

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5873413号
(P5873413)

(45) 発行日 平成28年3月1日(2016.3.1)

(24) 登録日 平成28年1月22日(2016.1.22)

(51) Int.Cl.		F I			
B O 1 L	1/00	(2006.01)	B O 1 L	1/00	A
B O 4 B	15/08	(2006.01)	B O 4 B	15/08	
F 2 4 F	7/06	(2006.01)	F 2 4 F	7/06	C

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2012-222133 (P2012-222133)	(73) 特許権者	502129933
(22) 出願日	平成24年10月4日 (2012.10.4)		株式会社日立産機システム
(65) 公開番号	特開2014-73457 (P2014-73457A)		東京都千代田区神田練堀町3番地
(43) 公開日	平成26年4月24日 (2014.4.24)	(74) 代理人	110001689
審査請求日	平成26年10月29日 (2014.10.29)		青稜特許業務法人
		(74) 代理人	110000350
			ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	金子 健
			新潟県胎内市富岡46番地1 株式会社日立産機システム内
		(72) 発明者	小野 恵一
			新潟県胎内市富岡46番地1 株式会社日立産機システム内
		審査官	松本 瞳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 安全キャビネット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

作業者が作業をする作業空間と、
 該作業空間の前面に形成する前面シャッタと、
 該前面シャッタ下部の前記作業空間に接続する作業開口部と、
 該作業開口部から空気を吸い込み、前記作業空間の空気を空気清浄手段を介して安全キャビネット外へ送風機により排気する排気手段と、を有する安全キャビネットであって、
 前記作業開口部の上方の前面シャッタを固定し、
 該前面シャッタの下側に前記作業空間の内側方向に、水平から下向きに30～60°傾斜した前面シャッタ整流板を形成し、
 前記作業空間内の左右の側壁面を設け、該側壁面と前記安全キャビネットの側面とで側面排気流路を形成し、
 前記左右の側壁面に第1のスリット又はパンチング孔を形成し、
 該第1のスリット又はパンチング孔は、前記前面シャッタ整流板の延長線方向の下側に、前記作業空間の前方から背面に向かって開口面積が小さくなるように形成し、
 前記作業空間の空気を該第1のスリット又はパンチング孔を介して前記側面排気流路に送り、前記空気清浄手段を介して排気することを特徴とする安全キャビネット。

【請求項2】

請求項1記載の安全キャビネットにおいて、
 前記作業空間の天井板と前記空気清浄手段のH E P Aフィルタとの間にチャンバを設け

、前記側面排気流路は該チャンバに接続され、
前記天井板の奥側に横方向に第2のスリットを形成したことを特徴とする安全キャビネット。

【請求項3】

請求項1又は2記載の安全キャビネットにおいて、
遠心分離機を前記作業空間の下部に搭載し、
該遠心分離機の蓋を開けたとき、前記送風機の出力を所定時間増加する手段を備えることを特徴とする安全キャビネット。

【請求項4】

請求項3記載の安全キャビネットにおいて、
前記遠心分離機の蓋を開け、前記送風機の出力を増加する手段は、
前記遠心分離機の蓋及び遠心分離機本体に設置した蓋開閉センサと、
該蓋開閉センサにより前記蓋の開状態を検知する検知回路と、
該検知回路により前記蓋が開状態と判断されたら、前記送風機の回転数を上げるモータコントローラを備えることを特徴とする安全キャビネット。

10

【請求項5】

請求項1又は2記載の安全キャビネットにおいて、
前記作業空間の開口面積と前記左右の側壁面に形成した第1のスリット又はパンチング孔の開口面積との比は0.1～0.3の値であることを特徴とする安全キャビネット。

【請求項6】

請求項5記載の安全キャビネットにおいて、
前記左右の側壁面の第1のスリット又はパンチング孔を通過する風速は、前記作業空間の開口部に流入する空気の風速の4倍とすることを特徴とする安全キャビネット。

20

【請求項7】

作業者が作業をする作業空間と、
該作業空間の前面に形成する前面シャッタと、
該前面シャッタ下部の前記作業空間に接続する作業開口部と、
該作業開口部から空気を吸い込み、前記作業空間の空気をHEPAフィルタを介して安全キャビネット外へ排気する送風機と、
前記作業空間の下部に設置する遠心分離機と、を有する安全キャビネットであって、
前記作業開口部の上方の前面シャッタを可動可能とし、
該前面シャッタの下側に前記作業空間の内側方向に、水平から下向きに30～60°傾斜した前面シャッタ整流板を形成し、

30

前記作業空間内の左右の側壁面を設け、該側壁面と前記安全キャビネットの側面とで側面排気流路を形成し、

前記左右の側壁面で、前記前面シャッタ整流板の延長線方向の下側に、前記作業空間の前方から背面に向かって開口面積が小さくなるように、第1のスリットを形成して、前記作業空間の空気を該第1のスリットより前記側面排気流路へ排気し、

前記作業空間の天井板の奥側に横方向に第2のスリットを形成し、

前記作業空間の空気を前記第1のスリット及び第2のスリットを通過させ、前記HEPAフィルタを介して排気することを特徴とする安全キャビネット。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、安全キャビネットに関し、特に、感染症の研究や医薬品の開発のために遠心分離機、分析器、観察器などの装置を安全キャビネット内に組み込み可能な安全キャビネットに関する。

【背景技術】

【0002】

安全キャビネットは、作業空間の前面に形成された上下スライド式の前面シャッタ下方

50

の作業開口部より安全キャビネット外の空気を吸い込むことで、エアバリアを形成し、安全キャビネットの作業空間と安全キャビネット外の雰囲気とを、物理的に遮断している。作業開口部から吸い込まれた空気は、安全キャビネットの内部を通り、安全キャビネットに設置された排気用 H E P A フィルタで、塵埃とともに感染物質を除去し、清浄空気として安全キャビネットの装置外に排気される。作業開口部から排気用 H E P A フィルタへ空気を誘導する送風手段は、安全キャビネット装置内部に装備している場合と、安全キャビネット装置外に設置されている場合がある。

【 0 0 0 3 】

安全キャビネットの構造による分類のバイオハザード対策用クラス I キャビネットの場合、安全キャビネット外の空気をそのまま安全キャビネットの作業空間に取り込み、作業空間上部に給気用 H E P A フィルタのない構造である。作業空間で感染物質を取り扱う場合などで、作業者の安全性を確保すべき作業で、かつ無菌操作が不要な作業に使用される。

10

以上の構成により、バイオハザード対策用クラス I キャビネットでは、作業開口部のエアバリアと排気用 H E P A フィルタにより、作業空間内で取り扱う感染物質が安全キャビネット外に漏れないように構成している。

