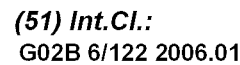




(22) Data de Depósito: 02/03/2007
(43) Data da Publicação: 31/05/2011
(RPI 2108)



(87) Publicação Internacional: WO 2007/102431 de 13/09/2007

[illegible]

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "GUIA DE ONDAS ÓPTICO FLEXÍVEL, PROCESSO DE PRODUÇÃO DO MESMO, E MÓDULO ÓPTICO".

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção refere-se a um guia de ondas óptico flexível, um processo de produção para o mesmo e um módulo óptico preparado por uso do guia de ondas óptico flexível.

TÉCNICA ANTECEDENTE

10 Em transmissão de sinal de alta densidade e alta velocidade entre dispositivos eletrônicos e entre quadros de ligações impressos, a transmissão por ligações elétricas convencionais é limitada em aumento em velocidade e densidade, devido às barreiras provocadas por interferência mútua e atenuação dos sinais. Para vencer essas restrições investigou-se uma tecnologia de conexão de dispositivos eletrônicos e quadros de ligações impressos entre si por meio de uma interligação por luz denominada óptica. Os

15 guias de ondas ópticos flexíveis, que apresentam flexibilidade, são considerados como sendo adequados para o caminho da luz dos pontos de vista de uma fácil conexão aos dispositivos e substratos e de fácil manuseio.

Quando um guia de ondas óptico flexível é integrado com uma

20 quadro de ligações impresso elétrico, para transformá-los em um material composto, um adesivo precisa ser usado para a aderência de ambos. Em geral, uma camada externa de um guia de ondas óptico flexível, isto é, uma camada de recobrimento, é altamente lisa, e uma área superficial dela posta em contato com um adesivo pode não ficar suficientemente segura. Consequentemente, uma força adesiva exercida por um efeito âncora pode não ser

25 apresentada, e é difícil obter uma propriedade de adesão forte.

Também, quando um guia de ondas óptico flexível é transformado em uma multicamada, para integrar em alto grau um circuito óptico, acarreta-se um problema da mesma propriedade adesiva.

30 Um guia de ondas óptico de filme polimérico é proposto como um guia de ondas óptico flexível (por exemplo, referir-se a um documento de patente 1). Um filme polimérico é preparado por aplicação de uma solução

de um polímero em um substrato de silício e similares por recobrimento rotativo e cozimento dele, para formar uma camada de recobrimento inferior. Uma camada de núcleo é formada pelo mesmo processo, e depois um modelo de máscara é formado com um fotorresistor contendo Si e decapado a seco, para, desse modo, formar um modelo de núcleo. Depois, uma camada de recobrimento superior é formada pelo mesmo processo, como o processo pelo qual a camada de recobrimento inferior é formada. Finalmente, o guia de ondas óptico é destacado do substrato, para, desse modo, preparar um guia de ondas óptico flexível transformado em um filme. Em particular, um substrato de silício oxidado termicamente é usado como o substrato, para facilitar a soltura do guia de ondas óptico, e um processo, no qual o substrato é imerso em ácido fluorídrico, é apresentado como um processo pelo qual o guia de ondas óptico é destacado do substrato de silício mencionado acima, após formação do guia de ondas óptico.

No entanto, no guia de ondas óptico flexível descrito acima, uma superfície da camada externa da camada de recobrimento tem uma alta lisura, e, portanto, a propriedade adesiva descrita acima é um problema em compor-se com uma quadro de ligações impresso elétrico ou para transformar um guia de ondas óptico flexível em uma multicamada.

Um processo produtivo para o guia de ondas óptico flexível, descrito acima, leva tempo para formar as respectivas camadas de uma camada de recobrimento inferior, uma camada de núcleo e uma camada de recobrimento superior, e um material líquido é aplicado em um substrato para formar um filme, de modo que o controle da espessura do filme é complicado. Além disso, uma vez que a resina revestida no substrato é líquida, antes de cura, ela escoar no substrato, e é difícil de manter uma uniformidade na espessura do filme. Nesse particular, são envolvidos problemas originários pelo fato de que a forma do material é líquida.

Além do mais, silício é usado para o substrato, e, portanto, não é adequado produzir um guia de ondas óptico tendo um tamanho igual ou superior a 10 cm em uma grande quantidade. Também, o processo produtivo descrito acima tem uma etapa de decapagem a seco, que é um processo a

alto vácuo, e a decapagem a seco tem que ser conduzida por um tempo muito longo, para preparar um guia de ondas óptico de modo múltiplo, compreendendo uma camada de núcleo espessa.

Documento de patente: JP 7-239422 A

5 DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

À luz dos problemas descritos acima, um objeto da presente invenção é proporcionar um guia de ondas óptico flexível, que é excelente em propriedade adesiva em composição com um quadro de ligações impresso elétrico, e em transformar um guia de ondas óptico flexível em uma multicamada, um processo produtivo para o mesmo e um módulo óptico preparado por uso do guia de ondas óptico flexível.

Investigações intensas repetidas pelos presentes inventores resultaram na descoberta de que os problemas descritos acima podem ser solucionados pelo processo descrito acima. Isto é, a presente invenção refere-se aos seguintes (1) a (5):

(1) Um guia de ondas óptico flexível preparado por uso de um filme de resina para formar um guia de ondas óptico, para pelo menos uma de uma camada de recobrimento inferior, uma camada de núcleo e uma camada de recobrimento superior, em que uma rugosidade média de dez pontos (Rz) em uma superfície de qualquer uma das camadas de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior é igual ou superior a 0,5 μm e igual ou inferior a 10 μm .

(2) Um guia de ondas óptico flexível preparado por uso de um filme de resina para formar um guia de ondas óptico, para pelo menos uma de uma camada de recobrimento inferior, uma camada de núcleo e uma camada de recobrimento superior, em que uma rugosidade média de dez pontos (Rz) em uma superfície de uma das camadas de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior é igual ou superior a 0,5 μm e igual ou inferior a 10 μm , e a Rz em uma superfície da outra é inferior a 0,5 μm .

(3) Um processo de produção para formar um guia de ondas óptico flexível, compreendendo uma camada de recobrimento inferior, uma camada de núcleo e uma camada de recobrimento superior, que compreen-

de:

uma etapa na qual um filme de resina para formar uma camada de recobrimento, preparada em um substrato tendo uma rugosidade média de dez pontos (Rz) igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$, em
 5 uma superfície dele, é usada para pelo menos uma das camada de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior, para preparar um guia de ondas óptico; e

uma etapa na qual o substrato mencionado acima é depois removido do filme de resina para formar uma camada de recobrimento.

10 (4) Um processo de produção para um guia de ondas óptico flexível de acordo com o item mencionado acima (3), no qual o substrato tendo uma rugosidade média de dez pontos (Rz) igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$, em uma superfície dele, é uma folha fina metálica.

(5) Um módulo óptico preparado por uso do guia de ondas óptico
 15 flexível, como descrito no item mencionado acima (2), em que um elemento emissor de luz ou um elemento receptor de luz é carregado em uma superfície de qualquer uma das camadas de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior, na qual uma rugosidade média de dez pontos (Rz) é igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$.

20 De acordo com a presente invenção, é possível proporcionar um guia de ondas óptico flexível, que é excelente em propriedade adesiva, em composição com um quadro de ligações impresso elétrico, e transformar guias de ondas ópticos flexíveis em uma multicamada, um processo produtivo para o mesmo e um módulo óptico preparado por uso do guia de ondas
 25 óptico flexível.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é um desenho para explicar o processo produtivo para o guia de ondas óptico flexível, de acordo com a presente invenção.

A Figura 2 é um desenho para explicar um exemplo de composição do guia de ondas óptico flexível da presente invenção e de um quadro
 30 de ligações impresso elétrico.

A Figura 3 é um desenho para explicar um exemplo de formação

de multicamada dos guias de ondas ópticos flexíveis da presente invenção.

A Figura 4 é um desenho para explicar um módulo óptico, preparado por uso do guia de ondas óptico flexível da presente invenção.

EXPLICAÇÃO DOS NÚMEROS DE REFERÊNCIA

- '5 1 - substrato
- 2 - camada de recobrimento inferior
- 3 - camada de núcleo
- 4 - filme de substrato para uma camada de núcleo
- 5 - fotomáscara
- 10 6 - modelo de núcleo
- 7 - camada de recobrimento superior
- 8 - superfície áspera
- 9 - superfície lisa
- 10 - camada adesiva
- 15 11 - quadro de ligações impresso elétrico
- 12 - elemento emissor de luz ou elemento receptor de luz
- 13 - Parte de transformação de caminho óptico

MELHOR MODO PARA CONDUZIR A INVENÇÃO

Guia de ondas óptico flexível e módulo óptico:

- 20 A concretização do guia de ondas óptico flexível da presente invenção inclui, por exemplo, um guia de ondas óptico constituído de um modelo de núcleo 6, tendo um alto índice de refração, uma camada de recobrimento inferior 2 e uma camada de recobrimento superior 7, que têm um baixo índice de refração, de acordo com um exemplo mostrado na Figura 1
- 25 (f). O modelo de núcleo 6 é formado por exposição e desenvolvimento de uma camada de núcleo 3, como mostrado na Figura 1(c) e (d).

- O guia de ondas óptico flexível da presente invenção é preparado, à luz de uma forma material dele, por uso de um material em forma de filme, para formar um guia de ondas óptico (a seguir referido como um filme
- 30 de resina para formação de um guia de ondas óptico), para pelo menos uma da camada de recobrimento inferior, camada de núcleo e camada de recobrimento superior. O uso do filme de resina para a formação de um guia de

ondas óptico possibilita a produção de um guia de ondas óptico flexível, que satisfaz uma expansão da área, sem originar os problemas provocados por uma forma líquida do material.

O filme de resina para a formação de um guia de ondas óptico, usado na presente invenção, é elaborado de modo que o filme de resina para a formação do guia de ondas óptico flexível, usado para a camada de núcleo (a seguir referido como o filme de resina para formação de uma camada de núcleo), tem um índice de refração mais alto do que aquele do filme de resina para formação de um guia de ondas óptico flexível, usado para a camada de recobrimento (a seguir referido como o filme de resina para formação de uma camada de recobrimento).

O guia de ondas óptico flexível da presente invenção é caracterizado pelo fato de que uma rugosidade média de dez pontos (a seguir referida como Rz, de acordo com uma definição da norma JIS B0601-1994), em uma superfície de qualquer uma da camada de recobrimento inferior e da camada de recobrimento superior, é igual ou superior a 0,5 μm e igual ou inferior a 10 μm . Isso possibilita obter um guia de ondas óptico flexível, que é excelente em propriedade adesiva com um quadro de ligações impresso elétrico, ou uma propriedade adesiva entre guias de ondas ópticos na superfície mencionada acima, tornando eficiente o uso de um efeito âncora na superfície mencionada acima.

A Rz igual ou superior a 0,5 μm possibilita obter o efeito âncora satisfatório e manter a força adesiva. Por outro lado, a Rz igual ou inferior a 10 μm elimina a necessidade de aumentar uma espessura da camada de recobrimento, para evitar um efeito de perda de transmissão, provocada por difusão da luz, e possibilita aperfeiçoar uma propriedade de encurvamento do guia de ondas óptico flexível. Dos pontos de vista descritos acima, a Rz fica, de preferência, em uma faixa de 1 a 5 μm .

Se a Rz em uma superfície de qualquer uma das camadas de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior for igual ou superior a 0,5 μm e igual ou inferior a 10 μm no guia de ondas óptico flexível, o guia de ondas óptico flexível, que é excelente em propriedade adesiva, pode

ser preparado, e, no caso de um módulo óptico preparado por uso do guia de ondas óptico flexível, no qual um elemento emissor de luz ou um elemento receptor de luz 12 é carregado, como mostrado, por exemplo, na Figura 4, na superfície (a superfície 9 da camada de recobrimento superior 7 no exemplo da Figura 4) da camada de recobrimento no guia de ondas óptico, equipado com uma parte de transformação de caminho óptico, a Rz na superfície mencionada acima 9 é, de preferência, pequena do ponto de vista da redução da perda de acoplamento óptico.

