

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5005768号
(P5005768)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月1日(2012.6.1)

(51) Int.Cl.

G O 1 N 15/06 (2006.01)
G O 1 N 15/00 (2006.01)

F 1

G O 1 N 15/06
G O 1 N 15/00D
C

請求項の数 8 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2009-543163 (P2009-543163)
 (86) (22) 出願日 平成19年12月19日 (2007.12.19)
 (65) 公表番号 特表2010-515017 (P2010-515017A)
 (43) 公表日 平成22年5月6日 (2010.5.6)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2007/088049
 (87) 國際公開番号 WO2008/079845
 (87) 國際公開日 平成20年7月3日 (2008.7.3)
 審査請求日 平成21年12月25日 (2009.12.25)
 (31) 優先権主張番号 11/614,464
 (32) 優先日 平成18年12月21日 (2006.12.21)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 000155023
 株式会社堀場製作所
 京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地
 (74) 代理人 100121441
 弁理士 西村 竜平
 (74) 代理人 100113468
 弁理士 佐藤 明子
 (74) 代理人 100154704
 弁理士 齊藤 真大
 (72) 発明者 ウエイ チャン
 アメリカ合衆国 48377 ミシガン州
 ノービ レベアドライブ 44863

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空ポンプの始動時における粒子カウンタでの圧力パルスの低減を可能にするバルブを有する固体粒子計数システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジン又は車両の排気から固体粒子数濃度をリアルタイムで計測するための固体粒子計数システムであって、

固体粒子を含む流動ガス及び希釈ガスを受け取り、当該希釈ガスと固体粒子を含む流動ガスとを混合して出力流を供給する希釈装置と、

受け取った流れにおける固体粒子数濃度を計測する粒子カウンタと、

前記希釈装置から出力流を受け取り、当該出力流の一部を受け取られる流れとして前記粒子カウンタに供給し、バイパス流を供給するフロースプリッタと、

前記バイパス流を受け取る真空ポンプと、

前記希釈装置と前記粒子カウンタとの間の流路に接続された第2流路とを備え、

前記第2流路がバルブ装置を有し、このバルブ装置が、前記真空ポンプの始動中に開放されることによって前記第2流路を大気開放し、前記真空ポンプの始動により生じる前記粒子カウンタでの圧力パルスが低減され、前記真空ポンプが安定する前に於ける前記粒子カウンタからの作動流体の逆流を回避するように配置されているシステム。

【請求項2】

請求項1記載のシステムであって、

前記バルブ装置が、電磁弁を有するシステム。

【請求項3】

請求項2記載のシステムであって、

10

20

前記電磁弁が、常開型バルブであるシステム。

【請求項 4】

請求項3記載のシステムであって、

前記バルブ装置が、前記電磁弁と直列に設けられた手動操作型バルブをさらに有するシステム。

【請求項 5】

請求項1記載のシステムの操作方法であって、

前記バルブ装置を開放し、

前記真空ポンプを始動する方法。

【請求項 6】

10

請求項5記載の方法であって、

前記真空ポンプを安定させ、

前記真空ポンプが安定した後に前記バルブ装置を閉塞する方法。

【請求項 7】

システムゼロチェックを実施するための請求項1記載のシステムの操作方法であって、

システムゼロチェックを実施するための基本的に粒子を含まない流動ガスを前記希釈装置に供給し、

前記バルブ装置を開放し、

前記真空ポンプを始動し、

前記真空ポンプを安定させ、

20

前記真空ポンプが安定した後に前記バルブ装置を閉塞し、

前記粒子カウンタを用いて固体粒子数濃度を計測する方法。

【請求項 8】

請求項1記載のシステムの操作方法であって、

固体粒子を含む流動ガスを前記希釈装置に供給し、

前記バルブ装置を開放し、

前記真空ポンプを始動し、

前記真空ポンプを安定させ、

前記真空ポンプが安定した後にバルブ装置を閉塞し、

前記粒子カウンタを用いて固体粒子数濃度を計測する方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジン又は車両の排気から固体粒子数濃度をリアルタイムで計測することに関する。

【背景技術】

【0002】

エンジン排気粒子は、主として固体粒子と揮発性粒子とからなる。ディーゼルエンジン排気からの粒子が多くの健康問題を引き起こすことを多くの研究が示している。粒子がどのように人の健康に影響するかを理解するために、エンジン及び車両からの粒子の特性を調査すべきである。したがって、現代のディーゼル車両及びガソリン車両により放出される粒子を正確に計測することが必要である。

40

【0003】

欧州PMP(粒子計測プログラム)は、軽量ディーゼル車両からの固体粒子数の排出を計測する手法を推奨している。そのシステムが図1に示されており、分級器10、加熱希釈器(PND1)12、蒸発管14、冷却希釈器(PND2)16、及び凝縮粒子カウンタ(CPC)18からなる。分級器10は、粒子のカットオフ寸法を $2.5 \sim 10 \mu\text{m}$ に保つのに使用される。加熱希釈器12を高希釈空気温度にて作動させ、蒸発管14が試料を $300 \sim 400$ の範囲内で加熱することにより、揮発性物質とサルフェートとにより形成されている粒子が蒸発して気相になる。そして、冷却希釈器16を用いた冷却希釈を

50

次に続けることにより、揮発性物質とサルフェートとにより形成されている粒子が全て除去される。結果として、固体粒子のみが流れと共に CPC18 に流れ込む。CPC18 内で固体粒子の濃度が計測される。

【0004】

多くの要因、例えば加熱希釀器 (PND1) 12 及び冷却希釀器 (PND2) 16 における希釀率、機器全体での固体粒子の通過率、揮発性粒子の除去効率等が、機器の精度に強く影響する。計測に関して良好な精度を得るために、加熱希釀器 (PND1) 12 及び冷却希釀器 (PND2) 16 における正確な希釀率、固体粒子の高い通過率、揮発性粒子の高い除去効率が計測システム上で達成されるべきである。

【0005】

10

凝縮粒子カウンタ (CPC) は、粒子個数濃度を計測するために広く使用してきた。 CPC は、応答時間が速く、リアルタイムセンサである。しかしながら、燃焼機関又は車両の排気エアロゾルを計測する CPC を使用するための実験設備、操作手順及び校正はかなり複雑である。計測結果の精度は、人的要因、例えば操作者の燃焼機関及びエアロゾル技術等の知識によって強く影響される。エンジン又は車両の排気エアロゾル計測にとって CPC をより信頼できるものにするために、実験設備及び操作手順を簡素化することが非常に重要である。

【0006】

特許文献 1 に背景情報を見出すことができる。この刊行物は広範囲連続希釀器の概念を説明している。非特許文献 1 及び非特許文献 2 には、さらなる背景情報を見出すことができる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】米国特許第 2006 / 0179960 号

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献 1】Real-time measuring system for engine exhaust solid particle number emission - Performance and Vehicle tests (エンジン排気固体粒子数放出用リアルタイム計測システム 性能及び車両試験)、SAE 技術論文、第 2006 01 086 5 号

30

【非特許文献 2】Real-time measuring system for engine exhaust solid particle number emission - Design and Performance (エンジン排気固体粒子数放出用リアルタイム計測システム 設計及び性能)、SAE 技術論文、第 2006 01 086 4 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

エンジン又は車両の排気から固体粒子の放出を計測するため、検定、研究及び開発に用いるために、信頼性及び再現性があり操作が簡単な機器を提供することが本発明の目的である。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、一実施形態においてマスフローコントローラ、フローオリフィス、圧力センサ、熱電対、ボールバルブ、サイクロン、蒸発管等を含む固体粒子計数システム (SPCS) を包含する。広範囲連続希釀器の概念は、加熱希釀器 (PND1) 及び冷却希釀器 (PND2) に用いられる。これらの希釀器が正確かつ広範囲の希釀率を与える一方で、高い固体粒子通過率が達成される。加熱希釀器 (PND1) 及び冷却希釀器 (PND2) からリアルタイムの希釀率が利用可能であるため、機器は、粒子をリアルタイムでより正確に計測する。

【0011】

50

より詳細なレベルでは、好ましい実施形態において、SPCS上でバルブを手動又は自動でオン／オフすることにより、機器は、異なるモード、例えばサンプルモード、アイドルモード、日常校正モード、CPCのためのゼロチェック及びフローチェック、システムゼロチェック、及びページで作動することができる。

