



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

(21) **PI 1100301-4 A2**

(22) Data de Depósito: 04/02/2011  
(43) Data da Publicação: 24/07/2012  
(RPI 2168)



(51) *Int.Cl.:*  
G01D 5/12

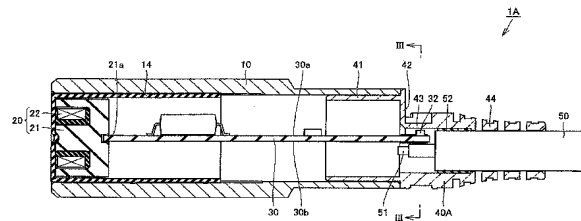
(54) **Título:** SENSOR DE PROXIMIDADE

(30) **Prioridade Unionista:** 04/02/2010 JP 2010-023004

(73) **Titular(es):** Omron Corporation

(72) **Inventor(es):** Daisuke Inoue, Hiroyuki Mizusaki, Susumu Kutsuhara

(57) **Resumo:** SENSOR DE PROXIMIDADE. A presente invenção refere-se a um sensor de proximidade que inclui uma placa de circuito provida com um circuito de processamento, um dispositivo emissor de luz montado na superfície da placa de circuito, e um guia cilíndrico de luz transmitindo luz circunda a parte da placa de circuito tendo o dispositivo emissor de luz nela montado e guiando a luz de saída do dispositivo emissor de luz a ser emitida para fora. O guia cilíndrico de luz inclui a primeira superfície emissora de luz como a primeira região de luz de saída fazendo com que a luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz passe através dele e emita diretamente a luz para fora, uma superfície refletora que reflete a luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz para guiar a luz através do guia cilíndrico de luz na direção circunferencial, e a segunda superfície emissora de luz como a segunda região de luz de saída emitindo, para fora, a luz refletida na superfície refletora e propagada através do guia cilíndrico de luz.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SENSOR DE PROXIMIDADE**".

**ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um sensor de proximidade utilizando um campo magnético para detectar a presença ou a ausência de um corpo metálico como um objeto a ser detectado ou para detectar a posição do corpo metálico, e mais particularmente a um sensor de proximidade que tem um dispositivo emissor de luz emitindo luz, de acordo com o estado de  
10 operação.

Descrição da Técnica Antecedente

Um sensor de proximidade usando um campo magnético é conhecido como um dos sensores para detectar a presença ou a ausência de um corpo metálico como um objeto a ser detectado ou detectar a posição do  
15 corpo metálico. Este sensor de proximidade é amplamente utilizado principalmente em diversas instalações de produção, robôs industriais e similares.

O sensor de proximidade inclui principalmente um alojamento cilíndrico, um conjunto de bobina com um núcleo e uma bobina de detecção, e uma placa de circuito provida com um circuito de processamento eletricamente conectada à bobina de detecção. O conjunto de bobina está disposto na extremidade dianteira dentro do alojamento. Além disso, pelo menos uma  
20 parte da placa de circuito provida com o circuito de processamento é disposta por trás do conjunto de bobina dentro do alojamento.

Nos últimos anos, o sensor de proximidade, é muitas vezes dotado de um dispositivo emissor de luz como uma luz indicadora. Este dispositivo emissor de luz como uma luz indicadora inclui, por exemplo, um dispositivo de ligar / desligar a luz de acordo com o ligar / desligar do suprimento de energia, um dispositivo de ligar / desligar a luz de acordo com o estado de detecção do corpo metálico, um dispositivo de ligar / desligar a luz, no  
25 sentido de informar o usuário da informação utilizada para efetuar várias configurações quando o sensor de proximidade está instalado, e assim por  
30 diante.

Quando usado em qualquer um dos casos descritos acima, o dispositivo emissor de luz como uma luz indicadora é geralmente montado em uma das superfícies principais da placa de circuito provida com o circuito de processamento como descrito acima. Por exemplo, a Patente Japonesa Aberta à Inspeção Pública No. 11-312446, Patente Japonesa Aberta à Inspeção Pública No. 2007-35583 e similar divulgam um sensor de proximidade no qual um dispositivo emissor de luz como uma luz indicadora é montado em uma das superfícies principais da placa de circuito.

No sensor de proximidade descrito acima provido com um dispositivo emissor de luz como uma luz indicadora, é importante prover uma configuração na qual o estado de indicação do dispositivo emissor de luz pode ser observado de fora, com boa visibilidade. Particularmente, no sentido de garantir visibilidade suficiente do estado de indicação, independentemente do estado instalado do sensor de proximidade, é necessário emitir em todas as direções a luz de saída do dispositivo emissor de luz em direção ao sensor de proximidade que tem um formato externo cilíndrico alongado.

No entanto, como descrito acima, quando o dispositivo emissor de luz é montado em uma das superfícies principais da placa de circuito, a luz de saída do dispositivo emissor de luz não pode alcançar satisfatoriamente o lado voltado para a outra superfície principal do circuito devido ao efeito de bloqueio de luz da placa de circuito que tem o dispositivo emissor de luz montado nela, o que coloca um problema que a luz de saída não pode ser emitida em todas as direções para o sensor de proximidade.

No sentido de resolver os problemas descritos acima, é concebível que um dispositivo emissor de luz seja montado não apenas sobre uma superfície principal da placa de circuito, mas também sobre a outra superfície principal da mesma. No entanto, essa configuração também pode causar um problema de que o número de componentes e o número de processos de fabricação são aumentados, aumentando assim o custo de fabricação. Além disso, é também concebível aumentar a quantidade de corrente provida ao dispositivo emissor de luz para aumentar a quantidade de luz de saída, para assim, provocar um aumento na quantidade de luz que atinge o la-

do voltado para a outra superfície principal da placa de circuito. No entanto, isto pode exigir uma mudança considerável dos vários circuitos, incluindo um circuito de acionamento de dispositivo emissor de luz, que também pode causar um problema de aumento do custo de produção. Além disso, no sentido de garantir suficientemente a visibilidade do estado de indicação, independentemente do estado instalado do sensor de proximidade, a luz de saída do dispositivo emissor de luz deve ser emitida em todas as direções para o sensor de proximidade que tem um formato cilíndrico alongado externo, que requer certa quantidade de corrente. Isto pode também colocar um problema de consumo de energia aumentado.

### **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

A presente invenção foi feita para resolver os problemas descritos acima e visa proporcionar um sensor de proximidade que, mesmo quando é usado um único dispositivo emissor de luz como uma luz indicadora, permite a luz de saída do dispositivo emissor de luz ser emitida suficientemente em todas as direções em uma configuração simplificada e permite também o estado de indicação do dispositivo emissor de luz ser observado com boa visibilidade do exterior em qualquer ângulo.

O sensor de proximidade de acordo com a presente invenção serve para detectar a presença ou a ausência de um corpo metálico ou de uma posição do corpo metálico usando um campo magnético. O sensor de proximidade inclui um alojamento, uma bobina de detecção, uma placa de circuito, um dispositivo emissor de luz, e um guia cilíndrico de luz. O alojamento é feito de um membro de bloqueio de luz tendo uma forma cilíndrica e alongada, incluindo uma extremidade dianteira e uma extremidade traseira em uma direção axial. A bobina de detecção está localizada na parte dianteira dentro do alojamento. A placa de circuito é feita de um membro em um formato de uma placa plana e disposta atrás da bobina de detecção, de modo a se estender ao longo da direção axial do alojamento. A placa de circuito é provida com um circuito de processamento, eletricamente conectada à bobina de detecção. O dispositivo emissor de luz é montado em uma das superfícies principais da placa de circuito e emite luz de acordo com um estado

de funcionamento do sensor de proximidade. O guia cilíndrico de luz é um membro transmissor de luz circundante, ao longo de uma direção circunferencial do alojamento, uma parte da placa de circuito que tem o dispositivo emissor de luz nela instalado, e guiando a luz de saída do dispositivo emissor de luz a ser emitida para fora. O guia cilíndrico de luz inclui uma primeira região de saída fazendo com que a luz emitida do dispositivo emissor de luz passe através dele e emitindo diretamente a luz para fora, uma superfície refletora que reflete a luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz para guiar a luz através do guia cilíndrico de luz na direção circunferencial, e uma segunda região saída de luz emitindo, para fora, a luz refletida na superfície refletora e propagada através do guia cilíndrico de luz.

No sensor de proximidade, de acordo com a presente invenção, é preferível que a primeira região de saída de luz seja provida em uma parte de uma superfície externa circunferencial do guia cilíndrico de luz que cobre uma das superfícies principais das placas de circuito em que o dispositivo emissor de luz está montado. Neste caso, é preferível que a segunda região de saída de luz seja provida em uma parte da superfície externa circunferencial do guia cilíndrico de luz bloqueada pela placa de circuito como pode ser visto a partir do dispositivo emissor de luz.

No sensor de proximidade, de acordo com a presente invenção, a superfície refletora pode ser formada através de uma região plana em uma superfície externa circunferencial do guia cilíndrico de luz ou pode ser formada provendo um sulco com seção de corte transversal em forma de V em uma superfície externa circunferencial do guia cilíndrico de luz. Além disso, no sensor de proximidade, de acordo com a presente invenção, a superfície refletora pode ser formada provendo uma cavidade dentro do guia cilíndrico de luz.

No sensor de proximidade, de acordo com a presente invenção, o guia cilíndrico de luz pode incluir ainda uma superfície de refração refratando a luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz para guiar a luz através do guia cilíndrico de luz na direção circunferencial. Neste caso, a superfície de refração pode ser formada provendo uma região plana em uma

superfície interna circunferencial do guia cilíndrico de luz ou pode ser formada provendo um sulco em forma de V em seção transversal em uma superfície interna circunferencial do guia cilíndrico de luz.

5 No sensor de proximidade, de acordo com a presente invenção, cada uma da primeira região de saída de luz e segunda região de saída de luz pode ser formada provendo uma região plana em uma superfície externa circunferencial do guia cilíndrico de luz ou cada uma pode ser formada provendo um sulco em forma de V em seção transversal em uma superfície externa circunferencial do guia cilíndrico de luz.

10 No sensor de proximidade, de acordo com a presente invenção, o guia cilíndrico de luz pode ser exposto em uma posição para trás da extremidade traseira do alojamento.

No sensor de proximidade, de acordo com a presente invenção, o guia cilíndrico de luz pode ser coberto pelo alojamento. Neste caso, é provida uma janela para exposição de cada uma dentre a primeira região de saída de luz e a segunda região de saída de luz em uma parte do alojamento correspondente a cada uma da primeira região de saída de luz e da segunda região de saída de luz no guia cilíndrico de luz.

20 É preferível que o sensor de proximidade, de acordo com a presente invenção, também inclua uma camada de vedação de resina transmissora de luz preenchendo um espaço dentro do guia cilíndrico de luz. Neste caso, é preferível que o dispositivo emissor de luz seja vedado na camada de vedação de resina.

O sensor de proximidade, de acordo com a presente invenção, pode incluir um membro de fixação suportando a placa de circuito e fixando a placa de circuito ao alojamento, por pelo menos, uma parte do membro de fixação preso à extremidade traseira do alojamento. Neste caso, é preferível que o guia cilíndrico de luz seja formado por uma parte do membro de fixação.

30 De acordo com a presente invenção, mesmo no caso do sensor de proximidade tendo um único dispositivo emissor de luz utilizado como uma luz indicadora, a luz de saída do dispositivo emissor de luz pode ser

emitida de forma satisfatória em todas as direções na configuração simplificada. Isto permite baixo custo de produção do sensor de proximidade permitindo a indicação do estado do dispositivo emissor de luz a ser observado com boa visibilidade desde o exterior em qualquer ângulo.

5 O acima exposto e outros objetivos, características, aspectos e vantagens da presente invenção se tornarão mais claros a partir da seguinte descrição detalhada da presente invenção, quando tomada em conjunto com os desenhos que acompanham.

### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

10 A figura 1 é uma vista em corte transversal esquemática mostrando a estrutura interna de um sensor de proximidade, na primeira modalidade, de acordo com a presente invenção.

A figura 2 é uma vista em perspectiva explodida mostrando a estrutura de montagem do sensor de proximidade mostrado na figura 1.

15 A figura 3 é uma vista em corte transversal esquemática, mostrando o formato de um guia cilíndrico de luz do sensor de proximidade mostrado na figura 1.

A figura 4 é uma vista em corte transversal esquemática, mostrando o formato do guia cilíndrico de luz do sensor de proximidade, de acordo com a primeira modificação da primeira modalidade da presente invenção.

20

A figura 5 é uma vista em corte transversal esquemática, mostrando o formato do guia cilíndrico de luz do sensor de proximidade, de acordo com a segunda modificação da primeira modalidade da presente invenção.

25

A figura 6 é uma vista em corte transversal esquemática, mostrando o formato do guia cilíndrico de luz do sensor de proximidade, de acordo com a terceira modificação da primeira modalidade da presente invenção.

30 A figura 7 é uma vista em corte transversal esquemática, mostrando o formato do guia cilíndrico de luz do sensor de proximidade, de acordo com a quarta modificação da primeira modalidade da presente invenção.

ção.

A figura 8 é uma vista em corte transversal esquemática, mostrando o formato do guia cilíndrico de luz do sensor de proximidade, de acordo com a quinta modificação da primeira modalidade da presente invenção.

A figura 9 é uma vista em corte transversal esquemática, mostrando o formato do guia cilíndrico de luz do sensor de proximidade, de acordo com a sexta modificação da primeira modalidade da presente invenção.

A figura 10 é uma vista em corte transversal esquemática, mostrando a estrutura interna do sensor de proximidade na segunda modalidade da presente invenção.

A figura 11 é uma vista em perspectiva explodida mostrando a estrutura de montagem do sensor de proximidade mostrado na figura 10.

A figura 12 é uma vista em corte transversal esquemática, mostrando o formato do guia cilíndrico de luz do sensor de proximidade mostrado na figura 10.

A figura 13 é uma vista em corte transversal esquemática mostrando o formato do guia de luz cilíndrico do sensor de proximidade, de acordo com a modificação da segunda modalidade da presente invenção.

#### **DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES PREFERIDAS**

Serão a seguir descritas em detalhes modalidades da presente invenção, com referência aos desenhos. Deve ser observado que o sensor de proximidade na primeira modalidade descrita abaixo tem uma conexão com o exterior feita por meio de cabos, e o sensor de proximidade na segunda modalidade descrita abaixo tem uma conexão com o exterior feita por pinos terminais.

##### **Primeira Modalidade**

A figura 1 é uma vista em corte transversal esquemática mostrando a estrutura interna do sensor de proximidade na primeira modalidade da presente invenção. A figura 2 é uma vista em perspectiva explodida mostrando a estrutura da montagem do sensor de proximidade mostrado na figu-

ra 1. Primeiro, referindo-se a essas figuras 1 e 2, será descrita a estrutura do sensor de proximidade na presente modalidade.

Como mostrado nas figuras 1 e 2, um sensor de proximidade 1<sup>a</sup>, de acordo com a presente modalidade, tem uma forma externa aproximadamente cilíndrica e, inclui principalmente, um corpo de invólucro 10 como um alojamento, um conjunto de bobina 20, uma placa de circuito 30, um suporte 40A como um membro de fixação, e um cabo 50.

