



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0809786-0 B1**



**(22) Data do Depósito: 10/03/2008**

**(45) Data de Concessão: 16/07/2019**

**(54) Título:** "RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO"

**(51) Int.Cl.:** A41D 13/11.

**(30) Prioridade Unionista:** 03/05/2007 US 11/743,734.

**(73) Titular(es):** 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY.

**(72) Inventor(es):** JOHN M. FACER; CHRISTOPHER P. HENDERSON; PETER S. LEONARD; DESMOND T. CURRAN.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2008056370 de 10/03/2008

**(87) Publicação PCT:** WO 2008/137205 de 13/11/2008

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 28/10/2009

**(57) Resumo:** RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO A presente invenção refere-se a um respirador isento de manutenção, dotado de um perímetro que inclui um primeiro e um segundo segmentos côncavos, os quais estão situados na seção superior do corpo da máscara. Os segmentos côncavos estão dispostos sobre lados opostos de um plano central que bisecciona o corpo da máscara. O respirador isento de manutenção (10) compreendendo: (a) uma correia de máscara (26); e (b) um corpo de máscara (11), que inclui uma camada de meio filtrante (56), o corpo de máscara tem um perímetro (32) que inclui um segmento superior (34) compreendendo primeiro e segundo segmentos côncavos (36, 38) situados, respectivamente, nos primeiro e segundo lados de um plano central (40), quando o corpo da máscara (11) é observado de uma vista superior.

## “RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO”

### CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se a um respirador isento de manutenção, dotado de um perímetro que inclui um primeiro e um segundo segmentos côncavos, os quais estão situados na seção superior do corpo da máscara. Os segmentos côncavos estão dispostos sobre lados opostos de um plano central que bisecciona o corpo da máscara.

### ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Os respiradores isentos de manutenção (às vezes chamados de "máscaras faciais filtrantes" ou "peças faciais filtrantes") são usadas sobre as passagens respiratórias de uma pessoa para dois propósitos comuns: (1) para impedir que impurezas ou contaminantes entrem nas vias respiratórias do usuário; (2) proteger outras pessoas ou objetos contra a exposição a patógenos e a outros contaminantes expirados pelo usuário. Na primeira situação, o respirador isento de manutenção é usado em um ambiente no qual o ar contém partículas que são nocivas ao usuário, por exemplo em uma oficina de funilaria. Na segunda situação, o respirador é usado em um ambiente onde existe um risco de contaminação para outras pessoas ou coisas, por exemplo, em uma sala de operação ou em uma sala limpa.

[003] Ao contrário de respiradores que usam corpos de máscara em borracha ou material elastomérico e cartuchos de filtro fixáveis ou elementos filtrantes moldados para inserção (vide, por exemplo, patente U.S. nº 4.790.306, de Braun), os respiradores isentos de manutenção têm o meio filtrante incorporado ao corpo da máscara, de modo que não há necessidade de instalar ou substituir cartuchos de filtro. Desse modo, os respiradores isentos de manutenção são relativamente leves e fáceis de usar.

[004] Para se obter qualquer dos propósitos acima indicados, o respirador isento de manutenção precisa ser confortável, e precisa ser capaz

de manter um ajuste apertado quando colocado sobre a face do usuário. Os respiradores isentos de manutenção conhecidos podem, na maioria dos casos, acompanhar o contorno do rosto de uma pessoa em torno das bochechas e do queixo. Na região do nariz, entretanto, há uma complexa mudança de contorno, que torna mais difícil a obtenção de um ajuste apertado, particularmente sobre o nariz e abaixo de cada olho do usuário. A falha na obtenção de um ajuste apertado nessa parte da face do usuário pode permitir que o ar entre ou saia da parte interna do respirador sem primeiro passar através do meio filtrante. Se isso ocorresse, os contaminantes poderiam entrar nas vias respiratórias do usuário, ou outras pessoas ou objetos poderiam ser expostos a contaminantes expirados pelo usuário. Além disso, os óculos do usuário podem ficar embaçados, o que obviamente torna problemática a visibilidade para o mesmo, criando condições de risco para o usuário e para outros.

[005] Os usuários do respirador isento de manutenção frequentemente precisam, também, usar óculos protetores. Quando se usa um respirador em conjunto com óculos protetores, podem às vezes ocorrer conflitos entre esses dois artigos de segurança pessoal. O respirador pode, por exemplo, prejudicar o posicionamento adequado dos óculos sobre a face do usuário.

[006] Os grampos nasais são comumente usados em respiradores para se obter um ajuste apertado sobre o nariz do usuário. Os grampos nasais convencionais costumam estar sob a forma de uma tira de alumínio maleável e linear -- vide, por exemplo, as patentes U.S. nº 5.307.796, 4.600.002, 3.603.315 e, também, o pedido de patente do Reino Unido GB 2.103.491 A. Os produtos mais recentes costumam usar uma tira de metal maleável em forma de "M" para otimizar o ajuste na área do nariz, conforme visto nas patentes U.S. nº 5.558.089 e Des. 412.573, de Castiglione, ou plásticos deformáveis e acionados por mola, conforme visto na publicação U.S. nº US2007/0044803A1 e no pedido de patente U.S. N° Serial 11/236.283. As

espumas nasais também costumam ser usadas na seção superior da máscara, para otimizar o conforto do usuário e o ajuste, conforme observado nos pedidos de patente U.S. nº serial 11/553.082 e 11/459.949.

[007] Embora grampos nasais e espumas nasais realmente ajudem a otimizar o conforto e a proporcionar um ajuste apertado sobre o nariz do usuário, da mesma forma pode haver espaço para aprimoramento quanto a conforto e ajuste na região sob cada um dos olhos do usuário. Se essas melhorias em termos de conforto e ajuste puderem ser obtidas mediante alteração da estrutura do corpo da máscara, o usuário do respirador estará menos propenso a deslocar a máscara de sua face quando presente em um ambiente contaminado. As melhorias de ajuste também podem ajudar a aliviar conflitos entre respiradores isentos de manutenção e óculos protetores.

#### DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[008] A presente invenção refere-se ao aprimoramento da compatibilidade entre respiradores isentos de manutenção e óculos protetores, ao mesmo tempo em que se obtém um ajuste apertado sobre o nariz e os olhos do usuário. O respirador isento de manutenção da invenção compreende um corpo da máscara que inclui pelo menos uma camada de meio filtrante. O corpo da máscara tem, também, um perímetro que inclui um segmento superior que tem um primeiro e um segundo segmentos côncavos situados, respectivamente, no primeiro e no segundo lados de um plano central, quando o corpo da máscara é observado de uma vista superior. Uma correia é presa ao corpo da máscara, de modo que o mesmo possa ficar apoiado sobre a face do usuário.

[009] A presente invenção difere de respiradores convencionais pelo fato de que o corpo da máscara é esculpido ao longo do segmento superior do perímetro. O corpo da máscara inclui um primeiro e um segundo segmentos côncavos, os quais estão situados em lados opostos de um plano central que bisecciona uma vista superior da máscara. Os segmentos côncavos

assemelham-se a "depressões" ou "recortes" na trajetória traçada pelo perímetro do corpo da máscara, quando vista através de um plano projetado sobre o topo do corpo da máscara (vide **Figura 5a**). Em respiradores isentos de manutenção convencionais, o perímetro primariamente exibia somente uma linha genericamente retilínea ou, talvez, um arco constante quando observado através desse tipo de plano. Com a reconfiguração do corpo da máscara sobre a região do nariz e abaixo dos olhos, os inventores descobriram que se pode obter um bom ajuste, apertado e confortável, ao mesmo tempo em que se impede o embaçamento dos óculos do usuário, otimizando a compatibilidade entre um respirador isento de manutenção e os óculos protetores.

#### GLOSSÁRIO DA INVENÇÃO

[010] Para uso no presente documento, os termos a seguir são definidos conforme apresentado abaixo:

- "plano central" significa um plano que bisecciona a máscara, normal ou perpendicularmente a sua dimensão transversal;
- "ar puro" significa um volume de ar ambiente atmosférico que foi filtrado para remover contaminantes;
- "compreende" (ou "que comprehende") tem a definição padrão da terminologia de patentes, sendo uma expressão indefinida que é geralmente um sinônimo de "inclui", "que tem" ou "que contém". Embora "compreende", "inclui", "que tem" e "contendo", bem como as variações dos mesmos, sejam termos abertos e comumente usados, esta invenção pode, também, ser adequadamente descrita com o uso de termos mais estritos, como "consiste essencialmente em", o qual é um termo semiaberto pelo fato de excluir somente as coisas ou elementos que teriam um efeito prejudicial sobre o desempenho do respirador isento de manutenção da invenção, no que se refere ao cumprimento da função a que se destina;
- "côncavo" significa que o coeficiente angular de uma linha

tangente à trajetória do segmento de perímetro diminui e, então, aumenta ao se mover ao longo da trajetória de perímetro da esquerda para a direita na direção "y" (**Figura 5a**);

– "contaminantes" significa partículas (inclusive poeiras, névoas e gases) e/ou outras substâncias que geralmente não são consideradas partículas

(por exemplo, vapores orgânicos, etc.), porém, podem estar suspensas no ar, inclusive no ar de um fluxo de exalação;

