼結金属ファイバ濾材を有する。焼結金属濾材は、高温時の耐蝕性が良好であり、塵埃除去性能が極めて高く、そのため、使用寿命が長い。更に、材料費が低いため、交換が必要となったときに廃棄できる。

焼結金属濾材は、任意の特定の種類に限定されず、好ましくは、フィルタが、エンジンからのガスから $1\ \mu\text{m}$ 乃至 $5\ \mu\text{m}$ の大きさの煤粒子を除去できるように選択される。好ましい実施例では、焼結金属濾材は、ファイバ金属濾材からなる。濾材内のファイバの一部は、非直線形状を有する。ファイバは、好ましくは、約 $1\ \mu\text{m}$ 乃至約 $150\ \mu\text{m}$ の直径を有し、約 $100\ \mu\text{m}$ 乃至約 $20\ \text{mm}$ の範囲の公称長さを有する。ファイバは、好ましくは機械的に相互係止されており且つ焼結によって互いに結合されており、マスのファイバ間に空所を構成する。ファイバ金属濾材は、好ましくは、約 50% 乃至約 95% の範囲の空所容積を有する。直径が約 $40\ \mu\text{m}$ 以上のファイバについては、ファイバ金属濾材で使用する上で溶融オーバーフロー流延プロセスによって形成したファイバが特に適している。更に、フィルタは、焼結金属濾材の上流側に多孔質前置フィルタを有する。このフィルタは、濾過されるべき粒子含有ガスの源にフィルタを流体移動を可能にするように連結できるハウジングに配置されている。

10

フィルタは、空所容積が非常に大きく、そのため圧力損失が低く、寿命が長い。これと同時に、フィルタは、 $1\ \mu\text{m}$ 乃至 $5\ \mu\text{m}$ の非常に小さな煤粒子を、慣性セパレータを効果的に機能するには低過ぎる流量で非常に高い効率で捕捉できる。更に、フィルタは、軽量且つ非常にコンパクトに形成でき、そのため、航空機環境で使用するのに非常に適している。

20

本発明の別の特徴によれば、フィルタアセンブリは、ハウジング及びディスク状フィルタを含む。好ましい実施例では、ハウジングは、本体及びカバーの形態の第1及び第2の区分を含む。カバーは、フィルタを包囲するために本体に取り付けられており、本体から管路を取り外すことなく、フィルタを本体に設置でき且つフィルタを本体から取り出すことができるように開閉可能である。フィルタは、入口と出口との間の流路に沿ってハウジング内に配置されている。

本発明の更に別の特徴によれば、設備には、煤粒子含有ガス源及びこのガス源と流体連通したフィルタが含まれる。このフィルタには、焼結金属濾材が含まれる。好ましい実施例では、ガス源はブリードガス出口を持つエンジンであり、焼結金属濾材は、溶融オーバーフロー流延によって形成された金属ファイバを含む。

30

本発明の別の特徴によれば、濾過方法は、焼結金属濾材を含むフィルタに煤含有ガスを通す工程を含む。好ましい実施例では、焼結金属濾材は、約 50% 乃至約 95% の空所容積を持つファイバ金属濾材からなる。

本発明によるフィルタは、様々な源からの粒子含有ガスの濾過に使用できる。ガスタービンからのブリード空気の濾過で使用するのに特に適しているが、エンジンでの使用に限定されない。フィルタを航空機に設置する場合の幾つかの可能な用途は、補助動力装置又は航空機の主エンジンからのブリード空気、オイルシールを閉鎖状態に保持するのに使用される背圧、排気ガス、エアサイクルマシンで使用されるエアフォイルベアリングに供給される空気、及び電子-アピオニック機器用の冷却空気を濾過することである。航空機と関連していない用途の一例は、発電用地上据置式ガスタービンエンジン用の空気圧制御装置用のフィルタとしての用途である。

40

本発明によるフィルタは、煤、即ちガスからの未燃焼炭化水素及び不完全燃焼炭化水素を除去する上で特に有用である。しかしながら、煤での使用に限定されず、ガスを濾過し、フィルタの除去定格内の大きさの任意の種類の子を除去するのに使用できる。

【図面の簡単な説明】

第1図は、本発明によるフィルタアセンブリを装着した補助動力装置の概略図である。

第2図は、第1図のフィルタアセンブリの正面図である。

第3図は、第2図のフィルタアセンブリの底面図である。

第4図は、第2図のフィルタアセンブリの垂直断面図である。

50

第5図は、第4図のフィルタアッセムブリの一部の拡大垂直断面図である。

第6図は、第4図に示すフィルタの平面図である。

第7図は、第1図のフィルタアッセムブリとともに使用できる変形例のシーリング装置を示す垂直断面図である。

第8図は、第1図のフィルタアッセムブリの焼結金属濾材で使用される金属ファイバの概略断面図である。

第9図は、本発明によるフィルタアッセムブリの別の実施例の垂直断面図である。

好ましい実施例の説明

第1図は、本発明によるフィルタアッセムブリを使用できる代表的な航空機用補助動力装置10を概略的に示す。補助動力装置10は、例えば、任意の所望の構造を持つ商業的に入手できる型式の装置であるのがよい。本実施例では、補助動力装置10は、一つ又はそれ以上の段を含む遠心型動力区分コンプレッサ12によって圧縮されるべき空気が通過する空気取入口11を含む。動力区分コンプレッサ12からの圧縮空気は、一つ又はそれ以上の燃焼チャンバ13に供給され、燃料ノズル14が供給する燃料とこれらのチャンバで混合し、燃焼される。燃焼した空気は、一つ又はそれ以上の段を持つタービン15に供給され、タービン15のロータを燃焼空気が回転する。タービンのロータの回転により、タービン15に連結された出力シャフト17が回転し、これによって動力区分コンプレッサ12、遠心型負荷コンプレッサ18、及びギヤボックス19を駆動する。負荷コンプレッサ18は、空気取入口11からの空気を圧縮し、圧縮空気をブリード空気管路20及び21を通して航空機の様々な空気圧システムに供給する。代表的には減速ギヤを構成するギヤボックス19は、航空機に電力を提供する発電機、コンプレッサ、又は他の様々な図示していない機器を適当な回転速度で駆動するように、これらの機器に連結できる。

補助動力装置10には、サージが起こらないようにするためのサージ制御バルブ30が設けられている。サージ制御バルブ30は、従来の設計であるか或いは任意の他の適当な設計であるのがよく、負荷コンプレッサ18からのブリード空気管路20と補助動力装置10の排気領域16との間に連結されたバイパス22に枢着された調節自在のバルブプレート31を含む。サージ制御バルブ30は、動力区分コンプレッサ12の排出側に連結されたブリード空気管路23の圧力に基づいてバルブプレート31の開閉を行う空気圧制御ユニット32を更に含む。本発明によるフィルタアッセムブリ40が補助動力装置10と空気圧制御ユニット32との間に設置されており、そのため、フィルタアッセムブリ40を通過するブリード空気は、空気圧制御ユニット32に進入する前に濾過される。空気圧制御ユニット32は、代表的には、圧力調整器及びバルブプレート31を作動するための空気圧アクチュエータ等の構成要素を含む。

本発明によるフィルタを使用できる補助動力装置及びサージ制御バルブは、プラットアンドホイットニー社又はアライドシグナルエンジン社等の多くの製造者から商業的に入手できる。しかしながら、本発明は、これらの製造者が提供する機器や任意の特定の型式又は設計での使用に限定されない。更に、第1図には、たった1つの可能なサージ制御装置だけが示してあり、当業者に周知の多くの他の装置を使用できる。サージ制御バルブの作動原理及び詳細は当業者に周知であるため、これについての説明は省略する。

第2図乃至第6図は、第1図のフィルタアッセムブリ40を詳細に示す。これらの図に示すように、アッセムブリは、ハウジング41及びこのハウジング41内に配置されたフィルタ70を有する。ハウジング41は、ブリード空気をブリード空気管路23から案内し、濾過が行われるべきフィルタ70に通すことができる任意の構造を備えているのがよい。この実施例のハウジング41は、本体42及びこの本体42に取り付けられたカバー60を含む。ハウジング41には、濾過されるべきガスの源、即ちブリード空気管路23に連結するための入口43、及びフィルタ70によって濾過されたガス用の出口44が含まれる。好ましくは、入口43及び出口44は、両方とも、本体42に連結されているか或いは本体の部分であり、カバー60は、本体42を開閉できるように本体42に取り外し自在に取り付けられており、これによって、入口43及び出口44への流体連結を邪魔することなくフィルタ70をハウジング41から出し入れできる。この実施例では、入口4

