



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0916718-8 B1



(22) Data do Depósito: 30/07/2009

(45) Data de Concessão: 13/08/2019

(54) Título: MÉTODO E APARELHO PARA SECAGEM DE MATERIAL DE ELETRODO

(51) Int.Cl.: H01M 4/04; F26B 3/347; F26B 15/12; F26B 23/08.

(30) Prioridade Unionista: 04/08/2008 JP 2008-201183.

(73) Titular(es): NISSAN MOTOR CO., LTD..

(72) Inventor(es): SHIGENORI KAZAMA; AKIKAZU ITOU; TOMOYUKI NATSUME; YUSUKE TATEYAMA.

(86) Pedido PCT: PCT IB2009006408 de 30/07/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/015908 de 11/02/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 31/01/2011

(57) Resumo: MÉTODO E APARELHO PARA SECAGEM DE MATERIAL DE ELETRODO Trata-se de um método de secagem de material de eletrodo e aparelho de secagem de material de eletrodo para obter um aprimoramento de qualidade de baterias. As porções de material de eletrodo contendo um solvente são separadas umas das outras sobre a folha metálica. Uma bobina indutiva que aquece de maneira indutiva a folha metálica voltada para a folha metálica. Uma quantidade de calor aplicada a uma porção não-revestida da folha metálica entre as porções de material de eletrodo é reduzida abaixo daquela de uma porção revestida da folha metálica sobre a qual as porções de material de eletrodo ficam dispostas. O calor evapora o solvente nas porções de material de eletrodo fazendo com que a folha metálica gere calor com aquecimento indutivo enquanto move a folha metálica e a bobina indutiva uma em relação à outra em uma direção de disposição, ou seja, uma direção na qual as porções de material de eletrodo ficam dispostas.

“MÉTODO E APARELHO PARA SECAGEM DE MATERIAL DE ELETRODO”

REFERÊNCIA REMISSIVA AOS PEDIDOS DE DEPÓSITO CORRELATOS

Este pedido reivindica a prioridade de Pedido de Patente japonês No. de Série 2008-201183, depositado em 4 de agosto de 2008, que está aqui incorporado em sua totalidade a título de referência.

CAMPO DA TÉCNICA

A presente invenção refere-se a um método e aparelho para secar um material de eletrodo.

ANTECEDENTES

Recentemente, uma bateria secundária de íon lítio foi o foco da pesquisa como uma bateria secundária, que é a chave para colocar carros elétricos e elétricos híbridos em uso prático. A bateria secundária de íon lítio possui uma configuração em que eletrodos planos eletrodos são formados sobre as superfícies das respectivas folhas metálicas que servem como um coletor de corrente e múltiplos eletrodos e as folhas metálicas são empilhados juntamente para aprimorar a densidade de energia. O eletrodo é formado ao aplicar um material de eletrodo que inclui um material ativo, um solvente, ou similares sobre uma folha metálica, secar o material de eletrodo, prensar o material de eletrodo e assim por diante.

Por exemplo, de acordo com uma técnica descrita no Pedido de Patente japonês aberto à inspeção pública No. 2004-327203, um material de eletrodo é continuamente aplicado sobre uma superfície de uma folha metálica longa enquanto transporta a folha metálica, e o material de eletrodo é então seco por aquecimento indutivo. Em particular, uma bobina indutiva usada para aquecer de maneira indutiva a folha metálica fica oposta à superfície da folha metálica, e a folha metálica é continuamente submetida a aquecimento indutivo enquanto move a folha metálica.

BREVE SUMÁRIO

As modalidades da invenção, em contrapartida, são usadas em técnicas onde um material de eletrodo é intermitentemente aplicado a uma superfície de uma folha metálica longa para formar porções revestidas e não-revestidas antes da secagem e prensagem. Tais modalidades fornecem um método e um aparelho para secar o material de eletrodo em que um aumento excessivo na temperatura de uma porção não-revestida em uma folha metálica, sobre a qual as porções de material de eletrodo são intermitentemente dispostas, é suprimido e impede-se que a folha metálica seja degradada ou similar para aprimorar a qualidade de material de eletrodo.

Para atingir o objetivo mencionado acima, um método de secagem de material de eletrodo de acordo com a presente invenção inclui primeiramente fornecer uma folha metálica em que as porções de material de eletrodo são separadas ao aplicar as porções de material de eletrodo contendo um solvente sobre uma folha metálica e dispendo uma bobina in-

dutiva usada para aquecer de maneira indutiva a folha metálica em oposição à folha metálica. O solvente é evaporado fazendo com que a folha metálica gere calor a partir do aquecimento indutivo enquanto move relativamente a folha metálica e a bobina indutiva em uma direção de disposição das porções de material de eletrodo. Ao evaporar o solvente, uma quantidade de calor aplicada a uma porção não-revestida na folha metálica, que fica exposta entre as porções de material de eletrodo, é reduzida abaixo de uma quantidade de calor aplicada a uma porção revestida da folha metálica sobre a qual as porções de material de eletrodo ficam dispostas.

Para atingir o objetivo mencionado acima, um aparelho para secar o material de eletrodo de acordo com a presente invenção inclui uma bobina indutiva disposta em oposição a uma folha metálica em que as porções de material de eletrodo contendo um solvente são separadas umas das outras. A bobina indutiva aquece a folha metálica de maneira indutiva. Um transportador move relativamente a folha metálica e a bobina indutiva em uma direção de disposição das porções de material de eletrodo, e um suprimento de energia fornece energia à bobina indutiva. Um controlador controla o suprimento de energia para reduzir a energia fornecida à bobina indutiva para reduzir a quantidade de calor aplicada a uma porção não-revestida na folha metálica, exposta entre as porções de material de eletrodo, abaixo daquela de uma porção revestida na folha metálica sobre a qual as porções de material de eletrodo ficam dispostas. O calor evapora o solvente fazendo com que a folha metálica gere calor a partir de aquecimento indutivo enquanto o controlador move relativamente a folha metálica e a bobina indutiva na direção de disposição.

Para atingir o objetivo mencionado acima, um aparelho de secagem de um material de eletrodo de acordo com a presente invenção inclui uma bobina indutiva disposta em oposição a uma folha metálica sobre a qual as porções de material de eletrodo contendo um solvente são separadas. A bobina indutiva aquece de maneira indutiva a folha metálica, e um transportador move relativamente a folha metálica e a bobina indutiva em uma direção de disposição das porções de material de eletrodo. Um suprimento de energia fornece energia à bobina indutiva, e um controlador controla o transportador. O controlador controla o para aumentar a velocidade da folha metálica em relação à bobina indutiva para reduzir a quantidade de calor aplicada a uma porção não-revestida na folha metálica, exposta entre as porções de material de eletrodo, abaixo daquela de uma porção revestida na folha metálica sobre a qual as porções de material de eletrodo ficam dispostas. O calor evapora o solvente fazendo com que a folha metálica gere calor com aquecimento indutivo enquanto o controlador move relativamente a folha metálica e a bobina indutiva na direção de disposição.

Detalhes e variações nessas e outras modalidades da invenção são descritos em detalhes adicionais mais adiante nesse documento.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A descrição aqui faz referência aos desenhos em anexo em que referências numéricas similares se referem a partes similares ao longo das várias vistas, e em que:

A Figura 1 é uma vista em perspectiva de uma bateria secundária de íon lítio;

5 A Figura 2 é uma vista em corte que ilustra de maneira diagramática uma configuração da bateria secundária de íon lítio;

A Figura 3 é um diagrama esquemático de um aparelho para revestir e secar um material de eletrodo de acordo com uma primeira modalidade;

A Figura 4 é uma vista ampliada parcial da Figura 3;

10 A Figura 5A é uma vista superior que ilustra as partes principais de um aparelho para secar um material de eletrodo;

A Figura 5B é uma vista em corte tomada ao longo da linha 5B-5B na Figura 5 A;

A Figura 6 é uma vista em perspectiva que ilustra uma bobina indutiva;

A Figura 7 inclui em (A) uma vista em corte que mostra uma folha metálica onde as
15 porções de material de eletrodo são intermitentemente dispostas e em (B) a (E) gráficos que ilustram as relações entre uma variação em uma saída de um suprimento de energia de alta frequência e um padrão de configuração das porções de material de eletrodo, respectivamente;

A Figura 8 inclui em (A) uma vista em corte que mostra uma folha metálica em que
20 as porções de material de eletrodo são intermitentemente dispostas e em (B) um gráfico que ilustra uma relação entre uma variação em uma saída de um suprimento de energia de alta frequência e um padrão de configuração das porções de material de eletrodo;

A Figura 9A é um diagrama esquemático de uma máquina de prensagem para
25 prensar as porções de material de eletrodo após a secagem das porções de material de eletrodo;

A Figura 9B é uma vista superior que ilustra as partes principais da máquina de prensa da Figura 9A;