【0012】

本発明の一態様によれば、固体粒子計数システムは、希釈装置と、粒子カウンタと、フロースプリッタとを有する。前記希釈装置は、希釈ガスと流動するサンプルガスとを混合する。前記フロースプリッタは、希釈装置からの出力流を受け取り、この流れの一部を粒子カウンタに供給するとともに真空ポンプによって受け取られるバイパス流を供給する。粒子カウンタへの第2流路がバルブを有し、このバルブは、真空ポンプの始動中に開放されることで、真空ポンプの始動により引き起こされる粒子カウンタでの圧力パルスが低減され、真空ポンプが安定する前に粒子カウンタから作動流体が逆流するのが回避されるように配置されている。10

【0013】

有利には、粒子カウンタへの第2流路に配置されたバルブを有することにより、真空ポンプが始動された際に生じる圧力パルスを低減して、真空ポンプが安定する前に粒子カウンタから作動流体が逆流するのを回避することができる。真空ポンプが安定した後、バルブは閉塞される。このバルブは、例えば、システムゼロチェックの始動時又はサンプルモードにおけるシステム操作の始動時に有用である。

【図面の簡単な説明】

20

【0014】

【図1】欧州PMPにより推奨される手法による固体粒子計数システム（SPCS）のブロック図である。

【図2】本発明の好ましい実施形態による固体粒子計数システム（SPCS）の概略フロー図である。

【図3】固体粒子計数システム（SPCS）内のフロースプリッタの断面図である。

【図4】固体粒子計数システム（SPCS）内の加熱希釀器（PND1）の概略図である。

【図5】固体粒子計数システム（SPCS）内の蒸発ユニットの概略図である。

【図6】固体粒子計数システム（SPCS）内の冷却希釀器（PND2）の概略図である30

【図7】固体粒子計数システム（SPCS）内のフロースプリッタの代替の実施形態の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図2～図6は、本発明に基づいてなされた固体粒子計数システム（SPCS）の好ましい実施形態を示す。当業者であればシステムの種々の態様を他のやり方で実施できること、及び、以下の説明は例示的なものであり限定を意図するものではないということが認識されるべきである。具体的には、以下の説明は図2～図6に示す好ましい実施形態に関連しているが、本発明の他の実施形態を他のやり方で実施してもよい。40

【0016】

好ましい実施形態の以下の説明において、機器の作動原理を3つの態様、つまり概略的説明、詳細な部品、及び機能において解説する。SPCSがどのように作動するかを理解するためには3つのセクションを合わせて検討すべきである。

【0017】

概略的説明

図2を参照すると、好ましい実施形態における固体粒子計数システム（SPCS）が全体として30で示されている。SPCSサンプル入口は32で示されている。SPCS30は、以下で概略的に説明されている種々の部品を含む。

【0018】

50

ボールバルブV1、V2、V4、V6、及びV7は、常閉型バルブである。これらのバルブは、手動又は自動で操作することができ、例えば空気により又は電気的に動作させることができる。ボールバルブV3及びV5は、常開型バルブである。これらのバルブは、他のボールバルブと同じように、手動又は自動で操作することができる。ボールバルブが開放されている間、流れ制限はない。したがって、粒子がボールバルブを通過する間、ボールバルブによる粒子損失は生じない。電磁弁SVは、常開型バルブである。ソレノイドが励磁されると電磁弁SVは閉塞される。これらのバルブを開放又は閉塞することにより、SPCS30は異なる機能で操作される。

【0019】

第1オリフィス流量計40は、熱電対TC1及びTC2、ボールバルブV1及びV2、オリフィスO1及びO2、絶対圧力計P1、ならびに差圧計P1からなる。熱電対TC1及びTC2はそれぞれ、ボールバルブV1及びV2の上流の流れの温度を計測する。絶対圧力計P1は、流れにおける絶対圧力を計測する。差圧計P1は、オリフィスO1又はO2にわたる圧力差を計測する。例えば、P1は、ボールバルブV1が開いておりボールバルブV2が閉じている際の、オリフィスO1にわたる圧力差を計測し、また、ボールバルブV2が開いておりボールバルブV1が閉じている際の、オリフィスO2にわたる圧力差を計測する。V1及びV2の状態は、機器の状態により決定される。オリフィス流量計40は、正確な流量計により校正される。O1又はO2を通る体積流量は、O1及びO2にわたる圧力差の関数である。質量流量は、流れの温度及び絶対圧力から計算することができる。O1及びO2について、多項式である2つの校正曲線がそれぞれ規定される。O1が選択された場合、流れを計算するのにO1の校正曲線が使用される。反対に、O2が選択された場合、流れを計算するにはO2の校正曲線が使用される。

【0020】

第2オリフィス流量計42は、熱電対TC3、絶対圧力計P2、差圧計P2、及びオリフィスO3からなる。オリフィス流量計42の校正手順は上記と同じである。流量計42と周囲との間の熱伝達を最小にするために、流量計は断熱される。結果として、熱泳動に起因する粒子損失が最小になる。

【0021】

サイクロン(CL)、ボールバルブV1及びV2、オリフィスO1及びO2、熱電対TC1及びTC2、ならびにバイパス44の一部が熱筐体46内に設置される。熱筐体46はヒータにより加熱され、温度は温度コントローラにより一定温度47に制御される。V1及びV2の状態(開いているか、又は閉じているか)は、機器の状態により決定される。熱筐体46が一定温度に制御されることから、オリフィスO1又はオリフィスO2を通る流れも同じく一定温度に維持される。結果として、温度のばらつきに起因するオリフィス流量計40を通る流れの変動は最小になる。

【0022】

熱電対TC5はサンプル温度(サンプル入口32付近)を計測し、熱電対TC4は、CP48に入り込む流れの温度を計測する。試験中、両方の温度は注意深く計測される。

【0023】

圧縮空気チャンバ50は、機器に圧縮空気を供給する源である。圧縮空気チャンバ50は、マスフローコントローラ52、54、56、58、及びボールバルブV7に、粒子を含まない圧縮空気を供給する。チャンバ50の上流にレギュレータ60が設けられ、このレギュレータは、圧縮空気圧を所定値に制御する。高効率粒子空気フィルタ(HEPA)62が、圧縮空気から粒子を除去する。結果として、チャンバ50内の圧縮空気は粒子を含まない。

【0024】

真空チャンバ70は真空源であり、真空ポンプ72に接続されている。チャンバ70は、臨界オリフィスCO1、CO2、及びCO3から流れを引く。それらの臨界オリフィスは、各流路を通る流量を一定に制御する。別法として、臨界オリフィスはマスフローコントローラに置き換えることができる。流量制御にとっての臨界オリフィスの利点は、臨界

10

20

30

40

50

オリフィスの費用がマスフローコントローラの費用よりもはるかに少ないということである。一方で、臨界オリフィスにははるかに強力な真空ポンプが必要であり、体積流量は固定される。マスフローコントローラでは広い流量範囲が提供されるので、はるかに小さい真空ポンプをマスフローコントローラと共に使用して臨界オリフィスと同じレベルの流量を維持することができる。

【0025】

エアロゾル流に接触する全ての管及び付属品は、ステンレス鋼により作製される。ステンレス鋼は、良好な電気伝導度及び耐化学性を有するので、静電気による粒子損失を最小にすることができる。図2において、流路、つまりサンプル入口32 サンプルプローブS P 移送ラインT L サイクロンC L ボールバルブV 2 (V 1) オリフィスO 2 (O 1) 混合器8 0 オリフィスO 3 蒸発ユニット8 2 混合器8 4 ボールバルブV 4 C P C 4 8、及び校正ポート7 6 ボールバルブV 6 C P C 4 8の管及び付属品はステンレス鋼である。

10

【0026】

オリフィスO 2 (O 1) 混合器8 0 オリフィスO 3 蒸発ユニット8 2 混合器8 4には高温のエアロゾルが入り込むことから、管及び付属品は、熱伝達が最小になるよう良好に断熱される。結果として、粒子損失も同じく最小になる。

