



**República Federativa do Brasil**  
Ministério da Indústria, Comércio Exterior  
e Serviços  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0815896-7 B1**

**(22) Data do Depósito:** 01/09/2008

**(45) Data de Concessão:** 05/06/2018



---

**(54) Título:** FIBRA ENCOLHÍVEL COMPOSTA DE UMA RESINA TERMOPLÁSTICA

**(51) Int.Cl.:** D01F 6/00; D01F 6/30; D01F 8/04

**(30) Prioridade Unionista:** 18/04/2008 JP 2008-109077, 31/08/2007 JP 2007-225476

**(73) Titular(es):** ES FIBERVISIONS CO., LTD. ES FIBERVISIONS HONG KONG LIMITED. ES FIBERVISIONS LP. ES FIBERVISIONS APS

**(72) Inventor(es):** MINORU MIYAUCHI; YASUSHI MATSUDA; YUJI KOYAMA

# “FIBRA ENCOLHÍVEL COMPOSTA DE UMA RESINA TERMOPLÁSTICA”

## FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

### Campo técnico

5                   A presente invenção é relativa a uma fibra encolhível adequada para utilização na obtenção de um corpo moldado poroso. Mais especificamente, a presente invenção é relativa particularmente a uma fibra a ser dispersada em uma base de corpo queimado utilizada em um corpo queimado poroso e a uma fibra encolhível que é excelente na  
10 conformabilidade de poro em um processo de secagem antes de queimar e em um processo de queima, devido à sua capacidade de reduzir degradação em moldabilidade provocada pela adição da fibra à base de corpo queimado e que exerce uma propriedade de encolhimento térmico apropriado.

### Técnica fundamental

15                   Corpos queimados tais como terracota, cerâmica e produtos refratários são amplamente utilizados em necessidades diárias e aplicações de material industrial. Em anos recentes, corpos mais levemente queimados têm sido requeridos para melhorar sua portabilidade e processabilidade em necessidades diárias e para impedir o aumento de massa associado com a  
20 expansão de corpos queimados em aplicações de material industrial.

Houve de maneira convencional um grande número de tecnologias relacionadas à formação de poro em um corpo queimado e a Literatura de Patente 1, por exemplo, descreve uma tecnologia na qual um pó de resina globular oca é adicionado a uma base cerâmica e o produto assim  
25 obtido é queimado para obter com isto uma cerâmica que tem poros. Também a Literatura de Patente 2 descreve uma tecnologia na qual uma fibra orgânica é contida em uma matéria prima refratária, e assim o produto obtido é queimado para obter um produto refratário poroso.

[Literatura de Patente 1] Publicação de Pedido de Patente

Japonesa número 10-130073

[Literatura de Patente 2] Publicação de Pedido de Patente

Japonesa número 61-100793

### DIVULGAÇÃO DA INVENÇÃO

5                    Como descrito acima, foi conduzido um estudo para obter um corpo queimado poroso adicionando um componente inflamável a uma base de corpo queimado, porém a utilização em material de adição de grande dimensão para obter poros de grande dimensão irá provocar uma diminuição na fluidez e tornar difícil a moldagem do corpo queimado poroso. Por outro  
10 lado, se a dimensão do material adicionado é limitada de modo a impedir a degradação de moldabilidade nem poro satisfatório nem resultados satisfatórios podem ser obtidos.

                    Portanto, um objetivo da presente invenção é fornecer um material de adição a ser adicionado a uma base de corpo queimado, o material  
15 de adição sendo capaz de desenvolver um poro de dimensão apropriada de maneira eficiente sem degradar a conformabilidade e produtividade de um corpo moldado poroso, particularmente um corpo queimado poroso ao produzir o corpo queimado.

                    Os inventores da presente invenção conduziram uma  
20 experiência precisa para alcançar o objetivo acima e, como resultado, descobriram que uma fibra com propriedade de encolhimento térmico específica é adequada como um material de adição para obter um corpo moldado poroso, particularmente para um corpo queimado, que esta base de corpo queimado que contém fibra encolhível é excelente em moldabilidade, e  
25 que quando queimando a base de corpo queimado que contém fibra encolhível, a força de encolhimento da fibra encolhível gerada pelo calor, atua também sobre uma base do corpo queimado e deforma de modo a abranger a base do corpo queimado ao redor da fibra para formar um poro na base de corpo queimado de modo que evaporação de água pode ser conduzida de

maneira suave em um processo de queima, pelo que, um corpo queimado poroso com uma aparência excelente sem quaisquer rachaduras pode ser obtido. Os inventores, portanto, terminaram completando a presente invenção.

A presente invenção tem as seguintes configurações:

- 5                   1) Uma fibra encolhível composta de uma resina termoplástica para ser dispersada em uma base de corpo moldado poroso, na qual a fibra encolhível tem um diâmetro de fibra de 10 a 40 micra, um comprimento de fibra de 1 a 20 mm, uma porcentagem de encolhimento quente seco de no mínimo 8% quando submetida a tratamento térmico a 80 °C por 5 minutos.
- 10                  2) A fibra encolhível de acordo com o 1) acima, que tem uma relação residual em peso de 10%, ou mais baixa, quando aquecida a 500 ° C.
- 3) A fibra encolhível de acordo com o 1) acima, que é uma fibra conjugada obtida conjugando um primeiro componente composto de uma resina termoplástica com um segundo componente composto de uma  
15                  resina termoplástica que tem um ponto de fusão mais elevado do que aquele do primeiro componente, e na qual a fibra conjugada tem uma relação residual em peso de 10%, ou mais baixa, quando aquecida a 500 ° C.
- 4) A fibra encolhível de acordo com o 3) acima, na qual o primeiro componente é uma mistura de dois ou mais tipos de resinas  
20                  termoplásticas e no mínimo uma das resinas termoplásticas tem um ponto de fusão de 100 °C, ou mais baixo.
- 5) A fibra encolhível de acordo com os 3) ou 4) acima, na qual os centros de gravidade dos componentes conjugados são diferentes um do outro em uma seção transversal da fibra.
- 25                  6) A fibra encolhível de acordo com qualquer um dos 1) até 5) acima, na qual uma porcentagem de umidade de um conjunto de fibras é 5 até 50%.
- 7) A fibra encolhível de acordo com qualquer um dos 1) até 6) acima que tem uma recuperação de umidade padrão de 2% ou menos.

A fibra encolhível de acordo com a presente invenção tem uma capacidade de amassadura excelente com a matéria prima de uma base de corpo queimado e não prejudica a moldabilidade da base de corpo queimado quando a fibra encolhível é dispersada para o interior da base de corpo queimado para obter um corpo moldado poroso particularmente um corpo queimado poroso. Além disto, uma vez que a fibra encolhível de acordo com a presente invenção tem uma capacidade de encolhimento excelente em uma região de baixa temperatura onde uma base de corpo moldado, particularmente uma base de corpo queimado apresenta plasticidade, uma força de encolhimento da fibra atua sobre a base de corpo queimado e deforma de modo a abranger a base ao redor da fibra de modo que um poro de dimensão apropriada pode ser formado de maneira eficiente na base de corpo queimado. O poro que é formado desta maneira exerce um efeito de conduzir de maneira suave evaporação de água a partir da base de corpo moldado, particularmente da base de corpo queimado, impede a ocorrência de rachaduras durante um processo de queima, e melhora a produtividade na etapa de secagem ou de queima de porcelana e o processo de queima. Além disto, corpo moldado assim obtido, particularmente corpo queimado, é poroso e de peso leve, e caracterizado por ter excelentes propriedades de isolamento térmico, e similares.

#### MELHOR MODO PARA REALIZAR INVENÇÃO

A fibra encolhível da presente invenção é utilizada de maneira adequada em uma base de corpo moldado que tem plasticidade durante o estágio de dispersão da fibra encolhível, porém é curada quando secada ou aquecida.

Daqui em diante a presente invenção é descrita em detalhe utilizando o exemplo no qual “um corpo moldado” ou “uma base de corpo moldado” é particularmente “um corpo queimado” ou “uma base de corpo queimado”, porém a presente invenção não está limitada a esta modalidade.

A fibra encolhível da presente invenção, que é utilizada para obter um corpo moldado poroso, tem um diâmetro de fibra na faixa de 10 até 40 micra ou preferivelmente 20 até 30 micra. Por exemplo, para obter um corpo queimado poroso, primeiro uma composição é preparada para obter uma base de corpo queimado, umidade ou similar é adicionada à ela para obter uma base que tenha fluidez, e então a base é moldada para qualquer forma. Neste caso é preferido que o diâmetro de fibra da fibra encolhível adicionada à base seja 40  $\mu\text{m}$ , ou menos, para impedir que a fibra se saliente da superfície do corpo moldado para deteriorar a aparência do corpo moldado. Além disto, é preferido que o diâmetro de fibra da fibra encolhível seja 10 micra, ou mais, para impedir problemas onde a fibra se torna embaraçada com outra e não pode ser misturada igualmente com a matéria prima base ou onde a fluidez da base é degradada para com isto prejudicar a moldabilidade da base. É mais preferido que o diâmetro de fibra da fibra encolhível seja na faixa de 20 até 30  $\mu\text{m}$  para obter uma moldabilidade e produtividade excelentes ao moldar a base para qualquer forma, e também para impedir que a aparência de um corpo moldado obtido se deteriore.

