



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

(11) PI 0822256-8 B1

(22) Data do Depósito: 08/02/2008

(45) Data de Concessão: 09/10/2018



* B R P I 0 8 2 2 2 5 6 B 1 *

(54) Título: COMUTADOR DE RESPOSTA TÉRMICA

(51) Int.Cl.: H01H 37/54

(73) Titular(es): UBUKATA INDUSTRIES CO., LTD

(72) Inventor(es): TOMOHIRO HORI; ATSUSHI CHIBA

(85) Data do Início da Fase Nacional: 05/08/2010

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"COMUTADOR DE RESPOSTA TÉRMICA"**.

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção refere-se a um comutador de resposta térmica que tem um mecanismo de comutação de contato que utiliza uma placa de resposta térmica tal como um bimetal em um recipiente hermético.

TÉCNICA ANTECEDENTE

[002] Comutadores de resposta térmica do tipo acima mencionado estão divulgados na Patente Japonesa Número 2.519.531 (documento da técnica precedente 1) e Publicações de Pedido de Patente Japonesa JP-A-H10-144189 (documento da técnica precedente 2), JP-A-2002-352685 (documento da técnica precedente 3) e JP-A-2003-59379 (documento da técnica precedente 4). O comutador de resposta térmica descrito em cada documento compreende uma placa de resposta térmica fornecida em um recipiente hermético que compreende uma carcaça metálica e uma placa cabeçote. A placa de resposta térmica inverte uma direção de sua curvatura a uma temperatura predefinida. Um pino terminal eletricamente condutor é inserido através da placa cabeçote e fixado de maneira hermética através de um enchimento eletricamente isolante, tal como vidro. Um contato fixo é ligado diretamente ou através de um suporte a uma extremidade distal do pino terminal localizado no recipiente hermético. Além disso, a placa de resposta térmica tem uma extremidade fixada através de um suporte a uma superfície interna do recipiente hermético e a outra extremidade à qual um contato móvel é preso. O contato móvel constitui um contato de comutação com o contato fixo.

[003] O comutador de resposta térmica é montado em uma carcaça fechada de um compressor elétrico hermético para ser, com isto, utilizado como um protetor térmico para um motor elétrico do com-

pressor. Neste caso, enrolamentos do motor são conectados ao pino terminal ou à placa cabeçote. A placa de resposta térmica inverte a direção de curvatura quando uma temperatura ao redor do comutador de resposta térmica se torna inusitadamente elevada ou quando uma corrente anormal escoar no motor. Quando a temperatura cai para ou abaixo de um valor predeterminado, os contatos são novamente fechados, de tal modo que o motor do compressor é energizado.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

PROBLEMAS SUPERADOS PELA INVENÇÃO

[004] O comutador de resposta térmica é necessário para abrir os contatos quando de cada ocorrência da condição anormal anteriormente mencionada, até que uma máquina de refrigeração ou condicionador de ar no qual o compressor é construído alcança um final de vida do produto. O comutador de resposta térmica precisa cortar uma corrente extremamente maior do que uma corrente classificada do motor, particularmente quando um motor é acionado em uma condição de rotor travado ou quando um curto-circuito ocorre entre os enrolamentos do motor. Quando a corrente que tem uma tal grande condutividade é cortada pela abertura de contatos, o arco é gerado entre os contatos, pelo que, as superfícies de contato são danificadas pelo calor devido ao arco. A soldagem de contatos ocorre quando a comutação de contatos excede um número de operações garantido. Com relação a isto, para que um trajeto elétrico possa ser cortado, mesmo quando da ocorrência de soldagem de contato para a finalidade de impedir anormalidade secundária, medidas de segurança duplas e de proteção são tomadas quando necessário (uma porção de fusão de um aquecedor descrito em documentos da técnica precedente 1 e 2, por exemplo).

[005] A utilização de um contato que contém cádmio foi limitada recentemente por razões ambientais. Por exemplo, sistema de contato

de prata-óxido de cádmio (Ag-CdO) tem uma pequena força de soldagem de contato de tal modo que o sistema de contato de prata-óxido de cádmio tem menos desgaste devido ao arco. Conseqüentemente o sistema de contato de prata-óxido de cádmio tem sido utilizado em um grande número de comutadores que respondem termicamente. Durabilidade equivalente e desempenho de corte de corrente para aqueles comutadores convencionais que respondem termicamente precisa ser assegurada pela utilização de um material de contato alternativo no futuro. O desempenho de corte de corrente deveria ser reduzido pela metade quando o contato de sistema de prata-óxido de cádmio é meramente substituído por um contato sem cádmio.

[006] Para que um número de operações garantido de vezes de comutação de contato possa ser melhorado, é considerada uma estrutura na qual a dimensão dos contatos é aumentada para a finalidade de aumentar a capacidade térmica, pelo que, a ocorrência de soldagem de contato é reduzida mesmo quando da ocorrência de arco. Além disso, é considerada uma outra estrutura na qual a dimensão da placa de resposta térmica é aumentada, de modo que uma força que separa os contatos um do outro é aumentada. Contudo, quando qualquer construção é empregada, o comutador de resposta térmica poderia se tornar maior em dimensão, pelo que, se tornaria difícil montar o comutador de resposta térmica na carcaça hermética do compressor. Adicionalmente, o comutador de resposta térmica desejado será aplicado a motores para compressores com grande capacidade térmica, enquanto a dimensão do comutador de resposta térmica é reduzida.

[007] Um objetivo da presente invenção é fornecer um comutador de resposta térmica que utiliza contatos sem cádmio e seja pequeno em dimensão e tenha durabilidade e desempenho de corte de corrente elevados.

MEIOS PARA SUPERAR O PROBLEMA

[008] A presente invenção fornece um comutador de resposta térmica utilizado para cortar corrente CA que escoam através de um motor de compressor, com o comutador de resposta térmica compreendendo um recipiente hermeticamente vedado que inclui uma carcaça metálica e uma placa cabeçote presa de maneira hermética a uma extremidade aberta da carcaça, no mínimo um pino terminal condutor inserido através de um furo vazado formado através da placa cabeçote e fixado de maneira hermética no furo vazado por um enchimento eletricamente isolante, um contato fixo fixado ao pino terminal no recipiente, uma placa de resposta térmica que tem uma das duas extremidades conectada de maneira condutora e fixada a uma superfície interna do recipiente e formada para uma forma de prato por meio de estiramento, de modo a inverter uma direção de curvatura em uma temperatura predeterminada, no mínimo um contato móvel preso à outra extremidade da placa de resposta térmica e que constituem no mínimo um par de contatos de comutação juntamente com o contato fixo, no qual cada um do contato fixo e do contato móvel compreende um contato de sistema prata-óxido de estanho e o recipiente é enchido como um gás que contém hélio se situando desde 50% até 95%, de modo que uma pressão interna do recipiente se situe desde 0,3 atmosfera até 0,8 atmosfera na temperatura ambiente.