Dos pontos de vista descritos acima, no guia de ondas óptico da presente invenção, uma Rz na superfície de qualquer uma das camada de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior é, de preferência, igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$, e a Rz na superfície da outra é, de preferência, inferior a $0,5\ \mu\text{m}$. Em um módulo óptico preparado por uso do guia de ondas óptico flexível mencionado acima, um elemento emissor de luz ou um elemento receptor de luz é, de preferência, carregado na superfície de qualquer uma das camada de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior, na qual a Rz em uma superfície é inferior a $0,5\ \mu\text{m}$, e do ponto de vista da redução da perda de acoplamento óptico, a Rz na superfície mencionada acima é, particularmente, igual ou inferior a $0,3\ \mu\text{m}$.

Um processo para obtenção do guia de ondas óptico flexível da presente invenção não deve ser especificamente limitado, desde que seja um processo compreendendo uma etapa na qual uma superfície de qualquer uma das camada de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior seja asperizada, de modo que a Rz na superfície mencionada acima fica em uma faixa igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$.

Um processo para asperizar a superfície mencionada acima inclui um processo, no qual a superfície mencionada acima é asperizada ao mesmo tempo da preparação do guia de ondas óptico, e um processo, no qual a superfície mencionada acima é submetida a um processamento de asperizar, após preparação do guia de ondas óptico.

O processo, no qual a superfície mencionada acima é asperiza-

da ao mesmo tempo da preparação do guia de ondas óptico, inclui um processo no qual um filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento, preparado de um substrato tendo Rz igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$ em uma superfície dele, é usado para preparar um

5 guia de ondas óptico em pelo menos uma da camada de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior, e em que o substrato mencionado acima é depois removido do filme acima, para, desse modo, transferir a forma superficial do substrato para o filme. Isso possibilita simplificar o processo de asperizar. No guia de ondas óptico flexível da presente invenção, o

10 processo, pelo qual a superfície é asperizada ao mesmo tempo da preparação do guia de ondas óptico, é preferido do ponto de vista da simplificação da produção.

O substrato descrito acima não deve ser especificamente limitado a um material dele, desde que a Rz na superfície seja igual ou superior a

15 $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$, e inclua folhas finas metálicas, tais como folha fina de cobre, folha fina de níquel, folha fina de alumínio e similares, poliésteres tais como poli(tereftalato de etileno) e similares, poliolefinas tais como polipropileno, polietileno e similares, poliamida, policarbonato, poli(éter de fenileno), poli(éter-sulfeto), poli(sulfeto de fenileno), polialilato, polímeros

20 de cristal líquido, polissulfona, poli(éter-sulfona), poli(éter-cetona), poli(éter-imida), poli(amida-imida), poliimida e similares.

Entre eles, as folhas finas metálicas são as preferidas dos pontos de vista da fácil preparação do filme de resina, para a formação de uma

camada de recobrimento em rolo-a-rolo, fácil obtenção de uma força como

25 de suporte, propiciando a remoção do substrato por decapagem, após preparação do guia de ondas óptico, e ser vantajoso para a produtividade.

Entre as folhas finas metálicas, uma folha fina de cobre, usada para quadros de ligações impressos elétricos, é particularmente preferida.

Uma solução de decapagem, usada quando o substrato é uma

30 folha fina de cobre, inclui uma solução de cloridrato férrico, uma solução de cloridrato cúprico, uma solução de decapagem alcalina, uma solução de decapagem de peróxido de hidrogênio e similares. Entre eles, a solução de

cloridrato férrico é preferivelmente usada, do ponto de vista de um bom fator de decapagem.

Uma espessura da folha fina metálica fica, de preferência, em uma faixa de 10 a 60 μm dos pontos de vista de uma propriedade de manuseio e de encurtamento do tempo para remoção da folha fina metálica por decapagem. Se for igual ou superior a 10 μm , falhas, tais como a produção de rugas, durante manuseio, são impedidas de serem provocadas. Se for igual ou inferior a 60 μm , a folha fina metálica pode ser removida por decapagem em um tempo curto. Dos pontos de vista descritos acima, uma espessura da folha fina metálica cai, particularmente, em uma faixa de 25 a 45 μm .

O processo no qual a superfície mencionada acima é asperizada, após preparar o guia de ondas óptico, inclui, por exemplo, processamento por jato de areia, decapagem a seco tal como decapagem com íon reativo e similares, e decapagem a úmido conduzida por uso de compostos químicos, tais como solventes orgânicos, ácidos, álcalis e similares.

O filme de resina para a formação de um guia de ondas óptico, usado na presente invenção, compreende uma composição de resina para a formação de um guia de ondas óptico, e para ser específico, é constituído, de preferência, de uma composição de resina, que compreende: (A) um polímero de base; (B) um composto fotopolimerizável; e (C) um iniciador de fotopolimerização.

O polímero de base (A) é usado para garantir uma força de um material curado, tal como um filme, quando é formado, e não deve ser especificamente limitado, desde que um objeto dele possa ser obtido, e inclui resinas fenóxi, resinas epóxi, resinas (met)acrílicas, policarbonato, polialilato, poli(éter-amida), poli(éter-imida), poli(éter-sulfona) e seus derivados. Os polímeros de base mencionados acima podem ser usados sozinhos ou em uma mistura de dois ou mais dos seus tipos.

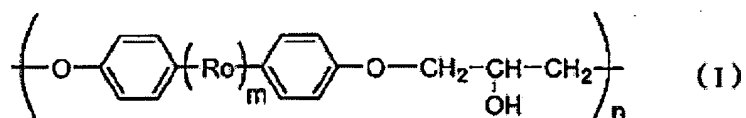
Entre os polímeros de base mostrados acima como exemplos, os polímeros tendo um esqueleto aromático em uma cadeia principal são os preferidos do ponto de vista de uma alta resistência térmica, e as resinas

fenóxi são as particularmente preferidas.

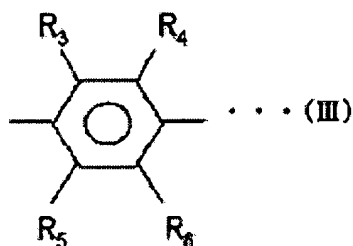
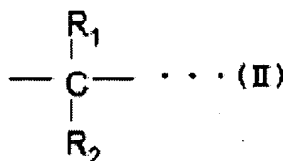
Também, do ponto de vista de serem capazes de ser reticuladas tridimensionalmente e melhorarem uma resistência térmica, as resinas epóxi, em particular, as resinas epóxi que são sólidas à temperatura ambiente (25°C), são as preferidas.

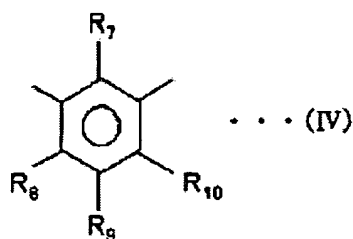
Além disso, quando a composição de resina compreendendo os componentes (A), (B) e (C) é usada para formar um filme, uma transparência do filme é preferivelmente garantida, e para satisfazer isso, o polímero de base tem, de preferência, uma alta compatibilidade com o composto fotopolimerizável (B) descrito abaixo em detalhes. Desse ponto de vista, as resinas fenóxi e as resinas (met)acrílicas descritas acima são as preferidas. Nesse aspecto, uma resina (met)acrílica significa uma resina acrílica e uma resina metacrílica.

A resina fenóxi descrita acima é um polímero amorfo e é representado pela Fórmula (I) apresentada a seguir.



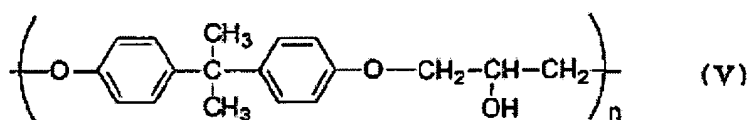
na qual n é um número inteiro igual ou superior a 1; m é 0 ou 1; e -R₀- é um grupo representado pelas Fórmulas (II), (III) ou (IV) apresentadas a seguir ou -O-.





nas quais R_1 a R_{10} são cada independentemente um átomo de hidrogênio ou um grupo orgânico representado por metila, trifluorometila e similares.

Entre as resinas fenóxi descritas acima, um polímero de cadeia linear de uma resina epóxi do tipo bisfenol A, tendo uma unidade repetitiva representada pela Fórmula (V) apresentada a seguir, tem uma alta resistência térmica e é, portanto, preferido.



na qual n é igual como descrito acima.

Em geral, a resina fenóxi do polímero de cadeia linear descrito acima é produzida por um processo de etapa única, no qual bisfenol A e epícloridrina são submetidos a uma reação de policondensação, ou a um processo de duas etapas, no qual uma resina epóxi de baixo peso molecular e bisfenol A são submetidos a uma reação de poliadição. Os seus exemplos específicos incluem "YP-50" (nome comercial), produzido pela Tohto Kasei Co., Ltd, e as resinas descritas nos pedido de patente japonesa pendente Nº 4-120124, pedido de patente japonesa pendente Nº 4-122714 e pedido de patente japonesa pendente Nº 4-339852.

Ademais, além das resinas fenóxi representadas pela Fórmula (I) descritos acima, também conhecidos como resinas fenóxi são os polímeros obtidos por submissão de várias resinas epóxi e bisfenóis difuncionais à reação de poliadição, por exemplo, resinas fenóxi bromadas (pedido de patente japonesa pendente Nº 63-191826 e JP-B-8-26119), resinas fenóxi do tipo copolímero de bisfenol A/bisfenol F (patente japonesa Nº 2917884 e patente japonesa 2799401), resinas fenóxi contendo fósforo (pedido de patente japonesa pendente Nº 2001-310939), resinas fenóxi de alta resistência tér-

mica, nas quais um esqueleto de fluoreno é introduzido (pedido de patente japonesa pendente Nº 11-269264 e pedido de patente japonesa pendente Nº 11-302373) e similares.

As resinas fenóxi mostradas abaixo, representadas pelas resinas fenóxi do tipo copolímero de bisfenol A/bisfenol F descritas acima, são adequadamente usadas como o componente (A) na presente invenção. Isto é, a resina fenóxi contém como as unidades estruturais do componente copolímero: (a - 1) pelo menos um selecionado de bisfenol A, compostos de epóxi do tipo bisfenol A e seus derivados; e (a - 2) pelo menos um selecionado de bisfenol F, compostos de epóxi do tipo bisfenol F e seus derivados.

O uso da composição de resina para a formação de um guia de ondas óptico, como o componente (A), que contém a resina compreendendo o componente (a - 1) e o componente (a - 2), como os componentes copolimerizáveis, possibilita aperfeiçoar mais uma propriedade adesiva entre as camadas, entre a camada de recobrimento e a camada de núcleo, e uma capacidade de formação de modelo (responsividade entre linhas finas ou linhas estreitas) durante a formação de um modelo de núcleo do guia de ondas óptico, e possibilita formar modelos finos tendo uma pequena largura de linha e um pequeno espaço de linha.

Bisfenol A, o composto epóxi do tipo bisfenol A e os seus derivados incluem, adequadamente, tetrabromobisfenol A, compostos de epóxi do tipo tetrabromobisfenol A e similares.

Além disso, bisfenol F, o composto epóxi do tipo bisfenol F e os seus derivados incluem, adequadamente, tetrabromobisfenol F, compostos de epóxi do tipo tetrabromobisfenol F e similares.