A Figura 10 inclui em (A) uma vista superior que ilustra um exemplo de uma relação posicional entre uma folha metálica e uma bobina indutiva que se move uma em relação à
30 outra e em (B) uma distribuição de temperatura da folha metálica no momento quando a relação posicional ilustrada em (A) for obtida;

A Figura 11 inclui em (A) uma vista superior que ilustra uma condição em que a bobina indutiva atinge uma porção não-revestida ao mover relativamente a folha metálica e a bobina indutiva a partir da relação posicional como mostrado na Figura 10 e em (B) uma
35 distribuição de temperatura da folha metálica no momento quando a relação posicional ilustrada em (A) for obtida;

A Figura 12 é um diagrama esquemático de um aparelho para revestir e secar um

material de eletrodo de acordo com uma segunda modalidade;

A Figura 13 inclui em (A) uma vista em corte que mostra uma folha metálica em que as porções de material de eletrodo são intermitentemente dispostas e em (B) um gráfico que ilustra uma variação na velocidade de transporte de uma folha metálica transportada;

5 A Figura 14 é uma vista superior que ilustra as partes principais de um aparelho para secar um material de eletrodo de acordo com uma terceira modalidade;

A Figura 15A é uma vista superior que ilustra as partes principais de um aparelho para secar um material de eletrodo de acordo com uma quarta modalidade;

10 A Figura 15B é uma vista em corte tomada ao longo da linha 15B-15B na Figura 15A;

A Figura 16 é uma vista superior que ilustra as partes principais de um aparelho para secar um material de eletrodo de acordo com uma quinta modalidade;

A Figura 17 é uma vista em perspectiva que mostra uma bobina indutiva auxiliar;

A Figura 18 é uma vista em corte tomada ao longo da linha 18-18 na Figura 16;

15 A Figura 19 inclui em (A) e (B) vistas superiores que ilustram exemplos de uma relação posicional entre uma folha metálica e uma bobina indutiva que se move uma em relação à outra e em (C) um gráfico que ilustra uma variação em uma saída de um suprimento de energia de alta frequência;

20 A Figura 20 inclui em (A) uma vista superior que ilustra um exemplo de uma relação posicional entre uma folha metálica e uma bobina indutiva auxiliar que se move um em relação à outra e em (B) um gráfico que ilustra uma variação em uma saída de um suprimento de energia de alta frequência;

A Figura 21 é uma vista em corte que ilustra as partes principais de um aparelho para secar um material de eletrodo de acordo com a sexta modalidade;

25 A Figura 22 é uma vista superior que ilustra as partes principais de um aparelho para secar um material de eletrodo de acordo com a sétima modalidade;

A Figura 23 é uma vista superior que ilustra as partes principais de um aparelho para secar um material de eletrodo de acordo com a oitava modalidade;

A Figura 24 é uma vista superior que ilustra uma variação da oitava modalidade; e

30 A Figura 25 é uma vista em corte que ilustra as partes principais de um aparelho para secar um material de eletrodo de acordo com a nona modalidade.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES DA INVENÇÃO

Um processo de formação de eletrodo inclui não só um processo de revestimento contínua em que as porções de material de eletrodo ficam continuamente dispostas, como anteriormente descrito, como também um processo de revestimento intermitente em que as porções de material de eletrodo ficam intermitentemente dispostas. No processo de revestimento intermitente, as porções de material de eletrodo são separadas ao aplicar as porções

35

de material de eletrodo sobre a folha metálica. Nesse relatório descritivo, uma porção da folha metálica, onde a porção de material de eletrodo é aplicada, é referida como uma porção revestida, enquanto a outra porção da folha metálica, que fica exposta entre as porções de material de eletrodo, é referida como uma porção não-revestida. Ao dispor de maneira intermitente as porções de material de eletrodo sobre a folha metálica, as porções revestidas e porções não-revestidas são formadas uma após a outra sobre a folha metálica. A porção não-revestida é usada para uma aba que conecta eletricamente os eletrodos uns aos outros ou uma aba que conecta eletricamente um terminal externo de uma bateria e a folha metálica.

Visto que, em uma porção não-revestida, uma folha metálica fica exposta sem dispor um material de eletrodo, uma quantidade de calor aplicada à porção não-revestida é menor do que aquela de uma porção revestida. Assim, a temperatura da porção não-revestida pode ser aumentada a um grau excessivo quando a folha metálica, que é uma película fina, for continuamente submetida ao aquecimento indutivo e gerar calor. Um aumento excessivo na temperatura da porção não-revestida pode causar defeitos como extensão anormal da porção não-revestida, degradação devido à oxidação, e assim por diante, deteriorando assim a qualidade de um eletrodo e então deteriorando a qualidade de uma bateria.

De acordo com a presente invenção, é possível aprimorar a qualidade de um material de eletrodo ao suprimir um aumento excessivo na temperatura de uma porção não-revestida em uma folha metálica, sobre a qual as porções metálicas de eletrodo ficam intermitentemente dispostas e impedem que a folha metálica seja degradada ou similar.

As modalidades da invenção são agora descritas com referência aos desenhos. Observa-se que explicações repetidas são omitidas ao longo das modalidades.

Como mostrado na Figura 1 e Figura 2, uma bateria secundária de íon lítio 10 é configurada de modo que um elemento de bateria 17 seja acomodado em um invólucro externo 22 e o impacto externo e deterioração ambiental são proibidos.

O elemento de bateria 17 possui uma configuração em que uma pluralidade de camadas celulares de bateria 16, cada uma incluído um cátodo 12, uma camada de eletrólito 13 e um ânodo 15, é empilhada. O cátodo 12 é formado ao fornecer uma camada de material ativo de cátodo sobre ambos os lados de um coletor de cátodo 11. O ânodo 15 é formado ao fornecer a camada de material ativo de ânodo sobre ambos os lados de um coletor de ânodo 14. Na bateria secundária de íon lítio 10 como ilustrado nas Figuras 1 e 2, cada camada celular de bateria 16 é eletricamente conectada paralelamente. Um cátodo 12 é formado sobre o lado de face externa dos coletores mais externos 11a localizado adjacente às camadas mais externas do elemento de bateria 17.

Para puxar corrente do elemento de bateria 17, uma aba de cátodo 24 e uma aba

de ânodo 19, que servem como terminais externos, se estendem para fora do invólucro externo 22. A aba de cátodo 24 é conectada a cada coletor de cátodo 11 através de respectivos condutores de cátodo 20. A aba de ânodo 19 é conectada a cada coletor de ânodo 14 através dos respectivos condutores de ânodo 21.

5 Em termos de peso leve e condutividade térmica, o invólucro externo 22 é feito de um elemento de folha como uma película laminada composta de metal polimérico, que é formada ao revestir um metal como alumínio, aço inoxidável, níquel e/ou cobre (inclusive uma liga desse) com um isolante como uma película de polipropileno e assim por diante. O invólucro externo 22 veda o elemento de bateria 17 ao unir todas ou algumas periferias do
10 elemento de folha utilizando fusão térmica.

Um aparelho para revestir e secar um material de eletrodo de acordo com uma primeira modalidade é descrito com referência às Figuras 3 a 11.

Como mostrado nas Figuras 3 e 4, um aparelho de revestimento e secagem 100 é um aparelho que é usado para fabricar eletrodos (ou seja, um cátodo 12 e um ânodo 15) da
15 bateria secundária de íon lítio 10 ao aplicar uma pasta fluida de um material de eletrodo 133 sobre uma folha metálica 130 que serve como um coletor de corrente e secar o material de eletrodo 133 ao evaporar um solvente contido no material de eletrodo 133. O aparelho de revestimento e secagem 100 possui um aparelho de secagem de material de eletrodo 102 para secar o material de eletrodo 133 ao evaporar um solvente no material de eletrodo 133 e
20 uma máquina de revestimento 104 para aplicar o material de eletrodo 133 sobre a folha metálica 130.

A máquina de revestimento 104 possui uma matriz de fendas 170 que alimenta o material de eletrodo 133 e uma porção de suprimento de material de eletrodo 172 para fornecer o material de eletrodo 133 à matriz de fendas 170. A porção de suprimento de material de eletrodo 172 possui um tanque (não mostrado) para acomodar o material de eletrodo
25 133 e uma bomba (não mostrada) para pressurizar o material de eletrodo 133. A matriz de fendas 170 possui uma fenda linear e aplica intermitentemente o material de eletrodo 133 da fenda na direção de disposição onde a folha metálica 130 é transportada. As porções de material de eletrodo 133 ficam dispostas na direção de disposição em que a folha metálica
30 130 é transportada de modo que as porções de material de eletrodo 133 sejam separadas por uma distância S (veja Figura 4).

