



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

(11) PI 0106597-1 B1

(22) Data do Depósito: 28/12/2001

(45) Data de Concessão: 15/03/2016
(RPI 2358)



* B R F I D 1 0 6 5 9 7 B 1 *

(54) Título: PROCESSO DE INJEÇÃO DE ROTORES DE MOTORES ELÉTRICOS

(51) Int.Cl.: H02K 15/02; B29C 45/14; H02K 1/22

(73) Titular(es): EMPRESA BRASILEIRA DE COMPRESSORES S/A - EMBRACO.

(72) Inventor(es): RIVIO ARTURO RAMIREZ, EDISON KRZEMINSKI, CLÁUDIO ANTONIO DROZDEK

"PROCESSO DE INJEÇÃO DE ROTORES DE MOTORES ELÉTRICOS"

Campo da invenção

[001] Refere-se a presente invenção a um processo para prover a injeção, por centrifugação, da gaiola de alumínio ou de outro metal adequado no pacote de lâminas de aço do rotor de um motor elétrico, particularmente do rotor de pequenos motores elétricos, tais como aqueles utilizados nos compressores herméticos de pequenos sistemas de refrigeração.

Antecedentes da invenção

[002] Já é conhecida da técnica a injeção, por centrifugação, das gaiolas de alumínio em rotores, formados por um pacote de idênticas lâminas de aço anelares, superpostas e providas de aberturas que se alinham longitudinalmente com as aberturas das outras lâminas do pacote, para definir pluralidade de canais axiais interligando às faces externas das lâminas extremas do pacote e angularmente distanciadas entre si ao longo de um alinhamento circular concêntrico ao eixo geométrico longitudinal do pacote de lâminas, mas radialmente recuado em relação à face lateral deste último.

[003] Conforme ilustrado nas figuras 1 a 5, representativas do estado da técnica, o pacote de lâminas 10, com o eixo geométrico longitudinal disposto verticalmente, é posicionado no interior de um molde 20 que define uma cavidade anelar inferior 22 junto à face externa da lâmina extrema inferior e uma cavidade superior 21, substancialmente cilíndrica ou tronco-cônica, junto à face externa da lâmina extrema superior e aberta para o canal de entrada 23 de alumínio no molde 20.

[004] Durante o vazamento do alumínio ou da liga metálica

escolhida, o pacote de lâminas 10 tem seu furo axial central 11, no qual será posteriormente montado o eixo do motor elétrico, preenchido com um macho 25 tendo um extremo superior substancialmente nivelado com a lâmina extrema superior do pacote de lâmina 10 e tendo uma porção extrema inferior alargada, assentada em um respectivo alargamento extremo inferior 11a do furo axial central 11 do pacote de lâminas 10 e contra a porção do molde que define a cavidade inferior 22.

[005] O alumínio é vazado na cavidade superior 21, passando através dos canais axiais 12 do pacote de lâminas 10 para a cavidade inferior 22, preenchendo esta última, os canais axiais 12 e a cavidade superior 21, nessa ordem, solidificando-se em um padrão ascendente e radial para dentro, a medida que o molde 20 gira em torno de seu eixo geométrico vertical e o metal esfria.

[006] Terminado o vazamento e a solidificação do alumínio, o molde 20 é aberto e o rotor formado é submetido a operações de usinagem para eliminação de uma projeção 36 solidificada no canal de entrada 23 (figura 4) e, em seguida, da placa de alumínio fundida contra a lâmina extrema superior do pacote de lâminas 10, para desobstrução do adjacente extremo furo axial central 11 do pacote de lâminas 10 e definição do perfil interno correto para o anel superior 31 da gaiola de alumínio que compreende ainda, em peça única, um anel inferior 32, já formado pelo molde 20, e uma pluralidade de barras 33 formadas no interior dos canais axiais 12 do pacote de lâminas 10.