O corpo de invólucro 10 é formado de um membro alongado cilíndrico que é feito de metal e tem ambas as extremidades abertas. O corpo de invólucro 10 tem uma extremidade dianteira e uma extremidade traseira na direção axial. O conjunto de bobina 20 é preso à extremidade dianteira do corpo de invólucro 10, e o suporte 40A está preso à extremidade traseira do corpo de invólucro 10. Além disso, o corpo de invólucro 10 tem um efeito de bloqueio de luz que impede a passagem de luz através do mesmo.

O conjunto de bobina 20 inclui um núcleo 21 e uma bobina de detecção 22. O núcleo 21 é formado por um membro cilíndrico curto feito de materiais magnéticos. A bobina de detecção 22 é formada em uma forma aproximadamente cilíndrica, por exemplo, enrolando o fio isolado em volta do núcleo e alojado no rebaixamento provido nele 21. Deve ser observado que o núcleo 21 tem uma face traseira provida com um sulco de suporte 21a para apoiar a borda da placa de circuito 30.

O conjunto de bobina 20 está alojado dentro de um invólucro de bobina 14 feito de um membro cilíndrico isolante tendo um fundo de tal maneira que a face frontal do núcleo 21 esteja em contato com o fundo do invólucro da bobina 14. O invólucro da bobina 14 é fixamente ajustado por pressão no corpo de invólucro 10 de tal forma que o fundo do invólucro da bobina 14 esteja localizado na extremidade dianteira do corpo de invólucro 10.

A placa de circuito 30 é feita de uma placa de fiação rígida na forma de uma placa plana e disposta por trás do conjunto de bobina 20 no sentido de se estender ao longo da direção axial do corpo de invólucro 10. A placa de circuito 30 tem uma superfície 30a correspondente a uma superfície principal e uma superfície traseira 30b correspondente à outra superfície

principal. Cada uma da superfície 30a e da superfície traseira 30b é provida com um padrão condutor. Deve-se observar que uma placa de fiação rígida é uma placa de circuito que tem alta rigidez, que é representada por uma placa de vidro-resina epóxi e particularmente adequada para a montagem de componentes eletrônicos sobre ela.

A placa de circuito 30 tem vários circuitos de processamento formados nela. O circuito de processamento inclui um circuito de oscilação tendo a bobina de detecção 22 como um elemento do circuito ressonante, e um circuito de discriminação comparando a amplitude de oscilação do circuito de oscilação, com um valor limiar para binarização. Além disso, a placa de circuito 30 é provida também com um circuito de saída convertendo a saída do circuito de discriminação em uma saída de tensão ou corrente de saída em uma forma predeterminada, e um circuito de suprimento de energia convertendo a energia elétrica introduzida a partir do exterior em uma forma predeterminada de suprimento de energia elétrica. Além disso, a placa de circuito 30 é também equipada com um circuito de acionamento do dispositivo emissor de luz, que controla o acionamento de um dispositivo emissor de luz 32, que será descrito mais tarde. Cada um destes vários tipos de circuitos é formado dos padrões condutores descritos acima na placa de circuito 30 e os componentes eletrônicos montados sobre a superfície 30a da placa de circuito 30.

O dispositivo emissor de luz 32 é montado em uma parte da superfície 30a da placa de circuito 30 localizada fora do corpo de invólucro 10. O dispositivo emissor de luz 32 é acionado pelo circuito de acionamento de dispositivo emissor de luz descrito acima e emite luz de acordo com o estado de operação do sensor de proximidade 1A. O dispositivo emissor de luz 32 é constituído de um LED (Diodo Emissor de Luz), por exemplo.

Além disso, um fio de núcleo 51 do cabo 50 é ligado por solda (não é mostrada) a uma parte da superfície traseira 30b da placa de circuito 30 localizada fora do corpo de invólucro 10. O cabo 50 serve como uma conexão para conectar eletricamente o circuito de saída descrito acima e o circuito de alimentação ao exterior. Um adaptador 52 para prevenir o desenga-

te é fixado na proximidade da extremidade do cabo 50. O adaptador 52 é trazido em contacto com a face de parada provida em um retentor de cabo 44 do suporte 40A, que será descrito mais tarde, de forma que o cabo 50 seja impedido de cair fora.

5 O suporte 40A com uma forma aproximadamente cilíndrica é formado por moldagem por injeção de um material de resina transmissor de luz. O suporte 40A serve como um membro de fixação da placa de circuito 30 ao corpo de invólucro 10 e inclui uma parte fixa 41, uma parte de fechamento 42 de um guia cilíndrico de luz 43, e o retentor do cabo 44. A parte  
10 fixa 41 tendo uma forma cilíndrica é fixada à extremidade traseira do corpo de invólucro 10. A parte de fechamento 42 é na forma de uma placa plana e serve para fechar a abertura localizada na extremidade traseira do corpo de invólucro 10. O guia cilíndrico de luz 43 tendo um formato aproximadamente cilíndrico circunda, ao longo da direção circunferencial do corpo de invólucro  
15 10, uma parte da placa de circuito 30 tendo dispositivo emissor de luz 32 montado nela. O retentor de cabo 44 tendo uma forma aproximadamente cilíndrica serve para reter o cabo 50 inserido. Além disso, o retentor de cabo 44 tem uma superfície interna circunferencial que é provida na sua posição predeterminada com uma face de parada para evitar o cabo 50 de cair fora.

20 A parte fixa 41 que é uma parte do suporte 40A ajustada por pressão na abertura localizada na extremidade traseira do corpo de invólucro 10, de modo que o suporte 40A seja fixado ao corpo de invólucro 10. Correspondentemente, a parte de fechamento 42, o guia cilíndrico de luz 43 e o retentor de cabo 44 do suporte 40A são expostos para o exterior na po-  
25 sição atrás da extremidade traseira do corpo de invólucro 10.

Neste caso, na posição predeterminada da superfície interna circunferencial de cada uma da parte fixa 41 e do guia cilíndrico de luz 43 do suporte 40A, é provido um sulco de suporte 48 (ver figura 3 e similar) para apoiar ambas as extremidades laterais localizadas na direção do lado curto  
30 da placa de circuito 30. Correspondentemente, a placa de circuito 30 é fixada ao corpo de invólucro 10, pela configuração na qual a extremidade dianteira da placa de circuito 30 é apoiada pelo sulco de apoio 21a provido na

face traseira do núcleo 21 descrito acima e ambas as extremidades laterais na extremidade traseira da placa de circuito 30 são apoiadas pelos sulcos de suporte descritos acima 48 providos no suporte 40A.

Deve ser observado que o espaço dentro de cada um do corpo de invólucro 10 e do suporte 40A é vedado enchendo o espaço com uma camada de vedação de resina 70 (não é mostrada na figura 1, mas ver figura 3 e similar). A camada de vedação de resina 70 serve para vedar de forma estanque a ar e estanque à água o espaço dentro de cada corpo de invólucro 10 e suporte 40A contra o exterior, protegendo simultaneamente os vários componentes (placa de circuito 30, e vários componentes eletrônicos, os membros da fiação e outros montados sobre a placa de circuito 30) incorporados no corpo de invólucro 10 e suporte 40A. Além disso, a camada de vedação de resina 70 é formada por injeção e cura da resina líquida. Embora os materiais de resina, como uma resina epóxi, por exemplo, sejam devidamente utilizados para essa camada de vedação de resina 70, pelo menos uma parte da camada de vedação de resina localizada no guia cilíndrico de luz 43 do suporte 40A deverá ser formada por um material de resina transmissor de luz ou de uma película fina de camada de vedação de resina.

A figura 3 é uma vista em corte transversal do sensor de proximidade tomada ao longo de uma linha III-III, mostrada na figura 1, e também é uma vista em corte transversal esquemática mostrando o formato do guia cilíndrico de luz do suporte como um membro de fixação. Em seguida, referindo-se à figura 3, será descrito em detalhe o formato do guia cilíndrico de luz e um caminho de luz da luz de saída do dispositivo emissor de luz guiada no guia cilíndrico de luz. Embora somente uma parte da luz de saída do dispositivo emissor de luz seja mostrada na figura 3 para facilitar a compreensão, a luz é emitida na verdade radialmente a partir do dispositivo emissor de luz.

Como mostrado na figura 3, o guia cilíndrico luz 43 do suporte 40A tem um formato aproximadamente cilíndrico e compreende uma superfície externa circunferencial 43a e uma superfície circunferencial interna 43b. Na posição predeterminada da superfície circunferencial interna 43b do guia

cilíndrico de luz 43, é provido um par de sulcos de suporte 48 para suportar a placa de circuito 30 descrita acima. O par de sulcos de suporte 48 suporta ambas as extremidades laterais da placa de circuito para suportar a placa de circuito 30 com o suporte 40A. O dispositivo emissor de luz 32 é montado  
5 sobre uma parte da superfície 30a da placa de circuito 30 circundada pelo guia cilíndrico de luz 43 do suporte 40A. Além disso, o espaço dentro do guia cilíndrico de luz 43 é preenchido com uma camada de vedação de resina 70 transmissora de luz, de modo que o dispositivo emissor de luz 32 seja vedado na camada de vedação de resina 70. Neste caso, é preferível que a ca-  
10 mada de vedação de resina 70 seja inferior no índice de refração do que o material formando o guia cilíndrico de luz 43. Quando a camada de vedação de resina 70 é menor em índice de refração do que o material formando o guia cilíndrico de luz 43, o efeito de confinar a luz dentro do guia cilíndrico de luz 43 é notavelmente melhorado, o que provoca um aumento na quantidade  
15 de luz emitida a partir da segunda superfície de emissão de luz como a segunda região de luz de saída que será descrita mais tarde. Consequentemente, o estado de indicação do dispositivo emissor de luz 32 pode ser observado de fora, com boa visibilidade.

Em uma parte da superfície circunferencial interna 43b do guia  
20 cilíndrico de luz 43 localizada sobre uma superfície de saída de luz 32a do dispositivo emissor de luz 32, é provida uma região plana, para assim formar uma superfície de refração 43b1. Além disso, em uma parte da superfície circunferencial externa 43a do guia cilíndrico de luz 43, localizada acima do dispositivo emissor de luz 32, é formado um sulco de corte transversal em  
25 forma de V, de modo que um par de regiões planas seja provido o qual é disposto em um ângulo em relação um ao outro. Isso leva à formação de um par de superfícies refletoras 43a1. A superfície de refração 43b1 e o par de superfícies refletoras 43a1 servem para refratar e refletir uma parte da luz emitida pela superfície de saída de luz 32a do dispositivo emissor de luz 32  
30 na direção circunferencial dentro do guia cilíndrico de luz 43. Cada uma destas superfícies é provida em uma parte do guia cilíndrico de luz 43 que cobre a superfície 30a da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32

montado nela.

Além disso, a parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 cobrindo a superfície 30a da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela serve inteiramente como a primeira superfície emissora de luz como a primeira região de saída de luz. Esta primeira superfície emissora de luz serve para emitir a luz para o exterior quando uma parte da luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz 32 passa através do guia cilíndrico de luz 43. Neste caso, a parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 provida com a superfície refletora 43a1 descrita acima é também incluída na primeira superfície emissora de luz. Isso ocorre porque uma parte da luz aplicada à superfície refletora 43a1 passa também através da superfície refletora 43a1 sem reflexão. Na figura 3, a faixa de irradiação da primeira superfície emissora de luz descrita acima é mostrada por um par de linhas finas que se estende desde a superfície externa circunferencial 43a no sentido ascendente na figura, e cada uma tendo uma parte superior de uma linha quebrada. Em outras palavras, uma parte da superfície do guia cilíndrico de luz 43 localizada entre o par descrito acima de linhas finas mostra aproximadamente uma parte servindo como a primeira superfície emissora de luz, que será igualmente apresentada nas figuras 4, 8, 12 e 13.

Além disso, na posição predeterminada da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 localizado na parte bloqueada pela placa de circuito 30 como pode ser visto desde o dispositivo emissor de luz 32, é formado um sulco de seção em corte transversal em V, de modo que seja provido um par de regiões planas que são dispostas em um ângulo em relação uma à outra. Uma região do par de regiões planas provê uma segunda superfície de emissão de luz 43a2 como a segunda região de saída de luz. O sulco descrito acima é formado abaixo da placa de circuito 30 e nas proximidades de cada uma das duas extremidades laterais da placa de circuito 30, de modo que duas segundas superfícies emissoras de luz 43a2 sejam providas as quais faceiam na direção oposta à descrita acima primeira superfície de emissão de luz. Estas duas segundas superfícies emissoras de

luz 43a2 emitem luz para o exterior quando uma parte da luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz 32 é guiada pelo guia cilíndrico de luz 43 e passa através destas duas segundas superfícies emissoras de luz 43a2. Na figura 3, a faixa de irradiação de luz da segunda superfície emissora de luz 43a2 é mostrada por um par de linhas finas que se estendem desde cada uma do par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2 na direção descendente na figura, e cada uma tendo uma parte inferior de uma linha quebrada, que será igualmente mostrada nas figuras 4, 8, 12 e 13.

No sensor de proximidade 1ª, de acordo com a presente modalidade, uma parte da luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz 32 é refratada e refletida sobre superfície de refração 43b1e o par de superfícies refletoras 43a1 faz com que a luz a seja guiada através do guia cilíndrico de luz 43 na direção circunferencial. Em alguns casos, a luz se reflete na superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 e, assim, coletada no par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2. Consequentemente, a maior parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é eficientemente coletada em cada uma das segundas superfícies do par de superfícies emissoras de luz 43a2, com o resultado de que as segundas superfícies emissoras de luz 43a2 emitem luz suficientemente.

Como descrito acima, de acordo com o sensor de proximidade 1A na presente modalidade, mesmo no caso onde somente um único dispositivo emissor de luz 32 é montado na superfície 30a da placa de circuito 30, a luz emitida por esse único dispositivo emissor de luz 32 pode ser emitida suficientemente em todas as direções na configuração simplificada, na qual apenas uma região plana é provida em cada uma das superfícies externa circunferencial 43a e superfície interna circunferencial 43b do guia cilíndrico de luz 43 do suporte 40a. A região plana descrita acima pode ser facilmente formada durante a moldagem por injeção do suporte 40a, o que previne um aumento no custo de produção. Portanto, quando a configuração descrita acima é aplicada, um sensor de proximidade fabricado a baixo custo pode ser alcançado que permite o estado de indicação do dispositivo emissor de luz 32 a ser observado desde fora, com boa visibilidade, sem a necessidade

de montar qualquer dispositivo emissor de luz na superfície traseira 30b da placa de circuito 30.

