



**INPI**  
INSTITUTO NACIONAL  
DA PROPRIEDADE  
INDUSTRIAL  
Assinado  
Digitalmente

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

## CARTA PATENTE Nº PI 0708563-0

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

**(21) Número do Depósito:** PI 0708563-0

**(22) Data do Depósito:** 02/03/2007

**(43) Data da Publicação do Pedido:** 13/09/2007

**(51) Classificação Internacional:** B22F 7/04; C04B 37/02; H01R 43/06.

**(30) Prioridade Unionista:** JP 2006-058897 de 06/03/2006; JP 2006-058898 de 06/03/2006.

**(54) Título:** COMUTADOR DE CARBONO UTILIZANDO UM MATERIAL COMPÓSITO, E, MÉTODO PARA PRODUZIR UM COMUTADOR DE CARBONO UTILIZANDO UM MATERIAL COMPÓSITO

**(73) Titular:** MITSUBA CORPORATION, Sociedade Japonesa. Endereço: 2681, Hirosawacho 1-Chome, Kiryu-shi, Gunma 376-8555, JAPÃO(JP)

**(72) Inventor:** HIROAKI TANAKA; HIROYUKI TAKAYANAGI; SEIJI OTAKE; MITSUNARI ISHIZAKI.

**Prazo de Validade:** 10 (dez) anos contados a partir de 11/12/2018, observadas as condições legais

**Expedida em:** 11/12/2018

Assinado digitalmente por:

**Liane Elizabeth Caldeira Lage**

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

“COMUTADOR DE CARBONO UTILIZANDO UM MATERIAL COMPÓSITO, E, MÉTODO PARA PRODUZIR UM COMUTADOR DE CARBONO UTILIZANDO UM MATERIAL COMPÓSITO”

### FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

#### 1. Campo da invenção

[001] A presente invenção diz respeito a um comutador de carbono de um motor elétrico e a um método para fabricar o mesmo.

#### 2. Descrição da Tecnologia Relacionada

[002] Existe uma bomba de combustível embutida no tanque que é montada em um veículo no qual a bomba de combustível em si é encharcada (imersa) no combustível. Um lado de dentro de um alojamento que compreende uma bomba de combustível serve como um canal de fluxo do combustível (tal como gasolina). Nesta estrutura, cada elemento que é incorporado na bomba de combustível tem que ser feito de um material com excelente resistência a combustível a fim de impedir deterioração nas funções por causa de erosão, etc., pelo combustível.

[003] Como combustíveis alternativos, álcool (metanol ou etanol, etc.) ou um combustível misto que contém álcool tem sido usado sob a luz de proteção ambiental. Um motor elétrico convencional que é incorporado em uma bomba de combustível gasolina usa um segmento comutador de um comutador, com o comutador sendo feito de cobre. Quando combustível álcool é aplicado diretamente a tal bomba de combustível gasolina, porções de cobre do segmento de comutação podem ser corroídas pelos compostos presentes no combustível.

[004] A fim de impedir uma erosão como essa pelo combustível álcool, um segmento de comutação proposto de um comutador compreende porções que são feitas de carbono (substrato de carbono), em que as porções de carbono são postas em contato deslizante com uma escova. Uma camada de metal é formada em uma superfície lateral (uma superfície de um substrato

de carbono) oposta às porções de contato deslizante da escova. Na camada de metal, formada integralmente (eletricamente unida) fica um elemento terminal condutor feito de cobre (segmento elevador) (ver patente U.S. 5.175.463, por exemplo).

[005] As superfícies do substrato de carbono exibem baixa molhabilidade, de forma que a maiorias das partes de metal dificilmente são unidas nas superfícies base de carbono. A fim de unir um elemento terminal condutor a uma superfície do substrato de carbono, por exemplo, uma camada de metal tem que ser formada entre o elemento terminal condutor e a superfície do substrato de carbono. Na patente U.S. 5.175.463, uma superfície do substrato de carbono é metalizada com níquel, etc. Um elemento terminal condutor é unido na superfície metalizada por solda, por exemplo.

[006] Entretanto, a camada de metal que é formada por metalização é facilmente desprendida. Embora a camada de metal e o elemento terminal condutor podem ser unidos integralmente um no outro, a camada metalizada pode ser desprendida da superfície do substrato de carbono, juntamente com o elemento terminal condutor. A resistência de tal comutador pode assim não ser suficientemente segura. A durabilidade do comutador pode também ser insuficiente.

[007] Existe um substrato de carbono proposto no qual um elemento terminal condutor é unido antecipadamente sinterizando-se integralmente: pós de carbono, pós de metais que são arrançados na forma de camada em relação aos pós de carbono, e um elemento terminal condutor que é arrançado em um lado dos pós de metal (ver pedido de patente japonês não examinado publicado H8-308183, por exemplo).

[008] Em virtude de pós de carbono, pós de metal e o elemento terminal condutor serem sinterizados integralmente, entretanto, o processo de sinterização é complicado e difícil de realizar. As temperaturas de sinterização têm que ser ajustadas a temperaturas que não causam deformação

do elemento terminal condutor feito de cobre. Tais temperaturas de sinterização também têm que ser inferiores ao ponto de fusão dos pós de metal. Dessa maneira, as temperaturas de sinterização do substrato de carbono podem ser limitadas.

[009] Se houver diferentes fatores de contração da sinterização entre os pós de metal e os pós de carbono, então pode-se facilmente formar uma folga entre esses dois tipos de pós, que podem ser rapidamente desprendidos. A fim de evitar um problema como esse, tem que ser selecionado um material de carbono cujo fator de contração seja próximo ao dos pós de metal. Dessa maneira, os tipos de material de carbono podem ser limitados. Em outras palavras, as propriedades de carbono podem ser limitadas.

