

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5059403号
(P5059403)

(45) 発行日 平成24年10月24日(2012.10.24)

(24) 登録日 平成24年8月10日(2012.8.10)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 2 B 18/02 (2006.01)

A 6 2 B 18/02

C

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2006-517132 (P2006-517132)	(73) 特許権者	505005049
(86) (22) 出願日	平成16年5月20日 (2004.5.20)		スリーエム イノベイティブ プロパティ
(65) 公表番号	特表2006-527632 (P2006-527632A)		ズ カンパニー
(43) 公表日	平成18年12月7日 (2006.12.7)		アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/015981		-3427, セント ポール, ポスト オ
(87) 国際公開番号	W02005/000411		フィス ボックス 33427, スリーエ
(87) 国際公開日	平成17年1月6日 (2005.1.6)		ム センター
審査請求日	平成19年5月10日 (2007.5.10)	(74) 代理人	100101454
審判番号	不服2011-12316 (P2011-12316/J1)		弁理士 山田 卓二
審判請求日	平成23年6月8日 (2011.6.8)	(74) 代理人	100081422
(31) 優先権主張番号	10/465,359		弁理士 田中 光雄
(32) 優先日	平成15年6月19日 (2003.6.19)	(72) 発明者	フィリップ・ジー・マーティン
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国55133-3427 ミネ
			ソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス
			・ボックス33427
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 呼吸弁に弾性封止面を有するろ過マスク

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a) マスク本体であって、ヒトの少なくとも鼻および口を覆って適合し、流体が透過できるとともに装着者が呼吸する際に該マスク本体を透過する空気から汚染物質を除去する過層を含むマスク本体、並びに、

b) 前記マスク本体に固定され、装着者の着用時に形成される内部気体空間と外部気体空間との間の流体連通を可能にする単一方向呼吸弁であって、

(i) 弾性封止面と、呼吸が前記内部気体空間から流出するために通過し得るオリフィスとを備える弁座、および、

(ii) 弁が閉鎖位置にあるとき前記弾性封止面と接触するように、且つ、呼吸することに対応して前記封止面から離れることができ、呼吸が前記オリフィスを通して最終的に前記外部気体空間に流入できるように、前記弁座に取り付けられている可撓性フラップ、

を備える単一方向呼吸弁を有し、

前記弾性封止面の硬さが 0.015 GPa 未満である、陰圧ろ過マスク。

【請求項 2】

前記弾性封止面の硬さが 0.01 GPa 未満である、請求項 1 に記載の陰圧ろ過マスク

。

【請求項 3】

前記弾性封止面の硬さが 0.006 ~ 0.001 GPa である、請求項 1 に記載の陰圧

10

20

ろ過マスク。

【請求項 4】

一体部品に成形され、その成形された 1 個の物体に弾性封止面が接合された比較的軽量のプラスチックから前記弁座の大部分が製造される、請求項 1 に記載の陰圧ろ過マスク。

【請求項 5】

前記弾性封止面が、前記弁座の封止隆起部の頂部にある、請求項 1 に記載の陰圧ろ過マスク。

【請求項 6】

前記単一方向呼気弁が、側面から見ると、フラップ保持面と整列している平面状の封止面を有する、請求項 1 に記載の陰圧ろ過マスク。

10

【請求項 7】

前記可撓性フラップは、前記弁がどのような向きであっても、中立状態で前記可撓性フラップが前記封止面の方に付勢されることなく、前記封止面と接触する、請求項 1 に記載の陰圧ろ過マスク。

【請求項 8】

前記可撓性フラップの剛性が、少なくとも $8.6 \times 10^{-11} \text{ N/m}^2$ である、請求項 1 に記載の陰圧ろ過マスク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、新規な呼気流体弁を使用してマスク内部から呼気をパージする、ろ過マスクに関する。弁が閉鎖位置にあるとき、弁フラップが封止面と良好に接触できるように、弁はその弁座に弾性材料を有する。弁は、閉鎖時に良好に密閉することができ、且つ、呼気している間、マスク内部から呼気を迅速に排出することにも寄与できるため、弁はろ過マスクに使用するのに、特に好適である。

【背景技術】

【0002】

汚染された環境で作業する人は、通常、浮遊汚染物質の吸入から身を守るため、ろ過マスクを着用する。ろ過マスクは、典型的には、空気から粒子状および/又は気体状汚染物質を除去できる繊維フィルタ又は吸着剤フィルタを有する。汚染された環境でマスクを着用しているとき、着用者は、一般に、自分の健康が守られていると認識しているため安心してはいるが、しかし、同時に、顔の周囲に蓄積する温かく湿った呼気を不快に感じる。このような顔の不快感が大きいほど、不快な状態を軽減するために、着用者が一時的に顔からマスクを取り外す見込みが大きくなる。このようなことが起こるのを低減するため、ろ過マスクの製造業者は、暖かく湿った呼気をマスク内部から迅速にパージできるように、マスク本体に呼気弁を取り付けることが多い。呼気を迅速に除去すると、マスク内部はより涼しくなり、そのためマスクの着用がより快適になり、マスクの着用者が、鼻や口の周囲に蓄積する暑く湿った環境を排除するためにマスクを顔から取り外す可能性が低くなるので、作業者の安全性が向上する。

30

【0003】

40

何年もの間、市販の呼吸用マスクには、マスク内部から呼気をパージするため、「ボタン式」の呼気弁が採用されてきた。ボタン式の弁には、マスク内部から呼気を逃がす動的機械要素として、薄い円形の可撓性フラップが採用されてきた。フラップは、心柱を通して弁座の中心に取り付けられる。ボタン式の弁の例は、例えば、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3、および特許文献 4 に示されている。ヒトが呼気するとき、フラップの周囲部分は弁座の封止面から持ち上がり、空気をマスク内部から逃がすことができる。

【0004】

ボタン式の弁は、着用者の快適さを改善する試みにおいて進歩が見られたが、研究者らは更なる改善を行い、その一例は、特許文献 5 (ブラウン (Brown) に付与) に示されている。この特許に記載されている弁は、放物線状の弁座および細長い可撓性フラップ

50

を使用している。ボタン式の弁と同様に、ブラウン (B r a u n) の弁も中心に取り付けられるフラップを有し、フラップの縁部分は、呼気している間、封止面から持ち上がり、呼気をマスク内部から逃がすことができる。

【 0 0 0 5 】

ブラウン (B r a u n) の開発後、ジャプンティチ (J a p u n t i c h) らによって、呼気弁の技術に更に改良が行われた 特許文献 6 および特許文献 7 参照。ジャプンティチ (J a p u n t i c h) らの弁は、弁の開放に必要な呼気圧を最小限にするために、片持ち梁のように偏心取付けされる単一の可撓性フラップを使用する。開弁圧が最小限になると、弁の作動に必要な力が小さくなり、これは、呼吸時に、マスク内部から呼気を排出するのにあまり労力を要さないことを意味する。ジャプンティチ (J a p u n t i c h) らの弁の後に導入された他の弁も、中心をずらして取り付けられる片持ち梁式の可撓性フラップを使用する 特許文献 8、特許文献 9 および特許文献 1 0 参照。この種の構成を有する弁は、「フラッパー式」又は「片持ち梁式」呼気弁と称されることがある。

【 0 0 0 6 】

更に別の開発では、第 1 および第 2 の並列層を具備し、該層の少なくとも 1 つが、もう一方の層よりも剛性が高い、又は弾性率が低い可撓性フラップを呼気弁に設けた 特許文献 1 1 (マーティン (M a r t i n) らに付与) 参照。この呼気弁の好ましい実施形態では、より弾性率が低く、より柔軟で、より可撓性が高い (剛性が低い) 層であるフラップ層が、弁座の封止面と接触する可撓性フラップの部分に配置されている。フラップのこの位置に、より可撓性のある層を使用すると、中立状態で、即ち、着用者が吸気も呼気もしていないとき、可撓性フラップと封止面の間を、より良好に密閉することができる。また、多層フラップを使用すると、より薄く、より動的な可撓性が高いフラップを使用できる場合もあり、より小さい通気抵抗で弁を更に容易に開放することができ、より低い呼気圧でマスク内部から温かく湿った呼気を逃がすことができる。従って、着用者は、あまり力を費やすことなく、内部気体空間からより多くの呼気をより迅速にパージすることができ、その結果、マスク着用者の快適さが改善される場合がある。