【0027】

フロースプリッタF S 1、F S 2、及びF S 3は、メイン流の方向転換に起因して大型粒子が過剰にサンプリングされるのを最小にするように設計されている。図3は、好ましい実施形態における設計の概略図を示す。フロースプリッタは、1 / 2 "ステンレス鋼製のT形管継手110と、1 / 2 " ~ 1 / 4 "貫通レジューサ112と、フロー入口114と、フロー出口116と、バイパス118とからなる。フロー入口114及びバイパス118は1 / 2 "ステンレス鋼管である。フロー出口116は1 / 4 "ステンレス鋼管である。1 / 4 "ステンレス鋼管は、貫通レジューサ112を通ってT形管継手110内に延びる。1 / 4 "ステンレス鋼管がT形管継手110の左側壁を越える(120)長さは0.1969"又は5mmである。エアロゾル流は、フロー入口114からスプリッタに入り込む。流れの大部分はこのスプリッタをバイパス118から出る。流れのうちの一部は、フロー出口116を通過して他の素子に入り込む。フロー出口116はサンプルをバイパス118の上流の位置から採取することから、バイパス118にてメイン流の方向転換に起因して大型粒子が過剰にサンプリングされることが回避される。

20

【0028】

図7は、その他の実施形態におけるフロースプリッタF S 1、F S 2、及びF S 3の概略図を示す。フロースプリッタ200は、フロー入口202、フロー出口204、及びバイパス206を含む。フロースプリッタ200内においてバイパス206の上流の所定位置にプレート208が設けられている。プレート208は、粒子をサンプリング位置からサンプル出口204へ案内する案内要素を構成する。管210が、フロースプリッタ200内においてプレート208へ向かって延びている。

30

【0029】

より詳細には、フロースプリッタF S 1、F S 2、及びF S 3は、粒子をサンプリング位置からサンプル出口へ案内する案内要素を含む。サンプリング位置はバイパスの上流に配置されている。バイパスの上流でサンプリングすることにより、正確な代表的試料が採取され、大型粒子を過剰にサンプリングすることは回避される。つまり、案内要素が省略されたならば、バイパスでメイン流が方向変換することで、サンプル流中の大型粒子の割合が過剰に多くなる。というのも、慣性力がより大きいこのような粒子は、より小さい粒子ほどメイン流の方向変換に敏感ではないからである。

40

【0030】

図3の実施形態では、案内要素は、フロー出口配管116をバイパス118の上流にあるサンプリング位置まで延設することによって構成され、これによって、メイン流の方向変換の前に流れがサンプリングされる。図7の実施形態では、バイパス出口206の上流

50

にプレート 208 が設けられ、粒子がサンプリング位置からサンプル出口 204 へ案内される。つまり、プレート 208 により、大きな粒子が過剰にサンプリングされないことが保証される。

【0031】

詳細な部品

図 1 は、歐州 PMP により推奨される手法による SPCS をブロック図の形態で示すものであり、この SPCS は、サンプル入口、分級器 10、加熱希釈器 (PND1) 12、蒸発ユニット (EU) 14、冷却希釈器 (PND2) 16、及び CPC18 からなる、以下で詳細に説明するように、これらの部品は、図 2 の SPCS30 において、本発明の好みしい実施形態により実施されている。

10

【0032】

a . サンプル入口

サンプル入口は、サンプルプローブ SP、移送ライン TL、及び熱電対 TC5 からなる。サンプルプローブは、一定容量サンプラ (CVS) 又は部分流希釈器から、希釈されたディーゼルエアロゾルを受ける。エアロゾルは、移送ラインに入り分級器に進む。TC5 はエアロゾルの温度を計測する。

【0033】

b . 分級器

分級器は、ステンレス鋼製のサイクロン CL、フロースプリッタ FS1、バイパス 44、及び臨界オリフィス CO1 (又はマスフローコントローラ) からなる。サイクロンは 2.5 ~ 10 μm の間の粒子カットオフ寸法を与えるが、この粒子カットオフ寸法はバイパス 44 の流量によって決まる。異なる寸法の臨界オリフィス CO1 を使用するか、又はマスフローコントローラ上で異なる流れを設定することにより、粒子の異なるカットオフ寸法を得ることができる。

20

【0034】

上述のフロースプリッタ FS1 は、サイクロン CL に接続されている。フロースプリッタ上には 2 つの出口がある。一方はバイパス 44 に接続されており、他方はオリフィス流量計 40 の入口に接続されている。流れの大部分はバイパス 44 を通過して排出され、エアロゾルのうちの一部は、オリフィス流量計 40 に流れ込む。バイパス流 (バイパス流 44) が大きいことに起因して、移送ライン TL 及びサンプルプローブ SP 内のエアロゾルの滞留時間は最小になる。結果として、移送ライン TL 及びサンプルプローブ SP 内の拡散による粒子損失が最小になる。オリフィス流量計 40 に入るエアロゾルがバイパス 44 の上流で採取されることから、流れ方向が 90 度旋回していることに起因する大型粒子の過剰サンプリングの可能性を最小にすることができます。

30

【0035】

CO1 (又はマスフローコントローラ (MFC)) を除く分級器は、熱筐体 46 内に設けられている。熱筐体 46 の温度は一定、例えば 47 に維持される。分級器内の流れは一定温度に維持される。結果として、一定温度であるエアロゾルがオリフィス流量計 40 に供給される。この設計により、試験ごとの温度のばらつきに起因する試験結果の変動が回避される。

40

【0036】

c . 加熱希釈器 (PND1)

図 2 及び図 4 を参照すると、加熱希釈器 (PND1) は、オリフィス流量計 40、マスフローコントローラ MFC52 及び MFC54、加熱管 86、混合器 80、バイパス 88、臨界オリフィス CO2 (又はマスフローコントローラ)、フロースプリッタ FS2、温度コントローラ 130 及び 132、ならびに PID ループ (加算器 134、PID136) からなる。

【0037】

オリフィス流量計 40 は、エアロゾル質量流量をリアルタイムで計測する。マスフローコントローラ (MFC) 52 は希釈空気流量を制御する。MFC52 は、圧縮空気チャン

50

バ 5 0 から粒子を含まない希釈空気を受ける。加熱管 8 6 は、希釈空気温度を 1 5 0 ~ 1 9 0 の範囲内に加熱する。希釈空気の温度は、温度コントローラ 1 3 0 により制御される。混合器 8 0 には加熱テープが巻かれており、温度が温度コントローラ 1 3 2 により制御される。混合器内のエアロゾル温度は、希釈空気の温度と同じように制御される。エアロゾル流及び希釈空気流は、混合器 8 0 内で均等に混合される。式 1 は P N D 1 における希釈率の計算を示す。希釈空気流量又はサンプル流量を調整するか、又はその両方を調整するかのいずれかで、式 1 に基づいて P N D 1 における希釈率を調整することができる。希釈空気流量は、M F C 5 2 での流量設定を手動又は自動で調整することにより変化させることができる。サンプル流量は、M F C 5 4 での流量（補償空気）を変化させることにより調整することができる。例えば、M F C 5 4 での流量を増加させることによりサンプル流の流量を減少させることができ、M F C 5 4 での流量を減少させることによりサンプル流の流量を増加させることができる。M F C 5 4 での空気流は圧縮空気チャンバにより供給される。式 1 によれば、

【 0 0 3 8 】

【 数 1 】

$$D R_{P N D 1} = \frac{Q_{a i r 1}}{Q_{s 1}} + 1 \quad (1)$$

ここで、 $D R_{P N D 1}$ は P N D 1 における希釈率、 $Q_{a i r 1}$ は標準状態又は基準状態での希釈空気の流量、 $Q_{s 1}$ は標準状態又は基準状態でのエアロゾル流量である。 $Q_{s 1}$ はオリフィス流量計 4 0 により計測される。

【 0 0 3 9 】

フロースプリッタ F S 2 の入口は、混合器 8 0 の出口に接続されている。希釈空気とエアロゾル流との混合気は、スプリッタ F S 2 を通過する。混合気の大部分が、バイパス 8 8 及び臨界オリフィス C O 2 又はマスフローコントローラを通過して真空チャンバに流れ込む。流れのうちの一部は、フロースプリッタの他方の出口を通過してオリフィス流量計 4 2 に流れ込む。フロースプリッタの独自の設計により、バイパス 8 8 の入口での流れの方向変換に起因する大型粒子の過剰サンプリングの可能性を最小にすることができます。