[0010] A fim de solucionar o problema, pós de ferro são anexados a uma superfície do substrato de carbono, e a superfície do substrato de carbono é sinterizada a temperaturas não inferiores às temperaturas de difusão do carbono e não superiores à temperatura de fusão do ferro. Assim, forma-se um material com gradiente funcional que inclui uma camada de ferro que é formada integralmente na superfície do substrato de carbono. Depois disso, a camada de ferro é unida a um segmento de comutação (elemento de chapa feito de cobre) por solda, por exemplo. Em decorrência disto, um material proposto é fabricado de maneira tal que o segmento de comutação e o substrato de carbono sejam eletricamente conectados e integrados um no outro (ver pedido de patente japonês não examinado publicado JP2002-338378, por exemplo).

[0011] O material proposto é vantajoso em que uma camada de carbono e uma camada de cobre podem ser integradas, unindo-se a camada de cobre no segmento de comutação feito de cobre para ser um comutador por soldagem, por exemplo. Entretanto, alguns materiais de carbono têm menores temperaturas de sinterização. Para fabricar o material com gradiente funcional, se um material de carbono de menor temperatura de sinterização

como esse for usado para produzir um material base compósitos de carbono, então dificilmente ocorre uma reação de difusão entre um componente carbonizado ligante do material de carbono e os pós de ferro, por causa das menores temperaturas de sinterização.

[0012] Além do mais, uma união não é estável entre o carbono e os pós de ferro, em virtude de uma promoção de solução sólida, que corresponde a uma reação de cementação, pode ser impedida de ser promovida ainda mais, enfraquecendo (reduzindo) assim a resistência da união entre a camada de ferro e a camada de carbono. Em decorrência disto, a resistência da união pode ser tão baixa que a camada de ferro e a camada de carbono podem ser desprendidas da união com uso da mão. A fim de solucionar o problema, uma camada de pó de ferro é uma camada de liga de ferro contendo um metal, tal como cromo (Cr) ou molibdênio (Mo) com uma maior afinidade com a camada de carbono, de maneira a aumentar a afinidade pela a camada de carbono e uma resistência ao desprendimento (ver pedido de patente japonês não examinado publicada JP2004-208398, por exemplo).

#### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0013] A afinidade entre a camada da liga de ferro e a camada de carbono é melhorada até um certo ponto. Entretanto, quando a camada da liga de ferro é unida a uma chapa de cobre ou uma chapa de bronze por solda, é facilmente formada uma folga entre a chapa e a camada da liga de ferro, em virtude de a chapa de cobre e a chapa de bronze terem um maior molhamento na solda do que a camada da liga de ferro. A resistência da união assim não é estável entre a chapa e a camada da liga de ferro. Para um melhor molhamento, um fluxo de ácido forte pode ser usado. Entretanto, o uso de tal fluxo de ácido forte leva não somente a um problema ambiental, mas também a um problema de perda da resistência a corrosão, em virtude de tal forte acidez. A presente invenção soluciona o problema, bem como outros problemas, e também pode alcançar várias vantagens.

[0014] A invenção aborda um aspecto exemplar de um comutador de carbono utilizando um material compósito, o material compósito inclui um substrato de carbono e uma camada de ferro. A camada de ferro, na qual o material metálico pode ser ligado, é formado em uma superfície do substrato de carbono, pós de ferro, que são usados para formar a camada de ferro, são submetidos a um tratamento de maneira a aumentar o oxigênio adsorvido na superfície antes da colocação dos pós de ferro na superfície do substrato de carbono que é formado antecipadamente por sinterização, e sinterização é aplicada nos pós de ferro colocados na superfície do substrato de carbono a uma temperatura não inferior à temperatura de difusão do carbono e não superior ao ponto de fusão do ferro, de forma que o material compósito seja formado.

[0015] Em um outro aspecto exemplar, é provido um método para produzir um comutador de carbono utilizando um material compósito, o material compósito incluindo um substrato de carbono e uma camada de ferro, em que a camada de ferro, na qual um material metálico pode ser unido, é formada em uma superfície do substrato de carbono, o material compósito é formado pelas etapas de: colocar pós de ferro, que são sujeitos a um tratamento para aumentar o oxigênio adsorvido na superfície, na superfície do substrato de carbono que é formado antecipadamente por sinterização; e sinterizar a uma temperatura não inferior à temperatura de difusão do carbono e não superior ao ponto de fusão do ferro.

[0016] Em um outro aspecto exemplar, o tratamento para aumentar o oxigênio adsorvido na superfície dos pós de ferro é tanto um tratamento de imersão em água quanto um tratamento térmico.

[0017] Em um outro aspecto exemplar, é provido um comutador de carbono utilizando um material compósito, o material compósito inclui um substrato de carbono, e uma camada de ferro. A camada de ferro, na qual o material metálico pode ser unido por solda, é formada na superfície do

substrato de carbono, pós de liga de ferro que contêm pós de metal para aumentar a afinidade pelo carbono são colocados na superfície do substrato de carbono que é formado antecipadamente por sinterização, sinterização é aplicada nos pós de liga de ferro na superfície do substrato de carbono a uma temperatura não inferior à temperatura de difusão do carbono e não superior ao ponto de fusão do ferro, para que o material compósito seja formado, e os pós de liga de ferro incluem adicionalmente pós de material metálico a base de cobre.