【 0 0 0 4 】

安全キャビネットの作業空間内で、装置を取り扱う作業の一つに、遠心分離機の蓋を開けるという作業がある。遠心分離機内では感染性のある実験材料を、回転撹拌するので、内部では飛沫（エアロゾル）が多量に発生している状態である。さらに、遠心分離機の蓋を開ける瞬間に、内部の飛沫（エアロゾル）が遠心分離機外に放出される。このように、感染性のある飛沫（エアロゾル）が放出される可能性があるため、安全キャビネットの作業空間内で遠心分離機の蓋を開けることによる外部への感染物質の拡大を防止している。

20

【 0 0 0 5 】

従来技術による遠心分離機を安全キャビネットに組み込んだ構造を、特許文献 1（特開 2 0 0 7 - 1 1 1 5 9 6 号公報）に示す。遠心分離機の回転分離槽を作業空間の下流側（下面）に配置し、実施の形態に記載のように、シャッタ下の通気孔から入った気流は、作業台下面に形成した遠心分離機下方の分離槽を囲うように流れ、リターンダクトに導かれる。

この構成により、遠心分離機上方の作業空間の清浄空気を維持し、かつ、シャッタ下の通気孔によるエアバリアで、作業空間と安全キャビネット外部を隔離している。エアバリアのための気流は、作業空間下面に形成した遠心分離機下方を通り、リターンダクトに導かれている。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 1 1 1 5 9 6 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

前記従来技術の遠心分離機を組み込んだ安全キャビネットを特許文献 1（特開 2 0 0 7 - 1 1 1 5 9 6 号公報）に示す。文献 1 には、作業空間下面の作業台面に蓋を形成し、その下方に遠心分離機の分離槽を形成している。作業空間から降りてきた気流は、作業空間の通気孔、作業台面と遠心分離機分離槽の間の空間、シャッタ下の通気孔の 3 箇所から吸い込まれ、リターンダクトに導かれている。シャッタ下の通気孔から吸い込まれた気流は、遠心分離機の分離槽下方のリターンダクトを通り、送風機に導かれる。この構成により、作業空間の清浄気流である清浄度を維持しつつ、シャッタ下の気流により、作業空間と安全キャビネット外の空間を、物理的に隔離している。

40

【 0 0 0 8 】

従来技術による遠心分離機を組み込んだ安全キャビネットでは、シャッタ下方から吸い

50

込んだ気流が、遠心分離機の下方向を通り、リターンダクトに導かれるため作業台面の遠心分離機位置が変わると、シャッタ下方から吸い込まれる気流の状態が変わる可能性がある。

【 0 0 0 9 】

また、遠心分離機の分離槽が大きい容量のものや自立型の遠心分離機を導入したい場合、シャッタ下方から吸い込まれた気流が、キャビネットに組み込んだ装置が障害となり、効率よく排気されずエアバリアを形成できない可能性があり、かつシャッタ開口部高さが200mm程度で小さいため、大きな遠心分離機の蓋を開ける作業では、作業性が非常に悪かった。

【 0 0 1 0 】

安全キャビネットの場合、日本工業規格 J I S K 3 8 0 0 バイオハザード対策用クラスⅡキャビネットに記載のように、気流の状態が変わった場合、枯草菌芽胞を使用した物理的隔離性能を再び評価する必要がある。クラスⅡキャビネットにおいては、上記規格の作業者の安全性に関する気流バランス性能を評価する必要がある。

【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、安全キャビネットにおいて、作業空間に組み込む装置の位置、大きさ、機器の操作、例えば遠心分離機のような蓋を開閉する操作により流入気流が影響されない安全キャビネットを提供することにある。

【 0 0 1 2 】

また、感染性のある材料が作業空間に淀まないことを重要な機能とする安全キャビネットにおいて、作業空間で発生した感染性のある飛沫（エアロゾル）が作業空間に滞留することが無く、最短距離で排気することが可能な安全キャビネットを提供できる。

【 0 0 1 3 】

作業開口が400mm以上と広い場合、開口部中央付近の風速が遅くなるので、エアバリアを確保するには、上下スライド式の前面シャッタ構造とし、作業時は作業開口を200mm程度に設定するか、作業開口部全体の風速を上げる必要があり、排気ファンの排気風量が上がるとともに建物の熱負荷が大きくなる。

【 0 0 1 4 】

本発明の他の目的は、作業開口部の風速分布を改善し、スライド式の前面シャッタを不要とし、必要最小限の風速でエアバリアを確保することにより、消費電力を抑制し、建物の熱負荷を抑制することにある。また、例えば、遠心分離機等の組み込み装置の蓋を開けた状態でも安全キャビネットの基本性能が影響されない気流構成を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

上記目的を達成するために、本発明は、作業者が作業をする作業空間と、該作業空間の前面に形成する前面シャッタと、該前面シャッタ下部の前記作業空間に接続する作業開口部と、該作業開口部から空気を吸い込み、前記作業空間の空気を空気清浄手段を介して安全キャビネット外へ送風機により排気する排気手段と、を有する安全キャビネットであって、前記作業開口部の上方の前面シャッタを固定し、該前面シャッタの下側に前記作業空間の内側方向に、水平から下向きに30～60°傾斜した前面シャッタ整流板を形成し、前記作業空間内の左右の側壁面を設け、該側壁面と前記安全キャビネットの側面とで側面排気流路を形成し、前記左右の側壁面に第1のスリット又はパンチング孔を形成し、該第1のスリット又はパンチング孔は、前記前面シャッタ整流板の延長線方向の下側に、前記作業空間の前方から背面に向かって開口面積が小さくなるように形成し、前記作業空間の空気を該第1のスリット又はパンチング孔を介して前記側面排気流路に送り、前記空気清浄手段を介して排気することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

また、上記安全キャビネットにおいて、前記作業空間の天井板と前記空気清浄手段のH E P Aフィルタとの間にチャンバを設け、前記側面排気流路は該チャンバに接続され、前記天井板の奥側に横方向に第2のスリットを形成したことを特徴とする。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、安全キャビネットの作業空間内に、分析器や観察器などの装置を組み込み、配置したり固定したりした場合、作業開口部に形成される吸い込み気流（流入気流）の風速及び気流の状態が、装置の位置、大きさ、機器の操作、例えば遠心分離機のような蓋を開閉する操作により流入気流が影響されない安全キャビネットを提供できる。