– "dimensão transversal" é a dimensão que se estende através do nariz do usuário quando o respirador está sendo usado, sendo sinônimo da dimensão "longitudinal" do corpo da máscara (direção "y" observada na **Figura 5a**);

– "espaço de gás exterior" significa o espaço de gás atmosférico ambiente, para dentro do qual o gás exalado entra após passar através, e para além, do corpo da máscara e/ou da válvula de exalação;

– "filtro" ou "camada de filtração" significa uma ou mais camadas de material, as quais são adaptadas para o propósito primário de remover contaminantes (como partículas) de um fluxo de ar que passa através das mesmas;

– "meio filtrante" significa uma estrutura permeável a ar que é projetada para remover contaminantes do ar que passam através do mesmo,

– "correia" significa uma estrutura ou uma combinação de peças que ajuda a manter o corpo da máscara na face de um usuário;

– "espaço de gás interior" significa o espaço entre o corpo da máscara e a face de uma pessoa;

– "linha de demarcação" significa uma dobra, junção, linha de solda, linha de ligação, linha de costura, linha de articulação e/ou qualquer combinação das mesmas;

– "isento de manutenção" significa que o próprio corpo da

máscara é projetado para filtrar o ar que passa através do mesmo, não havendo cartuchos de filtro ou elementos filtrantes moldados e inseridos separadamente identificáveis, que sejam fixados ao corpo da máscara ou moldados ao mesmo para a obtenção desse propósito;

– "corpo da máscara" significa uma estrutura permeável ao ar que pode ser adaptada ao menos sobre o nariz e boca de uma pessoa e que ajuda a definir um espaço de gás interior separado do espaço de gás exterior;

– "moldado" significa fazendo com que o elemento sendo moldado (por exemplo, a camada de modelagem) assuma um formato predefinido, após ser exposto a calor e/ou pressão;

– "grampo nasal" significa um dispositivo mecânico, diferente de uma espuma nasal, que é adaptado para uso em um corpo de máscara de modo a otimizar o fechamento pelo menos ao redor do nariz do usuário;

– "espuma nasal" significa um material similar a espuma que é adaptado para posicionamento no interior de um corpo de máscara, para otimizar o ajuste e/ou o conforto do usuário na região sobre o nariz, quando o respirador está sendo usado por uma pessoa;

– "região do nariz" significa a porção que reside sobre o nariz de uma pessoa durante o uso do respirador;

– "perímetro" significa a borda externa do corpo da máscara, sendo que essa borda externa estaria disposta próximo à face do usuário, quando o respirador está sendo usado por uma pessoa;

– "respirador" significa um dispositivo que é usado por uma pessoa para filtrar o ar antes que este entre no sistema respiratório da mesma;

– "camada de modelagem" significa uma camada que tem suficiente integridade estrutural para reter o formato desejado (e o formato de outras camadas que são suportadas pela mesma) sob manuseio normal;

– "seção superior" significa a porção que está situada na metade

superior do corpo da máscara, e que se estenderia sobre o nariz e abaixo dos olhos, durante o uso do respirador;

– "vista superior" significa a vista em que, quando projetado sobre um plano (conforme visto na **Figura 5a**) o perímetro ou parte posterior do corpo da máscara fica situado em direção ao topo da página, enquanto a parte anterior fica voltada para o final da mesma;

– "segmento superior" significa a parte do perímetro que se estende sobre a região do nariz e sob os olhos do usuário durante o uso do respirador; e

– "sem qualquer conformação imposta por um grampo nasal deformado" significa que a máscara tem esse formato sem ser deformada ou conformada por meio da deformação do grampo nasal.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

[011] A **Figura 1** ilustra uma vista em perspectiva de um exemplo de respirador **10** de acordo com a presente invenção.

[012] A **Figura 2** ilustra uma vista anterior do respirador **10** de acordo com a presente invenção.

[013] A **Figura 3** ilustra uma vista posterior do corpo da máscara respiratória **11** de acordo com a presente invenção.

[014] A **Figura 4** ilustra uma vista do lado direito do respirador **10** de acordo com a presente invenção.

[015] A **Figura 5a** ilustra uma vista superior do corpo da máscara **11** de acordo com a presente invenção.

[016] A **Figura 5b** é uma vista ampliada do primeiro segmento côncavo **36** da vista superior mostrada na **Figura 5a**.

[017] A **Figura 6** ilustra uma vista posterior do corpo da máscara **11** em uma condição dobrada.

[018] A **Figura 7** é uma vista em seção transversal do corpo da máscara **11**, tomada ao longo da linha 7-7 da **Figura 6**.

[019] As **Figuras 8a e 8b** mostram a seção transversal ampliada dos painéis central e superior, respectivamente.

#### **Descrição de Realizações da Invenção**

[020] Na prática da presente invenção, é apresentada uma nova máscara respiratória isenta de manutenção, que atende à necessidade por conforto e ajuste aprimorados na seção superior da máscara. Ao se fazer isso, o respirador da invenção assume um perímetro que inclui um segmento superior que compreende os primeiro e segundo segmentos côncavos. Esses segmentos côncavos estão situados respectivamente no primeiro e no segundo lados de um plano central bissecionante, quando o corpo da máscara é observado de uma vista superior. O primeiro e o segundo segmentos côncavos podem ser obtidos sob a forma de "recortes" a partir da configuração de máscaras conhecidas de técnica anterior, como a máscara de dobra plana 3M Brand 9000 Series.

[021] As **Figuras de 1 a 5** ilustram um exemplo de uma nova máscara respiratória **10** isenta de manutenção e com dobra plana, que inclui um corpo da máscara **11**, o qual tem uma seção ou painel superior **12**, um painel central **14**, e um painel inferior **16**. Os painéis **12, 14 e 16** são ilustrados em uma condição aberta, ou seja, o respirador **10** está pronto para ser usado por uma pessoa. O painel central **14** é separado do painel superior **12** e do painel inferior **16** pelas primeira e segunda linhas de demarcação **18 e 20**. Cada um dos painéis superior e inferior **12 e 16** pode ser dobrado para dentro em direção à parte posterior do painel central **14** quando a máscara estiver sendo armazenada (**Figuras 6 e 7**), e pode ser aberto para fora para posicionamento sobre a face do usuário (**Figuras de 1 a 5**). Quando o corpo da máscara **11** é levado de sua configuração aberta a sua configuração fechada, ou vice-versa, os painéis superior e inferior **12 e 16**, respectivamente, giram em redor da primeira e da segunda linhas de demarcação **18 e 20**. Nesse sentido, a primeira e a segunda linhas de demarcação **18 e 20** agem como primeira e segunda articulações ou

eixos geométricos, respectivamente, para os painéis superior e inferior **12** e **16**. O respirador **10** pode, também, ser dotado de primeira e segunda flanges ou abas **22** e **24**, que oferecem uma região para fixação de uma correia, a qual pode incluir tiras ou faixas elásticas **26**. A patente U.S. n° D449.377 de Henderson et al. mostra um exemplo de abas que podem ser usadas como regiões para fixação de correias. As tiras ou faixas **26** podem ser grampeadas, coladas, soldadas ou, de outro modo, presas ao corpo da máscara **11** em cada flange **22** e **24**, de modo a firmar o corpo da máscara **11** contra a face do usuário. Um exemplo de elemento de compressão que poderia ser usado para prender uma correia ao corpo da máscara com o uso de soldagem ultrassônica é descrito nas patentes U.S. n° 6.729.332 e 6.705.317 de Castiglione. A faixa poderia, ainda, ser soldada diretamente ao corpo da máscara, sem o uso de um elemento de fixação separado, conforme visto na patente U.S. n° 6.332.465 de Xue et al. Exemplos de outras correias que talvez pudessem ser usadas são descritos nas patentes U.S. n° 5.394.568 de Brostrom et al., e 5.237.986 de Seppala et al., bem como no EP 608684A de Brostrom et al. O painel superior **12** pode incluir um grampo nasal **28** que é produzido a partir de uma tira maleável de metal, como alumínio, a qual pode ser moldada mediante a mera pressão dos dedos para adaptar o respirador à configuração da face do usuário na região do nariz. Os grampos nasais adequados são citados acima, na seção de Antecedentes. O grampo nasal pode estar disposto na parte externa ou interna da máscara, ou pode estar disposto entre as diversas camadas que compreendem o corpo da máscara.

[022] Conforme mostrado na **Figura 3**, o respirador **10** pode, também, incluir uma espuma nasal **30**, que fica disposta para dentro ao longo do perímetro do corpo da máscara **32** do painel superior **12**. Exemplos de espumas nasais adequadas são, também, mencionados acima, na seção de Antecedentes deste documento. A espuma nasal poderia estender-se em redor de todo o

perímetro interno do corpo da máscara, e poderia incluir um material termocrômico indicador de ajuste, o qual entra em contato com a face do usuário enquanto a máscara está sendo usada. O calor do contato facial faz com que o material termocrômico mude de cor, para permitir que o usuário determine se foi obtido um ajuste adequado, conforme visto na patente U.S. nº 5.617.749 de Springett et al. O corpo da máscara **11** pode, também, ter sua estrutura intrínseca alterada na seção superior, para aumentar a queda de pressão naquela porção do corpo da máscara, de modo que o embaçamento dos óculos esteja menos propenso a ocorrer, conforme visto no pedido de patente co-pendente U.S. nº 11/743.716, intitulado *Maintenance-Free Anti-Fog Respirator* e depositado no mesmo dia que o presente documento.