O aparelho de secagem de material de eletrodo 102 possui, em geral, uma bobina indutiva 110 disposta em oposição à folha metálica em formato de fita 130 sobre a qual as porções de material de eletrodo 133 contendo um solvente são intermitentemente dispostas
35 para aquecer de maneira indutiva a folha metálica 130. O aparelho de secagem de material de eletrodo 102 também inclui um transportador para mover relativamente a folha metálica 130 e a bobina indutiva 110 em uma direção de disposição onde as porções de material de

eletrodo 133 ficam dispostas, um suprimento de energia de alta frequência 117 para fornecer energia à bobina indutiva 110 e um controlador, ou unidade de controle, 140 não só para controlar o suprimento de energia de alta frequência 117 como também controlar as operações do aparelho de revestimento e secagem 100 como um todo.

5 O controlador 140 move relativamente a folha metálica 130 e a bobina indutiva 110 na direção de disposição das porções de material de eletrodo 133. Simultaneamente, ao evaporar um solvente fazendo com que a folha metálica 130 gere calor com aquecimento indutivo, o controlador 140 reduz a quantidade de calor aplicada a uma porção não-revestida 132 na folha metálica 130 exposta entre as porções revestidas 131 da folha metálica 130
10 que sustentam as porções de material de eletrodo 133 controlando o suprimento de energia de alta frequência 117 para reduzir a energia fornecida à bobina indutiva 110. O controlador 140 altera gradual ou continuamente a quantidade de calor aplicada à folha metálica 130.

Um exemplo ilustrado de um aparelho de secagem de material de eletrodo 102 possui um secador de ar quente 141 além da bobina indutiva 110 para aquecer de maneira
15 indutiva a folha metálica 130 de modo a evaporar um solvente no material de eletrodo 133. O secador de ar quente 141 é fornecido preliminarmente para secar de maneira confiável o material de eletrodo 133. Ademais, o aparelho de secagem de material de eletrodo 102 possui um sensor 142 para detectar a disposição das porções de material de eletrodo 133, como será descrito em detalhes a seguir.

20 Visto que uma bateria secundária de íon lítio 10 utiliza inúmeros eletrodos, os eletrodos são, em geral, continuamente produzidos ao aplicar porções de material de eletrodo 133 sobre uma folha metálica longa 130 para produzir a massa dos eletrodos. Ao produzir continuamente os eletrodos, o processamento cilindro a cilindro é adequado para um eletrodo método de empilhamento (armazenamento).

25 Para fazer isso, na primeira modalidade, o transportador transporta a folha metálica longa 130 utilizando o processamento cilindro a cilindro. O transportador possui um cilindro de suprimento 144 para fornecer a folha metálica 130 como um coletor de corrente, um cilindro de recepção 146 para receber a folha metálica 130 e uma pluralidade de cilindros de suporte (não mostrada) para sustentar uma superfície inferior da folha metálica 130. Um
30 motor M11 conectado a um eixo geométrico do cilindro de recepção 146 gira o cilindro de recepção 146. O cilindro de suprimento 144 com a folha metálica enrolada 130 é fornecido com um mecanismo de freio, que não é mostrado, em um eixo geométrico 145 e alimenta a folha metálica 130 com uma tensão aplicada. O cilindro de recepção 146 recebe a folha metálica 130 do cilindro de suprimento 144 e transporta a folha metálica 130.

35 A folha metálica 130 pode ser feita de materiais adequados como alumínio, cobre, níquel, ferro e/ou aço inoxidável. Em particular, por exemplo, um coletor de cátodo pode ser feito de uma folha metálica 130 como alumínio e um coletor de ânodo pode ser feito de uma

folha metálica 130 como cobre. Embora uma espessura específica da folha metálica 130 não seja particularmente limitada, a folha metálica 130 é uma película fina que possui cerca de 20 μm de espessura de alumínio e cerca de 10 μm de espessura de cobre.

Os materiais de eletrodo 133 incluem um material de eletrodo de cátodo usado para formar um cátodo e um material de eletrodo de ânodo usado para formar um ânodo da bateria secundária de íon lítio 10.

Por um lado, o material de eletrodo de cátodo contém, por exemplo, um material ativo de cátodo, um aditivo condutor e um aglutinante, e esses componentes são uniformemente dispersos pela adição de um solvente, que é desse modo preparado com uma viscosidade predeterminada. O material ativo de cátodo pode ser, por exemplo, manganato de lítio. O aditivo condutor pode ser, por exemplo, negro de acetileno. O aglutinante pode ser, por exemplo, PVDF (Fluoreto de Polivinilideno). O solvente pode ser, por exemplo, NMP (N-Metilpirrolidona).

O material ativo de cátodo não se limita a manganato de lítio, porém óxido composto de metal de transição de lítio é, de preferência, usado como o material ativo de cátodo a partir do ponto de vista de capacidade e saída. O negro de carbono ou grafite pode ser, por exemplo, usado como o aditivo condutor. O aglutinante não se limita a PVDF. Ademais, o solvente não é limitado a NMP, porém quaisquer solventes conhecidos podem ser usados como o solvente.

Por outro lado, o material de eletrodo de ânodo contém, por exemplo, um material ativo de ânodo, um aditivo condutor e um aglutinante, e esses componentes são uniformemente dispersos ao adicionar um solvente, que é desse modo preparado com uma viscosidade predeterminada. O material ativo de ânodo pode ser, por exemplo, grafite. O aditivo condutor, o aglutinante, e o solvente podem ser, por exemplo, negro de acetileno, PVDF, e NMP, respectivamente.

O material ativo de ânodo não é particularmente limitado a grafite, porém óxido composto de metal de transição de carbono ou lítio duro pode ser usado como o material ativo de ânodo. O negro de carbono ou grafite pode ser, por exemplo, usado como o aditivo condutor. O aglutinante não se limita a PVDF. Ademais, o solvente não se limita a NMP, porém quaisquer solventes conhecidos podem ser usados como o solvente.

O sensor 142 detecta uma borda da porção de material de eletrodo 133 correspondente a uma borda entre a porção revestida 131 e a porção não-revestida 132, e converte as informações de disposição das porções de material de eletrodo 133 em um sinal. Levando-se em consideração uma variação em comprimento da folha metálica 130 devido à tensão, o sensor 142 fica localizado imediatamente em frente à bobina indutiva 110 a montante na direção de disposição onde a folha metálica 130 é transportada. Observa-se que o sensor 142 pode ser convenientemente obtido por um sensor optoeletrônico reflexivo, um sen-

sor de faixa de laser, ou similares.

Alternativamente, em vez do sensor 142, as informações de disposição da porção revestida 131 e da porção não-revestida 132 podem ser detectadas a partir de uma quantidade recebida pelo cilindro de recepção, em que a quantidade pode ser medida por um codificador (não mostrado) fornecido no motor M11. Observa-se que a precisão de detecção de acordo com essa modalidade pode ser de preferência alta, pois uma posição da porção revestida 131 e uma posição da porção não-revestida 132 são diretamente detectadas utilizando o sensor 142 como descrito acima.

O controlador 140 e outro controlador descrito aqui consistem principalmente em uma CPU e uma memória que armazena um programa de software para controlar as operações como descrito aqui. O sensor 142 é eletricamente conectado ao controlador 140, e um sinal do sensor 142 insere o controlador 140. O controlador 140 controla uma saída do suprimento de energia de alta frequência 117 com base no sinal do sensor 142. O suprimento de energia de alta frequência 117 é eletricamente conectado à bobina indutiva 110 e gera linhas de força magnética ao aplicar corrente AC. O controlador 140 pode alterar gradual ou continuamente a quantidade de calor aplicada à folha metálica 130 controlando o suprimento de energia de alta frequência 117.

Ademais, o controlador 140 controla a ativação da máquina de revestimento 104 e ajusta uma quantidade de aplicação e uma espessura de aplicação do material de eletrodo 133, uma largura do material de eletrodo 133 na direção de disposição na qual o material de eletrodo 133 é transportado, uma distância entre as porções de material de eletrodo 133, e assim por diante. O controlador 140 controla adicionalmente a ativação do motor M11 e ajusta a velocidade de transporte da folha metálica 130. Por exemplo, o controlador 140 controla o motor M11 de modo que a velocidade de transporte da folha metálica 130 seja fixa em uma taxa de 1 m/min. Outras modalidades transportam a folha 130 em outras velocidades, inclusive velocidades variadas.

O secador de ar quente 141 fica localizado a jusante na direção de disposição (ou seja, na direção de transporte da folha metálica 130) em relação à bobina indutiva 110 e remove um solvente do material de eletrodo 133 enquanto a folha metálica 130 passa pelo secador. O secador de ar quente 141 pode ser obtido utilizando uma técnica conhecida e aplica calor ao material de eletrodo 133 com ar quente para evaporar o solvente no material de eletrodo 133.