【0019】

また、感染性のある材料が作業空間に滞留しないことを重要な機能とする安全キャビネットにおいて、作業空間で発生した感染性のある飛沫（エアロゾル）が、作業空間に滞留することなく最短距離で排気することが可能な安全キャビネットを提供できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の第1実施の形態を示すクラスIタイプの遠心分離機搭載の安全キャビネットの外観斜視図及び縦断面図を示す。

【図2】図1に示した本発明の安全キャビネットの正面断面図及び側面断面図を示す。

【図3A】本発明の安全キャビネットのボクセル解析のための解析用簡易モデルを示す。

【図3B】安全キャビネットのボクセル解析のための解析条件と解析範囲を示す。

【図3C】図3Aに示した中央断面図における空気の流れの解析結果を示す。

【図4A】本発明の前面シャッタ整流板を有した安全キャビネットの解析用簡易モデルの縦断面図を示す。

20

【図4B】図4Aの前面シャッタ整流板による空気の流れの解析結果を示す。

【図5A】本発明の安全キャビネットの作業空間の左右の側壁面に形成したスリットを、前面シャッタ整流板の延長線方向の下側に配置した解析用モデルの断面斜視図及び側面図を示す。

【図5B】図5Aの安全キャビネットの中央垂直部分の空気の流れの解析結果を示す。

【図5C】図5Aの安全キャビネットの中央水平部分の空気の流れの解析結果を示す。

【図5D】図5Aの安全キャビネットの正面部分の空気の流れの解析結果を示す。

【図6A】本発明の作業空間上部の天井板の奥側にスリットを形成した安全キャビネットの解析モデルの斜視図を示す。

【図6B】図6Aの安全キャビネットの空気の流れの解析結果を示す。

30

【図7】本発明の遠心分離機を搭載するときの安全キャビネットの斜視図を示す。

【図8】本発明の第2実施の形態を示す前面シャッタを可動式にした安全キャビネットの断面斜視図を示す。

【図9】本発明の第3実施の形態を示す遠心分離機の蓋の開閉を検知して送風機の流量を可変するシステムを示す。

【図10】本発明の第4実施の形態を示す作業空間の開口部及び左右の側壁面のスリットにおける面積及び風速を説明するための安全キャビネットの側面図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態を図を用いて説明する。

40

（実施例1）

図1は、本発明の実施例1を示す遠心分離機を搭載したクラスIタイプの安全キャビネットの外観斜視図及びその縦断面図を示し、図2は、図1の安全キャビネットの正面断面図及び側面断面図を示す。

クラスIタイプの安全キャビネットは、一般に作業者の保護を目的に、全面開口部から空気を流入させてエアロゾルの排出を防止する構造となっており、室内の空気を直接流入し、排気はHEPAフィルタを通して排出する構成である。

図1、図2に示す本発明の安全キャビネットは、このクラスIの構成をベースにし改良したものである。

【0022】

50

図 1 及び図 2 において、10 は安全キャビネット、11 は作業者が作業する作業空間、12 は作業空間の開口部の上側に配置された固定式前面シャッタ、13 は固定式前面シャッタ 12 の先端に配置された前面シャッタ整流板、14 は H E P A フィルタ、15 は送風機、16 は排気ダクト、17 は排気の気流、18 は作業空間の開口部、19 は安全キャビネット外部から入る流入気流、20 は作業空間の左右壁 31 に配置した排気用スリット、21 は作業空間の下側に配置した遠心分離機、22 は遠心分離機 21 の蓋、23 は感染物質を示す。

24 は作業空間の左右に配置した側面排気通路、25 は作業空間から側面排気通路 24 にスリット 20 (第 1 のスリットという) を介して流れる空気の流れて、26 は側面排気通路 24 内を流れる空気の流れを示す。

27 は作業空間内が負圧であることを示し、28 は作業空間の天井板 41 の奥側に配置したスリット (第 2 のスリットという)、29 はキャスタで、30 は作業空間の左右の側壁面のスリット 20 及び天井板 41 の奥側のスリット 28 より排気される空気が集まるチャンバ (第 1 のチャンバという)、31 は作業空間の左右の側壁面、32 は H E P A フィルタ 14 通過後の空気を送風機 15 により排気するためのチャンバ (第 2 のチャンバという) で、33 はキャビネット本体の上部前面部、50 はキャビネット本体の下部前面部、51 はキャビネット本体の側面部である。

【0023】

次に、本発明の安全キャビネットの構成について説明する。図 1 及び図 2 において、作業空間 11 の開口部 18 の上部に固定式前面シャッタ 12 を配置し、固定式前面シャッタ 12 の下側先端には、前面シャッタ整流板 13 を作業空間内側に傾斜させて形成し配置している。

この前面シャッタ整流板 13 を形成せず、固定式前面シャッタ 12 のみの場合、作業空間への空気の流入気流 19 は固定式前面シャッタ 12 の下面と作業空間の開口部 18 の全周側壁に沿って風速が高くなり、作業空間 18 の中央付近の風速が低くなるという風速分布ができる可能性がある。

この風速分布におけるアンバランスを解消するため、前面シャッタ整流板 13 を配置している。この効果については後で説明する。

【0024】

作業空間 11 の上側には、天井板 41 を形成し、天井板 41 の上部には天井面と H E P A フィルタ 14 を配置する面とで空間を形成し、作業空間 11 から排気される空気を集めるチャンバ 30 を形成する。チャンバ 30 内の空気は、H E P A フィルタ 14 に吸い込まれ、塵埃や感染物質 23 などを通す。H E P A フィルタ 14 を通過した清浄空気は、送風機 15 により排気ダクト 16 を介して安全キャビネット 10 の外部へ排気される。この送風機 15 が設置された清浄空気の空間のチャンバ 32 を形成する。

【0025】

また、作業空間 11 の左右の側壁面 31 と安全キャビネット 10 の側面部 51 とで空間を形成し、作業空間 11 内の空気をこの空間に流し、側面排気流路 24 を形成する。作業空間の左右に形成された側面排気流路 24 の上部は第 1 のチャンバ 30 に接続される。

また、作業空間 11 内の空気は、作業空間の左右の壁面に形成したスリットを通過して側面排気流路 24 に流れる。なお、図 1 及び図 2 には、作業空間の左右の側壁面に垂直方向に細長い縦長のスリットの孔を形成しているが、パンチング孔でも楕円形の孔でも構わない。

また、天井板 41 の奥の方には幅方向に細長い第 2 のスリット 28 を複数個配置し、作業空間内の奥側の空気が上方に流れるように形成している。

【0026】

固定式前面シャッタ 12 の下方に配置されている前面シャッタ整流板 13 は、作業開口部 18 の風速分布を改善するために設けられたものであり、長さは 50 ~ 150 mm、固定角度は、固定式前面シャッタ 12 から作業空間 11 に向かって、水平から 30 ~ 60 ° 傾けて固定されている。材質は、透明ガラスに S U S 製のフレームで囲まれたもの、また