[023] As **Figuras 5a** e **5b** mostram que o perímetro do corpo da máscara **32** tem um segmento superior **34** que compreende o primeiro e o segundo segmentos côncavos, **36** e **38**, situados respectivamente no primeiro e no segundo lados de um plano central **40**, quando o corpo da máscara **11** é observado através de um plano projetado sobre uma vista superior do respirador. O grampo nasal **28** e a linha de seta que representa o comprimento do segmento superior **34** do perímetro se estendem na dimensão transversal do corpo da máscara **11**. O perímetro do corpo da máscara **32** é conformado para entrar em contato com a face do usuário sobre a ponte do nariz, de um lado a outro e em redor das bochechas, e sob o queixo. O corpo da máscara **11** forma um espaço encerrado em torno do nariz e da boca do usuário, e pode assumir um formato curvo e projetado, que se situa em uma relação espaçada com a face do usuário. Exemplos de outros formatos de corpo da máscara são mostrados nas patentes U.S. nº 7.131.442 de Kronzer et al., 6.923.182 de Angadjivand et al., 6.394.090 de Chen et al. (e D448.472 e D443.927 de Chen), 6.722.366 de Bostock et al., RE37.974 de Bowers, 4.827.924 de Japuntich e 4.850.347 de Skov. O plano central **40** bisecciona a região do nariz **41** da máscara **11**, de modo que

geralmente é obtida uma simetria em cada lado do plano **40**. Movendo-se ao longo do segmento superior **34** da linha de perímetro **32**, a partir do lado esquerdo do corpo da máscara **11** e até o lado direito, na direção "y", uma linha tangente ao segmento superior do perímetro tem seu coeficiente angular diminuído no início do primeiro segmento côncavo **36**, em relação a uma linha tangente anterior e, então, seu coeficiente angular começa a aumentar em relação a uma linha tangente anterior, movendo-se ao longo do segmento superior do perímetro, em direção à região do nariz **41**. Na seção intermediária da máscara, marcada pelo plano **40**, a tangente ao perímetro **32** é neutra ou paralela ao eixo "y". Do outro lado do plano central **40**, uma linha tangente ao segmento superior **34** do perímetro diminui em termos de coeficiente angular e, então, aumenta novamente em relação a uma linha tangente anterior movendo-se ao longo do segmento superior **34** e em direção à extremidade do lado direito. Em cada segmento côncavo **36** e **38**, o coeficiente angular de uma linha tangente ao segmento superior do perímetro pode incluir, ainda que não necessariamente, tanto um coeficiente angular positivo como um coeficiente angular negativo. No primeiro segmento côncavo **36**, o coeficiente angular da tangente ao perímetro pode ser ligeiramente negativo antes de se tornar positivo (movendo-se na direção "y"). No segundo segmento côncavo **38**, o coeficiente angular de uma linha tangente ao segmento superior **34** do perímetro **32** pode ser negativo antes de se tornar ligeiramente positivo (movendo-se ao longo do perímetro na direção "y").

[024] Do início do perímetro **32** do segmento superior **34** no ponto **42**, e até o ponto **44** da extremidade oposta, há cinco pontos de inflexão. O primeiro ponto de inflexão **46** está situado no local onde o coeficiente angular da linha tangente ao perímetro **32** começa a diminuir, o segundo ponto de inflexão **48** ocorre quando o coeficiente angular da tangente começa a aumentar novamente, o terceiro ponto de inflexão **49** está situado aproximadamente no

local onde o plano **40** bisecciona o corpo da máscara, a quarta inflexão **50** ocorre onde o coeficiente angular da tangente começa a aumentar novamente, e a quinta inflexão **52** ocorre onde o coeficiente angular da tangente começa a diminuir novamente. O corpo da máscara **11** pode exibir a configuração esculpida ao longo do segmento superior **34** do perímetro, sem qualquer conformidade imposta por um grampo nasal deformado.

[025] Conforme mostrado na **Figura 5b**, cada segmento côncavo **36** (e **38**) tem uma linha de corda **Lc** que se estende entre os pontos de inflexão **46** (e **52**), respectivamente, e o plano central **40**. A linha de corda **Lc** tem um comprimento de cerca de 3 a 7 centímetros (cm), de preferência de cerca de 4 a 6 cm e, com mais preferência, cerca de 5 cm. O comprimento de trajetória **Lp** do perímetro **32** do primeiro e do segundo segmentos **36** (e **38**) é, tipicamente, de cerca de 0,5 a 5 milímetros (mm) maior que o comprimento de corda **Lc** e, tipicamente, é de cerca de 1 a 3 mm maior que **Lc**.

[026] A profundidade **d** de cada segmento côncavo **36** e **38** é de cerca de 2 a 11 milímetros, mais tipicamente de cerca de 4 a 9 mm e, ainda mais tipicamente, de cerca de 5 a 7 mm.

[027] Conforme mostrado nas **Figuras 6** e **7**, o corpo da máscara **11** pode ser dobrado de modo plano para armazenamento. Quando colocado em uma condição dobrada, os painéis superior e inferior **12** e **16** podem ser dobrados para dentro, em direção à superfície posterior **53** do painel central **14**. Tipicamente, o painel inferior **16** é dobrado para dentro antes do painel superior **12**. O painel inferior **16** pode ser dobrado para trás sobre si mesmo, conforme mostrado na **Figura 7**, de modo que possa ser mais facilmente empunhado durante a abertura do corpo da máscara a partir de sua condição dobrada. Cada um dos painéis pode incluir dobras, juntas, pregas e nervuras adicionais, entre outros, para ajudar a dotar a máscara de estrutura e/ou aparência distintas. Uma ou mais abas podem estar incluídas ao longo do perímetro **32**, para ajudar na

abertura do corpo da máscara **11** a partir de sua condição dobrada e em sua condição pronta para uso, conforme visto no pedido de patente U.S. nº 11/743.723, intitulado *Maintenance-Free Flat-Fold Respirator That Includes A Graspable Tab*, depositado no mesmo dia que o presente documento.

[028] Conforme mostrado nas **Figuras 8a** e **8b**, o corpo da máscara pode compreender uma pluralidade de camadas. Essas camadas podem incluir mantas de revestimento interna e externa **54**, uma camada de filtração **56**, uma camada de enrijecimento **58** e uma manta de revestimento externa **60**. Os respiradores isentos de manutenção em configuração de dobra plana podem ser fabricados de acordo com o processo descrito nas patentes U.S. nº 6.123.077, 6.484.722, 6.536.434, 6.568.392, 6.715.489, 6.722.366, 6.886.563 e 7.069.930, e nas publicações de patente U.S. nº US2006/0180152A1 e EP0814871B1, de Bostock et al.

[029] O corpo da máscara pode incluir uma camada de modelagem, caso seja moldado na desejada configuração em formato de bojo para uso. As camadas que compreendem o corpo da máscara podem ser unidas umas às outras pelo perímetro, mediante o uso de várias técnicas, incluindo união adesiva e soldagem ultrassônica. Exemplos de padrões de consolidação adequados são mostrados na patente U.S. nº D416.323 de Henderson et al. As descrições dessas diversas camadas, e como as mesmas podem ser construídas, são apresentadas abaixo.

#### **CAMADA DE ENRIJECIMENTO**

[030] O corpo da máscara pode, opcionalmente, incluir uma camada de enrijecimento em um ou mais dos painéis da máscara. O propósito da camada de enrijecimento é, como seu nome denota, aumentar a rigidez dos painéis ou das partes do corpo da máscara, em relação a outros painéis ou partes. Os painéis mais rígidos podem ajudar a manter o corpo da máscara afastado da face do usuário. A camada de enrijecimento pode estar situada em

qualquer combinação dos painéis, mas está, de preferência, situada no painel central do corpo da máscara. Dar suporte ao centro da máscara ajuda a impedir que o corpo da máscara caia sobre o nariz e a boca do usuário durante o uso, ao mesmo tempo em que deixa os painéis superior e inferior relativamente maleáveis para ajudar na vedação à face do usuário. A camada de enrijecimento pode ser posicionada em qualquer ponto dentro da construção em camadas do painel e, tipicamente, fica justaposta contra a manta de revestimento externa.

[031] A camada de enrijecimento pode ser formada a partir de qualquer quantidade de materiais à base de mantas. Esses materiais podem incluir estruturas abertas semelhantes a rede ou mantas fibrosas produzidas a partir de qualquer quantidade de polímeros comumente disponíveis, inclusive polipropileno, polietileno e similares. A camada de enrijecimento também poderia ser derivada de um material à base de manta de fiação contínua, também produzido a partir de polipropileno ou polietileno. A propriedade que distingue a camada de enrijecimento é sua maior rigidez em relação às demais camadas no corpo da máscara.