A fibra encolhível da presente invenção que é utilizada para obter um corpo moldado poroso tem um comprimento de fibra na faixa de 1 até 20 mm, preferivelmente 3 até 10 mm. É preferido que o comprimento de fibra seja 1 mm, ou mais longo, uma vez que um comprimento encolhido suficientemente grande ( $\text{comprimento de fibra} \times \text{porcentagem de encolhimento (\%)} \div 100$ ) é obtido encolhendo a fibra encolhível e a fibra encolhível se deforma de modo a abranger a base do corpo moldado ao redor da fibra para formar um poro grande. Além disto, é preferido que o comprimento de fibra seja 20 mm, ou mais curto, para obter miscibilidade uniforme com a matéria prima de base e fluidez da base com moldabilidade suficiente. É mais preferido que o comprimento de fibra esteja na faixa de 3 até 10 mm para criar um equilíbrio excelente entre conformabilidade de poro

obtida encolhendo a fibra, e processabilidade e produtividade para obter um corpo moldado.

A fibra encolhível da presente invenção, que é utilizada para obter um corpo moldado poroso, tem uma porcentagem de encolhimento quente seco de no mínimo 8%, preferivelmente no mínimo 10%, e mais preferivelmente no mínimo 15%, quando submetida a tratamento térmico a 80 °C por 5 minutos. Para formar um poro na base de corpo moldado por encolhimento térmico, é importante que a fibra encolhível mostre uma porcentagem de encolhimento maior em uma região de baixa temperatura de 100 °C, ou mais baixa. A base de corpo moldado que contém umidade e é facilmente deformada com uma pequena força, é submetida a tratamento térmico na temperatura mais baixa do que a temperatura de queima final em um processo de secagem ou de queima de porcelana, depois de moldada para qualquer forma. Neste processo de tratamento térmico a base de corpo moldado perde umidade, reduzindo com isto a fluidez. Especificamente, antes que a maior parte da umidade contida na base de corpo moldado evapore ou, em outras palavras, em um estado onde a base de corpo moldado ainda tem plasticidade suficiente, a fibra é encolhida quente, daí a força de encolhimento da fibra atuar sobre a base de corpo moldado e encolher de modo a abranger a base de corpo moldado circundante, pelo que, um poro grande é formado. É preferido que a fibra encolhível tenha uma porcentagem de encolhimento quente seco de no mínimo 8% a 80 °C para conseguir o efeito da presente invenção, que é obter um corpo moldado poroso formando um poro de dimensão apropriada por meio da força de encolhimento da fibra durante o processo de secagem que envolve aquecimento da base de corpo moldado. É mais preferido que a porcentagem de encolhimento quente seco seja no mínimo 10%, mais preferivelmente no mínimo 15% a 80 °C, para formar um poro maior, de maneira mais eficiente. Quanto maior a porcentagem de encolhimento quente seco da fibra encolhível da presente invenção, mais

efetiva a fibra encolhível, e assim o limite superior da porcentagem de encolhimento quente seco não é limitado.

Observar que a porcentagem de encolhimento quente seco da fibra encolhível da presente invenção utilizada para obter um corpo moldado poroso pode ser medida depois de cortar a fibra encolhível para um comprimento de fibra de 1 até 20 mm, e pode também ser medida depois de cortar uma puxada contínua não cortada para qualquer comprimento. As porcentagens de encolhimento quente seco que são medidas pelos dois métodos acima são iguais uma à outra dentro de uma margem de erro.

Os pontos de fusão das resinas termoplásticas que compõem a fibra encolhível da presente invenção, utilizadas para obter um corpo moldado poroso, não são limitadas de maneira particular, porém quanto mais baixos os pontos de fusão, mais elevadas as percentagens de encolhimento. Daí os pontos de fusão serem preferivelmente 165 °C ou mais baixos, mais preferivelmente 130 °C ou mais baixos, e mesmo mais preferivelmente 125 °C ou mais baixos. Exemplos das resinas termoplásticas que têm tal faixa de pontos de fusão incluem copolímeros de etileno tais como copolímero de etileno vinil acetato, copolímero ácido de etileno metacrílico, e copolímero de etileno acrilato, resinas elastoméricas tais como poli alfa olefina e copolímero de estireno etileno butileno estireno, polietileno de baixa densidade, polietileno linear de baixa densidade, polietileno de alta densidade, polipropileno e copolímeros de polipropileno tais como copolímero de etileno propileno e copolímero de etileno buteno propileno. Acima de tudo, considerando conformabilidade da fibra e o custo de resinas, copolímero de etileno vinil acetato, polietileno de baixa densidade, copolímero de etileno propileno, copolímero de etileno buteno propileno e polipropileno, são utilizados de maneira adequada. Em adição, estas resinas termoplásticas podem ser utilizadas de maneira independente, ou mistura de duas ou mais das resinas termoplásticas pode ser utilizada. Daí a utilização das resinas



termoplásticos poder ser determinada de maneira apropriada de acordo com a produtividade desejada e a propriedade de encolhimento da fibra.

As resinas termoplásticas que configuram a fibra encolhível da presente invenção, utilizadas para obter um corpo moldado poroso podem ser adicionadas com, por exemplo, um antioxidante, estabilizador de luz, absorvedor de ultravioleta, neutralizador, agente de nucleação, lubrificante, agente antibacteriano, desodorante, retardante de fogo, o anti-estático, pigmento, plastificante, e outros aditivos, para exercer diversos desempenhos de acordo com a necessidade, sem obstruir o efeito da presente invenção.

A fibra encolhível da presente invenção, que é utilizada para obter um corpo moldado poroso, pode ser uma fibra de monocomponente composta de um componente de resina termoplástica ou uma fibra de multicomponentes na qual dois ou mais componentes de resinas termoplásticas são conjugados. Contudo, para melhorar capacidade de encolhimento térmica da fibra e para obter uma fibra altamente encolhível em uma alta produtividade, é desejável que a fibra encolhível seja uma fibra conjugada obtida conjugando um primeiro componente composto de uma resina termoplástica com um segundo componente composto de uma segunda resina termoplástico que tem um ponto de fusão mais baixo do que aquele do primeiro componente. Embora seja efetivo fazer uma resina termoplástica tendo um ponto de fusão baixo para uma fibra para obter uma fibra encolhível, altamente encolhível, a velocidade de cristalização da resina termoplástica que tem um ponto de fusão baixo é genericamente tão lenta que filamento quebrado é gerado frequentemente ao fiar filamento provocando degradação de processabilidade e produtividade. Além disto, devido à baixa resistência da resina da fibra composta da resina termoplástica que tem um ponto de fusão baixo, a fibra não tem rigidez e existe um problema que quando adicionando a fibra encolhível a uma base e as amassando, a fibra se torna embaraçada com uma outra facilmente. Para solucionar estes problemas

é preferido que a fibra encolhível da presente invenção seja uma fibra conjugada obtida conjugando um primeiro componente composto de uma resina termoplástica com um segundo componente composto de uma resina termoplástica que tem um ponto de fusão mais elevado do que aquele do primeiro componente. Embora o ponto de fusão do segundo componente da fibra conjugada não seja particularmente limitado, o ponto de fusão do segundo componente é mais elevado do que aquele do primeiro componente e é preferivelmente na faixa de 120 a 180 °C, e mais preferivelmente 155 até 165 °C, para o manter suficiente capacidade de fiação e fornecer uma rigidez apropriada para a fibra. Em adição, embora o ponto de fusão do primeiro componente da fibra conjugada não seja particularmente limitado, o ponto de fusão do primeiro componente é mais baixo do que aquele do primeiro componente e é preferivelmente na faixa de 60 a 130 °C e mais preferivelmente 70 até 110 °C. Quando o ponto de fusão do primeiro componente é 130 °C ou mais baixo, a capacidade de encolhimento da fibra conjugada pode ser melhorada em uma região de baixa temperatura, e quando o ponto de fusão do primeiro componente é 60 °C ou mais elevado, a processabilidade pode ser impedida de ser degradada pela pegajosidade da resina de baixo ponto de fusão. É preferido que o ponto de fusão do primeiro componente esteja na faixa de 70 até 110 °C para criar um equilíbrio excelente entre a capacidade de encolhimento e a processabilidade na região de baixa temperatura. Uma combinação das resinas termoplásticas dos primeiro e segundo componentes não está particularmente limitada, e assim pode ser selecionada de maneira apropriada em consideração ao equilíbrio entre uma propriedade de encolhimento desejada, capacidade de fiação, processabilidade e rigidez da fibra, daí os possíveis exemplos de combinação serem polietileno/polipropileno de baixa densidade, polietileno/polipropileno linear de baixa densidade, copolímero/polipropileno de etileno vinil acetato, copolímero/polipropileno ácido de etileno metacrílico,

copolímero/polipropileno propileno, copolímero polietileno/ propileno de baixa densidade, copolímero copolímero/propileno acetato etileno vinílico e copolímero copolímero/propileno ácido etileno metacrílico.