10

20

30

40

50

は鋼板製でも良い。また、前面シャッタ整流板 4 の延長線上に沿って、作業空間 11 に設けられた排気用の左右側面スリット 20 は、キャビネット外から入る流入気流を整流するために作業空間 11 の前方から背面に向かって徐々に開口面積が小さくなっている構造である。

【0027】

また、安全キャビネット 10 の作業空間内の下部には、遠心分離機 21 を搭載する。遠心分離機 21 の搭載は、図 7 に示すように安全キャビネット 10 の下部前面板 50 を外し、キャスト 50 の付いた遠心分離機 21 を作業空間の下部まで移動して設置、固定する。また作業者が作業し易いように遠心分離機の蓋 22 を開けたとき、作業空間の奥側に倒れるように設置する。設置後は、安全キャビネットの下部前面板 50 を取り付ける。

10

また、キャビネット 10 の下部前面板 50 は、両側をねじ留めして固定しても、片側にヒンジを設け、扉として固定しても良い。安全キャビネットの脚部にはキャスト 29 を設け、移動時に軽い力で動かせるようにしている。

【0028】

次に、本発明の安全キャビネットの構成において、空気の流れについてボクセル解析した結果について説明する。先ず、図 3A ~ 図 3C において、前面シャッタ整流板 13 は形成しないで、作業空間の左右壁面 31 に形成したスリット 20 を垂直方向に 3 列として、その形状は細長い縦長の孔で、スリットを配置した領域は壁面のほぼ中央とし、全体が矩形の範囲に形成した場合の空気の流れを解析する。

【0029】

20

図 3A は、解析する安全キャビネットの解析用簡易モデルの斜視図及びその縦断面図を示す。図 3A の安全キャビネットの解析用簡易モデルにおいて、キャビネットの横幅 (L2) は 850 mm、高さ (L1) は 1950 mm、奥行 (L3) は 780 mm、作業空間の開口部の幅 (L6) は 650 mm、作業空間の開口部の高さ (L5) は 550 mm としている。また、平均風速は 0.5 m/s である。

また、スリット 20 は、100 mm x 10 mm の孔を片側に 60 ケ形成した構成である。

【0030】

また、図 3A に示した解析用簡易モデルを解析する条件を図 3B に示す。

図 3B は解析する条件を示し、図 3B (a) は断面計算の設定を表す入力部を示し、図 3B (b) は解析する範囲を示している。図 3B (a) において、安全キャビネットの解析用簡易モデルの高さ方向を y 方向、幅方向を x 方向、奥行方向を z 方向とすると、y 方向に断面数を 300 とし、z 方向を 175、x 方向を 175 に分割して解析とすると、ボクセルサイズ表示は約 920 万セルとなり、解析範囲は図 3B (b) に示すようにキャビネット全体を包括する範囲である。

30

【0031】

上記の解析条件により解析した結果を図 3C に示す。

図 3C は、図 3A (b) に示す安全キャビネットの縦断面の部分の空気の流れを示す。図 3C において、100 は作業空間の開口部の下側の空気の流れを示し、120 は天井板 41 上部のチャンバ 30 の空気の流れを示し、130 は排気用チャンバ 32 の空気の流れを示す。この 100 ~ 130 の領域が風速の高い部分で、図では風速を矢印の線で表しており、黒い束となっている部分は風速が高いことを表している。そして、この図において、平均風速 0.5 m/s に対し、1 m/s 程度の空気の流れである。また、作業空間内において、矢印で表しているように流入した空気は、開口部より流入し奥の方へ流れ、前面シャッタ整流板を有していないため作業空間の開口部上側端部で巻き込むように流れたりして乱流を生じて、左右の側壁面のスリット 20 より排気される。

40

【0032】

次に、前面シャッタ整流板 13 を配置したときの空気の流れについて解析する。

図 4A は、固定式前面シャッタ 12 の先端に前面シャッタ整流板 13 を作業空間側に傾斜して配置した構成を示す。作業空間内の左右の側壁に形成したスリット 20 は、図 3A と同じで、100 mm x 10 mm の孔を 60 ケ (両側) 形成している。この図 4A の構成

50

における空気の流れを図 4 B に示す。図 4 B において、風速が高い箇所は丸（点線）で囲んだ部分で、140 は作業空間の開口部の下側の空気の流れを示し、150 は作業空間の開口部の上側の空気の流れを示し、160 は天井板上部のチャンバ 30 の空気の流れで、170 は排気用のチャンバ 32 の空気の流れを示す。

【0033】

また、作業空間内において、開口部より流入した空気のうち前面シャッタ整流板 13 に沿って流入した空気は、作業空間の上側に巻き込まれ、乱流を生じる。

すなわち、左右の側面壁のスリット 20 の配置を同じとし、前面シャッタ整流板 13 を配置した場合、スリット 20 の形成が図 3 A の構成と同じであるため作業空間における空気の流れはほぼ同じと判断する。

10

【0034】

次に、前面シャッタ整流板 13 を配置し、スリット 20 を配置し、スリット 20 の配置を変えたときの空気の流れについて解析する。図 5 A は、固定式前面シャッタ 12 の先端に前面シャッタ整流板 13 を作業空間側に傾斜して配置し、作業空間の左右の側壁面に形成したスリット 20 の配置を前面シャッタ整流板 13 の延長方向より下側に配置した構成を示し、この構成の空気の流れを解析する。

【0035】

図 5 A は、前面シャッタ整流板 13 を開口部上部に形成し、前面シャッタ整流板 13 の延長方向 40 の下側にスリット 20 を配置した安全キャビネットの解析簡易モデルの断面斜視図を示し、図 5 A (b) は側面図を示す。図 5 A (b) に示すように、スリット 20 は前面シャッタ整流板 13 の延長線 40 の下側に 3 列配置し、その配置の範囲は略三角形である。

20

【0036】

図 5 A (a) に示した構成の空気の流れの解析結果を図 5 B に示す。

図 5 B において、風速が高い部分は、丸（点線）で囲んだ箇所、180 は作業空間の開口部の下側の空気の流れを示し、190 は作業空間の開口部の上側の空気の流れを示し、200 は天井板 41 上部のチャンバ 30 の空気の流れを示し、210 は排気用チャンバ 32 の空気の流れを示す。

