

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0609387-6 A2**

(22) Data de Depósito: 25/04/2006
(43) Data da Publicação: 13/07/2010
(RPI 2062)



(51) *Int.Cl.:*
B65D 1/02
B29C 49/00

(54) Título: **RECIPIENTE MOLDADO POR SOPRO E ESTIRAMENTO, E, PRÉ-FORMA MOLDADA POR INJEÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 11/05/2005 US 11/127,037

(73) Titular(es): THE COCA-COLA COMPANY

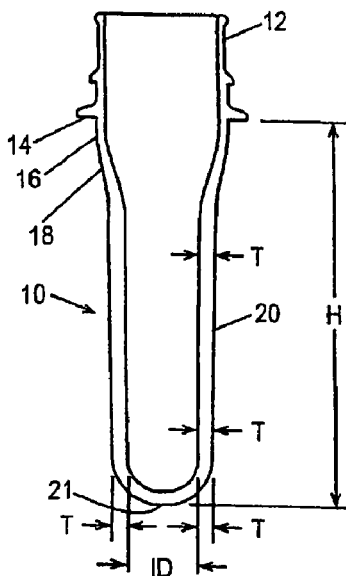
(72) Inventor(es): Christopher C. Kjørlaug , Long Fei Chang, Yu Shi

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT US2006015365 de 25/04/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/124199 de 23/11/2006

(57) Resumo: RECIPIENTE MOLDADO POR SOPRO E ESTIRAIVIENTO, E, PRÉ- FORMA MOLDADA POR INJEÇÃO. Uma pré-forma moldada por injeção para preparação de um recipiente moldado por sopro apresentando uma relação de estiramento global de cerca de (12) a cerca de (16), sendo que a relação de estiramento global é um produto de uma relação de estiramento de aro e uma relação de estiramento axial, sendo que a relação de estiramento de aro é de cerca de 5,6 a cerca de 6,5, sendo que a relação de estiramento axial é de cerca de 2,4 a cerca de 2,7, e sendo que o a pré-forma compreende um copolímero de PET CG apresentando um volume de sopro livre de cerca de 650 a cerca de 800 ml medido a 1 000C e 6,2 bar usando uma pré-forma com peso de 25 gramas projetada para um recipiente de 500 ml com um diâmetro máximo de 65 mm e uma altura de 200 mm desde abaixo do acabamento do recipiente e apresentando uma relação de estiramento de aro de 5,5 e uma relação de estiramento axial de 2,6. Esta invenção também se refere a recipientes moldados com sopro e estiramento preparados de referidas pré-formas.





PI0609387-6

"RECIPIENTE MOLDADO POR SOPRO E ESTIRAMENTO, E, PRÉ-FORMA MOLDADA POR INJEÇÃO"

Campo da invenção

5 Esta invenção refere-se a projetos de pré-formas e pré-formas preparadas dos mesmos, e também à preparação de referidas pré-formas. A presente invenção também se refere a recipientes moldados com sopro e estiramento e a métodos de preparação dos mesmos.

Fundamentos da invenção

10 Resinas de poli(etileno tereftalato) são comumente referidas na indústria como "PET", mesmo que possam, e freqüentemente podem, conter quantidades menores de componentes adicionais. PET é amplamente usado para fabricar recipientes para suco, água, refrigerantes carbonatados ("CSD") e análogos. PET é usado para estes fins em virtude de sua geralmente excelente combinação de propriedades de barreira de gás e mecânicas.

15 Os recipientes de PET aqui referidos são recipientes moldados com sopro e estiramento. Como alguém com prática ordinária na arte será capaz de reconhecer, recipientes de PET moldados com sopro e estiramento são fabricados preparando-se primeiramente uma pré-forma moldada por injeção a partir de resina de PET. A resina de PET é injetada no molde de pré-
20 forma que tem uma determinada configuração. Em métodos do estado da técnica da fabricação de recipientes, a configuração da pré-forma é determinada de acordo com o tamanho final da garrafa, e com as propriedades do polímero usado para preparar o recipiente. Após preparação da pré-forma, a pré-forma é moldada com sopro para proporcionar um recipiente moldado
25 por sopro e estiramento.

Recipientes de PET precisam conformar-se a especificações bastante rígidas, particularmente quando usadas para conter e armazenar bebidas carbonatadas em climas quentes e/ou nos meses do verão. Nestas condições, os recipientes sofrem freqüentemente expansão térmica,

comumente referida na indústria como fluência, causada pela alta pressão no recipiente a altas temperaturas. A fluência aumenta o espaço entre as moléculas de PET na parede lateral do recipiente, permitindo com isso que CO₂ escape pela parede lateral mais rapidamente do que em condições normais. A fluência também aumenta o espaço de topo no recipiente, o que permite que a carbonatação escape da bebida para a área de espaço de topo. Independentemente de como a carbonatação é liberada da bebida enquanto encerrada em um recipiente, a perda de carbonatação é indesejável porque a bebida apresentará um sabor "plano" quando isto ocorrer. A fluência aumenta o espaço interior do recipiente, o que, por sua vez, reduz o peso da bebida no recipiente. Esta altura reduzida pode traduzir-se numa percepção, por parte do consumidor, de que o recipiente não está completamente cheio e, como tal, reduz a percepção da qualidade do produto.

O desempenho do recipiente de PET também é relevante com relação à resistência da parede lateral. Durante o armazenamento e transporte, recipientes de PET enchidos são normalmente empilhados em várias camadas de recipientes cheios empilhados uns sobre o topo dos outros. Isto causa significativo estresse vertical sobre o recipiente que é manifestado, em grande parte, contra as paredes laterais. Se não houver suficiente resistência das paredes laterais ou da carga de topo no recipiente de PET a garrafa pode colapsar durante o armazenamento ou uso.

Além disso, a percepção do consumidor relativamente à qualidade do recipiente é manifestada através da sensação ao tato quando se segura o recipiente. Quando o consumidor segura um recipiente e o comprime, a parede lateral do recipiente se deformará. Se a deflexão da parede lateral for alta demais, o recipiente apresentará uma sensação ao tato de ser mole demais; e consumidores referem-se a isto como baixa qualidade dos produtos, ainda que os produtos tenham a mesma qualidade em comparação com produtos empacotados numa embalagem mais rígida.

Alguém com prática ordinária na arte será capaz de reconhecer que é desejável reduzir a quantidade de PET usada na preparação de recipientes de PET para redução do custo. Recipientes de PET com peso menor resultam em menores custos de material, menor uso de energia durante o processo de fabricação e menores custos de transporte. Recipientes com pesos mais leves também proporcionam menos rejeito sólido e exercem menos impacto ambiental negativo. No entanto, com a redução da quantidade de PET por recipiente as propriedades desejadas aqui mencionadas também são sacrificadas, proporcionando com isso um balanço entre redução de fonte e desempenho é difícil de se obter.

Métodos do estado da técnica para redução do peso dos recipientes de PET enfocam geralmente a redução da quantidade de polímero usada para preparar o recipiente. O peso do recipiente pode ser reduzido a uma quantidade que é mostrada por meio de teste de desempenho e que não sacrifica drasticamente o desempenho dos recipientes em uso, embora se haja observado alguma deterioração no desempenho do recipiente com métodos do estado da técnica de aliviar o peso em que não se usa revestimento de barreira. De uma maneira geral, as propriedades de recipiente descritas acima referem-se diretamente à quantidade de resina de PET usada para preparar o recipiente. Em métodos do estado da técnica de aliviar o peso de recipientes, menores quantidades usadas de resina de PET resultam em recipientes acabados com parede mais fina e resultarão conseqüentemente em menores propriedades de barreira e de resistência no recipiente acabado. Assim, a tensão entre a maximização do desempenho de recipientes de PET enquanto se tenta reduzir o peso de recipientes de PET permanece uma preocupação, particularmente em climas mais quentes.