#### CAMADA DE FILTRAÇÃO

[032] As camadas filtrantes usadas em um corpo da máscara da invenção podem ser dos tipos de captura de partículas, ou de gás e vapor. A camada filtrante pode, também, ser uma camada de barreira que impede a transferência de líquidos de um lado a outro da camada filtrante, de modo a impedir, por exemplo, que aerossóis líquidos ou respingos penetrem a camada filtrante. Múltiplas camadas de tipos de filtro similares ou dissimilares podem ser usadas para construir a camada de filtração da invenção, conforme as necessidades da aplicação. Filtros que podem ser empregados de modo benéfico em um corpo de máscara dotado de camadas da presente invenção apresentam, geralmente, baixa queda de pressão (por exemplo, menos que cerca de 20 a 30 mm H<sub>2</sub>O, a uma velocidade de face de 13,8 centímetros por

segundo), de modo a minimizar o esforço de respiração do usuário da máscara. As camadas de filtração são, adicionalmente, flexíveis e com suficiente resistência a cisalhamento para que, de modo geral, retenham sua estrutura sob as condições de uso esperadas. Em geral, a resistência a cisalhamento é menor que aquela do adesivo ou das camadas de modelagem. Os exemplos de filtros para captura de partículas incluem uma ou mais mantas de fibras inorgânicas finas (como fibra de vidro) ou fibras sintéticas poliméricas. As mantas de fibra sintética podem incluir microfibras poliméricas carregadas com eletreto, que são produzidas a partir de processos como fiação via sopro. As microfibras de poliolefina formadas a partir de polipropileno carregado com eletreto são particularmente úteis para aplicações de captura de particulados. Uma camada filtrante alternativa pode compreender um componente absorvente para remoção de gases perigosos ou odorosos do ar a ser respirado. Os absorventes podem incluir pós ou grânulos que são fixados em uma camada filtrante por adesivos, aglutinantes ou estruturas fibrosas, conforme visto na patente U.S. nº 3.971.373 de Braun. Uma camada absorvente pode ser formada mediante o revestimento de um substrato, como uma espuma fibrosa ou reticulada, para formar uma fina camada coerente. Os materiais absorventes podem incluir carvões ativados que são quimicamente tratados ou não, substratos porosos de catalisador à base de alumina-sílica, e partículas alumina.

[033] A camada de filtração é, tipicamente, escolhida para obter um efeito de filtração desejado e, geralmente, remove uma alta porcentagem de partículas e/ou de outros contaminantes do fluxo gasoso que passa através da mesma. Para camadas filtrantes fibrosas, as fibras selecionadas dependem do tipo de substância a ser filtrada e, tipicamente, são escolhidas de modo a não ficarem ligadas umas às outras durante a operação de modelagem. Conforme indicado, a camada de filtração pode ter vários formatos e formas. Tipicamente, tem uma espessura de cerca de 0,2 milímetros (mm) a 1 centímetro (cm), mais

tipicamente de cerca de 0,3 milímetros a 0,5 cm, e poderia ser uma manta plana coextensiva com uma camada de modelagem ou enrijecimento, ou poderia ser uma manta corrugada que tem uma área superficial expandida em relação à camada de modelagem conforme visto, por exemplo, nas patentes U.S. nº 5.804.295 e 5.656.368 de Braun et al. A camada de filtração pode, também, incluir múltiplas camadas de meio filtrante unidas umas às outras por um componente adesivo. Essencialmente, pode ser usado como material filtrante qualquer material adequado que seja conhecido por formar uma camada filtrante para uma máscara respiratória de modelagem direta. As mantas de fibras produzidas por fusão e sopro (meltblown), conforme apresentado em *Superfine Thermoplastic Fibers* de Wente, Van A., 48 Indus. Engn. Chem., 1342 et seq. (1956), especialmente quando sob uma forma eletricamente carregada persistente (eletreto), são especialmente úteis (vide, por exemplo, a patente U.S. nº 4.215.682 de Kubik et al.). Essas fibras meltblown podem ser microfibras com diâmetro efetivo da fibra menor que cerca de 20 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ) (chamadas de BMF, ou "microfibra soprada"), tipicamente de cerca de 1 a 12  $\mu\text{m}$ . O diâmetro efetivo da fibra pode ser determinado de acordo com *The Separation Of Airborne Dust Particles* de Davies, C. N., Institution Of Mechanical Engineers, Londres, Reino Unido, Proceedings 1B, 1952. São particularmente preferenciais as mantas de BMF que contém fibras formadas a partir de polipropileno, poli(4-metil-1-penteno) e combinações dos mesmos. As fibras de filme fibrilado eletricamente carregadas, conforme apresentadas na patente U.S. nº Re. 31.285 de van Turnhout, também podem ser adequadas, bem como mantas fibrosas de rosina e lã, e mantas de fibras de vidro ou fibras sopradas por solução, ou eletrostaticamente aspergidas, especialmente sob a forma de microfilme. A carga elétrica pode ser transmitida às fibras mediante o contato das mesmas com água, conforme apresentado nas patentes U.S. nº 6.824.718 de Eitzman et al., 6.783.574 de Angadjivand et al., 6.743.464 de Insley et al., 6.454.986 e

6.406.657 de Eitzman et al., e 6.375.886 e 5.496.507 de Angadjivand et al. A carga elétrica pode, também, ser transmitida às fibras por meio de cargas corona, conforme apresentado na patente U.S. nº 4.588.537 de Klasse et al., ou por tribocarga conforme apresentado na patente U.S. nº 4.798.850 de Brown. Além disso, aditivos podem ser incluídos nas fibras para acentuar o desempenho de filtração das mantas produzidas através do processo de hidrocarga (consulte a patente U.S. nº 5.908.598 de Rousseau et al.). Átomos de flúor, em particular, podem ser dispostos na superfície da fibra na camada filtrante, para otimizar o desempenho de filtração em um ambiente de névoa oleosa, conforme observado nas patentes U.S. nº 6.398.847 B1, 6.397.458 B1 e 6.409.806 B1 de Jones et al. As gramaturas típicas para camadas de filtração à base de BMF com eletreto são de cerca de 15 a 100 gramas por metro quadrado. Com materiais eletricamente carregados de acordo com as técnicas descritas, por exemplo, na patente '507, e quando forem incluídos átomos de flúor conforme mencionado nas patentes de Jones et al., a gramatura pode ser cerca de 20 a 40 g/m<sup>2</sup>, e de cerca de 10 a 30 g/m<sup>2</sup>, respectivamente.

#### **MANTA DE COBERTURA**

[034] Uma manta de revestimento interno poderia ser usada para proporcionar uma superfície lisa destinada a ficar em contato com a face do usuário, e uma manta de revestimento externa poderia ser usada para aprisionar fibras soltas no corpo da máscara, ou por razões estéticas. Uma manta de cobertura tipicamente não oferece qualquer retenção de formato significativa ao corpo da máscara. Para se obter um grau de conforto adequado, uma manta de revestimento interno tem, de preferência, uma gramatura comparativamente baixa, sendo formada a partir de fibras comparativamente finas. Mais especificamente, a manta de cobertura pode ser produzida de modo que a gramatura seja de cerca de 5 a 50 g/m<sup>2</sup> (tipicamente de 10 a 30 g/m<sup>2</sup>), e as fibras sejam menores que 3,5 denier (tipicamente menores que 2 denier e, mais

tipicamente, menores que 1 denier). As fibras usadas na manta de cobertura frequentemente têm um diâmetro médio da fibra de cerca de 5 a 24 micrômetros, tipicamente de cerca de 7 a 18 micrômetros e, mais tipicamente, de cerca de 8 a 12 micrômetros.

[035] O material de manta de cobertura pode ser adequado ao uso no procedimento de modelagem pelo qual é formado o corpo da máscara e, para tanto, o mesmo tem vantajosamente um grau de elasticidade (tipicamente, mas não necessariamente, de 100 a 200% no rompimento) ou é plasticamente deformável.

[036] Os materiais adequados para a manta de cobertura são materiais à base de microfibra soprada (BMF), particularmente materiais à base de BMF de poliolefina, por exemplo materiais de BMF de polipropileno (incluindo blendas de polipropileno e, também, blendas de polipropileno e polietileno). Um processo adequado para produção de materiais à base de BMF para uma manta de cobertura é descrito na patente U.S. nº 4.013.816 de Sabee et al. A manta pode ser formada mediante a coleta das fibras sobre uma superfície lisa, tipicamente um tambor dotado de superfície lisa.

[037] Uma manta de cobertura típica pode ser feita de polipropileno ou de uma blenda de polipropileno/poliolefina que contenha 50%, em peso, ou mais de polipropileno. Descobriu-se que esses materiais oferecem altos graus de maciez e conforto ao usuário e, também, que quando o material filtrante é um material à base de BMF de polipropileno, o mesmo permanece fixado ao material filtrante após a operação de modelagem, sem requerer a presença de um adesivo entre as camadas. Os materiais típicos para a manta de cobertura são materiais à base de BMF de poliolefina com uma gramatura de cerca de 15 a 35 gramas por metro quadrado ( $g/m^2$ ) e um denier da fibra de cerca de 0,1 a 3,5, sendo produzidos por meio de um processo similar àquele descrito na patente '816. Os materiais de poliolefina que são adequados ao uso em uma

manta de cobertura podem incluir, por exemplo, um único polipropileno, blendas de dois polipropilenos, blendas de polipropileno e polietileno, blendas de polipropileno e poli(4-metil-1-penteno), e/ou blendas de polipropileno e polibutileno. Um exemplo de fibra para a manta de cobertura consiste em uma BMF de polipropileno produzida a partir da resina de polipropileno "Escorene 3505G", disponível junto à Exxon Corporation, com peso base de cerca de 25 g/m<sup>2</sup> e um denier da fibra na faixa de 0,2 a 3,1 (com uma média, na medição de 100 fibras, de cerca de 0,8). Uma outra fibra adequada é uma BMF de polipropileno/polietileno (produzida a partir de uma mistura compreendendo 85% da resina "Escorene 3505G" e 15% do copolímero de etileno/alfa-olefina "Exact 4023", também disponível junto à Exxon Corporation) que tem uma gramatura de 25 g/m<sup>2</sup> e um denier médio da fibra de cerca de 0,8. Outros materiais adequados podem incluir materiais de fiação contínua, disponíveis sob as designações comerciais "Corosoft Plus 20", "Corosoft Classic 20" e "Corovin PP-S-14", junto à Corovin GmbH de Peine, Alemanha, e um material à base de polipropileno/viscose cardado, disponível sob a designação comercial "370/15" junto à J.W. Suominen OY de Nakila, Finlândia.