Quando a fibra encolhível da presente invenção é a fibra conjugada obtida conjugando o primeiro componente composto de uma resina termoplástica com o segundo componente composto de uma resina termoplástica que tem um ponto de fusão mais elevado do que aquele do primeiro componente, embora não limitado é desejável que o primeiro componente seja uma mistura de no mínimo dois tipos das resinas termoplásticas e que no mínimo uma das resinas termoplásticas tenha um ponto de fusão de 100 °C, ou mais baixo. É conhecido que uma fibra composta de uma resina termoplástica encolhe a quente de maneira significativa em uma temperatura próxima ao ponto de fusão da resina. É importante para a fibra encolhível da presente invenção encolher de maneira significativa, por exemplo, em uma região de baixa temperatura de 100 °C, ou mais baixa, onde a maior parte da umidade contida na base do corpo queimado não evapora ainda ou, em outras palavras, onde a base do corpo queimado ainda tem plasticidade suficiente e então estender a força de encolhimento da fibra encolhível sobre a base de corpo queimado ao redor da fibra para formar um poro. Com base nesta perspectiva é desejável que a fibra encolhível da presente invenção contenha uma resina termoplástica que tem um ponto de fusão de 100 °C, ou mais baixo, e encolha facilmente em baixa temperatura. Embora isto não seja um problema mesmo quando o primeiro componente é composto apenas da resina termoplástica que tem um ponto de fusão de 100 °C, ou mais baixo, é desejável que o primeiro componente seja uma mistura de uma resina termoplástica que tem um ponto de fusão na faixa de 100 a até 130 °C, e mais preferivelmente 100 até 110 °C, e uma resina termoplástica que tem um ponto de fusão na faixa de 60 até 100 °C, e mais preferivelmente 70 até 90 °C, para impedir que a processabilidade e

produtividade sejam degradadas pela pegajosidade das resinas de ponto de fusão baixo durante um processo de fazer filamento. Neste caso, embora a relação constituinte da resina termoplástica que tem um ponto de fusão de 100 °C, ou mais baixo, no primeiro componente não seja particularmente limitada, é preferível na faixa de 10 a 60% em peso e mais preferivelmente 20 até 40% em peso. Quando a relação constituinte da resina termoplástico que tem um ponto de fusão de 100 ° C, ou mais baixo, é no mínimo 10% em peso, o efeito de aumentar a porcentagem de encolhimento da fibra encolhível pode ser obtido de maneira suficiente quando a relação constituinte é 60% ou menos a superfície da fibra não se torna excessivamente pegajosa, daí uma processabilidade e produtividade satisfatórias poderem ser alcançadas. A relação constituinte na faixa de 20 até 40% em peso é particularmente preferível devido a um equilíbrio excelente poder ser alcançado entre e a capacidade de encolhimento e a produtividade da fibra.

Quando a fibra encolhível da presente invenção é a fibra conjugada obtida conjugando o primeiro componente composto de uma resina termoplástica com o segundo componente composto de uma resina termoplástica que tem um ponto de fusão mais elevado do que aquele do primeiro componente, embora um padrão de conjugação não seja particularmente limitado e estrutura transversal configurada por um tipo concêntrico de bainha-núcleo, tipo excêntrico de bainha-núcleo, lado a lado, tipo divisível ou tipo de mar-ilha de estrutura de seção transversal seja possível, um padrão de conjugação no qual os centros de gravidade dos componentes conjugados são diferentes um do outro em uma sessão de fibra transversal é preferido para melhorar a capacidade de encolhimento térmica da fibra, e exemplos de tal padrão incluem um tipo excêntrico de bainha-núcleo e padrões de conjugação lado a lado. No caso de um padrão de conjugação no qual os centros de gravidade dos componentes conjugados são diferentes um do outro, na seção transversal da fibra, rugas tridimensionais

tais como rugas em espiral, rugas em forma de  $\Omega$ , e similares, são geradas devido à diferença em porcentagem de encolhimento térmico entre os componentes conjugados. Isto significa que não somente encolhimento de comprimento real de fibra mas também encolhimento de comprimento aparente de fibra ocorre, e este padrão de conjugação é preferido uma vez que uma mudança na forma tridimensional da fibra afeta a base do corpo queimado que circunda a fibra e a fibra encolhe de modo a abranger a base de corpo queimado circundante, pelo que, a dimensão do poro aumenta conduzindo à formação eficiente do poro.

Quando a fibra encolhível da presente invenção que é utilizada para obter um corpo moldado poroso é a fibra conjugada obtida conjugando o primeiro componente composto de uma resina termoplástica com o segundo componente composto de uma resina termoplástica que tem um ponto de fusão mais elevado do que aquele do primeiro componente, a relação de área conjugada do primeiro componente/segundo componente não é particularmente limitada, porém é preferido que a relação de área conjugada esteja na faixa de 70/30 até 40/60 e mais preferivelmente 65/35 até 55/45. Quando a relação do segundo componente é 30% ou mais, o número de quebras de filamento em quedas de fiação, pelo que produtividade elevada pode ser obtida. Além disto, quando a relação do primeiro componente é 40% ou mais, a porcentagem de encolhimento da fibra conjugada aumenta, pelo que, um poro de dimensão apropriada pode ser formado de maneira eficiente. É ainda mais preferido que a relação de área conjugada da fibra conjugada esteja na faixa de 65/35 até 55/45 devido a um equilíbrio excelente poder ser alcançado entre a porcentagem de produtividade e encolhimento da fibra.

A forma de seção transversal de fibra da fibra encolhível da presente invenção não é particularmente limitada, e assim uma forma redonda tal como um círculo ou uma elipse, uma forma angular tal como um triângulo ou um quadrado, ou uma forma não circular tal como uma forma de chave ou

uma forma com oito lobos, uma forma oca ou qualquer outra forma, pode ser utilizada.

A base de corpo moldado, por exemplo, uma base de corpo queimado à qual a fibra encolhível da presente invenção é adicionada é moldada para qualquer forma, submetida a um processo de secagem ou queima de porcelana em temperatura relativamente baixa, e daí em diante queimada em alta temperatura. A fibra encolhível da presente invenção encolhe termicamente no curso de aumentar a temperatura no processo de secagem ou de queima de porcelana, deforma de modo a abranger a base do corpo queimado ao redor da fibra, e produz um poro. Uma vez que a fibra não é particularmente necessária depois que o poro é formado, é desejável que a fibra seja queimada em alta temperatura durante o processo de queima. Com base nesta perspectiva, a relação residual de peso obtida ao aquecer a fibra encolhível da presente invenção a 500 °C é, embora não particularmente limitada, preferivelmente 10% ou menos e, mais preferivelmente, 5% ou menos. Quando a relação residual de peso é 10% ou menos, os problemas tais como aparência prejudicada e um odor anormal gerado pelo carbureto residual da fibra em um produto final são impedidos. Uma relação residual de peso de 5% ou menos é desejável, uma vez que os problemas acima podem ser solucionados em nível mais alto. Para conseguir tais relações residuais em peso é desejável utilizar uma resina termoplástica que não seja facilmente carbonizada, mas decomposta termicamente de forma fácil no momento da queima. Exemplos de tal resina termoplástica incluem copolímeros de etileno tais como copolímero de etileno vinil acetato, copolímero ácido de etileno metacrílico, copolímero de etileno acrilato, resinas elastoméricas tais como poli alfa olefina e copolímero estireno etileno butileno estireno, polietileno de baixa densidade, polietileno linear de baixa densidade, polietileno de alta densidade, polipropileno e copolímeros olefínicos tais como copolímero de etileno propileno, e copolímero de etileno buteno propileno.