10

20

30

40

50

3は、ブリード空気管路23の一つの部分によって補助動力装置10に連結されており、出口44は、ブリード空気管路23の別の部分によってサージ制御バルブ30の空気圧制御ユニット32に連結されている。第3図に示すように、入口43及び出口44は、両方とも、ハウジング本体42の外周面で開放しているが、これらは、本体42の他の部分、例えば底面で開放していてもよいし、必ずしも互いに同じ面で開放していてもよい。フィルタアッセンブリ40は、ブリード空気管路23に沿った任意の便利な位置に、例えば補助動力装置10のケーシング上に設置できる。この実施例では、本体42には複数の脚部45が設けられており、これらの脚部により本体42をボルト止め又は他の方法で適当な表面に固定できる。

第2図には、ハウジング41が、ハウジング41の本体42の上方に配置されたカバー60とともに示してある。しかしながら、フィルタアッセンブリ40は、垂直方向に関してフィルタハウジング41の任意の所望の高さで、例えば、ハウジング本体42がカバー60よりも高い状態で、又はこれらの両方が同じ高さにある状態で、作動できる。

ブリード空気管路23を通してサージ制御バルブ30内に導入された補助動力装置10からのブリード空気は、動力区分コンプレッサ12によって圧縮されるため、通常は極めて高温(例えば、ハウジング41の入口43のところで176.67乃至260(350°F乃至500°F)の温度)である。従って、フィルタアッセンブリ40を補助動力装置10とともに使用する場合、ハウジング41は、好ましくは、高温耐蝕性材料で作られる。このような材料の例には、ステンレス鋼、チタニウム合金、ハステロイ、及びセラミックが含まれる。

第5図に示すように、この実施例のフィルタ70は全体に円筒形であり、中央ボアがその高さに亘って延びている。フィルタ70の中央ボアは、フィルタアッセンブリ40を小型化する上で便利である。これは、濾過されるべきガス用の導管をフィルタ70の中心に通すことができるためである。しかしながら、フィルタ70は、特定の形状に限定されず、ボアは省略してもよいし、別の位置に置いてもよい。フィルタ70の他の可能な形状の例には、截頭円錐形、ロッド状、又は平らな多角形プレートの形状が含まれる。フィルタ70は、均等な高さを持つものであってもよいし、その半径に亘って高さが変化するものであってもよい。

フィルタ70のボアは、ハウジング本体42の中心に配置された垂直供給管46を取り囲んでいる。垂直供給管46は、本体42に形成された半径方向導管47によってハウジング41の入口43に連結されている。第4図で矢印によって示すように、濾過されるべきガスは、ブリード空気管路23から入口43に進入し、導管47を通過して半径方向内方に流れ、垂直供給管46の下端に流入する。次いで、供給管46を通過して移動し、供給管の上端から排出され、その後、ガスはフィルタ70を通過して軸線方向に流れ、このプロセス中に濾過され、次いでハウジング本体42の底部分に形成されたチャンバ48に流入する。このチャンバは、フィルタ70の下にあり且つ出口44と連通している。濾過済のガスがチャンバ48から出口44を通過して出る。このガスは、サージ制御バルブ30の空気圧制御ユニット32に供給される。しかしながら、フィルタ70を通過する、入口43と出口44との間の任意の流路を使用できる。更に、入口43及び出口44の機能を逆にすることができ、この場合には、濾過されるべきガスは出口44に流入し、フィルタ70を通過して上方に移動し、濾過されたガスは、供給管46、半径方向導管47、及び入口43を通過してハウジング41を離れる。濾過を受けるガスがフィルタ70を通過するときこのガスに大幅な圧力降下に加わる場合には、フィルタ70を通る流れ方向は、圧力降下によりフィルタ70に作用する軸線方向力がハウジング41のカバー60でなくハウジング本体42に対して作用するような方向であるのが好ましい。これは、軸線方向力に抵抗するように設計するのがハウジング本体42の方が容易であるためであり、ハウジング本体42が取り付けられた表面に軸線方向力を直接加えることができるためである。ガスは、フィルタ70を通過して軸線方向に流れる代わりに、半径方向に流れてもよいし、軸線方向及び半径方向の両方向に流れてもよい。

ハウジング42及びカバー60は、任意の所望の方法で互いに連結できるが、好ましくは

10

20

30

40

50

、フィルタ70の設置及び交換を容易に行うことができるようにカバー60をハウジング本体42に取り外し自在に連結できる。本実施例では、二つの部材42及び60は、ハンドル66を備えた従来のVバンドクランプ65によって連結されている。ハンドル66を廻すことによって、ハウジング本体42の外周に形成されたフランジ50及びカバー60の外周に形成されたフランジ61の周りにクランプ65を締め付けることができる。フランジ50及び61は傾斜した外面を各々有し、そのため、Vバンドクランプ65を締め付けると、このクランプによってフランジが互いに向かって押圧され、カバー60を本体42に固定する。本実施例では、耐熱性材料製のO-リング51等のシール部材がフランジ50と61との間に配置されており、これらのフランジ間にシールを形成する。ハウジング41は、大気に対して必ずしも気密封止されていなくてもよい。これは、ハウジング41から漏れるガス又は粒子が環境を脅かすものではないためである。カバー60及びハウジング本体42を取り外し自在に連結するため、ボルト、本体42及びカバー60に設けられた互いに螺合するねじ山、パヨネット継手、又はスナップ嵌め等の様々な他の機構を使用できる。

10

垂直断面図である第5図に示すように、この実施例のフィルタ70は、ディスク状中空フィルタエレメント71を含む。このエレメント71は濾材を含み、中央ボア、フィルタエレメント71の中央ボアに配置された内リング75、及びフィルタエレメント71の外周を取り囲む外リング76を有する。リング75及び76は、滑らかな表面を提供し、これらの表面に対し、フィルタ70とハウジング41との間にシールを形成できる。更に、これらのリングは、フィルタ70に構造的剛性を提供し、フィルタ70の取り扱い中及び設置中にフィルタエレメント71に損傷が加わらないようにする。しかしながら、リング75及び76はフィルタ70の作動に関して重要でなく、所望であれば省略できる。

20

内リング75は、ハウジング本体42の垂直供給管46の周りに嵌まっている。この実施例では、内リング75は、下端での内径の方が上端での内径よりも大きく、垂直供給管46の外径はその下端からその上端まで縮径しており、供給管46の下端の外径は、内リング75の上端の内径よりも大きい。この構造により、フィルタ70を供給管46上に第5図に示すように取り付けることができる。かくして、ハウジング41を通るガスの流れに関してフィルタ70を所望の通りに配向できる。

補助動力装置からのブリードガスの流量は、一般的には、非常に低い。フィルタアッセンブリ40の入口43での代表的な流れ状態の一例は、流量が14.16 l / 分乃至56.62 l / 分(約0.5 scfm乃至2.0 scfm(標準立方フィート毎分))で静圧が12.303 kg/cm²(175 psig)で、温度が260(500 °F)の清浄空気である。従って、フィルタエレメント71で使用する濾材は、好ましくは、非常に低流量で高温の煤粒子を効果的に除去できる高温耐蝕性材料でつくられている。耐蝕性金属から形成された焼結金属濾材が、微細な煤粒子を低流量の高温のガスから除去するために本発明で使用するのに特に適している。本実施例では、このような濾材72が使用されている。耐蝕性材料製の未焼結濾材もまた使用できるが、多くの場合、焼結濾材の方が有利である。これは、濾材を形成する材料の移動を引き起こさずに振動及び流れサージに耐えることができるためである。フィルタエレメント71には、前置フィルタ73が焼結金属製濾材72の上流側に設けられている。