Cada uma das figuras 4 - 8 mostra uma vista em corte transversal esquemática do formato do guia cilíndrico de luz do sensor de proximidade, de acordo com a primeira a quinta modificações, respectivamente, com base na presente modalidade. Então, referindo-se às figuras 4 - 8, será descrito o formato do guia cilíndrico de luz do sensor de proximidade de acordo com a primeira à quinta modificações com base na presente modalidade e um caminho de luz da luz de saída do dispositivo emissor de luz que é guiada no guia cilíndrico de luz. Embora seja mostrada apenas uma parte da luz de saída do dispositivo emissor de luz nas figuras 4 - 8 para facilitar a compreensão, a luz é emitida realmente radialmente desde o dispositivo emissor de luz.

Como mostrado na figura 4, nas proximidades do sensor de acordo com a primeira modificação, a forma do guia cilíndrico de luz 43 de um suporte 40B é diferente do sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima. Especificamente, as formas da superfície refletora, a superfície de refração e a primeira superfície emissora de luz, providas no guia cilíndrico de luz 43 são diferentes, enquanto os outros componentes são idênticos na forma. Além disso, no sensor de proximidade de acordo com a primeira modificação, o espaço dentro do guia cilíndrico de luz 43 não é vedado na camada de vedação de resina, mas o dispositivo emissor de luz 32 montado na superfície 30a da placa de circuito 30 é exposto dentro do guia cilíndrico de luz 43. Particularmente, as diferenças da forma do guia cilíndrico de luz 43 serão a seguir descritas em detalhe.

Em uma parte da superfície interna circunferencial 43b do guia cilíndrico de luz 43, localizada acima da superfície de saída de luz 32a do dispositivo emissor de luz 32, é formado um sulco de seção em corte transversal em forma de V, de modo que seja provido um par de regiões planas as quais são dispostas em um ângulo com relação uma à outra. Isso leva à formação de um par de superfícies de refração 43b1. Além disso, uma parte da superfície externa circunferencial 43 do guia cilíndrico de luz 43 localiza-

da acima do dispositivo emissor de luz 32, é provida uma região plana, formando a superfície refletora 43a1. O par de superfície de refração 43b1 e de superfície refletora 43a1 serve para refratar e refletir uma parte da luz emitida pela superfície de saída de luz 32a do dispositivo emissor de luz 32 na  
5 direção circunferencial dentro do guia cilíndrico de luz 43. Cada uma destas superfícies é provida em uma parte do guia cilíndrico de luz 43 que cobre a superfície 30a da placa de circuito 30 do dispositivo emissor de luz 32 montado sobre ela. É de se observar que a parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 cobrindo a superfície 30a da placa de  
10 circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado sobre ela serve inteiramente como a primeira superfície emissora de luz. Além disso, a parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 provida com a superfície refletora 43a1 descrita acima também está incluída na primeira superfície emissora de luz.

15 Também na configuração, como descrito acima, uma parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é refratada e refletida sobre o par de superfícies de refração 43b1e superfícies refletoras 43a1, para fazer com que a luz seja guiada por meio do guia cilíndrico de luz 43 na direção circunferencial. Em alguns casos, a luz é ainda mais refletida sobre a  
20 superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 e, assim, coletada em cada uma do par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2. Conseqüentemente, a maior parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é eficientemente coletada em cada uma do par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2, com o resultado de que as segundas  
25 superfícies emissoras de luz 43a2 emitem luz suficientemente. Portanto, também no caso em que a configuração como na primeira modificação é aplicada, os efeitos podem ser alcançados, que são semelhantes aos obtidos no caso onde o sensor de proximidade 1A, na presente modalidade descrita acima, é aplicado.

30 Embora a primeira modificação empregue a configuração na qual nenhuma camada de vedação de resina é provida no espaço dentro do guia cilíndrico de luz 43, a camada de vedação de resina 70, pode ser provi-

da dentro do guia cilíndrico de luz (ver a figura 3) como no caso do sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima. Naquele caso, a quantidade de luz refletida sobre a superfície refletora 43a1 pode ser ajustada ajustando-se a diferença de índice de refração entre o guia cilíndrico de luz 43 e a camada de vedação de resina 70, e assim, a quantidade de luz desde a primeira superfície emissora de luz a segunda superfície emissora de luz pode também ser ajustada.

Como mostrado na figura 5, o sensor de proximidade de acordo com a segunda modificação é diferente na forma do guia cilíndrico de luz 43 de um suporte 40C do sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima. Especificamente, as formas da superfície refletora e a primeira superfície de emissão de luz provida no guia cilíndrico de luz 43 são diferentes, enquanto os outros componentes são idênticos na forma. Particularmente, as diferenças da forma do guia cilíndrico de luz 43 serão a seguir descritas em detalhe.

Em uma parte da superfície interna circunferencial 43b do guia cilíndrico de luz 43, localizado acima da superfície de saída 32a do dispositivo emissor de luz 32, é provida uma região plana para assim formar a superfície de refração 43b1. Além disso, na posição predeterminada da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 localizado acima do dispositivo emissor de luz 32, é formado um sulco em forma de V em seção transversal, de modo que seja provido um par de regiões planas as quais são dispostas em um ângulo uma com relação à outra. Um par de regiões planas proporciona a superfície refletora 43a1. O sulco descrito acima é provido em cada uma das partes da superfície externa circunferencial 43 correspondentes a ambos os lados do dispositivo emissor de luz 32, que leva à formação de duas superfícies refletoras 43a1. A superfície de refração 43b1 e o par de superfícies refletoras 43a1 servem para refratar e refletir uma parte da luz emitida pela superfície de saída de luz 32a do dispositivo emissor de luz 32 na direção circunferencial dentro do guia cilíndrico de luz 43. Cada uma destas superfícies é provida em uma parte do guia cilíndrico de luz 43 que cobre a superfície 30a da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emis-

sor de luz 32 montado nela. Deve ser observado que a parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 cobrindo a superfície 30a da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela serve inteiramente como a primeira superfície emissora de luz. Além disso, a parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 provida com a superfície refletora 43a1 descrita acima é também incluída na primeira superfície emissora de luz.

Também na configuração, como descrito acima, uma parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é refratada e refletida na superfície de refração 43b1 e sobre o par das superfícies refletoras 43a1, para fazer com que a luz seja guiada através do guia cilíndrico de luz 43 na direção circunferencial. Em alguns casos, a luz é ainda mais refletida sobre a superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 e, assim, coletada em cada uma do par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2. Consequentemente, a maior parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é eficientemente coletada em cada uma do par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2, com o resultado de que as segundas superfícies emissoras de luz 43a2 emitem luz suficientemente. Portanto, também no caso onde a configuração como na segunda modificação é aplicada, os efeitos podem ser alcançados, que são semelhantes aos obtidos no caso onde o sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima é aplicado.

Como mostrado na figura 6, o sensor de proximidade de acordo com a terceira modificação é diferente na forma do guia cilíndrico de luz 43 do suporte 40D do sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima. Especificamente, as formas da superfície refletora, a superfície de refração e a primeira superfície emissora de luz provida no guia cilíndrico de luz 43 são diferentes, enquanto os outros componentes são idênticos na forma. Além disso, no sensor de proximidade, de acordo com a terceira modificação, o espaço dentro do guia cilíndrico de luz 43 não é vedado na camada de vedação de resina, mas o dispositivo emissor de luz 32 montado na superfície 30a da placa de circuito 30 é exposto dentro do guia cilíndrico de

luz 43. Particularmente, as diferenças da forma do guia cilíndrico de luz 43 serão a seguir descritas em detalhe.

Em uma parte da superfície interna circunferencial 43b do guia cilíndrico de luz 43, localizado acima da superfície de saída 32a do dispositivo emissor de luz 32, é formado um sulco em forma de V em seção transversal, de modo que seja provido um par de regiões planas as quais são dispostas em um ângulo uma com relação à outra. Isto leva à formação de um par de superfícies de refração 43b1. Além disso, na posição predeterminada da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 localizado acima do dispositivo emissor de luz 32, é formado um sulco em forma de V em seção transversal, de modo que é provido um par de regiões planas as quais são dispostas em um ângulo uma com relação à outra. Uma do par de regiões planas proporciona a superfície refletora 43a1. O sulco descrito acima é provido em cada uma das partes da superfície externa circunferencial 43a correspondentes a ambos os lados do dispositivo emissor de luz 32, que leva à formação de duas superfícies refletoras 43a1. O par de superfícies de refração 43b1 e o par de superfícies refletoras 43a1 servem para refratar e refletir uma parte da luz emitida pela superfície de saída de luz 32a do dispositivo emissor de luz 32 na direção circunferencial dentro do guia cilíndrico de luz 43. Cada uma destas superfícies é provida em uma parte do guia cilíndrico de luz 43 que cobre a superfície 30a da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela. Deve ser observado que a parte da superfície externa circunferencial 43 do guia cilíndrico de luz 43 cobrindo a superfície 30a da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela serve inteiramente como a primeira superfície emissora de luz. Além disso, a parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 provida com a superfície refletora 43a1 descrita acima é também incluída na primeira superfície emissora de luz.

Também na configuração, como descrito acima, uma parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é refratada e refletida no par de superfícies de refração 43b1 e sobre o par das superfícies refletoras

43a1, para fazer com que a luz seja guiada através do guia cilíndrico de luz 43 na direção circunferencial. Em alguns casos, a luz é ainda mais refletida sobre a superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 e, assim, eficientemente coletada no par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2. Conseqüentemente, a maior parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é eficientemente coletada em cada uma do par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2, com o resultado de que as segundas superfícies emissoras de luz 43a2 emitem luz suficientemente. Portanto, também no caso onde a configuração como na terceira modificação é aplicada, os efeitos podem ser alcançados, que são semelhantes aos obtidos no caso onde o sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima é aplicado.

Embora a terceira modificação empregue a configuração na qual nenhuma camada de vedação de resina é provida no espaço dentro do guia cilíndrico de luz 43, a camada de vedação de resina 70 pode ser provida dentro do guia cilíndrico de luz (ver a figura 3) como no caso do sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima. Naquele caso, a quantidade de luz refletida sobre a superfície refletora 43a1 pode ser ajustada ajustando-se a diferença de índice de refração entre o guia cilíndrico de luz 43 e a camada de vedação de resina 70, e assim, a quantidade de luz desde a primeira superfície emissora de luz e a segunda superfície emissora de luz pode também ser ajustada.

Como mostrado na figura 7, o sensor de proximidade de acordo com a quarta modificação é diferente na forma do guia cilíndrico de luz 43 de um suporte 40E do sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima. Especificamente, as formas da superfície refletora, a superfície de refração e a primeira superfície de emissão de luz provida no guia cilíndrico de luz 43 são diferentes, enquanto os outros componentes são idênticos na forma. Particularmente, as diferenças da forma do guia cilíndrico de luz 43 serão a seguir descritas em detalhe.

Em uma parte da superfície interna circunferencial 43b do guia cilíndrico de luz 43, localizado acima da superfície de saída 32a do dispositi-

vo emissor de luz 32, é provida uma região plana para assim formar superfície de refração 43b1. Além disso, uma parte do guia cilíndrico de luz 43 localizado acima do dispositivo emissor de luz 32 é provida com um elemento oco 43c. O guia cilíndrico de luz 43 tem planos definindo o elemento oco 43c, um dos quais é localizado adjacente ao dispositivo emissor de luz 32 e tem um sulco de seção em corte transversal em forma de V formado nela, de modo que um par de regiões planas seja provido, que são dispostas em um ângulo uma com relação à outra. Isso leva à formação de um par de superfícies refletoras 43c1. A superfície de refração 43b1 e o par de superfícies refletoras 43c1 servem para refratar e refletir uma parte da luz emitida pela superfície de saída de luz 32a do dispositivo emissor de luz 32 na direção circunferencial dentro do guia cilíndrico de luz 43, que cobre a superfície 30a da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela. Deve ser observado que a parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 cobrindo a superfície 30a da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela serve inteiramente como a primeira superfície emissora de luz.

Também na configuração, como descrito acima, uma parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é refratada e refletida sobre a superfície de refração 43b1 e o par de superfícies refletoras 43c1, para fazer com que a luz seja guiada através do guia cilíndrico de luz 43 na direção circunferencial. Em alguns casos, a luz é ainda mais refletida na superfície externa circunferencial 43 do guia cilíndrico de luz 43 e, assim, coletada no par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2. Consequentemente, a maior parte da luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz 32 é eficientemente coletada em cada superfície do par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2, com o resultado que as segundas superfícies emissoras de luz 43a2 emitem luz suficientemente. Portanto, também no caso onde a configuração como na quarta modificação é aplicada, os efeitos podem ser alcançados, que são semelhantes aos obtidos no caso onde o sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima é aplicado.

Como mostrado na figura 8, o sensor de proximidade de acordo

com a quinta modificação é diferente na forma do guia cilíndrico de luz 43 do suporte 40F do sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima. Especificamente, as formas da superfície refletora, a superfície de refração e a primeira superfície emissora de luz provida no guia cilíndrico de luz 43 são diferentes, enquanto os outros componentes são idênticos na forma. Além disso, no sensor de proximidade de acordo com a quinta modificação, o espaço dentro do guia cilíndrico de luz 43 não é vedado na camada de vedação de resina, mas o dispositivo emissor de luz 32 montado na superfície 30a da placa de circuito 30 é exposto dentro do guia cilíndrico de luz 43. Particularmente, as diferenças da forma do guia cilíndrico de luz 43 serão a seguir descritas em detalhe.

Em uma parte da superfície interna circunferencial 43b do guia cilíndrico de luz 43, localizado acima da superfície de saída 32a do dispositivo emissor de luz 32, é formado um sulco em forma de V em seção transversal, de modo que seja provido um par de regiões planas as quais são dispostas em um ângulo uma com relação à outra. Isto leva à formação de um par de superfícies de refração 43b1. Além disso, em uma posição predefinida da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 localizado acima do dispositivo emissor de luz 32, é provida uma região plana para desta forma formar a superfície refletora 43a1. O par de superfícies de refração 43b1 e a superfície refletora 43a1 servem para refratar e refletir uma parte da luz emitida pela superfície de saída de luz 32a do dispositivo emissor de luz 32 na direção circunferencial dentro do guia cilíndrico de luz 43. Cada uma destas superfícies é provida em uma parte do guia cilíndrico de luz 43 que cobre a superfície 30a da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela. Deve ser observado que a parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 cobrindo a superfície 30a da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela serve inteiramente como a primeira superfície emissora de luz. Além disso, a parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 provida com a superfície refletora 43a1 descrita acima é também incluída na primeira superfície emissora de luz.

Além disso, na posição predeterminada da superfície externa circunferencial 43b do guia cilíndrico de luz 43 localizado na parte bloqueada por placa de circuito 30 como vista do dispositivo emissor de luz 32, é formado um sulco em forma de V em seção transversal, de modo que seja provido um par de regiões planas as quais são dispostas em um ângulo uma com relação à outra. Uma região do par de regiões planas proporciona uma superfície refletora 43b2. Dois sulcos como descritos acima são providos nas partes abaixo da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela, que leva à formação de duas superfícies refletoras 43b2. Além disso, na posição predeterminada da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 localizado na parte bloqueada pela placa de circuito 30 como desde o dispositivo emissor de luz 32, é provida uma região plana para assim formar a segunda superfície emissora de luz 43a2. Esta segunda superfície emissora de luz 43a2 é provida em uma parte abaixo da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela. A segunda superfície emissora de luz 43a2 faceia as duas superfícies refletoras 43b2 descritas acima enquanto faceando na direção oposta à primeira superfície emissora de luz descrita acima.