[0018] Em um outro aspecto exemplar, é provido um método para produzir um comutador de carbono utilizando um material compósito, o material compósito incluindo um material compósito e uma camada de ferro, em que a camada de ferro, na qual um material metálico pode ser unido, é formada em uma superfície do substrato de carbono, o material compósito é formado pelas etapas de: colocar pós de liga de ferro, que contêm pós de metal e pós de material metálico a base de cobre, para melhorar a afinidade com o carbono, na superfície do substrato de carbono que é formado antecipadamente pela sinterização; e sinterizar a uma temperatura não inferior à temperatura de difusão de carbono e não superior à temperatura de fusão do ferro.

[0019] Em um outro aspecto exemplar, os pós de material metálico a base de cobre são pós de cobre ou pelo menos um tipo que é selecionado entre pós de liga de cobre e outros metais.

[0020] De acordo com vários aspectos exemplares da invenção, utilizando-se os pós de ferro que são submetidos ao tratamento para aumentar o oxigênio adsorvido na superfície, uma reação é facilitada em uma interface de contato entre o substrato de carbono e os pós de ferro, provendo assim um comutador de carbono com uma maior resistência ao desprendimento.

[0021] De acordo com vários aspectos exemplares da invenção, o tratamento pode ser facilmente aplicado para aumentar o oxigênio adsorvido

na superfície.

[0022] De acordo com vários aspectos exemplares da invenção, o molhamento na solda é aumentada em virtude de a camada da liga de ferro conter material metálico a base de cobre. Em decorrência disto, um material compósito pode ser provido com uma maior resistência ao desprendimento, já que o metal a base de cobre é soldado na camada da liga de ferro.

[0023] De acordo com vários aspectos exemplares da invenção, o material metálico a base de cobre a ser contido na camada da liga de ferro pode ser facilmente obtido.

#### DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

[0024] A figura 1 é uma vista seccional longitudinal de uma bomba de combustível;

A figura 2 é uma vista frontal de um comutador;

A figura 3 é uma vista seccional longitudinal do comutador;

A figura 4 é uma vista seccional longitudinal mostrando um estado esquemático de um material compósito e uma chapa de cobre soldadas um no outro;

A figura 5 é uma tabela mostrando resultados de resistência ao desprendimento dos materiais compósitos;

A figura 6 é uma vista seccional longitudinal mostrando um estado esquemático de um outro exemplo de um material compósito e uma chapa de cobre soldados um no outro; e

A figura 7 é um gráfico que mostra resultados medidos de resistência ao desprendimento do material compósito ilustrado na figura 6.

#### DESCRIÇÃO DOS NÚMEROS DE REFERÊNCIA

11: material compósito

14: substrato de carbono

15: camada de ferro.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DE MODALIDADES PREFERIDAS

[0025] A seguir, será descrita uma modalidade da presente invenção com referência aos desenhos. Na figura 1, o número de referência 1 denota uma bomba de combustível para suprir a um motor de combustão interna um combustível misto no qual álcool metílico é misturado na gasolina. A bomba de combustível 1 compreende uma porção da bomba 2 e uma porção do motor 3 (ver figura 1). Na presente modalidade, as porções da bomba 2 empregam uma bomba tipo propulsor de uso geral a ser provido em um eixo do rotor 4, que é descrito a seguir. É omitida uma descrição da bomba tipo propulsor. Na porção do motor 3, o eixo do rotor 4 é provido integralmente com um núcleo do rotor 5 e um comutador (comutador de carbono) 6 (ver figura 1), que está descrito a seguir. Um ímã permanente 8 é fixado em uma superfície periférica interna de uma forquilha 7. Uma escova 9 que entra em contato deslizante com o comutador 6 é impelida por uma mola 10 (ver figura 1). Uma superfície lateral do comutador 6 em uma direção axial do eixo do rotor 4 tem uma superfície de contato deslizante que entra em contato deslizante com a escova 9.

[0026] O comutador 6 é estruturado de maneira tal que um segmento de comutação 12 seja formado usando um material compósito 11 (ver figura 3) com o qual a presente modalidade é realizada. Para o material compósito 11, o comutador 6 é formado integralmente por moldagem por injeção de um material de resina 13 feito de um material isolante enquanto é penetrado pelo eixo do rotor 4. Conforme mostrado na figura 3, entalhes abertos 12a são formados radialmente em uma superfície lateral do segmento de comutação 12 de forma que múltiplos segmentos de comutação 12 sejam providos circunferencialmente de maneira a ser desconectados eletricamente. Um canal de entrada 12b é formado de maneira projetante em cada um dos segmentos de comutação 12 (ver figuras 1 e 2). Uma bobina 5a é enrolada no núcleo do rotor 5, em seguida enganchada no canal de entrada 12b (ver figura 1).

[0027] Para o material compósito 11 que forma o comutador 6 da

presente invenção, pós de ferro são submetidos a um tratamento térmico ou um tratamento de imersão em água, colocados em uma superfície de um substrato de carbono 14 que é formado antecipadamente por sinterização, e gradualmente aquecidos a temperaturas superiores à temperatura de solução sólida (uma temperatura de difusão) de carbono. Em decorrência disto, uma solução sólida que corresponde a uma reação de cementação ocorre eficientemente no substrato de carbono 14, mesmo que a temperatura de solução do substrato de carbono 14 seja mais baixa. Uma camada de ferro 15 é assim formada no comutador 6 com uma maior resistência ao desprendimento.

[0028] Em virtude de o tratamento de imersão em água ou o tratamento térmico ser aplicado aos pós de ferro, uma reação de oxidação pode avançar nas superfícies dos pós de ferro. Uma grande quantidade de oxigênio ativo pode assim ser adsorvida para as superfícies dos pós de ferro. No substrato de carbono 14, o oxigênio ativo pode assim promover uma solução sólida correspondente a uma reação de cementação. Em decorrência disto, a resistência ao desprendimento pode ser aumentada entre o substrato de carbono 14 e o ferro. Água usada para tal tratamento de imersão em água dos pós de ferro é necessária para conter oxigênio dissolvido a fim de facilitar a oxidação nas superfícies de pó de ferro.