Como pode ser observado nas Figuras 5A e 5B, a bobina indutiva 110 fica disposta de modo que um fluxo magnético produzido pela bobina indutiva 110 seja transmitido através de uma superfície da folha metálica 130 em uma direção perpendicular à superfície. Isso se deve ao fato de uma folha metálica fina 130 poder gerar calor quando a folha metálica fina 130 for adequadamente submetida ao aquecimento indutivo. Ou seja, em um exemplo

em que um fluxo magnético é produzido em uma direção paralela à superfície da folha metálica ao enrolar a bobina indutiva em torno da folha metálica, a corrente parasita flui em torno de uma periferia de uma seção da folha metálica. Como resultado, à medida que a espessura da folha metálica se torne mais fina, a folha metálica gera perda de calor Joule, pois as correntes parasitas que fluem em direções opostas na seção da folha metálica se anulam ou interferem uma na outra. Em contrapartida, se um campo magnético for produzido em uma direção perpendicular à folha metálica 130, a corrente parasita flui em uma direção paralela à superfície da folha metálica 130 e a folha metálica fina 130 pode gerar calor Joule suficiente. Observa-se que, embora menos desejado em algumas circunstâncias, a presente invenção não exclui um aspecto em que um fluxo magnético é produzido em uma direção paralela à superfície da folha metálica enrolando a bobina indutiva em torno da folha metálica. Isso se deve ao fato de a folha metálica poder gerar calor Joule suficiente dependendo da dimensão da espessura da folha metálica usada.

A bobina indutiva 110 inclui uma porção de aquecimento indutivo que se estende transversalmente à direção de disposição das porções de material de eletrodo 133, e o controlador 140 reduz a quantidade de calor aplicada à folha metálica 130 quando a porção de aquecimento indutivo for alinhada com a porção não-revestida 132 abaixo daquela aplicada à folha metálica 130 quando a porção de aquecimento indutivo for alinhada com a porção revestida 131. Assim, é possível reduzir a quantidade de calor aplicada à porção não-revestida 132 abaixo daquela aplicada à porção revestida 131. É suficiente fornecer ao menos uma porção de aquecimento indutivo de modo que a porção de aquecimento indutivo seja oposta a uma superfície da folha metálica 130 para aquecer de maneira indutiva a folha metálica 130.

Observa-se que, para fazer com que a folha metálica 130 gere efetivamente calor, as porções de aquecimento indutivo podem ser fornecidas de modo que as porções de aquecimento indutivo sejam opostas a cada lado das folhas metálicas 130 ou várias porções de aquecimento indutivo são opostas a um lado da folha metálica 130.

Consequentemente, na primeira modalidade, a bobina indutiva 110 fica disposta a partir do ponto de vista de fazer com que a folha metálica 130 gere efetivamente calor da seguinte maneira.

Como pode ser observado nas Figuras 5A e 5B, a bobina indutiva 110 inclui ao menos duas, primeira e segunda, porções de aquecimento indutivo que se estendem transversalmente à direção de disposição das porções de material de eletrodo 133 e separadas na direção de disposição. A distância entre as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo possui uma dimensão de modo que as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo sejam alinhadas com as respectivas porções não-revestidas diferentes 132 simultaneamente. O controlador 140 então reduz a quantidade de calor aplicada à folha metálica

130 quando as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo forem alinhadas com as respectivas porções não-revestidas 132 abaixo daquela aplicada à folha metálica 130 quando as porções de aquecimento indutivo forem alinhadas com as porções revestidas 131.

5 Em particular, como pode ser observado na Figura 5A, a bobina indutiva 110 é o-posta a uma superfície da folha metálica 130 e produz um campo magnético em uma direção perpendicular à superfície da folha metálica 130. A bobina indutiva 110 possui um corpo de bobina 111 através do qual a corrente AC flui e um núcleo magnético longo 112 feito de ferrita. O corpo de bobina 111 pode ser, por exemplo, um tubo de cobre.

10 As porções de material de eletrodo 133 são intermitentemente dispostas ao longo de uma direção longitudinal da folha metálica 130 e geralmente no centro de uma direção transversal (uma direção de largura de cima para baixo na Figura 5A) de uma superfície da folha metálica 130. Em outras palavras, a folha metálica 130 inclui uma porção exposta 134 sobre a qual a porção de material de eletrodo 133 não fica disposta em ao menos uma ex-
15 tremidade na direção transversal da folha metálica 130, em que a direção transversal cruza a direção de disposição das porções de material de eletrodo 133. Dessa maneira, a obtenção da porção exposta 134 impede que o material de eletrodo 133 aplicado sobre uma superfície da folha metálica 130 caia sobre uma superfície oposta.

Como pode ser observado na Figura 5B, uma seção do núcleo magnético 112 possui geralmente um formato de U. O núcleo magnético 112 envolve cada uma das porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 da bobina indutiva 110. O núcleo magnético 112 fornece uma trajetória magnética que transmite um fluxo magnético gerado pela bobina in-
20 dutiva 110 perpendicular a uma superfície da folha metálica 130. A bobina indutiva 110 é operável para concentrar as linhas de força magnética sobre a folha metálica 130 pelo núcleo magnético 112 de modo a aquecer de maneira eficaz a folha metálica 130.
25

A porção de aquecimento indutivo 113 e a porção de aquecimento indutivo 114 são separadas uma da outra sobre um lado da folha metálica 130 pela mesma distância (P multiplicado por 1) como um passo P ($D1=P$) através do qual as porções de material de eletrodo 133 ficam dispostas. As porções de aquecimento indutivo 113 e 114 são simultaneamente
30 alinhadas com as respectivas porções não-revestidas diferentes 132.

A porção de aquecimento indutivo 115 e a porção de aquecimento indutivo 116 ficam dispostas sobre o lado oposto da folha metálica 130 a partir das porções 113, 114. As porções de aquecimento indutivo 115 e 116 separadas uma da outra pela mesma distância (P multiplicado por 1) como o passo P ($D2=P$), e as porções de aquecimento indutivo 115 e
35 116 são simultaneamente alinhadas com as respectivas porções não-revestidas diferentes 132.

Na Figura 5B, as porções de aquecimento indutivo 113 e 114 localizadas em um

lado superior da folha metálica 130 constituem as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo, e as porções de aquecimento indutivo 115 e 116 localizadas em um lado inferior da folha metálica 130 também constituem as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo. A primeira porção de aquecimento indutivo e a segunda porção de aquecimento indutivo são separadas uma da outra por um passo através do qual as porções de material de eletrodo 133 ficam dispostas multiplicado por um número natural de modo que as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo sejam simultaneamente alinhadas com as respectivas porções não-revestidas diferentes 132. Na primeira modalidade, para facilidade de entendimento, a distância entre as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo é ajustada para ser igual ao passo através do qual as porções de material de eletrodo 133 ficam dispostas. Nesse contexto, o uso do termo “simultaneamente” pretende esclarecer a diferença entre essa modalidade e uma quinta modalidade, descrita abaixo, em que uma quantidade de calor aplicada a uma parte de uma porção revestida é positivamente reduzida, e outra bobina indutiva fica disposta para compensar a quantidade reduzida de calor aplicado à parte da porção revestida. Portanto, uma variação da primeira modalidade é possível em que, em um determinado instante, mesmo que cada uma das primeira e segunda porções de aquecimento indutivo não seja alinhada com a porção não-revestida 132, não é necessário compensar a quantidade de calor aplicada à porção revestida 131 por outra bobina indutiva. No caso onde a quantidade de calor aplicada à porção revestida 131 não precisa ser compensada por outra bobina indutiva, como descrito acima, a distância entre as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo pode ser exemplificada, por exemplo, por um tamanho calculado ao somar uma distância S ao longo de uma direção de transporte da folha metálica 130 ao passo, um tamanho calculado ao subtrair a distância S do passo, ou similares. Ademais, a distância entre as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo pode ser, por exemplo, um tamanho calculado ao somar/subtrair um diâmetro de um corpo de bobina, em particular, um diâmetro de um tubo de cobre que forma o corpo de bobina no exemplo mencionado acima, ao/do passo.

Como mostrado na Figura 6, o corpo de bobina 111 é formado, por exemplo, ao dobrar um tubo de cobre. Cada uma das porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 é formada em um formato linear. As porções de aquecimento indutivo 113 e 114 estão paralelas uma à outra e as porções de aquecimento indutivo 115 e 116 estão paralelas uma à outra.

Ademais, as porções de aquecimento indutivo 113 e 115 são formadas de modo que essas sejam opostas uma à outra com a folha metálica 130 intercalada entre essas. As porções de aquecimento indutivo 114 e 116 são formadas de modo que essas sejam opostas uma à outra com a folha metálica 130 intercalada entre essas. Nesse caso, o corpo de bobina 111 é dobrado de modo que as direções de correntes AC fluam através da porção de

aquecimento indutivo 113 e 115 sejam idênticas, e as direções de correntes AC que fluem através das porções de aquecimento indutivo 114 e 116 sejam idênticas.