Também na configuração, como descrito acima, uma parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é refratada e refletida no par de superfícies de refração 43b1 e de superfície refletora 43a1, para fazer com que a luz seja guiada através do guia cilíndrico de luz 43 na direção circunferencial. A luz é ainda mais refletida sobre a superfície externa circunferencial 43a e a superfície interna circunferencial 43b do guia cilíndrico de luz 43 e, assim, coletada no par de superfícies refletoras 43b2. A luz é refletida ainda mais em cada uma das superfícies do par de superfícies refletoras 43b2 e, assim, coletada na segunda superfície emissora de luz 43a2. Conseqüentemente, a maior parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é eficientemente coletada na segunda superfície emissora de luz 43a2, com o resultado que a segunda superfície emissora de luz 43a2 emite luz suficientemente. Portanto, também no caso onde a configuração como na quinta modificação é aplicada, os efeitos podem ser alcançados, que são

semelhantes aos obtidos no caso onde o sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima é aplicado.

Embora a quinta modificação empregue a configuração na qual nenhuma camada de vedação de resina é provida no espaço dentro do guia cilíndrico de luz 43, a camada de vedação de resina 70 pode ser provida dentro do guia cilíndrico de luz 43 (ver a figura 3) como no caso do sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima. Naquele caso, a quantidade de luz refletida sobre a superfície refletora 43a1 pode ser ajustada ajustando-se a diferença de índice de refração entre o guia cilíndrico de luz 43 e a camada de vedação de resina 70, e assim, a quantidade de luz emitida desde a primeira superfície emissora de luz e a segunda superfície emissora de luz pode também ser ajustada.

A figura 9 é uma vista em corte transversal esquemática, mostrando a forma do suporte do sensor de proximidade de acordo com a sexta modificação baseada na presente modalidade. Então, referindo-se à figura 9, será descrita a forma do suporte do sensor de proximidade de acordo com a sexta modificação baseada na presente modalidade e um caminho de luz da luz de saída do dispositivo emissor de luz guiada no guia cilíndrico de luz. Embora seja mostrada, na figura 9, somente uma parte da luz de saída do dispositivo emissor de luz para facilitar a compreensão, a luz é realmente radialmente emitida desde o dispositivo emissor de luz.

Como mostrado na figura 9, o sensor de proximidade de acordo com a sexta modificação é diferente na forma de um suporte 40G do sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima. Especificamente o suporte 40G inclui uma parte refletora 45, em adição à parte fixa 41, parte de fechamento 42, guia cilíndrico de luz 43, e ao retentor do cabo 44, como descrito acima. A parte refletora 45 é um membro de placa que se estende em direção à placa de circuito 30 continuamente desde a parte de fechamento 42 e serve para refletir, entre a luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz 32, a luz emitida ao longo da direção axial do corpo de invólucro 10 na direção para frente, assim, coletando de forma eficiente a luz na segunda superfície emissora de luz. É de observar que a forma do guia ci-

líntrico de luz 43 é a mesma como aquela do guia cilíndrico de luz descrito em quaisquer de suas modificações, primeira a quinta, da presente modalidade, como descrito acima.

A configuração como descrita acima permite uma maior quantidade de luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 a ser eficientemente coletado na segunda superfície emissora de luz,, de modo que a segunda superfície emissora de luz emita luz mais suficientemente. Correspondentemente, quando é aplicada a configuração como na sexta modificação, não somente os efeitos podem ser alcançados, que são semelhantes aos obtidos no caso do sensor de proximidade 1A na presente modalidade descrita acima, mas também o estado de indicação do dispositivo emissor de luz 32 pode ser observado de fora, com boa visibilidade.

#### Segunda Modalidade

A figura 10 é uma vista em corte transversal esquemática da estrutura interna do sensor de proximidade na segunda modalidade da presente invenção. Além disso, a figura 11 é uma vista em perspectiva explodida mostrando a estrutura de montagem do sensor de proximidade mostrado na figura 10. Primeiro, referindo-se às figuras 10 e 11, será descrita a estrutura do sensor de proximidade de acordo com a presente modalidade. É de observar que os mesmos componentes, como os do sensor de proximidade na primeira modalidade descrita acima são designados pelos mesmos caracteres de referência, e a descrição dos mesmos não será repetida.

Como mostrado nas figuras 10 e 11, um sensor de proximidade 1B na presente modalidade tendo uma forma externa aproximadamente cilíndrica, inclui principalmente um corpo de invólucro 10 e um invólucro de suporte 12 cada um como um alojamento, um conjunto de bobina 20, uma placa de circuito 30, um suporte 40H como um membro de fixação, um receptáculo 60, um pino de terminal 62 e uma placa de fiação flexível 63.

O corpo de invólucro 10 formando um alojamento é semelhante ao corpo de invólucro 10 no caso da primeira modalidade descrita acima e tem um efeito de bloqueio de luz. O invólucro de suporte 12 formando um alojamento juntamente com corpo de invólucro 10 é feito de um membro ci-

límpico metálico tendo ambas as extremidades abertas. O invólucro de suporte 12 também tem uma extremidade dianteira e uma extremidade traseira na direção axial. A extremidade dianteira do invólucro de suporte 12 é inserida dentro da extremidade traseira do corpo de invólucro 10 e fixamente ajustada por pressão nele. É de se observar que o invólucro de suporte 12 tem um efeito de bloqueio de luz como o corpo de invólucro 10.

Cada um do conjunto de bobina 20 e da placa de circuito 30 tem a mesma configuração como as da primeira modalidade descrita acima. Em outras palavras, o conjunto de bobina 20 tem o núcleo 21 e a bobina de detecção 22, e está disposto na extremidade dianteira no corpo de invólucro 10. A placa de circuito 30 está disposta atrás do conjunto de bobina 20 de forma a se estender ao longo da direção axial do corpo de invólucro 10 e inclui uma extremidade traseira tendo a superfície 30a sobre a qual o dispositivo emissor de luz 32 é montado.

Um suporte 40H tendo uma forma aproximadamente cilíndrica é formado por moldagem por injeção de um material de resina transmissor de luz. O suporte 40H inclui a parte fixa 41 e o guia cilíndrico de luz 43. A parte fixa 41 e o guia cilíndrico de luz 43 são inseridos na extremidade dianteira do invólucro de suporte 12 e fixamente ajustados por pressão nele. O guia cilíndrico de luz 43 circunda, ao longo da direção circunferencial do corpo de invólucro 10, a parte da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela.

O receptáculo 60 é feito de um membro cilíndrico isolante tendo um fundo e é fixamente ajustado por pressão à extremidade traseira do invólucro de suporte 12. O receptáculo de 60 serve como um membro de apoio do pino de terminal 62. O receptáculo 60 tem um fundo dentro do qual é inserida a parte na extremidade do pino de terminal 62 e em torno dela, apoiando o pino de terminal 62. O pino de terminal 62 corresponde a uma conexão para conectar eletricamente o circuito de saída e o circuito de alimentação provido com a placa de circuito 30 ao exterior.

A placa de fiação flexível 63 tem uma extremidade conectada à extremidade do pino terminal 62 e a outra extremidade conectada à superfí-

cie traseira 30b da placa de circuito 30 através do espaço dentro do suporte 40H. Deve ser observado que a placa de fiação flexível 63 corresponde a uma placa de circuito que é excelente em termos de flexibilidade em comparação com a placa de fiação rígida descrita acima e que é formada fixando um padrão de condutor com um adesivo e similar sobre a superfície principal do material de base feito de resina de poliamida, por exemplo. Uma vez que esta placa de fiação flexível 63 tem flexibilidade moderada, ela pode ser livremente dobrada ou enrolada e também pode ser usada como uma placa de fiação para atuar como relé entre os contactos elétricos.

Em contraste com o sensor de proximidade 1A na primeira modalidade descrita acima, no sensor de proximidade 1B na presente modalidade, o guia cilíndrico de luz 43 do suporte 40H é coberto pelo invólucro de suporte de bloqueio de luz 12. Assim, como mostrado na figura 11, uma parte do invólucro de suporte 12 cobrindo o guia cilíndrico de luz 43 é provido com uma pluralidade de janelas 13, de modo a permitir que a luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz 32 a ser emitida para fora. São providas quatro janelas 13 em intervalos quase regulares ao longo da direção circunferencial do invólucro de suporte 12.

A figura 12 é uma vista em corte transversal do sensor de proximidade tomada ao longo de uma linha XII-XII mostrada na figura 10 e é uma vista em corte transversal esquemática mostrando a forma do invólucro de suporte como um alojamento e do formato do guia cilíndrico de luz do suporte como um membro de fixação. Em seguida, referindo-se à figura 3, será descrito em detalhes a forma do invólucro de suporte, o formato do guia cilíndrico de luz e o caminho da luz de saída do dispositivo emissor de luz que é guiado no guia cilíndrico de luz. Embora seja mostrada apenas uma parte da luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz na figura 12 para facilitar a compreensão, a luz emitida é realmente radialmente a partir do dispositivo emissor de luz.

Como mostrado na figura 12, o invólucro de suporte 12 tendo um formato aproximadamente cilíndrico tem um espaço interior no qual o suporte 40H é fixamente ajustado por pressão. O guia cilíndrico de luz 43 do su-

porte 40H tendo uma forma aproximadamente cilíndrica inclui a superfície externa circunferencial 43a e superfície interna circunferencial 43b. A maior parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 está em contato com a superfície interna circunferencial do invólucro de suporte 12. Na posição predeterminada da superfície circunferencial interna 43b do guia cilíndrico de luz 43, um par de sulcos de suporte 48 é provido para apoiar a placa de circuito 30. O par de sulcos de suporte 48 suporta ambas as extremidades laterais da placa de circuito 30 para apoiar a placa de circuito 30 com o suporte 40H. O dispositivo emissor de luz 32 é montado sobre uma parte da superfície 30a da placa de circuito 30 cercada pelo guia cilíndrico de luz 43 do suporte 40H. Além disso, o espaço dentro do guia cilíndrico de luz 43 é preenchido com a camada de vedação de resina transmissora de luz 70, de modo que o dispositivo emissor de luz 32 seja vedado na camada de vedação de resina 70.

É de se observar que o suporte 40H pode ser fixado ao invólucro de suporte 12 por moldagem integral usando uma máquina de moldagem, além da fixação de ajuste por pressão, conforme descrito acima. Em outras palavras, quando uma máquina de moldagem é usada para moldar o suporte 40H integradamente com o invólucro de suporte 12, o invólucro de suporte 12 é fixado na matriz de moldagem que é então colocada na máquina de moldagem por injeção para executar a moldagem por injeção do suporte 40H. Isso resulta na formação do suporte 40H integradamente com o invólucro de suporte 12.

Além disso, é preferível que a camada de vedação de resina 70 seja configurada para ter um filme fino. Isso é porque a luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é propagada através do guia cilíndrico de luz 43, e também porque a camada de vedação de resina 70 feita de uma película espessa provoca um aumento no número de reflexões e de reincidência da luz na camada de vedação de resina 70, o que leva a um aumento na perda de propagação da luz, com o resultado de que a quantidade de luz emitida para o exterior é reduzida. Assim, uma camada de vedação de resina 70 é formada para ter uma fina película ao mesmo tempo suficiente ga-

rantir a espessura do guia cilíndrico de luz 43, que permite estabilizar a propagação da luz. Consequentemente, a quantidade de luz emitida para o exterior pode ser obtida de maneira satisfatória. Neste caso, é preferível que a camada de vedação de resina 70, formada como uma película fina seja configurada para ter uma espessura suficiente para impedir qualquer influência exercida sobre o desempenho do dispositivo emissor de luz 32 e para permitir ao dispositivo emissor de luz 32 ser provido com uma resistência ao ambiente adequada (por exemplo, resistência ao óleo, resistência à água, resistência à umidade ou similar). Especificamente, é preferível que a espessura seja de 5  $\mu\text{m}$  ou mais e 20  $\mu\text{m}$  ou menos.

Em uma parte da superfície interna circunferencial 43b do guia cilíndrico de luz 43, localizada acima da superfície de saída de luz 32a do dispositivo emissor de luz 32, é provida uma região plana, assim formando a superfície de refração 43b1. Além disso, em uma parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 localizada acima do dispositivo emissor de luz 32, é formado um sulco de seção em corte transversal em forma de V, de modo que seja provido um par de regiões planas que são dispostas em um ângulo uma em relação à outra. Isso leva à formação de um par de superfícies refletoras 43a1. Além disso, uma parte da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 que cobre a superfície 30a da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela, mas exclui a parte tendo com o par descrito acima de superfícies refletoras 43a1 providas nele, é formado um sulco de seção em corte transversal em V, que é diferente do sulco descrito acima, no sentido de prover um par de regiões planas dispostas em um ângulo uma em relação à outra. Um do par de regiões planas provê uma superfície refletora 43a3. O sulco descrito acima é formado em cada uma das partes da superfície externa circunferencial 43a correspondentes a ambos os lados do dispositivo emissor de luz 32, que leva à formação de duas superfícies refletoras 43a3. A superfície de refração 43b1, o par de superfícies refletoras 43a1 e o par de superfícies refletoras 43a3 servem para refratar e refletir uma parte da luz emitida pela superfície de saída de luz 32a do dispositivo emissor de luz 32 dentro

do guia cilíndrico de luz 43 na direção circunferencial. Cada uma destas superfícies é provida em cada uma das partes do guia cilíndrico de luz 43 que cobre a superfície 30a da placa de circuito 30 sobre a qual o dispositivo emissor de luz 32 é montado. Além disso, em uma parte da superfície interna circunferencial do invólucro de suporte 12 correspondente à parte onde é  
5 provido o par descrito acima de superfícies refletoras 43a1, é provida uma saliência 12a em forma de V em seção transversal de modo a ajustar no sulco em forma de V de seção transversal.