[0029] Quando ferro com um menor teor de carbono sob uma atmosfera de carbono é aquecido a uma temperatura não inferior a aproximadamente 800 graus Celsius, que é maior que a temperatura de solução sólida do carbono, então ocorre uma assim chamada cementação, na qual o carbono difunde para as superfícies de materiais de ferro de maneira a causar uma solução sólida. No caso em que esta reação de cementação é causada, pode-se conseguir uma maior resistência da união, se pó de metal, contendo outros metais cujo componente principal é ferro, em vez dos pós de ferro supradescritos, for sinterizado nas superfícies do substrato de carbono

14. Quando a resistência ao desprendimento foi medida, o substrato de carbono 14 se rompeu antes de uma superfície unida ser desprendida, onde uma resistência ao desprendimento do substrato de carbono foi aproximadamente 200 kgf/cm<sup>2</sup> (quilograma força por centímetro quadrado). A resistência da união assim demonstrou não apresentar problemas para uso prático.

[0030] Além disso, o substrato de carbono 14 é formado de maneira tal que, por exemplo, pós de carbono sejam compactados em uma forma (uma forma de anel, por exemplo); os pós de carbono formados compactados (ou seja, um substrato de carbono) é sinterizado por 2 horas a temperaturas de 800 a 2.000 graus Celsius; e o material compósito é resfriado a uma temperatura normal (à temperatura ambiente). O tempo e temperatura de sinterização para formar o substrato de carbono 14 são baseados em condições devidamente estabelecidas de acordo com o uso do substrato de carbono 14. Depois disso, os pós de ferro, submetidos ao tratamento de imersão em água ou ao tratamento térmico, são anexados a uma superfície superior do substrato de carbono 14 formado da maneira supradescrita. Aqui, vários métodos são usados para anexar os pós de carbono na superfície superior do substrato de carbono 14. Por exemplo, uma quantidade adequada de pós de ferro pode ser diretamente colocada na superfície superior do substrato de carbono 14, e pode então ser nivelada com uma espátula ou similares. Ou pós de ferro podem ser anexados forçadamente usando um ligante (por exemplo, um adesivo orgânico), o ligante sendo queimado e envernizado a uma temperatura que aumenta a fase durante a sinterização.

[0031] O tamanho de partículas dos pós de ferro é aproximadamente 5 a 15 micrometros ( $\mu\text{m}$ ), preferivelmente 10  $\mu\text{m}$  em média. As temperaturas de sinterização são 1.000 a 1.300 graus Celsius, que são superiores à temperatura de difusão de carbono (não superiores ao ponto de fusão), e de preferência aproximadamente 1.100 a 1.150 graus Celsius. O tempo de sinterização é 1 a

2 horas, e de preferência aproximadamente 1,5 hora. A atmosfera de sinterização é preferivelmente uma atmosfera de vácuo, que não deve ser limitada somente a uma atmosfera. Essas condições sendo estabelecidas, o material compósito 11 é formado de maneira a ter a camada de ferro 15 em uma superfície do material compósito 11. Dessa maneira, o material compósito 11 formado da maneira supradescrita pode ser usado com vários propósitos, como um assim chamado material com gradiente funcional que permite, por exemplo, que uma chapa de cobre 17 seja afixada na camada de ferro 15 por sola com uma solda forte 16 (ver figuras 3 e 4).

[0032] Além do mais, o material compósito 11 fabricado de acordo com a presente invenção tem uma camada de liga de ferro sinterizada que é formada em uma superfície do substrato de carbono 14 à qual materiais metálicos tais como cobre e latão são ligados por solda. Metais sem ser ferro que formam a camada de liga de ferro têm uma alta afinidade (compatibilidade) pelo carbono. Tais metais são exemplificados nos elementos do grupo 4, grupo 5, grupo 6, grupo 7, grupo 9 e grupo 10 de uma tabela periódica completa de elementos. Desses metais exemplificados, um ou uma pluralidade de metais é selecionada. Especificamente, tais metais são titânio (Ti), vanádio (V), cromo (Cr), manganês (Mn), cobalto (Co), níquel (Ni), nióbio (Nb), molibdênio (Mo) e tungstênio (W). Um ou uma pluralidade desses metais especificados é assim selecionada.

[0033] Como a liga de ferro, uma mistura de pós de um único metal pode ser usada. Sob a luz de regularidade da camada de liga de ferro a ser sinterizada, entretanto, pós de uma liga de ferro que contêm os metais selecionados supradescritos são mais preferidos. Com uma liga dessas, são exemplificadas ligas de aço inoxidável, aço-cromo, aço níquel-cromo, ou aço níquel-cromo-molibdênio, etc. Tanto um tipo simples como uma combinação de dois tipos dessas ligas podem ser usados.

[0034] O teor de metal sem ser ferro é cerca de 1 a 40 por cento. Por

exemplo, quando o metal é aço inoxidável, o aço inoxidável SUS304L, denominado pelos Padrões Industriais Japonês (JIS), é uma liga de ferro que contém metais de manganês em 0,2 %, níquel em 10,0 % e cromo em 19,2 %. Ou seja, a proporção total desses metais é 29,4 %. SUS316L é uma liga de ferro que contém metais de manganês em 0,4 %, níquel em 13,0 %, cromo em 17,0 %, molibdênio em 3,0 % e nióbio em 0,4 %. Ou seja, a proporção total desses metais é 31,3 %. SUS444L é uma liga de ferro que contém os metais de manganês em 0,2 %, níquel em 0,2 %, cromo em 18,0 % e molibdênio em 2,0 %. Ou seja, a proporção total desses metais é 20,4 %. Quando uma liga de ferro é aço cromo-molibdênio, SCM415, denominada pela JIS, contém manganês em 0,6 %, cromo em 1,0 % e molibdênio em 0,3 %. Ou seja, a proporção total desses metais é 1,9%. Na presente invenção, essas ligas de ferro citadas podem ser adotadas.