30

40

フィルタエレメント71の全体としての除去定格は、通過するブリード空気から除去されるべき粒子の種類に基づいて選択できる。航空機環境における煤粒子の大部分の大きさは、代表的には、2 µm乃至5 µmである。従って、補助動力装置からのブリードガスからの煤粒子の除去にフィルタアッセンブリ40を使用する場合、フィルタエレメント71は、好ましくは、2 µm又はそれ以上の煤粒子を除去でき、更に好ましくは、1 µm又はそれ以上の煤粒子を除去できる。1 µm乃至5 µmの範囲の煤粒子について、フィルタエレメント71の捕捉効率、好ましくは、少なくとも95%である。5 µmの大きさの煤粒子については、捕捉効率は、好ましくは、少なくとも99%であり、更に好ましくは、少なくとも99.9%である。

焼結金属濾材の72の空所容積は、特定の値に限定されていないが、好ましくは、約50

50

%乃至約95%であり、更に好ましくは、約75%乃至約95%の範囲内にあり、更に好ましくは、約85%乃至約95%の範囲内にある。

前置フィルタ73は、様々な機能を果たす。一つの機能は、フィルタエレメント71を通過するガス中の大きな粒子を捕捉し、これらの大きな粒子が焼結金属濾材と接触したり、この濾材を詰まらせたりしないようにすることである。これによって、フィルタエレメント71の寿命が延びる。前置フィルタ73が行うものと考えられている別の機能は、小さな煤粒子を凝集させ、焼結金属濾材72が容易に除去できる大きな煤粒子にすることである。ブリード空気中の煤粒子は、それらの粘着性により、接触した表面に容易に付着する。ブリード空気中の個々の煤粒子は、極めて小さく且つ全体として前置フィルタ73の空所よりもはるかに小さい場合でも、それにも拘わらず、それらの粘着性のため、前置フィルタ73に付着する。前置フィルタ73に既に付着している粒子に追加の煤粒子が接触してこれに付着するとき、個々の粒子が凝集して更に大きなマスになる。粒子のマスが所定の大きさに達したとき、前置フィルタ73からガス流によって外れ、前置フィルタ73内で下流に焼結金属濾材72まで運ばれる。前置フィルタ73での凝集により、焼結金属濾材72に達する粒子の平均の大きさは、前置フィルタ73が設けられていない場合よりもかなり大きく、焼結金属濾材72が煤粒子を更に容易に捕捉できるようにし、焼結金属濾材72の孔径を大きくできる。これにより、圧力降下が小さくなり、焼結金属濾材72の使用寿命が長くなる。

前置フィルタ73は、好ましくは、焼結金属濾材72よりもはるかに多い孔を有する。例えば、空所容積が少なくとも90%であり、更に好ましくは少なくとも95%である。空所容積が98%乃至99%の前置フィルタを使用することによって特に良好な結果を得ることができる。適当な前置フィルタの一例は、耐蝕性金属ワイヤでできた編製メッシュパッドであるか或いは耐蝕性金属製不織布でできたパッドである。このようなパッドに形成に使用する上でステンレス鋼が特に適している。このようなパッドは、所定範囲の多孔度で商業的に入手可能である。フィルタを通過する空気の流量が14.16 l/分乃至56.62 l/分(約0.5 scfm乃至2.0 scfm(標準立方フィート毎分))である場合、ファイバ直径が約0.102 mm乃至約0.152 mm(約0.004インチ乃至約0.006インチ)のステンレス鋼ファイバで形成されており且つ密度が約0.0915 g/cm³乃至約0.1526 g/cm³(1立方インチ当たり約1.5 g乃至約2.5 g)の編製メッシュパッドが良好な結果をもたらすことがわかっている。前置フィルタとして使用できる他の部材の例には、ワイヤメッシュ、エキスパンドメタル、フォトエッチングを施したスクリーン、ワイヤを巻いた又は成形した構造、及び有孔シートが含まれる。

前置フィルタ73は、フィルタアッセンブリ40の作動中に遭遇する高温に耐えることができる任意の材料、例えばステンレス鋼、銅、ニッケル、真鍮、及びセラミックスで製作できる。作動温度が許す場合には、PPS(ポリフェニレンサルファイド)又はノメックス(ノメックス(Nomex)は、アラミド繊維についてのデュポン社の商標である)等の高温ポリマーでできたファイバもまた使用できる。

焼結金属濾材72及び前置フィルタ73は、必ずしも任意の特定の形状でなくてもよい。これらは、全体として、フィルタエレメント71と同じ形状であってもよいし、異なる形状であってもよい。この実施例では、これらの各々は、平らな内側及び下側を持ち、その直径に亘って実質的に均等な厚さを持つ中空ディスクからなる。焼結金属濾材72及び前置フィルタ73は、両方とも、表面積を増大するために波形にしてあるのがよいが、この実施例では、波形にしてない。

焼結金属濾材72の除去定格は、一定であってもよいし、その深さに亘って変化してもよい。除去定格がその深さに亘って変化し、濾材の下流部分での孔径が濾材剤の上流部分よりも小さい濾材は、多くの場合、除去定格がその深さに亘って一定の濾材よりも塵埃捕捉力が高い。焼結金属濾材72の除去定格は、様々な方法で変化させることができる。例えば、焼結金属濾材72は、孔径がその深さに亘って変化する単一の層でできていてもよいし、別々に形成した孔径が異なる複数の層でできていてもよい。これらの異なる層は、必ずしも互いに固定されていなくてもよい。例示の実施例では、焼結金属濾材72は、第1即

10

20

30

40

50

ち上流中空ディスク状層 7 2 a、及びこの第 1 層 7 2 a の下流側に配置された、平均孔径が第 1 層 7 2 a よりも小さい第 2 即ち下流中空ディスク状層 7 2 b からなる。これらの層 7 2 a 及び 7 2 b の各々は、別々の一体の焼結体である。例示の実施例では、層 7 2 a 及び 7 2 b は、互いに接合せずに重ねられている。

フィルタエレメント 7 1 は、図示の構成要素以外の構成要素を含んでもよい。例えば、流れ分配、粗前置濾過、又は機械的支持を提供する様々な層を含むのがよい。

前置フィルタ 7 3 は、必ずしも焼結金属濾材 7 2 に物理的に固定されていなくてもよい。例えば、前置フィルタ 7 3 は、焼結金属濾材 7 2 の上流面に載っているだけであってもよいし、これに押し付けられていてもよく、多孔質メッシュ又は有孔プレート等の中間部材によって焼結金属濾材 7 2 から離間されていてもよいが、コンパクトであるようにするため、前置フィルタ 7 3 及び焼結金属濾材 7 2 は、一般的には互いに接触している。

好ましくは、焼結金属濾材 7 2 は、内リング 7 5 の外周及び外リング 7 6 の内周に対してシールされており、そのため、焼結金属濾材 7 2 によって捕捉されるのに十分大きな粒子は、焼結金属濾材 7 2 とリングとの間を流れることによって焼結金属濾材 7 2 を迂回することができない。シールは、任意の適当な方法で形成できる。例えば、焼結金属濾材 7 2 は、リング 7 5 及び 7 6 に直接的に焼結又は溶接されていてもよいが、鐳付け又は溶接に適した溶加材等の耐熱材料を焼結金属濾材 7 2 とリングとの間に配置してもよいし、焼結金属濾材 7 2 を収縮嵌め又はプレス嵌めによってリング 7 5、7 6 に押し付けてこれと密封接触させてもよい。本実施例では、焼結金属濾材 7 2 を、リング 7 5、7 6 間にプレス嵌めし、金属 - 金属シールを形成する。

前置フィルタ 7 3 を焼結金属濾材 7 2 の上の所定位置に保持するため、濾過されるべきガスが通過できる開口部を持つ上リテーナ 8 0 が前置フィルタ 7 3 と隣接してフィルタ 7 0 の上流側に配置されている。第 5 図及びフィルタ 7 0 の平面図である第 6 図に示すように、この実施例の上リテーナ 8 0 は、内リング 7 5 の上端に嵌着した中空ハブ 8 1、外リング 7 6 と係合する外リム 8 2、及びハブ 8 1 とリム 8 2 との間を延びる複数のスポーク 8 3 を含む。濾過されるべきガスは、隣接したスポーク 8 3 間の空間 8 4 を通過できる。上リテーナ 8 0 のハブ 8 1 は、内リング 7 5 に形成された周溝の所定の場所に螺旋状保持リング 8 5 等の適当な保持部材によって保持されている。フィルタ 7 0 は、フィルタエレメント 7 1 を下側から支持するため、焼結金属濾材 7 2 の下流面と隣接して配置された下リテーナ 9 0 を更に有する。この実施例の下リテーナ 9 0 は、中央穴を持ち、内周が内リング 7 5 の下端にプレス嵌めし、外周が外リング 7 6 に形成された周溝にスナップ嵌めするディスク状金属プレートからなる。リテーナ 9 0 には、濾過済のガスを通すための孔 9 1 が形成されている。下リテーナ 9 0 は、焼結金属濾材 7 2 に構造的的支持を与え、この濾材がフィルタ 7 0 の取り扱い中に損傷しないように保護する。好ましくは、孔 9 1 は、通常の作動中、フィルタ 7 0 を通過するガスに下リテーナ 9 0 が大きな圧力降下を生じないようにするのに十分大きい。