EFEITO DA INVENÇÃO

[009] De acordo com a invenção, o comutador de resposta térmica é resistente a dano local devido a arco, uma vez que o arco gerado pela abertura dos contatos se move sobre cada contato. Consequentemente, o comutador de resposta térmica tem uma pequena dimensão e uma durabilidade melhorada e pode alcançar um desempenho elevado de corte de corrente mesmo embora contatos sem cádmio sejam utilizados.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0010] A figura 1 é uma seção longitudinal de um comutador de resposta térmica de uma modalidade de acordo com a presente invenção;

[0011] a figura 2 é uma seção transversal feita ao longo da linha II-II na figura 1;

[0012] a figura 3 é uma vista lateral do comutador de resposta térmica

[0013] a figura 4 é uma vista em planta do comutador de resposta térmica;

[0014] a figura 5 é um gráfico que mostra resultados de um teste de durabilidade no caso onde uma pressão de carga de gás é variada;

[0015] a figura 6 mostra condições superficiais de um contato móvel A e de um contato fixo B depois do final do teste de durabilidade no caso onde a pressão de carga de gás está em 0,6 atmosfera, respectivamente; e

[0016] a figura 7 é uma vista similar à figura 6 no caso onde a pressão de carga de gás está em 1,0 atmosfera, respectivamente.

EXPLICAÇÃO DE SÍMBOLOS DE REFERÊNCIA

[0017] O símbolo de referência 1 indica um comutador de resposta térmica, 2 um recipiente hermético, 3 uma carcaça, 4 uma placa cabeçote, 6 uma placa de resposta térmica, 7 um contato móvel, 8 um contato fixo, 9 um enchimento, e 10A e 10B pinos terminais condutores.

MELHOR MODO DE REALIZAR A INVENÇÃO

[0018] Uma modalidade será descrita com referência aos desenhos. A presente invenção é aplicada a um protetor térmico para um motor elétrico de um compressor na modalidade. As figuras 3 e 4 são vistas lateral e em planta de um comutador de resposta térmica, respectivamente, a figura 1 é uma sua seção longitudinal e a figura 2 é uma seção transversal feita ao longo da linha II-II na figura 1. O comutador de resposta térmica 1 compreende um recipiente vedado herme-

ticamente 2 que inclui uma carcaça metálica 3 e uma placa cabeçote 4. A carcaça 3 é formada para o interior de uma forma de domo alongado estirando uma placa de ferro ou similar por meio de uma prensa, de modo a ter ambas as extremidades no sentido do comprimento, cada uma formada em uma forma substancialmente esférica e uma porção intermediária que conecta as extremidades. A placa cabeçote 4 é formada conformando uma placa de ferro mais espessa do que a carcaça 3 para um oval e é hermeticamente vedada a uma extremidade aberta da carcaça 3 por meio da soldagem de projeção em anel, ou similar.

[0019] Uma placa de resposta térmica 6 tem uma extremidade fixada através de um suporte 5 feita de uma placa metálica a um interior do recipiente 2. A placa de resposta térmica 6 é formada estirando um elemento de resposta térmica, tal como um bimetal ou trimetal, para uma forma de prato raso e é projetada para inverter uma direção de curvatura com uma ação de encaixe quando o elemento de resposta térmica alcança uma temperatura predeterminada. Um contato móvel 7 é preso à outra extremidade da placa de resposta térmica 6. Uma parte do recipiente 2 à qual o suporte 5 é fixado é dobrada externamente, para com isto ser deformada de modo que uma pressão de contato seja ajustável entre o contato físico 7 e um contato móvel 8 que será descrito mais tarde, depois do que uma temperatura na qual a placa de resposta térmica 6 inverte a direção de curvatura pode ser calibrada para um valor predeterminado.

[0020] A placa cabeçote 4 tem dois furos vazados 4A e 4B através dos quais os pinos terminais eletricamente condutores 10A e 10B são inseridos e fixados hermeticamente nos furos vazados por meio de um enchimento eletricamente isolante 9 tal como vidro ou similar, tendo em vista um coeficiente de expansão térmica por meio de uma vedação de compressão hermética bem conhecida. Um suporte de contato

11 é preso a uma parte do pino terminal 10A próximo à extremidade distal do pino dentro da carcaça 3. O contato fixo 8 é preso a uma parte suporte de contato 11 oposta ao contato móvel 7.

[0021] Cada um dos contatos móvel e fixo 7 e 8 compreende o um contato de sistema prata-óxido de estanho (Ag-SnO_2) que contém 11,7 de porcentagem em peso de óxido metálico. Cada um dos contatos 7 e 8 é formado em uma estrutura de três camadas que inclui uma camada intermediária de cobre e uma camada inferior de ferro. Cada contato tem a forma de um disco que tem um diâmetro que se situa desde 3 mm até 5 mm e uma superfície encurvada de maneira ligeiramente convexa (uma esfera que tem um raio de 8 mm na modalidade, por exemplo).

[0022] Um aquecedor 12 que serve como um elemento de aquecimento tem uma das duas extremidades fixada a uma porção do pino terminal 10B junto à extremidade distal do pino terminal. A outra extremidade do aquecedor 12 é fixada à placa cabeçote 4. O aquecedor 12 é colocado de modo a ser substancialmente paralelo à placa de resposta térmica 6 ao longo do pino terminal 10B, de modo que o calor gerado pelo aquecedor 12 é transmitido de maneira eficiente para a placa de resposta térmica 6.

[0023] O aquecedor 12 é dotado de uma porção de fusão 12A que tem uma área de seção menor do que a outra sua parte. A porção de fusão 12A é impedida de ser fundida por uma corrente de operação de um motor elétrico durante uma operação normal de um compressor, e serve como um equipamento a ser controlado. Além disso, a porção de fusão 12A é ainda impedida de ser derretida quando da ocorrência de uma condição de rotor travado do motor, uma vez que a placa de resposta térmica 6 inverte sua direção de curvatura para, com isto, abrir os contatos 7 e 8 em um curto período de tempo. Contudo, quando o comutador de resposta térmica 1 repete a abertura e o fechamen-

to dos contatos por um longo período de tempo, de tal modo que o número de vezes de comutação excede um número garantido de operações de comutação, os contatos móvel e fixo 7 e 8 algumas vezes são soldados juntos, para serem, com isto, inseparáveis um do outro. Neste caso, quando um rotor do motor é travado, uma temperatura da porção de fusão 12A é aumentada por uma corrente excessivamente grande, tal que a porção de fusão é derretida, onde então o suprimento de energia para o motor pode ser cortado de maneira confiável.