[038] As mantas de cobertura que são usadas na invenção têm, de preferência, muito poucas fibras projetando-se a partir da superfície da manta depois do processamento e, portanto, apresentam uma superfície externa lisa. Exemplos de mantas de cobertura que podem ser usados na presente invenção são apresentados, por exemplo, na patente U.S. nº 6.041.782 de Angadjivand, na patente U.S. nº 6.123.077 de Bostock et al., e em WO 96/28216A de Bostock et al.

#### **CAMADA DE MODELAGEM**

[039] Se o corpo da máscara assume uma configuração moldada, em vez da configuração em dobra plana que foi ilustrada, o corpo da máscara pode conter uma camada de modelagem que serve de suporte à camada de

filtração em seus lados internos ou externos. Uma segunda camada de modelagem que tem o mesmo formato geral que a primeira camada de modelagem poderia, também, ser usada em cada lado da camada de filtração. A função da camada de modelagem é, primariamente, manter o formato do corpo da máscara, e servir de suporte à camada de filtração. Embora uma camada de modelagem externa possa, também, funcionar como um filtro grosso inicial para o ar que é puxado para dentro da máscara, a ação filtrante predominante do respirador é fornecida pelo meio filtrante.

[040] As camadas de modelagem podem ser formadas a partir de pelo menos uma camada de material fibroso, o qual pode ser moldado com o uso de calor para se obter o formato desejado, e que retém seu formato ao ser resfriado. A retenção de formato é, tipicamente, obtida fazendo-se com que as fibras unam-se umas às outras nos pontos de contato entre as mesmas, por exemplo, mediante fusão ou soldagem. Qualquer material adequado, conhecido para a produção de uma camada capaz de reter seu formato em uma máscara respiratória de modelagem direta pode ser usado para formar a carcaça da máscara, inclusive uma mistura de fibra de comprimento padrão sintética, de preferência franzida, e fibra têxtil bicomponente. A fibra bicomponente é uma fibra que inclui duas ou mais regiões distintas de material fibroso, tipicamente regiões distintas de materiais poliméricos. As fibras bicomponentes típicas incluem um componente aglutinante e um componente estrutural. O componente aglutinante permite que as fibras da carcaça retentora de formato sejam ligadas umas às outras nos pontos de intersecção das fibras, quando aquecido e resfriado. Durante o aquecimento, o componente aglutinante flui para entrar em contato com as fibras adjacentes. A camada retentora de formato pode ser preparada a partir de misturas de fibras que incluem fibra têxtil e fibra bicomponente, a razões entre porcentagens em peso que podem situar-se na faixa, por exemplo, de 0/100 a cerca de 75/25. De preferência, o material inclui pelo menos 50%, em peso, de

fibra bicomponente, para criar um maior número de pontos de união nas intersecções que, por sua vez, aumentam a resiliência e a retenção de formato da carcaça.

[041] As fibras bicomponentes adequadas que podem ser usadas na camada de modelagem incluem, por exemplo, configurações lado a lado, configurações concêntricas em bainha e núcleo, e configurações elípticas em bainha e núcleo. Uma fibra bicomponente adequada é a fibra bicomponente de poliéster disponível sob a designação comercial "KOSA T254" (12 denier, comprimento de 38 mm), disponível junto à Kosa de Charlotte, North Carolina, EUA, a qual pode ser usada em combinação com uma fibra têxtil de poliéster, por exemplo, disponível junto à Kosa sob a designação comercial "T259" (3 denier, comprimento de 38 mm) e, possivelmente, também com uma fibra de tereftalato de polietileno (PET), por exemplo, disponível junto à Kosa sob a designação comercial "T295" (15 denier, comprimento de 32 mm). A fibra bicomponente pode, também, compreender uma configuração em bainha e núcleo genericamente concêntrica, tendo um núcleo de PET cristalino circundado por uma bainha de um polímero formado a partir de monômeros de isoftalato e éster de tereftalato. Este último polímero pode ser amolecido por calor a uma temperatura mais baixa que o material do núcleo. O poliéster tem vantagens, pelo fato de poder contribuir para a resiliência da máscara, e por poder absorver menos umidade que outras fibras.

[042] A camada de modelagem pode, também, ser preparada sem fibras bicomponentes. Por exemplo, fibras de um poliéster fluxível a quente podem ser incluídas em uma camada de modelagem juntamente com as fibras têxteis, de preferência franzidas, de modo que, mediante o aquecimento do material de manta as fibras aglutinantes possam fundir-se e fluir para um ponto de intersecção das fibras, onde o mesmo forma uma massa que, ao resfriar-se o material ligante, cria uma ligação no ponto de intersecção. Uma peneira ou rede de filamentos

poliméricos também poderia ser usada no lugar de fibras termossoldáveis. Um exemplo desse tipo de estrutura é descrito na patente U.S. nº 4.850.347 de Skov.

[043] Quando uma manta fibrosa é usada como material para a carcaça retentora de formato, a manta pode ser convenientemente preparada em uma máquina para deposição a ar "Rando Webber" (disponível junto à Rando Machine Corporation, de Macedon, New York, EUA) ou em uma cardadora. A manta pode ser formada a partir de fibras bicomponentes ou de outras fibras com comprimento de fibras têxteis convencionais, adequadas para esse tipo de equipamento. Para se obter uma camada retentora de formato que tenha a resiliência e a retenção de formato necessárias, a camada tem, de preferência uma gramatura de pelo menos cerca de 100 g/m<sup>2</sup>, embora sejam possíveis gramaturas mais baixas. As gramaturas mais altas, por exemplo de aproximadamente 150, ou mais de 200 g/m<sup>2</sup>, podem proporcionar maior resistência à deformação. Juntamente com essas gramaturas mínimas, a camada de modelagem tem, tipicamente, uma densidade máxima de cerca de 0,2 g/cm<sup>2</sup> sobre a área central da máscara. Tipicamente, a camada de modelagem tem uma espessura de cerca de 0,3 a 2,0 mm, mais tipicamente cerca de 0,4 a 0,8 mm. Exemplos de respiradores isentos de manutenção moldados, que usam camadas de modelagem, são descritos nas patentes U.S. nº 7.131.442 de Kronzer et al., 6.293.182 de Angadjivand et al., 4.850.347 de Skov, 4.807.619 de Dyrud et al. e 4.536.440 de Berg.

[044] Os respiradores isentos de manutenção moldados podem, também, ser produzidos sem usar uma camada de modelagem separada para servir de suporte à camada de filtração. Nesses respiradores, a camada de filtração age, também, como a camada de modelagem, conforme visto nas patentes U.S. nº 6.827.764 de Springett et al. e 6.057.256 de Krueger et al.

[045] O respirador pode, também, incluir uma válvula de exalação opcional, que permita a fácil exalação de ar pelo usuário. As válvulas de exalação que exibem uma queda de pressão extraordinariamente baixa durante a exalação são descritos nas patentes U.S. nº 7.188.622, 7.028.689 e 7.013.895 de Martin et al., 7.117.868, 6.854.463, 6.843.248 e 5.325.892 de Japuntich et al. e 6.883.518 de Mittelstadt et al. A válvula de exalação pode ser fixada ao painel central, de preferência próximo ao meio do painel central, por diversos meios inclusive solda sônica, união por adesão, presilhas mecânicas e similares conforme visto, por exemplo, nas patentes U.S. nº 7.069.931, 7.007.695, 6.959.709 e 6.604.524 de Curran et al, e EP1.030.721 de Williams et al.

#### **ESTUDO SOBRE COMPATIBILIDADE COM ÓCULOS**

[046] Este estudo é realizado para determinar a quantidade de sobreposição física entre um respirador isento de manutenção e os óculos protetores, e para avaliar a compatibilidade entre os dois itens de equipamento de proteção pessoal (EPP). Tanto os respiradores convencionais como os da presente invenção são colocados em cabeças de modelo Sheffield separadas, usadas para o padrão europeu EN149:2001. Vários óculos de segurança são, então, colocados nas cabeças de modelo Sheffield, de um lado a outro da região da ponte do nariz. Fotografias digitais são, então, tomadas de cada combinação de respirador convencional com os óculos de segurança, bem como do respirador da presente invenção com os óculos de segurança, para permitir uma observação da sobreposição entre os dois itens de EPP. O respirador convencional que foi usado para propósitos comparativos era um respirador 3M Brand 9322, disponível junto à 3M Company, Occupational Health & Environmental Safety Division, de St. Paul, Minnesota, EUA. Esse respirador tem uma configuração similar à do respirador mostrado nas patentes U.S. nº D449.377 de Henderson et al, Des.