[007] Na injeção, por centrifugação, desses rotores, as cavidades superior 21 e inferior 22 do molde 20 e o próprio

pacote de lâminas 10 são aquecidos para que o alumínio fundido passe pela cavidade superior 21 e pelos canais axiais 12 do pacote de lâminas 10 sem se solidificar, alcançando, gravitacionalmente, a cavidade inferior 22, preenchendo-a e iniciando sua solidificação de fora para dentro e de baixo para cima. Para tanto, a cavidade superior 21 e o pacote de lâminas 10 são usualmente aquecidos a uma temperatura bem abaixo da temperatura de fusão do alumínio, enquanto que a cavidade inferior 22 é aquecida a uma temperatura mais baixa, permitindo que o alumínio seja solidificado por último, na região superior mais quente do molde 20. Para que o ar presente nas cavidades superior 21 e inferior 22 e nos canais axiais 12 seja conduzido para fora do molde pelo próprio alumínio a ele alimentado, a cavidade inferior 22 é provida de uma saída de ar de qualquer construção adequada (não ilustrada).

[008] Conforme ilustrado nas figuras de 1 a 5, o vazamento do alumínio no interior do molde 20 é feito através do canal de entrada 23 e para interior da cavidade superior 21 cuja parede inferior é definida pela lâmina extrema superior do pacote de lâminas 10 e pelo extremo superior da haste 25 introduzida no furo axial central 11 de lâmina 10.

[009] Ocorre que o alumínio líquido vazado na cavidade superior 21 entra em contato direto com a região marginal interna da lâmina extrema superior do pacote de lâminas 10, provocando deformações nessa região e permitindo a penetração de alumínio entre as lâminas superiores do pacote de lâminas 10.

[0010] Além de exigir extensas operações de usinagem para formação do anel superior 31, esse processo de injeção da

técnica anterior requer usinagem difícil da região central do anel superior 31 para acomodação da bomba de óleo do compressor, em função da deformação da lâmina extrema superior na região central descoberta do anel superior 31. Essas operações de usinagem reduzem a produtividade e encarecem a produção dos rotores, particularmente em se tratando de rotores de pequenas dimensões com grande volume de produção. Além disso, a entrada de alumínio entre as lâminas, no sentido radial para fora, a partir da região extrema superior do furo axial central 11, prejudica a eficiência eletromagnética do rotor.

Objetivo da invenção

[0011] Em razão dos problemas acima mencionados e relacionados ao processo de injeção de rotores por centrifugação, a presente invenção tem por objetivo prover um processo de injeção dessas peças, por centrifugação, reduzindo consideravelmente as operações de usinagem para formação do anel superior da gaiola de alumínio ou de outro material condutor do rotor e eliminando o problema da deformação da lâmina extrema superior e, conseqüentemente, a penetração de alumínio entre as lâminas superiores do pacote de lâminas.

Sumário da invenção

[0012] Para alcançar o objetivo acima citado o processo de injeção da presente invenção é aplicável na obtenção de um rotor compreendendo: um pacote de lâminas vazado por um furo axial central e por uma pluralidade de canais axiais; e uma gaiola de metal fundido, formada por um par de anéis extremos superior e inferior, respectivamente assentados contra as lâminas extremas superior e inferior do pacote de lâminas e

interligados, em peça única, por uma pluralidade de barras fundidas nos canais axiais.

[0013] De acordo com a invenção o processo de injeção da gaiola compreende as etapas de:

- preencher o extremo inferior do furo axial central com um respectivo macho;
- montar, na porção extrema superior do furo axial central, um pino de estampagem tendo uma cabeça alargada assentada contra a lâmina extrema superior do pacote de lâminas e apresentando contorno circular com seção transversal diametral definindo parte da altura da seção transversal diametral da abertura central do anel superior da gaiola;
- aquecer o pacote de lâminas a uma primeira temperatura inferior a temperatura de fusão do metal a ser injetado;
- aquecer, na dita primeira temperatura, uma cavidade superior de um molde , a ser posicionada junto à lâmina extrema superior do pacote de lâminas e, a uma segunda temperatura, substancialmente inferior à primeira, uma cavidade inferior do molde, a ser posicionada junto à lâmina extrema inferior do pacote de lâminas.
- posicionar o pacote de lâminas, com seu eixo geométrico longitudinal disposto verticalmente, no interior do molde;
- girar o molde e vaziar o metal em seu interior, através do canal de entrada, de modo a preencher a cavidade inferior, os canais axiais e a cavidade superior;
- deixar o metal solidificar e paralisar e abrir o molde para retirada do rotor e do macho de seu interior, com a gaiola já formada e compreendendo o anel inferior, as barras e uma placa superior cobrindo o pino de estampagem; e
- extrair axialmente o pino de estampagem, de modo a romper,

centralmente, a placa superior, transformando-a no anel superior da gaiola.