また、この構成において、作業空間内の空気の流れをみると、開口部より流入した空気の中で前面シャッタ整流板 13 に沿って流入した空気は、上側への巻き込まれは小さく、前面シャッタ整流板 13 の延長線方向の下側に配置したスリット 20 に集中し、排気される。そして、図 4 B のスリット 20 全体の配置が矩形形状の場合の空気の流れと比較すると、図 5 B のスリット 20 全体の配置が整流板 13 の延長線より下側に配置し、略三角形の空気の流れの場合の方がスリット 20 における風速が高くなっている。

30

【0037】

このように、開口部の上側に前面シャッタ整流板 13 を作業空間の内側に傾斜して配置し、作業空間の左右の側面壁に配置するスリット 20 の範囲を整流板 13 の延長線方向の下側にし、スリット 20 の配置全体を略三角形にする構成で、遠心分離機の蓋を開けたときエアロゾルの開口部からの放出を防止できる。

【0038】

次に、図 5 A に示した安全キャビネットの解析簡易モデルにおける作業空間の中央部の水平方向の空気の流れの解析結果を図 5 C に示す。

40

図 5 C において、作業空間からスリット 20 を通過し、側面排気流路 24 内を風速の高い空気が多く流れ、作業空間内は中央の風速が低く、両側の風速が高くなっている。また、作業空間の奥側は風速が低く、淀む可能性がある。

【0039】

次に、図 5 A に示した安全キャビネットの解析用簡易モデルにおける作業空間及び排気の部分の正面中央断面における空気の流れの解析結果を図 5 D に示す。

図 5 D において、作業空間の開口部から中央付近の空気の流れは作業空間の中央の風速が低く、左右の側壁に近づくにつれて風速は高くなり、スリット 20 のある箇所はさらに高

50

くなっている。すなわち、スリット 20 を 3 列垂直方向に配置しているが、その部分の風速が高いことが分かる。また、側面排気流路 24 及び天井板上のチャンバ 30 内は、風速が高く、排気用のチャンバ 32 の排気ダクトの部分の風速が高い。また、作業空間の中央上部の風速は低い。

【0040】

次に、作業空間の上部に配置した天井板 41 の奥側にスリット 28 を配置した場合の空気の流れについて解析し、その解析結果について説明する。

図 6A は、スリット 28 を配置した安全キャビネットの解析用簡易モデルの縦断面斜視図及び天井板 41 の平面図を示す。

この解析用簡易モデルは、作業空間の開口部上部に前面シャッタ整流板 13 を配置し、整流板 13 の延長線方向より下側にスリット 20 を配置し、この整流板 13 の延長線方向より下側に複数のスリット 20 を縦に 3 列配置し、スリット全体の範囲を略三角形とし、天井面 41 の奥側に幅方向にスリット 28 を配置した構成である。また、この構成で丸 A の部分が空気が淀み易い箇所である。

【0041】

この図 6A の構成における空気の流れの解析結果を図 6B に示す。

図 6B において、作業空間の開口部より流入した空気は、直進し、左右の側壁面 31 のスリット 20 より排気する流れがあり、整流板 13 に沿って流入する空気は、左右の側壁面のスリット 20 の方向に向かうものと、作業空間の天井板の奥側のスリット 28 に向かうものが存在することが分かる。

そして、作業空間の奥側上方に空気が淀み易かったが、天井板の奥側に配置したスリット 28 により淀みは解消されている。

【0042】

(実施例 2)

次に、本発明の実施例 2 の前面シャッタ整流板 13 を先端に配置した前面シャッタ 80 を上下にスライドできるように形成し、作業者が安全キャビネットの開口部の高さを作業内容に応じて調整できる構成を図 8 に示す。

図 8 において、前面シャッタ 80 は、安全キャビネットの上部前面部 33 と上部前面部裏板 42 とで挟むように形成し、スライドできる構成とする。

また、作業者が作業する際、前面シャッタ整流板 13 が作業の妨げになる場合は外すことができるように着脱自在にすることもできる。

また、前面シャッタ 80 は作業空間内が見えるように透明とする。実施例 1 の場合には固定式にしているため不透明でも良い。

また、前面シャッタ 80 の外側の中央には作業者の手で上下スライド操作ができるように取手を形成する。

【0043】

(実施例 3)

次に、本発明の実施例 3 の遠心分離機 21 を蓋 22 が開いたら排気の送風機 15 の回転数を増加し、遠心分離機 21 内のエアロゾルが作業空間の開口部より放出されない構成について、図 9 を用いて説明する。

図 9 において、21 は遠心分離機、22 は遠心分離機の蓋、60 は遠心分離機の蓋 22 の開閉を検知するセンサ、61 は蓋開閉センサ入力回路、62 は蓋の開閉を検知する検知回路、63 はモータをコントロールするコントローラ、64 は送風機 15 を駆動するモータ、15 は送風機である。

【0044】

次に、図 9 の動作について説明する。まず、作業者は、試料を遠心間に入れ、遠心間をロータに挿入し、ロータを遠心分離機の蓋を開け、分離機のチャンバに納めて蓋を閉め、遠心分離機の SW を入れ動作する。動作が完了すると、遠心分離機の蓋を開け、ロータを取り出して蓋を閉める。蓋の部分に配置した開閉センサ 60 を設置し、遠心分離機の蓋が開いたとき蓋開の信号が蓋開閉センサ入力回路 61 に送られ、検知回路 62 により蓋が開

になったことを検知する。

遠心分離機の蓋が開となったことを検知すると、モータのコントローラ 6 3 が回転しているパワーを一時的に所定時間増加し、モータ 6 4 の回転数を上げ、送風機 1 5 の風力を増加する。

【 0 0 4 5 】

このような構成にすることで、遠心分離機の蓋を開けたとき遠心分離機のチャンバ内のエアロゾルが作業空間から左右の側壁のスリット 2 0 及び天井板 4 1 の奥側のスリット 2 8 より排気され、作業空間の開口部からは放出されない。

従って、作業者の安全性はより向上する。

また、遠心分離機 2 1 と安全キャビネット 1 0 は一体となっていないので、コネクタを介して接続するか、ワイヤレスでセンサ出力をキャビネット本体に送信するなどして接続する。

10

また、遠心分離機の蓋の開閉を検知するセンサには、光センサを用い、蓋の一部の面に発光し、蓋の面の反射を受光して蓋の開閉を検知する方法や、磁束で ON - OFF するリードスイッチを内蔵したものや、μスイッチなどメカスイッチなどがある。

【 0 0 4 6 】

(実施例 4)