【 0 0 0 7 】

既知の弁製品では、前述の呼気弁と同様に、弁座は、構成に比較的硬質の封止面材料を有すると一貫して記載されている。例えば、特許文献 5 (ブラウン (B r a u n) に付与) および特許文献 7 (ジャプンティチ (J a p u n t i c h) らに付与) では、弁座全体が、射出成形プラスチックから製造されると記載されている。モルデックス - メトリック社 (M o l d e x - M e t r i c I n c .) によって販売されているベンテックス (V e n t e x) (商標) 弁のような市販の製品も同様に、硬質プラスチックを使用して弁座全体を形成してきた。既知の呼気弁製品は、呼気がマスク内部から更に容易に流出することを促進して、着用者の快適さを改善することに成功したが、既知の弁製品はどれも弁座に弾性封止面を使用しておらず、弾性封止面を使用すると、後述のように、弁の性能、従って着用者の快適さを改善するような利点が提供され得る。

【特許文献 1】米国特許第 2, 0 7 2, 5 1 6 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 2, 2 3 0, 7 7 0 号明細書

【特許文献 3】米国特許第 2, 8 9 5, 4 7 2 号明細書

【特許文献 4】米国特許第 4, 6 3 0, 6 0 4 号明細書

【特許文献 5】米国特許第 4, 9 3 4, 3 6 2 号明細書

【特許文献 6】米国特許第 5, 3 2 5, 8 9 2 号明細書

【特許文献 7】米国特許第 5, 5 0 9, 4 3 6 号明細書

【特許文献 8】米国特許第 5, 6 8 7, 7 6 7 号明細書

【特許文献 9】米国特許第 6, 0 4 7, 6 9 8 号明細書

【特許文献 1 0】米国再発行特許第 R E 3 7, 9 7 4 E 号明細書

【特許文献 1 1】米国特許出願第 0 9 / 9 8 9, 9 6 5 号明細書

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

簡潔に要約すると、本発明は、a) ヒトの少なくとも鼻および口を覆って適合し、着用時に内部気体空間を画定するように構成されているマスク本体、およびb) マスク本体に固定されており、且つ、内部気体空間と外部気体空間との間の流体連通を可能にする呼吸弁、を備えるろ過マスクを提供する。呼吸弁は、(i) 弾性封止面と、呼吸が内部気体空間から流出するために通過し得るオリフィスとを備える弁座、および、(ii) 弁が閉鎖位置にあるとき弾性封止面と接触するように、且つ、呼吸することに応答して封止面から離れることができ、呼吸がオリフィスを通して最終的に外部気体空間に流入できるように、弁座に取り付けられているフラップ、を具備する。

【 0 0 0 9 】

また、本発明は、フラップおよび弁座を具備する、新規な単一方向流体弁も提供する。フラップは、流体からの力に直接応答して閉鎖位置から開放位置に移動することができ、力が弱まると、開放位置から閉鎖位置に戻ることができる。フラップが配置されている弁座は、(i) 弁が開放位置にあるとき、流体が通過するオリフィス、および(ii) 弁が閉鎖位置にあるとき、フラップが接触する弾性封止面を有する。

【 0 0 1 0 】

本発明のろ過マスクは、着用者が吸気も呼気もしていないとき、弁フラップが接触する弾性封止面を呼吸弁に設けることにより、既知の呼吸用マスクとは異なる。呼吸弁の弁座に弾性封止面を使用すると、より硬質であるが、より薄いフラップを弁に採用することができる。このようなフラップを使用すると、弁はかなり小さい力又は圧力で開放することができる。弁の開放に必要な力は着用者の呼吸によって発生するため、着用者は、弁を作動させるのに、あまり激しく呼吸する必要がない。従って、マスクを着用しているとき、弁の作動に必要な力が小さい。その結果、弾性封止面を使用すると、特にマスクを長時間着用するとき、マスクの着用をより快適にすることができるという点で、ろ過マスクの着用者に有益になり得る。快適さが改善されると、汚染された環境で着用者が顔からマスクを取り外す可能性が少なくなる。従って、本発明のろ過マスクは、着用者の安全性を改善する場合がある。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 1 】

用語解説

本発明の説明に使用される用語は、次の意味を有する。

「清浄な空気」は、ろ過して汚染物質が除去された、又はその他の方法で呼吸するのに安全にされた一定体積の空気又は酸素を意味する。

「閉鎖位置」は、可撓性フラップが封止面と本質的に完全に接触している位置を意味する。

「汚染物質」は、粒子、および/又は、粒子であるとは考えられないが空気中に浮遊し得る他の物質（例えば、有機蒸気など）を意味する。

「呼吸」は、ろ過マスクの着用者が呼吸する空気である。

「呼吸流」は、呼吸している間、呼吸弁のオリフィスを通して空気流を意味する。

「呼吸弁」は、ろ過マスクの内部気体空間から流体が流出できるように開放する弁を意味する。

「外部気体空間」は、呼吸弁を通して、それを過ぎた後、呼吸が流入する周囲の大気空間を意味する。

「ろ過マスク」は、着用者の少なくとも鼻および口を被覆し、着用者に清浄な空気を供給できる呼吸用保護装置（半面マスクおよび全面マスクおよびフードを包含する）を意味する。

「フラップ」は、呼吸流の移動する流体（空気など）の力に応答して、位置を変える動的要素を意味する。

「可撓性フラップ」は、移動する流体からかかる力に応答して曲がる又は撓むことができるシート状の物品を意味し、移動する流体は、呼吸弁の場合には呼吸流であり、吸気弁

10

20

30

40

50

の場合には吸気流である。

「吸気ろ過要素」は、ろ過マスクの着用者に吸入される前に空気が通過し、汚染物質および／又は粒子を空気から除去できる、流体透過性の構造を意味する。

「吸気流」は、吸気している間、吸気弁のオリフィスを通して空気又は酸素の流れを意味する。

「吸気弁」は、流体がろ過マスクの内部気体空間に流入できるように開放する弁を意味する。

「内部気体空間」は、マスク本体とヒトの顔の間の空間を意味する。

「マスク本体」は、ヒトの少なくとも鼻および口を覆って適合することができ、且つ、外部気体空間から分離された内部気体空間を画定することを助ける構造である。

「粒子」は、空気中に浮遊できる任意の液体および／又は固体物質（例えば、病原体、細菌、ウイルス、粘液、唾液、血液など）を意味する。

「弾性」は、フラップからの力に応答し、変形しても回復可能であり、硬さが約 0.02 ギガパスカル (GPa) 未満であることを意味する。

「封止面」は、弁が閉鎖位置にあるとき、フラップと接触する表面を意味する。

「剛性がある、又は剛性」は、片持ち梁としてそれ自体で水平に支持され、重力を受けるとき、撓みに抵抗するフラップの能力を意味する。より剛性が高いフラップは、あまり剛性のないフラップほど容易に重力や他の力に応答して撓まない。

「単一方向流体弁」は、流体が一方向に通過できるが、もう一方向には通過できないように設計されている弁を意味する。

【0012】

本発明の実施において、着用者の快適さを改善し、それに付随して、汚染された環境で使用者がマスクを連続的に着用する可能性を高め得る、新規なろ過マスクを提供する。本発明は、このようにして作業者の安全性を改善し、呼吸用保護装置を着用する作業者などに、長期間にわたる健康上の利点を提供し得る。