O polímero de base (A) da presente invenção inclui, como descrito acima, particularmente, as resinas fenóxi do tipo copolímero de bisfenol A/bisfenol F e, por exemplo, um de nome comercial "Phenotohto YP-70", produzido pela Tohto Kasei Co., Ltd. é disponível para ele.

A seguir, a resina epóxi, que é sólida à temperatura ambiente (25°C) inclui, por exemplo, resinas epóxi do tipo bisfenol A, tais como "Epotohto YD-7020, Epotohto YD-70.59 e Epotohto YD-70.57" (nomes comerci-

ais), produzidas pela Tohto Kasei Co., Ltd. e "Epicoat 10.50, Epicoat 1009 e Epicoat 1008" (nomes comerciais), produzidas pela Japan Epoxy Resins Co., Ltd.

Um peso molecular do polímero de base (A) é, de preferência, igual ou superior a 5.000, particularmente, igual ou superior a 10.000 e, especialmente, igual ou superior a 30.000, em termos de um peso molecular numérico médio do ponto de vista que seja capaz de ser formado, é ainda um filme de resina para a formação de um guia de ondas óptico, tendo uma espessura de cerca de 50 μm , que é necessária para os materiais de guias de ondas ópticos para interligação óptica. Um limite superior do peso molecular numérico médio não deve ser especificamente limitado, e é, de preferência, igual ou inferior a 1.000.000, particularmente, igual ou inferior a 500.000, e, especialmente, igual ou inferior a 200.000, dos pontos de vista de uma compatibilidade com o composto fotopolimerizável (B) e a propriedade de exposição e desenvolvimento. O peso molecular numérico médio é um valor determinado por medida de cromatografia de permeação em gel (GPC), e cálculo em termos de poliestireno padrão.

Uma proporção de mistura do polímero de base (A) é, de preferência, 5 a 80% em massa, com base na quantidade total do componente (A) e do componente (B).

Se a proporção de mistura mencionada acima for igual ou superior a 5% em massa, é fácil formar um filme da composição de resina contendo o composto fotopolimerizável (B) e o iniciador de fotopolimerização (C). Em particular, quando da formação do filme de resina para a formação de um guia de ondas óptico, é, particularmente, igual ou superior a 10% em massa, uma vez que mesmo um filme tendo uma espessura de filme igual ou superior a 50 μm pode ser facilmente formado.

Por outro lado, se a proporção de mistura mencionada for igual ou inferior a 80% em massa, uma capacidade de formação de modelo da composição de resina é aperfeiçoada, e a reação de fotocura continua suficientemente, quando da formação do guia de ondas óptico. Dos pontos de vista mencionados acima, uma proporção de mistura do polímero de base

(A) é, particularmente, de 20 a 70% em massa.

A seguir, o composto fotopolimerizável (B) não deve ser especificamente limitado, desde que seja polimerizado por irradiação com luz, tal como raio UV e similares, e inclui os compostos tendo um grupo etilenicamente insaturado em uma molécula dele e compostos tendo dois ou mais grupos epóxi em uma molécula dele.

Entre eles, os compostos tendo um grupo etilenicamente insaturado em uma molécula deles são os preferidos, do ponto de vista de reatividade a luz. Para ser específico, inclui (met)acrilatos, halogenetos de vinilideno, éter vinílico, vinilpiridina, vinilfenol e similares. Entre eles, os (met)acrilatos são os preferidos dos pontos de vista de transparência e resistência térmica.

Quaisquer dos (met)acrilatos mono-, di- e tri- ou polifuncionais podem ser usados para os (met)acrilatos. Nesse aspecto, (met)acrilatos significam acrilato e metacrilato.

O (met)acrilato monofuncional inclui (met)acrilato de metoxipoli(glicol etilênico), (met)acrilato de fenoxipoli(glicol etilênico), (met)acrilato de laurila, (met)acrilato de isoestearila, succinato de 2-(met)acrilóiloxietila, (met)acrilato de paracumilfenoxietileno glicol, (met)acrilato de 2-tetraidropiranila, (met)acrilato de isobornila, (met)acrilato de metila, (met)acrilato de etila, (met)acrilato de butila, (met)acrilato de benzila e similares.

Também, o (met)acrilato difuncional inclui di(met)acrilato de 2-metil-1,3-propanodiol etoxilado, di(met)acrilato de glicol neopentílico, di(met)acrilato de 1,6-hexanodiol, di(met)acrilato de 2-metil-1,8-octanodiol, di(met)acrilato de 1,9-nonadiol, di(met)acrilato de 1,10-decanodiol, di(met)acrilato de poli(glicol propilênico) etoxilado, diacrilato de bisfenol A etoxilado e propoxilado, di(met)acrilato de glicol etilênico, di(met)acrilato de glicol trietilênico, di(met)acrilato de glicol tetraetilênico, di(met)acrilato de glicol etilênico, di(met)acrilato de glicol propilênico, di(met)acrilato de bisfenol A etoxilado, di(met)acrilato de triciclododecano, di(met)acrilato de cicloexano dimetanol etoxilado, 2-hidróxi-1-acrilóxi-3-metacriloxipropano, 2-hidróxi-1,3-dimetacriloxipropano, 9,9-bis[4[(2-acrilóiloxietóxi)fenil]fluoreno, 9,9-bis (3-fenil-4-acrilóil-

polioxietóxi)fluoreno, (met)acrilatos de epóxi de um tipo bisfenol A, um tipo novolac de fenol, um tipo novolac de cresol e um tipo de éter glicidílico e similares.

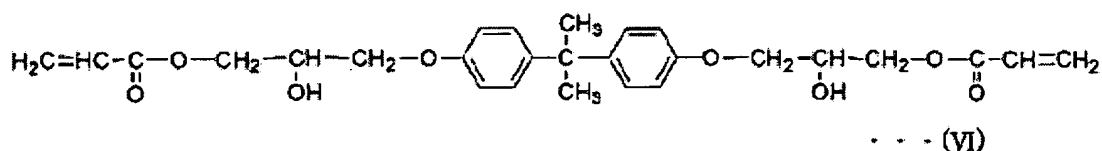
Além disso, o (met)acrilato tri- ou polifuncional inclui tri(met)acrilato de ácido isocianúrico etoxilado, tri(met)acrilato de glicerina etoxilado, tri(met)acrilato de trimetilolpropano, tri(met)acrilato de trimetilolpropano etoxilado, tri(met)acrilato de pentaeritritol, tetra(met)acrilato de pentaeritritol, tetra(met)acrilato de pentaeritritol etoxilado, tetra(met)acrilato de pentaeritritol propoxilado, tetra(met)acrilato de ditrimetilolpropano, tetra(met)acrilato de ditrimetilolpropano modificado por caprolactona, hexa(met)acrilato de dipentaeritritol e similares. Podem ser usados sozinhos ou em combinação com dois ou mais tipos deles.

Entre os compostos mencionados acima, pelo menos um (met)acrilato di- ou polifuncional é preferivelmente usado como o componente (B), do ponto de vista de ser capaz de cura com o polímero de base sendo emaranhado em uma estrutura de rede tridimensional produzida por polimerização.

Também, (met)acrilato de epóxi é usado, de preferência, como o (met)acrilato difuncional, do ponto de vista de que uma transparência pode ser consistente com uma resistência térmica.

(Met)acrilato de epóxi representativo inclui acrilato de epóxi de bisfenol A, representado pela Fórmula (VI) apresentada a seguir.

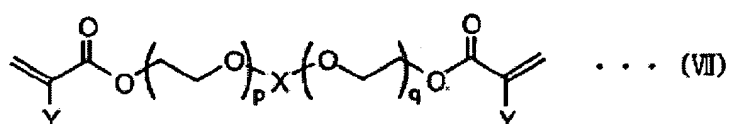
Acrilato de bisfenol A e epóxi tem uma excelente compatibilidade com uma resina fenóxi e pode atingir uma alta transparência, e, portanto, é uma concretização particularmente preferida para uso de uma resina fenóxi como o componente (A) e o acrilato de bisfenol A e epóxi como o componente (B). O acrilato de bisfenol A e epóxi é comercialmente disponível como EA-1020 (nome comercial, produzido pela Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd.).



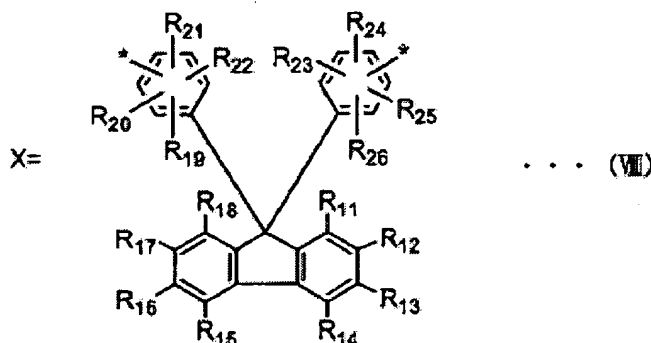
Além disso, (met)acrilato de acríla é adequadamente usado como o componente (B) do ponto de vista de transparência, e, particularmente, quando uma resina (met)acrílica é usada como o componente (A) em combinação, é preferido em termos de um efeito dele.

- 5 (Met)acrilato de acríla não deve ser especificamente limitado, e é usualmente obtido por adição de (met)acrilato monofuncional a um polímero de acrilato de glicidila. O (met)acrilato monofuncional mencionado acima inclui vários deles e inclui, por exemplo, ácido (met)acrílico e os mesmos que foram mostrados como os exemplos do (met)acrilato monofuncional. Nesse
10 aspecto, ácido (met)acrílico significa ácido acrílico e ácido metacrílico.

- Quando da formação do guia de ondas óptico, a camada de núcleo tem que ser elaborada de modo que tenha, como descrito abaixo, um maior índice de refração do que aquele da camada de recobrimento. O composto fotopolimerizável (B) contém, de preferência, di(met)acrilato de fluoreno, como um constituinte, considerando um alto índice de refração, além de
15 uma alta transparência, uma alta resistência térmica e compatibilidade com o componente (A). Em particular, di(met)acrilato de fluoreno, representado pela Fórmula (VII) apresentada a seguir, está contido, de preferência, como um constituinte.



- 20 na qual X é representado pela Fórmula (VIII) apresentada a seguir; Y é um átomo de hidrogênio ou grupo metila; e p e q são cada um número inteiro de 1 a 20, de preferência, um número inteiro de 1 a 10.



na qual R_{11} a R_{26} representam cada independentemente um átomo de hidrogênio, um grupo alquila tendo de 1 a 12 átomos de carbono, um grupo alcóxi tendo de 1 a 6 átomos de carbono, um grupo alcóxicarbonila tendo de 2 a 7 átomos de carbono, um grupo arila tendo de 6 a 10 átomos de carbono ou um grupo aralquila tendo de 7 a 9 átomos de carbono; R_{19} a R_{26} podem estar presentes em qualquer posição dos anéis benzênicos, e X está ligado aos átomos de oxigênio no esqueleto da Fórmula (VII) nos locais (marcas "*" na Fórmula VIII), aos quais os substituintes mencionados acima não estão ligados. Os compostos, nos quais Y é um átomo de hidrogênio e R_{11} a R_{26} são cada átomos de hidrogênio e p é 1 e q é 1 na Fórmula (VII) e (VIII), podem ser obtidos como um produto comercial (nome comercial "A-BPEF", produzidos pela Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd.). O di(met)acrilato de fluoreno descrito acima e um composto tendo pelo menos um grupo (met)acrilóila em uma molécula dele, pode ser também usado em combinação, como o componente (B).