A superfície refletora 43a3 descrita acima e as partes da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 localizadas em  
10 ambos os lados da superfície refletora 43a3 funcionam como a primeira superfície emissora de luz. Esta primeira superfície emissora de luz serve para emitir a luz para o exterior quando uma parte da luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz 32 passa através do guia cilíndrico de luz 43. As duas primeiras superfícies emissoras de luz são providas com base no número  
15 de superfícies refletoras 43a3. Neste caso, os planos da superfície externa circunferencial 43 do guia cilíndrico de luz 43 localizados em ambos os lados da superfície refletora 43a3 incluem um plano localizado adjacente à superfície refletora 43a1 que corresponde a uma região plana do par de superfícies refletoras 43a3. Além disso, o invólucro de suporte 12 é provido com  
20 uma janela 13 em uma parte, onde a primeira superfície emissora de luz, incluindo esta superfície refletora 43a3 está localizada, caso em que duas janelas 13 são providas com base no número das primeiras superfícies emissoras de luz. Isso faz com que a luz que atravessa a primeira superfície emissora de luz seja emitida através destas duas janela 13 para o exterior.  
25

Além disso, na posição predeterminada da superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 localizada na parte bloqueada pela placa de circuito 30 como pode ser visto desde o dispositivo emissor de luz 32, é formado um sulco de seção em corte transversal em forma de V,,  
30 de modo que seja provido um par de regiões planas que são dispostas em um ângulo uma em relação à outra. Uma das regiões do par de regiões planas provê uma segunda superfície emissora de luz 43a2. O sulco descrito

acima é formado abaixo da placa de circuito 30 na proximidade de cada uma das duas extremidades laterais da placa de circuito 30, para assim prover uma segunda superfície emissora de luz 43a2. Cada uma das segundas superfícies emissoras de luz 43a2 faceia na direção diferente daquela da primeira superfície emissora de luz descrita acima. Estas duas segundas superfícies emissoras de luz 43a2 servem para emitir a luz para o exterior quando uma parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é guiada através do guia cilíndrico de luz 43 e passada através destas duas segundas superfícies emissoras de luz 43a2. Também, o invólucro de suporte 12 é provido com uma janela 13 localizada na posição onde cada segunda superfície emissora de luz 43a2 é provida, caso em que duas janelas 13 são providas com base na quantidade de segundas superfícies emissoras de luz 43a2. Isso faz com que a luz passando através da segunda superfície emissora de luz seja emitida através destas duas janelas 13 para o exterior.

No sensor de proximidade 1B, de acordo com a presente modalidade, uma parte da luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz 32 é refratada e refletida sobre a superfície de refração 43b1, o par de superfícies refletoras 43a1e o par de superfícies refletoras 43a3 descritos acima para fazer com que a luz seja guiada através do guia cilíndrico de luz 43 na direção circunferencial. A luz é ainda mais refletida na superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 e, assim, coletada no par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2. Conseqüentemente, a maior parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é eficientemente coletada em cada uma do par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2, com o resultado de que as segundas superfícies emissoras de luz 43a2 emitem luz suficientemente.

Como descrito acima, de acordo com o sensor de proximidade 1B na presente modalidade, mesmo no caso onde somente um único dispositivo emissor de luz 32 é montado na superfície 30a da placa de circuito 30, a luz emitida por esse único dispositivo emissor de luz 32 pode ser emitida suficientemente em todas as direções na configuração simplificada, na qual apenas uma região plana é provida em cada uma da superfície externa cir-

cunferencial 43a e da superfície interna circunferencial 43b do guia cilíndrico de luz 43 do suporte 40H e apenas a janela 13 é provida em uma parte do invólucro de suporte 12 correspondente ao guia cilíndrico de luz 43. Uma vez que a região plana descrita acima pode ser facilmente formada durante a moldagem por injeção do suporte 40H e a janela 13 descrita acima pode ser facilmente formada durante a formação do invólucro de suporte 12, o aumento do custo de produção pode ser suprimido. Portanto, aplicando a configuração descrita acima, pode ser alcançado um sensor fabricado a um baixo custo, que permite que o estado de indicação do dispositivo emissor de luz 32 seja observado de fora, com boa visibilidade.

Além disso, o sensor de proximidade 1B na presente modalidade é configurado de modo que a saliência 12a seja provida na superfície circunferencial interna do invólucro de suporte 12 de forma a ajustar no sulco em forma de V em seção transversal formado no sentido de prover um par de superfícies refletoras 43a1 na superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43 do suporte 40H. A configuração descrita acima permite ao sulco e à saliência 12a desempenharem uma função de posicionamento quando o suporte 40H é fixamente ajustado por pressão no invólucro de suporte 12. Portanto, o posicionamento pelo sulco e pela saliência 12a permite o posicionamento da primeira superfície emissora de luz, segunda superfície emissora de luz 43a2 e janela 13 na direção circunferencial com considerável facilidade.

Além disso, ao aplicar a configuração semelhante àquela do sensor de proximidade 1B na presente modalidade, mesmo no caso onde a distância entre a placa de circuito externo 30 e de superfície externa circunferencial 43a é relativamente curta (ou seja, a parte do guia cilíndrico de luz 43 faceando o dispositivo emissor de luz 32 é fino na espessura), a quantidade de luz emitida desde a primeira superfície emissora de luz e a segunda superfície emissora de luz pode ser ajustada ajustando-se o ângulo de cada uma da superfície refletora 43a1 e da superfície refletora 43a3. Conseqüentemente, o sensor de proximidade pode ser configurado em um tamanho relativamente pequeno.

A figura 13 é uma vista em corte transversal esquemática, mostrando o formato do guia cilíndrico de luz do sensor de proximidade de acordo com a modificação baseada na presente modalidade. Em seguida, referindo-se à figura 13, será descrita a forma do invólucro de suporte do sensor de proximidade de acordo com a modificação da presente modalidade, o formato do guia cilíndrico de luz e o caminho da luz da saída de luz do dispositivo emissor de luz que é guiada no guia cilíndrico de luz. Embora apenas uma parte da luz de saída do dispositivo emissor de luz seja mostrada na figura 13 para facilitar a compreensão, realmente a luz é emitida radialmente desde o dispositivo emissor de luz.

Como mostrado na figura 13, nas proximidades do sensor de acordo com a presente modificação, o formato do invólucro de suporte 12 e o formato do guia cilíndrico de luz 43 de um suporte 40I são diferentes daqueles do sensor de proximidade 1B na presente modalidade descrita acima, em que, especificamente, a saliência 12a como descrita acima não é provida na superfície circunferencial interna do invólucro de suporte 12 e também na configuração de uma parte da superfície refletora provida no guia cilíndrico de luz 43. Outros componentes são idênticos no formato. Em particular, as diferenças de configuração da superfície refletora serão a seguir descritas em detalhe.

No sensor de proximidade 1B, de acordo com a presente modalidade descrita acima, um par de superfícies refletoras 43a1 é formado provendo um sulco em forma de V em corte transversal na superfície externa circunferencial 43a do guia cilíndrico de luz 43. Em contraste, no sensor de proximidade, de acordo com a presente modificação, um par de superfícies refletoras 43c1 é formado provendo uma parte oca 43c em uma parte do guia cilíndrico de luz 43 localizado acima do dispositivo emissor de luz 32. Mais especificamente, o guia cilíndrico de luz 43 tem planos definindo a parte oca 43c, um dos quais é adjacente ao dispositivo emissor de luz 32 e tem um sulco em forma de V em corte de seção transversal formado nela, de modo que um par de regiões planas seja provido, as quais são dispostas em um ângulo uma em relação à outra. Isso leva à formação de um par de su-

perfícies refletoras 43c1. O par de superfícies refletoras 43c1 serve para refletir a luz emitida pela superfície de saída de luz 32a do dispositivo emissor de luz 32 através do guia cilíndrico de luz 43 na direção circunferencial. O par de superfícies refletoras 43c1 é provido em uma parte do guia cilíndrico de luz 43 que cobre a superfície 30a da placa de circuito 30 tendo o dispositivo emissor de luz 32 montado nela.

Também na configuração, como descrito acima, uma parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é refratada e refletida sobre a superfície de refração 43b1, o par de superfícies refletoras 43c1 e o par de superfícies refletoras 43a3 descritos acima, para fazer com que a luz seja guiada através do guia cilíndrico de luz 43 na direção circunferencial. A luz é refletida ainda mais na superfície externa circunferencial 43 do guia cilíndrico de luz 43 e, assim, coletada no par de segundas superfícies emissoras de luz 43a2. Consequentemente, a maior parte da luz emitida desde o dispositivo emissor de luz 32 é eficientemente coletada em cada uma das segundas superfícies emissoras de luz 43a2 do par, com o resultado de que as segundas superfícies emissoras de luz 43a2 emitem luz suficientemente. Portanto, também no caso em que a configuração como na modificação presente é aplicada, os efeitos podem ser alcançados, que são semelhantes aos obtidos no caso onde o sensor de proximidade 1B na presente modalidade descrita acima é aplicado.

Embora as primeira e segunda modalidades, de acordo com a presente invenção e suas modificações, como explicado acima, tenham sido descritas ilustrando o caso em que um guia cilíndrico de luz é formado de uma parte do suporte como um membro de fixação, a configuração não é necessariamente limitada a ela, mas um guia cilíndrico de luz pode ser formado separadamente de um membro de fixação.

Além disso, as primeira e segunda modalidades, de acordo com a presente invenção e suas modificações, como explicado acima, foram descritas ilustrando o caso onde uma região plana é formada provendo um sulco em forma de V em seção transversal na superfície externa circunferencial e / ou superfície interna circunferencial do guia cilíndrico de luz e esta

região plana provê cada uma de uma superfície refletora e de uma superfície de refração. No entanto, a superfície refletora e a superfície de refração não são necessariamente uma superfície plana, mas podem ser formadas de modo a ter uma superfície curva.

5 Além disso, a primeira e a segunda modalidades, de acordo com a presente invenção, e suas modificações, como explicado acima, foram descritas ilustrando o caso em que uma superfície refletora, uma superfície de refração e uma superfície emissora de luz são formadas simultaneamente com a moldagem por injeção do guia cilíndrico de luz. No entanto, a superfície  
10 refletora, a superfície de refração e a superfície emissora de luz não são necessariamente formadas simultaneamente com a moldagem por injeção do guia cilíndrico de luz, mas pode ser formadas por moldagem por injeção de um membro cilíndrico servindo como um guia cilíndrico de luz que é, então, submetido a um processamento de corte.

15 Além disso, a primeira e a segunda modalidades, de acordo com a presente invenção, e suas modificações, como explicado acima, foram descritas ilustrando o caso em que o espaço dentro do guia cilíndrico de luz é completamente preenchido com a camada de vedação de resina. No entanto, a configuração não é necessariamente limitada a ela, mas o espaço  
20 pode ser parcial ou totalmente deixado.

Embora a presente invenção tenha sido descrita e ilustrada em detalhes, é claro que a mesma é somente por meio de ilustrações e exemplos e não é para ser tomada por via de limitação, sendo o escopo da presente invenção interpretado pelos termos das reivindicações anexadas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sensor de proximidade detectando a presença ou a ausência de um corpo metálico ou uma posição do corpo metálico usando um campo magnético, o dito sensor de proximidade compreendendo:

5 um alojamento de bloqueio de luz tendo um formato cilíndrico alongado e incluindo uma extremidade dianteira e uma extremidade traseira em uma direção axial;

uma bobina de detecção localizada na extremidade dianteira no dito alojamento;

10 uma placa de circuito na forma de uma placa plana, a dita placa de circuito sendo provida com um circuito de processamento, conectada eletricamente à dita bobina de detecção e disposta atrás da dita bobina de detecção de modo a se estender ao longo da direção axial do dito alojamento;

15 um dispositivo emissor de luz montado sobre uma das superfícies principais da dita placa de circuito e emitindo luz, de acordo com um estado de operação; e

20 um guia cilíndrico de luz de transmissão de luz circundante ao longo de uma direção circunferencial do dito alojamento, uma parte da dita placa de circuito tendo o dito dispositivo emissor de luz montado nela, o dito guia cilíndrico de luz guiando luz de saída do dito dispositivo emissor de luz para ser emitida para fora,

25 o dito guia cilíndrico de luz incluindo uma primeira região de luz de saída fazendo com que a luz emitida pelo dito dispositivo emissor de luz a passe através dele e emita diretamente a luz para fora, uma superfície refletora que reflete a luz emitida pelo dito dispositivo emissor de luz para guiar a luz através do dito guia cilíndrico de luz na direção circunferencial, e uma segunda região de luz de saída, emitindo para fora, a luz refletida na dita superfície refletora e propagada através do dito guia cilíndrico de luz.

30 2. Sensor de proximidade de acordo com a reivindicação 1, em que

a dita primeira região de luz de saída é provida em uma parte da superfície externa circunferencial do dito guia cilíndrico de luz cobrindo a

dita uma das superfícies principais da dita placa de circuito sobre a qual o dito dispositivo emissor de luz é montado, e

5 a dita segunda região de luz de saída é provida em uma parte da superfície externa circunferencial do dito guia cilíndrico de luz bloqueada pela dita placa de circuito como visto desde o dito dispositivo emissor de luz.

3. Sensor de proximidade de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que a dita superfície refletora é formada para prover uma região plana em uma superfície externa circunferencial do dito guia cilíndrico de luz.

10 4. Sensor de proximidade de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que a dita superfície refletora é formada para prover um sulco em forma de V em corte transversal em uma superfície externa circunferencial do dito guia cilíndrico de luz.

15 5. Sensor de proximidade de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que a dita superfície refletora é formada para prover uma parte oca dentro do dito guia cilíndrico de luz.

20 6. Sensor de proximidade de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, em que o dito guia cilíndrico de luz inclui ainda uma superfície de refração refratando a luz emitida a partir do dito dispositivo emissor de luz para guiar a luz através do dito guia cilíndrico de luz na direção circunferencial.

7. Sensor de proximidade de acordo com a reivindicação 6, em que a dita superfície de refração é formada através de uma região plana em uma superfície interna circunferencial do dito guia cilíndrico de luz.

25 8. Sensor de proximidade de acordo com a reivindicação 6, em que a dita superfície de refração é formada através de um sulco em forma de V em seção transversal em uma superfície interna circunferencial do dito guia cilíndrico de luz.

30 9. Sensor de proximidade de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, em que a dita primeira região de luz de saída e a dita segunda região de luz de saída são formadas provendo uma região plana em uma superfície externa circunferencial do dito guia cilíndrico de luz.

10. Sensor de proximidade de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1 a 8, em que a dita primeira região de luz de saída e a dita segunda região de luz de saída são, cada uma, formadas provendo um sulco em forma de V em corte transversal em uma superfície externa circunferencial do dito guia cilíndrico de luz.

5 11. Sensor de proximidade de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, em que o dito guia cilíndrico de luz é exposto em uma posição para trás da extremidade traseira do dito alojamento.

12. Sensor de proximidade de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, em que

10 o dito guia cilíndrico de luz é coberto pelo dito alojamento, e é provida uma janela para expor cada uma da dita primeira região de luz de saída e da dita segunda região de luz de saída em uma parte do dito alojamento correspondente a cada uma da dita primeira região de luz de saída e da dita segunda região de luz de saída providas no dito guia cilíndrico de luz.

15 13. Sensor de proximidade de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, compreendendo ainda uma camada de vedação de resina transmissora de luz preenchendo um espaço dentro do dito guia cilíndrico de luz, em que

20 o dito dispositivo emissor de luz é vedado na dita camada de vedação de resina.

25 14. Sensor de proximidade de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, compreendendo ainda um membro de fixação suportando a dita placa de circuito e fixando a dita placa de circuito ao dito alojamento por pelo menos uma parte do dito membro de fixação fixada à extremidade traseira do dito alojamento, em que

o dito guia cilíndrico de luz é formado de uma parte do dito membro de fixação.