[0024] O recipiente 2 é enchido com um gás que contém hélio (He) que se situa desde 50% até 95%, de modo que uma pressão interna do recipiente 2 se situa desde 0,3 atmosfera até 0,8 atmosfera na temperatura ambiente, como será descrito mais tarde. O gás que enche o recipiente 2 contém nitrogênio, ar seco, dióxido de carbono e similares diferentes de hélio. O recipiente 2 é enchido com hélio como um gás inerte pela razão a seguir. Isto é, hélio tem uma condutividade térmica tão boa que quando da ocorrência de uma corrente excessivamente grande, um período de tempo (ativação de tempo curto (S/T)) necessário para a abertura dos contatos 7 e 8 pelo calor gerado pelo aquecedor 12 pode ser encurtado como descrito no documento da técnica precedente 2. Além disso, um valor de corrente de operação mínimo (uma corrente de ativação final (UTC)) pode ser aumentado quando comparado com os protetores térmicos convencionais. Adicionalmente, quando a placa de resposta térmica 6 é configurada de modo que o seu valor de resistência é aumentado para a finalidade de aumentar seu valor de aquecimento, o calor gerado pela placa 6 como resultado do enchimento do recipiente 2 com hélio pode ser deixado escapar de maneira eficiente. Consequentemente, a ativação de tempo curto anteriormente mencionado (S/T) pode ser tornada mais longa. Contudo, uma vez que a voltagem de falha tende a ser reduzida quando uma taxa de hélio carregado é aumentada, a taxa de hélio carrega-

do preferivelmente se situa desde 30% até 95% ou, particularmente, desde 50% até 95% no caso de um suprimento de energia comercial ordinário que se situa desde 100 V até 260 V CA.

[0025] No enchimento 9 que fixa os pinos terminais 10A e 10B é fixado de maneira apertada um elemento isolante inorgânico resistente a calor 13 que compreende cerâmica e zircônia (óxido de zircônio). O elemento isolante, inorgânico, resistente a calor 13 é configurado considerando a resistência física tal como resistência a uma descarga crescente ou resistência a calor devido a um faiscamento. Consequentemente, mesmo quando o faiscamento que ocorre durante a fusão pelo aquecedor 12 é aderido à superfície do elemento isolante, inorgânico, resistente a calor 13, um desempenho isolante suficiente pode ser mantido, pelo qual o arco gerado entre porções de fusão pode ser impedido de transição para um espaço entre o pino terminal 10B e a placa cabeçote 4 ou um espaço entre os pinos terminais 10A e 10B.

[0026] Quando a corrente que escoar para o interior do motor é uma corrente de operação normal que inclui uma corrente de partida de curta duração, os contatos 7 e 8 do comutador de resposta térmica 1 permanecem fechados, de modo que o motor continua operando. Por outro lado, a placa de resposta térmica 6 inverte a direção de sua curvatura para abrir os contatos 7 e 8, com isto cortando a corrente do motor quando uma corrente maior do que uma corrente normal escoar de maneira contínua para o interior do motor como resultado de um aumento na carga aplicada ao motor, o motor é restringido de tal modo que uma corrente de restrição extremamente grande escoar para o motor de maneira contínua por mais do que diversos segundos, ou quando a temperatura de um fluido refrigerante na carcaça hermética do compressor se torna extremamente elevada. Em seguida, quando a temperatura interna do comutador de resposta térmica 1 cai, a placa de resposta térmica 6 inverte novamente a direção de sua curvatura,

de tal modo que os contatos 7 e 8 são fechados, pelo que, a energização do motor é reiniciada.

[0027] Em seguida, o que segue descreve a otimização da estrutura do comutador de resposta térmica 1 com base no teste de durabilidade. O comutador de resposta térmica 1 utilizado como um protetor térmico para o motor do compressor necessita o desempenho de cortar uma corrente extremamente grande, tal como corrente de restrição que escoa no caso de condição de rotor travado, ou uma corrente de curto-circuito que escoa na ocorrência de um curto-circuito entre os enrolamentos do motor. Além disso, o comutador de resposta térmica 1 necessita de uma durabilidade mais longa do que uma vida de produto de uma máquina de refrigeração ou de um condicionador de ar no qual o compressor a ser protegido é construído. Adicionalmente, o comutador de resposta térmica 1 precisa ser pequeno em dimensão quanto aos pontos de vista de espaço de instalação, e de resposta a calor, uma vez que o comutador 1 é utilizado na carcaça hermética do compressor elétrico encerrado.

[0028] Um arco é gerado entre os contatos 7 e 8 quando os contatos 7 e 8 são abertos, enquanto uma corrente indutiva excessivamente grande, tal como a corrente de restrição anteriormente mencionada, ou corrente de curto-circuito está escoando. Para que a durabilidade (o número de operações garantido) e desempenho de corte de corrente do comutador de resposta térmica 1 possam ser melhorados, é efetivo encurtar um tempo de extinção de arco ou reduzir o dano devido ao arco. O dano devido ao arco algumas vezes se espalha não apenas aos contatos 7 e 8, mas também fora dos contatos, por exemplo, à placa de resposta térmica 6.

[0029] Meios conhecidos para reduzir o tempo de extinção de arco incluem pressurização elevada ou pressurização extremamente baixa do gás de enchimento (formação de vácuo), um aumento no espaço

intercontatos, a montagem de uma ponta de formação de arco, indução magnética de arco e extinção de arco. Contudo, estes meios resultam em redução significativa no rendimento de produção, estrutura complicada e um aumento na dimensão do comutador de resposta térmica 1. Consequentemente, os meios são inadequados para os comutadores de resposta térmica que protegem motores relativamente pequenos utilizados em compressores.