424.688 de Bryant et al., e Des. 416.323 de Henderson et al. O respirador isento de manutenção da invenção tinha a seguinte construção:

**EXEMPLO**

**PAINÉIS SUPERIOR E INFERIOR:**

[047] Uma manta de cobertura em polipropileno de fiação contínua, com 50 gramas por metro quadrado (g/m<sup>2</sup>), tipo 105OB1U00, disponível junto à Don and Low Nonwovens, Forfar, Scotland, Reino Unido (camada externa);

[048] Duas camadas filtrantes eletricamente carregadas, em microfibra de polipropileno meltblown, com peso base de 100 g/m, diâmetro efetivo da fibra de 7 a 8 microns, e espessura de cerca de 1 mm; e

[049] Microfibra de polipropileno meltblown lisa (camada interna).

**PAINEL CENTRAL:**

[050] Uma camada de enrijecimento em polipropileno de fiação contínua de 90 gramas por metro (g/m<sup>2</sup>) XAVAN 5261W (inserida imediatamente abaixo da manta de revestimento externa, disponível junto à E.I. DuPont de Nemours, Luxembourg, França).

**MONTAGEM DA MÁSCARA:**

[051] Peças dessas construções de painel são estendidas em tiras de 5 metros (m) e cortadas por matriz com o uso de uma prensa de balancim hidráulica nos formatos corretos (aproximadamente 350 mm por 300 mm) para cada um dos três painéis. Cada uma das preformas dos painéis superior, inferior e central são individualmente recortadas.

[052] O painel inferior foi colocado em uma máquina de soldagem ultrassônica, de modo que sua borda perfilada em recorte fique posicionada sobre a bigorna de solda. A máquina de soldagem executou um ciclo com o tempo de solda ajustado para 500 milissegundos (ms), e a soldagem do painel inferior foi completada.

[053] O painel superior foi processado da mesma forma, com o uso de uma prensa para solda ultrassônica, com os mesmos ajustes, mas com uma bigorna de solda combinando com o perfil da borda recortada superior. Operações de acabamento adicionais foram, então, realizadas para fixar uma tira com 25 mm de largura de espuma nasal em poliuretano de célula aberta à superfície externa da manta interna, adjacente à borda perfilada soldada. Isto foi, então, recortado para combinar com o perfil da borda do painel superior. Uma tira em alumínio maleável com 5 mm x 0,7 mm x 140 mm foi fixada à superfície interna da manta de revestimento externa, com o uso de um adesivo termofusível.

[054] A preforma do painel central foi posicionada em uma prensa de solda ultrassônica, e o orifício para válvula foi recortado. Uma válvula de exalação foi, então, inserida na soldadora, a qual foi ajustada para um tempo de solda de 600 ms e realizou um novo ciclo para soldar a válvula à abertura.

[055] Todos os três painéis estavam, agora, completos e prontos para serem combinados de modo a produzir o corpo da máscara do respirador.

[056] Usando uma prensa de soldagem ultrassônica com uma bigorna de soldagem cujo perfil se igualava ao da solda de perímetro, todos os três painéis foram unidos uns aos outros. O painel central foi primeiro estendido de um lado a outro da bigorna de solda, mediante o uso de marcas de registro para posicionar o painel central em relação ao perfil do perímetro, com a válvula voltada para baixo e a BMF lisa voltada para cima. A bigorna de solda foi montada sobre um leito deslizante, de modo que pudesse ser movida para a frente e para trás sob o bico de solda. O painel inferior foi, então, posicionado mediante o uso das marcas de registro sobre o painel central, com a manta externa voltada para cima. O painel superior foi, então, posicionado sobre o painel central e o painel inferior, mediante o uso de marcas de registro, com a manta externa voltada para cima. Todos os painéis foram, então, unidos uns aos outros, começando com a união do painel inferior ao painel central. O ciclo de

soldagem foi, então, iniciado para soldar o painel inferior ao painel central, mediante o posicionamento da bigorna sob o bico de soldagem. Esse procedimento foi repetido para o painel superior. As dimensões de Lc, Lp e d, mostradas na **Figura 5b**, eram de 49 mm, 50 mm e 6 mm, respectivamente.

[057] O corpo da máscara foi completado, e as correias das faixas de cabeça foram fixadas. Duas faixas de poliisopreno com cerca de 21 cm de comprimento foram recortadas para se igualarem ao comprimento do corpo da máscara, na dimensão transversal. Usando uma pistola de grampos manual, e orientando o corpo da máscara de modo que as pernas dos grampos se dobrassesem sobre si mesmas na superfície externa, ao penetrar o corpo da máscara, a faixa de cabeça foi grampeada em cada uma das extremidades do produto. Essa operação foi realizada duas vezes, oferecendo faixas de cabeça superior e inferior na parte posterior do produto.

[058] Ao se produzir um respirador de acordo com este exemplo, também se pode fazer referência às patentes de Bostock et al. acima citadas.

[059] O respirador da presente invenção foi usado por inúmeros indivíduos na 3M Company, e descobriu-se que oferecia um ajuste apertado à face do usuário.

[060] O respirador da invenção foi, também, submetido ao Estudo sobre compatibilidade com óculos para 19 tipos diferentes de óculos. Os resultados dos testes são mostrados abaixo, na Tabela 1:

**TABELA 1**

Marca do óculos de segurança	Resultado do teste de compatibilidade com óculos
3M 2720	Eliminada
3M 2730	Eliminada
3M 2740	Reduzida
AOS Elys	Reduzida
AOS 3000	Eliminada
AOS X sport	Eliminada
Bolle Axis	Eliminada
Bolle Frisco	Reduzida

Marca do óculos de segurança	Resultado do teste de compatibilidade com óculos
Crews Storm	Reduzida
Galileo Alligator	Reduzida
Galileo Raptor	Eliminada
Pulsafe Milenia	Eliminada
Pulsafe Optema	Eliminada
Pulsafe XC	Reduzida
Uvex Cybric	Eliminada
Uvex Gravity	Reduzida
Uvex Ivo	Reduzida
Uves Skylite	Reduzida
Uves Skyper	Reduzida

[061] Os resultados dos testes mostram que não houve sobreposição entre os óculos e o corpo da máscara respiratória em metade dos óculos testados. A metade restante dos óculos exibiu sobreposição reduzida. Dessa forma, a compatibilidade entre os dois itens de EPP foi otimizada, quando comparada a um respirador não-modificado, o qual exibia uma sobreposição substancial entre os EPPs para todos os 19 conjuntos de óculos.

[062] Esta invenção pode empregar diversas modificações e alterações sem sair do espírito e escopo da mesma. Consequentemente, esta invenção não se limita ao que foi descrito acima, mas deve ser controlada pelas limitações estabelecidas nas seguintes reivindicações e quaisquer equivalentes destas.

[063] Esta invenção também pode ser praticada adequadamente na ausência de qualquer elemento não apresentado especificamente na presente invenção.

[064] Todas as patentes e pedidos de patente citados acima, inclusive aqueles na seção dos Antecedentes da Invenção, estão aqui incorporados a título de referência em sua totalidade. Caso haja um conflito ou discrepância entre a descrição presente nesses documentos incorporados e o relatório descritivo acima, o relatório descritivo acima prevalecerá.

### REIVINDICAÇÕES

1. RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO (10)

compreendendo:

(a) uma correia de máscara (26); e

(b) um corpo de máscara (11), que inclui pelo menos uma camada de meio filtrante (56), o corpo de máscara (11) caracterizado pelo fato de que tem um perímetro (32) que inclui um segmento superior (34) compreendendo primeiro e segundo segmentos côncavos (36, 38) situados, respectivamente, nos primeiro e segundo lados de um plano central (40), quando o corpo da máscara (11) é observado de uma vista superior.

2. RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o corpo de máscara (11) pode ser dobrado de modo plano e inclui uma pluralidade de painéis (12, 14, 16), sendo que o painel (12) que fica sobre o nariz (41) e abaixo dos olhos do usuário, durante o uso do respirador (10), tem um segmento superior (34) que compreende o primeiro e o segundo segmentos côncavos (36, 38).

3. RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o perímetro (32) tem cinco pontos de inflexão situados no segmento superior do perímetro (32).

4. RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o coeficiente angular de uma linha tangente ao segmento superior do perímetro (32) inclui tanto um coeficiente angular negativo como um coeficiente angular positivo no primeiro e no segundo segmentos côncavos (36, 38), e uma linha de corda (Lc), que se estende de um lado a outro de cada um do primeiro e do segundo segmentos côncavos (36, 38), tem um comprimento de 3 a 7 centímetros.

5. RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO (10), de acordo

com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma linha de corda (Lc), que se estende de um lado a outro de cada um do primeiro e do segundo segmentos côncavos (36, 38), tem um comprimento de 4 a 6 centímetros.