次に、本発明の実施例 4 の安全キャビネットの開口面と作業空間の左右の側壁面のスリット 2 0 の最適な面積比及び風速について説明する。

本発明の遠心分離機用クラス I タイプの安全キャビネットにおいて、作業空間の左右の側壁に配置したスリット 2 0 の全体の最適な開口面積を求める。

20

この左右側壁のスリット 2 0 の開口の大きさを求める方法として、安全キャビネットの機内抵抗において、作業空間から排気しスリット 2 0 を通過するときの速度変化による抵抗を、送風機 1 5 の特性により 2 ~ 3 Pa になるように定める。

このような抵抗によれば、送風機的能力を上げる必要もなく、効率良く排気することができる。また、この抵抗値が高すぎる場合は送風機的能力を上げる必要があり、逆に抵抗値が低すぎる場合はスリット 2 0 の 1 ケ当たりの風速が低く、作業空間中央に発生するエアロゾルをスリット 2 0 に引きつける力が弱く、効率良く排気できない。

【 0 0 4 7 】

ここで、機内抵抗とは流路において、速度変化が生じるところでは圧力損失が発生し、速度変化による圧力損失 P は次式で表される。

30

【 0 0 4 8 】

$$P = \frac{1}{2} \rho (V_1^2 - V_2^2) \quad (\text{数 1})$$

(数 1) において、 $\frac{1}{2}$ は圧力損失係数、 ρ は流体の密度 (空気の場合は 1 . 2)、 V_1 は速度が変化する前の速度、 V_2 は速度が変化した後の速度を表す。

また、圧力損失係数は流路内の材質、流体速度等で変わってくるが、大型の場合 1 以上になることはないため概略的な計算では 1 を使用しても良い。

【 0 0 4 9 】

次に、図 3 A (a) に示した安全キャビネットの解析用簡易モデルに表した寸歩を用いて、作業空間の開口部及び作業空間の左右の側壁のスリット 2 0 について説明する。

40

作業空間の開口部すなわち空気流入の開口部の面積 S_{IN} は、

$$S_{IN} = 0.65 \text{ m (横 幅) } \times 0.55 \text{ m (縦) } = 0.36 \text{ m}^2$$

である。

【 0 0 5 0 】

また、スリット 2 0 の総面積 S_{OUT} は、1 ケのスリットの面積が 100 mm × 10 mm で、片側に 40 ケ配置しているので、

$$S_{OUT} = 0.1 \text{ m} \times 0.01 \text{ m} \times 40 \text{ ケ} \times 2 = 0.08 \text{ m}^2$$

となる。

従って、本発明の構成において、最適な作業空間の開口面積と左右の側壁のスリットの

50

総面積との比は、 $S_{IN} / S_{OUT} = 0.22$ となる。よって、最適な作業空間の開口面積と左右の側壁のスリットの総面積との比は $0.1 \sim 0.3$ の範囲であれば良い。

【0051】

次に、本発明の安全キャビネットの風速について説明する。

まず、作業空間内の風量 Q は、開口部に流入する空気の流れが通常 0.5 m/s であるから開口部の面積との積により、

$$\begin{aligned} Q &= 0.36 (\text{m}^2) \times 0.5 (\text{m/s}) \times 60 (\text{s}) \\ &= 10.7 (\text{m}^3 / \text{min}) \end{aligned}$$

となり、 Q は $10.7 \text{ m}^3 / \text{s}$ となる。

従って、作業空間内の左右の側壁面のスリットの風速 V は、

$$V = 10.7 (\text{m}^3 / \text{min}) / 0.08 (\text{m}^2) / 60 (\text{s}) = 2.23 (\text{m/s})$$

となる。

従って、作業空間内の左右の側壁面のスリットの風速と開口部に流入する空気の流れの風速の比は 4.4 となる。よって、作業空間内の左右の側壁面のスリットの風速と開口部に流入する空気の流れの風速の比は概略 4 倍強程度であれば良い。

【0052】

この構成により、作業開口部 18 の風速分布が改善され、作業開口部 18 の高さが 400 mm を超えるような広い開口の場合でもエアバリアを確保できるようになり、作業性が改善された。また、安全キャビネット 10 に組み込む遠心分離機、分析器または観察器などの装置での実験作業時に発生した感染物質 23 を作業空間 11 から効率良く作業空間の左右に設置された側面排気流路 24 に排出される。作業空間 11 の背面から排気しない構成のため、安全キャビネット 10 内に大型装置を搭載する場合でも、奥行スペースが最小にでき、搬入経路と設置スペースの確保が可能となり、かつ安全キャビネット 10 に組み込む遠心分離機、分析器または観察器などの装置 21 の開閉式の蓋 22 が上下に移動する構造の場合でも、排気経路を妨げられることなく、安定した気流を形成でき、安心して作業を行えるようになった。

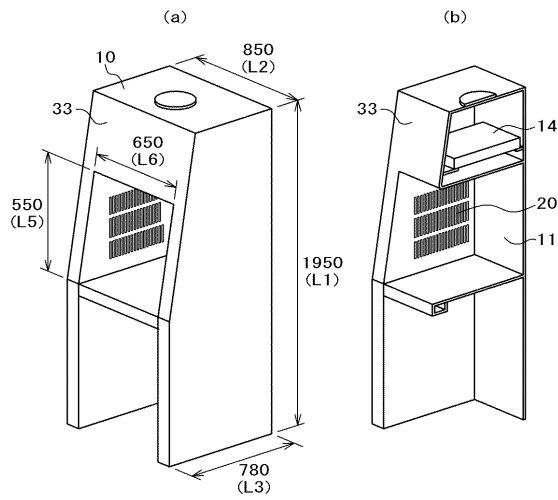
【符号の説明】

【0053】

- | | | |
|----|-------------------------------|----|
| 10 | 安全キャビネット | |
| 11 | 作業空間 | 30 |
| 12 | 固定式前面シャッタ | |
| 13 | 前面シャッタ整流板 | |
| 14 | HEPA フィルタ | |
| 15 | 送風機 | |
| 16 | 排気ダクト | |
| 17 | 排気空気の流れ | |
| 18 | 作業開口部 | |
| 19 | キャビネット外からの流入気流 | |
| 20 | 作業空間内の左右側壁面のスリット（第1のスリット） | |
| 21 | 遠心分離機 | 40 |
| 22 | 遠心分離機の蓋 | |
| 23 | 感染物質 | |
| 24 | 側面排気流路 | |
| 25 | 側面排気流路 24 内の空気の流れ | |
| 28 | 作業空間の天井板の奥側に形成したスリット（第2のスリット） | |
| 29 | キャスト | |
| 30 | 天井板と HEPA フィルタ間のチャンバ（第1のチャンバ） | |
| 31 | 作業空間の左右側壁面 | |
| 32 | 排気用チャンバ（第2のチャンバ） | |
| 40 | 前面シャッタ整流板の延長線 | 50 |