[0030] O comutador de resposta térmica da modalidade é orientado para proteção de motores a serem acionados por um suprimento comercial de energia. Um arco tem uma duração de dez e diversos milissegundos (um meio ciclo) no mais longo e de diversos milissegundos em média. Então, o teste de durabilidade foi conduzido de modo que durabilidade elevada e desempenho de corte de corrente elevado possam ser alcançados, reduzindo o dano devido a arco tanto quanto possível, porém não reduzindo o tempo de extinção de arco. A otimização estrutural foi realizada com base nos resultados do teste de durabilidade.

[0031] No teste de durabilidade, uma parte superior da carcaça hermética do compressor, na qual o motor é construído, é cortada e o comutador de resposta térmica 1 foi montado no compressor. Em seguida, o compressor foi instalado em um banco de teste e o comutador de resposta térmica 1 repetiu uma operação de comutação sob a condição que uma corrente excessivamente grande escoava para o motor.

[0032] O motor era um motor de indução monofásico tendo uma voltagem classificada de 220 volts (50 hertz), uma corrente classificada de 10,8 ampères e uma potência classificada de 2320 watts. Um rotor do motor foi mantido de modo a ser impedido de rotação. Um suprimento de energia sob teste era 240 volts, 50 hertz. O compressor foi instalado sob circunstância de temperatura ambiente (25 °C). Uma corrente de restrição no início do teste de durabilidade (quando a tempe-

ratura do motor era a temperatura ambiente) tinha o valor de 60 ampères. A temperatura do motor subiu como resultado de energização e de desenergização repetidas, alcançando equilíbrio na corrente de restrição de 52 ampères. O comutador de resposta térmica 1 utilizado no teste de durabilidade tinha corrente operacional mínima (UTC) se situando desde 17 ampères até 24 ampères (120 °C) e tinha uma característica que os contatos 7 e 8 eram abertos em 3 a 10 segundos (S/T) sob escoamento de uma corrente de 54 ampères.

[0033] Uma corrente de restrição de um motor elétrico é, muitas vezes, maior do que uma corrente classificada e um período de tempo (S/T) necessário para abrir os contatos 7 e 8 é reduzido para cerca de diversos segundos pelo aquecimento do motor, o aquecedor 12 no comutador de resposta térmica 1 e a placa de resposta térmica 6, como descrito acima. Quando da abertura dos contatos 7 e 8, uma temperatura interior do comutador de resposta térmica 1 cai gradualmente de tal modo que os contatos 7 e 8 são novamente fechados em cerca de 2 minutos, de modo que o motor é energizado. O número de operações de comutação normalmente repetidas foi medido no teste de durabilidade. Em cada operação de comutação, energização pela corrente de restrição (por diversos segundos) como resultado da operação de fechamento do comutador de resposta térmica 1 e desenergização (cerca de 2 minutos) como resultado de uma operação de abertura do comutador de resposta térmica 1.

[0034] Quando os contatos 7 e 8 são repetidamente abertos e fechados durante o escoamento de uma corrente de rotor travado, os contatos 7 e 8 são gradualmente danificados por arco gerado durante a abertura do contato, depois do que ocorre a soldagem do contato. No teste de durabilidade, quando um tempo de energização excedeu 10 segundos (S/T), foi determinado que a soldagem de contato tinha ocorrido e o teste era terminado. Foi observado que a placa de respos-

ta térmica 6 foi danificada pelo arco, dependendo da distância intercontatos. Além disso, uma vez que a placa de resposta térmica 6 repetiu a inversão de direção de curvatura com ação de encaixe a cada momento de comutação, a placa de resposta térmica 6 foi, algumas vezes, quebrada por fadiga antes da ocorrência de soldagem do contato, quando o número de comutações se tornou excessivamente grande.

[0035] A figura 5 mostra os resultados do teste de durabilidade no caso onde uma pressão de gás carregado para o interior do recipiente hermético 2 foi variada. Um eixo de abscissas indica pressão (pressão atmosférica (atm)), e um eixo de ordenadas indica o número de operações de comutação contadas antes de alcançar a soldagem de contato. A figura 5 mostra valores medidos e uma curva de interpolação dos valores mínimos em uma pluralidade de amostras. Um gás carregado compreendia 90% de hélio e 10% de ar seco. Cada um dos contatos móvel e fixo 7 e 8 compreendia um contato de sistema de prata-óxido de estanho contendo 11,7% em peso de óxido metálico e tinham uma estrutura em três camadas que incluíam uma camada intermediária compreendendo cobre e uma camada inferior compreendendo ferro, as camadas sendo depositadas e comprimidas em uma estrutura de três camadas juntamente com a prata-óxido de cádmio. Cada contato era formado na forma de um disco tendo um diâmetro de 4 mm e uma espessura de 0,9 mm, e tinha uma superfície de contato formada em uma forma esférica com um raio de 8 mm. Uma distância entre contatos era 1,0 mm. A placa de resposta térmica 6 foi ajustada para inverter sua direção de curvatura na direção de abertura do contato na temperatura de 160°C, e na direção de fechamento do contato na temperatura de 90°C.

[0036] De acordo com os resultados de teste, como mostrado na figura 5, o número de operações de comutação era máximo (em ou

acima de 24.000 vezes) na pressão de cerca de 0,45 atmosfera e era gradualmente reduzido em seguida, quando a pressão era aumentada. O número de operações de comutação era cerca de 19.000 vezes (valor mínimo amostrado) a 0,7 atmosfera e cerca de 15.000 vezes (valor mínimo amostrado) a 0,8 atmosfera. O número de operações de comutação foi substancialmente constante a 7.000 vezes (valor mínimo amostrado) quando a pressão excedeu 1,3 atmosfera. Por outro lado, o número de operações de comutação foi reduzido gradualmente quando a pressão foi reduzida de cerca de 0,45 atmosfera, para cerca de 0,4 atm. Quando a pressão foi reduzida para ou abaixo de 0,4 atm, o número de operações de comutação foi reduzido para cerca de 15000 vezes (valor mínimo amostrado) na pressão de 0,3 atm, 7500 vezes (valor mínimo amostrado) a 2,0 atm, e cerca de 2000 vezes (valor mínimo amostrado) a 0,1 atm.

[0037] Mais especificamente, no comutador de resposta térmica 1 com a estrutura acima descrita, no mínimo 15.000 vezes, ou acima, pode ser garantido como o número de operações de comutação quando a pressão carregada se situa desde 0,3 atmosfera até 0,8 atmosfera, como mostrado pela linha tracejada alternada longa e curta e seta na figura 5. Além disso, quando a pressão carregada se situa desde 0,35 atmosfera até 0,7 atmosfera, no mínimo 19.000 vezes, ou acima, pode ser garantido como o número de operações de comutação.