O composto tendo dois ou mais grupos epóxi em uma molécula dele inclui, para ser específico; éteres glicídílicos aromáticos difuncionais, tais como resinas epóxi do tipo bisfenol A, resinas epóxi do tipo tetrabromobisfenol A, resinas epóxi do tipo bisfenol F, resinas epóxi do tipo bisfenol AD, resinas epóxi do tipo naftaleno e similares; éteres glicídílicos aromáticos multifuncionais tais como resinas epóxi do tipo novolac fenol, resinas epóxi do tipo novolac cresol, resinas epóxi do tipo dicitlopentadieno - fenol, resinas epóxi do tipo tetrafeniloletano e similares; éteres glicídílicos alifáticos difuncionais, tais como resinas epóxi do tipo poli(glicol etilênico), resinas epóxi do tipo poli(glicol propilênico), resina epóxi do tipo glicol neopentílico, resinas epóxi do tipo hexanodiol e similares; éteres glicídílicos alicíclicos difuncionais, tais como resinas epóxi do tipo bisfenol A hidrogenadas e similares; éteres glicídílicos alifáticos multifuncionais, tais como resinas epóxi do tipo trimetilolpropano, resinas epóxi do tipo sorbitol, resinas epóxi do tipo glicerina e similares; ésteres glicídílicos aromáticos difuncionais, tais como ftalato de diglicidila e similares; ésteres glicídílicos alicíclicos difuncionais, tais como tetraidroftalato de diglicidila, hexaidroftalato de diglicidila e similares; glidici-

lamínas aromáticas difuncionais, tais como N,N-diglicidilanilina, N,N-diglicidiltrifluorometilanilina e similares; glidicilaminas aromáticas multifuncionais, tais como N,N,N',N'-tetraglicidil-4,4-diaminodifenilmetano, 1,3-bis(N,N-glicidilaminometil) cicloexano, N,N',O-triglicidil-p-aminofenol e similares; resinas epóxi alicíclicas difuncionais, tais como acetal de diepóxi alicíclico, adipato de diepóxi alicíclico, carboxilato de diepóxi alicíclico, dióxido de vinila e cicloexano e similares; resinas epóxi heterocíclicas difuncionais, tal como diglicil hidantoína e similares; resinas epóxi heterocíclicas multifuncionais, tais como isocianurato de triglicidila e similares; e resinas epóxi contendo silício multifuncionais, tais como resinas epóxi do tipo organopolissiloxano e similares.

Os compostos mencionados acima tendo dois ou mais grupos epóxi em uma molécula deles têm, usualmente, um peso molecular de 100 a 2.000, particularmente, 150 a 1.000, e os compostos que são líquidos à temperatura ambiente são adequadamente usados. Os compostos mencionados acima podem ser usados sozinhos ou em combinação de dois ou mais tipos deles. Além disso, podem ser usados também em combinação com outros compostos fotopolimerizáveis. Um peso molecular do composto fotopolimerizável (B) pode ser medido por um método GPC ou um método de espectrometria de massa.

Uma proporção de mistura do polímero de base (B) é, de preferência, 20 a 95% em massa, com base na quantidade total do componente (A) e do componente (B). Se a proporção de mistura for igual ou superior a 20% em massa, é fácil curar com o polímero de base sendo emaranhado com ele, e proporciona-se a vantagem de que uma capacidade de formação de modelo é melhorada, quando o modelo de núcleo é formado, quando da formação do guia de ondas óptico. Por outro lado, se tiver 95% em massa ou menos, é fácil de formar um filme por adição do componente (A). Além disso, a proporção de mistura é, de preferência, 90% em massa ou menos do ponto de vista de que o filme, tendo uma grande espessura, é facilmente formado. Dos pontos de vista descritos acima, a proporção de mistura do composto fotopolimerizável (B) é, particularmente, de 30 a 80% em

massa.

O iniciador de fotopolimerização (C) não deve ser especificamente limitado, desde que seja um composto que polimeriza ao composto fotopolimerizável (B) por irradiação com uma luz, tal como raio UV. Por exemplo, quando um composto tendo um grupo etilenicamente insaturado em uma molécula dele é usado para o componente (B), o iniciador de fotopolimerização (C) inclui cetonas aromáticas, tais como benzofenona, N,N'-tetrametil-4,4'-diaminobenzofenona (cetona de Michler), N,N'-tetraetil-4,4'-diaminobenzofenona, 4-metóxi-4'-dimetilaminobenzofenona, 2-benzil-2-dimetilamino-1-(4-morfolinofenil)-butan-1-ona, 2,2-dimetóxi-1,2-difeniletan-1-ona, 1-hidroxicicloexil fenil cetona, 2-hidróxi-2-metil-1-fenilpropan-1-ona, 1-[4-(2-hidroxietóxi)fenil]-2-hidróxi-2-metil-1-propan-1-ona, 1,2-metil-1-[4-(metiltio)fenil]-2-morfolinopropan-1-ona, 1-[4-(feniltio)fenil]1,2-octadiona-2-benziloxima e similares; quinonas tais como 2-etilantraquinona, fenantraquinona, 2-t-butilantraquinona, octametilantraquinona, 1,2-benzantraquinona, 2,3-benzantraquinona, 2-fenilantraquinona, 2,3-difenilantraquinona, 1-cloroantraquinona, 2-metilantraquinona, 1,4-naftoquinona, 9,10-fenantraquinona, 2-metil-1,4-naftoquinona, 2,3-dimetilantraquinona e similares; compostos de éteres de benzoína, tais como éter metílico de benzoína, éter etílico de benzoína, éter fenílico de benzoína, e similares; compostos de benzoína, tais como benzoína, metil benzoína, etil benzoína e similares; derivados de benzila, tais como benzil dimetil cetil e similares; dímeros de 2,4,5-triarilimidazol, tais como dímero de 2-(o-clorofenil)-4,5-difenilimidazol, dímero de 2-(o-clorofenil)-4,5-di(metoxifenil)imidazol, dímero de 2-(o-fluorofenil)-4,5-difenilimidazol, dímero de 2-(o-metoxifenil)-4,5-difenilimidazol, dímero de 2-(p-metoxifenil)-4,5-difenilimidazol e similares; óxidos de fosfina, tais como óxido de bis(2,4,6-trimetilbenzoil) fenilfosfina, óxido de bis(2,6-dimetoxibenzoil)-2,4,6-trimetilpentilfosfina, óxido de 2,4,6-trimetilbenzoildifenilfosfina e similares; derivados de acridina, tais como 9-fenilacridina, 1,7-bis (9,9'-acridinil) heptano e similares; N-fenilglicina; derivados de N-fenilglicina; compostos à base de cumarina; e similares.

Além disso, no dímero de 2,4,5-triarilimidazol, dois 2,4,5-

triarilimidazóis podem ter os mesmos substituintes nos seus grupos arila, para proporcionar o composto simétrico ou podem ter diferentes substituintes nos seus grupos arila, para proporcionar o composto assimétrico.

Como é o caso com a combinação de dietiltioxantona e ácido dimetilaminobenzóico, os compostos de tioxantona e os compostos de amina podem ser combinados. Podem ser usados sozinhos ou em combinação de dois ou mais tipos deles.

Entre eles, as cetonas aromáticas e os óxidos de fosfina são os preferidos do ponto de vista de melhorar a transparência da camada de núcleo e da camada de recobrimento.

Quando uma resina epóxi é usada para o componente (B), o iniciador de fotopolimerização (C) inclui, por exemplo, sais de arildiazônio, tais como hexafluorofosfato de p-metoxibenzenodiazônio e similares; sais de diariliodônio, tais como sal de difeniliodônio e hexafluorofosfônio, hexafluoroantimoniato de difeniliodônio; sais de triarilsulfônio, tais como sal de trifenilsulfônio e hexafluorofosfônio, hexafluoroantimoniato de trifenilsulfônio, sal de difenil-4-tiofenoxifenilsulfônio e hexafluorofosfônio, hexafluoroantimoniato de difenil-4-tiofenoxifenilsulfônio, pentafluoroantimoniato de difenil-4-tiofenoxifenilsulfônio e similares; sais de triarilselenônio, tais como sal de trifenilselenônio e hexafluorofosfônio, borofluoreto de trifenilselenônio, hexafluoroantimoniato de trifenilselenônio e similares; sais de dialquilfenacilsulfônio, tais como hexafluoroantimoniato de dimetilfenacilsulfônio, hexafluoroantimoniato de dietilfenacilsulfônio e similares; sais de dialquil-4-hidroxifenilsulfônio, tais como hexafluoroantimoniato de 4-hidroxifenildimetilsulfônio, hexafluoroantimoniato de hidroxifenilbenzilmetilsulfônio e similares; e ésteres de ácido sulfônico, tais como α -hidroximetilbenzoinsulfonatos, N-hidroxiimidossulfonatos, α -sulfoniloxicetona; β -sulfoniloxicetona e similares. Podem ser usados sozinhos ou em combinação de dois ou mais tipos deles.

Uma proporção de mistura do iniciador de fotopolimerização (C) descrito acima é, de preferência, de 0,5 a 10 partes em massa por 100 partes em massa da quantidade total do componente (A) e do componente (B). Se a proporção de mistura mencionada acima for igual ou superior a 0,5%

em massa, a fotossensibilidade é satisfatória. Por outro lado, se for igual ou inferior a 10 partes em massa, a absorção em uma camada superficial da composição de resina fotossensível não cresce em exposição, e a fotocura é promovida suficientemente em uma parte interna dela. Além disso, no uso de um guia de ondas óptico, a perda de transmissão, provocada por influência de absorção de luz pelo próprio iniciador de polimerização, não é aumentada pelo próprio iniciador de polimerização, e é adequada. Dos pontos de vista descritos acima, uma proporção de mistura do iniciador de fotopolimerização (C) é, particularmente, de 0,2 a 5 partes em massa.

Além dos componentes (A), (B) e (C) descritos acima, os denominados aditivos, tais como agentes desmoldantes internos, antioxidantes, agentes de prevenção de amarelecimento, agentes absorventes de UV, agentes absorventes de luz visível, agentes colorantes, plastificantes, estabilizadores, cargas e similares, podem ser adicionados, se necessário, à composição de resina para formação de um guia de ondas óptico, em uma proporção na qual a influência adversa não é exercida para os efeitos da presente invenção.

A composição de resina para formação de um guia de ondas óptico é projetada de modo que a composição de resina para formação de um guia de ondas óptico usado para a camada de núcleo (a seguir referida como a composição de resina para formação de uma camada de núcleo) tenha um índice de refração mais alto do que aquele da composição de resina para formação de um guia de ondas óptico usado para a camada de recobrimento (a seguir referida como a composição de resina para formação de uma camada de recobrimento).

Uma composição de resina, que pode formar um modelo de núcleo por um raio actínico, pode ser usada como a composição de resina para formação de uma camada de núcleo, e uma composição de resina sensível a luz pode ser adequadamente usada. Para ser específico, é uma composição de resina que contém os componentes (A), (B) e (C) descritos acima e que contém, se necessário, os componentes opcionais descritos acima.

A composição de resina para formação de uma camada de re-

cobrimento não deve ser especificamente limitada, desde que seja uma composição de resina que tenha um índice de refração mais baixo do que aquele da composição de resina para formação de uma camada de núcleo e que seja curada por luz ou calor, e uma composição de resina sensível a luz
5 ou uma composição de resina curável termicamente pode ser adequadamente usada. Para ser específico, é uma composição de resina que contém os componentes (A), (B) e (C) descritos acima e que contém, se necessário, os componentes opcionais descritos acima.

O filme de resina para formar um guia de ondas óptico, usado na
10 presente invenção, compreende a composição de resina para formação de um guia de ondas óptico descrito acima, e pode ser facilmente produzida por dissolução de uma composição de resina contendo os componentes (A), (B) e (C) descritos acima em um solvente, para preparar um verniz de resina, revestindo-o em um substrato por um método de revestimento rotativo e si-
15 milares, e remoção do solvente. Uma máquina de revestimento, usada para revestimento do verniz de resina, não deve ser especificamente limitada, e um aplicador, um aparelho de revestimento rotativo e similares, pode ser usado. Uma máquina de revestimento, que pode produzir continuamente um filme de resina, é, de preferência, usada do ponto de vista de produtividade.
20 A máquina de revestimento mencionada acima inclui, por exemplo, Multicoater TM-MC, produzida pela Hirano Tecseed Co., Ltd.