[0014] Conforme pode ser observado, o processo em questão elimina os efeitos nocivos do contato do metal líquido a alta temperatura com a porção central exposta da lâmina extrema superior e também a necessidade de usinagem de grande quantidade de alumínio para a formação da abertura central do anel superior da gaiola. A retirada do pino de estampagem provoca o rompimento da placa superior de metal, praticamente definindo a abertura central do anel superior da gaiola e exigindo apenas, quando muito, uma ligeira usinagem (chanfragem) de acabamento no canto vivo para eliminação de rebarbas oriundas da extração do pino de estampagem.

Breve descrição dos desenhos

[0015] A invenção será descrita a seguir, fazendo-se referências aos desenhos anexos, nos quais:

[0016] A figura 1 representa uma vista em corte longitudinal diametral de um pacote de lâminas montado no interior de um molde, para a subsequente injeção de alumínio ou outro metal por centrifugação, de acordo com um processo da técnica anterior;

[0017] A figura 2 representa uma vista similar à da figura 1, mas ilustrando o pacote de lâminas já carregando a gaiola formada no interior das duas cavidades do molde e nos canais axiais do pacote de lâminas;

[0018] A figura 3 representa um corte longitudinal do rotor obtido pelo processo da técnica anterior e após ter sido retirado do molde ilustrado na figura 2, dita vista ilustrando ainda a deformação que costuma ocorrer na lâmina extrema superior do pacote de lâminas;

[0019] As figuras 4 e 5 representam vistas semelhantes àquela da figura 3, mas ilustrando duas operações de usinagem que a técnica anterior requer para a formação do anel superior da gaiola;

[0020] A figura 6 representa uma vista semelhante à da figura 2, mas ilustrando a gaiola injetada no pacote de lâminas de acordo com o processo objeto da presente invenção;

[0021] A figura 7 representa uma vista semelhante à da figura 3, mas ilustrando o rotor tal como extraído do molde e liberado do macho inferior, de acordo com mais uma etapa do novo processo; e

[0022] A figura 8 representa uma vista semelhante à da figura 7, mas ilustrando a etapa de remoção do pino de estampagem, para formação da abertura central do anel superior da gaiola.

Descrição detalhada da invenção

[0023] Conforme já comentado, no processo de injeção por centrifugação, representado nas figuras de 1 a 5, a injeção do alumínio (ou outro metal) líquido na cavidade superior é feita diretamente sobre toda superfície anelar externa da lâmina extrema superior do pacote de lâminas 10, produzindo deformações na referida.

[0024] Além do problema acima, a cavidade superior 21 do molde 20 é configurada para prover a fundição de uma placa 35 incorporando uma projeção axial superior 36 definida no interior do canal de entrada 23 e parcialmente usada para compensar a contração do alumínio durante a solidificação.

[0025] Essa solução exige as operações de usinagem esquematicamente representadas nas figuras 4 e 5.

[0026] De acordo com o processo objeto da presente

invenção, o pacote de lâminas 10 tem o alargamento extremo inferior 11a do furo axial central 11 preenchido com um respectivo macho 25 que é encaixado no interior de parte da extensão do furo axial central 11 do pacote de lâminas 10.

[0027] Na porção extrema superior do furo axial central 11 é encaixado um pino de estampagem 40, o qual apresenta uma cabeça alargada 41, de contorno circular, assentada sobre a lâmina extrema superior do pacote de lâminas 10. A cabeça alargada 41 do pino de estampagem 40 é dimensionada para que sua seção transversal diametral seja coincidente com a seção transversal diametral da abertura central do anel superior 31 da gaiola 30.

[0028] Estando assim preparado o pacote de lâminas 10, ele é aquecido a uma temperatura adequada, geralmente bem inferior à de fusão do alumínio, e posicionado no interior do molde 20 cuja cavidade superior 21 é previamente aquecida geralmente na mesma temperatura do pacote de lâminas 10 e a cavidade inferior 22 é previamente aquecida a uma temperatura inferior de aquecimento da cavidade superior.