【0013】

図1は、本発明と共に使用してもよい、ろ過マスク10の一例を表す。ろ過マスク10は、呼気弁14が取り付けられているカップ形のマスク本体12を有する半面マスク（鼻および口を被覆するが目は被覆しないため）である。呼気弁は、超音波溶接、グルーイング、接着（米国特許第6,125,849号明細書（ウィリアム（William）らに付与）参照）、又は機械的締付け（米国特許出願第2001/0029952A1号明細書参照）などの様々な技術を使用して、マスク本体に固定することができる。呼気弁14は、着用者が呼気するときに起こるマスク10の内側の圧力増加に応答して、開放する。呼気弁14は、好ましくは、呼吸と呼吸の間、および吸気している間、閉鎖した状態を維持する。呼気弁14は弁座20を有し、弁座20にフラップ22が静止部分25で固定されている。フラップ22は、呼気している間、弁座20から持ち上がる自由部分26を有する可撓性フラップとすることができる。自由部分26が弁座20と接触していないとき、呼気は内部気体空間から外部気体空間に流れ得る。呼気は、外部気体空間に直接、流入してもよく、又は、例えば、マスクがインパクト要素（米国特許第6,460,539B1号明細書（ジャプンティチ（Japuntich）らに付与）参照）も具備するか、若しくは、フィルタ付き呼気弁（米国特許出願第2003/0005934A1号明細書および米国特許出願第2002/0023651A1号明細書（ジャプンティチ（Japuntich）らに付与）参照）を具備する場合、より曲がりくねった通路を取ってもよい。

【0014】

マスク本体12は、着用者の顔とマスク本体の内面の間に内部気体空間又は空隙を作り出すように、着用者の顔に対して離間した関係で、ヒトの鼻および口を覆って適合するように構成されている。アルミニウムなどの金属の曲げやすく弾力性のない柔軟なバンドからなる鼻クリップ16をマスク本体12上に配置し、鼻が頬と接するところで着用者の鼻を覆って適合する所望の関係にマスクを保持するように鼻クリップ16を付形することができる。好適な鼻クリップの一例は、米国特許第5,558,089号明細書および米国

10

20

30

40

50

意匠特許第412, 573号明細書(カステリオーネ(Castiglione)に付与)に示されている。記載されているマスク本体12は流体透過性であり、典型的には、マスク本体自体を通過することを必要とせず、呼気が弁14を通過して内部気体空間から流出できるように、呼気弁14をマスク本体12に取り付けるところに配置される開口部(図示せず)が設けられている。マスク本体12上における開口部の好ましい位置は、マスクが着用されているとき、着用者の口があるところのすぐ前である。この位置に開口部、および、従って呼気弁14を配置すると、弁は呼気流の力又は運動量に応答して更に容易に開放することができる。図1に示される種類のマスク本体12では、本質的にマスク本体12の全露出面が、吸気に対して流体透過性である。マスクを着用者の顔の上にぴったりと保持するため、マスク本体は、マスクを着用者の顔に当てて支持するように、マスク本体に取り付けられるストラップ15、結び紐、又は、他の任意の好適な手段などのハーネスを有することができる。本発明と関連して使用してもよいマスクハーネスの例は、米国特許第6, 457, 473B1号明細書、同第6, 062, 221号明細書および同第5, 394, 568号明細書(ボストロム(Bostrom)らに付与)、米国特許第6, 332, 465B1号明細書(シュエ(Xue)らに付与)、米国特許第6, 119, 692号明細書および同第5, 464, 010号明細書(バイラム(Byram)に付与)、並びに、米国特許第6, 095, 143号明細書および同第5, 819, 731号明細書(デュールード(Dyrud)らに付与)に示されている。

【0015】

マスク本体12は、図1に示されるように、湾曲した半球状の形状を有することができる(また、米国特許第4, 807, 619号明細書(デュールード(Dyrud)らに付与)も参照)、又は、必要に応じて他の形状を取ってもよい。例えば、マスク本体は、米国特許第4, 827, 924号明細書(ジャプンティチ(Japuntich)らに付与)に開示されるマスクのような構成を有するカップ形のマスクとすることができる。また、マスクは、使用しないときは平坦に折り畳めるが、着用時にはカップ形の形状に開くことができる3つ折りの形状を有することもできる。米国特許第6, 484, 722B2号明細書および同第6, 123, 077号明細書(ブロストック(Brostock)らに付与)、および米国意匠特許第431, 647号明細書(ヘンダーソン(Henderson)らに付与)、および米国意匠特許第424, 688号明細書(ブライアント(Bryant)らに付与)参照。また、本発明のマスクは、米国意匠特許第448, 472S号明細書および米国意匠特許第443, 927S号明細書(チェン(Chen)に付与)に開示される平坦な2つ折りマスクのような他の多くの形状を取ってもよい。また、マスク本体は、流体不透過性とすることもでき、例えば、米国特許第6, 277, 178B1号明細書(ホルムクイスト-ブラウン(Holmquist-Brown)らに付与)、又は米国特許第5, 062, 421号明細書(バーンズ(Burns)およびライシェ尔(Reischel)に付与)に示されるマスクのように、マスク本体にフィルタカートリッジを取り付けることもできる。更に、マスク本体は、前述の陰圧マスクとは対照的に、陽圧空気を吸入して使用するように構成することもできる。陽圧マスクの例は、米国特許第6, 186, 140B1号明細書(ホーグ(Hoague)に付与)、同第5, 924, 420号明細書(グラニス(Grannis)らに付与)、および同第4, 790, 306号明細書(ブラウン(Braun)らに付与)に示されている。これらのマスクは、使用者の腰周りに着用される電動ファン付き呼吸用保護具本体に接続されてもよい。例えば、米国意匠特許第464, 725号明細書(ペザーブリッジ(Pether)らに付与)参照。また、ろ過マスクのマスク本体は、例えば、米国特許第5, 035, 239号明細書および同第4, 971, 052号明細書に開示されるような、着用者に清浄な空気を供給し得る自蔵式呼吸装置に接続することもできる。マスク本体は、着用者の鼻および口だけ(「半面マスク」と称される)でなく、目も被覆し(「全面マスク」と称される)、着用者の呼吸器系に加えて着用者の視力も保護するような形状に作られてもよい。例えば、米国特許第5, 924, 420号明細書(ライシェ尔(Reischel)らに付与)参照。

10

20

30

40

50

マスク本体は、着用者の顔から離間してもよく、又は、着用者の顔と同一平面上にあっても若しくは近接してもよい。どちらの場合も、マスクは、呼気がマスク内部から呼気弁を通過して流出する前に流入する内部気体空間を画定する。また、マスク本体は、適切に適合したかどうかを着用者が容易に確認できるように、その周辺に適合性を表示するサーモクロミック封止を有することもできる。米国特許第 5, 617, 849 号明細書（スプリングETT（Springett）らに付与）参照。

図 2 は、マスク本体 1 2 が、内側付形層 1 7 および外側ろ過層 1 8 などの複数の層を備えてもよいことを示す。付形層 1 7 は、マスク本体 1 2 に構造を付与し、ろ過層 1 8 に支持を提供する。付形層 1 7 は、ろ過層 1 8 の内側および / 又は外側（又は両側）に位置してもよく、例えば、熱融着性繊維の不織ウェブから製造し、カップ形の形状に成形することができる。米国特許第 4, 8 0 7, 6 1 9 号明細書（デュールード（Dyrud）らに付与）、および米国特許第 4, 5 3 6, 4 4 0 号明細書（バーグ（Berg）に付与）参照。また、付形層 1 7 は、多孔質層、又は、米国特許第 4, 8 5 0, 3 4 7 号明細書（スコブ（Skov）に付与）に開示される付形層のような、可撓性プラスチックのオープンワーク「魚網」型の網状組織から製造することもできる。付形層は、スコブ（Skov）の特許又は米国特許第 5, 3 0 7, 7 9 6 号明細書（クロンザー（Kronzer）らに付与）に記載されるものなどの既知の手順に従って成形することができる。付形層 1 7 は、主に、マスクに構造を付与し、且つ、ろ過層に支持を提供するという目的で設計されているが、付形層 1 7 は、フィルタ、典型的には、より大きい粒子を捕捉するフィルタの役割をしてもよい。層 1 7 および 1 8 は一緒に、吸気フィルタ要素として機能する。