A fibra encolhível da presente invenção é adicionada a uma composição preparada como a base de corpo moldado ou, por exemplo, a base de corpo queimado, e daí em diante amassada igualmente. O conjunto de fibra encolhível está preferivelmente em um estado úmido com um agente de tratamento dispersivo de fibra aplicado a ela ao invés de um estado seco, uma vez que as fibras podem ser separadas uma por uma no estado úmido com isto melhorando a amassadura. Portanto, a porcentagem de umidade de um conjunto de fibras é, embora não particularmente limitada, preferivelmente ajustada na faixa de 5 até 50% e mais preferivelmente 15 até 40%, ajustando a quantidade do agente de tratamento dispersivo de fibra aplicado às fibras. Aqui a porcentagem de umidade do conjunto de fibras não significa a umidade contida nas próprias fibras, porém uma fração em massa da umidade retida sobre uma superfície de fibra e um espaço entre as fibras. Quando a porcentagem de umidade do conjunto de fibras é 5% ou mais, é possível impedir um problema no qual as fibras são dispersadas quando adicionadas à base de corpo queimado, melhorando a propriedade de dispersão das fibras, daí as fibras serem misturadas igualmente com a base de corpo queimado de modo a que um corpo queimado poroso homogêneo seja obtido de maneira eficiente. Além disto, quando a porcentagem de umidade do conjunto de fibras é 50% ou menos, a capacidade de manipulação e processabilidade são impedidas de serem degradadas pelo aumento na massa devido à umidade. É preferível que a porcentagem de umidade do conjunto de fibras esteja na faixa de 15 até 40% para conseguir um equilíbrio excelente entre o efeito de melhorar a amassadura, capacidade de manipulação e a processabilidade.

Temperaturas e velocidades de aumento de temperatura são importantes no processo de secagem ou de queima de porcelana da base de corpo moldado obtida, ou por exemplo a base de corpo queimado. Quando a temperatura é muito elevada ou a velocidade de aumento de temperatura é muito rápida umidade evapora de maneira drástica e conseqüentemente vapor

d'água é gerado em grande quantidade provocando uma rachadura ou um poro grande na base de corpo queimado moldada. Em outras palavras, quando a base de corpo queimado contem uma quantidade excessiva de umidade a base de corpo queimado deve ser secada ou queimada ou queimada em porcelana sob uma condição de temperatura, de outra maneira uma rachadura ou um poro grande é gerado no produto, provocando degradação da produtividade e da qualidade do produto. A umidade que está contida no conjunto de fibras em um estágio antes do estágio de adicionar às fibras a base de corpo queimado pode exercer o efeito de melhorar a processabilidade no processo de amassadura e a quantidade de umidade a ser adicionada à base de corpo queimado é determinada em consideração à quantidade de umidade contida no conjunto de fibras, de modo que uma quantidade excessiva de umidade não seja fornecida. Contudo, a umidade contida em cada própria fibra ou, em outras palavras, a umidade expressa em recuperação de umidade padrão, não contribui para o melhoramento da processabilidade do processo de amassadura, mas apenas retarda a evaporação da umidade no processo de secagem ou queima de porcelana e degrada a produtividade. Com base nesta perspectiva, a recuperação padrão de umidade da fibra encolhível da presente invenção é, embora não particularmente limitada, preferivelmente 2%, ou menos, e mais preferivelmente 1%, ou menos. Quando a recuperação de umidade padrão é 2% ou menos, a temperatura ajustada pode ser aumentada ou a velocidade do aumento de temperatura pode ser aumentada no processo de secagem ou queima de porcelana, de modo que o processo pode ser terminado em um tempo curto que conduz à produtividade elevada. É preferido que a umidade padrão recuperada seja 1%, ou menos, para alcançar produtividade mais elevada.

A fibra encolhível da presente invenção que é utilizada para obter um corpo moldado poroso pode ser fiada por meio de um aparelho de fiação fundida regular. Condição de fiação tal como temperatura de fiação e



velocidade de tração podem ser selecionadas apropriadamente de acordo com as características das resinas termoplásticas utilizadas como as matérias-primas e características de fibra desejadas, e a velocidade de fiação pode estar na faixa de, por exemplo, 180 até 350 °C e a velocidade de tração pode estar na faixa de, por exemplo, 300 até 1.500 m/min. Quando tracionando uma resina fibrosa descarregada de um bocal de fiação por meio de um enrolador é preferível resfriar a resina fibrosa em um meio tal como ar, água ou glicerina, de modo que um processo de fiação pode ser realizado de maneira estável. Acima de tudo é preferível utilizar um método de resfriamento que utiliza ar, uma vez que o resfriamento pode ser realizado no aparelho o mais simples.

A vazão de massa fundida (MFR) de cada uma das resinas termoplásticas utilizadas como as matérias primas está, embora não particularmente limitada, na faixa de preferivelmente 5 até 100 g/10 min, mais preferivelmente 10 até 60 g/10 min, ou ainda mais preferivelmente 15 até 40 g/10 min a 230 °C. Quando a MFR da resina termoplástica é 5 g/10 min ou mais, a fluidez da resina que é adequada para fiação fundida pode ser obtida, pelo que, a resina pode ser descarregada equilibradamente do bocal de fiação, e com isto o processo de fiação é realizado de maneira estável. Além disto, quando a MFR é 100 g/10 min ou menos, uma tensão apropriada atua no curso da tração da fibra, daí o número de quebras de filamento ser reduzido e o processo de fiação ser realizado de maneira estável. Quando a MFR é 10 até 60 g/10 min estabilidade satisfatória pode ser alcançada no processo de fiação e é preferido que a MFR seja 15 até 40 g/10 min para obter estabilidade suficiente no processo de fiação.

Em seguida está descrito um método de extrudar a fibra encolhível da presente invenção que é utilizada para obter um corpo moldado poroso. Por este método de extrusão, embora não particularmente limitado, qualquer método de extrusão conhecido pode ser adotado, e exemplos deles incluem um método de extrudar aquecendo a fibra utilizando um rolete de

aquecimento metálico ou placa de aquecimento metálica em uma maneira de contato e um método para extrudar por aquecimento da fibra utilizando água aquecida, água fervida, vapor saturado pressurizado, ar quente, radiação infravermelha, microondas ou laser de gás dióxido de carbono em uma maneira sem contato. Acima de tudo, é preferível estirar a fibra utilizando um rolo de aquecimento metálico ou água aquecida em consideração à facilidade de operação e produtividade do aparelho.

Uma vez que a porcentagem de encolhimento da fibra está sujeita a aumentar quando estirando a fibra em baixa energia, a relação de estiramento é, embora não particularmente limitada, preferivelmente 2,5 ou mais baixa, e mais preferivelmente 2,0 ou mais baixa. Quando a relação de estiramento é 2,5 ou mais baixa, uma capacidade de encolhimento satisfatória é obtida, e quando a relação de estiramento é 2,0 ou mais baixa, uma capacidade de encolhimento suficiente é obtida. Também uma vez que a porcentagem de encolhimento da fibra está sujeita a aumentar quando a fibra é estirada em baixa temperatura, a temperatura de estiramento é, embora não particularmente limitada, preferivelmente 80 °C, ou mais baixa, mais preferivelmente 60 °C ou mais baixa. Quando a temperatura de estiramento é 80 °C ou mais baixa, uma capacidade de encolhimento satisfatória é obtida e quando a temperatura de estiramento é 60 °C ou mais baixa, uma capacidade de encolhimento suficiente é obtida. Observar que quando a temperatura de estiramento é muito baixa, uma quebra de filamento ocorre facilmente no momento do estiramento, porém uma vez que a relação de estiramento da fibra encolhível da presente invenção é ajustada para ser baixa, quebra de filamento durante estiramento não é um problema.

A velocidade de estiramento é, embora não particularmente limitada, preferivelmente 50 m/min ou mais elevada, e mais preferivelmente 100 m/min ou mais elevada em consideração à produtividade. Uma vez que a relação de estiramento da fibra encolhível da presente invenção é ajustada

para ser relativamente baixa, aumentar a velocidade de estiramento não provoca o problema de quebra de filamento. Além disto, o estiramento em um único estágio ou em diversos estágios, que consistem no dois ou mais estágios, pode ser realizado no processo de estiramento e ao realizar o estiramento em diversos estágios os métodos de estiramento que utilizam o rolete de aquecimento acima mencionado, ou água aquecida e similares, podem ser combinados.

Se a fibra encolhível da presente invenção utilizada para obter um corpo moldado poroso tem rugas ou não, não é particularmente restringido, porém é preferido que a fibra encolhível seja uma fibra reta que não seja dotada de quaisquer rugas mecânicas em ziguezague ou em forma de  $\Omega$  ou rugas tridimensionais em espiral. Não é um problema que a fibra encolhível tenha rugas latentes e que seja exposta depois, por exemplo, que a fibra encolhível é adicionada à base de corpo queimado e moldado para formar um poro, porém quando as rugas são aparentemente expostas em um estágio anterior ao estágio de adicionar a fibra encolhível à base de corpo queimada, a fibra tende a se tornar embaraçada durante o processo de amassadura da base de corpo queimado e fibras. Portanto, é desejável que a fibra encolhível da presente invenção seja uma fibra reta sem quaisquer rugas óbvias, e é mais desejável que a fibra encolhível seja uma fibra reta com rugas latentes.