[0029] O pacote de lâminas 10 é montado no interior do molde 20 com seu eixo geométrico longitudinal disposto verticalmente, sendo então o molde 20 rotacionado em torno de seu eixo geométrico, enquanto o alumínio fundido é vazado, através do canal de entrada 23, para o interior das cavidades superior 21 e inferior 22 e para dentro dos canais axiais 12 do pacote de lâminas 10.

[0030] Ao serem preenchidas as cavidades 21 e 22 do molde 20 e os canais axiais 12 do pacote de lâminas 10, o alumínio inicia seu processo de solidificação de fora para dentro e ascendentemente, enquanto o molde permanece girando.

[0031] Terminada a solidificação do alumínio, o molde é imobilizado e aberto para a retirada do rotor R de seu interior e para que o macho 25 possa ser sacado do interior do pacote de lâminas 10. O rotor R, injetado, compreende o anel inferior 32 da gaiola 30, as barras 33 já conformados e uma placa superior cobrindo a cabeça alargada 41 do pino de estampagem 40 e incorporando a projeção axial superior 36, conforme ilustrado na figura 8.

[0032] O dimensionamento da cabeça 41 do pino de estampagem 40 é feito de modo a definir, com a cavidade superior 21 do molde 20, uma passagem anelar suficiente para o alumínio líquido vazar em direção aos canais axiais 12, mas que focaliza essa região periférica de junção da placa 35 com a projeção axial 36.

[0033] Essa construção permite que, ao ser o pino de estampagem 40 axialmente forçado para fora, a placa superior 35 seja rompida ao redor da borda periférica da cabeça alargada 41. A extração axial do pino de estampagem 40 provoca, assim, a formação da abertura central do anel superior 31 da gaiola 30, sem exigir operações de usinagem para remoção de grandes quantidades de alumínio.

[0034] Geralmente, é exigida apenas uma ligeira usinagem interna do anel superior 31, caracterizada como uma operação de chanfragem para eliminação de rebarbas oriundas da extração (estampagem) do alumínio durante a extração do pino.

[0035] Deve ser entendido que as temperaturas de aquecimento prévio das cavidades de molde e do pacote de lâminas podem variar de acordo com outros parâmetros envolvidos no processo, observando-se que o aquecimento da cavidade inferior deve ser menor do que aquele imposto à

cavidade superior e ao pacote de lâminas.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de injeção de rotores de motores elétricos dito rotor compreendendo: um pacote de lâminas (10) vazado por um furo axial central (11) e por uma pluralidade de canais axiais (12) e uma gaiola (30) de metal fundido, formada por um par de anéis extremos superior (31) e inferior (32), respectivamente assentados contra as lâminas extremas superior e inferior do pacote de lâminas (10) e interligados, em peça única, por uma pluralidade de barras (33) fundidas nos canais axiais (12), o processo compreendendo as etapas de:

- preparar o pacote de lâminas;
- preencher o extremo inferior (10a) do furo axial central (11) com um respectivo macho (25);
- posicionar o pacote de lâminas (10) com seu eixo geométrico longitudinal disposto verticalmente dentro de um molde (20), o qual define uma cavidade anelar inferior (22) próxima à face externa da lâmina extrema inferior e uma cavidade superior (21) próxima à face externa da lâmina extrema superior e aberta para um canal de entrada (23) para admissão de metal fundido dentro do molde (20);
- girar o molde (20) e vazar o metal em seu interior através do canal de entrada (23), de modo a preencher a cavidade inferior (22), os canais axiais (12), e a cavidade superior (21); e
- deixar o metal solidificar e paralisa e abrir o molde (20) para retirada do rotor e do macho (25) de seu interior, com a gaiola (30) já formada e compreendendo o anel inferior (32) e as barras (33), o processo sendo caracterizado pelo fato de compreender ainda, antes do posicionamento do pacote de

lâminas (10) dentro do molde (20), as etapas de:

- montar, na porção extrema superior do furo axial central (11), um pino de estampagem (40) tendo uma cabeça alargada (41) assentada contra a lâmina extrema superior do pacote de lâminas (10) e apresentando contorno circular com seção transversal diametral coincidente com a seção transversal diametral da abertura central do anel superior (31) da gaiola (30);
- aquecer o pacote de lâminas a uma primeira temperatura inferior à temperatura de fusão do metal a ser injetado;
- aquecer, na dita primeira temperatura, uma cavidade superior (21) de um molde (20), a ser posicionada junto à lâmina extrema superior do pacote de lâminas (10) e, a uma segunda temperatura substancialmente inferior à primeira, uma cavidade inferior (22) do molde (20), a ser posicionada junto à lâmina extrema inferior do pacote de lâminas (10) e, após a abertura do molde (20), as etapas adicionais de:
 - remover o rotor junto com uma placa superior (35) de metal solidificado cobrindo o pino de estampagem (40); e
 - extrair axialmente o pino de estampagem (40), de modo a romper centralmente a placa superior (35), transformando-a no anel superior (31) da gaiola (30).

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir a etapa adicional de usinar internamente o anel superior para a forma final.

3. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de o metal ser alumínio e de a primeira temperatura para aquecimento do pacote de lâminas (10) e da cavidade superior (21) do molde (20) ser bem inferior à temperatura de fusão do alumínio, enquanto que a

segunda temperatura para aquecimento da cavidade inferior (22) do molde (20) é bem inferior àquela de aquecimento da cavidade superior (21).