ろ過層は、任意に、米国特許第 5 , 8 0 4 , 2 9 5 号明細書および同第 5 , 7 6 3 , 0 7 8 号明細書（ブラウン（B r a u n ）に付与）に記載されるように、波形の形状とすることができる。また、マスク本体 1 2 は、磨耗力からフィルタ層 1 8 を保護することができ、且つ、フィルタ層 1 8 および／又は付形層 1 7 から解れ出する場合がある繊維を保持することができる、内側および／又は外側カバーウェブ（図示せず）を具備してもよい。また、カバーウェブは、ろ過能力を有してもよいが、典型的には、ろ過層 1 8 ほど優れておらず、および／又は、マスクの着用をより快適にする役割をしてもよい。カバーウェブは、例えば、ポリオレフィン、およびポリエステルを含有するспанbond 繊維などの不織繊維材料から製造されてもよい。例えば、米国特許第 6 , 0 4 1 , 7 8 2 号明細書（アンガジバンド（A n g a d j i v a n d ）らに付与）、同第 4 , 8 0 7 , 6 1 9 号明細書（デュールド（D y r u d ）らに付与）、および同第 4 , 5 3 6 , 4 4 0 号明細書（バーグ（B e r g ）に付与）参照。

着用者が吸気するとき、空気はマスク本体を通して吸い込まれ、浮遊粒子が繊維間、特に、フィルタ層１８の繊維間の隙間に捕捉される。図２に示される実施形態では、フィルタ層１８はマスク本体１２と一体である、即ち、フィルタ層１８はマスク本体の一部を形成し、フィルタカートリッジのように、後でマスク本体に取り付けられる（又は、マスク本体から取り外される）品目ではない。

図 1 に示されるマスク 10 のように、陰圧半面マスク呼吸用保護具によくあるろ過材料は、帯電した極細繊維、特にメルトブローン極細繊維 (BMF) の交絡ウェブを含有することが多い。極細繊維は、典型的には、平均有効繊維径が約 20 マイクロメートル (μm) 以下であるが、一般的には直径約 1 ~ 約 15 μm 、更により一般的には、約 3 ~ 約 10 μm である。有効繊維径は、デビス, C. N.、*「浮遊塵埃および粒子の分離」* (英国機械学会、ロンドン、紀要 1 B、1952 年 (Davis, C. N., The Separation of Airborne Dust and Particles, Institution of Mechanical Engineers, London

、Proceedings 1B.1952))に記載のように計算してもよい。BMFウェブは、ウェンテ、バンA、「極細熱可塑性繊維」工業技術化学、第48巻、1342ページ以下参照(1956年)(Wente, Van A., Superfine Thermoplastic Fibers in Industrial Engineering Chemistry, vol. 48, pages 1342 et seq. (1956))、又は、ウェンテ、バンA、ブーン、C.D.、およびフルハーティ、E.L.著の「極細有機繊維の製造」(Manufacture of Superfine Organic Fibers by Wente, Van A., Boone, C.D., and Fluhart, E.L.)と題された海軍研究所の報告書第4364号(Report No. 4364 of the Naval Research Laboratories)(1954年5月25日発行)に記載のように形成することができる。メルトブローン繊維ウェブは、一様に調製することができ、米国特許第6,492,286B1号明細書および同第6,139,308号明細書(ベリガン(Berrigan)らに付与)に記載のウェブのように、複数の層を含んでもよい。ウェブ中の繊維をランダムに交絡させると、BMFウェブはマットとして取扱うのに十分な一体性を有することができる。例えば、米国特許第6,454,986B1号明細書および同第6,406,657B1号明細書(アイツマン(Eitzman)らに付与)、米国特許第6,375,886B1号明細書、同第6,119,691号明細書、および同第5,496,507号明細書(アンガジバンド(Angadjivand)らに付与)、米国特許第4,215,682号明細書(キュービック(Kubik)らに付与)、および米国特許第4,592,815号明細書(ナカオ(Nakao)に付与)に記載の技術を使用して、繊維ウェブに電荷を付与することができる。

【0021】

マスク本体にフィルタとして使用してもよい繊維材料の例は、米国特許第5,706,804号明細書(バウマン(Baumann)らに付与)、米国特許第4,419,993号明細書(ピーターソン(Peterson)に付与)、米国再発行特許第Re28,102号明細書(メイヒュー(Mayhew)に付与)、米国特許第5,472,481号明細書および同第5,411,576号明細書(ジョーンズ(Jones)らに付与)、並びに、米国特許第5,908,598号明細書(ルソー(Rousseau)らに付与)に開示されている。繊維は、ポリプロピレンおよび/又はポリ-4-メチル-1-ペンテンなどのポリマーを含有してもよく(米国特許第4,874,399号明細書(ジョーンズ(Jones)らに付与)および米国特許第6,057,256号明細書(デュールード(Dyrud)らに付与)参照)、また、ろ過性能を向上させるためフッ素原子および/又は他の添加剤を含有してもよく(米国特許第6,432,175B1号明細書、同第6,409,806B1号明細書、同第6,398,847B1号明細書、同第6,397,458B1号明細書(ジョーンズ(Jones)らに付与)、並びに、米国特許第5,025,052号明細書および同第5,099,026号明細書(クレター(Crater)らに付与)参照)、また、性能を改善するため低濃度の抽出可能な炭化水素を有してもよい(米国特許第6,213,122号明細書(ルソー(Rousseau)らに付与)参照)。また、繊維ウェブは、米国特許第4,874,399号明細書(リード(Reed)らに付与)および米国特許第6,238,466号明細書および同第6,068,799号明細書(共に、ルソー(Rousseau)らに付与)に記載されるように、耐オイルミスト性が向上するように製造されてもよい。

【0022】

図3は、可撓性フラップ22が閉鎖しているとき、可撓性フラップ22は封止面24上で停止し、その静止部分25で弁座20に固定されていることを示す。フラップ22は自由端26を有し、自由端26は、呼吸している間、内部気体空間内で十分な圧力が達せられると、弾性封止面24から持ち上がる。可撓性フラップ22は、フラップ保持面27で弁座20に片持ち梁のように支持され、フラップ保持面27はオリフィス30に対して中心をずらして配置されている。封止面24は、断面の側面から見ると、縦寸法が全体に

湾曲しているような形状に作ることができ、中立状態で、即ち、着用者が吸気も呼気もしていないとき、フラップを封止面の方に付勢又は押圧することができるように、フラップ保持面 27 に対して整列されず、相対的に位置決めされてもよい。図示されるように、弾性封止面 24 は、封止隆起部 29 の極端部に位置決めされてもよい。フラップは、米国再発行特許第 R E 3 7 , 9 7 4 E 号明細書として再発行された米国特許第 5 , 6 8 7 , 7 6 7 号明細書（バウアーズ（B o w e r s ）らに付与）に記載されるように、横方向の湾曲を有することができる（又は、或いは有してもよい）。

【 0 0 2 3 】

ろ過マスク 10 の着用者が呼気するとき、呼気は、通常、マスク本体と呼気弁 14 の両方を通る。快適さを得るには、呼気がマスク本体のフィルタ媒体および / 又は付形層および被覆層ではなく、呼気弁 14 を迅速に通るパーセンテージを最大にするのが最も良い。呼気が封止面 24 から可撓性フラップ 22 を持ち上げることによって、呼気は、内部気体空間から弁 14 のオリフィス 30 を通って排出される。固定又は静止部分 25 と結合しているフラップ 22 の周囲又は周辺の縁部は、呼気している間、本質的に静止状態を維持するが、可撓性フラップ 22 の残りの周囲自由端は、呼気している間、弁座 20 から持ち上がる。

【 0 0 2 4 】

可撓性フラップ 22 は、静止部分 25 で、弁座 20 のフラップ保持面 27 に固定され、フラップ 22 を弁座 20 に取り付け、位置決めするのに役立つピン 32 を有することができる。可撓性フラップ 22 は、超音波溶接、接着、および機械的締付けなどを使用して表面 27 に固定することができる。また、弁座 20 は、マスク本体 12 に呼気弁 14 をより適切に固定できる表面を提供するため、弁座 20 の基部で弁座 20 から横方向に延出するフランジ 33 を有することもできる。