フィルタエレメント 7 1 によって捕捉されるのに十分大きな粒子がフィルタ 7 0 の内周又は外周のいずれかに沿ってフィルタ 7 0 を迂回しないようにするため、好ましくは、フィルタ 7 0 とハウジング 4 1 との間にシールが形成される。濾過される高温のガスの温度に耐えることができる任意のシーリング装置を使用できる。好ましい実施例では、第 4 図及び第 5 図に示すように、外リング 7 6 は、ハウジング本体 4 2 の周囲に亘って形成された周方向に延びる押縁 4 9 に着座する。外リング 7 6 の下端は、垂直供給管 4 6 の上端に形成されたねじ山と螺合するナット 5 3 によって下方に押し付けられ、押縁 4 9 の上面と密封接触する。外リング 7 6 が押縁 4 9 に着座した状態でナット 5 3 を締め付ける前には、好ましくは、内リング 7 5 の下端と供給管 4 6 のベースを取り囲むハウジング本体 4 2 の部分との間に小さな隙間がある。ナット 5 3 を締め付けると、内リング 7 5 が下方に押され、内リング 7 5 の下端と供給管 4 6 を取り囲むハウジング本体 4 2 の部分との間に金属 - 金属シールが形成され、未濾過のガスが内リング 7 5 の内周と供給管 4 6 の外周との間を流れることによってフィルタ 7 0 を迂回することを阻止する。他の可能なシーリング装置には、ナット 5 3 と供給管 4 6 の上端との間の金属 - 金属シール、又は外リング 7 6 と

10

20

30

40

50

ハウジング本体 4 2 との間、及びノ又は垂直供給管 4 6 と内リング 7 5 との間に配置されたシールリングが含まれる。

第 7 図は、ハウジング本体 4 2 の傾斜フランジ 5 0 とカバー 6 0 の傾斜フランジ 6 1 との間の空間に、フィルタ 7 0 の外リング 7 6 の全外周に沿って、シールリング 6 7 を配置することによってフィルタ 7 0 の外周に亘ってシールを形成した、別の態様のシールリング装置を示す。フランジ 5 0 及び 6 1 を取り囲む V バンドクランプ 6 5 を締め付けると、シールリング 6 7 が押され、フィルタ 7 0 の外リング 7 6 及び両傾斜フランジ 5 0 及び 6 1 の内面と密封接触する。シールリング 6 7 は、高温の用途に適した材料でできた従来のシールリング (C - リング、O - リング、等) であるのがよい。

この構成では、単一のシールリング 6 7 は、ガスがフィルタ 7 0 とハウジング 4 1 との間を流れるのを阻止するのに役立つばかりでなく、ハウジング 4 1 を外部に対してシールするのも役立つ。この場合には、シールリング 6 7 によってシールが行われるため、フィルタ 7 0 の外リング 7 6 を押してハウジング本体 4 2 の押縁 4 9 と密封接触させる必要がなく、そのため、フィルタ 7 0 に作用する応力を小さくすることができる。

第 9 図は、本発明によるフィルタアセンブリの別の実施例の一部の垂直断面図である。

このアセンブリは、第 5 図の実施例のフィルタエレメント 7 1 と同様のリング状フィルタエレメント 1 1 0 を持つフィルタ 1 0 0 を含む。フィルタエレメント 1 1 0 は、多孔質前置フィルタ 1 1 1 及び焼結金属濾材でできた一つ又はそれ以上の中空ディスク状層 1 1 2、1 1 3 を含む。フィルタエレメント 1 1 0 は、フィルタ 1 0 0 の作動温度に耐えることができる金属等の適当な材料でできたケーシングによって支持されている。ケーシング

は、フィルタエレメント 1 1 0 の外周を取り囲む外リング 1 2 0 及びフィルタエレメント 1 1 0 の中空の中心によって取り囲まれた内リング 1 3 0 を含む。ケーシングは、前置フィルタ 1 1 1 上でリング 1 2 0、1 3 0 に固定されたリング状プレート 1 4 0 を更に有する。プレート 1 4 0 は、内リング 1 3 0 のボアと同軸の中央穴、及び濾過されるべきガスを通すための開口部 1 4 1 を有する。これらの開口部 1 4 1 は、好ましくは圧力降下をできるだけ小さくしてガスをプレート 1 4 0 に通すことができ且つプレート 1 4 0 が前置フィルタ 1 1 1 を焼結層 1 1 2、1 1 3 上に保持できる任意の形状を有する。プレート 1 4 0 は、リング 1 2 0、1 3 0 とは別に形成でき、或いは、第 9 図に示すように、一方のリング例えば外リング 1 2 0 と一体に形成し、他方のリング、例えば内リング 1 3 0 にスポット溶接等の適当な方法で固定できる。第 5 図の焼結層 7 2 a、7 2 b と同様の焼結層 1

1 1 2、1 1 3 は、これらの層をリング 1 2 0 と 1 3 0 との間にプレス嵌めするといった任意の適当な方法で内リング 1 2 0 及び外リング 1 3 0 にシールできる。所望であれば、焼結層 1 1 2、1 1 3 を下から支持するための、第 5 図のリテーナ 9 0 と同様のリテーナを設けることができる。例示のケーシングは、機械加工を必要としないために非常に経済的に製造でき、ケーシングの構成要素は、大量生産に適したプロセスによって形成できる。

フィルタ 1 0 0 は、本体 1 5 1 及びこの本体 1 5 1 に取り外し自在に取り付けられたカバー 1 5 3 を持つハウジング 1 5 0 内に配置される。本体 1 5 1 及びカバー 1 5 3 は、第 4 図の実施例の本体 4 2 及びカバー 6 0 と同様の構造である。本体 1 5 1 は、第 5 図の供給管 4 6 と対応する中央供給管 1 5 2 を含む。この中央供給管は、フィルタ 1 0 0 の中央を

通って延び、この中央供給管を通して、濾過されるべきガスをハウジング 1 5 0 内のフィルタ 1 0 0 の上流側の領域に導入できる。本体 1 5 1 及びカバー 1 5 3 は、例えば V バンドクランプ 1 5 4 によって互いに取り外し自在に固定でき、好ましくは、O - リング 1 5 5 等の単一のシール部材によって、互いに及びフィルタ 1 0 0 の外リング 1 2 0 に対して

第 7 図に示すのと同様の方法でシールされる。内リング 1 3 0 は、この内リング 1 3 0 に取り付けられており且つ供給管 1 5 2 を取り囲む O - リング 1 5 6 等の別のシール部材によって供給管 1 5 2 に対してシールされている。O - リング 1 5 6 は、内リング 1 3 0 の内面にその内周に亘って形成された窪み 1 3 1 及び O - リング 1 5 6 を上方から拘束するプレート 1 4 0 の下面が形成する円形のスロットの内側に配置されている。添付図面に示すように、内リング 1 2 0 及び外リング 1 3 0 の下面は、ハウジング 1 5 0 の本体 1 5 1 から離間されているのがよく、フィルタ 1 0 0 とハウジング 1 5 0 との間は、O - リング

10

20

30

40

50

155及び156によって完全シールされる。この構成では、フィルタ100に加わる応力は、第4図の実施例のようにリング120及び130をハウジング150に直接押し付けることによってフィルタ100をハウジング150に対してシールする場合よりも小さい。