O consumo de energia durante o processo de fabricação de recipiente é diretamente relacionado com a espessura da pré-forma, porque em uma pré-forma mais espessa há mais massa de polímero presente para

aquecer e resfriar. Portanto, um método de reduzir custos de energia associados com a preparação de recipientes de PET consiste em aliviar o peso da pré-forma por meio de redução da espessura da pré-forma. Métodos do estado da técnica para realizar isto envolvem efetuar uma alteração de núcleo ou uma alteração de cavidade no projeto da pré-forma. Uma alteração de núcleo aumenta o diâmetro interno da pré-forma por meio de esvaziamento de uma porção da parede interna da pré-forma. Uma alteração de cavidade não afeta o diâmetro interno, mas, ao invés, remove uma porção da parede exterior da pré-forma. No entanto, a espessura da pré-forma está relacionada, em parte, com a relação de estiramento natural do polímero que está sendo usado para preparar a pré-forma. Ou seja, a relação de estiramento natural do polímero determina a relação de estiramento da pré-forma, que é uma função do diâmetro interno da pré-forma correlacionada com a espessura da pré-forma e a altura da pré-forma abaixo do acabamento. A pré-forma é projetada de forma a apresentar uma relação de estiramento da pré-forma que é um tanto maior do que a relação de estiramento natural do polímero, desta forma maximizando o desempenho da resina de PET por meio de estiramento da resina de PET além de seu ponto de endurecimento sob tensão otimizando a cristalização e orientação para criar recipientes isentos de turbidez ou substancialmente isentos de turbidez com desempenho mecânico aceitável. O aumento do diâmetro interno de uma pré-forma diminui a relação de estiramento da pré-forma, que afeta as propriedades do recipiente final ao não maximizar o estiramento da resina de PET. Portanto, compreendeu-se no estado da técnica que o uso de resina de PET que apresenta uma relação de estiramento natural tipicamente na faixa de cerca de 13 a 16 tem limitações na redução de custos de energia envolvendo o processo de fabricação de recipiente porque a espessura da pré-forma não pode ser reduzida efetivamente.

Um método do estado da técnica, que tem sido usado para

aperfeiçoar a qualidade do recipiente, melhorar a produtividade por meio do tempo de ciclo reduzido mediante o uso de pré-formas com paredes mais finas, e diminuir o consumo de energia na fabricação, consiste em reduzir a relação de estiramento do polímero permitindo uma relação de estiramento reduzida da pré-forma. Foram realizadas tentativas para diminuir a relação de estiramento do polímero por meio de modificação da resina de PET propriamente dita. Isto pode ser obtido incrementando-se o peso molecular ou a viscosidade intrínseca (IV) da resina de PET porque resinas de PET com viscosidade intrínseca maior resultam em polímeros com menores relações de estiramento naturais. No entanto, quando a IV (viscosidade intrínseca) da resina de PET é incrementada, o polímero apresentará uma maior viscosidade em fusão. Quando maior viscosidade de fusão está presente, é preciso usar temperatura de fusão mais elevada para processar o polímero. Isto resulta em maior consumo de energia e também em maior potencial para degradação do polímero durante o processamento. A temperatura de fusão mais elevada também requer maior tempo de ciclo durante a moldagem com injeção. Estas propriedades negativas resultantes deste método de diminuição da relação de estiramento do polímero, superando com isto os benefícios descritos acima na redução da espessura de parede da pré-forma.

A redução da relação de estiramento do polímero também pode ser realizada por meio de adição de ramificação de cadeia longa. No entanto, como a modificação da viscosidade intrínseca da resina de PET, este método também aumenta a viscosidade de fusão do PET e causou o mesmo problema do polímero com alta IV (viscosidade intrínseca). Assim, este método não é desejável.

Considerando o exposto acima, seria desejável desenvolver um projeto de pré-forma que não resulta em maior consumo de energia durante o processamento. Adicionalmente, seria desejável desenvolver um projeto de pré-forma que proporciona boas propriedades mecânicas em um recipiente

acabado moldado por sopro e estiramento, como, baixa expansão térmica, boa rigidez da parede lateral e recipientes isentos de turbidez ou substancialmente isentos de turbidez. Também adicionalmente, seria desejável reduzir o consumo de energia durante a moldagem com injeção da pré-forma e, portanto, o processo de fabricação de recipiente. A presente invenção atende estes objetivos.

Sumário da invenção

Em um aspecto, a presente invenção refere-se a pré-formas para preparação de recipientes moldados com sopro e estiramento, com peso leve, que apresentam propriedades mecânicas e térmicas que são comparáveis àquelas de recipientes moldados com sopro e estiramento do estado da técnica. Adicionalmente, a presente invenção refere-se a métodos de projetar pré-formas para otimizar os estresses colocados em um recipiente acabado em uso.

A presente invenção proporciona um projeto de pré-forma com determinadas limitações de relação de aro e relação axial que permitem a produção de um recipiente moldado por sopro e estiramento, com peso leve, com propriedades térmicas e mecânicas comparáveis ou superiores a recipientes moldados com sopro e estiramento, de peso convencional, preparados do mesmo material, sendo que em referido recipiente usa resinas de PET obteníveis no estado da técnica. Esta invenção também compreende um método de preparar referidas pré-formas e recipientes moldados com sopro e estiramento e métodos de preparação dos mesmos.

De acordo com esta invenção, aumentando-se o estiramento na direção do aro é possível preparar um recipiente com copolímero de PET convencional de classe própria para recipiente [n.t.: *CG*, *container grade*, ou classe própria para recipientes] (denominado a seguir "copolímero de PET CG ou PET convencional") para apresentar maior resistência mecânica. Os inventores verificaram que, aumentando-se a relação de estiramento de aro

sem uma alteração significativa na relação de estiramento axial é possível preparar uma pré-forma que tem peso ligeiramente menor, mas com resistência comparável ou, em alguns casos, resistência mecânica maior. Em um aspecto adicional, os inventores identificaram um projeto de pré-forma inédito que pode ser usado para preparar recipientes de PET convencionais moldados com sopro e estiramento com excelentes propriedades usando-se uma quantidade reduzida de polímero na preparação do mesmo, em comparação com uma pré-forma de projeto convencional.

Mais particularmente, esta invenção compreende uma pré-forma moldada por injeção para preparar um recipiente moldado por sopro e estiramento apresentando uma relação de estiramento global de cerca de 12 a cerca de 16, sendo que a relação de estiramento global é um produto de uma relação de estiramento de aro e uma relação de estiramento axial, sendo que a relação de estiramento de aro é de cerca de 5,6 a cerca de 6,5, sendo que a relação de estiramento axial é de cerca de 2,4 a cerca de 2,7, e sendo que a pré-forma compreende um copolímero de PET CG apresentando um volume de sopro livre de cerca de 650 a cerca de 800 ml medido a 100°C e 90 psi [621 kPa]) usando-se uma pré-forma com peso de 25 gramas projetada para um recipiente de 500 ml com um diâmetro máximo de 65 mm e uma altura de 200 mm desde abaixo do acabamento do recipiente e apresentando uma relação de estiramento de aro de 5,5 e uma relação de estiramento axial de 2,6. Adicionalmente, esta invenção compreende um recipiente preparado por meio de moldagem com sopro de uma referida pré-forma. Em uma concretização preferida, a pré-forma compreende uma porção formando uma boca de ponta aberta, uma porção formadora de corpo intermediário, e uma porção formadora de base fechada.