Desse modo, a bobina indutiva 110 inclui parse de porções de aquecimento indutivo 113 e 115 e as porções de aquecimento indutivo 114 e 116 que são opostas uma à outra com a folha metálica 130 intercalada entre essas. O suprimento de energia de alta frequência 117 faz com que a corrente de mesma direção flua nos respectivos pares das porções de aquecimento indutivo 113 e 115 e as porções de aquecimento indutivo 114 e 116. Consequentemente, uma corrente induzida na folha metálica 130 gerada por linhas de força magnética causadas pela porção de aquecimento indutivo 113 e a outra corrente induzida na folha metálica 130 gerada pelas linhas de força magnética causada pela porção de aquecimento indutivo 115 fluem na mesma direção sem se anularem. Portanto, a folha metálica 130 gera calor Joule suficiente. Esse é o caso com as porções de aquecimento indutivo 114 e 116 também.

A direção na qual as porções de aquecimento indutivo 113, 115, 114 e 116 da bobina indutiva 110 se estendem é, de preferência, perpendicular à direção de disposição das porções de material de eletrodo 133. Durante o movimento da folha metálica 130, a bobina indutiva 110 irá simultaneamente se sobrepor sobre as bordas das porções de material de eletrodo 133 e irá simultaneamente deixar as bordas das porções de material de eletrodo 133 observadas de uma direção transversal da folha metálica 130. Por isso que as porções de material de eletrodo 133 podem ser uniformemente aquecidas na direção transversal da folha metálica 130 no caso onde uma quantidade de calor aplicada à folha metálica 130 é controlada para ser reduzida ou aumentada.

Uma parte interna do corpo de bobina 111 está em comunicação com um resfriador (não mostrado) para alimentar a água de resfriamento. Durante o aquecimento indutivo, a água de resfriamento fornecida pelo resfriador é circulada através da parte interna do corpo de bobina 111 para inibir um aumento na temperatura do corpo de bobina 111.

Um método de secagem de um material de eletrodo 133 será descrito agora.

Em geral, uma sequência de secagem de um material de eletrodo 133 consiste primeiramente em fornecer uma folha metálica em formato de fita 130 sobre a qual as porções de material de eletrodo 133 contendo um solvente são intermitentemente separadas umas das outras por uma distância S. Uma bobina indutiva 110 é então fornecida em uma posição oposta à folha metálica 130. A folha metálica 130 então gera calor devido ao aquecimento indutivo para evaporar o solvente enquanto a folha metálica 130 é movida em relação à bobina indutiva 110 ao girar um cilindro de recepção 146. Ao mesmo tempo, a quantidade de calor aplicada a uma porção não-revestida 132 da folha metálica 130 é reduzida abaixo de uma quantidade de calor aplicada a uma porção revestida 131 da folha metálica 130. Na primeira modalidade, a folha metálica 130 é movida em relação à bobina indutiva

110 ao transportar a folha metálica 130. Ademais, um controlador 140 controla um suprimento de energia de alta frequência 117 e reduz a quantidade de calor aplicada à porção não-revestida 132 abaixo da quantidade de calor aplicada à porção revestida 131 reduzindo a energia fornecida à bobina indutiva 110. Mais detalhes serão explicados agora.

5 Na primeira modalidade, enquanto a folha metálica 130 é transportada em relação à bobina indutiva 110 na direção de disposição das porções de material de eletrodo 133, o aquecimento indutivo faz com que a folha metálica 130 gere calor para evaporar um solvente nas porções de material de eletrodo 133. Nesse caso, as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo são simultaneamente alinhadas com as respectivas porções não-revestidas diferentes, e se as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo forem
10 alinhadas com as respectivas porções não-revestidas, uma quantidade de calor aplicada à folha metálica é reduzida abaixo da quantidade de calor aplicada quando as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo forem alinhadas com as respectivas porções revestidas.

15 Em outras palavras, as porções de aquecimento indutivo 113 e 114 e porções de aquecimento indutivo 115 e 116 são simultaneamente alinhadas com as respectivas porções não-revestidas diferentes 132, e se as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 forem alinhadas com as porções não-revestidas 132, a quantidade de calor aplicada à folha metálica 130 é reduzida em comparação com as situações onde as porções de aquecimento
20 indutivo 113, 114, 115 e 116 são alinhadas com as porções revestidas 131.

Em particular, como mostrado na Figura 7, quando as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 forem alinhadas com as porções não-revestidas 132, a energia fornecida à bobina indutiva 130, ou seja, uma saída do suprimento de energia de alta frequência 117 é reduzida em comparação com o caso onde as porções de aquecimento indu-
25 tivo 113, 114, 115 e 116 são alinhadas com as porções revestidas 131. Um padrão da variação na saída do suprimento de energia de alta frequência 117 pode ser variadamente ajustado sempre que a saída for reduzida desse modo. Na Figura 7, exemplos são mostrados em que uma quantidade de calor aplicada à folha metálica 130, ou seja, uma saída é gradualmente alterada. A Figura 8 ilustra um exemplo onde a quantidade de calor aplicada à folha
30 metálica 130, ou seja, a saída é continuamente alterada. Uma quantidade de calor aplicada a uma porção não-revestida 132 pode ser reduzida abaixo de uma quantidade de calor aplicada a uma porção revestida 131 independente se a quantidade de calor aplicada à folha metálica 130 for alterada gradual ou continuamente.

35 Com referência ao gráfico (B) da Figura 7, uma saída exemplificativa A é mantida constante enquanto as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 são alinhadas com partes das porções revestidas 131. Portanto, a saída começa a ser reduzida imediatamente antes de as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 serem alinhadas

com as porções não-revestidas 132. A saída é mantida em um limite inferior L1 enquanto as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 são alinhadas com as partes das porções não-revestidas 132.

Com referência ao gráfico (C) da Figura 7, como é o caso com a saída A, uma saída exemplificativa B começa a ser reduzida imediatamente antes de as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 serem alinhadas com as porções não-revestidas 132, e a saída é mantida em um limite inferior L2 enquanto as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 são alinhadas com as porções não-revestidas 132.

Com referência ao gráfico (D) da Figura 7, uma saída exemplificativa C é mantida constante enquanto as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 são alinhadas com as porções revestidas 131, e a saída começa a ser reduzida ao mesmo tempo em que as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 começam a ser alinhadas com as porções não-revestidas 132. Portanto, uma variação na saída é alterada de redução para aumento à medida que a saída atinge um limite inferior L3.

Com referência ao gráfico (E) da Figura 7, uma saída exemplificativa D é mantida constante enquanto as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 são alinhadas com partes das porções revestidas 131, e a saída começa a ser aumentada imediatamente antes de as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 serem alinhadas com as porções não-revestidas 132. Uma variação na saída é alterada de aumento para redução à medida que as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 começam a ser alinhadas com as porções não-revestidas 132, e a saída é mantida constante em um limite inferior L4 enquanto as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 são alinhadas com partes das porções não-revestidas 132. Portanto, a saída começa a ser aumentada imediatamente antes de as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 começarem a ser alinhadas com as porções revestidas 131. A variação na saída é alterada de aumento para redução quando as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 começarem a ser alinhadas com as porções revestidas 131, e a saída é mantida constante durante um determinado período. O exemplo da saída D mostrado é caracterizado pelo fato de que um pico da saída fica disposto para corresponder a uma borda da porção revestida 131, que é provável de estar em uma temperatura menor do que aquela de um centro da porção revestida 131, à medida que a saída na porção não-revestida 132 diminui.

Os limites inferiores L1, L2, L3 e L4 da saída correspondente aos respectivos padrões e intervalos podem ser variadamente ajustados. Em outras palavras, vários limites inferiores e intervalos podem ser aplicados desde que esses exibam extensão anormal devido a um aumento excessivo de temperatura na porção não-revestida 132, uma película de óxido que é gerada sobre uma superfície da porção não-revestida ou similar, garanta a condutividade visto que uma aba evita a degradação de desempenho.

Embora os limites inferiores L1 a L4 possam ser iguais a zero, é preferido que um determinado grau de aquecimento seja aplicado, pois uma distorção pode ser fornecida na folha metálica 130 à medida que uma diferença entre as temperaturas da porção não-revestida 132 e da porção revestida 131 se torna grande. Por exemplo, o aquecimento é aplicado de modo que uma temperatura da porção não-revestida 132 seja igual a cerca de 50% daquela aplicada à porção revestida 131. Ademais, a saída pode ser variadamente alterada. Por exemplo, a saída pode ser repentinamente reduzida a um limite inferior ou aumentada a partir do limite inferior de maneira retangular, porém de preferência a saída é alterada durante um período mais longo em termo de qualidade de produto.