外リング120は、外径がその上端から下端にかけて大きくなるように形成されている。即ち、外リングは、円筒形小径部分121をその上端に有し、円筒形大径部分122をその下端に有する。小径部分121の外径は、カバー153を小径部分121に嵌めるのに十分小さいが、大径部分122の外径は、フィルタ100に嵌まるカバー153の部分の内径よりも大きい。このようにして、外リング120の小径部分121がカバー153内に延び且つ外リング120の大径部分122がハウジング150の本体151内に延びる状態でフィルタ100が配向されていないと、カバー153は、フィルタ100上で本体151に対してシールできない。換言すると、カバー153は、前置フィルタ111が焼結層112、113の上流側にあるようフィルタ100が配向されている場合のみ、フィルタ100上で本体151に対してシールできる。この構成により、使用者は、フィルタ100をハウジング150内に逆様に設置することができない。外リング120は、小径部分121と大径部分122とを連結する傾斜表面123を有し、この表面に対して外O-リング155がシールできる。

様々な種類の焼結材料を焼結金属濾材として使用できる。適当な材料の例には、粉体金属濾材、ファイバ金属濾材、焼結金属メッシュ、及びこれらの濾材の混成物、例えば金属粒状物が金属メッシュ又は他の有孔支持体によって支持されており且つこれに焼結された被支持多孔質濾材(supported porous media)が含まれる。このような焼結金属濾材の更に特定の例は、PSS(焼結ステンレス鋼粉体金属濾材)、PMM(多孔質支持体に焼結した金属粒子を含む多孔質焼結金属膜)、PMF(多孔質焼結ファイバ金属濾材)、リジメッシュ(Rigimesh)(焼結織製ワイヤメッシュ濾材)、スープラメッシュ(Supramesh)(リジメッシュ支持体に焼結したステンレス鋼粉体)、PMFII(多孔質焼結ファイバ金属濾材)等の商標でポール社から入手できる濾材、及びこれらの材料の一つ以上の組み合わせである。本発明で使用するための焼結金属濾材は、ニッケル、クロム、銅、モリブデン、タングステン、亜鉛、錫、金、銀、プラチナ、アルミニウム、コバルト、鉄、及びマグネシウム等の様々な金属の合金、並びに硼素を含有する合金を含む金属と合金の組み合わせを含む様々な金属材料のうちの任意の材料で形成できる。真鍮、青銅、ステンレス鋼等のニッケル/クロム合金、ハステロイ、モネルス、及びインコネルス、並びにニッケル及びクロムの50重量%-50重量%の合金もまた使用できる。

「焼結ファイバ金属濾材」という用語は、少なくとも一部が金属ファイバであるランダムな金属粒状物からなるマスを焼結することによって形成された濾材に関する。ファイバのほかに、所望のプロセスにより形成される金属粉体のような非ファイバ状のものを含むようにしてもよい。「ファイバ」という用語は、本明細書中で使用されているように、長さ方向寸法即ち公称長さが直径よりも大きい細長い金属製本体を説明しようとするものである。曲がっていたり直線状でない場合のファイバの公称長さは、ファイバを真っ直ぐにした場合の長さである。即ち、公称長さの計測は、直線状でないファイバの屈曲部に従って行われ、これを含む。

「直径」という用語は、本体の断面形状に拘わらず、狭幅寸法に亘る本体の平均断面寸法に言及しようとするものである。かくして、ファイバの断面形状は、円形、楕円形、矩形、リボン形状、準十字形状、長円形、樹枝状、針状、又は任意の他の規則的な又は不規則な形状であるのがよい。金属粒状物中の金属製粉体は、存在する場合には、任意の規則的な又は不規則な形状の粒子を含む。例えば、金属粉体には、全体に回転楕円状の粒子が含まれる。

本発明で使用するためのファイバ金属濾材の金属ファイバは、リニアな即ち直線状の形状を含む様々な形状を備えているのがよい。例えば、本発明の一つの形態では、ファイバ金属濾材の金属粒状物は、非直線状金属ファイバを少なくとも約10%、更に好ましくは約30%乃至約100%含む。機械的エネルギーを加えることによってファイバをランダムに

10

20

30

40

50

曲げるハンマーミル又は他の装置で直線状ファイバを大きく加工することによってファイバを曲げる。結果的に得られた非直線状ファイバは、「擦れた」外観を有し、方向が少なくとも一回変化し、多くの場合には複数のランダムな方向に変化しており、湾曲した、擦じれた、フック状になった、螺旋状になった、クリンプ状になった、又は他の態様で曲がった又は凹凸をなした外観を持つことを特徴とする。加工を加えたファイバは、公称長さが更に均等である。

本発明で使用するためのファイバ金属濾材のファイバは、ファイバ又はワイヤを製造するための任意の周知の方法で形成でき、ファイバ金属濾材は、様々な方法で形成されたファイバの混合物を含むのがよい。直径が最大約 $40\ \mu\text{m}$ の小径のファイバについては、適当な長さに切断した、束延伸ファイバ (bundle drawn fiber) 及びスチールウールファイバが、適当な種類のファイバの例である。直径が約 $40\ \mu\text{m}$ 以上のファイバについては、溶融オーバーフロー流延法で形成したファイバが特に適している。これは、他の方法で形成した同様の直径のファイバと比較して低価格であるためである。金属ファイバを形成するための溶融オーバーフロー流延プロセスは、例えば、米国特許第 5, 213, 151 号、米国特許第 4, 977, 951 号、米国特許第 4, 930, 565 号、及び米国再発行特許第 Re33, 327 号に記載されている。このプロセスでは、溶融金属の容器を回転ホイール又はドラムと隣接して位置決めする。溶融金属は、容器の縁部を越えて回転ホイール上に流れ、そこで固化し、金属ファイバを形成する。これらの金属ファイバを適当な方法でホイールから取り出して集める。例えば、ホイールの回転によりファイバに加えられた慣性を使用してファイバをホイールから回収表面上に投射する。

流延したファイバを非直線状にするのが望ましい場合には、プレイター産業製品社が製造している G5HFS ハンマーミル等の装置内で、これらのファイバが所望の大きさ及び形状を持つまで加工できる。本発明の一つの形態によれば、ファイバは、ファイバの少なくとも約 40% が複数の屈曲部分を各々有するまでハンマーミルで加工してもよい。

溶融オーバーフロー流延プロセスによって製造し、次いでハンマーミルで加工したファイバは、曲がっていたり擦じれているばかりでなく、多くの場合、第 8 図に示すように、全体に三日月形断面を有する。三日月形ファイバ 99 の断面はテーパした先端を有し、「三日月形」の外観を提供する。ファイバの断面の厚さは、均等であるか或いは縁部に沿ってテーパしている。三日月を構成する円弧は、一般的には、約 ラジアン (180°) 以下である。好ましくは、この円弧は、約 0.5 乃至約 ラジアンである。

本発明で使用するための焼結金属濾材がファイバ金属濾材である場合には、金属ファイバは、それらのファイバの形成にどのような方法が使用されたのかに拘わらず、好ましくは、比較的大きく、例えば、直径が約 $1\ \mu\text{m}$ 乃至 $150\ \mu\text{m}$ であり、更に好ましくは、約 $10\ \mu\text{m}$ 乃至約 $125\ \mu\text{m}$ であり、更に好ましくは、約 $20\ \mu\text{m}$ 乃至約 $100\ \mu\text{m}$ である。金属ファイバの公称長さは、好ましくは、約 $100\ \mu\text{m}$ 乃至約 $20\ \text{mm}$ であり、更に好ましくは、約 $2\ \text{mm}$ 乃至約 $8\ \text{mm}$ である。一般的には、少なくとも 50% のファイバのアスペクト比 (公称長さを直径で除した値) は、好ましくは約 3 乃至約 700 であり、好ましくは、約 150 乃至約 700 である。焼結ファイバ金属濾材の公称孔径は比較的大きく、好ましくは、約 $25\ \mu\text{m}$ 乃至約 $750\ \mu\text{m}$ の範囲内にあり、更に好ましくは、約 $50\ \mu\text{m}$ 乃至約 $200\ \mu\text{m}$ である。

本発明で使用するための焼結ファイバ金属濾材は、様々なプロセスを使用して形成できる。これらのプロセスは、大まかにいうと、「湿式」又は「乾式」のいずれかであることを特徴とする。湿式プロセスでは、ファイバを含む金属粒状物を液状媒体に懸濁し、次いで所定の構造に形成した後、焼結し、焼結金属濾材を形成する。乾式プロセスでは液状媒体を使用せず、構造は、結果的に得られた構造が焼結を行う上で十分な「未処理」強度を持つように金属粒状物を互いにプレスすることによって得られる。