Vantagens adicionais da invenção serão apresentadas, em parte, na descrição detalhada a seguir e, em parte, serão óbvias a partir da descrição, ou podem ser aprendidas por meio da prática da invenção. As

vantagens da invenção serão realizadas e atingidas por meio dos elementos e combinações particularmente indicadas nas reivindicações anexas. Deve-se compreender que ambas, a descrição geral precedente e a descrição detalhada a seguir, são aspectos exemplares e explanatórios da invenção, e não são restritivas da invenção, como reivindicado.

Breve descrição dos desenhos

Fig. 1 é uma vista em elevação seccional de uma pré-forma moldada por injeção preparada com o copolímero de PET convencional de classe própria para recipientes de acordo com uma concretização preferida desta invenção.

Fig. 2 é uma vista em elevação seccional de um recipiente moldado por sopro preparado a partir da pré-forma da Fig. 1 de acordo com uma concretização preferida desta invenção.

Descrição detalhada da invenção

A presente invenção pode ser compreendida mais facilmente com referência à descrição da invenção detalhada a seguir e aos exemplos aqui proporcionados e às Figuras aqui discutidas. Deve-se compreender que esta invenção não se limita aos métodos, formulações, e condições específicos descritos, porque estes podem variar evidentemente. Deve-se compreender também que a terminologia usada aqui visa apenas descrever aspectos particulares e não deve ser limitante.

Nesta descrição e nas reivindicações a seguir, será feita referência a uma diversidade de termos, que devem ser definidos apresentando os significados a seguir.

As formas singulares "o," "um," e "a" incluem artigos plurais, exceto se o contexto o determinar claramente de outra forma.

Faixas podem ser expressas aqui como de "cerca de" um valor particular e/ou a "cerca de" ou outro valor particular. Quando uma faixa do tipo referido é expressa, outro aspecto inclui de um valor particular e/ou a

outro valor particular. De maneira análoga, quando valores são expressos como aproximações, com o uso do antecedente "cerca de" deve-se compreender que o valor particular forma outro aspecto.

5 "Opcional" ou "opcionalmente" significa que o evento ou circunstância descrita subsequente pode ou não ocorrer, e que a descrição inclui casos em que referido evento ou circunstância ocorre e casos em que não ocorre. Por exemplo, a expressão "opcionalmente compreendendo um ingrediente" significa que a composição pode compreender referido ingrediente e que a descrição inclui ambas, as composições compreendendo 10 aquele ingrediente e composições sem aquele ingrediente.

A presente invenção proporciona um projeto de pré-forma com determinadas limitações de relação de aro e relação axial que permite a produção de um recipiente moldado por sopro e estiramento com propriedades térmicas e mecânicas, com peso leve, comparável ou superior a 15 recipientes moldados com sopro e estiramento, com peso convencional, preparadas do mesmo material em que referidos recipiente usa resinas de PET obteníveis no estado da técnica. Esta invenção também compreende um método de preparar referidas pré-formas e recipientes moldados com sopro e estiramento e métodos de preparação dos mesmos.

20 De acordo com esta invenção, incrementando-se o estiramento na direção do aro, é possível preparar um recipiente com copolímero de PET convencional de classe própria para recipientes de forma a apresentar maior resistência mecânica. Os inventores verificaram que incrementando-se a relação de estiramento de aro sem uma alteração significativa na relação de 25 estiramento axial, é possível preparar uma pré-forma que é mais leve, com resistência comparável, ou, em alguns casos, resistência mecânica maior.

Em um aspecto adicional, os inventores identificaram um projeto de pré-forma inédito que pode ser usado para preparar recipientes convencionais de PET moldados com sopro e estiramento com excelentes

propriedades usando-se uma quantidade reduzida de polímero na preparação dos mesmos, em comparação com uma pré-forma com um design convencional.

Na descrição da presente invenção, um copolímero de PET de classe própria para recipientes (denominado a seguir "copolímero de PET CG") é definido como apresentando um volume de sopro livre de cerca de 650 a cerca de 800 mililitros (ml) medido a 100°C e 90 psi [621 kPa]) usando-se uma pré-forma com peso de 25 gramas projetada para uma recipiente de 500 ml com um diâmetro máximo de 65 mm e uma altura de 200 mm desde abaixo do acabamento do recipiente e apresentando uma relação de estiramento de aro de 5,5 e uma relação de estiramento axial de 2,6. Este copolímero de PET CG também será referido aqui como PET convencional.

Copolímero de PET CG é contrastado com copolímero de baixa relação de estiramento natural (denominado a seguir "copolímero de PET LNSR" [*LNSR*]) que é definido como apresentando um volume de sopro livre de cerca de 400 a menos de cerca de 650 ml medido a 100°C e 90 psi [621 kPa]) usando-se uma pré-forma com peso de 25 gramas projetada para um recipiente de 500 ml com um diâmetro máximo de 65 mm e uma altura de 200 mm desde abaixo do acabamento do recipiente e apresentando uma relação de estiramento de aro de 5,5 e uma relação de estiramento axial de 2,6. Um pedido de patente copendente intitulado "Pré-forma para copolímero de PET com baixa relação de estiramento natural, Recipiente preparado com o mesmo, e Métodos" e depositado em 11 de maio de 2005, cuja divulgação é incorporada expressamente aqui por referência, divulga uma pré-forma apresentando uma reduzida relação de estiramento com determinadas limitações de relação de aro e relação axial preparada a partir de um polímero LNSR apresentando uma menor relação de estiramento natural relativamente a pré-formas preparadas a partir de resina de PET obténível no estado da

técnica. Esta referência também divulga um recipiente moldado por sopro e estiramento apresentando excelentes propriedades mecânicas, em particular um recipiente de bebida, preparado a partir deste projeto de pré-forma. Da mesma forma, esta referência divulga um recipiente transparente ou substancialmente transparente, recipientes isentos de turbidez ou substancialmente isentos de turbidez moldados com sopro e estiramento. Além disso, o polímero LNSR é divulgado separadamente e reivindicado no Pedido de Patente Copendente dos E.U.A. com nº 10/967.803 depositado no Departamento de Marcas e Patentes dos E.U.A. em 18 de outubro de 2004, que é uma continuação do Pedido de Patente dos E.U.A. com nº de série 10/696.858 depositado no Departamento de Marcas e Patentes dos E.U.A. em 30 de outubro de 2003, que reivindica prioridade sob 35 U.S.C. §119 relativamente ao pedido de patente provisional dos E.U.A. com número de série 60/423.221 depositado em 1 de novembro de 2002, cujas revelações também são incorporadas expressamente aqui integralmente por referência.

O volume de sopro livre apresenta um valor relacional para a relação de estiramento natural do polímero, que é mais difícil de medir e requer instrumentação especial. A medição do volume de sopro livre de um polímero puro, como mostrado nos Exemplos aqui, proporciona um método para medir a relação de estiramento natural de um polímero. A relação de estiramento natural de um polímero influencia o projeto de pré-forma por meio de determinação das limitações mínimas de relação de estiramento conferidas à pré-forma pelas propriedades do polímero no processo de moldagem com sopro. Assim, o volume de sopro livre é o método selecionado aqui para descrever a relação de estiramento natural do polímero. Uma pré-forma convencional com peso de 25 gramas projetada para um recipiente de 500 ml com diâmetro máximo de 65 mm e altura de 200 mm abaixo do acabamento do recipiente e apresentando uma relação de estiramento de aro de 5,5 e uma relação de estiramento axial de 2,6 foi selecionada como a

medição de base, e usou-se condições de teste convencionais de 100°C e 90 psi [621 kPa]), como mostrado no Exemplo 1. Para o copolímero de PET de classe própria para recipientes com o volume de sopro livre na faixa descrita acima, a relação de estiramento natural de referido copolímero é de cerca de 12 a 16. No caso do copolímero de PET LNSR com o volume de sopro livre na faixa descrita acima, a relação de estiramento natural para referido copolímero é de cerca de 8 a cerca de 12.