FIG.1

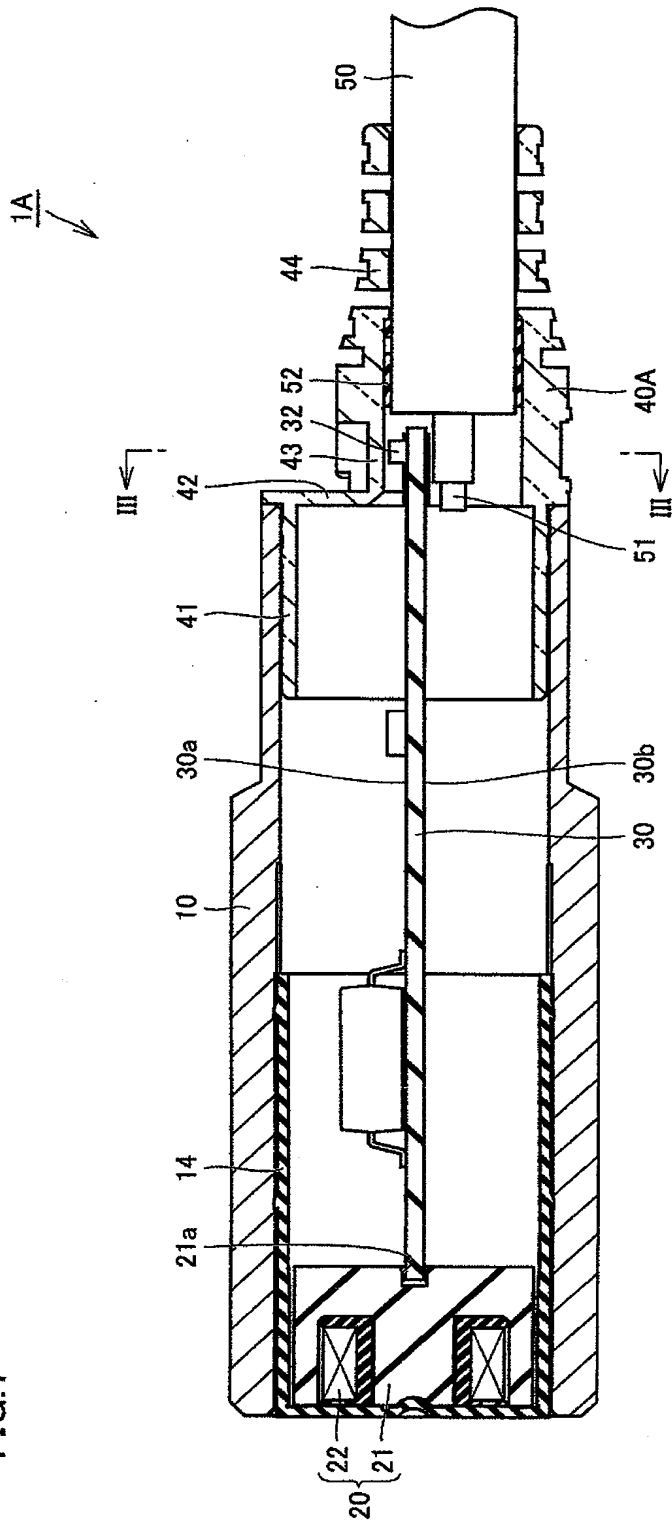


FIG.2

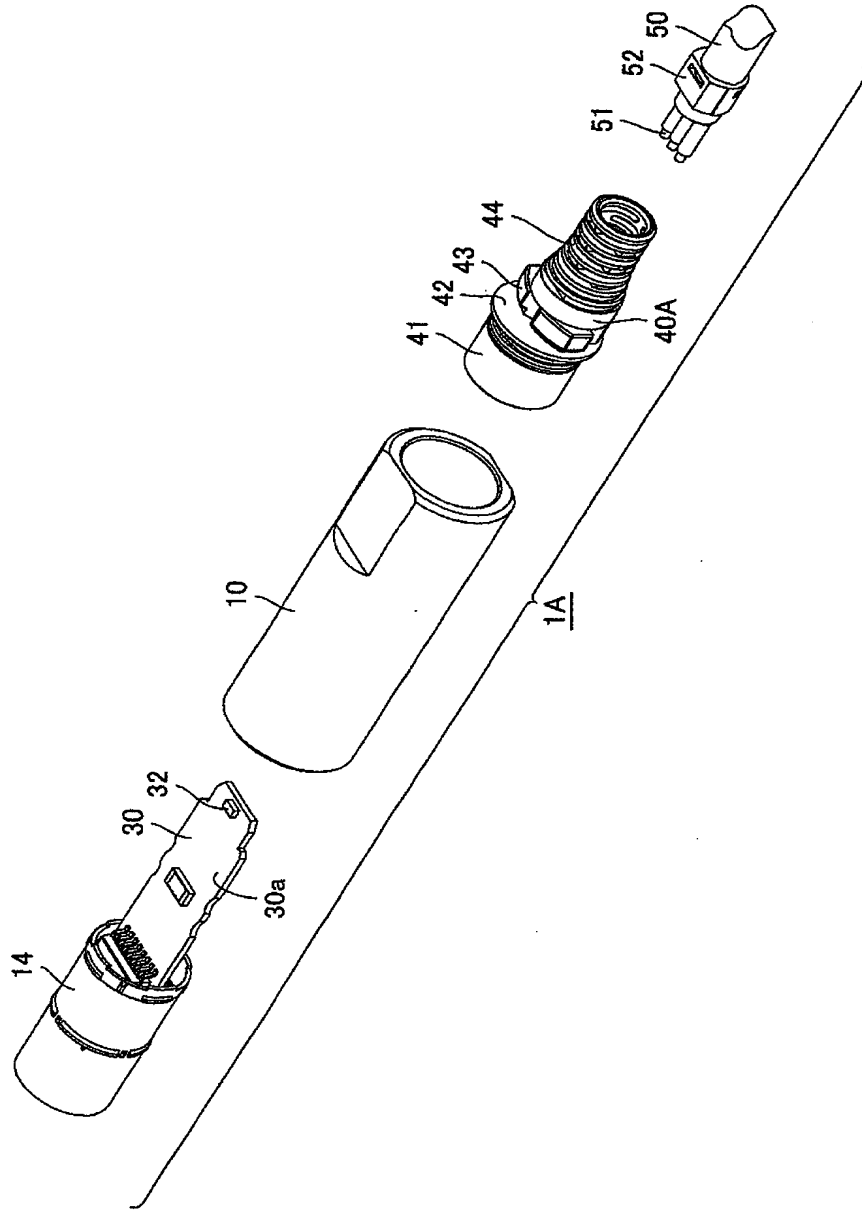


FIG.3

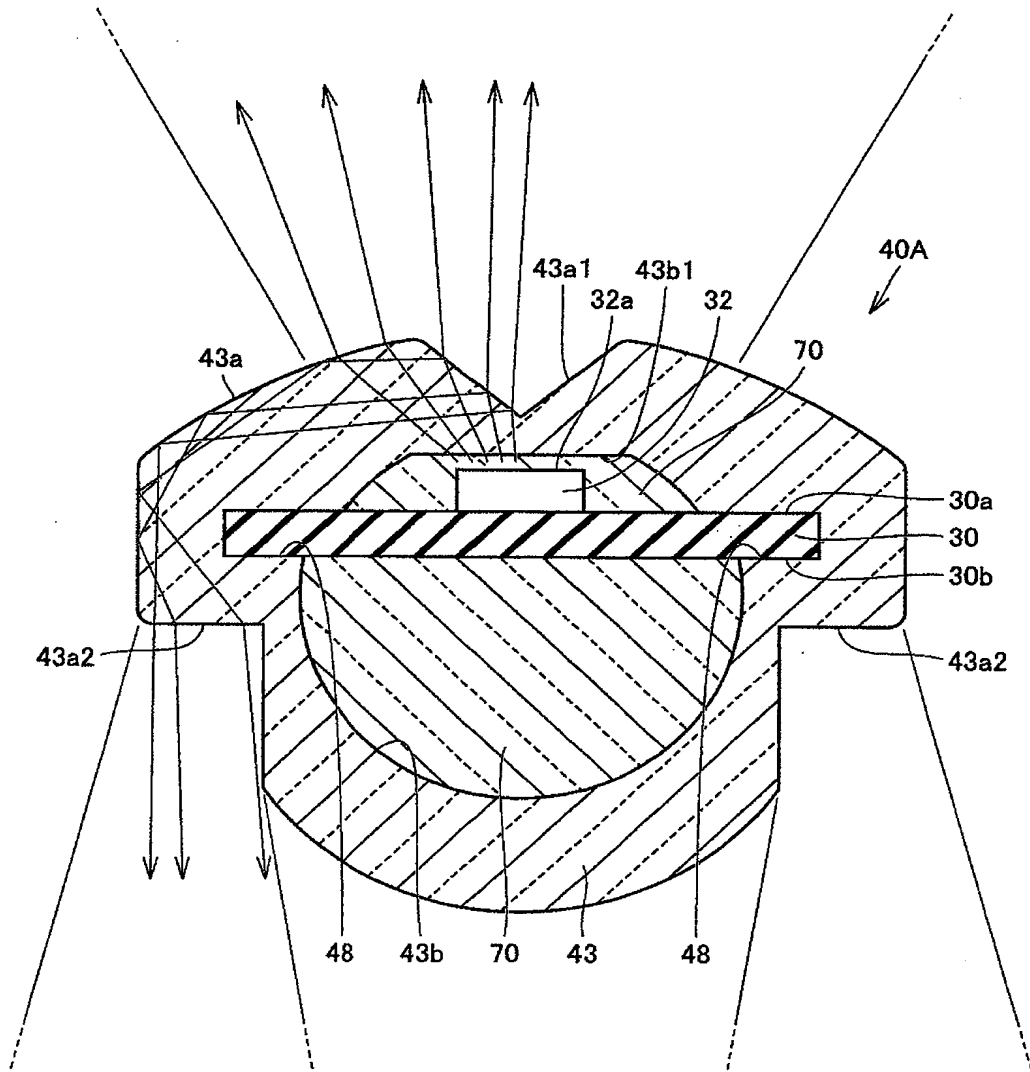


FIG.4

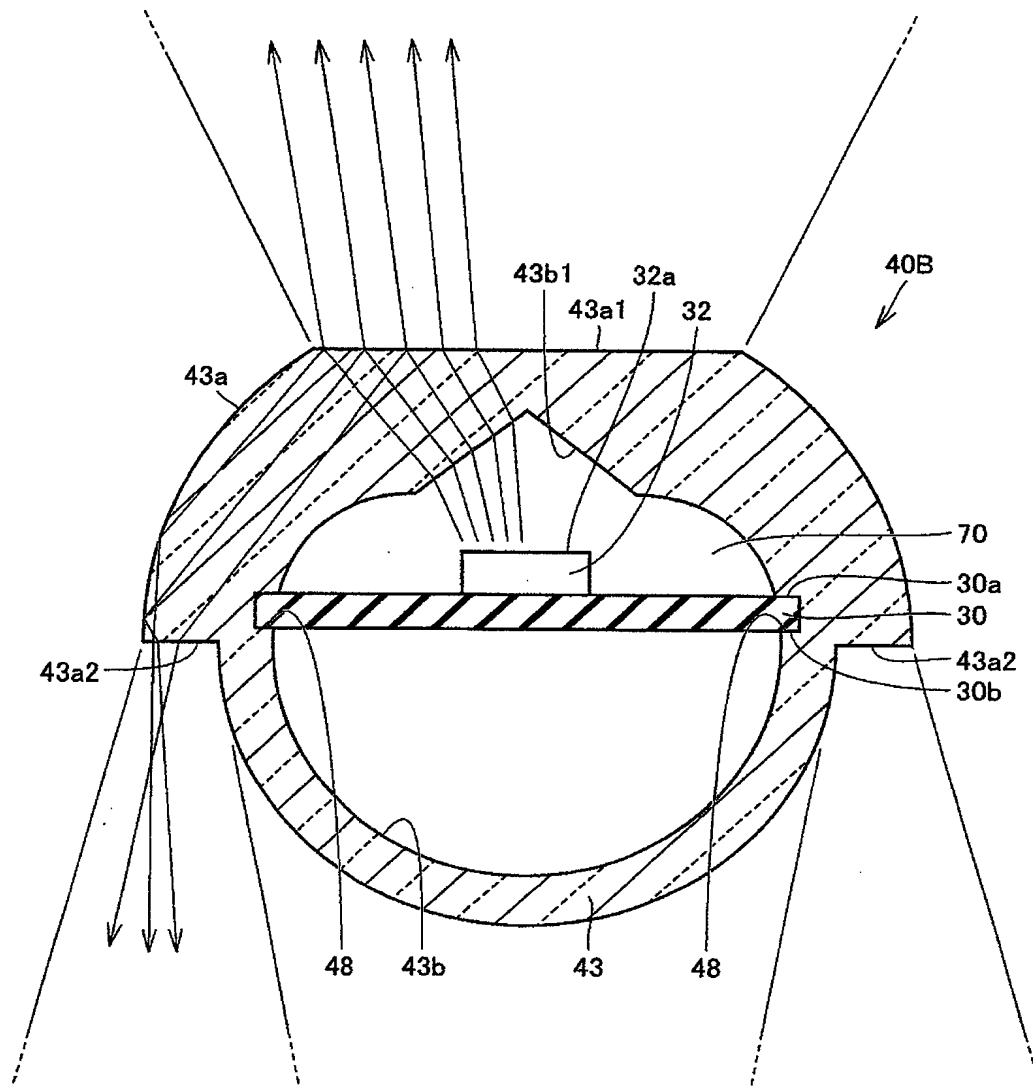


FIG.5

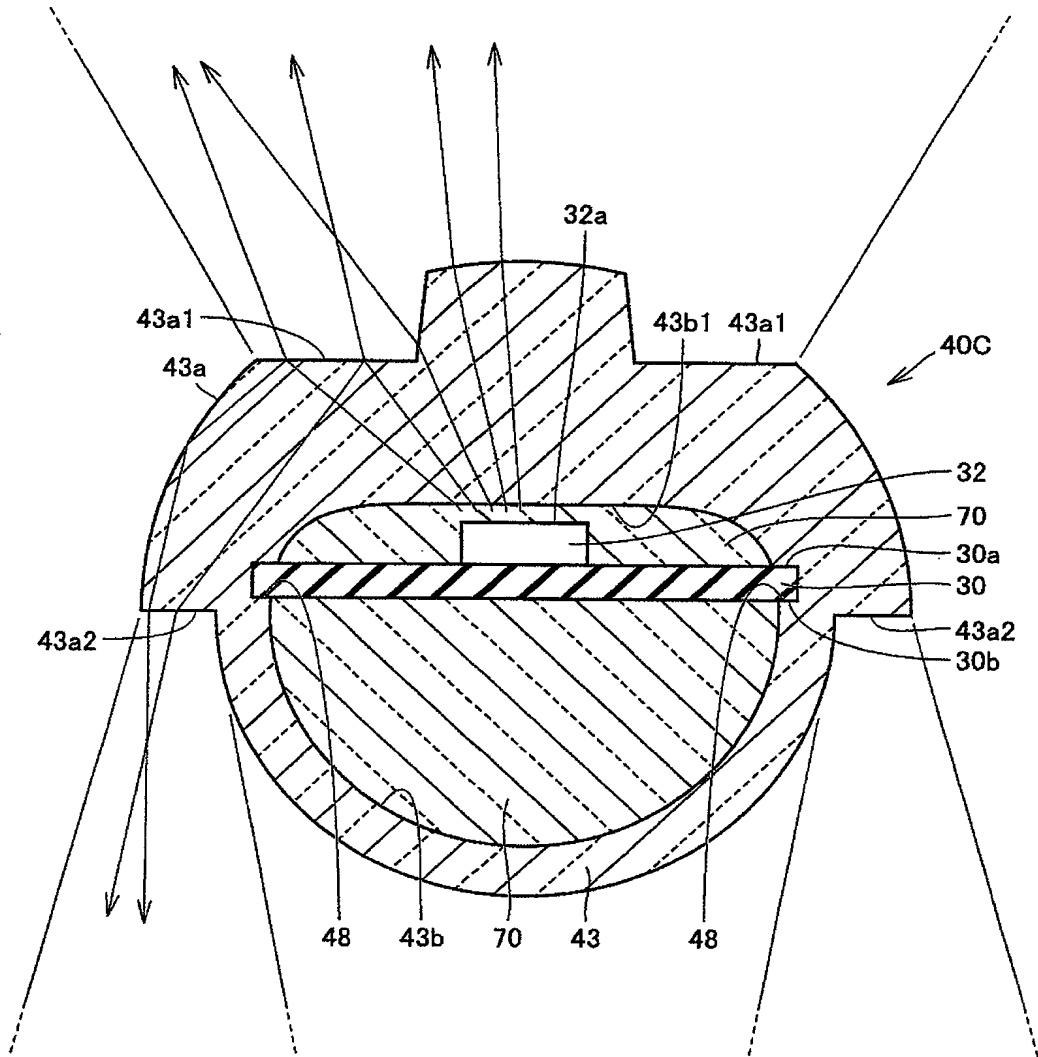


FIG.6

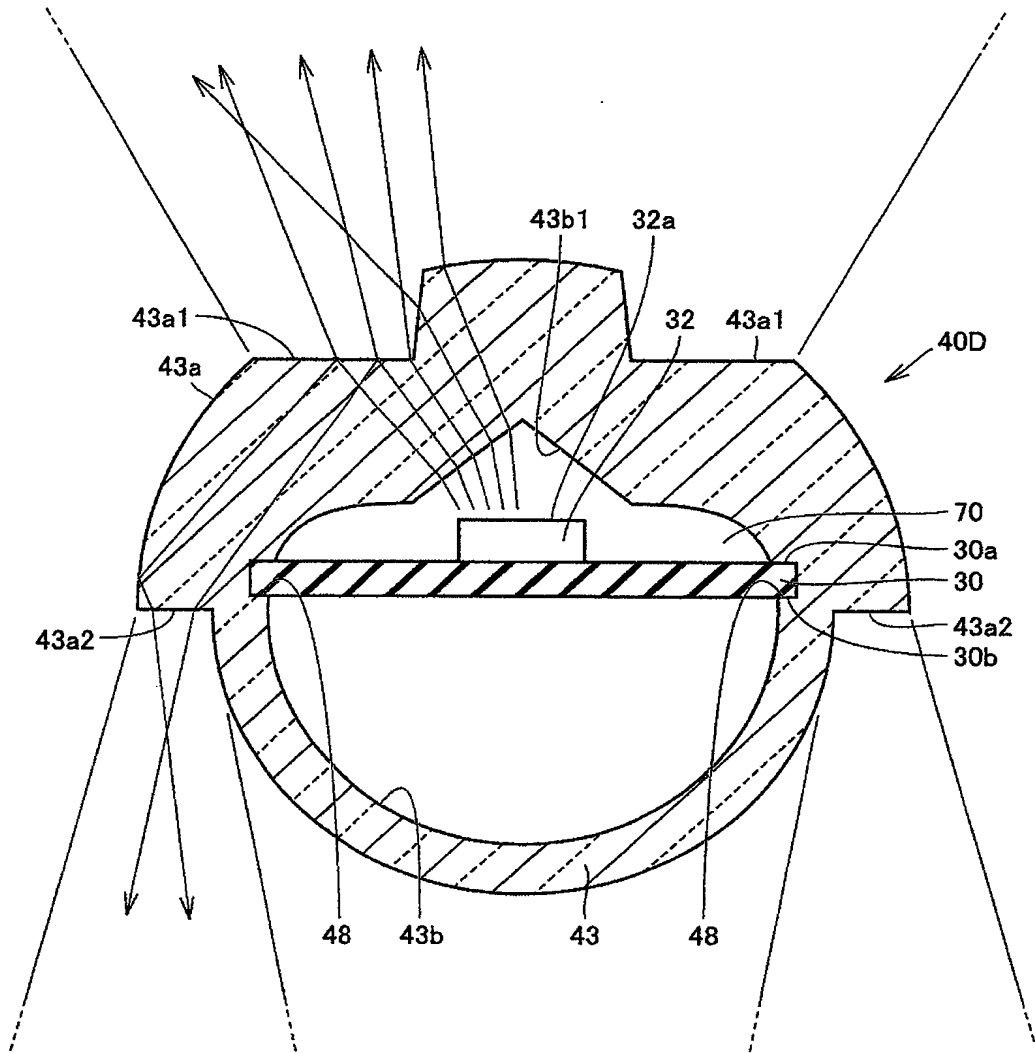


FIG. 7

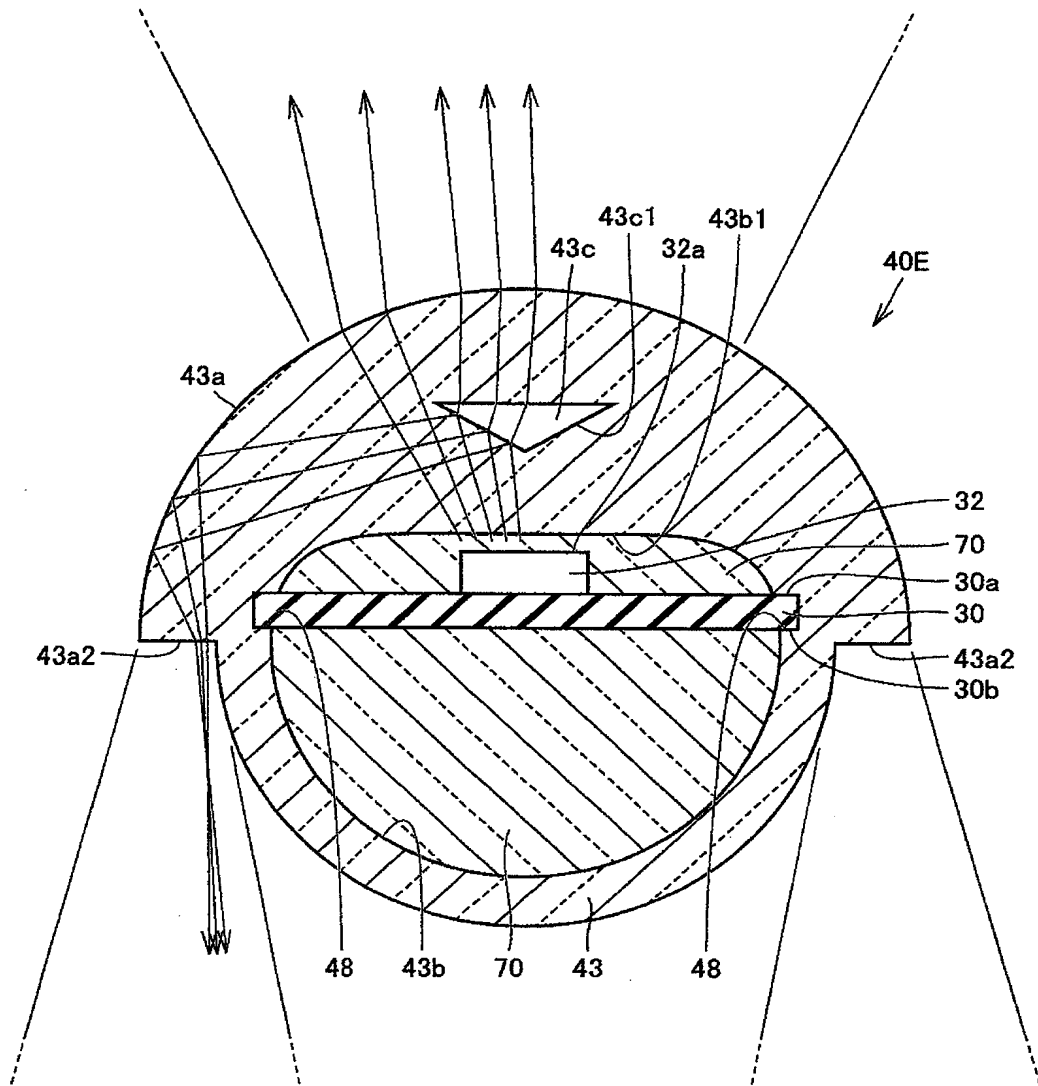


FIG.8

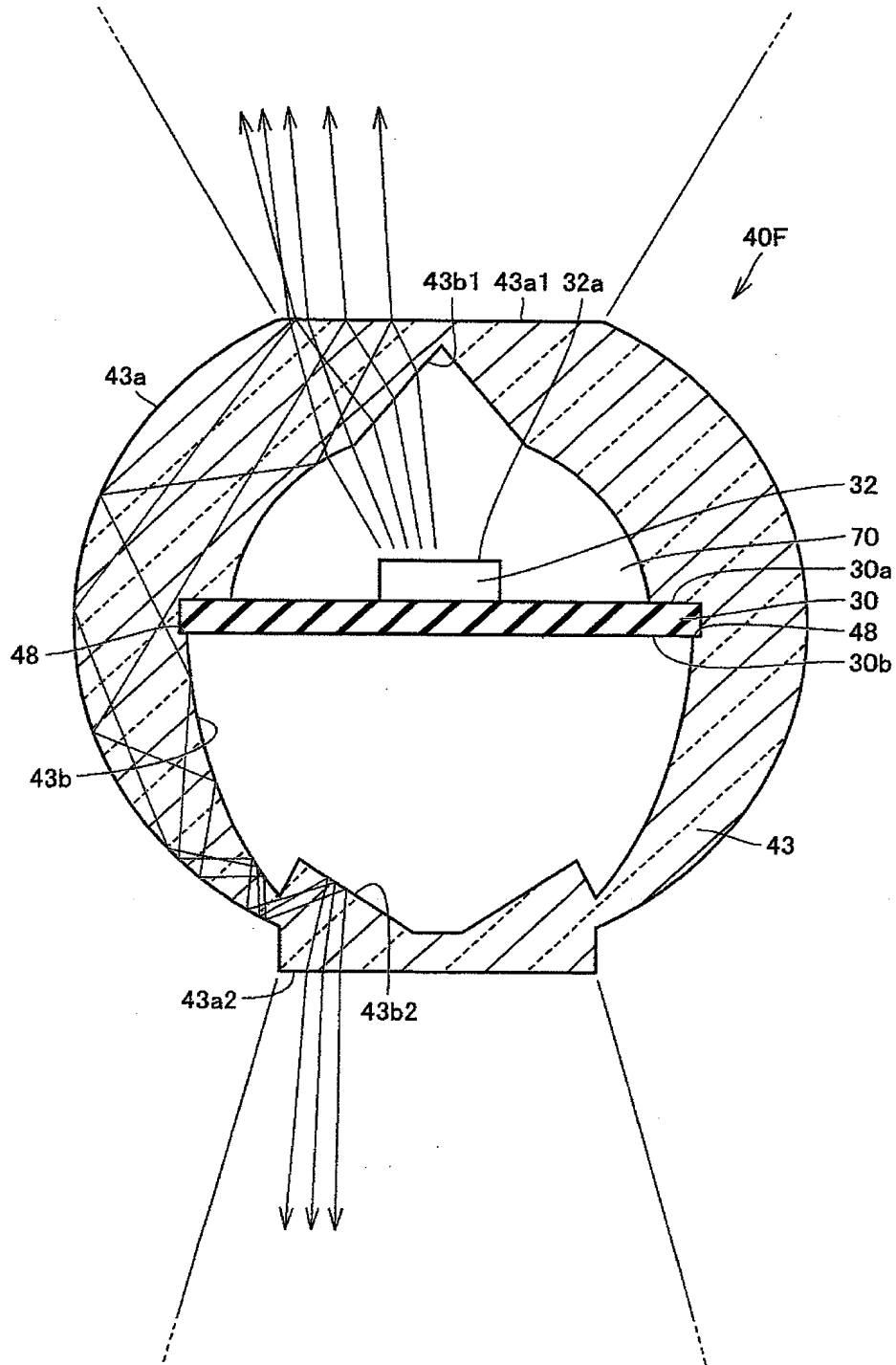


FIG.9

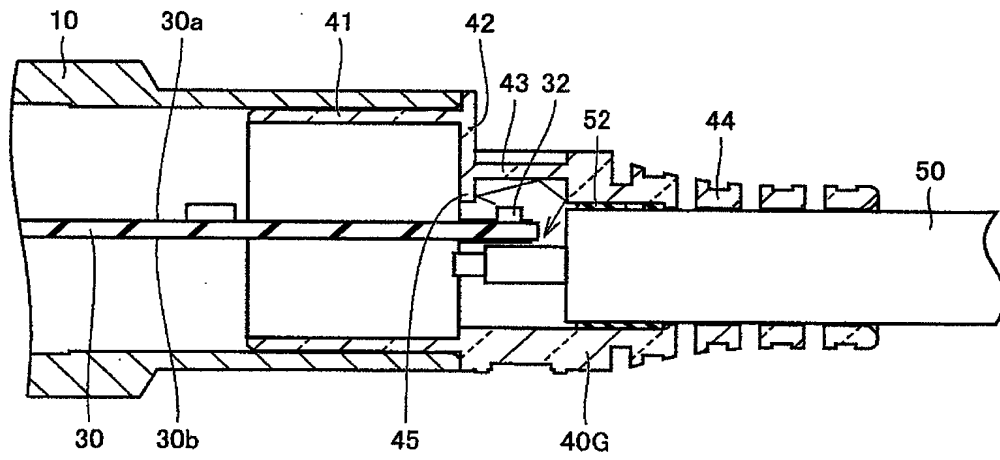


FIG.10

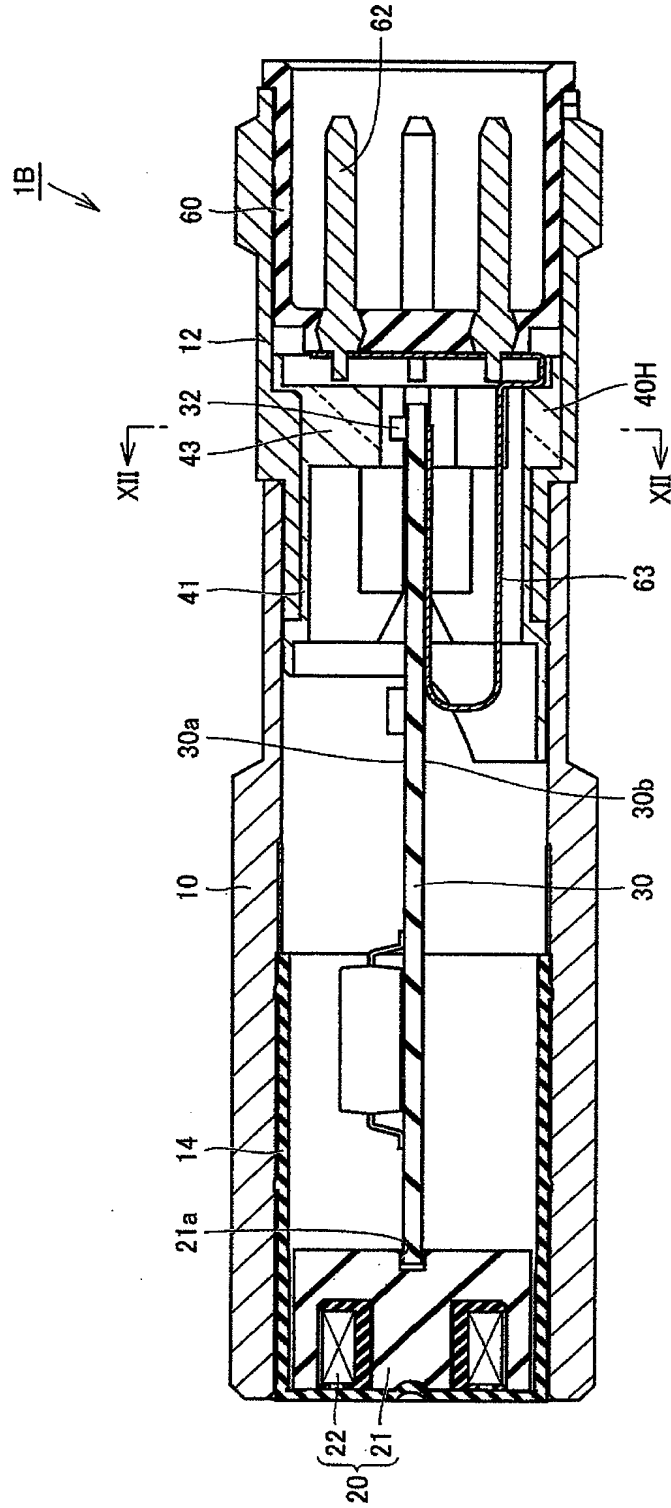


FIG.11

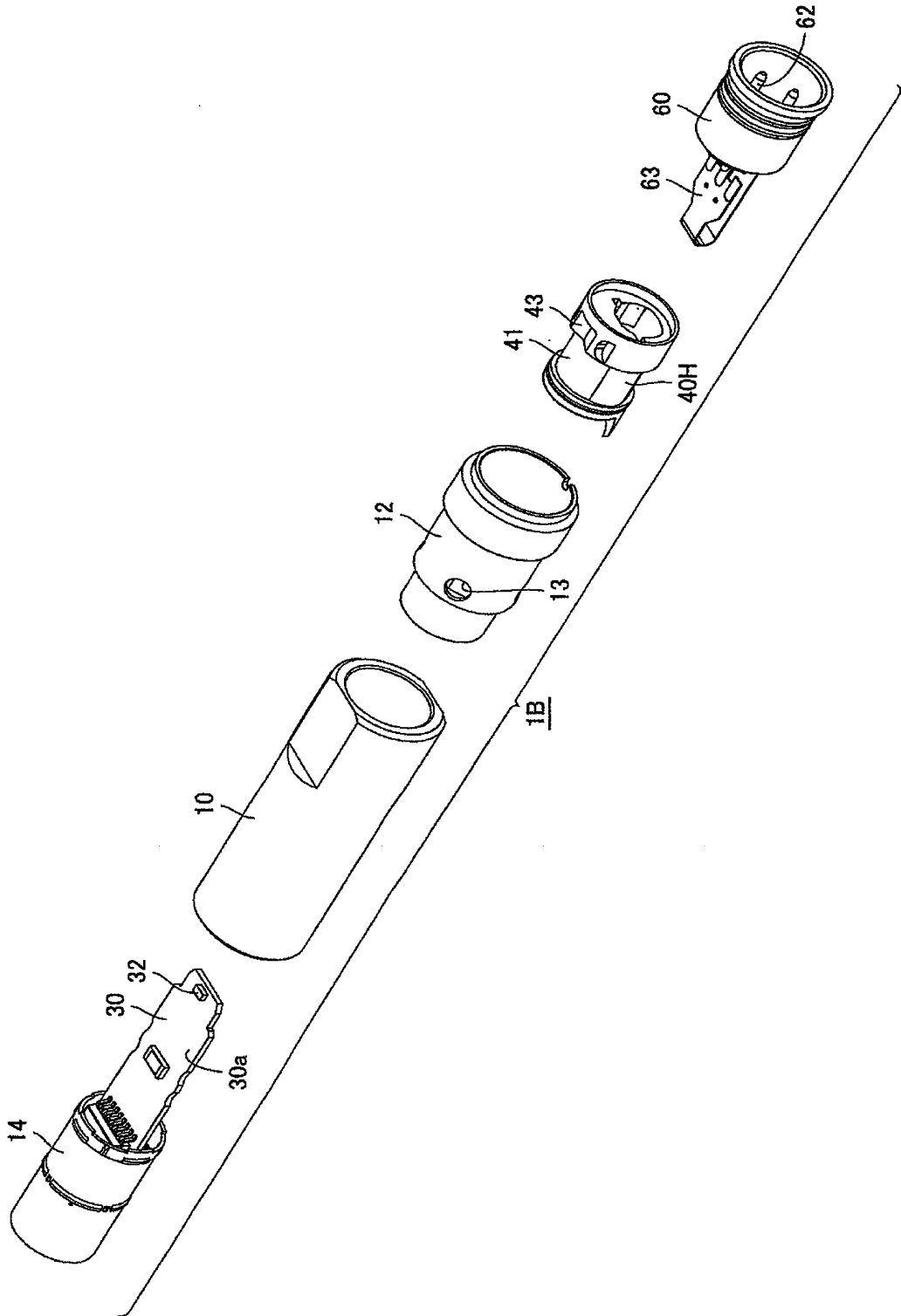


FIG.12