【 0 0 2 5 】

図 3 は、可撓性フラップ 22 が閉鎖位置にあり、封止面 24 上で停止している状態と、開放位置にあり、点線 22 a で表されるように表面 24 から離れて持ち上がっている状態を示す。流体は、概ね矢印 34 によって表示される方向に弁 14 を通る。マスク内部から呼気をパージするため、ろ過マスクに弁 14 を使用する場合、流体の流れ 34 は呼気流を表す。弁 14 を吸気弁として使用する場合、流れ 34 は吸気流を表す。オリフィス 30 を通る流体は可撓性フラップ 22 に力を加え（又は、流体の運動量を可撓性フラップ 22 に伝達し）、フラップ 22 の自由部分 26 を封止面 24 から持ち上げて、弁 14 を開放する。弁 14 が呼気弁として使用されるとき、弁は、好ましくは、マスク 10 が図 1 に示されるように直立に位置決めされるとき、可撓性フラップ 22 の自由部分 26 が静止部分 25 より下に位置するような向きでマスク 10 上に配置される。これによって、呼気を下方に逸らせ、着用者のアイウェア上で水分が凝縮することを防止できる。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、フラップが取り付けられていない状態で正面から見た弁座 20 を示す。弁オリフィス 30 は、封止面 24 から内側に半径方向に配置され、封止面 24、および最終的には弁 14 を安定化させる交差部材 35 を有することができる。また、交差部材 35 は、吸気している間、可撓性フラップ 22（図 3）が反転してオリフィス 30 の中に入ることを防止できる。交差部材 35 上に蓄積する水分は、フラップ 22 の開放の妨げになる可能性がある。従って、フラップに面する交差部材 35 の表面は、側面から見ると、弁開放の妨げにならないように、好ましくは、僅かに封止面 24 より下に窪んでいるが、封止面と同一平面上にあってもよい。

【 0 0 2 7 】

封止面 24 は、オリフィス 30 に外接し、又はオリフィス 30 を取囲み、弁が閉鎖しているとき、汚染物質がオリフィスを通ることを妨げる。封止面 24 および弁オリフィス 30 は、正面から見ると、本質的にどのような形状を取ることもできる。例えば、封止面 24 およびオリフィス 30 は、正方形、長方形、円形、楕円形などであってもよい。封止面 24 の形状は、オリフィス 30 の形状と一致する必要はなく、またその逆も同様であ

10

20

30

40

50

る。例えば、オリフィス 30 は円形であってもよく、封止面 24 は長方形であってもよい。しかし、封止面 24 およびオリフィス 30 は、流体の流れる方向に向かって見ると、好ましくは、円形の断面を有する。本発明のろ過マスクに弁と共に使用される封止面は、弾性特性を有する、即ち、封止面は使用中に変形しても回復し、硬さが約 0.02 GPa 未満である。好ましくは、本発明に関連して使用される封止面は、硬さが約 0.015 GPa 未満であり、更に好ましくは硬さが約 0.013 GPa 未満であり、更により好ましくは硬さが約 0.01 GPa 未満である。更に好ましい封止面は、硬さが 0.006 ~ 0.001 GPa であってもよい。硬さは、更に 0.001 GPa 未満とすることができるが、但し、変形しても表面が回復することを条件とする。硬さは、後述のナノインデンテーション技術に準拠して決定されてもよい。接着、結合、溶接、摩擦係合などの、本質的に弾性封止面を弁座に固定するのに好適なあらゆる技術を使用して、弾性封止面を弁座に固定してもよい。或いは、弁座全体を「一体の」弾性部品として形成することができる、即ち、弁座全体を、後で一緒に接合される 2 つの別々の部品ではなく単一ユニットとして形成してもよい。封止面は、コーティング、フィルム、リング（Oリングなど）、又は発泡体（多孔質の独立気泡発泡体など）の形態であってもよい。

10

【0028】

しかし、弁座 20 の大部分は、典型的には、例えば、射出成形法などを使用して一体の 1 個の物体に成形される比較的軽量のプラスチックから製造され、弾性封止面がそれに接合される。可撓性フラップ 22 と接触する封止面 24 は、良好に密閉することを確実にするため、好ましくは、実質的に均一に平滑であるように形成される。封止面 24 は、封止隆起部 29 の頂部にあってもよく、又は弁座自体と平面的に整列していてもよい。封止面 24 の接触領域は、好ましくは、可撓性フラップ 22 と封止を形成するのに十分大きい幅を有するが、凝縮した水分又は排出された唾液によって生じる接着力により、可撓性フラップ 22 が著しく開放しにくくなるほど幅広ではない。フラップが封止面の全周で封止面に接触することを容易にするように、フラップが接触する封止面の接触領域は、好ましくは、凹状に湾曲している。弾性封止面がない弁 14 およびその弁座 20 は、米国特許第 5,509,436 号明細書および同第 5,325,892 号明細書（ジャプンティチ（Japuntich）らに付与）に更に完全に記載されている。

20

【0029】

図 5 は、呼吸弁 14' の別の実施例を示す。図 3 に示される実施形態とは異なり、この呼吸弁は、側面から見ると、フラップ保持面 27' と整列している平面状の封止面 24' を有する。そのため、図 5 に示されるフラップは、可撓性フラップ 22 にかかるあらゆる機械的な力又は内部応力によって、封止面 24' の方に押圧されない、又はそれに押し当てられない。フラップ 22 は、「中立状態」で、即ち、弁を通過する流体がなく、フラップが他に重力以外の外力を受けないとき、封止面 24' の方に予荷重がかからない、又は付勢されないため、フラップ 22 は、呼吸している間、更に容易に開放できる。本発明に従って弾性封止面を使用するとき、フラップは封止面 24' と接触するように付勢されなくてもよい又は押し動かされなくてもよいが、このような構成が所望される場合もある。そのため、本発明は、既知の市販の製品のフラップより剛性の高い可撓性フラップを使用してもよい。フラップは、重力が本質的にフラップにかかっているとき、付勢されていない状態で、著しく垂下して封止面 24' から離れないほどの剛性であってもよく、弁は、フラップが封止面より下に配置されるような向きに配置される。従って、図 5 に示される呼吸弁 14' は、どのような向きであっても（例えば、着用者が頭を床の方に下方に曲げるときなど）、フラップを封止面の方に付勢（又は実質的に付勢）することなく、フラップ 22 が封止面と良好に接触するように形成されうる。従って、剛性のあるフラップは、弁がどのような向きであっても、弁座封止面の方にプレストレス又は付勢力がほとんど又は全くない状態で、封止面 24' と気密型の接触をし得る。中立状態で弁が閉鎖している間、封止面にフラップが押し当てられることを確実にする所定の相当な応力又は力がフラップにかからないと、呼吸している間、フラップは更に容易に開放することができ、そのため、呼吸中、弁の作動に必要な力を低減することができる。本発明のフラップは、概

30

40

50

要が後述されている剛性決定に準拠して測定するとき、剛性が少なくとも 5.9×10^{-11} ニュートン・平方メートル ($\text{N} \cdot \text{m}^2$)、更に好ましくは少なくとも $8.6 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2$ 、更により好ましくは少なくとも $1.1 \times 10^{-10} \text{ N} \cdot \text{m}^2$ であってもよい。上端部で、剛性は、典型的には $9 \times 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}^2$ 未満、更に典型的には $3.4 \times 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}^2$ 未満、更により典型的には $3.2 \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}^2$ 未満である。

【0030】

図6は、他の図に示される呼気弁と関連して使用するのに好適な場合がある弁蓋40を示す。弁蓋40は内部チャンバを画定し、可撓性フラップはその中で、閉鎖位置から開放位置に移動することができる。弁蓋40は、可撓性フラップを損傷しないように保護することができ、呼気を下方に向けて着用者の眼鏡から離すのを助けることができる。図示されるように、弁蓋40は、弁蓋によって画定される内部チャンバから呼気を逃がすことができるように、複数の開口部42を有してもよい。開口部42を通して内部チャンバから流出する空気は、外部気体空間に流入し、好ましくは下行し、着用者のアイウェアから離れる。弁蓋は、摩擦、締付け、グルーイング、接着、溶接などを包含する様々な技術を使用して、弁座に固定することができる。

【0031】

フラッパー式又は片持ち梁式の呼気弁を参照して本発明を説明してきたが、本発明は、背景技術で前述したボタン式の弁のような他の種類の弁と一緒に使用するのに、同様に好適である。更に、本発明は、吸気弁と共に使用するのに同様に好適である。呼気弁と同様に吸気弁も、外部気体空間と内部気体空間の間の流体移送を提供する単一方向流体弁である。しかし、吸気弁は、呼気弁とは異なり、空気をマスク本体の内部に流入させることができる。そのため、吸気している間、吸気弁は、空気を外部気体空間から内部気体空間に移動させることができる。