[0035] A fim de melhorar o molhamento da solda 16 para unir a chapa de cobre 17, um material metálico a base de cobre é contido na liga de ferro supraespecificada. Como o material metálico a base de cobre a ser contido, não somente um cobre simples pode ser adotado, mas também uma liga de cobre que contém cobre e outros metais, ou seja, um ou uma pluralidade de tipos selecionados entre várias ligas de cobre podem ser adotados. Por exemplo, são adotados bronze como a liga de cobre e zinco (Zn); bronze sendo uma liga de cobre e estanho (Sn); alumínio bronze sendo uma liga de cobre e alumínio (Al); berilo bronze sendo uma liga de cobre e berilo (Be); cuproníquel sendo uma liga de cobre e níquel; níquel prata sendo uma liga de cobre, níquel e zinco.

[0036] O tamanho de partícula dos pós de metal a ser usados é cada qual aproximadamente 5 a 30  $\mu\text{m}$ , e uma média do tamanho de partícula é aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ . Temperaturas de sinterização são 1.000 a 1.300 graus Celsius, e preferivelmente 1.050 a 1.150 graus Celsius, que é superior à temperatura de difusão do carbono (não inferior à temperatura de difusão) e

inferior ao ponto de fusão do ferro (não superior ao ponto de fusão). O tempo de sinterização é aproximadamente 0,5 a 2 horas, e de preferência aproximadamente 1,5 hora. A atmosfera de sinterização é preferivelmente uma atmosfera a vácuo, que não deve ser limitada somente a uma atmosfera. Essas condições sendo estabelecidas, o material compósito 11 é formado de maneira a ter uma camada de ferro contendo cobre 15 que é formada em uma superfície do substrato de carbono 14 (ver figura 3). O material compósito 11 pode ser usado com vários propósitos com um assim chamado material com gradiente funcional. Um comutador pode ser assim produzido, por exemplo, unindo um segmento de comutação feito de cobre 12 a uma superfície da camada de ferro contendo cobre 15 usando solda com um material de solda forte 16.

[0037] Pós de ferro tratados com água ou calor e vários materiais base compósitos de carbono foram produzidos experimentalmente. Os resultados da produção experimental estão mostrados em uma tabela da figura 5 e um gráfico da figura 7.

#### I. Produção de pós de ferro tratados com água

[0038] Pós de ferro com um tamanho de partícula médio de 10 micrometros foram imersos por 20 horas em água destilada que foi submetida a aeração. Em seguida, os pós de ferro imersos foram filtrados. Depois disso, os pós de ferro filtrados foram secos a uma temperatura normal. Em decorrência disto, pós de ferro tratados com água foram obtidos (ver figura 5).

#### II. Produção de pós de ferro tratados termicamente

[0039] Outros pós de ferro com um tamanho de partícula médio de 10 micrometros foram submetidos a um tratamento térmico por 1 hora a temperaturas de 200 graus Celsius e 500 graus Celsius, respectivamente, no ar, em seguida foram resfriados naturalmente até uma temperatura normal. Em decorrência disto, pós de ferro tratados termicamente 1 e 2 foram cada qual obtidos (ver figura 5).

### III. Produção de vários materiais compósitos

[0040] Vários materiais compósitos 11 foram produzidos colocando os pós de ferro tratados obtidos citados em superfícies de substratos de carbono 14 que foram sinterizados por 2 horas a temperaturas de 1.400 graus Celsius. Os pós de ferro tratados com água e os pós de ferro tratados termicamente 1 foram nivelados a uma espessura de cerca de 0,1 milímetro antes de serem colocados em uma superfície de substrato de carbono 14, em seguida foram sinterizados por 1,5 hora a temperaturas de aproximadamente 1.100 graus Celsius sob uma atmosfera de vácuo. Em decorrência disto, materiais compósitos 11 foram respectivamente obtidos (ver figura 5).

[0041] Com relação aos pós de ferro tratados termicamente 2, foram usados pós de ferro misturados contendo pós de ferro não tratados em 75% e pós de ferro tratados termicamente 2 em 25%, de forma que um outro material compósito 11 fosse obtido da mesma maneira supradescrita. Além do mais, para comparação, um outro material compósito 11 foi obtido da mesma maneira usando pós de ferro não tratados sem nenhum pó de ferro tratado com água ou calor (ver figura 5).

[0042] Conforme mostrado na tabela da figura 5, aqueles materiais compósitos produzidos 11 foram medidos pelas resistências ao desprendimento (N). As condições das superfícies desprendidas desses materiais compósitos 11 foram também observadas. Os materiais compósitos 11 produzidos usando os pós de ferro tratados com água ou calor todos têm melhor resistência ao desprendimento em comparação com o material compósito 11 usando pós de ferro não tratados. Os materiais compósitos 11 usando pós de ferro tratados com água ou calor têm todos melhores percentuais residuais de substrato de carbono nos lados dos elementos terminais feitos de cobre.