Nesse aspecto, o solvente usado não deve ser especificamente limitado, desde que possa dissolver a composição de resina mencionada acima, e seja capaz de ser usado, e é, por exemplo, solventes, tais como
25 acetona, metiletilcetona, metil celosolve, etil celosolve, tolueno, N,N-dimetilformamida, N,N-dimetilacetamida, éter monometílico de glicol propilênico, acetato de éter monometílico de glicol propilênico e similares, e os seus solventes mistos. O acetato de éter monometílico de glicol propilênico é, de preferência, usado do ponto de vista de obtenção de um filme tendo uma exce-
30 lente lisura em uma superfície de resina de um lado reverso ao substrato. Usualmente, um teor de componentes sólidos na solução de resina é, de preferência, de 30 a 80% em massa.

Na preparação do verniz de resina descrito acima, é misturado, de preferência, por agitação. O processo de agitação não deve ser especificamente limitado, e um processo usando um propulsor é preferido do ponto de vista de eficiência de agitação. Uma velocidade rotativa do propulsor não
5 deve ser especificamente limitada e é, de preferência, de 10 a 1.000 rpm, particularmente, de 50 a 800 rpm e, especialmente, de 100 a 500 rpm dos pontos de vista de mistura suficiente dos componentes contidos no verniz de resina e de inibição de mistura das bolhas de ar produzidas por rotação do propulsor. O tempo de agitação não deve ser especificamente limitado e é,
10 de preferência, de 1 a 24 horas do ponto de vista da propriedade de mistura e da eficiência de produção.

O verniz de resina preparado é, de preferência, filtrado por um filtro, tendo um diâmetro de poro igual ou inferior a 50 μm . Se um diâmetro de poro do filtro for igual ou inferior a 50 μm , são removidas grandes maté-
15 rias estranhas, e não se provoca empolamento no revestimento do verniz. Do ponto de vista mencionado acima, um diâmetro de poro do filtro é, particularmente, igual ou inferior a 30 μm , particularmente, igual ou inferior a 10 μm .

O verniz de resina preparado é, de preferência, submetido a
20 uma operação de remoção de espuma sob pressão reduzida. O processo de remoção de espuma não deve ser especificamente limitado, e uma combinação de uma bomba de vácuo e uma campânula e um aparelho de deformação, equipado com um dispositivo de vácuo e similares, pode ser usada como os exemplos específicos. A pressão na pressão reduzida não deve ser
25 especificamente limitada, e a pressão na qual um solvente contido no verniz de resina não ferve é a preferida. O tempo para redução de pressão não deve ser especificamente limitado, e é, de preferência, de 3 a 60 minutos dos pontos de vista de que as bolhas de ar, dissolvidas no verniz de resina, são removidas e que o solvente é inibido de ser volatilizado.

30 O substrato usado em uma etapa para produzir o filme de resina, para formação de uma camada de núcleo, não deve ser especificamente limitado em material, desde que seja um suporte para suportar o filme de

resina para formação de uma camada de núcleo, e inclui, adequadamente, poliésteres, tais como poli(tereftalato de etileno) (PET) e similares, e poliolefinas, tais como polipropileno, polietileno e similares, dos pontos de vista de que o substrato mencionado acima é facilmente destacado posteriormente do filme de resina para formação de uma camada de núcleo e que tem resistência térmica e resistência a solvente.

Além disso, um substrato flexível de um tipo de alta transparência é, de preferência, usado do ponto de vista de melhorar um fator de transmissão de uma luz para exposição e redução de aspereza em uma parede lateral do modelo de núcleo. O substrato do tipo de alta transparência tem um valor de névoa de, de preferência, igual ou inferior a 5%, particularmente, igual ou inferior a 3%, e, especialmente, igual ou inferior a 2%. O valor de névoa é medido de acordo com a norma JIS K7105, e pode ser medido por meio de, por exemplo, um turbidímetro disponível comercialmente, tal como NDH-1001DP (produzido pela Nippon Denshoku Industries Co., Ltd.). O substrato mencionado acima é disponível como um produto comercial, incluindo os nomes comerciais "Cosmo Shine A157" e "Cosmo Shine A4100", ambos produzidos pela Toyobo Co., Ltd. "Cosmo Shine A157" tem a vantagem de que um vão para a máscara em exposição é reduzido e que modelos mais finos podem ser formados.

Uma espessura do substrato mencionado acima se situa, de preferência, em uma faixa de 5 a 50 μm . Se for igual ou superior a 5 μm , proporciona-se que uma vantagem de que uma resistência do suporte seja facilmente obtida, e seja igual ou inferior a 50 μm , as vantagens de que um vão para a máscara na formação do modelo de núcleo é reduzido e que modelos mais finos podem ser formados são proporcionadas. Dos pontos de vista descritos acima, uma espessura do substrato mencionada acima se situa em uma faixa de, de preferência, 10 a 40 μm , particularmente, de 15 a 30 μm . É especialmente de 20 a 30 μm .

Uma espessura do filme de resina para formação de uma camada de núcleo não deve ser especificamente limitada e se situa, de preferência, em uma faixa de 10 a 100 μm , em termos de espessura após secagem.

Se for igual ou superior a 10 μm , proporciona-se a vantagem de que uma tolerância de acoplamento com os elementos emissores de luz e receptores de luz ou uma fibra óptica pode ser expandida, e se for igual ou inferior a 100 μm , proporciona-se a vantagem de que uma eficiência de acoplamento com os elementos emissores de luz e receptores de luz ou uma fibra óptica é melhorada. Dos pontos de vista descritos acima, uma espessura do filme mencionado acima se situa em uma faixa de, particularmente, 30 a 70 μm .

Dos mesmos pontos de vista descritos acima, as espessuras da camada de núcleo e do modelo de núcleo se situam em uma faixa de, de preferência, 10 a 100 μm , particularmente, de 30 a 70 μm .

O substrato usado em uma etapa para a produção do filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento, inclui os substratos descritos acima, nos quais a Rz em uma superfície deles é igual ou superior a 0,5 μm e igual ou inferior a 10 μm . Entre eles, as folhas finas metálicas são as preferidas dos mesmos pontos de vista descritos acima.

No guia de ondas óptico flexível da presente invenção, quando da produção, por exemplo, do guia de ondas óptico flexível no qual a Rz na superfície da camada de recobrimento inferior é igual ou superior a 0,5 μm ou igual ou inferior a 10 μm , e no qual a Rz na superfície da camada de recobrimento superior é inferior a 0,5 μm , um substrato, no qual a Rz em uma superfície é inferior a 0,5 μm , é preferivelmente usado como o substrato para a etapa de produção do filme de resina, para a formação de uma camada de recobrimento superior. O substrato mencionado acima não deve ser especificamente limitado em material, desde que a Rz na superfície seja inferior a 0,5 μm , e inclui, adequadamente, poliésteres, tais como poli(tereftalato de etileno) e similares, e poliolefinas, tais como polipropileno, polietileno e similares, dos pontos de vista de que o substrato mencionado acima seja facilmente destacado depois do filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento superior, e que tenham resistência térmica e resistência a solvente. Uma espessura do substrato mencionado acima se situa, de preferência, em uma faixa de 5 a 100 μm . Se for igual ou superior a 5 μm , a vantagem de que uma resistência mecânica do suporte é facilmente obtida, e se

for igual ou inferior a 100 μm , proporciona-se a vantagem de que a propriedade de enrolamento na preparação do filme em uma forma de rolo seja melhorada. Dos pontos de vista descritos acima, uma espessura do substrato mencionado acima se situa em uma faixa de, particularmente, 10 a 80 μm ,
5 especialmente, de 15 a 50 μm .

Uma espessura do filme de resina para formação de uma camada de recobrimento não deve ser especificamente limitada, desde que seja possível impedir incidência de luz e embutir o núcleo, e se situa, de preferência, em uma faixa de 5 a 500 μm , em termo de uma espessura após secagem. Se for igual ou superior a 5 μm , uma espessura de t da camada de
10 recobrimento, que é necessária para impedimento de incidência de luz, pode ser garantida, e se for igual ou inferior a 500 μm , é fácil de controlar uniformemente a espessura do filme. Dos pontos de vista descritos acima, uma espessura do filme mencionado acima se situa em uma faixa de, respectivamente, 10 a 100 μm .
15

O filme de resina para formação de um guia de ondas óptico, proporcionado no substrato, assim obtido pode ser facilmente armazenado por, por exemplo, enrolamento em forma de rolo. Além disso, um filme protetor pode ser proporcionado, se necessário, no filme de resina para formar
20 um guia de ondas óptico. O substrato e o filme protetor podem ser submetidos a um tratamento antiestático, para facilitar a solda do filme de resina para formação posterior de um guia de ondas óptico.

Uma espessura da camada de recobrimento (toda a parte da camada de recobrimento superior e da camada de recobrimento inferior) pode ser igual ou diferente na camada de recobrimento inferior, que é primeiro
25 formada, e na camada de recobrimento superior, para embutir o modelo de núcleo. Também, uma espessura da camada de recobrimento superior é, de preferência, maior do que uma espessura da camada de núcleo, para embutir o modelo de núcleo.

30 Dos pontos de vista de que toda a parte do guia de ondas óptico flexível é reduzida em espessura e que uma flexibilidade ainda mais excelente é apresentada, quando uma espessura do modelo de núcleo cai em

uma faixa de 10 a 100 μm descrita acima, uma espessura da camada de recobrimento em toda a parte do guia de ondas óptico flexível cai, de preferência, em uma faixa de 30 a 400 μm ; uma espessura da camada de recobrimento superior cai, de preferência, em uma faixa de 20 a 300 μm ; e uma espessura da camada de recobrimento inferior cai, de preferência, em uma faixa de 10 a 100 μm . Além disso, quando uma espessura do modelo de núcleo cai em uma faixa de 30 a 70 μm , que é uma faixa preferida, uma espessura da camada de recobrimento em toda a parte do guia de ondas óptico flexível cai, de preferência, em uma faixa de 60 a 130 μm ; uma espessura da camada de recobrimento superior cai, de preferência, em uma faixa de 40 a 80 μm ; e uma espessura da camada de recobrimento inferior cai, de preferência, em uma faixa de 20 a 50 μm . Uma espessura da camada de recobrimento superior é um valor de um limite entre o modelo de núcleo e a camada de recobrimento inferior, para uma face superior da camada de recobrimento superior, e uma espessura da camada de recobrimento inferior é um valor de um limite entre o modelo de núcleo e a camada de recobrimento inferior, para uma face inferior da camada de recobrimento inferior.

Na composição de resina para formação de um guia de ondas óptico ou no filme de resina para formação de um guia de ondas óptico descritos acima, uma matéria curada dele tem, de preferência, uma perda de transmissão óptica igual ou inferior a 0,5 dB/cm do ponto de vista de inibição de uma redução na intensidade de um sinal de transmissão, que é provocado por perda óptica. Nesse aspecto, a perda de transmissão óptica é um valor medido por um aparelho de medida de característica óptica do tipo de acoplador de prisma (SPA-4000, produzido pela SAIRON TECHNOLOGY, Inc.).