【0032】

吸気弁は、通常、フィルタカートリッジが取り付けられているろ過マスクと共に使用される。弁は、フィルタカートリッジ又はマスク本体のどちらかに固定されてもよい。いずれの場合でも、吸気弁は好ましくは吸気流中に配置され、空気はその下流でろ過されているか、又はその他の方法で呼吸に安全なものにされている。従って、吸気弁は、呼気弁とは異なり、主に、呼気がフィルタ媒体を通過しないようにするために使用される。吸気弁を具備する市販のマスクの例には、3M社によって販売されている5000（商標）および6000（商標）シリーズの呼吸用保護具がある。吸気弁を使用するろ過マスクの例は、米国特許第5,062,421号明細書（バーズ（Burns）およびライシェル（Reischel）に付与）、米国特許第6,216,693号明細書（リコウ（Rekow）らに付与）、および米国特許第5,924,420号明細書（ライシェル（Reischel）らに付与）に開示されている（また、米国特許第6,158,429号明細書、同第6,055,983号明細書、および同第5,579,761号明細書も参照されたい）。吸気弁は、例えば、ボタン式の弁の形態を取り得るが、或いは、図1、3、4および5に示される弁のようなフラッパー式の弁とすることもできる。これらの図に示される弁を吸気弁として使用するため、呼気している間ではなく吸気している間、可撓性フラップ22が封止面24又は24'から持ち上がるように、弁はマスク本体に反対に取り付けられている。着用者が吸気することによって、呼吸用保護具の内側に、フラップを弁座から引き離して開放位置にするのに必要な陰圧が作り出される。着用者が呼気すると、呼吸用保護具の内側の圧力が増加し、フラップは密閉位置の方に戻ることができる。呼気がフィルタを通過して逆流することを防止し、呼気を再び呼吸することと、水分が着用者の息からフィルタに導入されることの両方を防止するのが望ましいとき、吸気弁は有用である。そのため、フラップ22は、吸気している間ではなく呼気している間、封止面24、24'に押し当てられる。本発明の吸気弁は、呼吸している間、吸気弁の作動に必要な力を低減することによって、同様に、着用者の快適さを改善することができる。呼気弁と吸気弁は、協働して使用することができる。フィルタカートリッジが取り付けられている流体不透過性フェイスピースを有する呼吸用保護具マスクは、同じマスクにそれらを両方と

も使用することが多い。

【0033】

本発明の弁は、極めて低い通気抵抗を実現することができる。通気抵抗は、後述の通気抵抗試験に準拠して決定されてもよい。85リットル毎分(L/分)の流量における弁の通気抵抗は、約60パスカル(Pa)未満となり得、30Pa未満となり得、更には10Pa未満となり得る。10L/分の流量では、本発明の単方向流体弁は、通気抵抗が25Pa未満、好ましくは20Pa未満、更に好ましくは10Pa未満となり得る。本発明による弁を使用し、10L/分~85L/分の流量で約0~60Paの通気抵抗が達成され得る。好ましい実施形態では、通気抵抗は、10L/分~85L/分の流量で30Pa未満となり得る。図5に示されるような平らな弁座を採用する場合、通気抵抗は85L/分の流量で1Pa未満となり得る。

10

【0034】

本発明の弁は、漏れ量、開弁通気抵抗、および様々な流量における弁の通気抵抗に関して良好な性能を提供し得る。これらのパラメータは、後述の漏れ量試験および通気抵抗試験を使用して測定されてもよい。

【0035】

漏れ量は、中立状態で、閉鎖した状態を維持する弁の能力の尺度となるパラメータである。漏れ量試験は下記に詳述されているが、一般に、空気圧の差が水柱1インチ(249Pa)のときに弁を通過できる空気の量を測定する。漏れ量は、249Paの圧力で0~30立方センチメートル毎分($\text{cm}^3/\text{分}$)の範囲であり、数値が低いほど密閉が良好である。本発明のろ過マスクを使用し、10 $\text{cm}^3/\text{分}$ 以下の漏れ量を達成できる。好ましくは、8 $\text{cm}^3/\text{分}$ 未満、更に好ましくは6 $\text{cm}^3/\text{分}$ 未満の漏れ量も達成し得る。本発明に従って形成された呼吸弁は、約3~6 $\text{cm}^3/\text{分}$ の範囲の漏れ量を示し得る。

20

【0036】

開弁通気抵抗は、フラップが弁の封止面から最初に持ち上がることにに対する抵抗の尺度となる。このパラメータは、通気抵抗試験に後述されるように決定されてもよい。典型的には、10L/分における開弁通気抵抗は、後述の通気抵抗試験に準拠して弁を試験するとき、25Pa未満、好ましくは20Pa未満、更に好ましくは10Pa未満である。典型的には、開弁通気抵抗は、後述の通気抵抗試験に準拠して弁を試験するとき、10L/分で約6~18Paである。

30

【0037】

本発明の弁は、作動効率が非常によい場合があり、弁効率が約25ミリワット・グラム・立方センチメートル毎分($\text{mW} \cdot \text{g} \cdot \text{cm}^3/\text{分}$)以下、好ましくは約7 $\text{mW} \cdot \text{g} \cdot \text{cm}^3/\text{分}$ 以下、更に好ましくは約1 $\text{mW} \cdot \text{g} \cdot \text{cm}^3/\text{分}$ となり得る。弁効率は、後述の同名の試験に準拠して決定されてもよい。

【実施例】

【0038】

試験装置、試験方法、および実施例

流量固定具(Flow Fixture)

流量固定具を用いて、弁の通気抵抗試験を行った。流量固定具は、アルミニウム取付板および固定される空気プレナムで空気を特定の流量で弁に提供する。試験中、取付板は弁座を受容し、しっかりと保持する。アルミニウム取付板には、弁の基部を受容する頂面に僅かな窪みがある。窪みの中心には、28ミリメートル(mm)×34mmの開口部があり、空気はそれを通して弁に流れることができる。接着面のある発泡材を窪み内の棚状物に取り付け、弁と板の間に気密性の封止を提供してもよい。2本のクランプを使用して弁座の左右の縁部を捕捉し、アルミニウム取付板に固定する。半球形のプレナムを通して空気を取付板に提供する。呼吸用マスクのキャビティ形状および体積を模擬するように、取付板を半球の頂部又は頂点でプレナムに固定する。半球形のプレナムは、深さ約30mm、基部の直径80mmである。供給ラインからの空気は、プレナムの基部に取り付けられ、流量固定具を通して所望の流量を弁に提供するように調整される。生成した気流で、ブ

40

50

レナム内の空気圧を測定し、試験弁の通気抵抗を決定する。

【 0 0 3 9 】

通気抵抗試験

前述のように流量固定具を使用して、試験弁の通気抵抗測定を行う。10、20、30、40、50、60、70および85リットル毎分（L / 分）の流量で、弁の通気抵抗を測定した。弁を試験するため、弁座が流量固定具の基部で水平に配置され、弁開口部が上を向くようにして、試験試料を流量固定具に取り付けた。弁を取り付ける間、固定具と弁本体の間に空気のバイパスがないことを確実にするように注意した。一定の流量に対して圧力計を較正するため、フラップをまず弁本体から取り外し、所望の気流を生成する。次いで、圧力計をゼロに設定し、システムを較正する。この較正工程の後、弁本体上にフラップを位置決めし直し、空気を特定の流量で弁入口に送り、入口の圧力を記録する。フラップがちょうど開放し、最小限の流量が検出される点における圧力を測定することによって、開弁通気抵抗（流量ゼロでフラップの開放が開始する点の直前）を決定する。通気抵抗は、弁への入口圧力と周囲空気の差である。