A relação de estiramento da pré-forma é outro valor usado para descrever as invenções aqui. A relação de estiramento da pré-forma refere-se à nomenclatura que é bem conhecida na arte e é definida de acordo com as fórmulas a seguir:

(1) Relação de estiramento global = [(diâmetro interno máximo do recipiente/diâmetro interno da pré-forma)] x [altura do recipiente abaixo do acabamento]/(altura da pré-forma abaixo do acabamento)]

(2) Relação de estiramento de aro = (diâmetro interno máximo do recipiente/diâmetro interno da pré-forma)

(3) Relação de estiramento axial = (altura do recipiente abaixo do acabamento/altura da pré-forma abaixo do acabamento)

(4) Ou, em uma apresentação alternativa, relação de estiramento global = relação de estiramento de aro x relação de estiramento axial

Para maximizar as características de desempenho de um polímero particular o projeto de pré-forma precisa ser tal que a relação de estiramento global da pré-forma seja maior do que a relação de estiramento natural do copolímero de PET. Usando-se os cálculos acima, poderia-se reconhecer que há maneiras virtualmente ilimitadas para se obter ou projetar uma relação de estiramento da pré-forma especificada para uso com um copolímero de PET particular. No entanto, os inventores determinaram aqui que, embora seja possível modificar ambas as relações de estiramento, axial e

de aro, para proporcionar uma relação de estiramento global da pré-forma especificada, de acordo com a presente invenção há uma relação que precisa ser seguida para se obter as propriedades mecânicas e o desempenho de barreira ótimos no recipiente resultante.

5 De acordo com um aspecto desta invenção, as pré-formas moldadas com injeção da presente invenção para preparação de um recipiente moldado por sopro e estiramento para uso com um copolímero de PET CG são projetadas para apresentarem relações de estiramento globais de cerca de 12 a cerca de 16, ou de 12 a 16. Em particular, nestas relações de estiramento
10 globais especificadas, a relação de estiramento de aro é de cerca de 5,6 a cerca de 6,5, ou de 5,6 a 6,5, ou de cerca de 5,7 a cerca de 6,5. A relação de estiramento axial é de cerca de 2,4 a cerca de 2,7, ou de 2,4 a 2,7. O copolímero de PET CG apresenta um volume de sopro livre de cerca de 650 a cerca de 800 ml medido a 100°C e 90 psi [621 kPa]) usando-se uma pré-
15 forma com peso de 25 gramas projetada para um recipiente de 500 ml com um diâmetro máximo de 65 mm e uma altura de 200 mm desde abaixo do acabamento do recipiente e apresentando uma relação de estiramento de aro de 5,5 e uma relação de estiramento axial de 2,6. Em outro aspecto, o PET CG tem um volume de sopro livre de cerca de 650 a cerca de 750 ml.

20 Variando-se as relações de estiramento de aro e axial dentro destas faixas para proporcionar a fórmula de relações de estiramento globais especificadas, os inventores verificaram aqui que é possível proporcionar recipientes moldados com sopro e estiramento apresentando propriedades aperfeiçoadas, como maior estabilidade térmica, maior leveza, e menor
25 consumo de energia. Estes aperfeiçoamentos de propriedade resultam em vários benefícios para um produto de bebida contido no recipiente, como, por exemplo, aperfeiçoamentos da vida-de-prateleira da bebida. Pré-formas transparentes ou substancialmente transparentes e recipientes moldados com sopro e estiramento também são encontrados com esta invenção.

Em um recipiente moldado por sopro e estiramento, o recipiente conforma-se geralmente à forma de um cilindro. Como um resultado desta forma geralmente cilíndrica, esforços aplicados na estrutura durante o uso, particularmente durante o uso do refrigerante carbonatado, são diferentes na direção do aro como na direção axial. De uma forma geral, o esforço na direção do aro é cerca de duas vezes tanto quanto na direção axial. No caso de refrigerante carbonatado, os esforços sobre a parede do recipiente causados pela pressão interna podem ocasionar a extensão do recipiente. Este fenômeno também é conhecido como fluência para aqueles com prática na arte. Fluência é ruim para a qualidade do produto e também para a qualidade do recipiente. Em particular, fluência aumenta o volume do recipiente, o que, por sua vez, reduz o nível de enchimento aparente do recipiente. Isto pode causar a falsa percepção, por parte dos consumidores, de que há menos produto no recipiente. Fluência pode causar deformação do recipiente, alterando a forma do recipiente, o que, em muitos casos, é representativa de uma marca. Fluência também aumenta o espaço de topo do CSD. Isto ocasiona que o CO₂ migre da bebida para o espaço de topo e, portanto, reduz a quantidade do CO₂ na bebida. Como a vida-de-prateleira do CSD é determinada pela quantidade de CO₂ na bebida, o maior volume de espaço de topo reduz drasticamente a vida-de-prateleira do produto de CSD. O calor exacerba este fenômeno causando ainda mais expansão térmica ou fluência.

Uma pré-forma convencional projetada para um copolímero de PET CG apresenta tipicamente uma relação de estiramento global de cerca de 12 a cerca de 16, uma relação de estiramento de aro na faixa de 4,3 a 5,5 e a relação de estiramento axial na faixa de 2,4 a 2,8. Os inventores verificaram que é possível incrementar a extensão do aro da pré-forma para se obter maior orientação nesta direção, ao mesmo tempo que se reduz a extensão axial para reduzir a orientação nesta direção. Desta maneira obtém-se um maior grau de orientação do aro. Como a orientação do recipiente é relacionada com a

relação de estiramento da pré-forma, a maior extensão do aro pode incrementar a orientação na direção do aro, e, com isto, reduzir a deformação na direção do aro. A partir desta descoberta verificou-se que pode ser benéfico estender a pré-forma na direção do aro em maior grau do que na direção axial. Procedendo-se desta forma verificou-se que uma maior extensão na direção do aro melhora a orientação do recipiente de bebida resultante, resultando desta forma em propriedades aperfeiçoadas no recipiente.

Surpreendentemente, este recipiente de peso leve preparado a partir do projeto de pré-forma da presente invenção apresenta propriedades, como maior rigidez da parede lateral, que são iguais ou melhores do que aquelas apresentadas nos recipientes de bebida preparados a partir de pré-formas com projetos convencionais com maior peso. Em particular, os recipientes moldados com sopro e estiramento da presente invenção apresentam pesos pelo menos mais leves do que recipientes moldados com sopro e estiramento preparados a partir de copolímero de PET CG (i.e. PET convencional) e usando-se projetos convencionais de pré-formas. Ou seja, um recipiente preparado a partir de um projeto de pré-forma da presente invenção apresenta uma redução de pelo menos 5 % em peso em comparação com um segundo recipiente apresentando o mesmo volume preparado a partir de uma pré-forma apresentando uma relação de estiramento global de cerca de 12 a cerca de 16, uma relação de estiramento axial de cerca de 2,4 a cerca de 2,8, e uma relação de estiramento de aro de cerca de 4,3 a cerca de 5,5 (denominado a seguir "projeto convencional"). Em outro aspecto, o projeto de pré-forma apresenta pelo menos 10 % de redução do peso. Referidos recipientes de peso leve inventivos apresentam propriedades mecânicas e térmicas que são iguais ou melhores do que recipientes moldados com sopro e estiramento do estado da técnica. Além disso, obtém-se recipientes isentos de turbidez ou substancialmente isentos de turbidez.