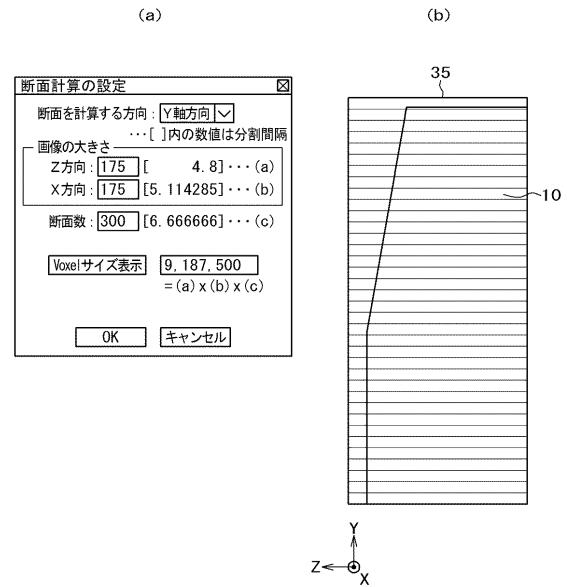
【図 3 A】

図 3 A



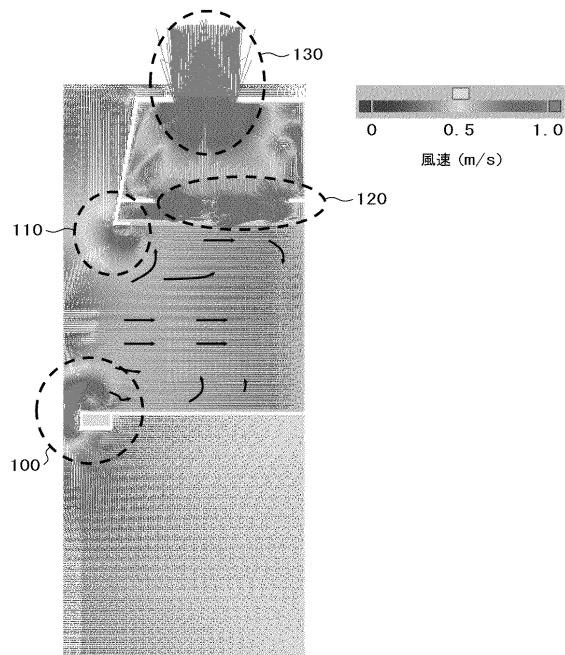
【図 3 B】

図 3 B



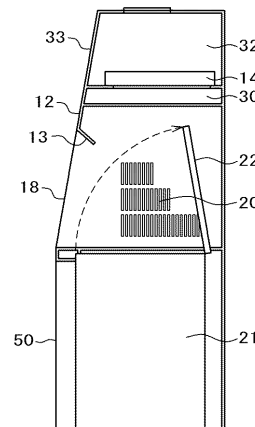
【図 3 C】

図 3 C



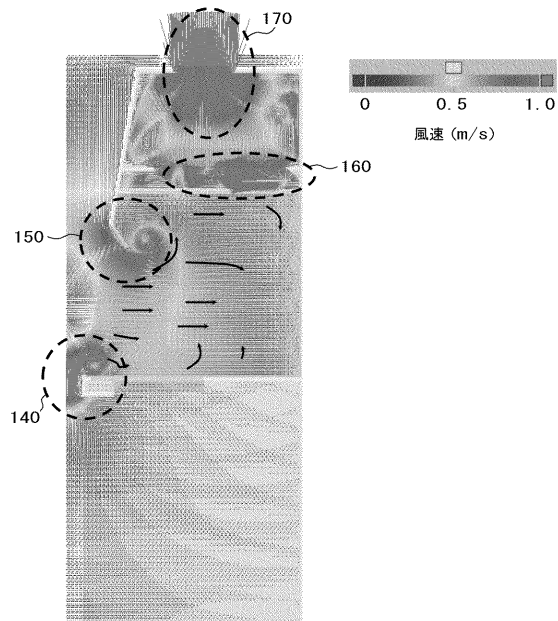
【図 4 A】

図 4 A



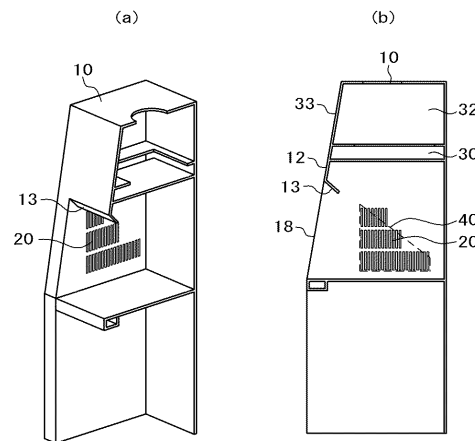
【図 4 B】

図 4 B



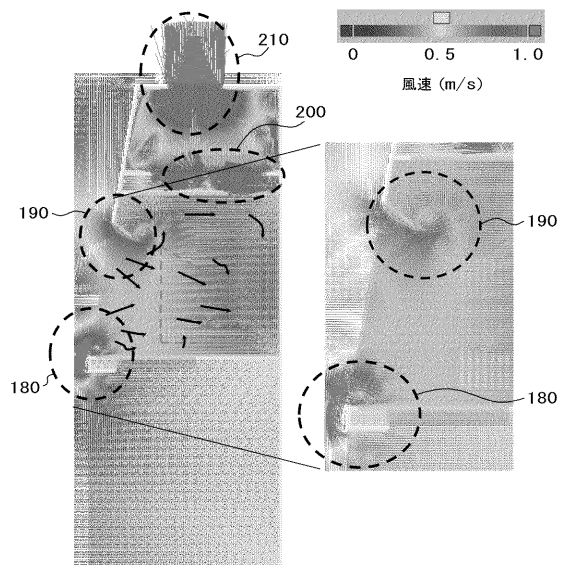
【図 5 A】

図 5 A



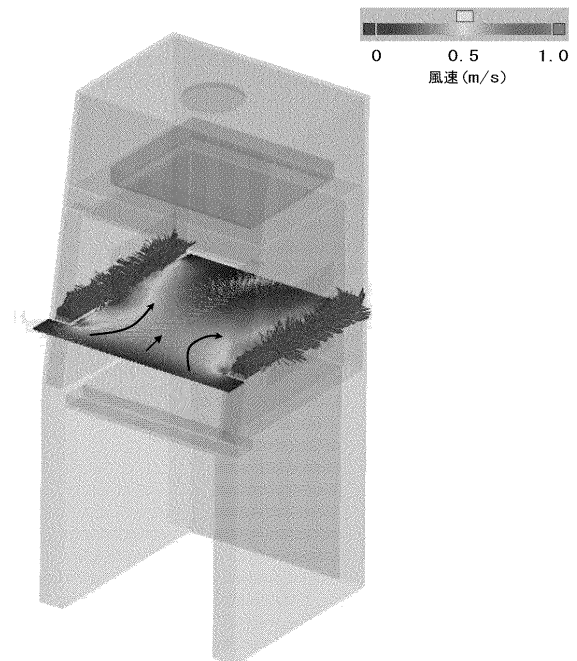
【図 5 B】

図 5 B



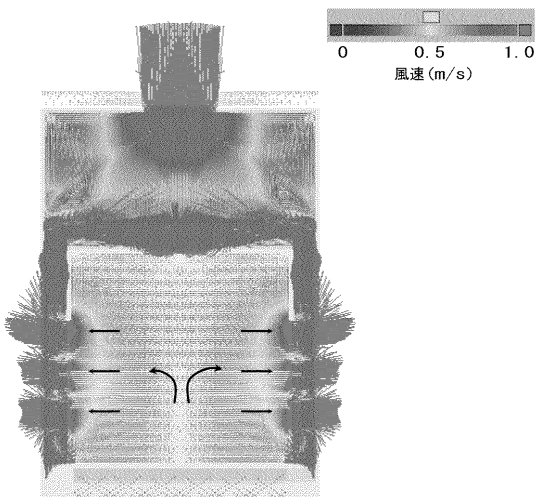
【図 5 C】

図 5 C



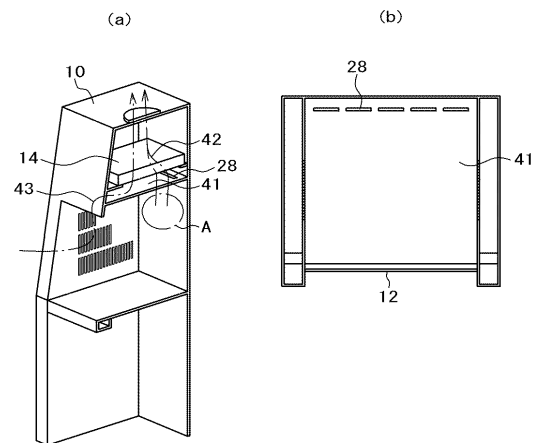
【図 5 D】

図 5 D



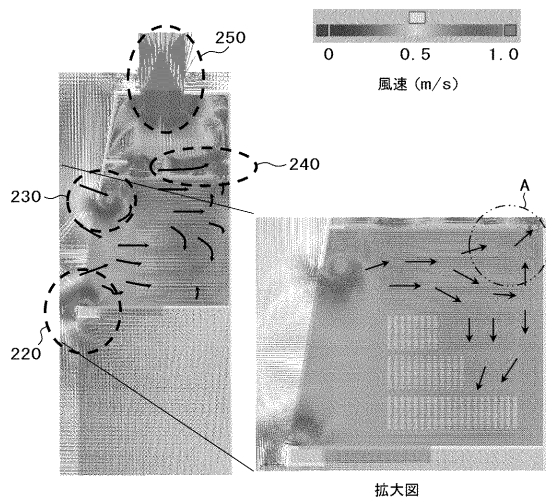