【 0 0 4 0 】

漏れ量試験

呼吸弁に関する漏れ量試験は、概ね、米国連邦規則 42 C F R § 82 . 204 に記載される通りである。この漏れ量試験は、弁座に可撓性フラップが取り付けられている弁に適している。漏れ量試験を行う際、弁座は2つの出入り口がある空気チャンバの開口部の間で密閉される。2つの空気チャンバは、下チャンバに導入される加圧空気が上に流れて弁を通り、上チャンバに流入するような形状に作られている。下空気チャンバは、試験中に内部圧力を監視できるように装備がなされている。チャンバを通る空気流を決定するため、空気流量計を上チャンバの出口ポートに取り付ける。試験中、弁は2つのチャンバ間で密閉され、フラップが下チャンバを向いている状態で水平に配置される。下チャンバは、空気ラインを介して加圧され、2つのチャンバ間に249 Pa（水柱25 mm、即ち、水柱1インチ）の差圧が生じる。この差圧は、試験手順全体にわたって維持される。上チャンバからの空気の流出量を試験弁の漏れ量として記録する。漏れ量は、249 Paの空気圧の差が弁にかかるときに得られる流量（立方センチメートル毎分）として報告される。

【 0 0 4 1 】

弁作動能力

一定の弁ポート面積（弁フラップに直接、空気を送るチャネルの面積（実施例では、8 . 55 cm²））に対して、流量（横軸、L / 分）と通気抵抗（縦軸、Pa）を表す曲線を10 ~ 85 L / 分の流量範囲で積分することにより、ある範囲の流量に対して、一定の流量における弁の「作動能力」を決定することができる。曲線の積分（グラフでは曲線の下面積として表される）によって、ある範囲の流量で弁を作動させるのに必要な力が求められる。積分された曲線の値は、積分弁作動能力（I V A P）（ミリワット（mW）単位）と定義される。

【 0 0 4 2 】

弁効率

通気抵抗試験と漏れ量試験の結果、およびフラップの質量を使用して、弁の弁効率パラメータを計算してもよい。弁効率は、（1）積分弁差動能力（mW）、（2）漏れ量（cm³ / 分で記録）、および（3）フラップの重量（グラム）から決定される。弁効率は、次のように計算される。

【数 1】

$$VE = IVAP \times LR \times w$$

式中、VE⇒弁効率

IVAP⇒積分弁差動能力（ミリワット）

LR⇒漏れ量（立方センチメートル毎分）

w⇒フラップの質量（グラム）

【0043】

VEは、ミリワット・グラム・立方センチメートル毎分又は $mW \cdot g \cdot cm^3 / 分$ の単位で表される。弁効率の値が低いほど弁性能が良いことを表す。本発明の弁は、約1～20 $mW \cdot g \cdot cm^3 / 分$ 、更に好ましくは、約10 $mW \cdot g \cdot cm^3 / 分$ 未満のVE値を達成し得る。

【0044】

硬さ測定

ナノインデンテーション技術を採用して弁座に使用される材料の硬さを決定した。ナノインデンテーション技術により、弁座用途に使用される原料の試料、又は、弁アセンブリの一部として組み込まれる弁座の試験が可能になった。この試験は、MTSシステムズ社、ナノ・インスツルメンツ・イノベーション・センター（37839、テネシー州オークリッジ、ラーソン・ドライブ1001）（MTS Systems Corp., Nano Instruments Innovation Center 1001 Larson Drive, Oak Ridge TN, 37839）から入手可能なマイクロインデンテーション装置、MTSナノXPマイクロメカニカル試験機（MTS Nano XP Micromechanical Tester）を使用して実施した。この装置を使用して、65°の半錐先端角を有するバーコビッチ（Berkovich）ピラミッド形ダイヤモンド圧子の侵入深さを、加えた力の関数として最大荷重まで測定した。公称荷重速度は、10ナノメートル毎秒（nm/秒）であり、表面接近感度は40%であり、空間ドリフト設定値は最大0.8nm/秒に設定した。熔融シリカ較正標準を例外として、全ての試験について、5,000nmの深さまで一定の歪み速度実験を使用し、熔融シリカ較正標準の場合は、最終荷重100,000マイクロニュートンまで一定歪み速度を使用した。歪み速度、調波変位（harmonic displacement）およびポアソン比の目標値は、それぞれ0.05秒⁻¹、45ヘルツ、および0.4であった。試験試料をホルダに固定し、装置のビデオスクリーンを通して上から下を見下ろして、試験するターゲット表面を配置した。試験部位が所望のサンプル材料を表す、即ち、空隙、混在物又は破片がないことを確実にするため、試験装置のビデオ倍率100倍で、試験部位を局所的に選択した。試験手順で、各実験操作に対する「証拠」として、熔融石英標準で試験を1回行う。顕微鏡の光学軸と圧子の軸の軸合わせを確認し、反復過程で試験する前に較正し、反復過程では、熔融石英標準に試験インデンテーションを行い、試験装置のソフトウェアで誤差を補正する。試験システムは、連続剛性測定（CSM）モードで操作した。メガパスカル（MPa）で報告される硬さは、試料の塑性流動が開始する限界接

【数 2】

$$H = P/A$$

H＝硬さ、

P＝荷重、

A＝接触面積

【0045】

10

20

30

40

50

剛性の決定

単純な模型フラップを使用して、曲げに対するフラップの抵抗の尺度である剛性を決定した。フラップ模型は、商業的に使用されているフラップに類似の幾何学的形態および形状をベースにした。模型フラップの幾何学的形態には、一様な材料厚さを有する長方形の形状が選択された。模型化されたフラップの限界寸法は、幅 2.29 cm、厚さ 35.56 μm であった。模型フラップの幾何学的形態を使用する候補材料について、次のように剛性を決定することができる。

【数 3】

$$S = EI$$

S = 剛性

E = 弾性率

I = 慣性モーメント

10

式中、

【数 4】

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

b = フラップ幅 2.29 cm

h = フラップ厚さ 35.56 μm

20

【0046】

模型フラップの慣性モーメントは、 $8.6 \times 10^{-17} \text{ m}^4$ である。実施例 1 に使用されるもののようなフラップ材料では、剛性は $3.2 \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}^2$ と計算される。

【0047】

実施例 1

鋼から機械加工した弁本体に弾性リングを嵌めることによって弁を構成した。リングは、ナノインデンテーション硬さ測定で決定する時、硬さが 1.76 メガパスカル (MPa) のニトリルゴム材料製であった。リングの円形断面の直径は 1.59 mm であり、内径は 20.46 mm であった。鋼製の弁本体と一体で弁オリフィスと同心の金属製位置合わせリングを使用して、リングを位置決めした。弁開口部の内径は、19.32 mm であった。組み立てられた時、この開口部は、弁の流路面積を画定した。試験中、外周で気体の漏れが認められないように、図 5 に示されるように、リングを弁本体に取り付けた。弾性率 3782 MPa で、23.82 mm \times 20.26 mm の長方形部分 (直径 23.82 mm の半円形端部を有する) からなる PET (ポリエチレンテレフタレート) 弁フラップを、リングの頂面と同水準にある平面に延在するように弁本体に固定した。PET フラップは、厚さ 0.0356 mm、硬さ 300 MPa、剛性 $3.2 \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}^2$ であった。開閉時にフラップが片持ち梁式に作動できるような向きにフラップを配置し、固定点からリングの縁部までの距離が 2.52 mm となるように一端に沿って固定した。フラップの固定されていない外縁部をリングの外縁部と整列させた。弁の流動性能を評価するため、アセンブリを前述の流量固定具に取り付け、弁に様々な気流を流した。漏れ量、差動能力、および弁効率を決定し、その結果を表 1 および図 7 に表す。

30

40

【0048】

実施例 2

市販の弁アセンブリの硬質の弁本体の座に弾性材料の薄いコーティングを施すことによって、弁を製造した。市販の弁から使用される弁本体は、米国特許第 5,325,892 号明細書および同 5,509,436 号明細書 (ジャプンティチ (Japuntich) らに付与) に概ね記載されており、3M 社 (ミネソタ州セントポール) (3M Comp