[0038] As figuras 6, 7 mostram as fotografias de superfícies do contato móvel 7 (A1 e A2) e do contato fixo 8 (B1 e B2) depois da completação do teste de durabilidade, quando a pressão carregada está em 0,6 e 1, 0 atmosfera, respectivamente. Quando a pressão carregada é relativamente mais elevada do que 1,0 atmosfera (figura 7), o arco para em uma porção de cada contato. Consequentemente, a superfície de cada contato é derretida de maneira localizada, de tal modo que uma saliência é formada. Pode ser considerado que a porção da

saliência tende a ser facilmente depositada, de tal modo que a durabilidade é reduzida. Por outro lado, quando a pressão carregada é relativamente mais baixa que 0,6 atmosfera (figura 6) o arco se move em cada superfície de contato sem parar em uma porção. Como resultado, pode ser considerado que a durabilidade é melhorada, uma vez que a superfície de contato é gasta de maneira uniforme, a formação de saliência é suprimida e a soldagem por contato é suprimida.

[0039] Contudo, quando a pressão carregada é reduzida de tal modo que o arco tem mais facilidade de mover, existe uma possibilidade que o arco possa mover para fora do espaço entre os contatos 7 e 8. Quando o arco gerado entre os contatos 7 e 8 se espalha para o elemento de resposta térmica 6, a placa de resposta térmica 6 é danificada, de tal modo que a durabilidade é bastante reduzida. Além disso, uma voltagem de extinção insuficiente resulta em continuação de arco mesmo em cruzamento zero de corrente. Neste caso, a durabilidade é extremamente reduzida. Uma redução extrema no número de operações de comutação na pressão de 0,1 atmosfera na figura 5 surge principalmente das duas razões acima descritas. Consequentemente, um limite superior da distância intercontatos é ajustado como um valor que pode impedir a transição de arco para fora dos contatos de acordo com a redução na pressão carregada. Por outro lado, um limite inferior da distância intercontatos é determinado a partir da necessidade de assegurar a voltagem de extinção. Como resultado da inspeção de resultados experimentais, é preferível que o comutador de resposta térmica 1 da modalidade tenha uma distância entre contatos se situando desde 0,7 mm até 1,5 mm.

[0040] Quando os contatos 7 e 8 são abertos, a extremidade do lado do contato móvel da placa de resposta térmica 6 topa contra a superfície interna da carcaça 3 durante a operação de inversão de direção de curvatura, de modo que operação adicional de inversão de

direção de curvatura é limitada. Por outro lado, o comutador de resposta térmica 1 pode ser construído de modo a ter um espaço aumentado entre a superfície interna da carcaça 3 e uma superfície superior da placa de resposta térmica 6, depois do que, a operação de inversão de direção de curvatura é impedida de ser limitada no meio da mesma. Quando o comutador de resposta térmica 1 é construído como descrito acima, os contatos 7 e 8 podem ser separados um do outro com uma distância maior entre eles, fazendo uso de uma força de inversão de encaixe da placa de resposta térmica 6. Embora esta construção seja olhada como efetiva para a extinção de arco, a placa de resposta térmica 6 é fácil de quebrar, a menos que a operação de sua inversão seja limitada, tal que a durabilidade da mesma é extremamente reduzida. Consequentemente, o limite superior anteriormente mencionado da distância intercontatos, 1,5 mm, é um valor estruturalmente ajustado como uma distância necessária para a extremidade lateral do contato móvel da placa de resposta térmica 6 topar contra a superfície interna da carcaça 3 no meio da operação de inversão de direção de curvatura.

[0041] Como descrito acima, o comutador de resposta térmica 1 da modalidade compreende o contato fixo 8 fixado ao respectivo pino terminal condutor 10A, a placa de resposta térmica 6 que inverte a direção de curvatura de acordo com a temperatura, e o contato móvel 7 preso à extremidade livre da placa de resposta térmica 6, estes componentes sendo encerrados no recipiente hermético 2. Cada um dos contatos móvel e fixo 7 e 8 compreende um contato de sistema prata-óxido de estanho. O recipiente 2 é enchido com o gás que contém hélio (He) se situando desde 50% até 95%, de modo que a pressão interna do recipiente 2 se situe desde 0,3 atmosfera até 0,8 atmosfera na temperatura ambiente ou, mais preferivelmente, desde 0,35 atmosfera até 0,7 atmosfera.

[0042] De acordo com esta construção, o arco gerado durante a abertura dos contatos 7 e 8 se move sobre as superfícies de contato de tal modo que as superfícies de contato são desgastadas de maneira uniforme. Consequentemente, a durabilidade pode ser melhorada, uma vez que uma ocorrência de soldagem de contato é suprimida. Com isto o comutador de resposta térmica pode cortar uma corrente maior do que os comutadores de resposta térmica convencionais, pelo que, o desempenho de corte de corrente deles pode ser melhorado. Além disso, uma vez que o recipiente 2 é enchido com hélio que tem uma boa condutividade térmica, o período de tempo necessário para a abertura dos contatos 7 e 8 quando do escoamento de uma corrente excessivamente grande, tal como a corrente de restrição, pode ser encurtado (ou aumentado dependendo da construção) e um valor de corrente de trabalho classificada pode ser aumentado. Além disso, uma vez que cada um dos contatos 7 e 8 contém 5 até 15% em peso de óxido de cádmio, a força de soldagem é tornada bastante menor e desgaste devido ao arco é ainda mais reduzido. Uma influência da taxa de hélio carregado sobre a durabilidade do comutador é relativamente menor.

[0043] Neste caso, uma voltagem de falha pode ser assegurada na utilização de um suprimento de energia comercial uma vez que a distância intercontatos é ajustada em um valor igual a ou acima de 0,7 mm. Além disso, uma vez que a distância intercontatos é ajustada em um valor igual a ou menor do que 1,5 mm, o arco pode ser impedido de se espalhar para fora do espaço entre os contatos 7 e 8 tanto quanto possível, e a redução na durabilidade pode ser impedida suprimindo o dano devido a componentes periféricos de arco tal como a placa de resposta térmica 6. Além disso, quando a distância intercontatos é ajustada em um valor igual a ou menor do que 1,5 mm, a extremidade do lado do contato móvel da placa de resposta térmica 6 topa contra a

superfície interna da carcaça 3 no meio da operação de abertura de contato. Isto pode impedir um deslocamento excessivo da placa de resposta térmica 6 pela operação de inversão de direção de curvatura de encaixe, e ocorrência subsequente de vibração, em que a redução na durabilidade pode ser impedida.