Na fibra encolhível da presente invenção um agente de tratamento de fibra pode ser aderido à superfície da fibra, de modo que os processos de fiação e estiramento possam ser realizados de maneira estável ou para preencher características de produto. Os tipos de agentes de tratamento de fibra não são particularmente limitados e podem ser selecionados de maneira apropriada em consideração, por exemplo, à compatibilidade com a base de corpo queimado. Além disto, a quantidade de adesão não é particularmente limitada e pode ser ajustada para uma quantidade de adesão

desejada ajustando a concentração de agente de tratamento de fibra puro em consideração à porcentagem de umidade do conjunto de fibras descrito acima. O método de adesão não é particularmente limitado e, portanto, um método conhecido tal como por exemplo um método de rolete, um método de  
5 mergulho, um método de atomização ou um método de secagem suave pode ser selecionado de maneira apropriada.

A fibra encolhível da presente invenção que é utilizada para obter um corpo moldado poroso é estirada e daí em diante cortada para um comprimento de fibra de 1 até 20 mm como descrito acima. O método de  
10 cortar a fibra estirada não é particularmente limitado e, portanto, um método conhecido tal como por exemplo um método de corte rotativo ou um sistema de corte por guilhotina pode ser adotado.

A fibra encolhível da presente invenção, que é utilizada para obter um corpo moldado poroso, é adicionada às matérias primas que  
15 configuram a base de corpo moldado e amassada e igualmente dispersada enquanto adicionando água a ela para obter uma fluidez apropriada. O teor de água da base de corpo moldada obtida depois de adicionar água não é particularmente limitado e pode ser selecionado de maneira apropriada de acordo com o tipo de material base a ser utilizado, o tipo de fibra encolhível a  
20 ser adicionada e a quantidade de aditivo pode ser ajustada para obter uma fluidez desejada. Por exemplo, a propriedade de escoamento da base de corpo queimado é também não particularmente limitada, e pode ser selecionada de maneira apropriada de acordo com a diferença entre os métodos de moldagem tais como uma roda mecânica, método de formação manual, método de  
25 moldagem por laminação, e método de moldagem por extrusão, ou a diferença entre os métodos para executar fundição, borrifamento, estampagem e similares. A porcentagem de umidade da base de corpo queimado adequada em diversos métodos de moldagem ou métodos de construção pode estar, por exemplo, na faixa de 3 até 50%.

A fração em massa da fibra encolhível na composição da base de corpo moldado não é particularmente limitada e pode ser selecionada de maneira apropriada de acordo com a natureza das matérias primas utilizadas na base de corpo moldado, características de um corpo moldado desejado e o comprimento de fibra da fibra encolhível. Contudo, não é preferido que a relação da fibra encolhível seja muito elevada, uma vez que a fibra se torna embaraçada com outra facilmente, dispersão desigual da fibra é provocada, ou a moldabilidade da base de corpo moldado se torna deteriorada. Além disto, não é preferido que a relação da fibra encolhível seja muito baixa, uma vez que isto torna impossível conseguir o efeito da presente invenção que é aquecer e fazer com que a fibra encolha ao secar ou queimar em porcelana a base de corpo moldado, e então formar um poro por meio da força de encolhimento da fibra de modo que um corpo moldado poroso pode ser obtido. Com base nesta perspectiva, uma fração em massa apropriada na fibra encolhível da composição da base de corpo moldado está por exemplo na faixa de 0,05 até 10% em base de massa seca. Em adição, não é um problema que um material que forma poro, diferente da fibra encolhível, também seja utilizado e adicionado à composição base do corpo moldado dentro do escopo que não impede o efeito da presente invenção.

Os tipos de matérias primas que configuram a base de corpo moldado não são particularmente limitados, e exemplos deles incluem terracota feita de argila ou argila colorida, produtos refratários feitos de alumina ou similar, e outros corpos queimados que podem utilizar quaisquer composições de matérias primas. Além disto, um corpo moldado de cimento feito de cimento Portland ou similar é mesmo preferido no processo de secar e curar, e particularmente naqueles processos que envolvem aquecimento, e tal corpo moldado de cimento pode ser utilizado para encolher a fibra encolhível da presente invenção para conseguir o efeito da presente invenção, embora este corpo moldado de cimento não caia nas categorias dos corpos queimados,

uma vez que ele não é submetido ao processo de queima. Além disto, no caso de corpo moldado de cimento ao qual a fibra encolhível da presente invenção é adicionada era possível confirmar o efeito de impedir fratura explosiva provocada por um incêndio do corpo moldado de cimento como descrito, por exemplo, na Publicação de Pedido de Patente Japonesa Número 2000-143.322. Isto é atribuído ao mecanismo no qual a fibra encolhível da presente invenção é destruída pela temperatura elevada durante o incêndio, então poros são formados no corpo moldado de cimento e vapor d'água gerado pelo incêndio escapa dos poros para o exterior. A relação residual em peso da fibra encolhível da presente invenção é baixa e é 10% ou menos quando aquecida a 500 ° C, de modo que poros podem ser formados de maneira eficiente, daí a fibra encolhível da presente invenção poder ser utilizada de maneira adequada como uma fibra a ser adicionada para obter um corpo moldado de concreto altamente resistente a incêndio.

Quando a fibra encolhível da presente invenção é adicionada a uma base de corpo moldado, por exemplo uma base de corpo queimado, a força de encolhimento da fibra encolhível gerada pelo calor atua sobre a base de corpo queimado também e deforma de modo a abranger a base de corpo queimado para formar um poro na base de corpo queimado. Contudo, para formar um poro de maneira eficiente na base de corpo queimado por meio da força de encolhimento, é preferido que porcentagem de encolhimento seco da base de corpo queimado seja suficientemente baixa em relação à porcentagem de encolhimento da fibra com base na qual a temperatura da base de corpo queimado sem a fibra encolhível é levantada até 150 °C em uma velocidade de aumento de temperatura de 1 °C/min de modo que a porcentagem de encolhimento seco que é obtida depois de manter a base de corpo queimada por 30 minutos se torna preferivelmente 10% ou mais baixa, mais preferivelmente 7% ou mais baixa. É preferido que a porcentagem de encolhimento seco da base de corpo queimado seja 10% ou mais baixa para

formar o poro por encolhimento da fibra encolhível da presente invenção, porém é mais preferido que a porcentagem de encolhimento seco seja 7% ou mais baixa para formar os corpos de maneira mais eficiente. Além disto, quanto maior a diferença em porcentagem de encolhimento entre a fibra encolhível e a base de corpo queimado durante tratamento térmico, mais eficientemente o poro é formado. Embora incapaz de comparar completamente as porcentagens de encolhimento devido à diferença nas condições de tratamento térmico a porcentagem de encolhimento da fibra encolhível da presente invenção que é obtida quando o processamento térmico é realizado a 80 °C por 5 minutos é preferivelmente maior do que a porcentagem de encolhimento seco da base de corpo queimado, e a diferença entre elas ([porcentagem de encolhimento da fibra encolhível]-[porcentagem de encolhimento seco da base de corpo queimado]) é preferivelmente grande.

A base de corpo moldado, particularmente a base de corpo queimado adicionada com a fibra encolhível da presente invenção é secada ou queimada em porcelana depois de moldada para qualquer forma, e então ainda queimada em alta temperatura. Fazendo assim, condições de temperatura e similares não são particularmente limitadas, e assim elas podem ser selecionadas de maneira apropriada de acordo com a natureza das matérias primas utilizadas na base de corpo queimado, porcentagem de umidade da base de corpo queimado e a propriedade física de um corpo queimado desejado. A fibra encolhível da presente invenção tem uma capacidade de encolhimento excelente em uma região de baixa temperatura. Em adição, a base de corpo queimado apresenta plasticidade quando contendo umidade, porém a plasticidade é gradualmente reduzida, uma vez que umidade evapora. Com base nestas perspectivas é preferido que a fibra encolhível da presente invenção seja encolhida enquanto a plasticidade da base de corpo queimado seja suficientemente elevada para formar um poro de dimensão apropriada de forma eficiente, daí ser efetivo aumentar o tempo do tratamento térmico em

uma região onde a temperatura é tão baixa quanto, por exemplo, 80 a 150 °C. O corpo queimado poroso obtido desta maneira é mais leve do que o corpo queimado obtido pelo método convencional, tem capacidade de manipulação excelente, e propriedades de isolamento térmico excelentes, e assim o corpo

5 queimado poroso pode ser utilizado de maneira adequada, por exemplo, em uma taça de chá, e similares.

Quando a temperatura de queima é ajustada elevada ou a velocidade do aumento de temperatura é muito rápida, a umidade contida na base de corpo queimado evapora de maneira drástica, provocando uma

10 rachadura ou ruptura no corpo queimado moldado, porém a base de corpo queimado adicionada com a fibra encolhível da presente invenção tem o efeito de formar um poro encolhendo a fibra encolhível e com isto conduzindo o evaporação de água de maneira suave. Portanto, a utilização da fibra encolhível da presente invenção pode reduzir a ocorrência de produtos

15 defeituosos que tenham rachaduras, ou similares, provocadas pela evaporação de água, e pode melhorar a produtividade reduzindo o tempo requerido no processo de queima subsequente à secagem ou processo de queima em porcelana.