Verificou-se que as dimensões físicas da pré-forma podem ser alteradas de forma a preparar uma pré-forma com peso mais aliviado do que é normalmente possível no estado da técnica para preparar o mesmo recipiente com as propriedades físicas semelhantes. Embora esta pré-forma tenha peso mais leve, verificou-se com surpresa que o recipiente resultante apresenta um nível aceitável de concentração e também proporciona rigidez comparável da parede lateral do recipiente em comparação com recipientes preparados a partir de PET convencional usando-se o projeto convencional de uma pré-forma de peso convencional. Este projeto da presente invenção não é recomendado para uso com pré-formas de peso convencional. Este projeto da presente invenção é projetado especificamente para objetivos de peso leve. De outra forma, se usado com pré-formas de peso convencional, a espessura da parede lateral é espessa demais, resultando em prejuízos relativos ao tempo de ciclo.

Usando-se a metodologia do projeto de pré-forma da presente invenção aqui discutida, é possível produzir um recipiente com quantidade reduzida de polímero presente e ainda obter propriedades comparáveis nas propriedades do recipiente acabado em comparação com procedimentos de alívio de peso do estado da técnica. Referidos recipientes têm o peso leve, mas, não obstante, apresentam propriedades mecânicas e térmicas aperfeiçoadas apresentando propriedades mecânicas aperfeiçoadas, maior cristalinidade, e maior vida-de-prateleira, e podem ser preparados usando-se pré-formas apresentando relação de estiramentos de cerca de 12 a cerca de 16.

Este projeto de pré-forma da presente invenção difere de técnicas de projeto de pré-forma do estado da técnica porque a pré-forma que se conforma à fórmula especificada varia a relação de estiramento de aro e relação de estiramento axial de uma maneira não-proporcional. Isto proporciona um recipiente moldado por sopro e estiramento acabado com uma relação de estiramento de aro e uma relação de estiramento axial que

incrementa a rigidez da parede lateral do recipiente moldado por sopro e estiramento acabado.

Com referência à FIG. 1, uma pré-forma 10 apresentando um design convencional é ilustrada na FIG. 1. As dimensões na FIG. 1 não são desenhadas em escala.

A pré-forma 10 é preparada por meio de moldagem com injeção de um copolímero de PET CG em um aspecto da presente invenção. Referidas pré-formas compreendem um acabamento rosqueado do pescoço 12 que termina, em sua parte inferior, em um flange de terminação 14. Abaixo do flange de terminação 14 há uma seção geralmente cilíndrica 16 que termina numa seção 18 com diâmetro externo gradualmente decrescente de forma a proporcionar uma espessura de parede crescente. Abaixo da seção 18 há uma seção de corpo alongada 20. A altura da pré-forma é medida desde o flange de terminação 14 até uma ponta fechada 21 da seção de corpo alongada 20.

A pré-forma 10 ilustrada na FIG. 1 é moldada com sopro para formar um recipiente 22 ilustrado na FIG. 2. O recipiente 22 compreende uma capa 24 compreendendo um acabamento rosqueado de pescoço 26 definindo uma boca 28, um flange de terminação 30 abaixo do acabamento rosqueado do pescoço, uma seção afunilada 32 que se estende desde o flange de terminação, uma seção de corpo 34 estendendo-se abaixo da seção afunilada, e uma base 36 no fundo do recipiente. A altura do recipiente é medida desde o flange de terminação 30 até uma extremidade fechada na base 36. O recipiente 22 é usado vantajosamente para preparar uma bebida envasada 38, como ilustrado na FIG. 2. A bebida envasada 38 inclui uma bebida, como um refrigerante carbonatado disposto no recipiente 22 e um fecho 40 que fechada hermeticamente a boca 28 do recipiente.

Em um aspecto da presente invenção, a porção que forma o corpo intermediário das pré-formas inventivas podem ter uma espessura de parede de cerca de 1,5 a cerca de 8 mm. A porção de formação do corpo

intermediário da pré-forma também pode ter um diâmetro interno de cerca de 10 a cerca de 30 mm, e a altura da pré-forma, que se estende desde a ponta fechada da pré-forma oposta à extremidade até a extremidade, é de 50 a 150 mm. Em um aspecto, recipientes preparados de acordo com alguns aspectos desta invenção podem apresentar um volume dentro da faixa de cerca de 0,25 a cerca de 3 litros e uma espessura de parede de cerca de 0,25 a cerca de 0,65 mm. No entanto, é importante observar que, em relação ao projeto de pré-forma da presente invenção, a relação de estiramento global e as relações de estiramento axial e de aro precisa variar de acordo com as fórmulas aqui indicadas.

Nesta descrição faz-se referência a dimensões da pré-forma 10 e aos recipientes 22 resultantes. A altura H da pré-forma é a distância da ponta fechada 21 da pré-forma oposta ao acabamento 12 até o flange de terminação 14 do acabamento. O diâmetro interno ID da pré-forma 10 é a distância entre as paredes interiores da seção de corpo alongada 20 das pré-formas. A espessura de parede T da pré-forma 10 também é medida na seção de corpo alongada 20 das pré-formas. A altura H' do recipiente 22 é a distância desde a ponta fechada da base 36 do recipiente oposta ao acabamento 26 até o flange de terminação 30 do acabamento. O diâmetro interno máximo do recipiente MD é o diâmetro do recipiente em seu ponto mais amplo ao longo do recipiente 22. A relação de estiramento de aro das pré-formas equivale ao diâmetro interno máximo do recipiente dividido pelo diâmetro interno da pré-forma e a relação de estiramento axial equivale à altura do recipiente abaixo do acabamento dividido pela altura da pré-forma abaixo do acabamento. A relação de estiramento global das pré-formas equivale ao produto da relação de estiramento de aro e à relação de estiramento axial.

A pré-forma 10, recipiente 22, e bebida envasada 38 são apenas concretizações exemplares da presente invenção. Deve-se

compreender que o copolímero de PET CG que compreende um aspecto da presente invenção pode ser usado para preparar uma variedade de pré-formas e recipientes apresentando uma variedade de configurações.

Os inventores determinaram com surpresa que o método
5 inédito do projeto de pré-forma pode ser usado para preparar projetos de pré-forma aperfeiçoados empregando copolímeros de PET CG, que é PET apresentando relações de estiramentos maiores do que o polímero PET LNSR descrito acima e no pedido de patente copendente. A metodologia do projeto de pré-forma inventivo pode ser usada para preparar recipientes com peso
10 leve moldados com sopro e estiramento a partir de copolímero de PET CG. Exemplos de copolímeros de PET CG úteis para o projeto de pré-forma da presente invenção incluem copolímeros de PET apresentando modificação de cerca de 1 a cerca de 5 % em mol, ou de 1 a cerca de 3 % em mol de modificação de 1,4 cicloexano dimetanol, ou, alternativamente, de cerca de 1
15 a cerca de 5 % em mol, ou de 1 a cerca de 3 % em mol de modificação de ácido isoftálico ou ácido naftaleno dicarboxílico. Em um aspecto adicional, copolímero de PET CG significa PET em que DEG é um subproduto natural do processo de fabricação de PET e este DEG não é removido antes de seu uso. Referido teor de DEG é superior a cerca de 2,4 % em mol DEG, ou
20 superior a cerca de 3 % em mol de DEG. Como discutido previamente, aqueles com prática na arte considerarão que DEG é um subproduto inofensivo do processo de fabricação de PET. Assim, PET comumente usado para preparar recipientes de bebidas contém necessariamente DEG. Até a invenção aqui descrita, não era possível preparar recipientes moldados com
25 sopro e estiramento de peso leve comercialmente aceitáveis a partir de referido PET convencional porque as paredes mais finas que resultaram de teor reduzido de polímero não proporcionaram desempenho vantajoso no recipiente acabado.