### IV. Produção de outros materiais compósitos

[0043] Pós de liga de ferro de SUS444L com um tamanho de partícula

médio de 10 micrometros foram suficientemente misturados com pós de cobre com um tamanho de partícula médio de 10 micrometros nas proporções de pó de cobre com porcentagens de 3, 7,5 e 15 respectivamente em peso (% em peso) com relação aos pós de liga de ferro da SUS444L. Depois disso, cada um dos pós de liga de ferro mistos com os pós de cobre foi colocado e nivelado a uma espessura de aproximadamente 0,5 milímetro em superfícies de substrato de carbono 14, que foram sinterizadas por 2 horas a temperaturas de 1.400 graus Celsius, em seguida sinterizados por 1,5 hora a temperaturas de sinterização de 1.100 graus Celsius sob uma atmosfera de vácuo. Em decorrência disto, foram obtidos materiais compostos de uma camada de ferro contendo cobre 15 e um substrato de carbono 14 que foram unidos integralmente um no outro. A espessura da camada de ferro contendo cobre 15 desses materiais foi aproximadamente 200 micrometros em média.

[0044] Uma chapa de cobre 17 foi unida nas camadas contendo cobre 15 por uma solda forte 16 (ver figura 6). Conforme mostrado no gráfico da figura 7, as resistências das uniões (resistências ao desprendimento N) das mesmas foram medidas representativamente. As ligas de cobre mistas com os materiais de metal a base de cobre têm todas maiores resistências de união em comparação com a liga de ferro na qual não foi misturado nenhum material metálico a base de cobre.

[0045] A presente invenção é usada para um comutador de carbono de um motor elétrico e em um método para produzir o mesmo. Um pó de ferro submetido a um tratamento de imersão em água ou um tratamento térmico para aumentar o oxigênio adsorvido na superfície é anexado na superfície do substrato de carbono formado antecipadamente por sinterização. Um material compósito é formado aplicando sinterização a temperaturas não inferiores à temperatura de difusão do carbono e não superiores ao ponto de fusão do ferro. Reação é promovida na interface de contato entre o substrato de carbono e os pós de ferro. Em decorrência disto, obtém-se um comutador com

alta resistência ao desprendimento.

## REIVINDICAÇÕES

1. Comutador de carbono utilizando um material compósito (11), o material compósito compreendendo:

um substrato de carbono (14); e

uma camada de ferro (15), em que:

a camada de ferro (15), na qual o material metálico (17) pode ser ligado, é formada em uma superfície do substrato de carbono (14), caracterizado pelo fato de que:

pós de ferro, que são usados para formar a camada de ferro, são submetidos a um tratamento de imersão em água ou a um tratamento térmico antes da colocação dos pós de ferro na superfície do substrato de carbono (14) que é formado antecipadamente por sinterização, e

sinterização é aplicada nos pós de ferro colocados na superfície do substrato de carbono (14) a uma temperatura de 1000 a 1300 graus Celsius que é maior do que uma temperatura de difusão do carbono e menor do que um ponto de fusão do ferro a fim de formar a camada de ferro na superfície do substrato de carbono (14).

2. Comutador de carbono utilizando um material compósito (11), o material compósito (11) compreendendo:

um substrato de carbono (14); e

uma camada de ferro (15), em que:

a camada de ferro (15), na qual o material metálico (17) pode ser unido por solda, é formada na superfície do substrato de carbono (14), caracterizado pelo fato de que:

uma mistura de pós, que é usada para formar a camada de ferro (15), que contem pós de ferro submetidos a um tratamento de imersão em água ou a um tratamento térmico, material metálico a base de cobre e pós de um metal para aumentar uma afinidade com carbono ou pós de uma liga de ferro que contenha o metal, é colocada na superfície do substrato de carbono

(14) que é formado antecipadamente por sinterização; e

sinterização é aplicada nos pós de liga de ferro colocados na superfície do substrato de carbono a uma temperatura de 1000 a 1300 graus Celsius que é maior do que uma temperatura de difusão do carbono e menor do que um ponto de fusão do ferro, a fim de formar a camada de ferro na superfície do substrato de carbono (14).

3. Comutador de carbono de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os pós de material metálico a base de cobre são pós de cobre ou pelo menos um tipo selecionado entre pós de liga de cobre e outros metais.

4. Método para produzir um comutador de carbono utilizando um material compósito (11), o material compósito (11) compreendendo:

um substrato de carbono (14); e

uma camada de ferro (15), em que a camada de ferro (15), na qual um material metálico (17) pode ser unido, é formada em uma superfície do substrato de carbono (14), caracterizado pelo fato de que:

o material compósito (11) é formado pelas etapas de:

colocar pós de ferro, que são submetidos a um tratamento de imersão em água ou a um tratamento térmico, na superfície do substrato de carbono (14) que é formado antecipadamente por sinterização; e

sinterizar a uma temperatura de 1000 a 1300 graus Celsius que é maior do que uma temperatura de difusão do carbono e menor do que um ponto de fusão do ferro a fim de formar a camada de ferro na superfície do substrato de carbono (14).

5. Método para produzir um comutador de carbono utilizando um material compósito (11), o material compósito compreendendo:

um substrato de carbono (14); e

uma camada de ferro (15), em que a camada de ferro (15), na qual um material metálico (17) pode ser unido, é formada em uma superfície

do substrato de carbono (14), caracterizado pelo fato de que:

o material compósito (11) é formado pelas etapas de:

colocar uma mistura de pós, que contem pós de ferro submetidos a um tratamento de imersão em água ou um tratamento térmico, material metálico a base de cobre e pós de um metal, para melhorar uma afinidade com o carbono ou pós de uma liga de ferro que contêm o metal, na superfície do substrato de carbono (14) que é formado antecipadamente pela sinterização; e

sinterizar a uma temperatura de 1000 a 1300 graus Celsius que é maior do que uma temperatura de difusão de carbono e menor do que uma temperatura de fusão do ferro a fim de formar a camada de ferro na superfície do substrato de carbono (14).