A temperatura de queima final da base de corpo queimado

20 adicionada com a fibra encolhível da presente invenção não é limitada de maneira particular, e assim pode ser selecionada de maneira apropriada de acordo com a natureza das matérias primas utilizadas na base de corpo queimado e a propriedade física do corpo queimado desejada, porém é preferido que a temperatura de queima final seja no mínimo 700 °C e mais

25 preferivelmente no mínimo 1000 °C. Quando a temperatura de queima final é 700 °C ou mais elevada, a fibra encolhível da presente invenção não permanece no corpo queimado na forma de carbureto e similar, pelo que, não ocorre o problema de deterioração da aparência do corpo queimado. É mais preferido que a temperatura de queima final seja 1000 °C, ou mais elevada,



para reduzir ainda mais a quantidade de fibra encolhível que permanece no corpo queimado.

### Exemplos

5 A presente invenção será descrita agora, daqui em diante em detalhe, utilizando exemplos, porém a presente invenção não está limitada a estes exemplos.

#### Exemplos 1 até 7 e exemplos comparativos 1 até 5

10 Uma variedade de fibras encolhíveis foram preparadas utilizando diversas resinas termoplásticas, e as fibras encolhíveis assim obtidas foram adicionadas a uma base de corpo moldado para fabricar um corpo moldado. Observar que o método para medir os valores de propriedade física mostrados nos exemplos ou a definição de valor de propriedade física está mostrado daqui em diante juntamente com a operação realizada em cada exemplo. A Tabela 1 abaixo mostra as condições, os valores de propriedade  
15 física obtidos e resultados.

#### 1. Capacidade de fiação

A capacidade de fiação que é obtida ao preparar as fibras utilizando as resinas termoplásticas foi avaliada em uma escala de quatro níveis com,  $\otimes$ , O,  $\Delta$  e. x

20  $\otimes$  - O número de vezes que filamento cortado é gerado quando fiando o filamento por 6 horas em seguida é zero.

O - O número de vezes que filamento cortado é gerado quando fiando o filamento por 6 horas em seguida é 1 até 6.

25  $\Delta$  - O número de vezes que filamento cortado é gerado quando fiando o filamento por 6 horas em seguida é 7 até 12.

x - O número de vezes que filamento cortado é gerado quando fiando o filamento por 6 horas em seguida é 13 ou mais.

#### 2. Porcentagem de encolhimento quente seco

As fibras encolhíveis foram tratadas termicamente a

80 °C em um forno de circulação por 5 minutos e as porcentagens de encolhimento quente seco das fibras encolhíveis foram calculadas pela equação a seguir. O valor médio foi obtido pelo número de amostras (N=20). Observar que para estas fibras encolhíveis curtas tendo um comprimento de fibra de 1 até 20 mm, imagens das fibras tratadas termicamente e não tratadas termicamente foram escaneadas utilizando um 3D Digital Fine Scope VC400-IMU (fabricado por OMRON Corporation), e o comprimento de fibra das fibras tratadas termicamente e não tratadas termicamente foram medidos.

Porcentagem de encolhimento quente seco (%) =  
 (comprimento de fibra não tratada termicamente – comprimento de fibra tratada termicamente) + comprimento de fibra não tratada termicamente x 100

### 3. Relação residual em peso

Um calorímetro de varredura diferencial simultânea (TG/DTA200) fabricado por Seiko Instruments Inc. foi utilizado para realizar medição sob as condições da massa de amostra de 6 a 7 mg e velocidade de aumento de temperatura de 10 °C/min, e a relação residual de peso a 500 °C foi obtida.

### 4. Porcentagem de umidade de um conjunto de fibras

Aproximadamente 100 g de um conjunto de fibras cortadas para qualquer comprimento foram coletadas e este conjunto de fibras foi seco a 80 °C no forno de circulação por 3 horas para calcular a porcentagem de umidade do conjunto de fibras, utilizando a equação a seguir:

Porcentagem de umidade do conjunto de fibras (%) = (Massa de conjunto de fibras não secada - Massa de conjunto de fibras secadas)/Massa de conjunto de fibras secadas x 100

### 5. Recuperação de umidade padrão das fibras

Valores numéricos de JIS-L-1030 foram utilizados para calcular a recuperação de umidade padrão das fibras.

## 6. Vazão de massa fundida (MFR) das resinas termoplásticas

A vazão de massa fundida das resinas termoplásticas foi medida uma temperatura de teste de 230 °C e uma carga de teste de 21,18 N (Condição de teste 14 da Tabela 1 da JIS-K-7210)

## 5 7. Preparação de uma base de corpo moldado adicionado com fibra e sua amassadura e moldabilidade

Ao pó seco das matérias primas de um corpo queimado de terracota que contém principalmente pó de granito e pó de argila kibushi, 5% de massa de fibras em peso em base seca foi adicionado, assim o produto  
10 obtido foi então amassado enquanto adicionando água a ele para obter 25% de teor de água, e daí em diante uma taça de chá foi formada utilizando uma roda mecânica. Como as fibras foram dispersadas na base de corpo moldado, o número de fibras embaraçadas, uniformidade e moldabilidade na roda mecânica foram avaliados em uma escala de quatro níveis com ⊗, O, Δ e x.

15 ⊗ - As fibras foram dispersadas de maneira suficiente sem quaisquer fibras embaraçadas e a uniformidade e moldabilidade foram particularmente excelentes.

O - As fitas foram dispersadas em um nível satisfatório com quase nenhuma fibra embaraçada e a uniformidade e moldabilidade foram  
20 excelentes.

Δ - As fitas foram dispersadas em um nível tolerável. Houve um pequeno número de fibras embaraçadas, porém a uniformidade e moldabilidade foram obtidas em um nível tolerável.

25 x - As fibra foram dispersadas de maneira extremamente desproporcional, com diversas fibras embaraçadas e a uniformidade e moldabilidade foram pobres.

## 8. Método de queima, a aparência do corpo queimado e a conformabilidade de poros.

Em um forno elétrico que é aquecido até 150 °C a uma

velocidade de aumento de temperatura de um 1 °C/min, a taça de chá moldada foi mantida por 30 minutos para realizar o processo de secagem, e daí em diante o forno elétrico foi aquecido até 1200 °C a 1 °C/min para queimar a taça de chá. A aparência do corpo queimado obtido foi avaliada em uma escala de quatro níveis com ⊗, O, Δ e x. A umidade foi absorvida por um método de fervura, o peso específico em massa foi medido por um método de Arquimedes, e os resultados foram utilizados como os indicadores da conformabilidade de poros.

⊗ - Nenhuma rachadura ou carburetos observados, com nível de aparência uniforme e suficiente.

O - Houve algumas rachaduras ou carburetos, porém aparência uniforme e satisfatória foi obtida.

Δ - Houve algumas rachaduras ou carburetos e não uniformidades atribuíveis a desproporção de fibras foram observadas, porém nível tolerável de aparência foi obtido.

x - Uma grande rachadura e diversos carburetos foram observados e aparência extremamente pobre foi obtida.

### Exemplo 1

Um copolímero de etileno buteno propileno tendo um ponto de fusão de 130 °C e MFR de 16 g/10 min foi submetido a fiação fundida. O número de vezes que filamento cortado foi gerado ao fiar o copolímero de etileno buteno propileno por 6 horas de uma vez foi 0, significando que capacidade de fiação suficiente foi obtida. Filamento não estirado assim obtido foi estirado em uma relação de estiramento de 2,4 a 30 °C com uma máquina de estiramento de rolo quente, e com isto um filamento estirado tendo um diâmetro de fibra de 21 micra foi obtido. A relação residual de peso deste filamento foi 2% e a porcentagem de encolhimento quente seco foi 12% a 80 °C, apresentando capacidade de encolhimento elevada. Esta fibra encolhível foi cortada para 5 mm para obter um conjunto de fibras tendo uma

porcentagem de umidade de 26%. A amassadura desta fibra encolhível com relação à base de corpo queimado foi boa, e a moldabilidade em relação à taça de chá também foi boa. Quando a taça de chá moldada foi queimada por meio do método acima mencionado, um corpo queimado poroso com aparência extremamente boa foi obtido e seu peso específico em massa foi 1,4. Uma vez que o peso específico em massa de um corpo queimado que é obtido sem adicionar a ele a fibra encolhível era 2,1 como mostrado no Exemplo Comparativo 1 a seguir, é entendido que adicionar a fibra encolhível tornou poroso o corpo queimado.