Em outro aspecto da presente invenção, proporciona-se um

método para preparar um recipiente, sendo que o método compreende moldagem com sopro de uma pré-forma moldada por injeção apresentando as relações de estiramento de aro, axial e relações de estiramento globais do projeto de pré-forma da presente invenção para uso com copolímero de PET CG como descrito alhures aqui.

Para compreender a significância de um aspecto da presente invenção, proporciona-se um sumário do processo convencional de preparação de recipientes moldados com sopro e estiramento. Primeiramente, grânulos de PET obtidos de um processo convencional de esterificação/policondensação de poliéster são fundidos e subsequentemente formados a pré-formas através de um processo de moldagem com injeção usando-se processos conhecidos. Em segundo lugar, as pré-formas são aquecidas em uma estufa a uma temperatura acima da T_g do polímero, e, então, formadas em recipientes por meio de um processo conhecido de moldagem com sopro. O resultado final desejado compreende pré-formas transparentes e recipientes transparentes com propriedades mecânicas e de barreira suficientes para proporcionar proteção apropriada para o produto alimentício ou bebida contida e armazenada no recipiente.

Como o compreenderá alguém com prática ordinária na arte, uma consideração importante para a produção de recipientes transparentes ou translúcidos consiste em produzir primeiramente pré-formas translúcidas ou transparentes. Durante a etapa de moldagem com injeção, pode ocorrer cristalização induzida termicamente durante a conversão do polímero a uma pré-forma. Cristalização induzida termicamente pode resultar na formação de grandes cristalitos no polímero, juntamente com uma formação concomitante de turbidez. Para minimizar a formação de cristalitos e, assim, proporcionar pré-forma transparente, a taxa de cristalização térmica deveria ser suficientemente lenta para que seja possível produzir pré-formas com poucos cristalitos ou sem quaisquer cristalitos. No entanto, se a taxa de cristalização

térmica for baixa demais, as taxas de produção de resina de PET podem ser afetadas adversamente, porque PET precisa ser cristalizado termicamente antes da polimerização em estado sólido, um processo usado para incrementar o peso molecular de PET e remover simultaneamente acetaldeído indesejado.

- 5 Polimerização em estado sólido aumenta o peso molecular do polímero de forma que um recipiente preparado a partir do polímero apresentará a resistência necessária.

Técnicas da arte anterior para redução da taxa de cristalização térmica incluem o uso de PET contendo uma determinada quantidade de co-
10 monômeros. Os modificadores de co-monômero mais comumente empregados são ácido isoftálico ou 1,4-cicloexanodimetanol, que são adicionados em níveis abrangendo de 1,5 a 3,0 % em mol.

Contrabalançando a necessidade de reduzir a taxa de cristalização térmica durante a moldagem com injeção está a necessidade de
15 incrementar a taxa de cristalinidade induzida por tensão que ocorre durante a moldagem com sopro. Cristalização induzida com tensão resulta da deformação mecânica rápida de PET, e gera cristalitos transparentes extremamente pequenos. A quantidade de cristalitos presentes na parede lateral do recipiente correlaciona-se geralmente com o desempenho de
20 resistência e de barreira do recipiente.

Em particular, métodos do estado da técnica do projeto de pré-forma basearam-se em alteração de núcleo ou alteração de cavidade, ou um re-projeto da pré-forma com relação similar de estiramento de aro e de estiramento axial nos projetos de pré-forma convencionais. Estes projetos do
25 estado da técnica não contribuem para os diferentes esforços exercidos nas direções do aro e axial em um recipiente acabado. Os presentes inventores determinaram que, devido aos diferentes esforços exercidos sobre um recipiente acabado, é preciso haver mais estiramento do aro do que estiramento axial.

Com o balanço entre relações de estiramentos axial e de aro proporcionado com o presente projeto, quando variadas dentro da relação de estiramento global especificada, as pré-formas são facilmente estiradas. Ao mesmo tempo a orientação do aro é maximizada, as propriedades mecânicas e térmicas do resultante recipiente moldado por sopro e estiramento.

Adicionalmente, usando-se o projeto de pré-forma da presente invenção com copolímero de PET CG, verificou-se que é possível preparar recipientes com peso leve apresentando as mesmas caracterizações de rigidez da parede lateral, e de expansão térmica. Como recipientes convencionais do estado da técnica com peso superior.

O potencial de alívio de peso para um recipiente usando o projeto de pré-forma inventivo pode ser ilustrado com dois testes: expansão térmica e deflexão da parede lateral como descrito nos Exemplos apresentados aqui abaixo. Ambos os testes demonstram as propriedades mecânicas dos recipientes. Expansão térmica é um reflexo da expansão térmica, e deflexão da parede lateral é um reflexo da rigidez da parede lateral, respectivamente. Independentemente do projeto da pré-forma, para a mesma composição de resina, uma garrafa com peso leve geralmente apresenta menor resistência mecânica, menor estabilidade térmica (e concomitantemente maior expansão térmica), e menos rigidez da parede lateral (ou maior deflexão da parede lateral). Desempenho aperfeiçoado tanto no que se refere à estabilidade térmica e rigidez da parede lateral pode diminuir substancialmente a fluência, que é a alteração dimensional sob esforço de um recipiente medido por meio de alteração de diâmetro e de altura. Este pode ser um fator importante no uso, particularmente para refrigerante carbonatado, porque a maior parte dos recipientes sofre algum esforço durante a após o processo de enchimento, em particular esforço mecânico e esforço oriundo de aquecimento. Da mesma forma, temperaturas excessivas durante o armazenamento e o transporte também podem exercer

esforços mecânicos sobre o recipiente. Portanto, usa-se testes de expansão térmica e de deflexão da parede lateral, para comparar o desempenho de recipientes, e especificamente o desempenho de recipientes pressurizados.

Os projetos de pré-forma da presente invenção podem ser usados para preparar recipientes moldados com sopro e estiramento. Referidos recipientes incluem, embora sem limitação aos listados a seguir, garrafas, tambores, garrafas, e resfriadores, e análogos. Como é de conhecimento daqueles versados na arte, referidos recipientes podem ser preparados por meio de moldagem com sopro de uma pré-forma moldada por injeção. Exemplos de estruturas e métodos vantajosos de pré-forma e recipientes para preparação dos mesmos são divulgados na Patente dos Estados Unidos nº 5.888.598, cuja revelação é incorporada aqui integralmente por referência. Outras pré-formas e estruturas de recipiente moldado por sopro e estiramento conhecidas por alguém com prática na arte também poderão ser preparadas de acordo com a presente invenção.

A presente invenção é descrita acima e ilustrada adicionalmente abaixo com exemplos, que não devem ser interpretados de modo algum como impondo limitações sobre o escopo da invenção. Ao contrário, deve-se compreender claramente que é possível recorrer a várias outras concretizações, modificações, e equivalentes da mesma que, após leitura da descrição aqui apresentada, podem depreender-se para aqueles com prática na arte sem afastar-se do espírito da presente invenção e/ou do escopo das reivindicações anexas.

Exemplos

Os Exemplos a seguir são oferecidos para proporcionar àqueles com prática ordinária na arte uma revelação e descrição completa do projeto de pré-forma da presente invenção para alívio do peso de uma garrafa de PET usando PET convencional, e destinam-se a ser puramente exemplares da invenção e não devem limitar o escopo daquilo que os inventores

consideram como sua invenção. Foram empreendidos esforços para medir a precisão com relação a números (por exemplo, quantidades, temperatura, etc.) mas deve-se considerar alguns erros e desvios. Exceto se indicado de outra forma, partes são partes em peso, temperatura é em °F ($^{\circ}\text{C} = [\text{x } ^{\circ}\text{F} - 32]/1,8$) ou é à temperatura ambiente, e pressão é atmosférica ou quase atmosférica.