湿式プロセスの好ましい形態では、米国特許第 4, 822, 692 号、米国特許第 4, 828, 930 号、及び米国特許第 5, 149, 360 号に開示されているように、液状媒体を含む安定した懸濁液を調製する。これらの特許に触れたことにより、これらの特許に開示されている内容は本明細書中に組入れたものとする。金属粒状物の安定した懸濁液に

10

20

30

40

50

は、安定剤及び/又は結合剤が更に含まれる。更に好ましくは、単一の成分、即ち安定/結合剤は、金属粒状物が分散した状態を安定化させること、及び懸濁液の乾燥時に個々の粒状物を互いに結合し必須の未焼結強度即ち未処理強度を提供することの両方で役立つ。代表的には、安定化した金属粒状物懸濁液は、安定/結合剤を液状媒体と組み合わせることによって形成されたキャリアを使用して調製される。好ましい安定/結合剤は、キャリアの総重量の約0.1%乃至約2%である。様々な安定/結合剤を使用できる。ポリアクリル酸が特に望ましい。一般的には、分子量が約100000乃至約400000のポリアクリル酸が適している。このような酸の例には、B.F.グッドリッチ化学社が製造しているカーボポル(CARBOPOL)は登録商標である)934及びカーボポル941が含まれる。カーボポル934は、分子量が約300000であり、カーボポル941は、分子量が約1250000である。この他の使用できる材料には、カルボキシエチルセルロース、ポリエチレンオキサイド、アルギン酸ナトリウム、カルボキシメチルセルロース、ガーゴム、メチルセルロース、及びイナゴマメゴムが含まれる。一般的には、液状媒体として水を使用する場合には、焼結前又は焼結中に気化するか或いは完全に分解する水溶性安定/結合剤を使用するのがよい。

例として、カーボポル934と水との混合物から形成されたキャリアでは、カーボポル934は約1.4重量%(キャリアの重量に基づく)であり、キャリアの粘度は20で約1250cpである。カーボポル934と水との混合物は、好ましいキャリアである。これは、この組み合わせが、実質的に一定で容易に再現できる粘度を持つ組成物を提供するためである。金属粒状物のうち最大の金属ファイバの直径及び長さに基づき、懸濁液を十分に安定させるキャリアの粘度を決定できる。キャリアの所望の粘度は、金属粒状物を懸濁状態に保持でき、これによって、以下に説明する形成工程で形成する前に実質的に均等に分散した状態を維持する粘度である。上文中に論じた好ましい非線型ファイバについては、例えば、約1000cp乃至約4000cpの範囲の粘度が適している。粘度は、キャリア中の安定/結合剤の量を変化させることによって調節される。一般的には、低いキャリア粘度が望ましく、従って、少量の安定/結合剤を微細な金属粒状物とともに使用するのがよい。これは、微細な粒状物は沈降し難いためである。

キャリアの混合は、好ましくは、安定/結合剤が均等に分散するまで行われる。次いで、ファイバを含む金属粒状物を加えてキャリアと混合し、粒状物がキャリア中に均等に安定して分散した懸濁液を形成する。キャリアに対する粒状物の重量比は、代表的には、約1:20乃至約1:2である。

セラミック材料例えばムライト等の添加剤を安定した懸濁液と混合し、焼結金属濾材を高温に露呈する際に保護するのを助ける。

焼結ファイバ金属濾材を形成するための「レイダウン」型湿式プロセスでは、キャリアに分散させた粒状物からなる懸濁液をキャピティを形成する金型に注入する。懸濁液の均等性を高めるため、注入中に金型を回転させるのがよい。

好ましくは、約200rpm又はそれ以下で金型を回転する。キャピティは、フィルタの所望の形状と一致する任意の形状であるのがよい。

キャピティの底部には開口部を持つメッシュ等のドレンポートが設けられており、これによって、金属粒状物を保持しながらキャリアをキャピティから排液できる。次いで、懸濁液に圧力濾過又は真空濾過を加え、キャリアを懸濁液から除去する。圧力濾過は、環状のラムをキャピティの頂部で金型に挿入し、液体がドレンポートを通過してキャピティから押し出されるようにラムを駆動することによって行われる。従って、ラムは、ドレンポートを通してキャリアを金型から除去しながら金属粒状物を圧縮し、これらの粒状物を機械的に互いに係止する。構造を適切に圧縮するために構造に及ぼされる好ましい圧力量は、約703kg/cm²乃至約5624kg/cm²(約10000psi乃至約80000psi)であり、更に好ましくは約1406kg/cm²乃至約4218kg/cm²(約20000psi乃至約60000psi)である。

真空濾過は、ドレンポートに真空を加える工程、液体をキャピティから引き出す工程を含む。金属粒状物は、真空の程度により、圧縮されたり、圧力濾過の場合のように機械的に

10

20

30

40

50

相互係止する。しかしながら、一般的には、圧縮の程度は圧力濾過の場合よりも小さい。結果的に得られた圧縮金属粒状物構造を金型から取り出して乾燥させる。乾燥は、好ましくは、約37.78乃至約98.89（約100°F乃至約210°F）の温度の対流オーブンで約45分間又はそれ以上に亘って行われる。構造の個々の粒子は、乾燥中に安定/結合剤によって互いに更にしっかりと結合される。その結果、構造は、これに続く加工中にその一体性及び形状を維持するのに十分な強度を持つ。

次いで、金属粒状物構造を焼結によって更に加工し、焼結ファイバ金属濾材を形成する。焼結は、炉、例えば真空炉、不活性雰囲気炉、又は還元雰囲気炉に構造を置くことによって実施される。焼結により、揮発性材料が除去され、金属粒状物の個々の粒子が金属ファイバの接合部で互いに融着し、金属粉体が存在する場合にはこれらを融着し、金属粒状物間に空所が形成される。

焼結温度は、金属粒状物を形成する材料に基づいて選択される。焼結は、固相拡散焼結又は液層焼結のいずれかで行われる。ステンレス鋼ファイバの固相拡散焼結の場合には、温度は、約871.11乃至約1398.89（約1600°F乃至約2550°F）であり、更に好ましくは、約1037.78乃至約1385（約1900°F乃至約2525°F）であり、約30分又はそれ以下乃至約8時間又はそれ以上に亘って行われるのが適当である。融点の低い材料を使用した場合には、焼結温度は、これに従って調節される。例えば、青銅粒状物については、約704.44乃至約1037.78（約1300°F乃至約1900°F）の範囲の温度が固相拡散焼結について適当である。

焼結が完了したとき、結果的に得られた焼結金属濾材を冷却し、次いで炉から取り出す。冷却時に、焼結金属濾材は、容易に取り扱うことができる。これは、粒状物の接合部で焼結結合が形成されているためである。

焼結ファイバ金属濾材を形成するための乾式プロセスでは、液体懸濁液又はキャリアを使用せず、乾燥状態の金属粒状物をシフターを通して金型に導入する。好ましくは、金型を粒状物で充填する。粒状物を金型に導入するとき、湿式プロセスのレイダウン工程に関して上文中に説明したように、金型を回転させる。

金属粒状物を導入するための特に好ましい方法では、金型はコア区分及びスリーブ区分を含む。コア区分は、円錐形上部分及び円筒形下部分を有する。スリーブ区分は、コア区分の円筒形下部分を取り囲み、スリーブ区分とコア区分の円筒形下部分との間に環状部分を形成する。金属粒状物はこれらをコア区分の円錐形上部分上に振りかけることによって金型に導入される。粒状物は、重力によって円錐形上部分上に落下し、円錐形上部分の円錐形表面を下方に摺動し、コア区分の円筒形下部分とスリーブ区分との間の環状部分にランダムに堆積する。これにより、粒状物は、他の方法によるよりも更に均等に分配される。これは、とりわけ、分配の均等性が、粒状物を金型に導入する速度の関数でないためである。