Em cada padrão descrito acima, embora a saída seja mantida constante enquanto as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 são alinhadas com ao menos partes das porções revestidas 131, a saída não se limita a isso. De preferência, a saída pode ser tal que uma concentração de solvente no material de eletrodo 133 é igual ou menor do que um valor desejado, e uma temperatura do material de eletrodo 133 está em uma faixa de cerca de 100 a 130°C, por exemplo. Na primeira modalidade, visto que a folha metálica 130 é aquecida de maneira indutiva para pré-aquecer um secador de ar quente 141, um valor desejado da concentração de solvente nesse caso é 100 ppm, por exemplo.

Na Figura 7, o controle da saída é tal que a saída é mantida nos limites inferiores L1 a L4 enquanto as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 são alinhadas com as porções não-revestidas 132, porém o controle não se limita a essa forma e pode ser aplicado de qualquer maneira desde que a degradação da qualidade da porção não-revestida 132 seja inibida. Por exemplo, como pode ser observado no gráfico (B) da Figura 8, o controle da saída pode ser tal que a saída não é mantida no limite inferior, porém muda continuamente.

Como descrito antes nesse relatório descritivo, o controlador 140 altera a saída do suprimento de energia de alta frequência 117 de acordo com um intervalo em que as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 são alinhadas com as respectivas porções revestidas 131 e porções não-revestidas 132 e evapora o solvente no material de eletrodo 133 enquanto suprime uma elevação excessiva de temperatura nas porções não-revestidas 132.

As temperaturas das porções revestidas 131 e do material de eletrodo 133 são elevadas duas vezes, quando o primeiro par das porções de aquecimento indutivo 114 e 116 for alinhado com as porções revestidas 131, e quando o segundo par das porções de aquecimento indutivo 113 e 115 for alinhado com as porções revestidas 131. Essas temperaturas são então reduzidas gradualmente pela liberação de calor natural enquanto transporta a folha metálica 130.

Após a evaporação do solvente no material de eletrodo 133 utilizando a bobina in-

5 dutiva 110, a folha metálica 130 e o material de eletrodo 133 são transportados para o secador de ar quente 141, e um solvente resultante no material de eletrodo 133 é removido. Visto que o secador de ar quente 141 pode secar preliminarmente o material de eletrodo 133, o material de eletrodo 133 pode ser seco utilizando apenas a bobina indutiva 110. Após secar o material de eletrodo 133, o material de eletrodo 133 é submetido à prensagem para que uma superfície do material de eletrodo se torne lisa.

Como mostrado na Figura 9A, uma máquina de prensa 150 prensa o material de eletrodo 133 por meio de um par de prensas de cilindro 151 e 152 disposto sobre cada lado da folha metálica 130 enquanto transporta a folha metálica 130.

10 A máquina de prensa 150 possui um cilindro 153 para receber a folha metálica 130 e um motor M12 conectado a um eixo geométrico de rotação do cilindro 153. O motor M12 gira o cilindro 153, que recebe a folha metálica 130 de um cilindro 154 em torno do qual a folha metálica 130 e o material de eletrodo 133 são enrolados, e transporta a folha metálica 130 e o material de eletrodo 133.

15 Como mostrado na Figura 9B, as prensas de cilindro 151 e 152 prensam alternadamente as porções de material de eletrodo 133 e as porções não-revestidas 132 em uma direção oposta àquela onde a folha metálica 130 é transportada. Após ser prensada, as porções não-revestidas 132 são submetidas a uma força em uma porção exposta 134 adjacente à porção não-revestida 132. A força é quase igual àquela aplicada pelas prensas de cilindro 151 e 152.

20 Em contrapartida, visto que as porções revestidas 131 na folha metálica 130 possuem as porções de material de eletrodo 133 projetadas a partir de uma superfície da folha metálica 130, as porções revestidas 131 são suscetíveis a uma força maior do que aquela aplicada à porção exposta 134 adjacente à porção revestida 131. Como resultado, há uma diferença entre a extensão das porções revestidas 131 e aquela da porção exposta 134 em uma direção de transporte.

25 Em particular, em um processo de revestimento contínuo em que as porções de material de eletrodo 133 não são intermitentemente dispostas, porém são continuamente dispostas sem espaço, uma diferença entre uma extensão das porções revestidas 131 e aquela da porção exposta 134 é acumulada na direção de transporte de modo que uma distorção possa ocorrer na folha metálica 130. A distorção pode ser significativa nos casos onde as porções de material de eletrodo 133 são aplicadas sobre a folha metálica em uma faixa de 200 μm a 300 μm ou mais para aumentar a capacidade elétrica.

30 Entretanto, de acordo com a modalidade inventiva, visto que as porções de material de eletrodo 133 são intermitentemente dispostas, a diferença entre a extensão das porções revestidas 131 e a porção exposta 134 após serem prensadas não é acumulada na direção de transporte da folha metálica 130 como é o caso com o processo de revestimento contínuo.

nuo, e a distorção da folha metálica 130 devido à prensa pode ser inibida. Ademais, se houver alguma diferença em tensão entre as regiões limite da porção revestida 131 e da porção não-revestida 132, a diferença não é acumulada visto que as regiões são visivelmente pequena. A tensão é adicionalmente aplicada na direção de transporte da folha metálica 130, então a folha metálica não deve ser partida em uma região que forma uma aba como descrito acima. Para fazer isso, exige-se que as porções revestidas 131 sejam intermitentemente formadas.

Observa-se que, nessa modalidade, o material de eletrodo 133 é aplicado sobre uma superfície da folha metálica 130, e ambas as superfícies da folha metálica 130 são submetidas à secagem e prensagem. Alternativamente, o material de eletrodo 133 pode ser aplicado sobre ambos os lados da folha metálica 130. Após a secagem de ambos os lados da folha metálica 130, ambos os lados da folha metálica 130 podem ser submetidos à prensagem. Em outras palavras, o material de eletrodo 133 pode ser disposto sobre um lado ou ambos os lados da folha metálica 130 por processos de revestimento, secagem e prensagem.

Os efeitos da primeira modalidade serão descritos agora.

Na primeira modalidade, quando as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 forem alinhadas com as porções não-revestidas 132, um controlador 140 reduz a saída de um suprimento de energia de alta frequência 117 para reduzir a quantidade de calor aplicada a uma folha metálica 130 em comparação com o caso quando as porções de aquecimento indutivo forem alinhadas com as porções revestidas 131.

Como resultado, como ilustrado em (A) e (B) das Figuras 10 e 11, a temperatura das porções não-revestidas 132 pode ser mantida mais baixa do que aquela das porções revestidas 131, e uma elevação excessiva de temperatura nas porções não-revestidas 132 pode ser evitada. Portanto, de acordo com a primeira modalidade, a deterioração da folha metálica 130 é assim por diante pode ser evitada e o aprimoramento da qualidade pode ser obtido.

De acordo com a primeira modalidade, as porções de aquecimento indutivo 113 e 114 são separadas uma da outra por uma distância igual a um passo P e são simultaneamente alinhadas com as respectivas porções não-revestidas diferentes 132. Ademais, as porções de aquecimento indutivo 115 e 116 são dispostas para serem separadas uma da outra por uma distância igual a um passo P e são simultaneamente alinhadas com as respectivas porções não-revestidas diferentes 132.

Então, quando um par das porções de aquecimento indutivo 113 e 115, por exemplo, for alinhado com a porção não-revestida 132 e a saída for reduzida, o outro par das porções de aquecimento indutivo 114 e 116 poderia não ser alinhado com as porções revestidas 131 e a quantidade de calor aplicada às porções revestidas 131 poderia não ser reduzi-

da. Como resultado, o material de eletrodo 133 pode ser uniformemente aquecido.

Na primeira modalidade, as porções de aquecimento indutivo 113, 114, 115 e 116 aplicam aquecimento indutivo sobre ambos os lados da folha metálica 130. Como resultado, a primeira modalidade permite a aplicação de calor às porções revestidas 131 de maneira mais eficaz do que aplicar calor apenas a um lado da folha metálica 130, aumentando assim a produtividade reduzido o tempo de secagem.

Um aparelho para revestir e secar um material de eletrodo de acordo com uma segunda modalidade é descrito com referências às Figuras 12 e 13.

Como mostrado na Figura 12, o aparelho de revestimento e secagem 200 de acordo com a segunda modalidade possui uma configuração geralmente similar àquela da primeira modalidade, porém é diferente pelo fato de que um motor M23 é conectado a um eixo geométrico 245 de um cilindro de suprimento 244.

Em geral, um controlador 240 controla um transportador para aumentar a velocidade de uma folha metálica 230 em relação a uma bobina indutiva 210 de modo que a quantidade de calor aplicada às porções não-revestidas 232 esteja abaixo daquela aplicada às porções revestidas 231 quando a folha metálica 230 e a bobina indutiva 210 forem relativamente movidas na direção de disposição (ou seja, a direção na qual as porções de material de eletrodo 233 ficam dispostas) para evaporar um solvente aquecendo de maneira indutiva a folha metálica 230 para gerar calor. O transportador possui o cilindro de suprimento 244, um cilindro de recepção 246 e uma pluralidade de cilindros de suporte (não mostrada) que sustenta um lado inferior da folha metálica 230.