Exemplo 1

Diferentes resinas de PET foram secadas de um dia para o outro a 135°C em um forno a vácuo para se obter um nível de umidade abaixo de 50 ppm antes da moldagem com injeção. A moldagem com injeção foi realizada com uma máquina de injeção em cavidade Arburg em escala de laboratório, em moldes de pré-forma convencionais usando-se uma pré-forma com peso de 25 gramas projetada para um recipiente de 500 ml com um diâmetro máximo de 65 mm e uma altura de 200 mm desde abaixo do acabamento do recipiente e apresentando uma relação de estiramento de aro de 5,5 e uma relação de estiramento axial de 2,6. As pré-formas foram então sopradas a bolhas para determinar a relação de estiramento de cada polímero. Realizou-se sopro livre em cada variável de pré-forma e as bolhas foram sopradas a temperaturas de 100°C e 90 psi [621 kPa]). O volume de sopro livre é uma indicação da relação de estiramento natural do PET, e é registrado para cada bolha. Quanto maior o volume de sopro livre, tanto maior a relação de estiramento natural do PET.

Tabela 1: Resultados de sopro livre do copolímero de PET LNSR e do copolímero de PET CG

Composição de resina			volume de sopro livre (ml)
% em mol IPA	% em mol DEG	% em mol NDC	
3	2,80	0	713
0	1,60	0,25	542
0	1,60	0,50	520
0	1,60	1,00	560
0,50	1,60	0	529

A primeira resina com 3 % em mol de IPA e 2,8 % em mol de DEG é um copolímero de PET CG ou copolímero de PET convencional.

Observa-se na Tabela 1 que as outras resinas apresentam reduzido volume de sopro livre e, portanto, apresentam uma menor relação de estiramento natural do que aquela do copolímero de PET convencional.

Exemplo 2

5 Projetou-se uma pré-forma de 26,5 g e uma pré-forma de 23 g para garrafa de PET de 600 ml. As relações de estiramentos dos dois projetos de pré-forma são mostrados na Tabela 2. A pré-forma de 26,5 g foi obtida por meio de uma alteração de núcleo de uma pré-forma de 28 g usada para produzir as garrafas de 600 ml.

10 Tabela 2

	pré-forma de 26,5 g projeto de alteração de núcleo (comparativo)	pré-forma de 23 g projeto da invenção
relação de estiramento de aro	4,67	5,98
relação de estiramento axial	2,80	2,60
relação de estiramento global	13,1	15,5

Exemplo 3

Um PET de classe comercialmente obtenível vantajoso para uso na preparação de um recipiente de CSD com uma IV (viscosidade intrínseca) de 0,84 foi secado de um dia para o outro a 135°C em um forno a vácuo para se obter um nível de umidade abaixo de 50 ppm antes da moldagem com injeção. Esta resina é considerada como sendo "convencional" de acordo com a presente revelação porque esta resina na é tratada para se remover DEG residual derivado do processo de manufatura. A moldagem com injeção foi realizada com uma máquina de injeção em cavidade unitária Arburg em escala de laboratório enchendo os moldes de pré-formas de 26,5 g e 23 g. Em seguida, as pré-formas foram então moldadas com sopro em garrafas de contorno de 600 ml com uma máquina Sidel SBO 1.

Exemplo 4

Realizou-se um teste de estabilidade térmica em garrafas do Exemplo 3 como a seguir:

Mediu-se as dimensões e espessura das garrafas de teste

"como recebidas". Garrafas foram então enchidas com água carbonatada a 4,1+/- 0,1 volumes e tampadas. As garrafas enchidas são expostas à temperatura ambiente de um dia para o outro, e mede-se as dimensões para determinar o percentual de alteração. As garrafas são expostas a 38°C, e as

5 dimensões são medidas para determinar o percentual de alteração.

A alteração dimensional crítica é listada na Tabela 3.

Tabela 3: Estabilidade térmica de garrafas preparadas com garrafa de PET convencional

descrição da garrafa	% de alteração do diâmetro do rótulo	queda do ponto de enchimento (cm)	% de alteração da altura
garrafa de 26,5 g com pré-forma de alteração de núcleo	2,72 %	2,83 cm	1,6 %
garrafa de 23 g com pré-forma da invenção	1,50 %	2,71 cm	2,5 %

Os resultados acima demonstram que as garrafas de 23 g

10 passadas apresentaram menos alterações dimensionais durante o teste de estabilidade. Em particular, as garrafas de 26,5 g são muito mais pesadas (i.e., têm parede mais espessa) do que garrafas de 23 g e, portanto, espera-se que desempenhem muito melhor no teste de estabilidade térmica. De maneira

surpreendentemente, o recipiente de PET mais leve preparado usando o

15 projeto de pré-forma inventivo apresentou estabilidade térmica significativamente melhor do que este recipiente mais pesado. Este resultado mostra que é possível usar a metodologia do projeto de pré-forma inventiva para preparar recipientes moldados com sopro e estiramento, com peso leve, apresentando estabilidade térmica surpreendentemente boa.

20 Exemplo 5 - Resistência ao fendimento por estresse ambiental

As garrafas do Exemplo 4 foram submetidas ao teste de fendimento por esforço acelerado como descrito abaixo. Para o teste de resistência ao fendimento por esforço acelerado, vinte de cinco (25) amostras de cada variável foram selecionadas randomicamente e carbonatadas a 4,1-4,5

25 volumes de CO₂. As amostras foram armazenadas durante 24 horas a 72°F (22

°C) e 50 % de umidade relativa. A área de base de cada uma destas garrafas foi então imersa em uma solução diluída de hidróxido de sódio (0,1 %). Cada garrafa foi então examinada cuidadosamente durante um curso de 3 horas para se detectar vazamento de dióxido de carbono através de fendimentos na base ou para determinar falha catastrófica da base. Caso se detectasse qualquer vazamento de carbonatação ou ruptura da base, o tempo deste ponto de falha seria registrado.

Tabela 4: Fendimento por esforço acelerado

descrição da garrafa	tempo médio até a falha (hora)	% das garrafas que passou o teste de 3 horas
garrafa de 26,5 g com projeto de alteração de núcleo	3,23	56 %
garrafa de 23 g com projeto da invenção	3,23	80 %

Como se pode observar na Tabela 4, as garrafas de 23 g superaram o desempenho de garrafas de 26,5 g apesar de as garrafas de 26,5 g serem muito mais pesadas, e espera-se que durem mais tempo no teste de fendimento por estresse cáustico. Este resultado de teste mostra que recipientes moldados com sopro e estiramento preparados a partir de PET convencional, usando-se a metodologia do projeto de pré-forma inventivo, apresentam propriedades mecânicas aperfeiçoadas relativamente a recipientes preparados a partir de projetos de pré-forma do estado da técnica. Este resultado é surpreendente porque se poderia esperar que os recipientes de 26,5 g mais espessos desempenhassem melhor. Este resultado confirma adicionalmente os excelentes resultados observados com a metodologia do projeto de pré-forma inventivo.

Aqueles com prática na arte perceberão que é possível realizar várias modificações e variações na presente invenção sem afastar-se do escopo da invenção. Outros aspectos da invenção poderão ser percebidos por aqueles com prática na arte considerando a descrição e a prática da invenção aqui revelada. Pretende-se que a descrição e exemplos sejam considerados meramente como exemplares.