好ましからぬ方法の一例として、漏斗の先端を金型の環状部分上に位置決めし、漏斗の先端が環状部分に亘って移動する際に粒状物を漏斗に振り入れる方法がある。この場合、多数の粒状物層が金型内に堆積する。「平面接触法(felting in plane)」と呼ばれるこの方法は、特に漏斗の移動速度及び粒状物の導入速度が厳密に制御されていない場合に、粒状物分布を不均等にする。

しかしながら、粒状物を金型に導入し、ひとたび金型内で堆積させた後、金型内で圧縮し、圧縮粒状物構造を形成する。圧縮は、環状ラムを金型に挿入することによって行うことができる。所望の透過性を提供する任意の適当な圧力でラムを下方に金型内に駆動する。別の態様では、フィルタの高さに亘る密度勾配を小さくするため、粒状物材料が二つの方向から圧縮されるように第1ラムを下方に駆動し且つ第2ラムを上方に区分することによって粒状物を圧縮するのがよい。粒状物に加えられる力は、「レイダウン」湿式プロセスについて上文中に説明したのと同様の力である。

結果的に得られた圧縮構造の透過性は、圧縮前に金属粒状物に乾燥潤滑剤を加えることによって更に均等になる。ステアリン酸及び亜鉛のステアリン酸塩が好ましい乾燥潤滑剤であるが、当業者に周知の他の潤滑剤を使用してもよい。

10

20

30

40

50

金属粒状物が非直線状ファイバを含む場合には、乾燥堆積 - 圧縮工程中に大きな機械的相互係止が起こる。

圧縮後、結果的に得られた圧縮された金属粒状物構造を金型から取り出す。構造は、取り扱い及び輸送を容易に行うことができるのに十分な未処理強度を有する。これに続いて上文中に説明したように焼結を行う。焼結中、乾燥潤滑剤は燃えてなくなり、焼結結合がファイバの接合部に形成され、金属粉体が存在する場合にはこれらを融着し、金属粒状物間に空所が形成される。

ファイバ金属濾材を形成する上で上述のプロセスのうちのいずれを使用するのかに拘わらず、焼結前又は焼結後のいずれかに機械的手段によって更に加工を加える。例えば、所望の形状を得るため、機械加工、切断、圧延、コイニング、又は据え込みを焼結金属濾材に

10

加えることができる。更に、溶接、鑲付け、及び/又は再焼結を行うこともできる。本発明によるフィルタで使用するための焼結ファイバ金属濾材は、透過性及び/又は空所容積が変化する。焼結金属濾材の透過性及び/又は空所容積は、様々な方法で変化させることができる。例えば、高透過性領域を機械的に圧縮することによって低透過性領域を形成できる。上文中に説明した湿式プロセスを使用して焼結金属濾材を製造した場合、透過性を変化するための更に好ましい方法は、異なる透過性を各々もたらず複数の異なる懸濁液を使用することである。例えば、一つの懸濁液は、公称粒径が小さい金属粒状物、例えば他の懸濁液中に含まれる粒状物よりもフィルタ直径が小さい粒状物、及び/又は他の懸濁液に含まれる粒状物とは形状が異なる粒状物を含むのがよい。更に、これらの懸濁液は、含有粒状物濃度が互いに異なる。別の態様では、一つの懸濁液で使用された粒状物にセラミック材料を加えるのがよい。異なる懸濁液を金型に層をなして順次挿入し、透過性が異なる層を形成する。

20

高透過性領域及び低透過性領域及び/又は空所容積を持つ焼結ファイバ金属濾材は、湿式プロセスに関して上文中に説明したのと同様の方法で乾式プロセスを変更することによっても形成できる。即ち、乾式プロセスは、所定量の金属粒状物を、透過性又は空所容積が異なる交互の層をなすように加えることによって変更できる。

例

本発明によるテストフィルタを組み立て、加速負荷試験を加え、フィルタが空気中の煤粒子を捕捉する能力を計測する。

テストフィルタは、前置フィルタ及び二層の焼結金属濾材を含む。

30

前置フィルタは、直径が0.10 mm (0.004インチ)のステンレス鋼ワイヤでできた25層のディスク状未焼結織製ワイヤメッシュ層からなる。これらの層は互いに重なって、全部で1.715 mm (0.675インチ)の厚さをなす。前置フィルタは、直径が8.446 cm (3.325インチ)であり、空所容積が98.93%である。

焼結金属濾材の各層は、直径が8.446 cm (3.325インチ)のディスク形態であり、焼結ファイバ金属濾材で形成されている。第1層は、溶融オーバーフロー流延プロセスによって形成された公称直径が0.0762 mm (0.003インチ) (ファイバの直径は、主に、50 µm乃至75 µmの範囲内にある)のステンレス鋼製のファイバでできている。この層は、厚さが4.369 mm (0.170インチ)であり、空所容積が85.60%である。第2層即ち下流層は、束延伸(bundle drawing)によって形成された公称直径

40

が0.0254 mm (0.001インチ) (ファイバの直径は、主に、20 µm乃至30 µmの範囲内にある)のステンレス鋼製のファイバでできている。この層は、厚さが3.937 mm (0.155インチ)であり、空所容積が92.70%である。前置フィルタ及び二つの焼結金属層の全体としての厚さは25.4 mm (1.0インチ)である。これらの三つの構成要素は、第1焼結金属層を前置フィルタと第2焼結金属層との間に挟んだ状態でフレームにクランプされている。

空気を制御された流量で通過させることができる導管に設けられたテストジグにテストフィルタを設置する。前置フィルタがテストフィルタの上流側にくるようにテストフィルタを配向する。前置フィルタ及び焼結金属層がクランプされたフレームは、前置フィルタの上流面の外周と幾分重なる。そのため、空気に直接露呈された前置フィルタの上流面の部

50

分は、直径が7.62 cm (3.0インチ)の円形の領域である。使用されるべき試験塵埃混合物中の粒子のほぼ100%を除去できる、ガラスファイバ濾材を含む絶対フィルタを、テストジグに、テストフィルタの下流に設置する。そのため、テストフィルタ通過する全ての空気は、絶対フィルタも通過する。

テストフィルタの下流に配置した吸引ポンプを使用し、テストフィルタを通る2084.352 l/時(73.6 SCFH(標準立方フィート毎時):テストフィルタの面で25 FPMの速度)の空気流を発生し、試験に亘って一定に維持する。試験を室温で実施する。試験において、試験塵埃混合物をテストフィルタの上流側で、空気流中に毎分10gの一定の速度で徐々にスプレーする。航空機の補助動力装置からのブリード空気中の煤粒子に似せた試験塵埃混合物は、3重量部がSAE微細試験塵埃(0 μm乃至80 μmの範囲上述の粒径分布を持つ)からなり、1重量部がカーボン黒(代表的には、最大1 μmの粒径を持つ)からなる。試験前に試験塵埃混合物をオープンで乾燥させ、水分を飛ばしておく。

10

空気流がテストフィルタを通過するとき、テストフィルタの前後の圧力降下を20分毎に計測する。試験塵埃混合物を4時間に亘って空気に加え続け、4時間後に空気流を停止し、テストフィルタ及び絶対フィルタをテストジグから注意深く取り出す。テストフィルタから取り除かれた任意の金属ファイバを絶対フィルタから取り外した後、絶対フィルタをオープン内で焼き、次いで計量する。前置フィルタの上流面上に形成された塵埃塊を前置フィルタから注意深く取り出し、計量する。更に、前置フィルタ及び二つの焼結金属層をテストフィルタのフレームから取り外し、捕捉された粒子とともに個々に計量する。試験フィルタの各部分によって捕捉された粒子の重量を、試験の開始時の各部分の清浄な状態での重量を差し引くことによって決定する。少量の試験塵埃混合物が、テストフィルタ又は絶対フィルタによって回収されないが、これは、テストフィルタの上流でテストジグの内面に付着したものと考えられる。テストフィルタの全体としての濾過効率は、テストフィルタによって捕捉された試験塵埃粒子の総重量を、テストフィルタ及び絶対フィルタによって捕捉された試験塵埃粒子の総重量で除すことによって計算される。