50

any, St. Paul, MN) から入手可能な市販のマスク、モデル 8511 に採用される弁の構成要素である。入手した弁本体の硬さは、52 MPa であった。入手した弁本体を使用し、弁本体の座領域にエラストマーをコーティングすることによって、本発明の弁座を作成した。溶解したエラストマーの溶液を使用して、弁本体にエラストマーを塗布した。溶液は、SBS ゴム、フィナプレーン (Finaprene) 502 (トータル・フィナ、テキサス州プラノ (Total Fina, Plano, TX) 80 g を、顔料、SL14642436 (クラリアント社、ミネソタ州ミネアポリス (Clariant Corp., Minneapolis, MN)) 1.6 g、界面活性剤、アトマー (Atmer) 1759 (ユニケマ・ノース・アメリカ、イリノイ州シカゴ (Unichema North America, Chicago, IL)) 1.6 g、トルエン 248 g、およびアセトン 8 g とブレンドすることによって調製した。材料を混合容器に仕込み、室温で 3 ~ 4 時間、閉鎖容器内でブレンドした。ブレンド後、混合物を 12 時間、放置した。完成したブレンドの固体含量は、24.5 重量% であった。ブレンドされた混合物を弁本体にコーティングすることによって、弁座を作成した。弁本体を混合物中に 1 ~ 2 秒間浸漬した後、弁本体を混合物から取り出すことによってコーティングを達成した。次いで、濡れた弁本体を 82 °C で 20 分間、空気循環炉内で乾燥させた。このようにしてエラストマーを塗布すると、厚み約 231 ミクロン、硬さ 7 MPa のエラストマー弁座が得られた。このようにして作成された弁座の硬さを表 1 に記載する。

【0049】

比較例 1

流量固定具を使用して市販のマスクの弁アセンブリを評価し、漏れ量、弁差動能力、および弁効率を決定し、その結果を表 1 および図 7 に表す。また、弁座表面の硬さも決定し、それを表 1 に報告する。弁の形状は、米国特許第 5,325,892 号明細書および同第 5,509,436 号明細書 (ジャプンティチ (Japuntich) らに付与) に概ね記載されており、3M 社 (ミネソタ州セントポール) (3M Company, St. Paul, MN) から入手可能なモデル 8511 マスクに採用されている弁本体に使用されている。弁本体には、弁座内に 3.3 平方センチメートル (cm²) の円形のオリフィスが配置された。入手した弁は、長さ約 4 ミリメートル (mm) のフラップ保持面に固定され、弁座を約 2.5 mm 横切るフラップと一緒に組立てられた。湾曲した封止隆起部は、幅約 0.51 mm であった。可撓性フラップは、弁の向きに関わらず、中立状態で封止隆起部に隣接する関係を維持した。弁座には弁蓋を取り付けなかった。

【0050】

【表 1】

実施例	座の硬さ (GPa)	漏れ量 (cm ³ /分)	作動能力 (mW)	弁効率 (mW・g cm ³ /分)
実施例 1	.00176	4.0	5.2	0.7
実施例 2	.007	6	27.6	5.6
比較例 1	.052	4.9	43.2	65.8

【0051】

表 1 の結果から、本発明の弁は、少ない漏れ量と、差動能力および弁効率の改善を実証できることが分かる。また、その結果は、慣用的な弁座を適切な弾性材料で処理することにより、所望の弾性表面を有する本発明の弁座を製造できることも実証している。

【0052】

本発明の趣旨および範囲から逸脱することなく、本発明に様々な変更および変形を行い得る。従って、本発明は、前述したものに限定されず、前記の特許請求の範囲に記載される限定およびそのあらゆる同等物によって規制されることを理解されたい。また、本発明は、本明細書に具体的に開示されていない要素がなくても好適に実施され得ることも理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 3 】

【図 1】本発明と関連して使用してもよい過マスク 10 の正面図である。

【図 2】図 1 のマスク本体 12 の部分断面図である。

【図 3】図 1 の線 3 - 3 に沿った、呼気弁 14 の断面図である。

【図 4】本発明と共に使用してもよい、弁座 20 の正面図である。

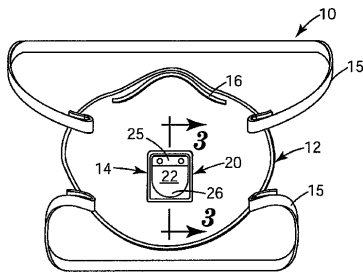
【図 5】本発明によるろ過マスクに使用してもよい呼気弁 14' の代替の実施形態の側面図である。

【図 6】呼気弁を保護するのに使用してもよい弁蓋 40 の斜視図である。

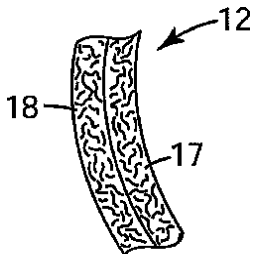
【図 7】本発明による弾性封止面を使用する弁と、既知の市販の弁の慣用的な封止面を使用する弁の通気抵抗、対、流量をプロットしたグラフである。

10

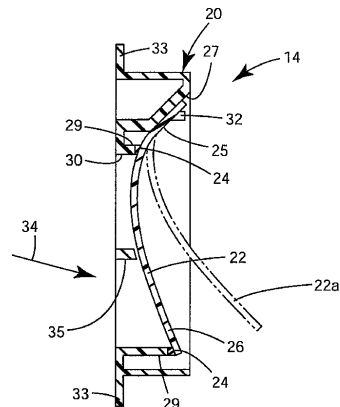
【図 1】

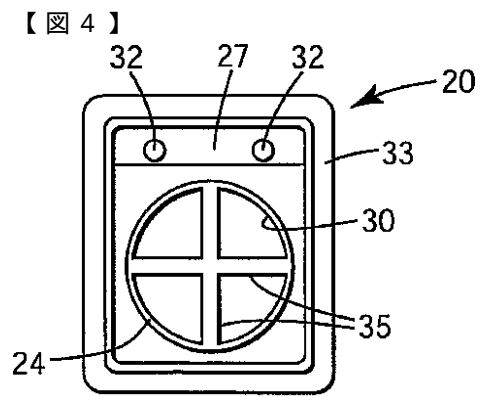
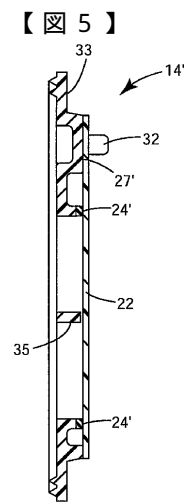
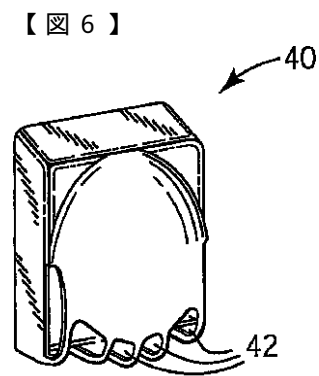
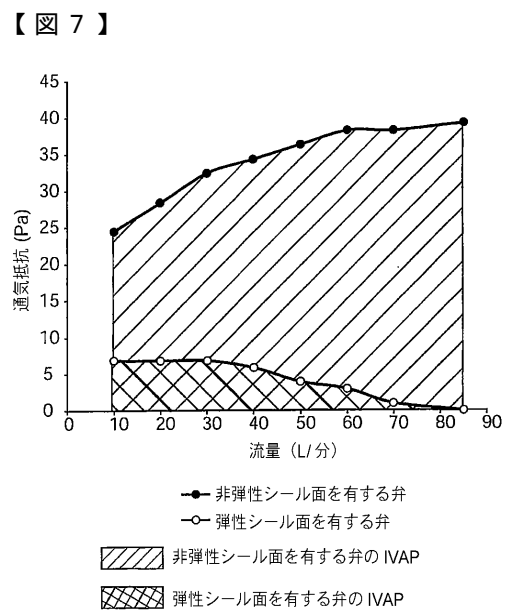
*Fig. 1*

【図 2】

*Fig. 2*

【図 3】

*Fig. 3*

**Fig. 4****Fig. 5****Fig. 6**

フロントページの続き

(72)発明者 チャンシャン・シュエ

アメリカ合衆国 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7 ミネソタ州セント・ポール、ポスト・オフィス・ボックス 3 4 2 7

合議体

審判長 千馬 隆之

審判官 杉浦 貴之

審判官 川向 和実

(56)参考文献 特表 2 0 0 1 - 5 2 2 6 6 9 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 2 5 3 6 8 9 (J P , A)

特表 2 0 0 2 - 5 2 1 1 0 2 (J P , A)

特表平 0 7 - 5 0 6 7 5 1 (J P , A)

国際公開第 0 2 / 0 2 4 2 7 9 パンフレット (W O , A 1)

特開平 0 1 - 2 4 2 0 7 5 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 0 1 0 3 4 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A62B18/02