6. Método para produzir o comutador de carbono de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que os pós de material metálico a base de cobre são pós de cobre ou pelo menos um tipo selecionado entre pós de liga de cobre e outros metais.

Fig.1

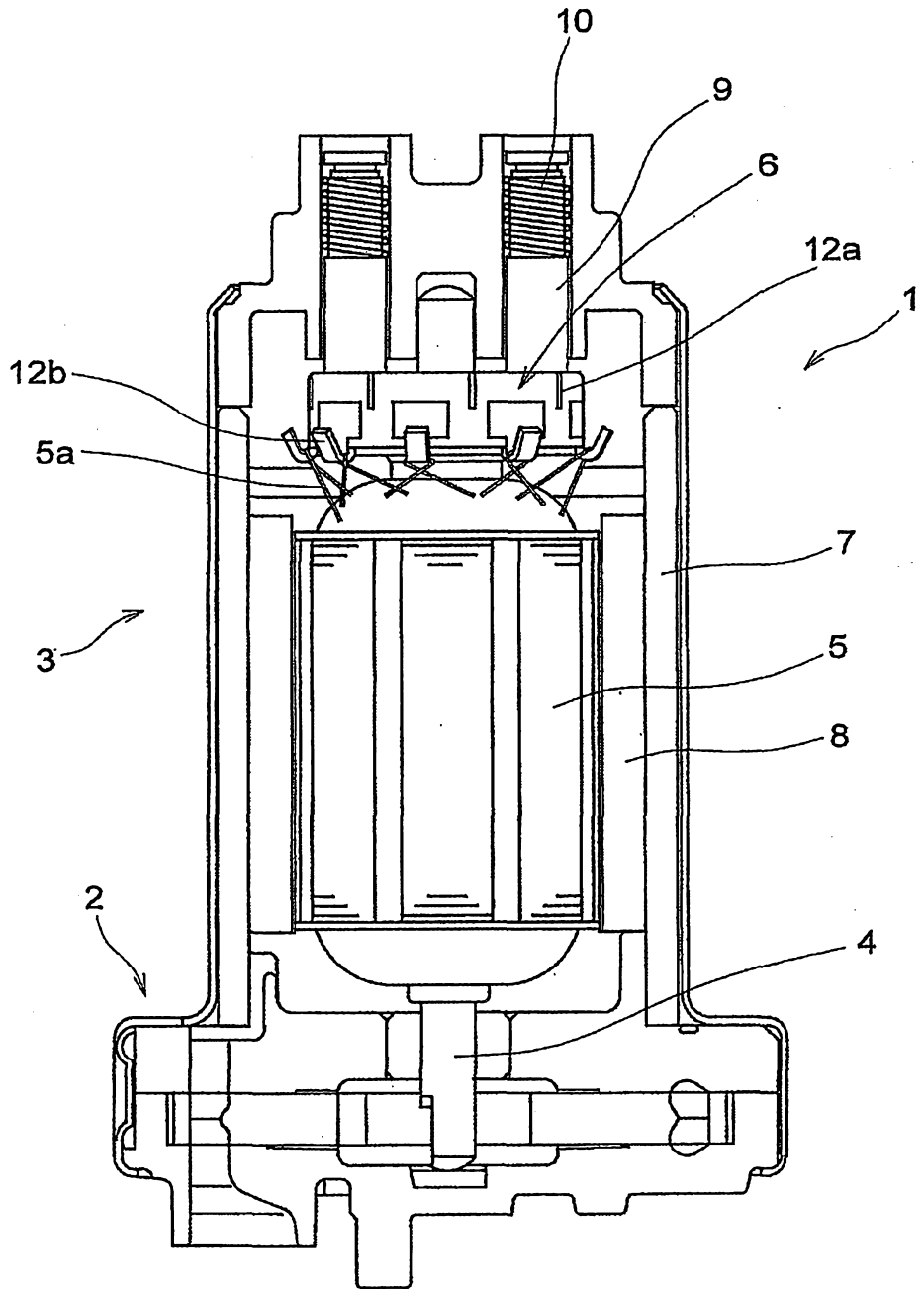


Fig.2

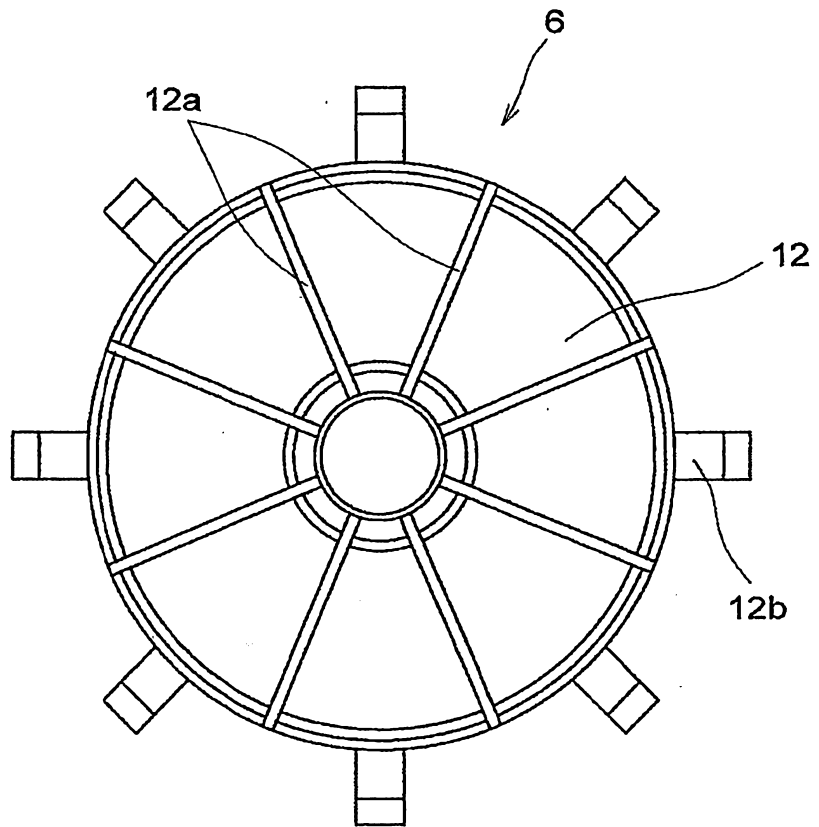


Fig.3

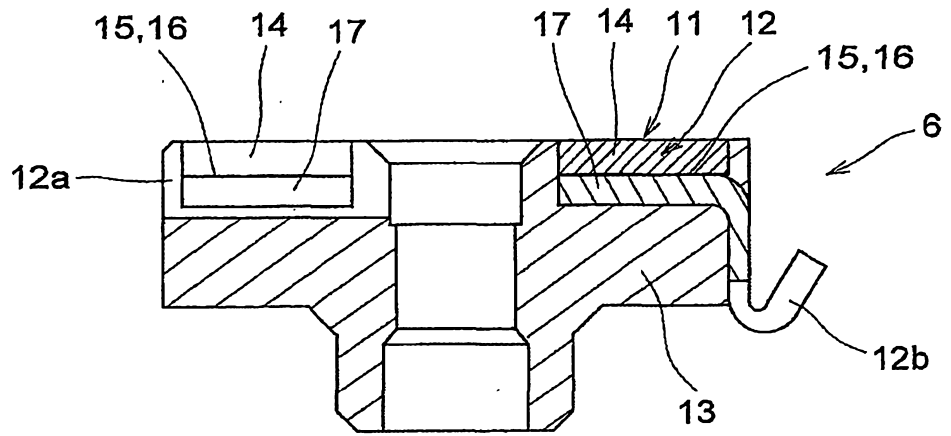


Fig.4

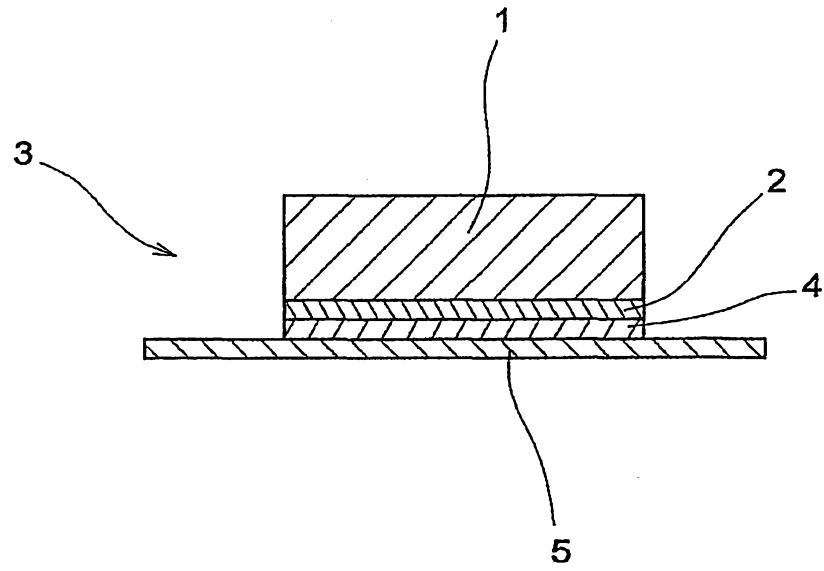


Fig.5