【図 6 A】

図 6 A



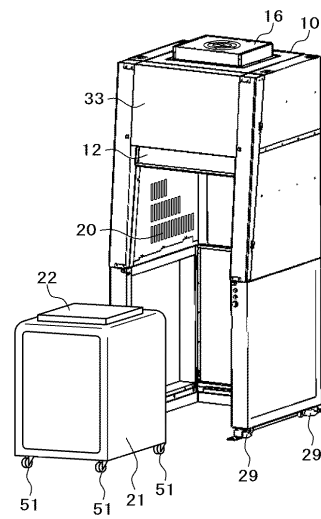
【図 6 B】

図 6 B



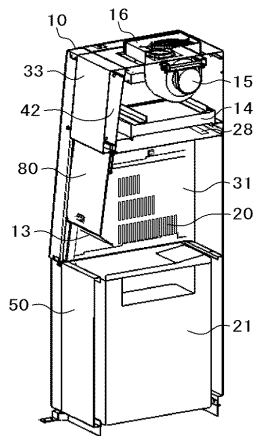
【図 7】

図 7



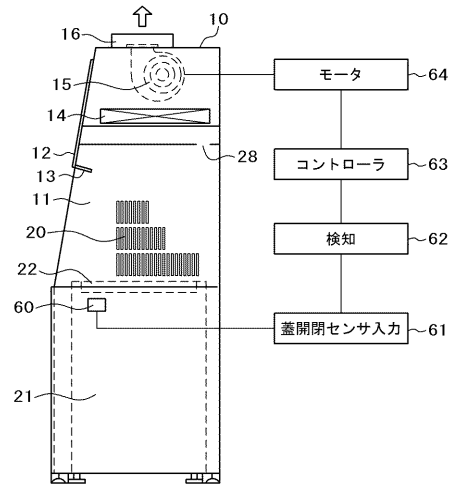
【図 8】

図 8



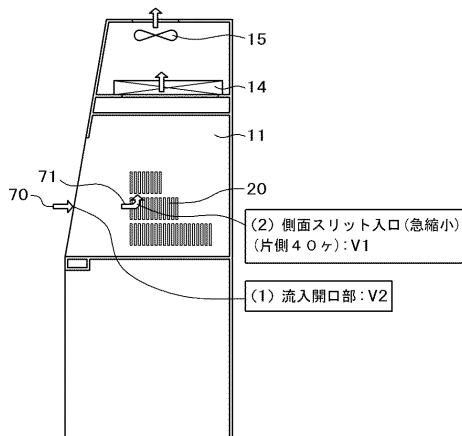
【図 9】

図 9



【図 10】

図 10



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-334771(JP,A)
特開2010-094603(JP,A)
実開昭52-170393(JP,U)
特開平09-170794(JP,A)
特開2007-111596(JP,A)
特表2005-502856(JP,A)
特開2009-095771(JP,A)
国際公開第2012/027056(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01L	1/00 - 99/00
F24F	7/06
B04B	15/00
C12M	1/00 - 3/10