20

重量計測の結果は以下の通りである。

- (a) 試験中に空気に加えられた試験塵埃混合物の総重量は、120 gである。
- (b) 塵埃塊の粒子の重量は、89.8 gである。
- (c) 前置フィルタ中の粒子の重量は、28.10 gである。
- (d) 上流側の焼結金属層中の粒子の重量は、1.646 gである。
- (e) 下流側の焼結金属層中の粒子の重量は、0.029 gである。
- (f) 絶対フィルタ中の粒子の重量は、0.07 gである。
- (g) 回収された総重量は、(a)から(f)まで加えて、119.645 gである。
- (h) テストフィルタによって回収された総重量は、(b)から(e)まで加えて、119.575 gである。

30

$$\begin{aligned} \text{濾過効率} &= (h) / (g) \times 100 \\ &= 119.575 \text{ g} / 119.645 \text{ g} \times 100 \\ &= 99.94\% \end{aligned}$$

かくして、本発明によるフィルタは、エンジンのブリード空気中に存在するのと同様の煤粒子を極めて高効率で捕捉できる。

40

以上の説明では、本発明の特定の特徴を特定の実施例に関連して説明した。しかしながら、一つの実施例の様々な特徴のうちの任意の特徴を、別の実施例の特徴のうちの任意の特徴と組み合わせることによって、本発明の範囲から逸脱することなく、添付図面に特定の示す構成以外の構成を得ることができる。

【 図 1 】

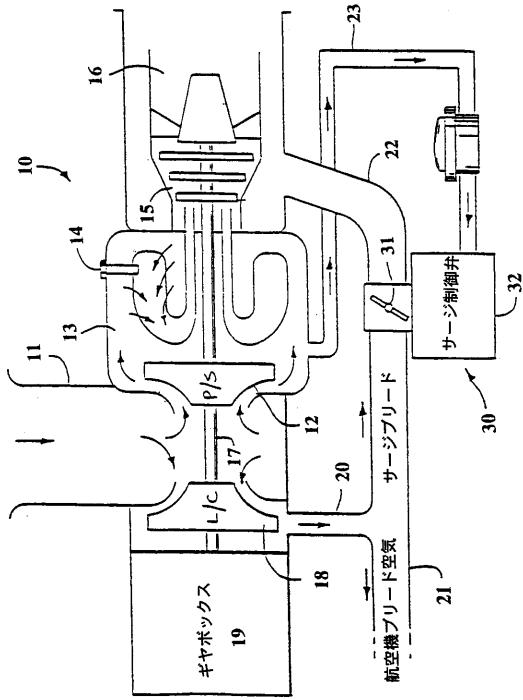


FIG. 1

【 図 2 】

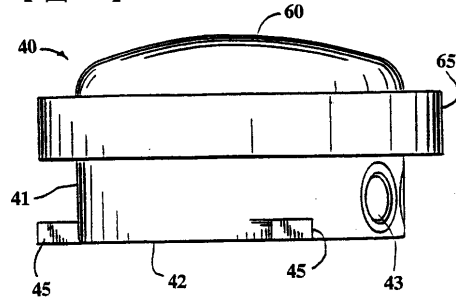


FIG. 2

【 図 3 】

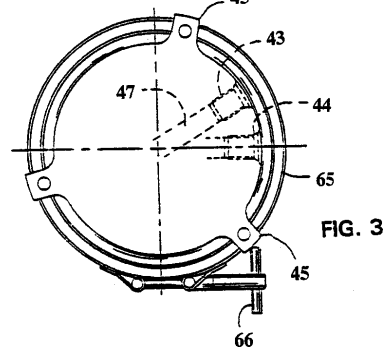


FIG. 3

【 図 4 】

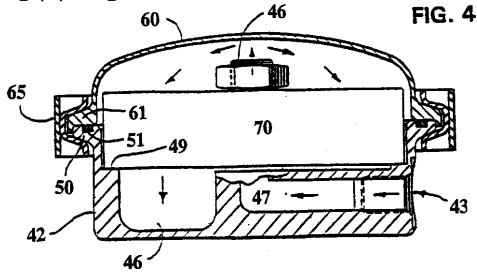


FIG. 4

【 図 6 】

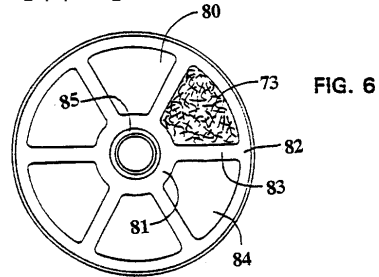


FIG. 6

【 図 5 】

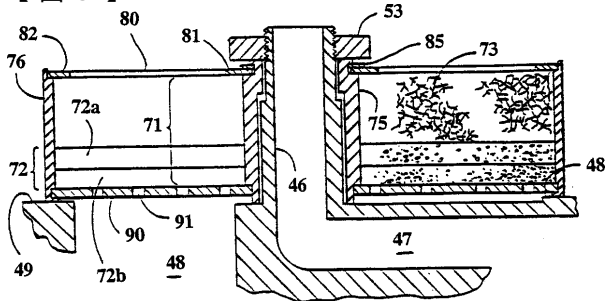
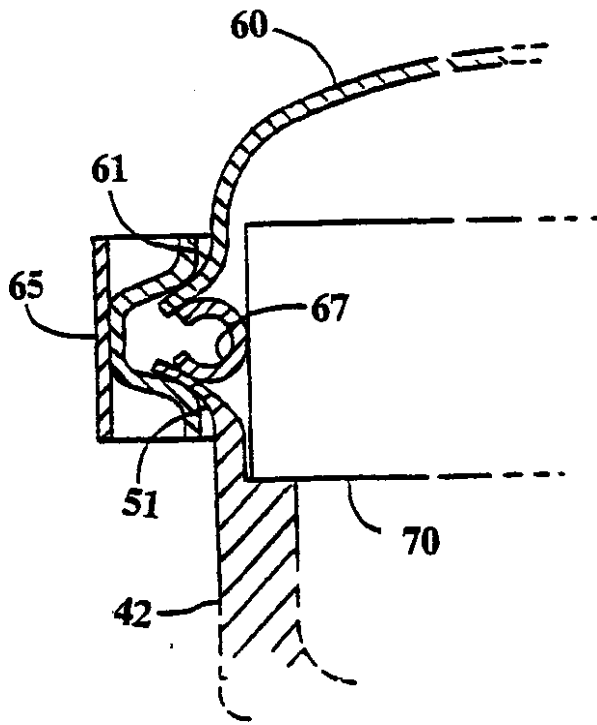


FIG. 5

【 図 7 】

FIG. 7



【 図 8 】

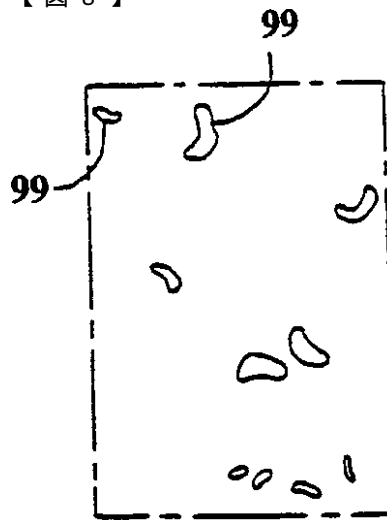


FIG. 8

【 図 9 】

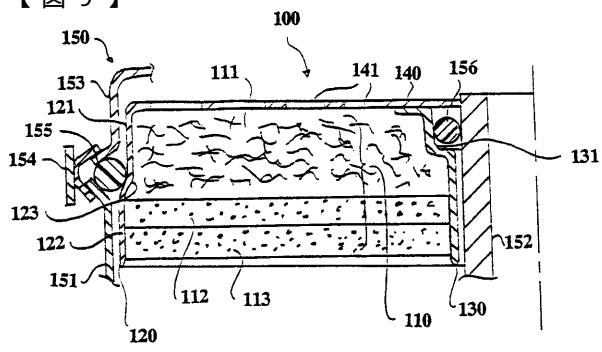


FIG. 9

フロントページの続き

(74)代理人

弁理士 佐野 邦廣

(72)発明者 リンドクウィスト, ジョセフ・イー

アメリカ合衆国フロリダ州34677, オールズマン, タートル・クリーク・トレイル 4961

審査官 亀田 貴志

(56)参考文献 特開平01-121639(JP, A)

特開平07-253028(JP, A)

特開平07-253029(JP, A)

特開平06-212210(JP, A)

特開昭61-178011(JP, A)

特開昭63-204000(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/05

B01D 39/20

F01D 25/00

B64D 13/00