O controlador 240 é eletricamente conectado a um motor M21 e o motor M23 e controla o cilindro de suprimento 244 e o cilindro de recepção 246 controlando as velocidades rotacionais do motor M21 e do motor M23, respectivamente.

O controlador 240 sincroniza os motores M21 e M23 de modo que esses possuam a mesma velocidade rotacional e aumenta ou reduz as velocidades rotacionais dos motores M21 e M23, respectivamente, com base em um sinal de um sensor 242.

Quando o controlador 240 controla os motores M21 e M23 e altera a velocidade de movimento da folha metálica 230 em relação à bobina indutiva 210 de modo que as porções de aquecimento indutivo 213, 214, 215 e 216 sejam alinhadas com ao menos partes das porções não-revestidas 232, a quantidade de calor aplicada à folha metálica 230 é reduzida em comparação com um caso onde as porções de aquecimento indutivo 213, 214, 215 e 216 são alinhadas com as porções revestidas 231.

Como mostrado na Figura 13, por exemplo, o controlador 240 mantém as velocidades rotacionais dos motores M21 e M23 constantes, mantendo assim a velocidade de movimento da folha metálica 230 em velocidade constante de L, enquanto as porções de aquecimento indutivo 213, 214, 215 e 216 são alinhadas com as porções revestidas 231.

Portanto, enquanto as porções de aquecimento indutivo 213, 214, 215 e 216 são alinhadas com as porções não-revestidas 232, o controlador 240 aumenta as velocidades rotacionais dos motores M21 e M23 até a velocidade de movimento da folha metálica 230 atingir a velocidade H. Desse modo, o controlador 240 reduz a quantidade de calor aplicada às porções não-revestidas 232.

A velocidade de movimento H da folha metálica 230 pode ser, por exemplo, 2 m/min, e a velocidade de movimento L da folha metálica 230 pode ser, por exemplo, 1 m/min. Ademais, nessa modalidade, o controlador 240 mantém uma saída de um suprimento de energia de alta frequência 217 constante.

Como descrito acima, na segunda modalidade, enquanto as porções de aquecimento indutivo 213, 214, 215 e 216 são alinhadas com ao menos partes das porções não-revestidas 232, a quantidade de calor aplicada à folha metálica 230 é reduzida em comparação com o caso onde as porções de aquecimento indutivo 213, 214, 215 e 216 são alinhadas com as porções revestidas 231. Assim, uma elevação excessiva de temperatura nas porções não-revestidas 232 é inibida e o aprimoramento da qualidade pode ser obtido como é o caso com a primeira modalidade. Ademais, a segunda modalidade é geralmente similar à primeira modalidade e fornece os mesmos efeitos adicionais que a primeira modalidade.

Nessa modalidade, embora a quantidade de calor aplicada à folha metálica 230 seja alterada ao controlar as velocidades rotacionais dos motores M21 e M23 para alterar a velocidade de movimento da folha metálica 230 em relação à bobina indutiva 210, o controle da saída do suprimento de energia de alta frequência pode ser simultaneamente usado, como adicionalmente descrito em relação à primeira modalidade. Nesse caso, uma variação na velocidade de movimento e uma variação na saída podem ser valores menores do que aqueles descritos em relação a cada uma das modalidades.

Um aparelho para secar um material de eletrodo de acordo com uma terceira modalidade é descrito com referência à Figura 14. A terceira modalidade possui uma configuração geralmente similar àquela das primeira e segunda modalidades, porém se difere pelo fato de que as porções de aquecimento indutivo 313, 314 que recebem a saída do suprimento de energia de alta frequência 317 são dispostas para ficarem separadas por uma distância D3, que é duas vezes o passo P (ou seja, $D3 = 2 \cdot P$), na direção de disposição das porções de material de eletrodo 333 sobre uma superfície de uma folha metálica 330. As porções de material de eletrodo 333 formam porções revestidas 331 separadas por porções não-revestidas 332 da folha metálica 330.

Então, na terceira modalidade, um intervalo de tempo a partir de um ponto de tempo quando uma porção revestida 331 passa através de uma porção de aquecimento indutivo 314 até um ponto de tempo quando a porção revestida 331 atinge uma porção de aquecimento indutivo 313 é mais longo do que aquele da primeira modalidade, e a temperatura da

porção revestida 331 é reduzida abaixo daquela da primeira ou segunda modalidade durante um movimento da porção revestida 331. Portanto, a terceira modalidade possui um efeito além dos efeitos das primeira e segunda modalidades pelo fato de que uma elevação excessiva de temperatura da porção revestida 331 pode ser inibida.

5 Em particular, se uma espessura da folha metálica 330 ou do material de eletrodo 333 for fina, a terceira modalidade é vantajosamente aplicável, pois é provável que a temperatura se eleve devido a uma redução na capacidade térmica. Ademais, se o passo P for pequeno e for difícil, por exemplo, processar um tubo de cobre como um corpo de bobina que será combinado com o passo P, a terceira modalidade também é vantajosamente aplicável.

10 A Figura 15A é uma vista superior que ilustra as partes principais de um aparelho para secar um material de eletrodo de acordo com uma quarta modalidade, e a Figura 15B é uma vista em corte tomada ao longo de uma linha 15B-15B na Figura 15A.

15 Como mostrado na Figura 15A, a quarta modalidade possui uma configuração geralmente similar àquela da primeira ou segunda modalidade, porém se difere pelo fato de que a bobina indutiva 410 é formada em uma configuração em formato de pente.

20 Como melhor observado na Figura 15B, quatro porções de aquecimento indutivo 413 A, 414A, 413B e 414B ficam dispostas em um lado de uma folha metálica 430, e quatro porções de aquecimento indutivo 415 A, 416A, 415B e 416B ficam dispostas no outro lado da folha metálica 430.

25 As porções de aquecimento indutivo adjacentes umas às outras na direção de disposição das porções de material de eletrodo 433 sobre uma superfície da folha metálica 430 são separadas por uma distância igual a um passo P. As porções de material de eletrodo 433 formam porções revestidas 431 separadas por porções não-revestidas 432 da folha metálica 430.

30 A quarta modalidade fornece os mesmos efeitos que a primeira ou segunda modalidade. Ademais, visto que a quarta modalidade é operável para aquecer quatro locais da folha metálica 430 por um único suprimento de energia de alta frequência 417, a quarta modalidade pode reduzir o custo do aparelho em comparação com um caso onde quatro locais são aquecidos por duas bobinas indutivas como na primeira ou segunda modalidade.

 Um aparelho para secar um material de eletrodo de acordo com uma quinta modalidade é descrito com referência às Figuras 16 a 20.

35 A quinta modalidade possui uma configuração geralmente similar àquela da primeira ou segunda modalidade, porém se difere, como mostrado na Figura 16, pelo fato de que o aparelho para secar o material de eletrodo inclui não só uma bobina indutiva 510 que possui uma estrutura geralmente similar como uma bobina indutiva 110, como também uma bobina indutiva auxiliar 520 que faz face com uma folha metálica 530 e aquece de maneira

indutiva a folha metálica 530. Ademais, o aparelho de secagem do material de eletrodo de acordo com a quinta modalidade possui um suprimento de energia 527 para fornecer energia à bobina indutiva auxiliar 520. Um controlador 540 controla um suprimento de energia de alta frequência 517 que fornece energia à bobina indutiva 510 e o suprimento de energia 527 para a bobina indutiva auxiliar 520.

A bobina indutiva 510 inclui ao menos duas, primeira e segunda, porções de aquecimento indutivo que se estendem transversalmente à direção de disposição das porções de material de eletrodo 533 e separadas na direção de disposição.

As porções de aquecimento indutivo 513 e 514 localizadas em um lado da folha metálica 530 constituem as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo. As porções de aquecimento indutivo 515 e 516, localizadas no lado oposto da folha metálica 530 (veja Figura 18), também constituem as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo.

A bobina indutiva 510 se difere da bobina indutiva 110 na primeira modalidade pelo fato de que a distância entre as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo não é igual àquela da bobina indutiva 110. A distância entre as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo da bobina indutiva 510 é tal que a segunda porção de aquecimento indutivo é alinhada com uma porção revestida 531 quando a primeira porção de aquecimento indutivo for alinhada com uma porção não-revestida 532 e a primeira porção de aquecimento indutivo é alinhada com a porção revestida 531 quando a segunda porção de aquecimento indutivo for alinhada com a porção não-revestida 532.