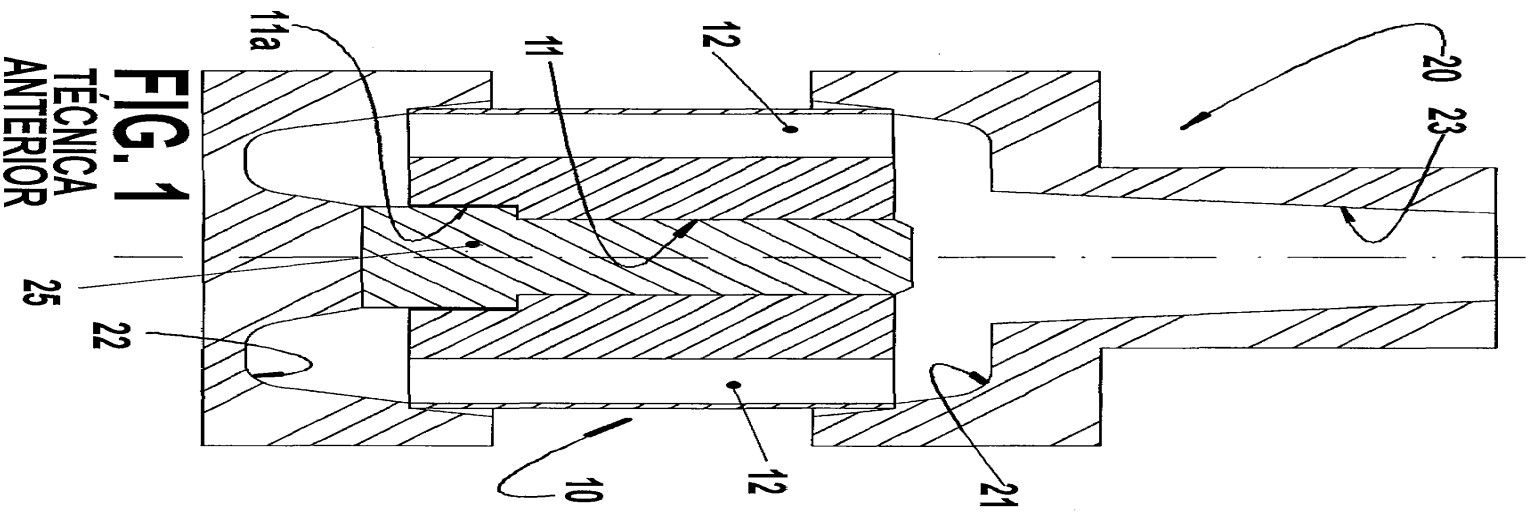


FIG. 1
TÉCNICA
ANTERIOR

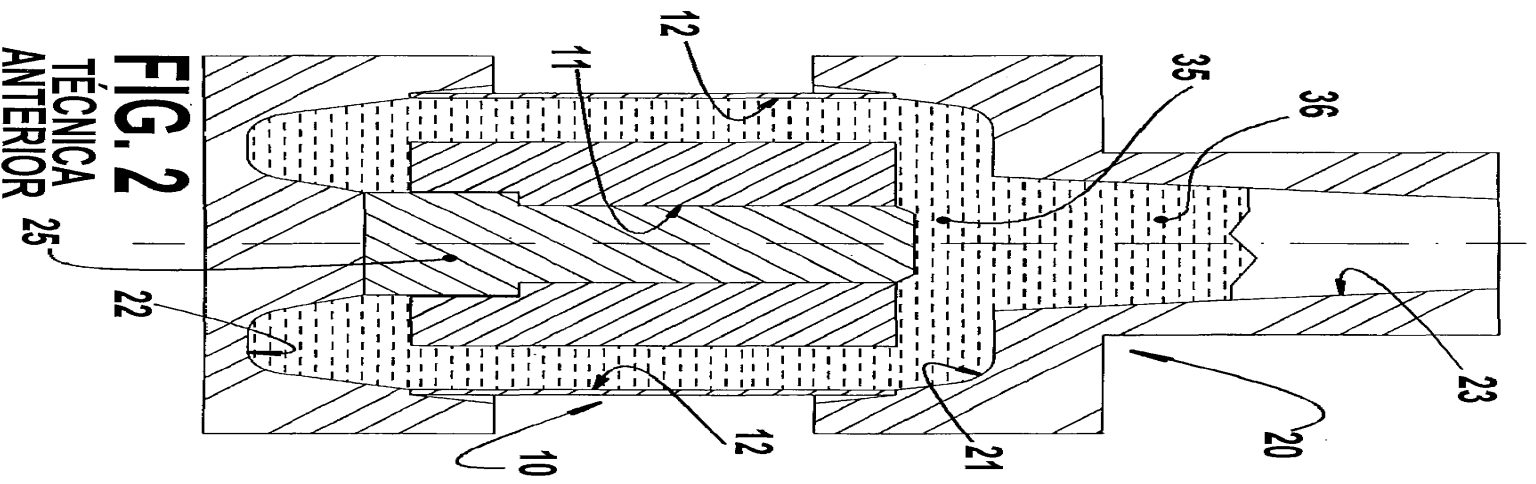


FIG. 2
TÉCNICA
ANTERIOR

1/4

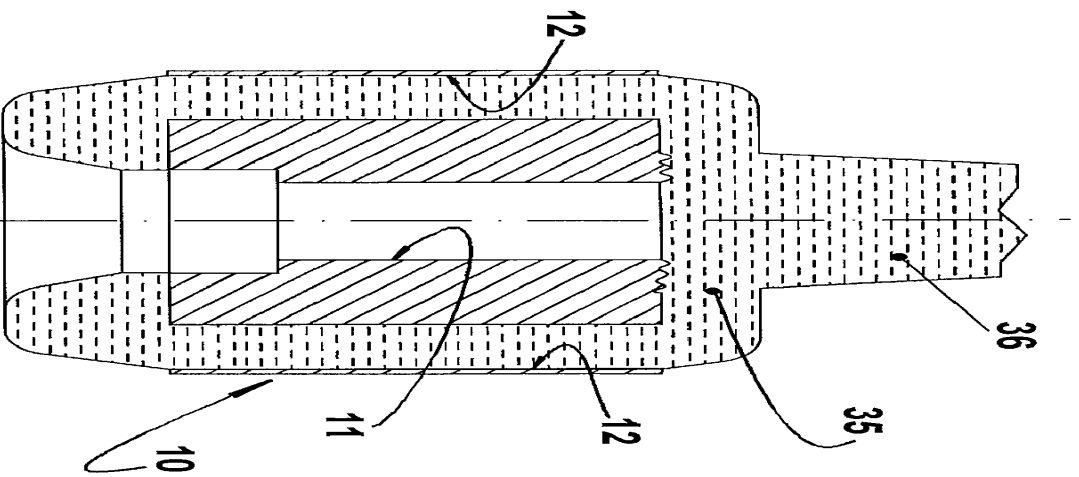


FIG. 3
 TÉCNICA
 ANTERIOR

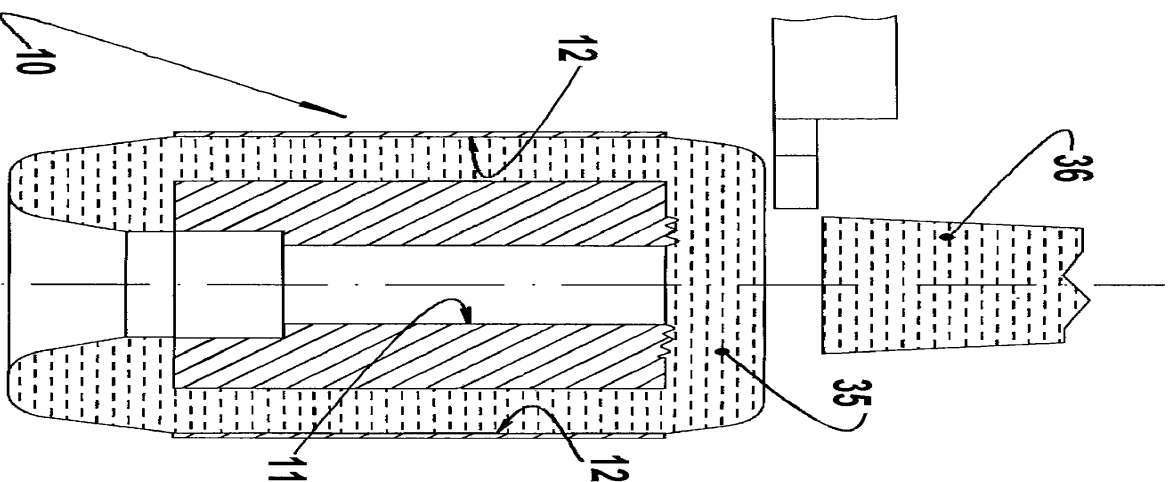


FIG. 4
 TÉCNICA
 ANTERIOR

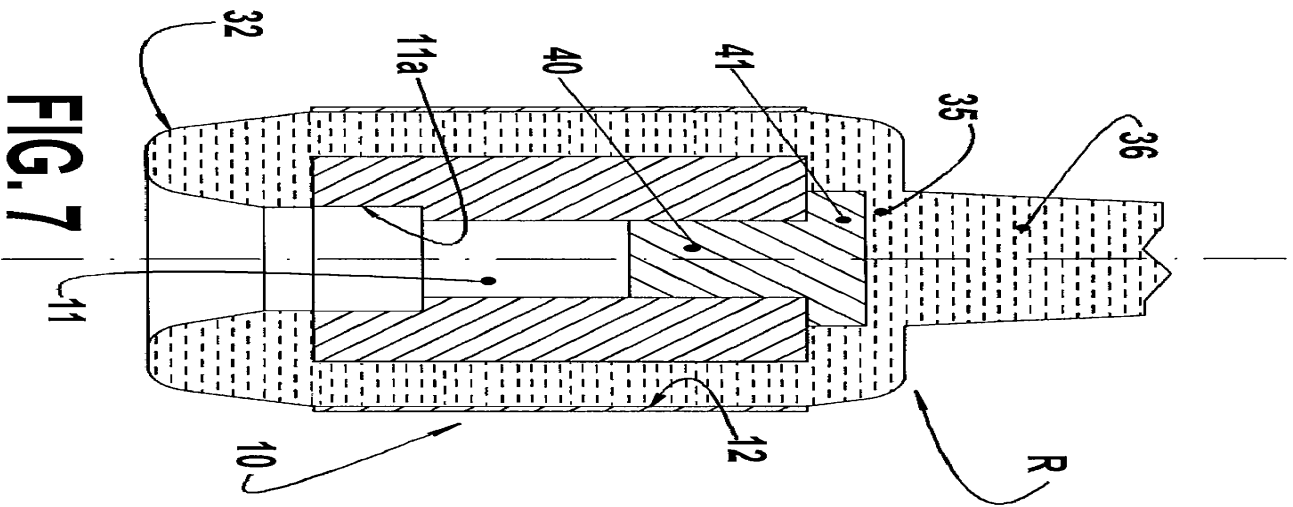


FIG. 7

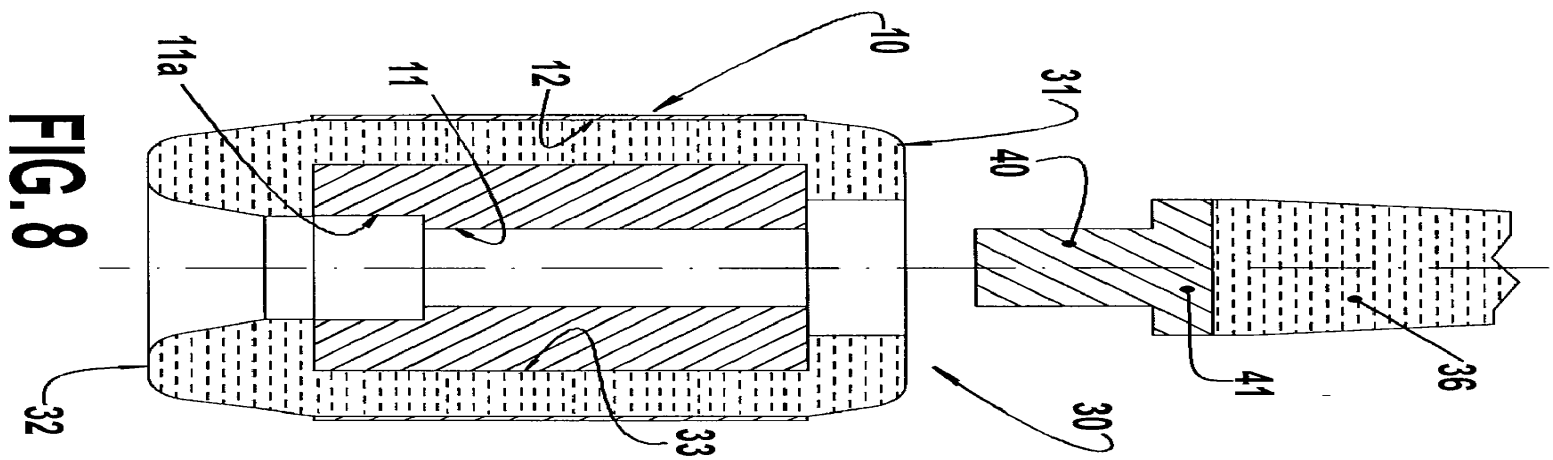


FIG. 8

RESUMO

"PROCESSO DE INJEÇÃO DE ROTORES DE MOTORES ELÉTRICOS", compreendendo: um pacote de lâminas (10) vazado por um furo axial central (11) e por uma pluralidade de canais axiais (12) e uma gaiola (30) de alumínio ou outro metal fundido, formada por um par de anéis