Processo produtivo para guia de ondas óptico flexível:

Um processo produtivo para o guia de ondas óptico flexível da presente invenção é um processo produtivo para um guia de ondas óptico flexível, que compreende: uma camada de recobrimento inferior; um modelo de núcleo; e uma camada de recobrimento superior, e é um processo produtivo para um guia de ondas óptico flexível, que compreende: uma etapa na

qual um filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento, preparado em um substrato tendo uma rugosidade média de dez pontos (Rz) igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$, em uma superfície dele, é usada para pelo menos uma das camada de recobrimento inferior e

5 camada de recobrimento superior, para preparar um guia de ondas óptico; e uma etapa na qual o substrato mencionado acima é depois removido do filme de resina para formar uma camada de recobrimento. De acordo com o processo mencionado acima, a forma de superfície do substrato mencionado acima pode ser transferida para o filme por remoção do substrato do filme de

10 resina, e, portanto, a superfície da camada de recobrimento, compreendendo o filme mencionado acima, pode ser asperizada ao mesmo tempo quando da preparação do guia de ondas óptico. Isso torna desnecessário conduzir um processamento de asperizar separadamente e possibilita simplificar a etapa.

15 Na etapa de produção para o guia de ondas óptico flexível, um substrato é necessário como um suporte para a camada de recobrimento inferior, e o substrato é também usado como um substrato para submeter ao processo de asperizar, para, desse modo, possibilitar simplificar a etapa. Do ponto de vista descrito acima, o filme de resina para formação de uma

20 camada de recobrimento, preparada no substrato no qual a Rz em uma superfície é entre igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$, é usado, de preferência, pelo menos para a camada de recobrimento inferior.

Os materiais descritos acima são usados para o substrato no qual a Rz em uma superfície é entre igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou

25 inferior a $10\ \mu\text{m}$. Entre eles, as folhas finas metálicas são as preferidas, dos pontos de vista de que o filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento, pode ser facilmente preparado e que uma resistência satisfatória dele, como suporte, e produtividade são obtidos.

Um processo mostrado na Figura 1 vai ser descrito em detalhes,

30 como um exemplo do processo produtivo para o guia de ondas óptico flexível da presente invenção.

Primeiro, um filme de resina para formação de uma camada de

recobrimento, preparada em um substrato 1, é curada por luz ou aquecimento, em uma primeira etapa, para formar uma camada de recobrimento inferior 2 (Figura 1a). Nesse caso, um substrato, no qual a Rz em uma superfície (uma superfície na qual a camada de recobrimento vai ser formada) é entre
5 igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$, é usada para o substrato 1.

Na primeira etapa para formação da camada de recobrimento inferior 2, quando um filme protetor é proporcionado em um lado oposto ao filme de substrato no filme de resina, para formação de uma camada de re-
10 cobrimento, o filme de resina para formação de uma camada de recobrimento é curado por luz ou aquecimento, após o filme protetor ser destacado para formar a camada de recobrimento inferior 2.

Uma dose de irradiação de um raio actínico, na formação da camada de recobrimento inferior 2, é, de preferência, de $0,1$ a $5\ \text{J}/\text{cm}^2$, e a
15 temperatura de aquecimento é, de preferência, de 50 a 130°C , mas essas condições não devem ser especificamente limitadas.

A seguir, um filme de resina para formação de uma camada de núcleo é laminado na camada de recobrimento inferior 2, em uma segunda etapa, para formar uma camada de núcleo 3 (Figura 1b). Nessa segunda
20 etapa, o filme de resina para formação de uma camada de núcleo é ligado à camada de recobrimento 2, descrita acima, sob pressão por aquecimento, para, desse modo, laminar a camada de núcleo 3 tendo um maior índice de refração do que aquele da camada de recobrimento. Nesse aspecto, o processo de laminação inclui uma etapa conduzida por um laminador de rolos
25 ou um laminador do tipo de placas planas, e a laminação é conduzida, de preferência, sob pressão reduzida do ponto de vista de uma adesividade firme e uma fluidez. Em particular, o filme de resina para formação de uma camada de núcleo é, de preferência, laminado sob pressão reduzida por meio do laminador do tipo de placas planas. Na presente invenção, o lami-
30 nador do tipo de placas planas, tendo um par placas planas entre as quais os materiais a serem laminados são ensanduichados e ligados por pressão entre si, por aplicação de uma pressão às placas planas. Por exemplo, um

laminador do tipo de pressão a vácuo pode ser usado adequadamente como o laminador do tipo de placas planas. Nesse aspecto, a temperatura de aquecimento é, de preferência, de 50 a 130°C, e a pressão de ligação é, de preferência, de 0,1 a 1,0 MPa (1 a 10 kgf/cm²), mas essas condições não
5 devem ser especificamente limitadas.

Antes do procedimento de laminação usando o laminador do tipo de pressão a vácuo, o filme de resina para formação de uma camada de núcleo pode ser preliminarmente fixado na camada de recobrimento inferior 2, usando um laminador de rolos. Nesse caso, dos pontos de vista de uma adesividade firme e de uma fluidez, a fixação preliminar entre o filme de resina e a camada de recobrimento inferior é, de preferência, conduzida quando
10 da ligação por pressão dessas camadas entre si. A ligação por pressão pode ser conduzida quando do aquecimento por uso de um laminador tendo um rolo de aquecimento. A temperatura de aquecimento cai, de preferência, em uma faixa da temperatura ambiente (25°C) a 100°C. Se estiver na ou acima da temperatura ambiente, uma adesividade firme entre a camada de recobrimento inferior 2 e a camada de núcleo 3 é aperfeiçoada, e se estiver a uma temperatura igual ou inferior a 100°C, a espessura do filme necessária é obtida sem deixar que a camada de núcleo 3 escoe durante a laminação
15 em rolos. Dos pontos de vista descritos acima, a temperatura do laminado cai, particularmente, em uma faixa de 40 a 100°C. A pressão é, de preferência, de 0,2 a 0,9 MPa, e a velocidade do laminado é, de preferência, de 0,1 a 3 m/min, mas essas condições não devem ser especificamente limitadas.

O filme de resina para formar uma camada de núcleo é facilmente manuseado e, portanto, preferido, desde que seja preparado em um filme de substrato 4 para uma camada de núcleo. Além disso, a camada de núcleo 3 pode ser formada também por um processo, no qual uma composição de resina, para formação de uma camada de núcleo, é dissolvida em um solvente, para preparar um verniz de resina, e que é aplicado na camada de recobrimento inferior 2 por um processo revestimento rotativo e similares,
25 seguida por remoção do solvente.

A seguir, a camada de núcleo 3 é exposta a uma luz e desenvol-

vida em uma terceira etapa, para formar um modelo de núcleo 6 de um guia de ondas óptico (Figuras 1c e 1d). Para ser específico, um raio actínico é irradiado em um modo similar a imagem por uma fotomáscara 5. Uma fonte de luz para o raio actínico inclui, por exemplo, fontes de luz conhecidas publicamente, que irradiam, efetivamente, um raio UV, tal como uma lâmpada a arco de carbono, uma lâmpada a arco de vapor de mercúrio, uma lâmpada de mercúrio de ultra-alta pressão, uma lâmpada de mercúrio de alta pressão, uma lâmpada de xenônio e similares. Além dessas, as fontes de luz que efetivamente irradiam uma luz visível, tais como um bulbo de inundação para fotografia, uma lâmpada de luz solar e similares, também podem ser usadas. Uma dose de irradiação do raio actínico é, de preferência, de 0,01 a 10 J/cm². Se for igual ou superior a 0,01/cm², a reação de cura se passa suficientemente, e o modelo de núcleo não é perdido por escoamento em um estágio de desenvolvimento descrito abaixo. Se for igual ou inferior a 10/cm², o modelo de núcleo é impedido de crescer por excesso de exposição, e modelos finos podem ser formados adequadamente. Dos pontos de vista descritos acima, a dose de irradiação cai em uma faixa de, particularmente, 0,05 a 5 J/cm², especialmente, de 0,1 a 2 J/cm². O controle adequado de uma dose de irradiação de um raio UV, na faixa descrita acima, possibilita reduzir uma largura de linha e um vão de linha dos modelos de núcleo, e o controle de uma dose de irradiação de um raio UV a, por exemplo, 0,2 J/cm² possibilita formar modelos finos tendo uma largura de linha de 50 µm e um vão de linha de 75 µm.

A seguir, quando o filme de substrato 4 para uma camada de núcleo permanece, o substrato mencionado acima é destacado, e depois as partes não expostas são removidas por desenvolvimento a úmido ou assemelhados, para conduzir desenvolvimento, com o que um modelo de guia de ondas é formado. No caso de desenvolvimento a úmido, este pode ser conduzido por um processo de conhecimento público, tais como aspersão, imersão por sacudimento, pincelamento, escovação e similares, usando um desenvolvedor à base de solvente orgânico, que seja adequado para a composição do filme descrito acima.

O desenvolvedor à base de solvente orgânico inclui, por exemplo, acetona, metanol, metiletilcetona, metilisobutilcetona, cicloexanona, acetato de butila, lactato de etila, γ -butirolactona, metil celosolve, etil celosolve, butil celosolve, éter monometílico de glicol propilênico, acetato de éter monometílico de glicol propilênico, tolueno, xileno, N,N-dimetilformamida, N,N-dimetilacetamida, N-metilpirrolidona e similares. Água é preferivelmente adicionada em uma faixa de 1 a 20% em massa aos solventes orgânicos mencionados acima, para impedir ignição. Os solventes orgânicos mencionados acima podem ser usados sozinhos ou em combinação de dois ou mais dos seus tipos. Os exemplos específicos do desenvolvedor incluem, adequadamente, por exemplo, uma solução misturada 2 : 8 (razão mássica) de N,N-dimetilacetamida e acetato de éter monometílico de glicol propilênico, do ponto de vista de que o desenvolvimento pode ser conduzido sem provocar destacamento dos modelos de núcleo.

O processo de desenvolvimento inclui, por exemplo, um processo de imersão, um processo de pudlagem, um processo de aspersão tal como um processo de aspersão a alta pressão, escovação, esfregação e similares.

Os modelos de núcleo no guia de ondas óptico flexível podem ser lavados como tratamento após o desenvolvimento, por uso do solvente orgânico mostrado acima.

A solução de lavagem à base de solvente orgânico inclui, Por exemplo, acetona, metanol, etanol, isopropanol, acetato de etila, acetato de butila, lactato de etila, γ -butirolactona, metil celosolve, etil celosolve, butil celosolve, éter monometílico de glicol propilênico, acetato de éter monometílico de glicol propilênico, tolueno, xileno e similares. Entre eles, metanol, etanol, isopropanol e acetato de etila são preferivelmente usados, do ponto de vista de solubilidade. Além disso, o isopropanol é preferivelmente usado do ponto de vista de que o desenvolvimento pode ser conduzido sem produzir resíduos de desenvolvimento. Água pode ser adicionada em uma faixa de 1 a 20% em massa ao solventes orgânicos mencionados acima, para impedir ignição. Os solventes orgânicos descritos acima podem ser usados sozinhos

ou em combinação de dois ou mais dos seus tipos.

O processo de lavagem inclui, por exemplo, um processo de imersão, um processo de pudlagem, um processo de aspersão, tal como um processo de aspersão a alta pressão, escovação, esfregação e similares.

5 Os modelos de núcleo do guia de ondas óptico flexível podem ser curados, se necessário, adicionalmente por condução de aquecimento a 60 - 250°C ou exposição a 0,1 - 1.000 mJ/cm², como tratamento após desenvolvimento e lavagem.

10 Subseqüentemente, um filme de resina para formação de uma camada de recobrimento, para embutir um modelo de núcleo 6, é laminado e curado em uma quarta etapa, para formar uma camada de recobrimento superior 7 (Figura 1(e)). Nesse aspecto, uma espessura da camada de recobrimento superior 7 é preferivelmente maior, como descrito acima, do que uma espessura do modelo de núcleo 6. A cura é conduzida por luz ou calor,
15 da mesma maneira como descrito acima.