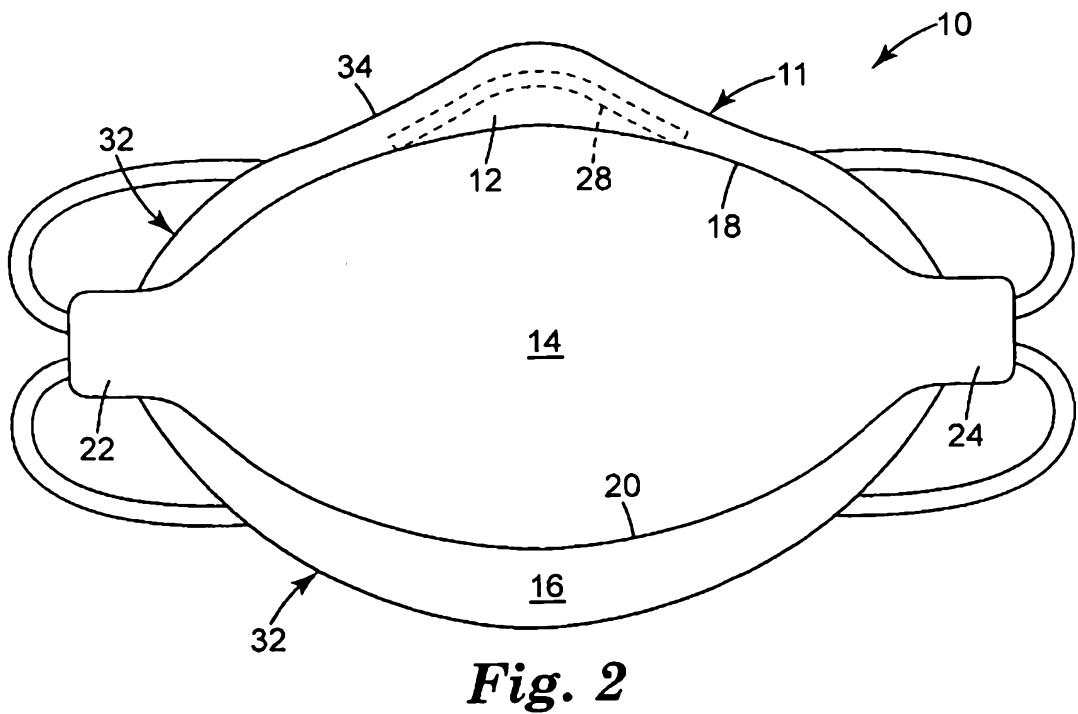
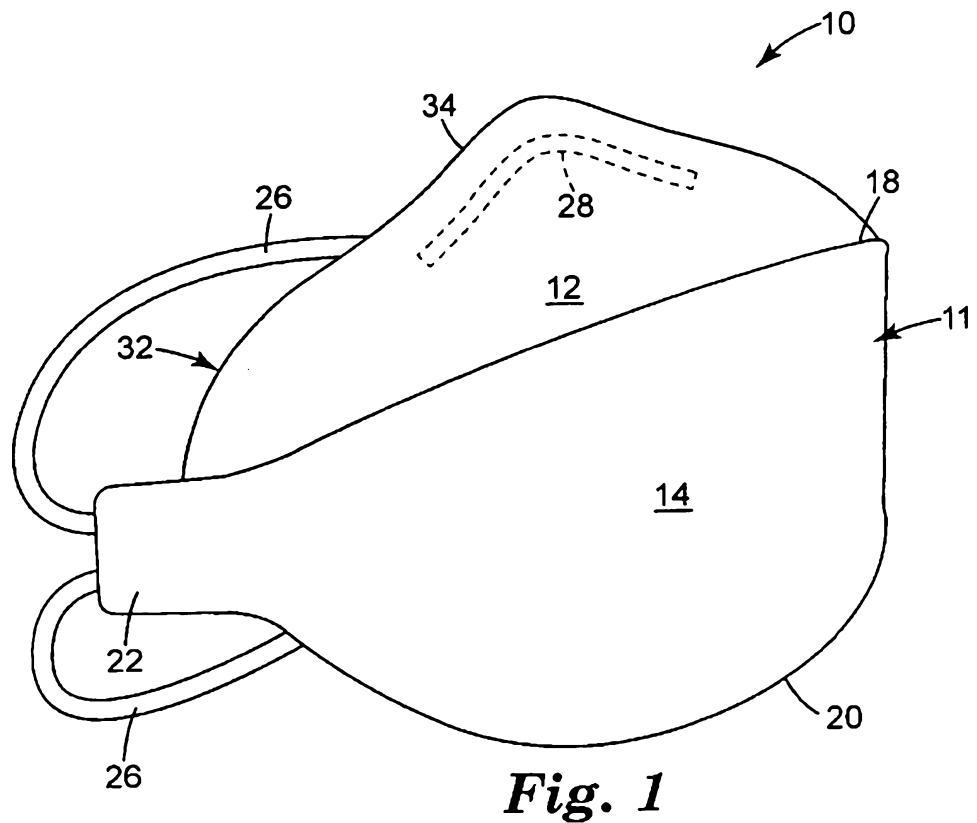
6. RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO (10), de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o comprimento de trajetória do primeiro e do segundo segmentos côncavos (36, 38) é maior que o comprimento de corda em 1 a 3 milímetros.

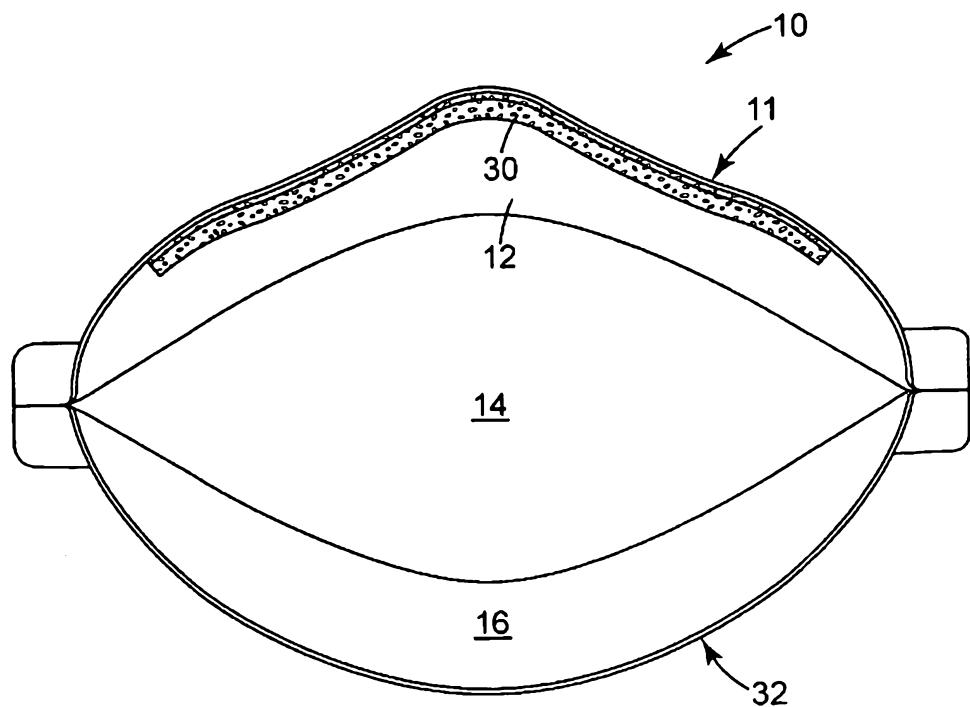
7. RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada um dentre o primeiro e o segundo segmentos côncavos (36, 38) tem uma profundidade d que é de 2 a 11 milímetros.

8. RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada um dentre o primeiro e o segundo segmentos côncavos (36, 38) tem uma profundidade d que é de 4 a 9 milímetros.

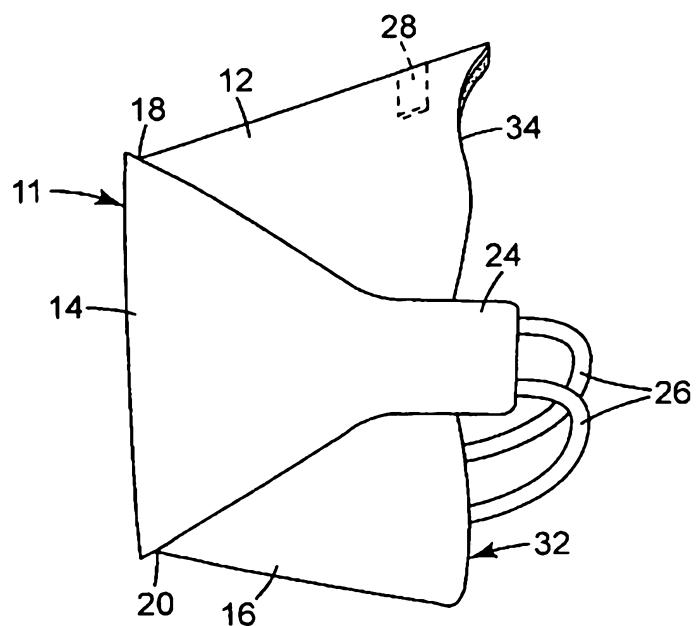
9. RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada um dentre o primeiro e o segundo segmentos côncavos (36, 38) tem uma profundidade d que é de 5 a 7 milímetros.