<b>Tratamento de pó de ferro</b>	<b>Resistência ao desprendimento (N)</b>	<b>Razão residual de carbono no lado da camada de ferro</b>
<b>Imersão em água</b>	<b>246.75</b>	<b>Cerca de 70 %</b>
<b>Tratamento térmico 1</b>	<b>174.17</b>	<b>Cerca de 60 %</b>
<b>Tratamento térmico 2 + nenhum tratamento</b>	<b>322.45</b>	<b>Cerca de 50 %</b>
<b>Nenhum tratamento</b>	<b>165.85</b>	<b>Cerca de 30 %</b>

Fig.6

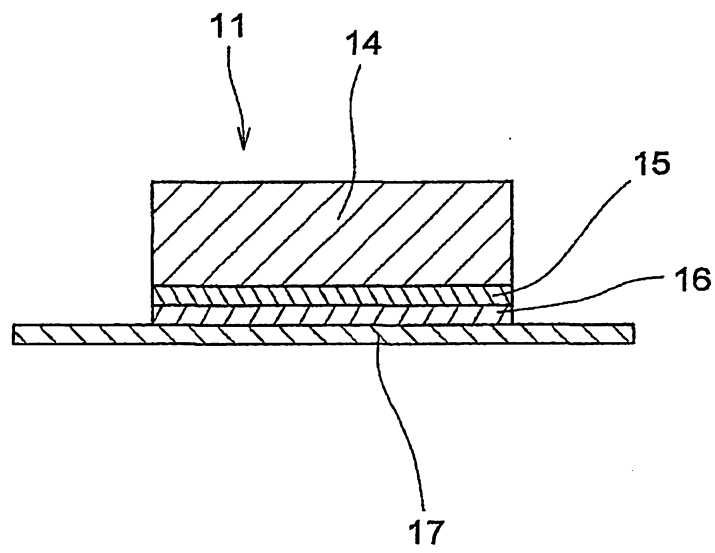


Fig. 7