【 0 0 4 0 】

オリフィス流量計 4 0 には、2つの流れオリフィス O 1 及び O 2 が設けられている。粒子拡散により引き起こされる粒子損失を最小にするために、管長さを短縮して的確な内径のステンレス鋼管を使用することにより、流量計でのエアロゾルの滞留時間が低減される。各オリフィスは、エアロゾルサンプル流の流量範囲をカバーしている。例えば、所定の希釈率に基づいて、希釈空気流量を所定値に設定しつつ、式 1 からサンプル流量を計算することができる。O 1 によりカバーされる流量範囲にサンプル流量が含まれる場合、O 1 の校正曲線が使用される。したがって、ボールバルブ V 1 は開いており、ボールバルブ V 2 は手動又は自動で閉塞される。他の事例において、O 2 が選択され、ボールバルブ V 2 は開いており、ボールバルブ V 1 は手動又は自動で閉塞される。オリフィス流量計 4 0 内に、多数のオリフィス（2つ以上とすることができる。）が設けられていることから、P N D 1 は、広い希釈率範囲を提供する。

【 0 0 4 1 】

熱筐体 4 6 内にオリフィス流量計 4 0 が配置されている。上述したように、熱筐体 4 6 は一定温度に制御される。したがって、オリフィス流量計内のエアロゾル温度も同じく一定である。結果として、このことにより、温度により引き起こされる流れのばらつきが最小になり、温度による粒子濃度のばらつきも同じく取り除かれる。この設計は、機器の再現性に関する利点を与える。

【 0 0 4 2 】

エンジン又は車両の試験中に P N D 1 から正確な希釈率が確実に得られるようにするために P I D ループ（加算器 1 3 4、P I D 1 3 6）がシステムに結合されており、M F C

10

20

30

40

50

54の流量を調整することにより、エアロゾル流量が一定に保たれる。例えば、サンプル流量が設定値よりも高いとき、PIDループはMFC54を駆動して流量を増加させる。サンプル流量が設定値よりも低いとき、PIDループはMFC54を駆動して流量を減少させる。結果として、PND1による希釈率は一定に保たれる。したがって、流れ条件、例えば温度及び圧力はサンプル入口において変動するが、機器から正確な結果を得ることができる。図4は、この制御の概略図を示す。

【0043】

オリフィス流量計40は、エアロゾル流量を正確に計測し、粒子損失を生じない。従つて、PND1は、リアルタイムの正確な希釈率を提供し、粒子に高い通過率を与える。

【0044】

d. 蒸発ユニット(EU)

図5は、蒸発ユニット82の概略図を示す。蒸発ユニット82は、断熱及び加熱テープ140、ステンレス鋼管142、及び温度コントローラ144を含む。

【0045】

ステンレス鋼管142上に加熱テープが巻かれており、長さ部分にわたる壁温度が均一となる。温度コントローラ144は、壁温度を300～400の範囲内で制御する。熱電対146が、壁温度を計測して温度コントローラ144に信号を送る。EU82は、EU82と外気との間の熱伝達が最小になるように良好に断熱される。

【0046】

エアロゾルがEU82を通過する一方で、揮発性粒子は蒸発して気相になる。エアロゾル内の固体粒子は、粒子損失なしにEU82を流通する。その後、冷却希釈器(PND2)からの冷却希釈に続いて、エアロゾル温度が35以下に減少し、エアロゾルから揮発性粒子が除去される。

【0047】

f. 冷却希釈器(PND2)

冷却希釈器は、オリフィス流量計42、マスフローコントローラMFC56及びMFC58、混合器84、フロースプリッタFS3、バイパス150、ならびに臨界オリフィスCO3(又はマスフローコントローラ)からなる。

【0048】

オリフィス流量計42は断熱されており、蒸発ユニット82の上流に設けられている。オリフィス流量計42は、PND2及び蒸発ユニット82に入るエアロゾル流量を計測する。EU82の上流の温度がEU82の下流の温度よりもはるかに低いことから、オリフィス流量計42を蒸発ユニット82の上流に設けることにより、高温のエアロゾルにより引き起こされる流量計測誤差が最小になる。高温のエアロゾルにより引き起こされる流量計測誤差は、ステンレス鋼オリフィスの形状及び寸法が、高温下に変化することに起因する流量のばらつきを含むことがある。したがって、オリフィス流量計42をEU82の上流に設けることにより、より正確で矛盾のない流量計測ができる。

【0049】

冷却希釈器における希釈空気の温度は、外気の温度と同じである。希釈空気の流量は、マスフローコントローラMFC56により制御される。PND2の希釈率は、PND1と同じように、MFC56からの希釈空気流量、又はMFC58からの補償空気流量のいずれかを調整することにより制御される。例えば、希釈空気流量を一定にするには、オリフィス流量計42を通るエアロゾル流量を増加させる一方でMFC58からの補償空気流量を減少させる。換言すれば、オリフィス流量計42を通るエアロゾル流量を減少させる一方でMFC58からの補償空気流量を増加させる。結果として、PND2の希釈率が調整される。式2はPND2の希釈率を示し、式3は機器の総希釈率の計算を表す。

【0050】

10

20

30

40

【数2】

$$DR_{PND2} = \frac{Q_{air2}}{Q_{s2}} + 1 \quad (2)$$

【0051】

【数3】

$$DR = DR_{PND1} \times DR_{PND2} \quad (3)$$

10

ここで、 DR_{PND2} は冷却希釈器 (PND2) の希釈率、 Q_{air2} は標準状態又は基準状態での PND2 の希釈空気流量、 Q_{s2} はオリフィス流量メータ 42 を通過するエアロゾル流量、DR は SPCS の総希釈率である。

【0052】

フロースプリッタ FS3 は、一方の側が混合器 84 に接続されている。混合器 84 は、混合器と外気との間の熱伝達が最小になるように良好に断熱される。MFC56 により制御される希釈空気流量と、オリフィス流量計 42 により計測されるエアロゾル流量とが、混合器 84 内で均等に混合される。フロースプリッタ FS3 の一方の出口が、バイパス 150 に接続されている。混合気の大部分はこのバイパスを通過する。バイパス 150 を通る流量は、臨界オリフィス CO3 により制御される。CO3 はマスフローコントローラに置き換えることができる。フロースプリッタ FS3 の他方の出口は、ボールバルブ V4 を通って CPC48 の入口に接続されている。エアロゾルのうちの一部はボールバルブ V4 を流通する。バイパス 150 の上流で試料が採取されることから、エアロゾル流のメイン流の方向変換に起因する大型粒子の過剰サンプリングを回避することができる。

20

【0053】

PND2 から一定の希釈率を得るために、希釈率が所望の設定値にて確実に起動するよう、図 6 に示すように、PID ループ (加算器 170、PID172) が PND2 に統合される。

【0054】

g. 凝縮粒子カウンタ (CPC)

30

凝縮粒子カウンタ (CPC) 48 は、粒子個数濃度を計測する粒子センサである。CPC48 はリアルタイム機器である。多くの会社が適切な CPC を製造している。

【0055】

CPC には内部真空ポンプのないものもある。機器にサンプルを引き込むためには外部ポンプが必要である。内部ポンプのない CPC には、図 2 の真空ポンプ 180 (真空ポンプ I) が用意される。内部ポンプのある CPC については、真空ポンプ 180 は不要である。

【0056】

熱電対 TC4 は、CPC48 に入るエアロゾル温度を計測する。この温度は試験中に計測される。CPC48 は、特定の (例えば一定の) 機器流量を有する。

40

【0057】

機能

SPCS30 の主電源をオンにするとき、SPCS30 を約 15 分間加温する必要がある。その加温中、CPC48 が加温され、全ての加熱部が設定値に制御される。CPC48 が内部真空ポンプを有する場合には、真空ポンプ 180 をシステムから省略することができる。CPC48 が内部真空ポンプを持たない場合、真空ポンプ 180 が使用されて CPC48 からエアロゾルが吸引される。この状況では、加温中、真空ポンプ 180 も同じく起動される。

【0058】

a. アイドルモード

50

C P C 4 8 の主電源がオンになり約 1 5 分間加温された後、S P C S 3 0 はアイドルモードに入る。

【 0 0 5 9 】

アイドルモードでは、ボールバルブに電圧は印加されず、又は手動でオン／オフされない。これらのボールバルブは元の状態のままである。流れは、H E P A 1 8 2 流量計(F M) 1 8 4 ボールバルブ V 5 C P C 4 8 と進む。