O processo de laminação na quarta etapa inclui um processo conduzido por meio de um laminador de rolos ou um laminador do tipo de placas planas, e do ponto de vista de adesividade firme, fluidez e lisura, o filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento, é preferi-
20 velmente laminado sob pressão reduzida, como é o caso com a segunda etapa, por meio do laminador do tipo de placas planas, adequadamente o laminador do tipo pressão de vácuo. Nesse aspecto, a temperatura de aquecimento é preferivelmente de 50 a 130°C, e a pressão de ligação é preferivelmente de 0,1 a 1,0 MPa (1 a 10 kgf/cm²), mas essas condições não de-
25 vem ser especificamente limitadas.

A cura na quarta etapa é conduzida, como é o caso com a primeira etapa, por luz e/ou calor. Uma dose de irradiação de um raio actínico, na formação da camada de recobrimento superior 7, é preferivelmente de 0,1 a 30 J/cm².

30 Quando um filme de suporte para o filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento, é PET, uma dose de irradiação de um raio actínico é preferivelmente de 0,1 a 5 J/cm². Se uma dose de irradiação

de um raio UV cai na faixa descrita acima, a cura pode ser conduzida eficientemente. A cura firme pode ser conduzida, e um efeito da redução de uma perda óptica do guia de ondas óptico pode ser obtido por controle de uma dose de irradiação de um raio UV a, por exemplo, 2 J/cm². Do ponto de vista descrito acima, a dose de irradiação é, particularmente, de 0,5 a 5 J/cm², particularmente, de 1 a 4 J/cm².

Por outro lado, quando o filme de suporte mencionado acima é poli(naftalato de etileno), poliamida, poliimida, poli(amida-imida), poli(éter-imida), poli(éter de fenileno), poli(éter-sulfeto), poli(éter-sulfona), polissulfona ou assemelhados, o que permite uma difícil passagem de um raio actínico, tendo um comprimento de onda curto, tal como um radio UV, por ele, se comparado com PET, e, portanto, uma dose de irradiação de um raio actínico é preferivelmente de 0,5 a 30 J/cm². Se for igual ou superior a 0,5 J/cm², a reação de cura prossegue suficientemente, e se for igual ou inferior a 30 J/cm², um tempo mais longo é necessário para irradiação de luz. Dos pontos de vista descritos acima, a dose de irradiação é, particularmente, de 3 a 27 J/cm², particularmente, de 5 a 25 J/cm².

Para acelerar ainda mais a cura, uma máquina de exposição de face dupla, em que ambas as faces podem ser irradiadas com um raio actínico ao mesmo tempo em que são usadas. Além disso, a irradiação com um raio actínico pode ser conduzida durante o aquecimento. A temperatura de aquecimento, durante e/ou depois de irradiação com um raio actínico é, de preferência, de 50 a 200°C, mas essas condições não devem ser especificamente limitadas.

Um filme preparado em um substrato é preferivelmente usado como o filme de resina para formar uma camada de recobrimento na presente etapa, do ponto de vista de um manuseio mais fácil. Nesse caso, o filme de resina para formação de uma camada de recobrimento é laminado em um lado do modelo de núcleo 6. Nesse aspecto, um substrato, no qual Rz em uma superfície (uma superfície na qual é formada a camada de recobrimento) é igual ou superior a 0,5 µm e igual ou inferior a 10 µm, é usado como o substrato, para formar uma camada de recobrimento superior 7, e de-

pois o substrato mencionado acima é removido, com o que um guia de ondas óptico flexível, no qual a Rz na superfície da camada de recobrimento superior 7 é igual ou superior a 0,5 μm e igual ou inferior a 10 μm , pode ser também preparado. Além disso, a camada de recobrimento superior 7 pode ser formada também por um processo no qual uma composição de resina, para formação de uma camada de recobrimento, é dissolvida em um solvente, para preparar um verniz de resina, e na qual se aplica um processo de revestimento rotativo ou assemelhados, seguida por remoção do solvente e cura da composição de resina.

Depois, o substrato 1 usado na primeira etapa é removido em uma quinta etapa (Figura 1 f). Uma forma áspera no substrato é transferida por remoção do substrato 1, e um guia de ondas óptico flexível, tendo uma superfície de forma áspera 8 na camada de recobrimento inferior 2, pode ser preparado.

Um processo para remoção do substrato 1 não vai ser limitado especificamente, e quando o substrato mencionado acima 1 é uma folha fina metálica, pode ser conduzido por decapagem, e é vantajoso para produtividade.

De acordo com o processo produtivo descrito acima, um guia de ondas óptico flexível, tendo uma propriedade de adesão aperfeiçoada, que tem sido até aqui um alvo, pode ser obtido.

EXEMPLOS

A presente invenção vai ser explicada abaixo em mais detalhes com referência aos exemplos de produção e exemplos, mas a presente invenção não vai ser limitada de modo algum por esses exemplos de produção e exemplos.

Exemplo de Produção 1 (Preparação de um verniz de resina para um núcleo e um recobrimento)

Uma composição de resina para formação de uma camada de núcleo e uma composição para formação de uma camada de recobrimento foram preparadas em uma composição de mistura mostrada na Tabela 1, e 40 partes em massa de metiletilcetona, com base na quantidade total, foram

adicionadas a ela como um solvente. A solução foi em um frasco plástico de boca larga e agitado por 6 horas, nas condições de uma temperatura de 25°C e uma velocidade rotativa de 400 rpm, por meio de um agitador mecânico, um eixo e um propulsor, para preparar um verniz de resina para um núcleo e um recobrimento. Depois, o verniz de resina foi filtrado sob pressão por um filtro de polyflon, tendo um diâmetro de poro de 2 µm (nome comercial: PF020, produzido pela Advance Toyo Kaisha, Ltd.) e um filtro de membrana tendo um diâmetro de poro de 0,5 µm (nome comercial: J050A, produzido pela Advance Toyo Kaisha, Ltd.), nas condições de uma temperatura de 25°C e uma pressão de 0,4 MPa, e foi submetido ainda a uma operação de remoção de espuma, sob pressão reduzida, por 15 minutos na condição de um grau de vácuo de 137,5 kPa de uma bomba de vácuo e uma campânula. Na composição misturada mostrada na Tabela 1, as proporções de mistura de um polímero de base (A) e de um composto fotopolimerizável (B) são mostradas por % em massa, com base na quantidade total do componente (A) e do componente (B), e uma proporção de mistura de um iniciador de fotopolimerização (C) é mostrada por uma proporção (parte em massa), com base na quantidade total de 100 partes em massa do componente (A) e do componente (B).

20

Tabela 1

Item	Polímero de base (A)	Composto fotopolimerizável (B)	Iniciador de fotopolimerização (C)
para o núcleo	Phenotohto YP-70 ^{*1} (20,4% em massa)	A-BPEF ^{*2} (39,8% em massa)	Irgacure 819 ^{*5} (1 parte em massa)
		EA-1020 ^{*3} (39,8% em massa)	Irgacure 2959 ^{*5} (1 parte em massa)
Para recobrimento	Phenotohto YP-70 ^{*1} (35,7% em massa)	KRM-2110 ^{*4} (64,3% em massa)	SP-170 ^{*7} (2 partes em massa)

*1: Phenotohto YP-70; resina fenóxi do tipo copolímero de bisfenol A/bisfenol F (produzida pela Tohto Kasei Co., Ltd.)

*2: A-BPEF; 9,9-bis[4-(2-acriloiloxietóxi) fenil] fluoreno (produzido pela

Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd.)

- *3: EA-1020; acrilato de epóxi do tipo bisfenol A (produzido pela Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd.)
- *4: KRM-2110; carboxilato de diepóxi alicíclico (produzido pela Adeka Corporation)
- *5: Irgacure 819; óxido de bis(2,4,6-trimetilbenzoil) fenilfosfina (produzido pela Ciba Specialty Chemicals K.K.)
- *6: Irgacure 2959: 1-[4-(2-hidroxietóxi) fenil]-2-hidróxi-2-metil-1-propano-1-ona (produzido pela Ciba Specialty Chemicals K.K.)
- 10 *7: SP-170; hexafluoroantimoniato de trifenilsulfônio (produzido pela Adeka Corporation)

Exemplo de Produção 2 (Preparação de um verniz de resina para formação de uma camada de núcleo)

Um filme de resina para formação de uma camada de núcleo foi preparado por aplicação do verniz de resina para um núcleo, obtido no Exemplo de Produção 1 descrito acima, em um filme de PET (nome comercial "A-4100", espessura: 25 μm , Rz (superfície não-tratada): 0,1 μm , face revestida: superfície não-tratada, produzido pela Toyobo Co., Ltd.) por meio de um aplicador ("YBA-4", produzido pela Yoshimitsu Seiki Co., Ltd.), e secagem do solvente a 80°C por 10 minutos e depois 100°C por 10 minutos. Nesse caso, uma espessura do filme de resina, para formação de uma camada de núcleo, pode ser controlada otimamente em uma faixa de 5 a 10 μm , por controle de um vão do aplicador, e foi controlada no presente exemplo de produção, de modo que a espessura do filme, após cura, fosse de 50 μm .

25 Exemplo de Produção 3 (Preparação de um filme de resina para formação de camadas de recobrimento superior e inferior)

Um filme de resina para formação de uma camada de recobrimento superior foi preparado por aplicação do verniz de resina para um recobrimento, obtido no Exemplo de Produção 1 descrito acima no filme de PET (igual àquele descrito acima), da mesma maneira descrita acima. Uma espessura do filme de resina para formação de uma camada de recobrimento superior foi ajustada a 80 μm .

Por outro lado, um filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento inferior, foi preparado por aplicação do verniz de resina para um recobrimento obtido no Exemplo de Produção 1 descrito acima, em uma superfície polida de uma folha fina de cobre (nome comercial "GTS-35",
 5 espessura: 35 μm , Rz (superfície polida): 2,1 μm , produzida pela Furukawa Circuit Foil Co., Ltd.) e secagem do solvente a 80°C por 10 minutos e depois a 100°C por 10 minutos. Uma espessura do filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento inferior, foi ajustada a 30 μm .

Um índice de refração do filme de resina, para formação de um
 10 guia de ondas óptico no presente exemplo de produção, foi medido (comprimento de onda de medida: 830 nm) por meio de um acoplador de prisma (Modelo 2020), produzido pela Metricon Corporation, para encontrar que um índice de refração do filme de resina, para formação de uma camada de núcleo, era de 1,583, e que um índice de refração do filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento, era de 1.550.

Exemplo 1 (produção de um guia de ondas óptico flexível)

Etapa de formação de uma camada de recobrimento inferior:

O filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento inferior, preparado na folha fina de cobre (substrato 1), que foi obtido
 20 no Exemplo de Produção 3 descrito acima, foi irradiado com um raio UV (comprimento de onda: 365 nm) a uma intensidade de 1 J/cm² por meio de um equipamento de exposição a UV (EXM-1172, produzido pela ORC Manufacturing Co., Ltd.), para formar uma camada de recobrimento inferior 2 (Figura 1a).

25 Etapa de formação de um modelo de núcleo:

A seguir, o verniz de resina, para formação de uma camada de núcleo, obtido no Exemplo de Produção 2 descrito acima, foi laminado na camada de recobrimento inferior 2 por meio de uma prensa a vácuo, nas condições de uma pressão de 0,5 MPa, uma temperatura de 50°C e um
 30 tempo de pressurização de 30 segundos, para formar uma camada de núcleo 3 (Figura 1b). Subseqüentemente, a camada de núcleo foi irradiada com um raio UV (comprimento de onda: 365 nm) a uma intensidade de 1

J/cm² por uma fotomáscara 5, por meio do equipamento de exposição a UV descrito acima (Figura 1c). Depois, o filme de PET (o filme de substrato 4 para a camada de núcleo) foi destacado, e o modelo de núcleo 6 foi desenvolvido por uso de N,N-dimetilacetamida como um solvente (Figura 1d). Metanol e água foram usados para lavagem do desenvolvidor.