REIVINDICAÇÕES

1. Recipiente moldado por sopro e estiramento, caracterizado pelo fato de que é preparado a partir de uma pré-forma moldada por injeção apresentando uma relação de estiramento global de cerca de 12 a cerca de 16, sendo que a relação de estiramento global é um produto de uma relação de estiramento de aro e uma relação de estiramento axial, sendo que a relação de estiramento de aro é de cerca de 5,6 a cerca de 6,5, sendo que a relação de estiramento axial é de 2,4 a cerca de 2,7, e sendo que a pré-forma compreende um copolímero de PET CG apresentando um volume de sopro livre de cerca de 650 a cerca de 800 ml, medido a 100°C e 90 psi [621 kPa]) usando-se uma pré-forma com peso de 25 gramas projetada para um recipiente de 500 ml com um diâmetro máximo de 65 mm e uma altura de 200 mm desde abaixo do acabamento do recipiente e apresentando uma relação de estiramento de 5,5 e uma relação de estiramento axial de 2,6.
2. Recipiente moldado por sopro e estiramento de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o estiramento de aro da pré-forma é de cerca de 5,7 a cerca de 6,5.
3. Recipiente moldado por sopro e estiramento de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o volume de fluxo livre do copolímero de PET CG é de cerca de 650 a cerca de 750 ml.
4. Recipiente moldado por sopro e estiramento de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende de cerca de 23 a cerca de 25 g do copolímero de PET CG, sendo que o volume do recipiente é de 450 a cerca de 650 ml.
5. Recipiente moldado por sopro e estiramento de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que apresenta pelo menos uma redução de 5 % em peso em comparação com um segundo recipiente apresentando o mesmo volume preparado a partir de uma pré-forma apresentando uma relação de estiramento global de cerca de 12 a cerca de 16,

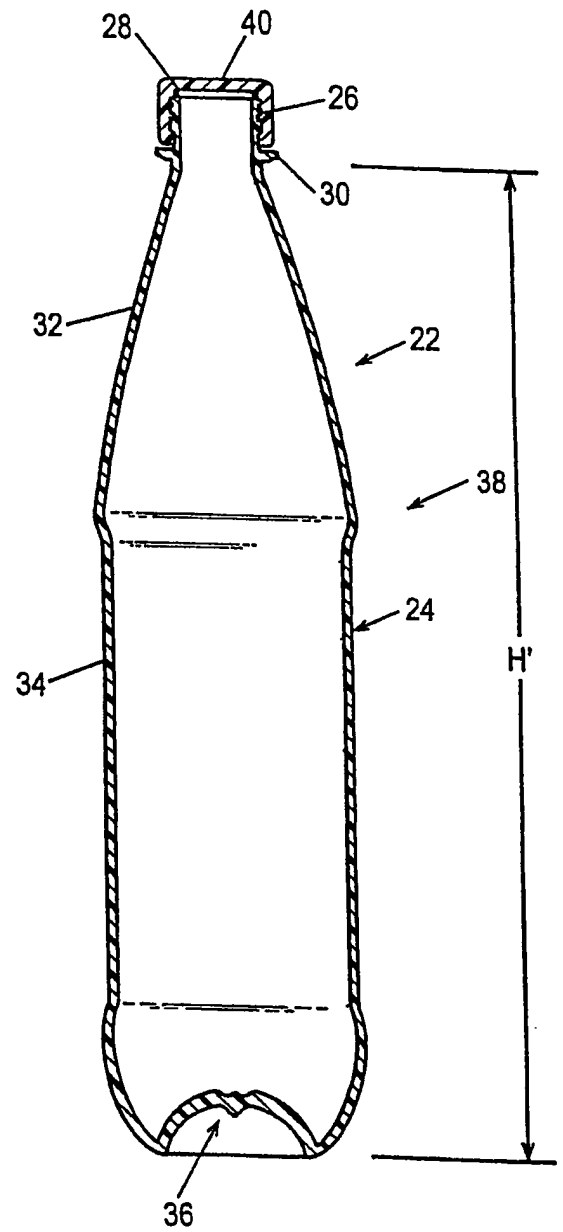
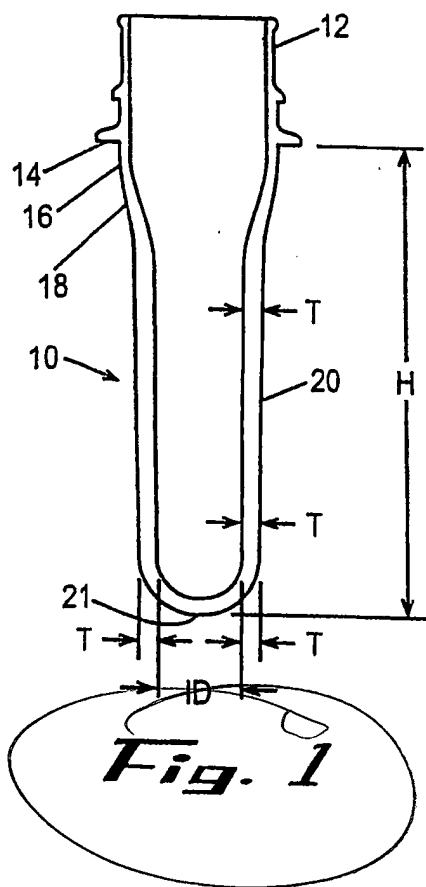
um estiramento de aro de cerca de 2,4 a cerca de 2,8, e uma relação de estiramento axial de cerca de 4,3 a cerca de 5,5.

5 6. Recipiente moldado por sopro e estiramento de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de possuir pelo menos uma redução de 10 % em peso.

10 7. Pré-forma moldada por injeção, caracterizada pelo fato de que é para a preparação de um recipiente moldado por sopro e estiramento apresentando uma relação de estiramento global de cerca de 12 a cerca de 16, sendo que a relação de estiramento global é um produto de uma relação de estiramento de aro e uma relação de estiramento axial, sendo que a relação de estiramento de aro é de cerca de 5,6 a cerca de 6,5, sendo que a relação de estiramento axial é de cerca de 2,4 a cerca de 2,7, e sendo que a pré-forma compreende um copolímero de PET CG apresentando um volume livre de
15 uma pré-forma com peso de 25 gramas projetada para um recipiente de 500 ml com um diâmetro máximo de 65 mm e uma altura de 200 mm desde abaixo do acabamento do recipiente e apresentando uma relação de estiramento de aro de 5,5 e uma relação de estiramento axial de 2,6.

20 8. Pré-forma moldada por injeção de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que a relação de estiramento de aro da pré-forma é de cerca de 5,7 a cerca de 6,5.

9. Pré-forma moldada por injeção de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que o volume de sopro livre do copolímero de PET CG é de cerca de 650 a cerca de 750 ml.



RESUMO

“RECIPIENTE MOLDADO POR SOPRO E ESTIRAMENTO, E, PRÉ-FORMA MOLDADA POR INJEÇÃO”

5 Uma pré-forma moldada por injeção para preparação de um recipiente moldado por sopro apresentando uma relação de estiramento global de cerca de (12) a cerca de (16), sendo que a relação de estiramento global é um produto de uma relação de estiramento de aro e uma relação de estiramento axial, sendo que a relação de estiramento de aro é de cerca de 5,6 a cerca de 6,5, sendo que a relação de estiramento axial é de cerca de 2,4 a
10 cerca de 2,7, e sendo que o a pré-forma compreende um copolímero de PET CG apresentando um volume de sopro livre de cerca de 650 a cerca de 800 ml medido a 100°C e 6,2 bar usando uma pré-forma com peso de 25 gramas projetada para um recipiente de 500 ml com um diâmetro máximo de 65 mm e uma altura de 200 mm desde abaixo do acabamento do recipiente e
15 apresentando uma relação de estiramento de aro de 5,5 e uma relação de estiramento axial de 2,6. Esta invenção também se refere a recipientes moldados com sopro e estiramento preparados de referidas pré-formas.