【 0 0 6 0 】

H E P A 1 8 2 は高効率粒子フィルタである。H E P A 1 8 2 は、フロー入口を備え、その入口流から粒子を除去する。そうすると、粒子を含まない流れが流量計(F M) 1 8 4 に入り込む。その後、流れはボールバルブ V 5 を通過する。V 5 は、常開型のボールバルブである。最終的に、流れはC P C 4 8 に流れ込む。H E P A 1 8 2 は、アイドルモードにおいてC P C 4 8 を汚染から保護する。表 1 は、アイドルモードでのバルブ及び真空ポンプの状態を示す。

【 0 0 6 1 】

【表 1】

アイドルモードでのバルブ及び真空ポンプの状態

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	SV	真空ポンプ I	真空ポンプ
アイドルモード									X	

Xは、バルブについては、電圧が印加されているか、又は元の状態から外れていることを意味する。
ポンプについては、オンであることを意味する。

10

20

【 0 0 6 2 】

b . C P C ゼロ及びフローチェック

C P C ゼロチェックは、粒子を含まないガスがC P C 4 8 に送り込まれる間の、C P C 4 8 による計測済み粒子濃度の検証である。C P C 4 8 に漏出がない場合、示度はゼロであるべきである。フローチェックは、C P C 4 8 のエアロゾル流量の検証である。

【 0 0 6 3 】

欧洲 P M P は、各日常試験の前にC P C 4 8 にゼロチェックを行うべきであることを推奨している。同じく、C P C 4 8 に入るエアロゾル流量(C P C フローチェック)が検証されるべきである。流量は、製造者のフロー仕様から数パーセント下回ってもよい。

30

【 0 0 6 4 】

S P C S 3 0 上では、それらの 2 つの機能が 1 つの機能として組み合わされている。流路は、アイドルモードの流路と同じである。したがって、流れ方向は、H E P A 1 8 2 F M 1 8 4 ボールバルブ V 5 C P C 4 8 である。ボールバルブは電圧が印加されず、又は手動でオン／オフされない。C P C ゼロとC P C 流れチェックとを組み合わせているこの機能は、C P C ゼロ及びフローチェックをより効果的にする。

【 0 0 6 5 】

アイドルモードとC P C ゼロ及びフローチェックとの間には、流路に関する差異はない。2つのモード間の主な差異は、S P C S 3 0 がデータ取得システムを有する場合のデータ取得である。S P C S 3 0 がC P C ゼロ及び流れチェックで起動すると、C P C 4 8 により計測される濃度、及び流量計(F M) 1 8 4 により計測されるC P C 入口流量がデータ取得システムにより記録される。S P C S 3 0 にデータ取得システムがない場合、濃度及び流れは手動で記録してもよい。アイドルモードでは上記の動作は必要ない。表 2 は、このモードでのバルブ及び真空ポンプの状態を示す。

40

【 0 0 6 6 】

【表2】

CPCゼロ及び流れチェックでのバルブ及び真空ポンプの状態

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	SV	真空ポンプ I	真空ポンプ
アイドルモード									X	

Xは、弁については、電圧が印加されているか、又は元の状態から外れていることを意味する。
ポンプについては、オンであることを意味する。

【0067】

c. システムゼロチェック

10

システムゼロチェックは、粒子を含まないガスがSPCS30の入口から入る間に計測される粒子濃度の検証である。SPCS30内に漏洩がない場合、CPC48の示度はゼロであるべきである。CPC48の示度がゼロでなく臨界値よりも大きい場合、システム内に希薄な漏出があり得る。したがって、機器は漏出を除去するように役立てるべきである。PMPの推奨に基づけば、この臨界値は粒子10個/ccである。

【0068】

このモードが起動しているとき、真空チャンバ70に接続されている真空ポンプ72がオンにされる。真空ポンプ72がオンにされると、大きな圧力パルスが発生する。結果として、CPC48の入口での圧力は、CPC製造者により指定されている圧力よりも低くなることがある。これが生じた場合、CPC48内の作動流体がCPC入口から吸い出され、SPCS30内の部品、例えばボールバルブV4、フロースプリッタFS3、混合器84等に入ることがある。この問題を回避するために、電磁弁(SV)及びボールバルブV3が設けられている。

20

【0069】

このモードの始動前に、加熱希釀器(PND1)及び冷却希釀器(PND2)上の希釀空気流及び希釀率を所定値に設定すべきである。このモードがいったん起動すると、2つのPIDループ、一方はPND1用、他方はPND2用はそれぞれ、PND1及びPND2上の希釀率を所定値にするために、MFC54及びMFC56を駆動する。

【0070】

このモードの始動時に、真空ポンプ72が始動にされる。CPC48で終わる2つの主要な流路がある。一方は、電磁弁SV ボールバルブV3 ボールバルブV4 CPC48であり、他方は、圧縮空気チャンバ50 ボールバルブV7 サイクロンCL ボールバルブV2(V1) オリフィスO2(O1) 混合器80 オリフィスO3 蒸発ユニット(EU)82 混合器84 ボールバルブV4 CPC48である。

30

【0071】

電磁弁SV及びボールバルブV3は、常開型バルブである。この流路に起因して、真空ポンプ72を始動することにより引き起こされるCPC48に対する圧力パルスが最小になる。SVは5~30秒間開いたままであるが、開放時間は、操作者により決定してもよく、制御ソフトウェアに統合してもよい。真空ポンプ72が安定した後、SVは励磁され閉塞される。したがって、流路、つまり電磁弁SV ボールバルブV3 ボールバルブV4 CPC48はオフにされる。ボールバルブV3はオフにしてもよく、オンのままでよい。電磁弁SVの下流にボールバルブV3を設ける目的は、いったん電磁弁SVが故障すれば、又は電磁弁SV上で漏洩が検出されればこの流路を遮断するということである。この設計(流路SV V3 V4 CPC)により、CPC作動流体がCPC48の入口から出て行く問題が解決される。

40

【0072】

流路SV V3 V4 CPCがオフにされた後は、CPC48への流路は1つしかない。その流路とは、圧縮空気チャンバ50 ボールバルブV7 サイクロンCL ボールバルブV2(V1) オリフィスO2(O1) 混合器80 オリフィスO3 蒸発ユニット(EU)82 混合器84 ボールバルブV4 CPC48である。上述したように

50

、圧縮空気チャンバ 5 0 内の圧縮空気には粒子がない。このモードが起動しているとき、粒子のない圧縮空気が、ボールバルブ V 7 を通過してサイクロン (C L) に入り込む。粒子のない圧縮空気のみがオリフィス流量計 4 0 に入るのを確実にするために、式 4 を満たすべきである。そうしないと、サンプルプローブ (S P) からシステムに、粒子を含んだエアロゾルが入り込むことがある。式 4 は、レギュレータ 6 0 からの圧縮空気圧を調整することにより容易に満たすことができる。

【 0 0 7 3 】

【 数 4 】

$$Q_{V7} \geq Q_{bypassI} + Q_{s1} \quad (4) \quad 10$$

ここで、 Q_{V7} は、V 7 を通る粒子を含まない圧縮空気の流量、 $Q_{bypassI}$ は、臨界オリフィス C O 1 (又はマスフローコントローラ) を通る流量、 Q_{s1} は、オリフィス流量計 4 0 に入るサンプル流量である。

【 0 0 7 4 】

C P C 4 8 によって粒子が検出されない場合、これはシステム内に漏出がないことを意味する。C P C 4 8 上の個数濃度が C P C のノイズレベルよりも高い場合には、システム内に漏出がある。漏出は、自動車又はエンジン試験を行う前に除去すべきである。

【 0 0 7 5 】

表 3 は、ボールバルブ及び真空ポンプの状態を簡潔に表す。空欄の場合、バルブは元の状態のままである。 20

【 0 0 7 6 】

【 表 3 】

バルブ及び真空ポンプの状態

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	SV	真空ポンプ I	真空ポンプ
モードの始動	X			X	X		X		X	X
5~30秒後 (オプション I)	X			X	X		X	X	X	X
5~30秒後 (オプション I I)	X		X	X	X		X	X	X	X