Etapa de formação de uma camada de recobrimento superior:

A seguir, o filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento superior, obtido no Exemplo de Produção 3 descrito acima, foi laminada nas mesmas condições daquelas nas quais uma camada de núcleo 3, formada e irradiada com um raio UV (comprimento de onda: 365 nm) a uma intensidade de 1 J/cm², e o filme de PET (o filme de substrato para a camada de recobrimento superior) foi destacado. Então, foi conduzido subsequentemente um tratamento térmico a 160°C por uma hora, para formar uma camada de recobrimento superior 7 (Figura 1e).

Etapa de remoção de uma folha fina de cobre:

Finalmente, a folha fina de cobre, que era um substrato de suporte para o filme de resina, para formação de uma camada de recobrimento, foi dissolvida com uma solução aquosa de cloridrato férrico (nome comercial "H-20L", produzida pela Sunhayato Corp.), para obter um guia de ondas óptico flexível (Figura 1f).

Uma rugosidade superficial do guia de ondas óptico flexível mencionado acima foi medida por meio de um equipamento de medida de rugosidade superficial (nome comercial "SURFCORDER SE-2300", produzido pela Kosaka Laboratory Ltd.), para encontrar que a Rz, em um lado da camada de recobrimento inferior, era de 3,0 µm e que a Rz, em uma camada de recobrimento superior, era 0,3 µm.

Uma perda de transmissão do guia de ondas óptico flexível assim preparado foi medida por uso de VCSEL (FLS-300-01-VCL, produzido pela EXCO Corporation) de 855 nm, como uma fonte de luz, e um sensor receptor de luz (Q82214, produzido pela Advantest Corporation) por um método de redução (medida de comprimentos de guias de onda: 5, 3 e 2 cm, fibra de entrada: fibra multimodo GI-50.525 (NA = 0,20), fibra de saída: SI-

114/125 ($NA = 0,22$)), para encontrar que foi de 0,1 dB/cm.

Um filme adesivo (nome comercial "Hiattach HS-230", espessura: 25 μm , produzido pela Hitachi Chemical Co., Ltd.) foi usado como um adesivo, para aderir um lado da camada de recobrimento inferior do guia de ondas óptico flexível, preparado como descrito acima, em um quadro de ligações impresso elétrico 11 (nome comercial "MCL-E-679F", produzido pela Hitachi Chemical Co., Ltd., um circuito de ligações impresso elétrico para teste está disponível), em uma forma mostrada na Figura 2. Em consequência disso, o guia de ondas óptico flexível pode ser aderido ao quadro de ligações impresso elétrico 11.

Além disso, o filme adesivo mencionado acima foi usado para conduzir adesão entre os lados da camada de recobrimento inferior dos guias de ondas ópticos flexíveis, preparados em uma forma mostrada na Figura 3. Em consequência disso, a adesão entre os guias de ondas ópticos flexíveis foi possível.

APLICABILIDADE INDUSTRIAL

O guia de ondas óptico flexível da presente invenção é excelente em propriedade adesiva. De acordo com a presente invenção, um guia de ondas óptico flexível, que apresenta uma boa produtividade e é excelente em uma propriedade adesiva, pode ser produzido. Isso facilita transformar os guias de ondas ópticos flexíveis em uma multicamada e combiná-los com um quadro de ligações impresso elétrico, e possibilitar a aplicação do guia de ondas óptico flexível da presente invenção em um amplo campo, tal como em interligação óptica e similares.

REIVINDICAÇÕES

1. Guia de ondas óptico flexível preparado por uso de um filme de resina formando um guia de ondas óptico, para pelo menos um de uma camada de recobrimento inferior, uma camada de núcleo e uma camada de recobrimento superior, em que uma rugosidade média de dez pontos (Rz) em uma superfície de qualquer uma das camadas de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior é igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$.
2. Guia de ondas óptico flexível preparado por uso de um filme de resina formando um guia de ondas óptico, para pelo menos um de uma camada de recobrimento inferior, uma camada de núcleo e uma camada de recobrimento superior, em que uma rugosidade média de dez pontos (Rz) em uma superfície de uma das camadas de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior é igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$, e a Rz em uma superfície da outra é inferior a $0,5\ \mu\text{m}$.
3. Processo de produção para um guia de ondas óptico flexível, compreendendo uma camada de recobrimento inferior, uma camada de núcleo e uma camada de recobrimento superior, compreendendo:
 - uma etapa na qual um filme de resina para formar uma camada de recobrimento, preparada em um substrato tendo uma rugosidade média de dez pontos (Rz) igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$, em uma superfície dele, é usado para pelo menos uma das camadas de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior, para preparar um guia de ondas óptico; e
 - uma etapa na qual o substrato mencionado acima é depois removido do filme de resina para formar uma camada de recobrimento.
4. Processo de produção para um guia de ondas óptico flexível de acordo com a reivindicação 3, no qual o substrato tendo uma rugosidade média de dez pontos (Rz) igual ou superior a $0,5\ \mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\ \mu\text{m}$, em uma superfície dele, é uma folha fina metálica.
5. Módulo óptico preparado por uso do guia de ondas óptico

flexível, como descrito na reivindicação 2, em que um elemento emissor de luz ou um elemento receptor de luz é carregado em uma superfície de qualquer uma das camadas de revestimento inferior e camada de revestimento superior, na qual uma rugosidade média de dez pontos (R_z), em uma superfície dela, é igual ou superior a $0,5\text{ }\mu\text{m}$ e igual ou inferior a $10\text{ }\mu\text{m}$.

/

Fig. 1:

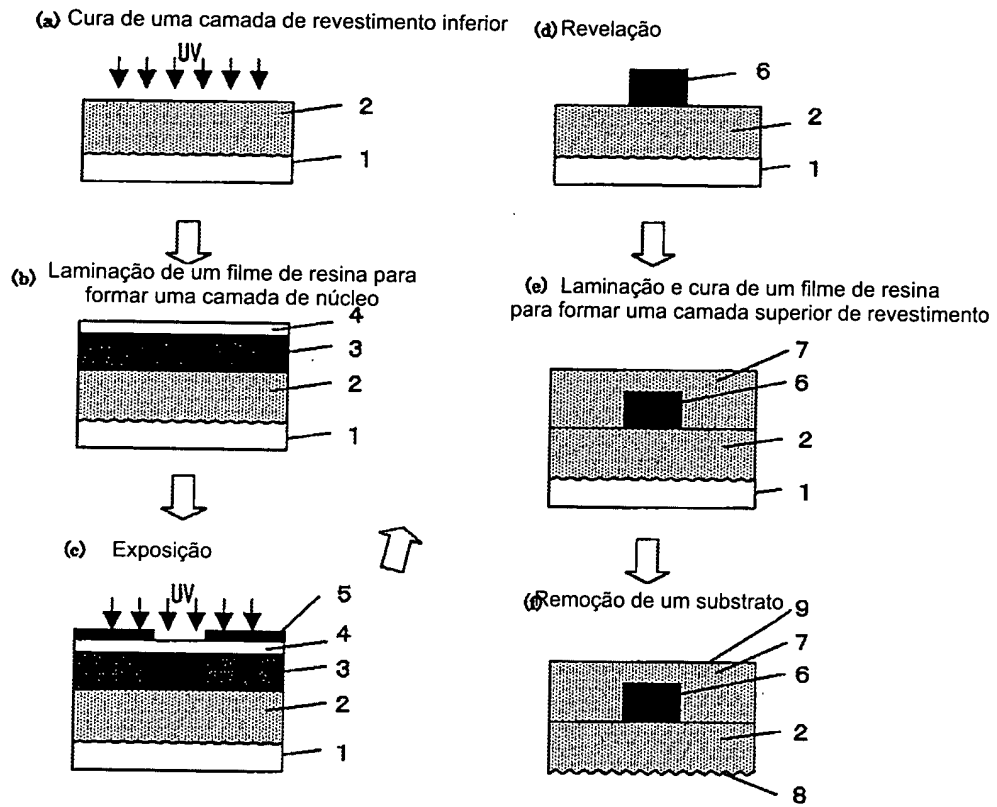


Fig. 2:

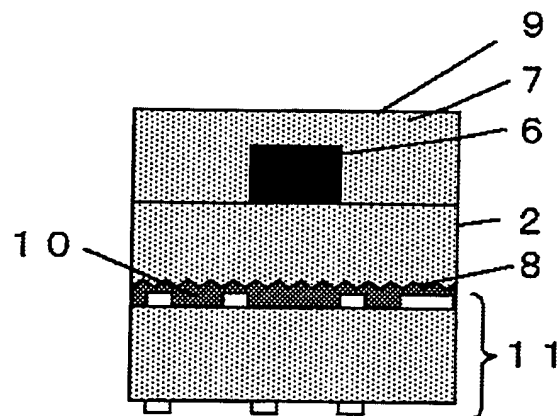


Fig. 3:

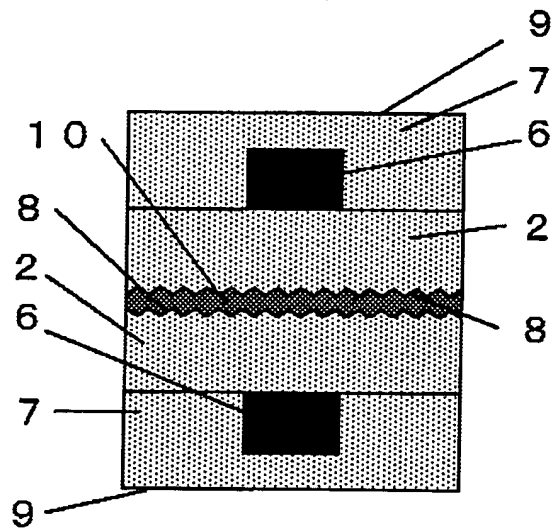
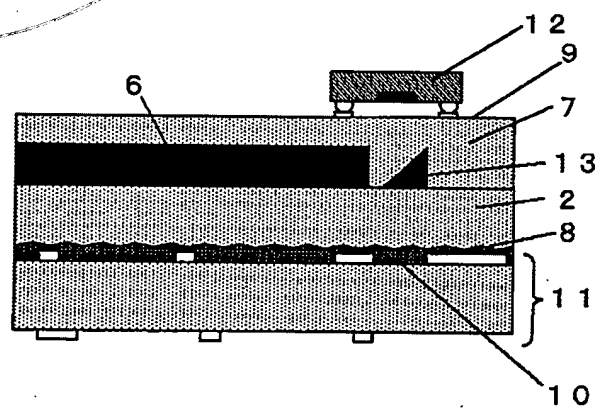


Fig. 4:



RESUMO

Patente de Invenção: "GUIA DE ONDAS ÓPTICO FLEXÍVEL, PROCESSO DE PRODUÇÃO DO MESMO, E MÓDULO ÓPTICO".

A presente invenção refere-se a um guia de ondas óptico flexível, preparado por uso de um filme de resina para formar um guia de ondas óptico, para pelo menos uma de uma camada de recobrimento inferior, uma camada de núcleo e uma camada de recobrimento superior, em que uma rugosidade média de dez pontos (Rz), em uma superfície de qualquer uma das camada de recobrimento inferior e camada de recobrimento superior, é igual ou superior a 0,5 μm e igual ou inferior a 10 μm , um processo de produção para o mesmo e um módulo óptico preparado por uso do guia de ondas óptico flexível. Proporciona-se um guia de ondas óptico flexível, que é excelente em uma propriedade adesiva em uma composição com um quadro de ligações impresso elétrico e transformando um guia de ondas óptico flexível em um de multicamada, um processo de produção para o mesmo e um módulo óptico preparado por uso do guia de ondas óptico flexível.