[0044] O disco que tem o diâmetro se situando desde 3 milímetros até 5 milímetros é utilizado como cada um dos contatos móvel e fixo 7 e 8. A durabilidade de cada contato contra o calor devido a arco é melhorada quando a dimensão de cada contato é aumentada. Contudo, uma vez que um material principal de cada contato é prata, custos são aumentados de maneira considerável. Em contraste, quando a dimensão de cada contato é pequena, cada contato com uma dimensão reduzida é vantajoso em redução de custo. Contudo, é confirmado experimentalmente que cada contato com diâmetro de 3 milímetros no mínimo é necessário para que o desempenho de durabilidade contra corrente de 60 ampères possa ser assegurado. Assim, utilizar cada contato com diâmetro igual a ou maior do que 5 milímetros, por exemplo, com diâmetro de 6 milímetros, é possível e melhora a durabilidade. Contudo, tal contato é impraticável do ponto de vista de custos e de dimensão do comutador de resposta térmica.

[0045] Uma vez que cada um dos contatos móvel e fixo 7 e 8 tem uma superfície encurvada de maneira convexa, o arco é gerado mais facilmente na parte central de cada um dos contatos 7 e 8 e a transição de arco para fora do espaço entre os contatos é suprimida. Assim, a durabilidade e o desempenho de corte de corrente do comutador de resposta térmica 1 são melhorados sem tornar os contatos 7 e 8 e a placa de resposta térmica 6 maiores em dimensão. Consequentemente, o comutador de resposta térmica 1 pode ser facilmente abrigado na carcaça hermética do motor de compressor e ser, consequentemente, adequado para um protetor térmico para um motor de compressor.

[0046] A invenção não deveria ser limitada pela modalidade descrita acima. A modalidade pode ser modificada como a seguir, por exemplo. O recipiente hermético 2 é enchido com o gás que contém hélio (He) se situando desde 50% até 90%, de modo que uma pressão interna do recipiente 2 se situa desde 0,3 atmosfera até 0,8 atmosfera na temperatura ambiente. Embora este seja um aspecto indispensável, a distância intercontatos, a forma e a dimensão dos contatos 7 ou 8 não deveriam ser limitadas pelas faixas numéricas descritas acima.

[0047] A forma do recipiente hermético 2 não deveria ser limitada à forma de domo alongado. Por exemplo, quando uma certa resistência pode ser alcançada fornecendo nervuras ao longo da direção ao longo do comprimento do recipiente hermético 2, a forma do recipiente hermético 2 pode ou não ser a forma de domo alongado. Embora o suporte 5 seja fixado a uma extremidade do recipiente hermético 2, a placa de resposta térmica 6 pode ser fixada na vizinhança do centro do recipiente hermético 2 quando o comutador de resposta térmica é tornado ainda menor. O suporte 5 pode ter uma forma de botão e pode ser eliminado.

[0048] O aquecedor 12 e o elemento isolante, inorgânico, resistente a calor 13 podem ser fornecidos como demandar a ocasião. Embora a placa cabeçote 4 seja dotada de dois pinos terminais 10A e 10B, somente um pino terminal pode ser fornecido, e a placa cabeçote metálico 4 pode servir como o outro terminal.

[0049] Dois ou mais pares de contatos de comutação 7 e 8 podem ser fornecidos. No mínimo, um dos contatos móvel e fixo 7 e 8 pode ter uma superfície encurvada de maneira convexa. Além disso, uma porção plana pode ser fornecida em um topo da superfície encurvada de maneira convexa.

[0050] O motor para o qual o comutador de resposta térmica é utilizado como o protetor térmico não deveria ser limitado ao motor de

indução de uma fase, porém pode incluir motores de indução trifásicos. Além disso, o comutador de resposta térmica pode ser aplicado a outros tipos de motores elétricos, por exemplo, motores aos quais voltagem CA é aplicada, tais como motores síncronos.

APLICABILIDADE INDUSTRIAL

[0051] Como descrito acima, o comutador de resposta térmica da invenção é útil como um protetor térmico para um motor de compressor.

REIVINDICAÇÕES

1. Comutador de resposta térmica que é utilizado para cortar corrente CA que escoar através de um motor de compressor, o comutador de resposta térmica compreendendo:

um recipiente vedado de maneira hermética (2) que inclui uma carcaça metálica (3) e uma placa cabeçote (4) presa de maneira hermética a uma extremidade aberta da carcaça (3);

pelo menos um pino terminal condutor (10A, 10B) inserido através de um furo vazado (4A, 4B) formado através da placa cabeçote (4) e fixado de maneira hermética no furo vazado (4A, 4B) por um enchimento eletricamente isolante (9);

um contato fixo (8) fixado ao pino terminal (10A, 10B) no recipiente (2);

uma placa de resposta térmica (6) que tem uma ou duas extremidades conectadas de maneira condutora e fixadas a uma superfície interna do recipiente (2) e formadas em uma forma de prato por estiramento, de modo a inverter uma direção de curvatura a uma temperatura predeterminada;

pelo menos um contato móvel (7) preso à outra extremidade da placa de resposta térmica (6) e que constitui no mínimo um par de contatos de comutação juntamente com o contato fixo (8),

caracterizado pelo fato de que cada um do contato fixo (8) e do contato móvel (7) compreende um contato de sistema prata-óxido de estanho, e o recipiente (2) é enchido com um gás que contém hélio que se situa desde 50% até 95% de modo que uma pressão interna do recipiente (2) se situa desde 0,3 atmosfera até 0,8 atmosfera na temperatura ambiente.

2. Comutador de resposta térmica, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o recipiente (2) é enchido com o gás de modo que a pressão interna do recipiente (2) se situe

desde 0,35 atmosfera até 0,7 atmosfera na temperatura ambiente.

3. Comutador de resposta térmica, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o contato móvel (7) e o contato fixo (8) têm uma distância intercontatos entre eles em um estado aberto, a distância intercontatos sendo ajustada para ou acima de 0,7 milímetro de modo que a placa de resposta térmica (6) tope contra a superfície interna do recipiente (2) durante uma operação de abertura de contato, de modo que uma operação subsequente da placa de resposta térmica (6) seja limitada durante uma operação de inversão de direção de curvatura.