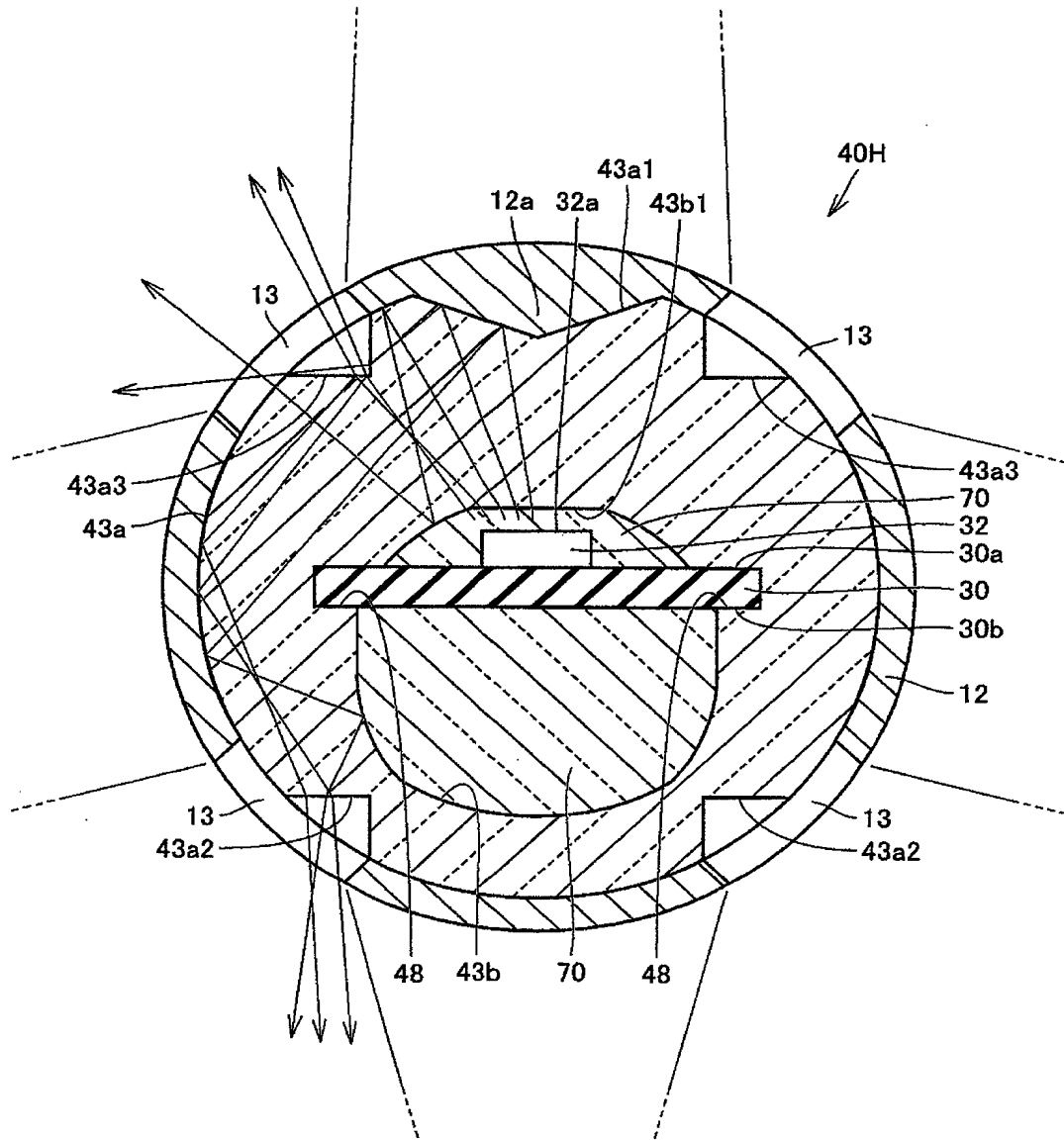
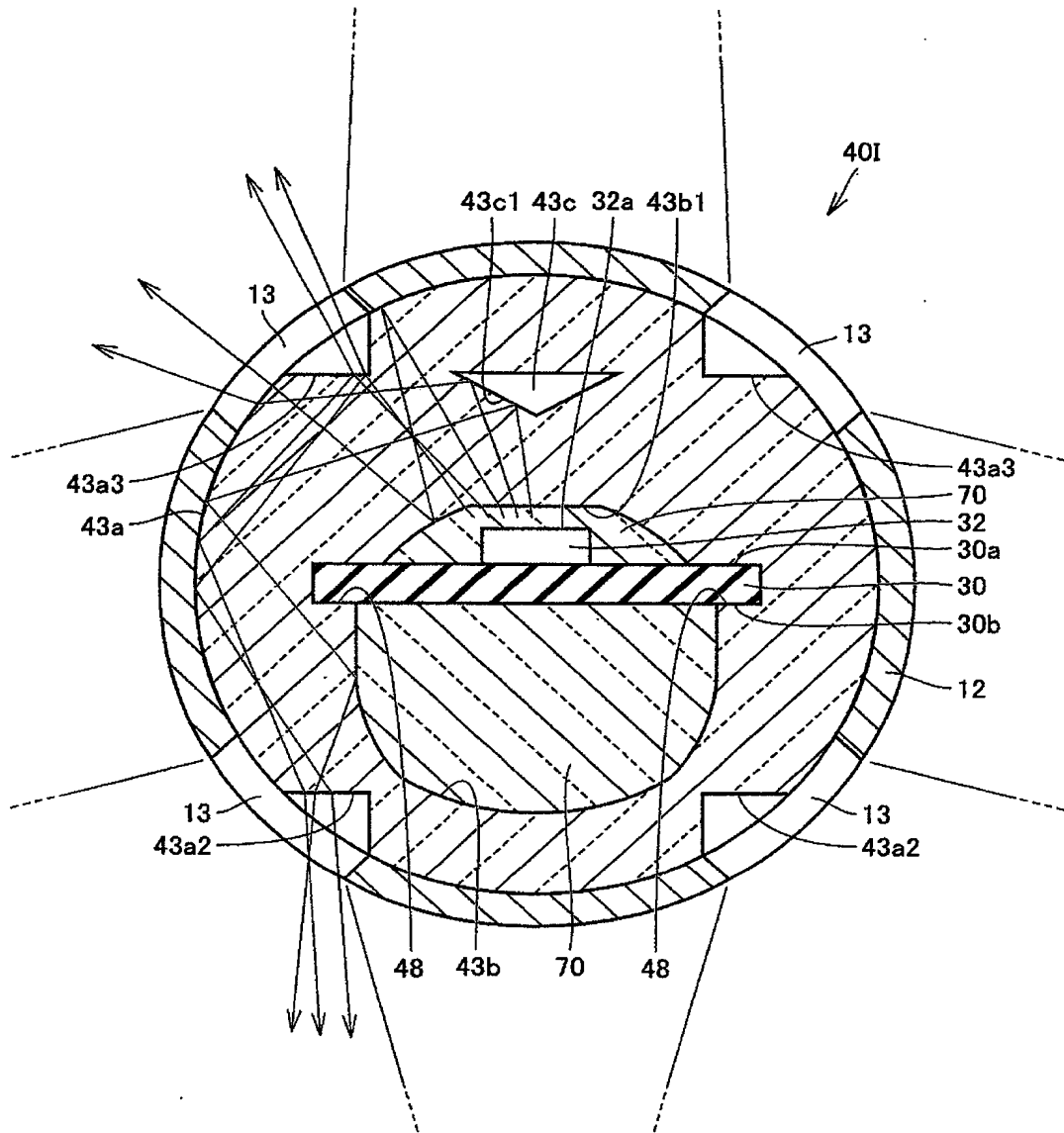


FIG.13



**RESUMO**

Patente de Invenção: "**SENSOR DE PROXIMIDADE**".

A presente invenção refere-se a um sensor de proximidade que inclui uma placa de circuito provida com um circuito de processamento, um  
5 dispositivo emissor de luz montado na superfície da placa de circuito, e um guia cilíndrico de luz transmitindo luz circunda a parte da placa de circuito tendo o dispositivo emissor de luz nela montado e guiando a luz de saída do dispositivo emissor de luz a ser emitida para fora. O guia cilíndrico de luz inclui a primeira superfície emissora de luz como a primeira região de luz de  
10 saída fazendo com que a luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz passe através dele e emita diretamente a luz para fora, uma superfície refletora que reflete a luz emitida a partir do dispositivo emissor de luz para guiar a luz através do guia cilíndrico de luz na direção circunferencial, e a segunda superfície emissora de luz como a segunda região de luz de saída emitindo,  
15 para fora, a luz refletida na superfície refletora e propagada através do guia cilíndrico de luz.