X は、バルブについては、電圧が印加されているか、又は元の状態から外れていることを意味する。
ポンプについては、オンであることを意味する。

【 0 0 7 7 】

d . C P C の日常校正

C P C 4 8 の日常校正は、C P C 直線性の検証である。欧洲 P M P は、日常校正を日常試験の前に行うべきであると推奨している。 40

【 0 0 7 8 】

このモードが起動される前に、最大濃度の 0 ~ 1 0 0 % である一定の粒子濃度を提供することのできる外部ユニットが、校正ポート 7 6 に接続される。

【 0 0 7 9 】

このモードが起動されるときの流路は、校正ポート 7 6 ボールバルブ V 6 C P C 4 8 である。表 4 は、バルブの状態の概要を示す。

【 0 0 8 0 】

【表4】

CPCの日常校正でのバルブ及び真空ポンプの状態

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	SV	真空ポンプ I	真空ポンプ
CPCの日常校正					X	X			X	

Xは、バルブについては、電圧が印加されているか、又は元の状態から外れていることを意味する。
ポンプについては、オンであることを意味する。

10

【0081】

e. サンプルモード

サンプルモードは、SPCS30がサンプル入口32から試料を採取するものである。エアロゾルがサンプルプローブSPからシステムに流れ込む。全ての温度、個数濃度、流量等が、手動で、又はデータ取得システムにより記録される。

【0082】

「システムゼロチェック」と呼ばれるモードと同じように、このモードが起動しているとき、真空チャンバ70に接続されている真空ポンプ72はオンにされる。真空ポンプ72がオンになると、大きな圧力パルスが発生する。結果として、CPC48の入口での圧力は、CPC製造者により指定されている圧力よりも低くなることがある。これが生じた場合、CPC48内の作動流体がCPC入口から吸い出されて、SPCS30内の部品、例えばボールバルブV4、フロースプリッタFS3、混合器84等に入ることがある。この問題を解決するために、電磁弁SV及びボールバルブV3が活用される。

20

【0083】

このモードの始動前に、システムは加温されるべきである。蒸発ユニット82、混合器80、PND1の希釈空気、及び熱筐体46上の温度が設定値を満たすべきである。加熱希釈器(PND1)及び冷却希釈器(PND2)の希釈空気流量及び希釈率を所定値に設定すべきである。このモードが起動すると、2つのPIDループ、一方はPND1用、他方はPND2用でありそれぞれ、PND1及びPND2の希釈率を所定値にするためにMFC54及びMFC56を駆動する。

30

【0084】

このモードの始動時に、真空ポンプ72がオンにされる。SPCS30内には、CPC48への2つの流路がある。一方は、電磁弁SV ボールバルブV3 ボールバルブV4 CPC48であり、他方は、サンプル入口32 サンプルプローブSP 移送ラインTL サイクロンCL ボールバルブV2(V1) オリフィスO2(O1) 混合器80 オリフィスO3 蒸発ユニット82 混合器84 ボールバルブV4 CPC48である。所定の希釈率に基づいて、オリフィスO1又はO2が決定される。オリフィスO1が選択されるとき、ボールバルブV1は開いており、ボールバルブV2は閉じている。反対に、オリフィスO2が選択されるとき、ボールバルブV2は開いており、ボールバルブV1は閉じている。

40

【0085】

電磁弁SV及びボールバルブV3は、常開型バルブである。この流路に起因して、真空ポンプ72を始動することにより引き起こされるCPC48に対する圧力パルスが最小になる。電磁弁SVは5~30秒間開いたままであるが、開放時間は、操作者により決定してもよく、制御ソフトウェアに統合してもよい。真空ポンプ72が安定した後、電磁弁SVは励磁され閉塞される。したがって、流路、電磁弁SV ボールバルブV3 ボールバルブV4 CPC48はオフにされる。ボールバルブV3はオフにしてもよく、オンのままでよい。電磁弁SVの上流にボールバルブV3を設ける目的は、いったん電磁弁SVが故障すれば、又は電磁弁SV上で漏洩が検出されればこの流路を遮断するということである。この設計(流路SV V3 V4 CPC)により、CPC作動流体がCPCの入

50

口から吸い出されるという問題が解決される。

【0086】

流路 S V V3 V4 C P C 4 8 がオフにされた後は、C P C 4 8への流路は1つしかない。その流路とは、サンプル入口32 サンプルプローブS P 移送ラインT L サイクロンC L ボールバルブV2 (V1) オリフィスO2 (O1) 混合器80 オリフィスO3 蒸発ユニット82 混合器84 ボールバルブV4 C P C 4 8である。サンプルモードでは、システム上の希釈率は、P N D 1 及びP N D 2 の希釈空気流量を変化させ、M F C 5 4 及びM F C 5 8 の補償空気流量を変化させることにより調整することができる。表5は、バルブ及びポンプの状態の概要を示す。

【0087】

【表5】

サンプルモードでのバルブ及び真空ポンプの状態

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	SV	真空ポンプI	真空ポンプ
モードの始動 (オプションI)	X			X	X				X	X
モードの始動 (オプションII)		X		X	X				X	X
5~30秒後 (オプションI)	X			X	X			X	X	X
5~30秒後 (オプションII)		X		X	X			X	X	X

Xは、バルブについては、電圧が印加されているか、又は元の状態から外れていることを意味する。
ポンプについては、オンであることを意味する。

オプションI - 希釈率に基づいてオリフィスO1が選択される。

オプションII - 希釈率に基づいてオリフィスO2が選択される。

【0088】

f. パージモード

パージは、オーバフローによりS P C S 3 0 を清浄する手段である。パージは、システム全体に、特にオリフィス流量計40及び42にとって粒子汚染がないようにするための単純かつ効果的な方法である。このモードは、定期的に起動することが推奨されている。

【0089】

このモードを起動する前に、マスフローコントローラM F C 5 2、M F C 5 4、M F C 5 6、及びM F C 5 8 の流量は所定値に設定される。オリフィス流量計40及び42において逆流させるために、式5及び式6を満たすべきである。圧力計(P1、P2、P1'、及びP2')が逆流により損傷するのを回避するために、式5及び式6の左辺は、右辺よりも僅かに大きくすべきである。

【0090】

【数5】

$$Q_{air1} + Q_{makeup1} > Q_{bypassII} + Q_{s2} \quad (5)$$

【0091】

【数6】

$$Q_{air2} + Q_{makeup2} > Q_{bypassIII} \quad (6)$$

10

20

30

40

50

ここで、 Q_{air_1} は、MFC52上の希釈空気流量、 Q_{makeup_1} は、MFC54の補償空気流量、 $Q_{bypass_{II}}$ は、バイパス88のバイパス流量、 Q_{s_2} は、オリフィス流量計42に入るエアロゾル流量、 Q_{air_2} は、MFC56の流量、 Q_{makeup_2} は、MFC58の補償空気流量、及び、 $Q_{bypass_{III}}$ は、バイパス150のバイパス流量である。

【0092】

このモードが起動しているとき、ボールバルブV4は元の状態に保たれる。したがって、ボールバルブV4は閉じてあり、流れはCPC48を通過しない。従って、真空ポンプ72を始動することにより引き起こされる圧力パルスは、CPC48に影響しない。結果として、電磁弁SVが遅延動作を有する必要はない。オリフィス流量計40を完全に洗浄するために、このモードでは両方のボールバルブV1及びV2が選択される。表6は、バルブ及び真空ポンプの状態を示す。

【0093】

【表6】

ページモードでのバルブ及び真空ポンプの状態

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	SV	真空ポンプ I	真空ポンプ
ページ	X	X						X	X	X