extremos superior (31) e inferior (32) interligados, em peça única, por uma pluralidade de barras (33) fundidas nos canais axiais (12). O processo compreende as etapas de: montar, na porção extrema superior do furo axial central (11), um pino de estampagem (40) tendo uma cabeça alargada (41) assentada contra a lâmina extrema superior do pacote de lâminas (10); aquecer o pacote de lâminas e uma cavidade superior (21) de um molde (20), a ser posicionada junto à lâmina extrema superior do pacote de lâminas (10) e uma cavidade inferior (22) do molde (20), a ser posicionada junto à lâmina extrema inferior do pacote de lâminas (10); posicionar o pacote de lâminas (10), com seu eixo geométrico longitudinal disposto verticalmente, no interior do molde (20); girar o molde (20) e vazar alumínio em seu interior, através do canal de entrada (23), de modo a preencher a cavidade inferior (22), os canais axiais (12) e a cavidade superior (21); deixar o alumínio solidificar e retirar do molde (20) o rotor (R) com a gaiola (30) já formada e compreendendo o anel inferior (32), as barras (33) e uma placa superior (35) cobrindo o pino de estampagem (40); e extrair axialmente o pino de estampagem (40), de modo a romper centralmente a placa superior (35), transformando-a no anel superior (31) da gaiola (30).