10. RESPIRADOR ISENTO DE MANUTENÇÃO (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o corpo de máscara (11) comprehende uma camada de enrijecimento (58), uma camada de filtração (56) e uma manta de cobertura (60), e o corpo de máscara (11) comprehende uma camada de filtração (56), uma camada de modelagem e uma manta de cobertura (60).





*Fig. 3*



*Fig. 4*

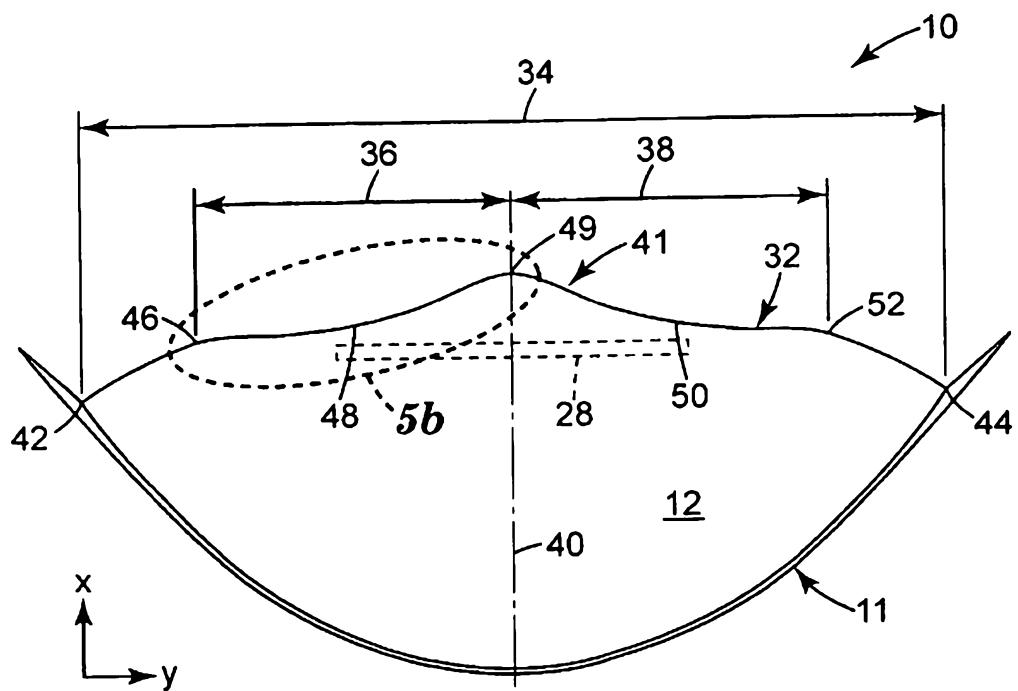


Fig. 5a

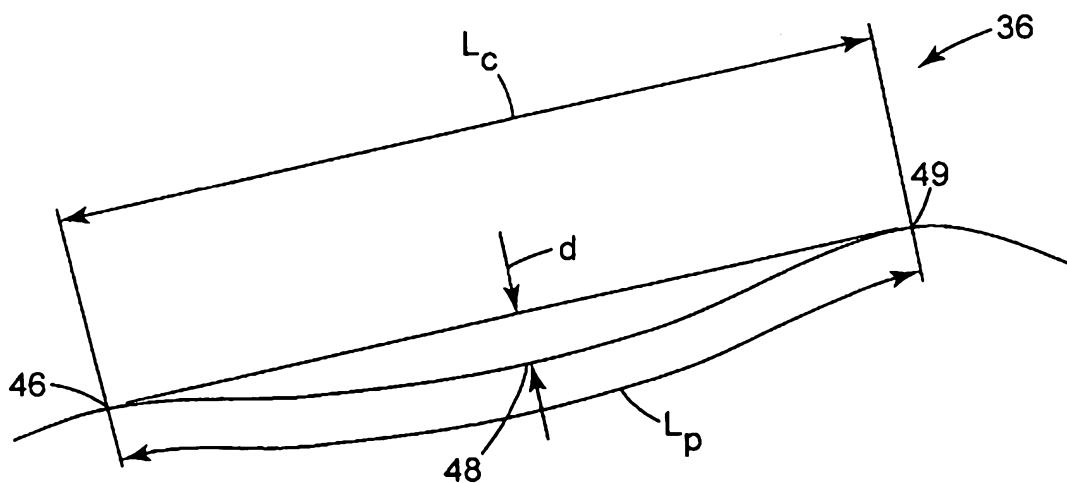


Fig. 5b

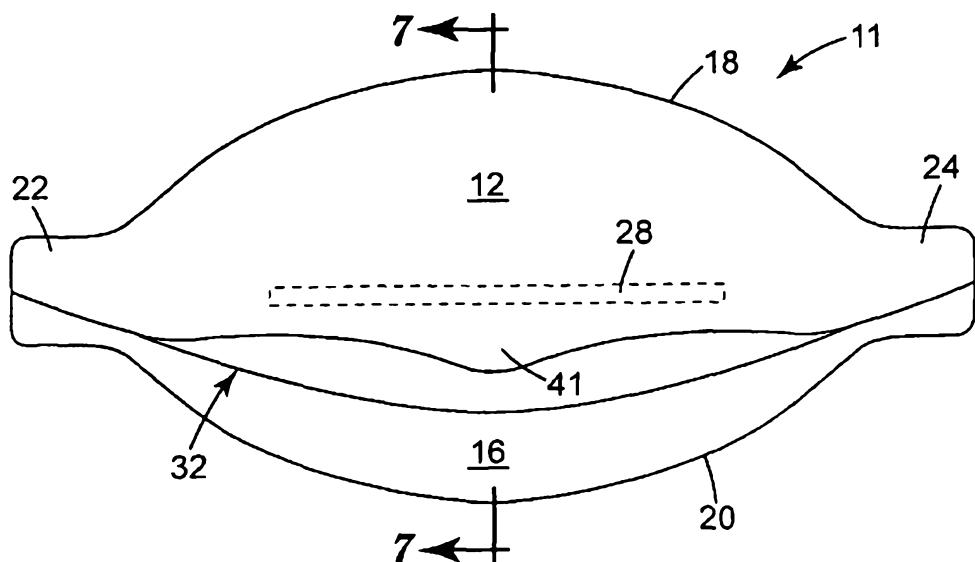


Fig. 6

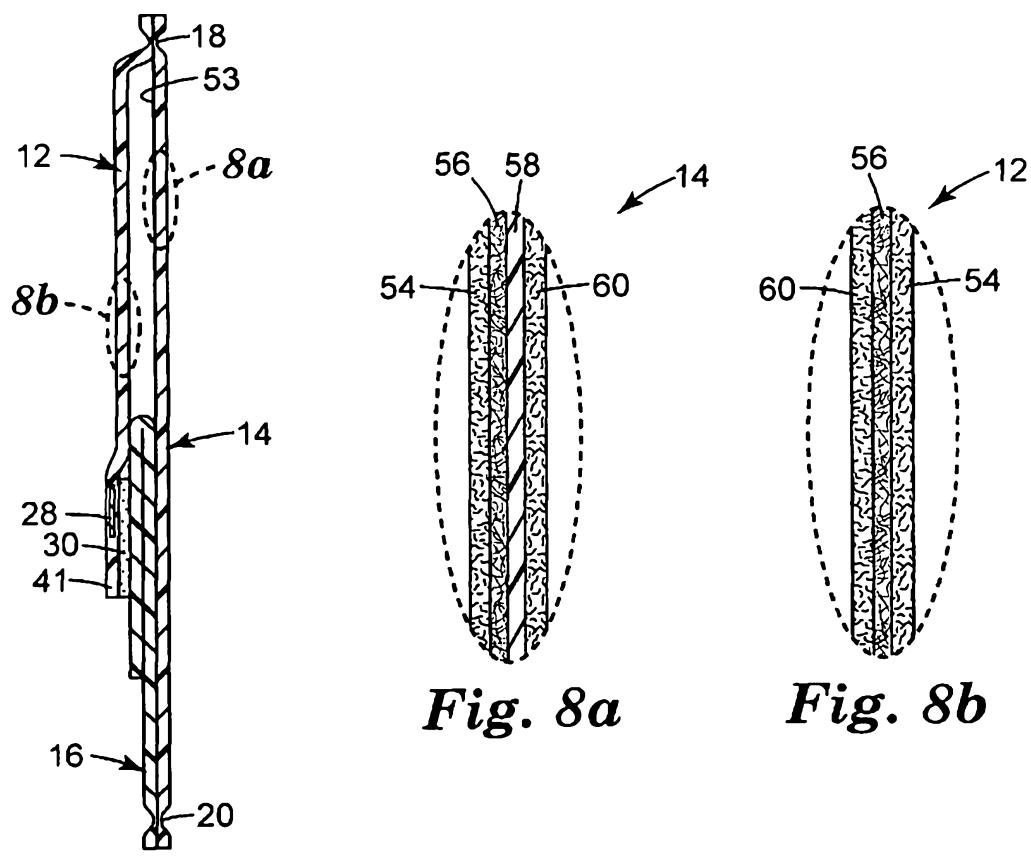


Fig. 8a

Fig. 8b

Fig. 7