Xは、バルブについては、電圧が印加されているか、又は元の状態から外れていることを意味する。
ポンプについては、オンであることを意味する。

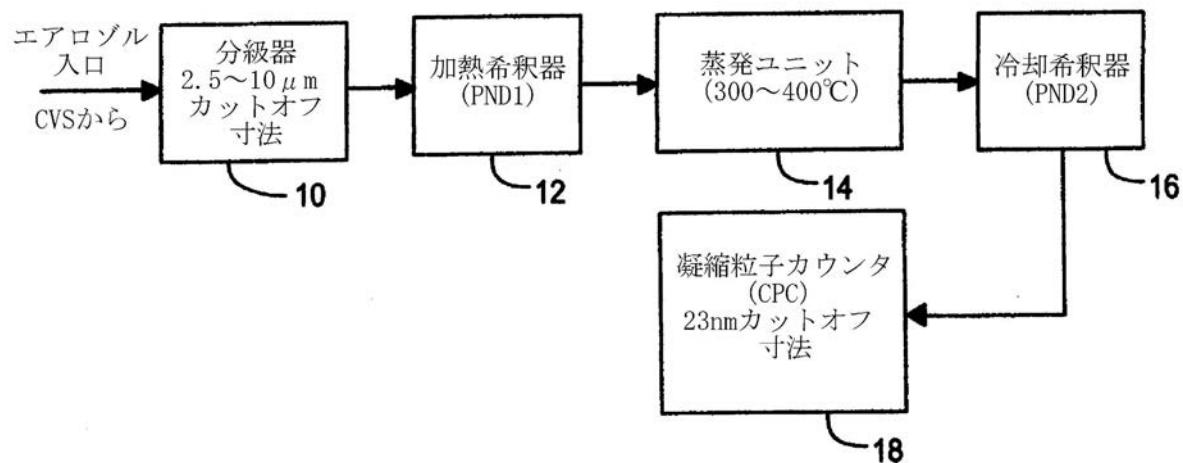
【0094】

ボールバルブV4の上流にある流路を除けば、SPCS30内にはもう1つの流路がある。それは、HEPA182 FM184 ボールバルブV5 CPC48である。この流れループはCPC48を正常に起動させ続ける。

【0095】

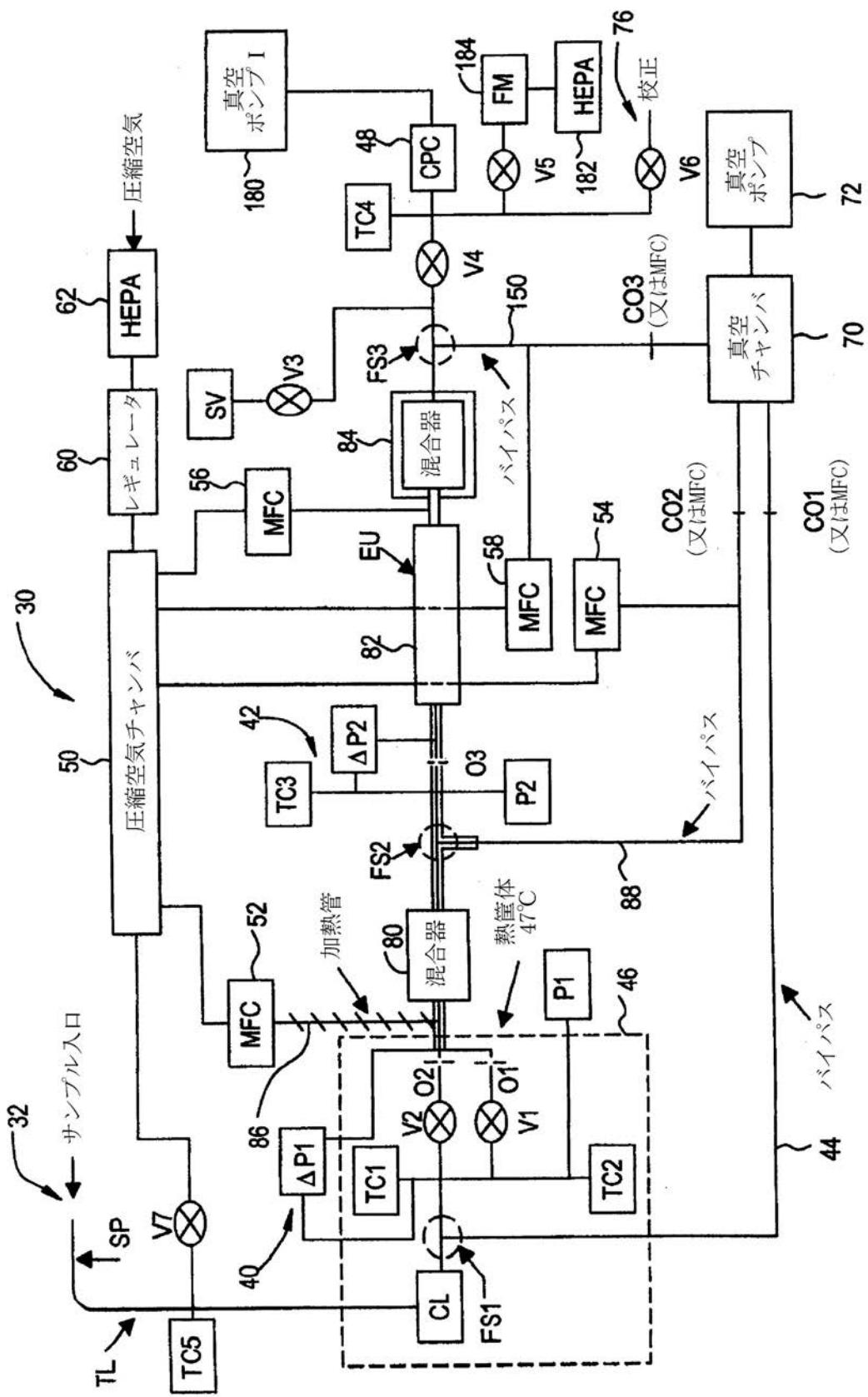
本発明の実施形態が示され説明されたが、これらの実施形態は、本発明の可能な形態を全て示し説明していると意図されるものではない。むしろ、本明細書において使用されている語は、限定ではなく説明の語であり、当然ながら、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく種々の変更を行うことができる。