#### 10 Exemplo Comparativo 1

Somente a base do corpo queimado foi amassada e moldada sem adicionar a fibra ela para obter um corpo queimado. Embora a amassadura e moldabilidade fossem extremamente boas, o corpo queimado obtido foi rachado e assim a sua aparência foi extremamente pobre. Esta rachadura é atribuída ao fato que o teor de a umidade contida na base de corpo queimado foi evaporada de maneira drástica sob as condições de queima acima mencionadas. Nenhuma outra rachadura foi gerada baixando a temperatura de secagem e reduzindo a velocidade de aumento de temperatura, porém isto reduziu a produtividade dos processos de secagem e queima. Além disto, o peso específico em massa do corpo queimado foi 2,1 o que provocou um sentimento de peso.

#### Exemplo 2

Um polietileno de baixa densidade tendo um ponto de fusão de 102 °C e MFR de 23 g/10 min foi submetido a fiação fundida. Quebras de filamento ocorreram frequentemente durante a fiação e o número de vezes que filamento cortado foi gerado ao fiar o polietileno de baixa densidade por 6 horas de uma vez foi 8, porém um filamento não estirado foi obtido com produtividade tolerável. Este filamento não estirado foi estirado em uma relação de estiramento de 2,0 a 50 °C com a máquina de estiramento de rolo

quente, e com isto um filamento estirado tendo um diâmetro de fibra de 34 micra foi obtido. A relação residual de peso deste filamento foi 4% e a porcentagem de encolhimento quente seco foi 37% a 80 °C, apresentando alta capacidade de encolhimento. Esta fibra encolhível foi cortada para 15 mm para obter um conjunto seco de fibras tendo uma porcentagem de umidade de 0%. Quando este conjunto de fibras foi adicionado à base de corpo queimado fibras dispersadas foram observadas. Embora as fibras estivessem embaraçadas umas com as outras, um nível tolerável de amassadura foi obtido na composição de base do corpo queimado e a moldabilidade e plasticidade com relação à taça de chá foram ligeiramente baixas, porém obtidas em um nível moldável. Quando a taça de chá moldada foi queimada por meio do método acima mencionado, não uniformidade atribuível à desproporção de fibras dispersadas foi observada de maneira insignificante, porém um corpo queimado extremamente poroso tendo uma densidade de 1,0 foi obtido.

### Exemplo 3

Um polietileno de baixa densidade tendo um ponto de fusão de 102 °C e MFR de 23 g/10 min foi arranjada em um primeiro componente, um polipropileno tendo um ponto de fusão de 160 °C e MFR de 16 g/10 min foi arranjado em um segundo componente, e estes foram conjugados em um padrão de conjugação de bainha/núcleo = primeiro componente/segundo componente = 40/60 e submetidos a fiação fundida. Arranjando o polipropileno no componente núcleo, a capacidade de fiação melhorou de maneira significativa e o número de vezes que filamento cortado foi gerado foi zero, daí um filamento não estirado foi obtido com produtividade suficiente. Este filamento não estirado foi estirado em uma relação de estiramento de 1,8 a 50 °C com uma máquina de estiramento de água quente, e com isto um filamento estirado tendo um diâmetro de fibra de 25 micra foi obtido. A relação residual de peso deste filamento foi 3% e a porcentagem de encolhimento quente seco 12% a 80 °C, apresentando uma capacidade de

encolhimento elevada. Esta fibra encolhível foi cortada para 5 mm para obter um conjunto de fibras tendo uma porcentagem de umidade de 30%. A amassadura desta fibra encolhível em relação à base de corpo queimado foi extremamente boa e a moldabilidade também foi boa. Quando a taça de chá moldada foi queimada por meio do método acima mencionado, um corpo queimado poroso de maneira homogênea foi obtido e o seu peso específico em massa foi 1,2.

#### Exemplo 4

Um polietileno de baixa densidade tendo um ponto de fusão de 102 °C e MFR de 35 g/10 min foi arranjada em um primeiro componente, um polipropileno tendo um ponto de fusão de 160 °C e MFR de 16 g/10 min foi arranjado em um segundo componente, e estes foram conjugados em um padrão de conjugação de bainha/núcleo = primeiro componente/segundo componente = 40/60 e submetidos a fiação fundida. O número de vezes que filamento cortado foi gerado foi zero, daí um filamento não estirado foi obtido com produtividade suficiente. Este filamento não estirado foi estirado uma relação de estiramento de 2,2 a 60 °C com a máquina de estiramento de rolo quente e com isto um filamento estirado tendo um diâmetro de fibra de 23 micra foi obtido. A relação residual de peso deste filamento foi 3% e a porcentagem de encolhimento quente seco foi 9% a 80 °C. Esta fibra encolhível foi cortada para 5 mm para obter um conjunto de fibras tendo uma porcentagem de umidade de 30%. A amassadura desta fibra encolhível em relação à base de corpo queimado foi extremamente boa e a moldabilidade também foi boa. Quando a taça de chá moldada foi queimada por meio do método acima mencionado, um corpo queimado poroso de maneira homogênea foi obtido e o peso específico em massa dele era 1,6.

#### Exemplo 5

Uma substância que é obtida misturando um polietileno de baixa densidade tendo um ponto de fusão de 106 °C e MFR de 42 g/10 min

com um copolímero de etileno vinil acetato tendo um ponto de fusão de 83 °C, um teor de vinil acetato de 20% e MFR de 35 g/10 min e uma fração mássica de 75/25 foi arranjada no primeiro componente, polipropileno tendo um ponto de fusão de 160 °C e MFR de 16 g/10 min foi arranjado no segundo componente, e estes foram conjugados em um padrão de conjugação de bainha/núcleo = primeiro componente/segundo componente = 50/50, e submetido a fiação fundida. O número de vezes que filamento cortado foi gerado foi 5, daí um nível satisfatório de capacidade de fiação foi obtido. Este filamento não estirado foi estirado em uma relação de estiramento de 1,8 a 50 °C com a máquina de estirar de água quente, e com isto um filamento estirado tendo um diâmetro de fibra de 25 micra foi obtido. A relação residual de peso deste filamento foi 4% e a porcentagem de encolhimento quente seco foi 16% a 80 °C, apresentando alta capacidade de encolhimento. Esta fibra encolhível foi cortada para 5 mm para obter um conjunto de fibras tendo uma porcentagem de umidade de 25%. A amassadura desta fibra encolhível em relação à base de corpo queimado foi extremamente boa e a moldabilidade também foi boa. Quando a taça de chá moldada foi queimada por meio do método acima mencionado, um corpo queimado poroso de maneira homogênea foi obtido e seu peso específico em massa foi 1,0.

#### Exemplo 6

Um polietileno de baixa densidade tendo um ponto de fusão de 102 °C e MFR de 23 g/10 min foi arranjado no primeiro componente, um copolímero de etileno buteno propileno tendo um ponto de fusão de 130 °C e MFR de 16 g/10 min foi arranjado no segundo componente, e estes foram conjugados em um padrão de conjugação de bainha/núcleo = primeiro componente/segundo componente = 50/50, e submetido a fiação derretida. O número de vezes que filamento cortado foi gerado foi 3, daí um nível satisfatório de capacidade de fiação foi obtido. Este filamento não estirado foi estirado em uma relação de estiramento de 1,6 a 40 °C com a máquina de



estirar de água quente, e com isto um filamento estirado tendo um diâmetro de fibra de 38 micra foi obtido. A relação residual de peso deste filamento foi 2% e a porcentagem de encolhimento quente seco foi 28% a 80 °C, apresentando alta capacidade de encolhimento. Esta fibra encolhível foi cortada para 3 mm para obter um conjunto de fibras tendo uma porcentagem de umidade de 20%. A amassadura desta fibra encolhível em relação à base de corpo queimado foi extremamente boa e a moldabilidade também foi muito boa. Quando a taça de chá moldada foi queimada por meio do método acima mencionado, um corpo queimado poroso de maneira homogênea foi obtido, e seu peso específico em massa foi 1,0.

#### Exemplo 7

Um polietileno de baixa densidade tendo um ponto de fusão de 102 °C e MFR de 31 g/10 min foi arranjado no primeiro componente, um polipropileno tendo um ponto de fusão de 160 °C e MFR de 16 g/10 min foi arranjado no segundo componente, e estes foram conjugados em um padrão de conjugação de primeiro componente/segundo componente = 50/50, e submetido a fiação fundida utilizando um bocal lado a lado. Quando a seção transversal da fibra obtida foi verificada, a fibra era formada de tal modo que o primeiro componente de escoamento elevado abrange o segundo componente e o número de vezes que o filamento cortado foi gerado foi zero, daí um nível suficiente de capacidade de fiação foi obtido. Este filamento não estirado foi estirado em uma relação de estiramento de 1,6 a 40 °C com a máquina de estirar de água quente, e com isto um filamento estirado tendo um diâmetro de fibra de 38 micra foi obtido. A relação residual de peso deste filamento foi 2% e a porcentagem de encolhimento quente seco foi 28% a 80 °C, apresentando alta capacidade de encolhimento. Devido à diferença em porcentagem de encolhimento entre estes componentes, rugas espirais tridimensionais foram geradas durante o tratamento térmico. Esta fibra encolhível foi cortada para 3 mm para obter um conjunto de fibras tendo uma

porcentagem de umidade de 20%. A amassadura desta fibra encolhível em relação à base de corpo queimado foi extremamente boa e a moldabilidade também foi muito boa. Quando a taça de chá moldada foi queimada por meio do método acima mencionado, um corpo queimado poroso de maneira homogênea foi obtido, e o seu peso específico em massa foi 0,9. É avaliado que a dimensão do poro aumentou devido ao poder de desenvolvimento das rugas espirais sobre a fibra encolhível.