4. Comutador de resposta térmica, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** o contato móvel (7) e o contato fixo (8) têm uma distância intercontatos entre eles em um estado aberto, a distância intercontatos sendo ajustada em ou acima de 0,7 milímetro, de modo que a placa de resposta térmica (6) tope contra a superfície interna do recipiente (2) durante uma operação de abertura de contato, de modo que uma operação subsequente da placa de resposta térmica (6) seja limitada durante uma operação de inversão de direção de curvatura.

5. Comutador de resposta térmica, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** cada um do contato fixo (8) e do contato móvel (7) é formado em uma forma de disco que tem um diâmetro que se situa desde 3 milímetros até 5 milímetros.

6. Comutador de resposta térmica, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** cada um do contato fixo (8) e do contato móvel (7) é formado em uma forma de disco que tem um diâmetro que se situa desde 3 milímetros até 5 milímetros.

7. Comutador de resposta térmica, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que** cada um do contato fixo (8) e do contato móvel (7) é formado em uma forma de disco que tem

um diâmetro que se situa desde 3 milímetros até 5 milímetros.

8. Comutador de resposta térmica, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que** cada um do contato fixo (8) e do contato móvel (7) é formado em uma forma de disco que tem um diâmetro que se situa desde 3 milímetros até 5 milímetros.

9. Comutador de resposta térmica, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos um do contato fixo (8) e do contato móvel (7) tem uma superfície encurvada de maneira convexa.

10. Comutador de resposta térmica, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos um do contato fixo (8) e do contato móvel (7) tem uma superfície encurvada de maneira convexa.

11. Comutador de resposta térmica, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos um do contato fixo (8) e do contato móvel (7) tem uma superfície encurvada de maneira convexa.

12. Comutador de resposta térmica, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos um do contato fixo (8) e do contato móvel (7) tem uma superfície encurvada de maneira convexa.