【図1】

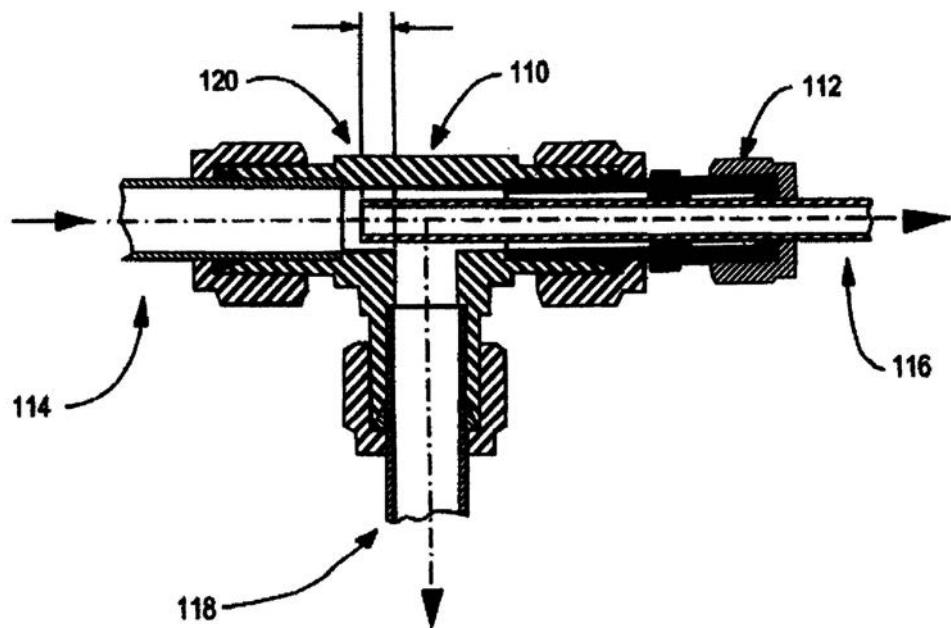


先行技術

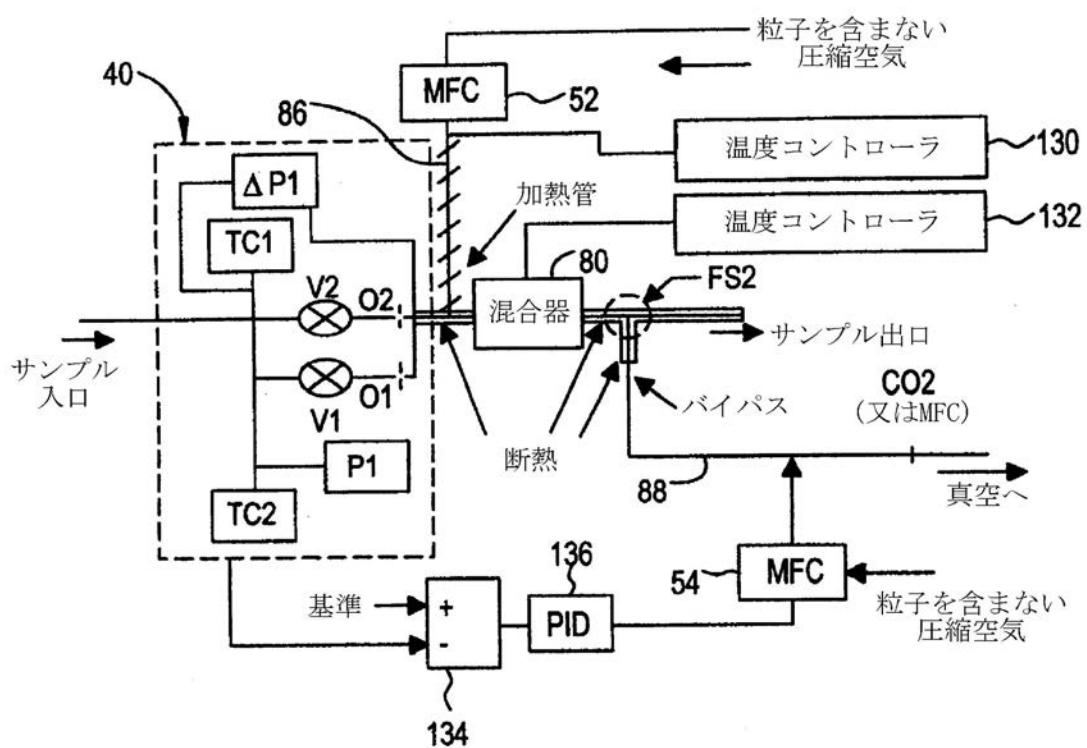
【図2】



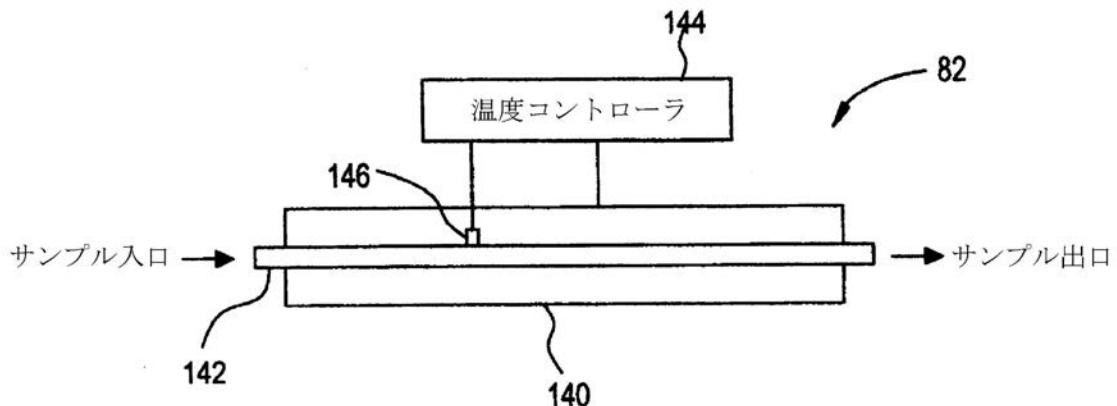
【図3】



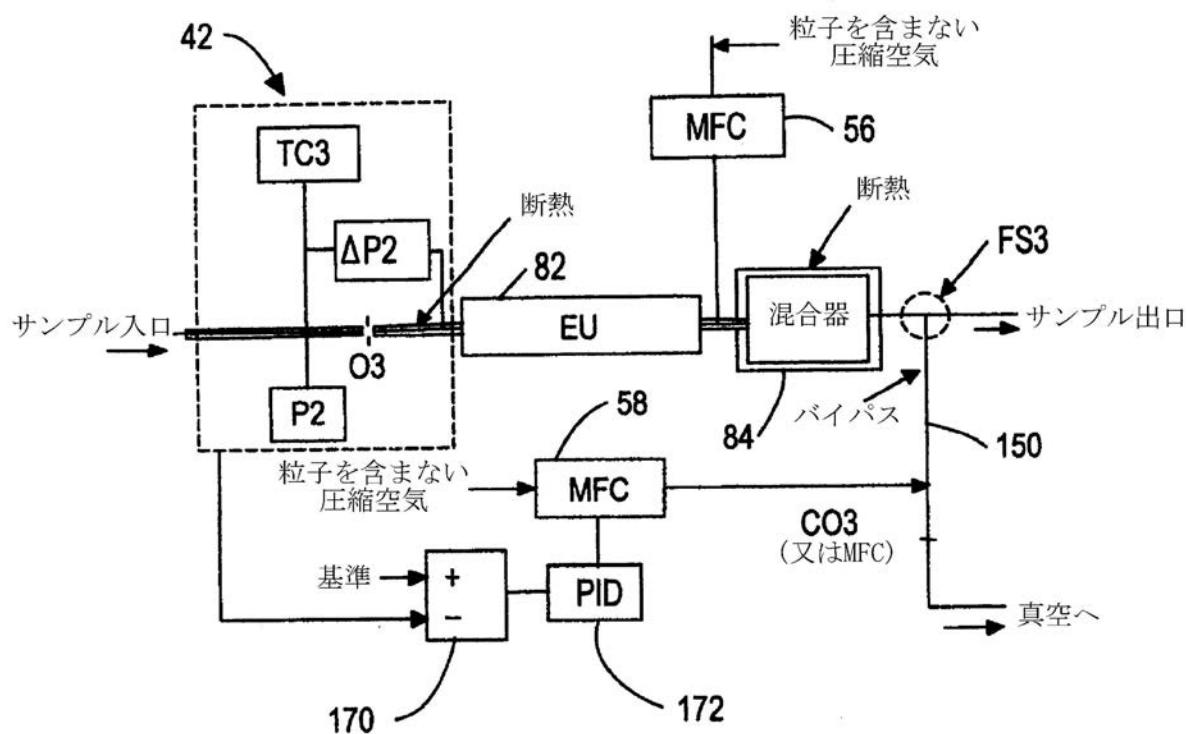
【図4】



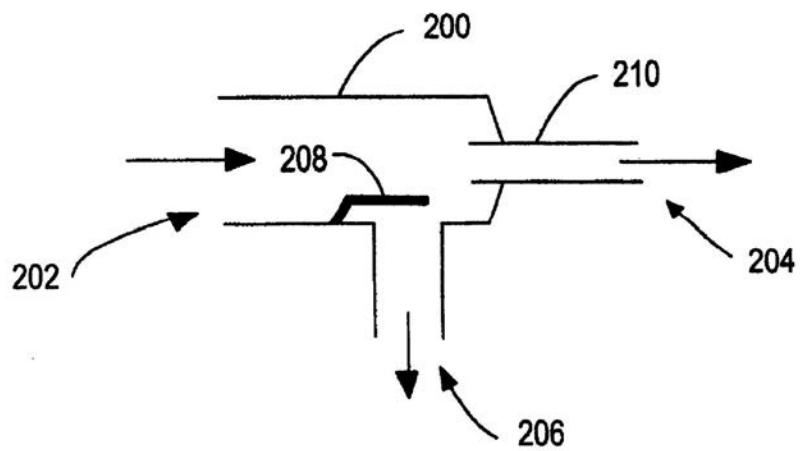
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 ポーター スコット ティー

アメリカ合衆国 48108 ミシガン州 アンアーボア アディントンレーン 1320

(72)発明者 浅野 一朗

滋賀県湖南市菩提寺330-470

(72)発明者 ラーマン モンタジール エム ディー

滋賀県大津市一里山2-19-45 303

(72)発明者 日下 竹史

滋賀県大津市神領二丁目1176-21

審査官 高橋 亨

(56)参考文献 特表2005-514588(JP,A)

特開平11-014516(JP,A)

特表平11-508368(JP,A)

特表2003-521688(JP,A)

特開平04-072542(JP,A)

特表平06-500621(JP,A)

特表2002-515600(JP,A)

特表2004-512503(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 15/06

G01N 15/00