#### Exemplo Comparativo 2

Um polietileno tereftalato tendo um ponto de fusão de 260 °C um valor IV de 0,64 foi submetido a fiação fundida. Um nível suficiente de capacidade de fiação foi obtido. Esta fibra não estirada foi estirada em uma relação de estiramento de 2,5 a 80 °C com a máquina de estiramento de rolo quente, e com isto um filamento estirado tendo um diâmetro de fibra de 18 micra foi obtido. A relação residual de peso deste filamento foi 15% e a porcentagem de encolhimento quente seco foi 3% a 80 °C, apresentando baixa capacidade de encolhimento. Esta fibra foi cortada para 6 mm para obter um conjunto de fibras tendo uma porcentagem de umidade de 28%. A amassadura desta fibra encolhível com relação à base de corpo queimado foi boa e a moldabilidade com relação à taça de chá também foi boa. Quando a taça de chá moldada foi queimada por meio do método acima mencionado, ocorreram rachaduras e diversos carburetos foram observados na fibra, o que danificou a aparência da superfície. O peso específico em massa do corpo queimado foi 1,9 que era ainda pesado.

#### Exemplo Comparativo 3

Uma fibra de álcool polivinílico disponível comercialmente (vinylon) tendo um ponto de fusão de 240 °C, um diâmetro de fibra de 17 micra e um comprimento de fibra de 6 mm, foi obtida. Sua relação residual de peso foi 25%, a porcentagem de encolhimento quente seco foi 2% a 80 °C, e a porcentagem de umidade do conjunto de fibras foi 0%, significando que o

conjunto de fibras estava em um estado substancialmente seco. A recuperação de umidade padrão foi 5%. A fibra estava a ponto de ser adicionada e amassada com a base de corpo queimado, porém a processabilidade foi pobre uma vez que as fibras dispersavam facilmente. A moldabilidade com relação à taça de chá não foi em um nível satisfatório. Quando a taça de chá moldada foi queimada por meio do método acima mencionado um odor de ácido acético foi gerado. Rachaduras ocorreram no corpo queimado obtido, e diversos carburetos de fibras foram observados, o que danificou a aparência da superfície. O peso específico em massa do corpo queimado foi 2,0 que ainda era pesado.

#### Exemplo Comparativo 4

Um polipropileno tendo um ponto de fusão de 160 °C e MFR de 24 g/10 min foi submetido a fiação fundida. Um nível satisfatório de capacidade de fiação foi obtido. Filamento não estirado assim obtido foi estirado em uma relação de estiramento de 4,0 a 80 °C com a máquina de estiramento de rolo quente, e com isto um filamento estirado tendo um diâmetro de fibra de 25 micra foi obtido. A relação residual de peso deste filamento foi 2% e a porcentagem de encolhimento quente seco foi 4% a 80 °C, apresentando baixa capacidade de encolhimento. Esta fibra encolhível foi cortada para 1 mm para obter um conjunto de fibras tendo uma porcentagem de umidade de 26%. Uma vez que o comprimento da fibra era tão curto quanto 1 mm, a amassadura desta fibra encolhível com relação à base de corpo queimado foi boa e a moldabilidade em relação à taça de chá também foi boa. Quando a taça de chá moldada foi queimada por meio do método acima mencionado, rachaduras ocorreram, o que tornou a aparência inaceitável. O peso específico em massa do corpo queimado foi 2,0, que era pesado.

#### Exemplo Comparativo 5

Um polietileno de alta densidade tendo um ponto de fusão de

130 °C e MFR de 26 g/10 min foi arranjado no primeiro componente e polipropileno tendo um ponto de fusão de 160 °C e MFR de 16 g/10 min foi arranjado no segundo componente, e estes foram conjugados em um padrão de conjugação de bainha/núcleo = primeiro componente/segundo componente = 50/50, e submetido a fiação derretida. Um nível satisfatório de capacidade de fiação foi obtido. Este filamento não estirado foi estirado em uma relação de estiramento de 4,3 a 90 °C com a máquina de estirar de água quente, e com isto um filamento estirado tendo um diâmetro de fibra de 16 micra foi obtido. A relação residual de peso deste filamento foi 3%, e a porcentagem de encolhimento quente seco foi 5% a 80 °C apresentando baixa capacidade de encolhimento. A fibra encolhível foi cortada para 5 mm para obter um conjunto de fibras tendo uma porcentagem de umidade de 26%. A amassadura desta fibra encolhível em relação à base de corpo queimado foi boa e a moldabilidade também foi aceitável. Quando a taça de chá moldada foi queimada por meio do método acima mencionado, rachaduras ocorreram, o que tornou a aparência inaceitável. O peso específico em massa do corpo queimado foi 1,9 que era ligeiramente pesado.

Tabela 1

	Comp. 1	Comp. 2	Padrão de conjugação	Capacidade de fiação	Temperatura de estiramento (° C)	Relação de estiramento	Diâmetro da fibra $\mu\text{m}$	Comprimento da fibra mm	Porcentagem de unidade %	Porcentagem de encolhimento quente seco %	Amassadura* e conformabilidade	Aparência do corpo queimado	Peso específico em massa
Ex.1	co-PP	-	-	⊗	30	2,4	21	5	26	12	○	⊗	1,4
Ex.2	LDPE	-	-	Δ	50	2,0	34	15	0	37	Δ	Δ	1,0
Ex.3	LDPE	PP	Bainha/núcleo	⊗	50	1,8	25	5	30	12	○	○	1,2
Ex.4	LDPE	PP	Bainha/núcleo	⊗	60	2,2	23	5	30	9	○	○	1,6
Ex.5	LDPE EVA	PP	Bainha/núcleo	○	50	1,8	25	5	25	16	○	○	1,0
Ex.6	LDPE	co-PP	Bainha/núcleo	○	40	1,6	38	3	20	28	⊗	⊗	1,0
Ex.7	LDPE	PP	Lado a lado	⊗	60	1,5	29	3	20	33	⊗	⊗	0,9
Comp. Ex.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗	x	2,1
Comp. Ex.2	PET	-	-	⊗	80	2,5	18 -	6	28	3	○	x	1,9
Comp. Ex.3	PVOH	-	-	-	-	-	17	6	0	2	Δ	x	2,0
Comp. Ex.4	PP	-	-	⊗	80	4,0	25	1	26	4	⊗	x	2,0
Comp. Ex.5	HDPE	PP	Bainha/núcleo	⊗	90	4,3	16	5	26	5	○	x	1,9

PP: polipropileno

PET: polietileno tereftalato

co-PP: copolímero de propileno

PVOH: álcool polivinílico

HDPE: polietileno de alta densidade

5 LDPE: polietileno de baixa densidade

EVA: copolímero de etileno-vinil acetato

\* Como as fibras são dispersadas na base de corpo moldado, o número de fibras embaraçadas, uniformidade e similares

## REIVINDICAÇÕES

1. Fibra encolhível composta de uma resina termoplástica, para ser dispersada em uma base de corpo moldado poroso, caracterizada pelo fato de ter um diâmetro de fibra na faixa de 10 a 40 µm, um comprimento de fibra na faixa de 1 a 20 mm e uma porcentagem de encolhimento quente seco de no mínimo 8% quando submetida a tratamento térmico a 80°C por 5 minutos.

2. Fibra encolhível de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de ter uma relação residual de peso de no máximo 10% quando aquecida a 500°C.

3. Fibra encolhível de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que é uma fibra conjugada obtida conjugando um primeiro componente composto de uma resina termoplástica com um segundo componente composto de uma resina termoplástica que tem um ponto de fusão mais elevado do que aquele do primeiro componente, em que a fibra conjugada tem uma relação residual de peso de no máximo 10% quando aquecida a 500°C.

4. Fibra encolhível de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de o primeiro componente ser uma mistura de dois ou mais tipos de resinas termoplásticas, e no mínimo uma das resinas termoplásticas ter um ponto de fusão de no máximo 100°C.

5. Fibra encolhível de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 ou 4, caracterizada pelo fato de os centros de gravidade dos componentes conjugados serem diferentes um do outro em uma seção transversal da fibra.

6. Fibra encolhível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo fato de uma porcentagem de umidade de um conjunto de fibras ser na faixa de 5 a 50%.

7. Fibra encolhível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de ter uma recuperação de umidade padrão de no máximo 2%.