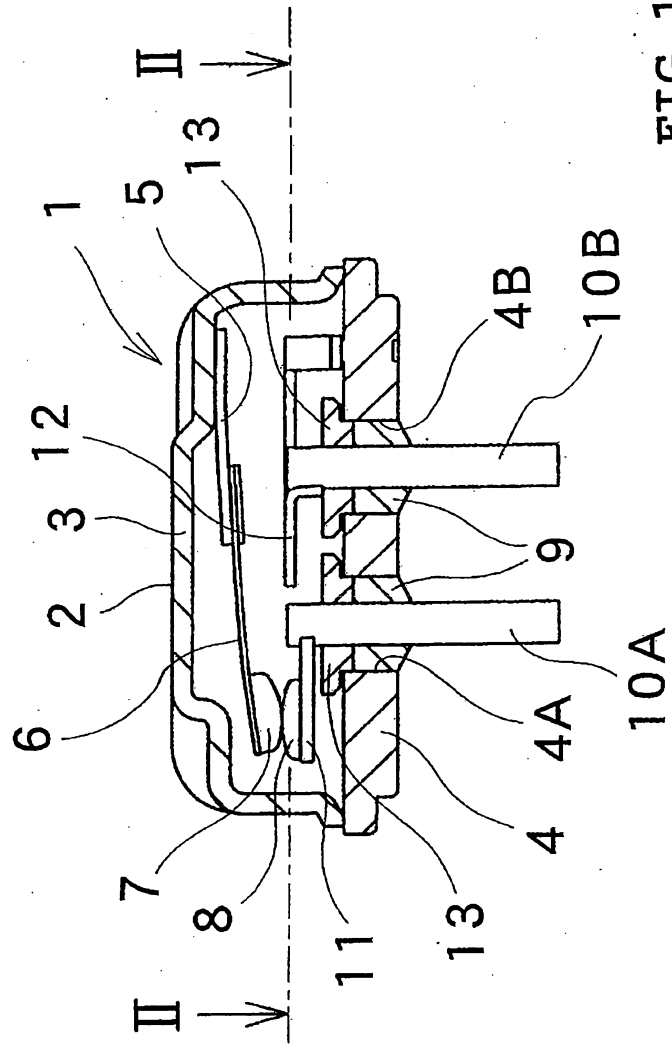


FIG. 1

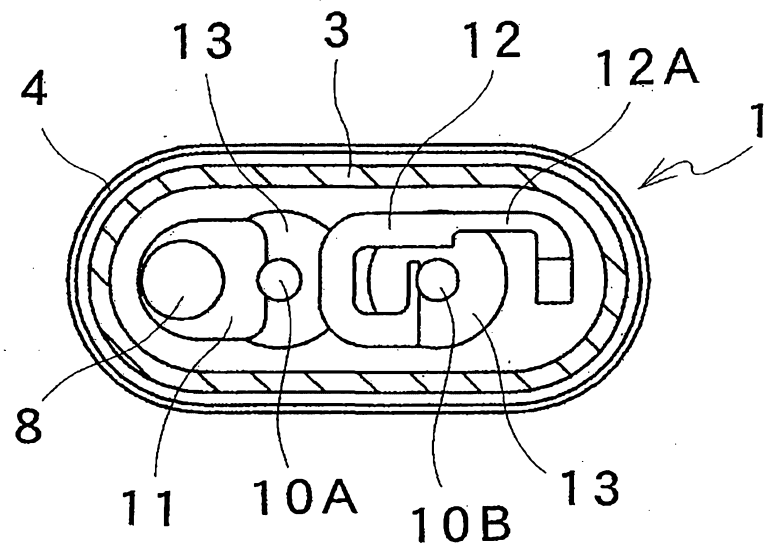


FIG. 2

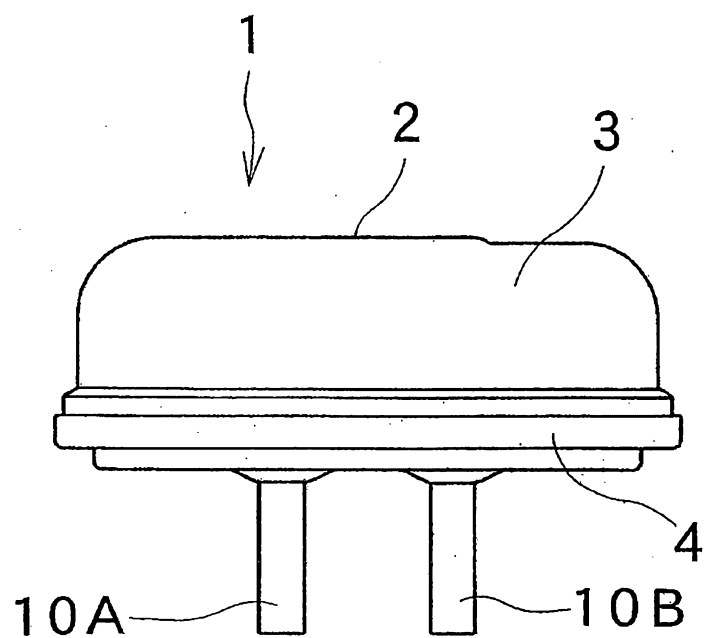


FIG. 3

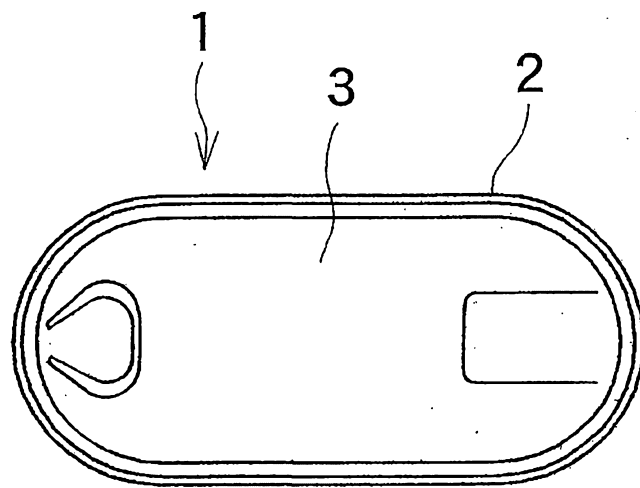
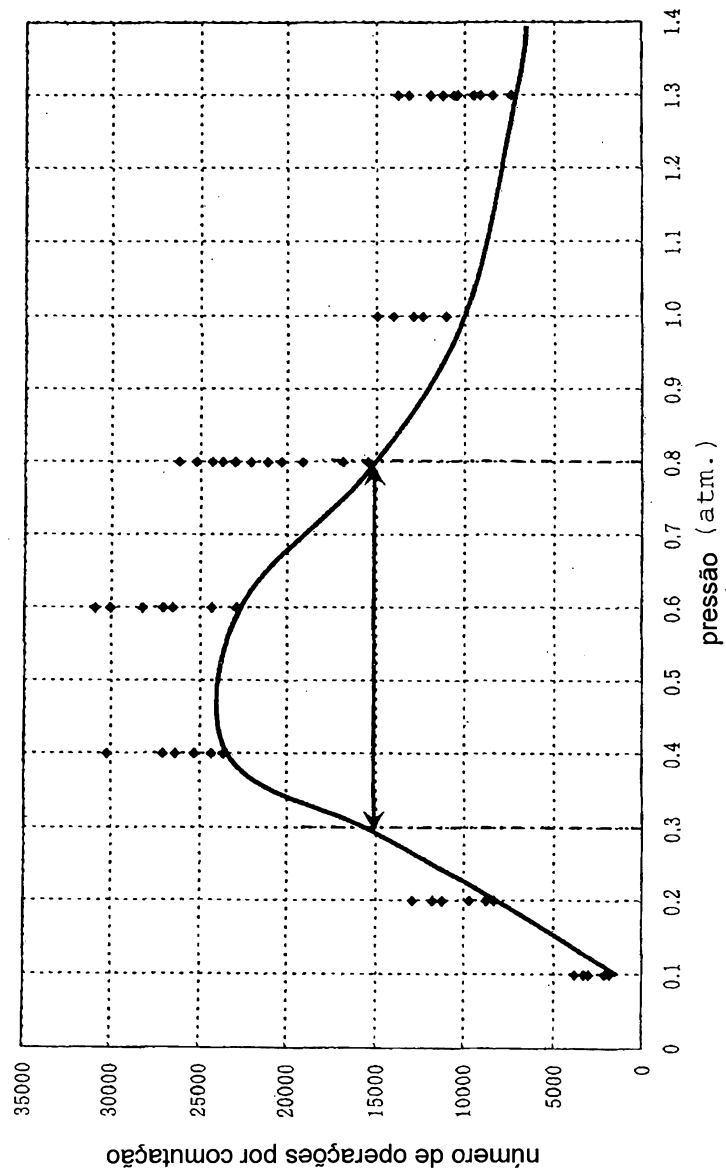
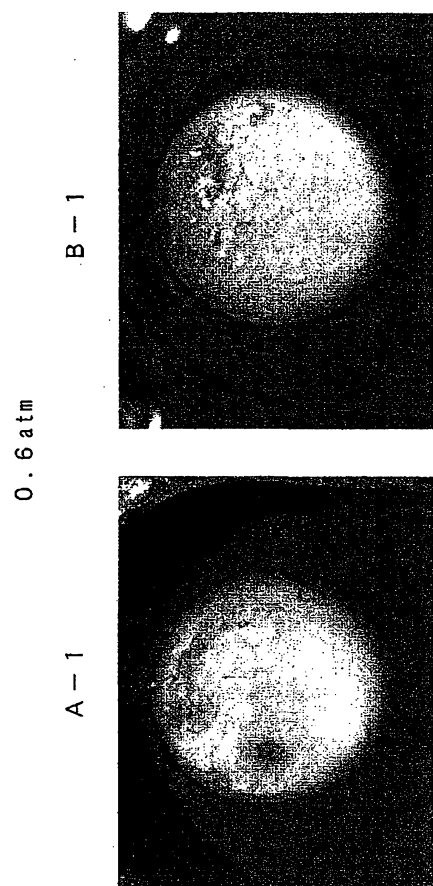


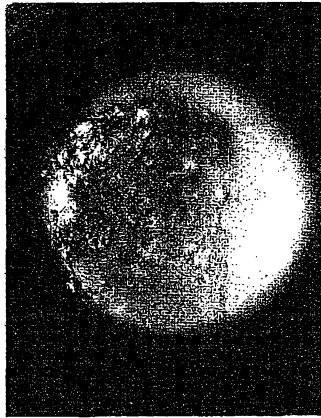
FIG. 4

**FIG. 5**

**FIG. 6**

1.0 atm

A-2



B-2

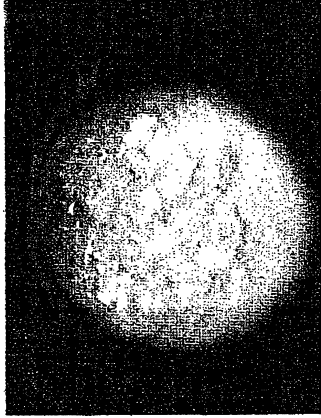


FIG. 7