A bobina indutiva auxiliar 520 fica localizada a jusante de ao menos uma das primeira e segunda porções de aquecimento indutivo da bobina indutiva 510 na direção de disposição na qual a folha metálica 530 se move. Nessa modalidade, a bobina indutiva auxiliar 520 fica localizada a jusante das porções de aquecimento indutivo 513 e 515 da bobina indutiva 510 na direção de disposição. A bobina indutiva auxiliar 520 fica disposta de modo que um fluxo magnético que essa produz possa transmitir através da folha metálica 530 em uma direção perpendicular a uma superfície da folha metálica 530.

A bobina indutiva auxiliar 520 possui um corpo de bobina 521 através do qual a corrente AC flui e os núcleos magnéticos longos 522 e 529 feitos de ferrita (veja Figura 18). A bobina indutiva auxiliar 520 é eletricamente conectada ao suprimento de energia 527. Os núcleos magnéticos 522 e 529 formam uma trajetória magnética que transmite o fluxo magnético produzido pela bobina indutiva auxiliar 520 através da folha metálica 530 na direção perpendicular à superfície da folha metálica 530.

Como mostrado na Figura 17, o corpo de bobina 521 da bobina indutiva auxiliar 520 é formado, por exemplo, ao dobrar um tubo de cobre. Uma parte interna do corpo de bobina 521 está em comunicação com um resfriador (não mostrado) para alimentar a água de res-

friamento. Durante o aquecimento indutivo, a água de resfriamento fornecida do resfriador é circulada através da parte interna do corpo de bobina 521, e um aumento na temperatura do corpo de bobina 521 é inibida.

A bobina indutiva auxiliar 520 inclui ao menos duas, primeira e segunda, as porções de aquecimento indutivo auxiliares se estendem transversalmente à direção de disposição das porções de material de eletrodo 533 e separadas em uma direção perpendicular à superfície da folha metálica 530.

Na Figura 17, as porções de aquecimento indutivo auxiliares 523 e 524 localizadas em um lado superior da folha metálica 530 que sustenta as porções de material de eletrodo 533 constituem as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo auxiliares. As porções de aquecimento indutivo auxiliares 525 e 26 localizadas no lado inferior oposto da folha metálica 530 também constituem as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo auxiliares.

As porções de aquecimento indutivo auxiliares 523 e 524 separadas em uma direção perpendicular à superfície da folha metálica 530. As porções de aquecimento indutivo auxiliares 525 e 526 também são separadas em uma direção perpendicular à superfície da folha metálica 530.

As porções de aquecimento indutivo auxiliares 523 e 525 são opostas uma à outra com a folha metálica 530 intercalada entre essas. Em outras palavras, a bobina indutiva auxiliar 520 inclui um par das porções de aquecimento indutivo auxiliares 523 e 525 opostas uma à outra com a folha metálica 530 intercalada entre essas.

O suprimento de energia 527 da bobina indutiva auxiliar 520 faz a corrente fluir através do par das porções de aquecimento indutivo auxiliares 523 e 525 na mesma direção. Então, uma corrente induzida produzida na folha metálica 530 por linhas de força magnética que se originam da porção de aquecimento indutivo auxiliar 523 e outra corrente induzida produzida na folha metálica 530 por linhas de força magnética que se originam da porção de aquecimento indutivo 525 fluem na mesma direção sem se anularem. Portanto, a folha metálica 530 pode gerar calor Joule suficiente para realizar a secagem das porções de material de eletrodo 533.

De preferência, as direções nas quais a bobina indutiva auxiliar 520 se estendem e a direção de disposição das porções de material de eletrodo 533 são ortogonais umas às outras. Durante um movimento da folha metálica 530, a bobina indutiva auxiliar 520 poderia se sobrepor simultaneamente sobre as bordas das porções de material de eletrodo 533 e poderia simultaneamente deixar as bordas das porções de material de eletrodo 533 visualizadas a partir de uma direção transversal da folha metálica 530. Então, as porções de material de eletrodo 533 podem ser uniformemente aquecidas na direção transversal da folha metálica 530 mesmo que uma quantidade de calor aplicada à folha metálica 530 seja contro-

lada para ser reduzida ou aumentada.

Como mostrado na Figura 18, a bobina indutiva auxiliar 520 é fornecida com o núcleo magnético 522 na porção de aquecimento indutivo auxiliar 523 e o núcleo magnético 529 na porção de aquecimento indutivo auxiliar 525. A bobina indutiva auxiliar 520 inclui adicionalmente um elemento protetor 528 para reduzir um vazamento de fluxo magnético protegendo uma das primeira e segunda porções de aquecimento indutivo auxiliares da bobina indutiva auxiliar 520 que está distante de uma superfície da folha metálica 530. Nessa modalidade, as porções de aquecimento indutivo auxiliares 524 e 526, como mostrado na Figura 18, constituem uma porção de aquecimento indutivo auxiliar que está distante da superfície da folha metálica 530.

O elemento protetor 528 é feito de ferrita. O elemento protetor 528 envolve todo o perímetro das porções de aquecimento indutivo auxiliares 524 e 526 e inibe as linhas de força magnética produzidas pelas porções de aquecimento indutivo auxiliares 524 e 526 de atuarem sobre um objeto periférico como, por exemplo, um invólucro do aparelho.

Um método de secagem de um material de eletrodo de acordo com a quinta modalidade será descrito a seguir.

Durante a secagem de um material de eletrodo 533, quando uma primeira porção de aquecimento indutivo de uma bobina indutiva 510 for alinhada com uma porção não-revestida 532, uma segunda porção de aquecimento indutivo da bobina indutiva 510 é alinhada com uma porção revestida 531. Ademais, quando a segunda porção de aquecimento indutivo for alinhada com a porção não-revestida 532, a primeira porção de aquecimento indutivo é alinhada com a porção revestida 531. Nesse caso, enquanto a primeira ou segunda porção de aquecimento indutivo é alinhada com a porção não-revestida 532, a quantidade de calor aplicada a uma folha metálica 530 é reduzida em comparação com o caso onde a primeira ou segunda porção de aquecimento indutivo é alinhada com a porção revestida 531.

Ademais, visto que a bobina indutiva auxiliar 520 é oposta à folha metálica 530 e a primeira porção de aquecimento indutivo da bobina indutiva 510 é alinhada com a porção não-revestida 532, uma primeira região 535 na porção revestida 531, na qual a segunda porção de aquecimento indutivo da bobina indutiva 510 se move relativamente, é aquecida pela bobina indutiva auxiliar 520. Visto que a segunda porção de aquecimento indutivo da bobina indutiva 510 é alinhada com a porção não-revestida 532, uma segunda região 536 na porção revestida 531, na qual a primeira porção de aquecimento indutivo da bobina indutiva 510 se move relativamente, também é aquecida pela bobina indutiva auxiliar 520. Mais detalhes serão explicados agora com referência inicial às Figuras 19A a 19C.

Primeiramente, a folha metálica de movimento 530 é aquecida de maneira indutiva pela bobina indutiva 510 para evaporar um solvente no material de eletrodo 533. Durante

esse tempo, como mostrado nas Figuras 19A e 19B, quando as porções de aquecimento indutivo 513 e 515 forem alinhadas com a porção não-revestida 532, as porções de aquecimento indutivo 514 e 516 são alinhadas com a porção revestida 531. Em contrapartida, quando as porções de aquecimento indutivo 514 e 516 forem alinhadas com a porção não-revestida 532, as porções de aquecimento indutivo 513 e 515 são alinhadas com a porção revestida 531.

O controlador 540 reduz a quantidade de calor aplicada à folha metálica 530 quando as porções de aquecimento indutivo 513 e 515 forem alinhadas com as porções não-revestidas 532 em comparação com o caso onde as porções de aquecimento indutivo 513 e 515 são alinhadas com a porção revestida 531. O controlador 540 também reduz a quantidade de calor aplicada à folha metálica 530 quando as porções de aquecimento indutivo 514 e 516 forem alinhadas com a porção não-revestida 532 em comparação com o caso onde as porções de aquecimento indutivo 514 e 516 são alinhadas com a porção revestida 531.

Em outras palavras, como mostrado na Figura 19C, durante um intervalo de tempo T a partir de um ponto de tempo quando a bobina indutiva 510 começar a ser alinhada com uma das porções revestidas 531 até um ponto de tempo quando a bobina indutiva 510 e uma das porções revestidas 531 não começarem a ser alinhadas umas com as outras, o controlador 540 reduz a saída quase duas vezes. Observa-se que o controlador 540 pode reduzir a quantidade de calor aplicada alterando a velocidade da folha metálica em relação à bobina indutiva como é o caso com a segunda modalidade.

Como mostrado nas Figuras 20A e 20B, o controlador 540 também controla um suprimento de energia 527 de uma bobina indutiva auxiliar de modo que à medida que as porções de aquecimento indutivo 513 e 515 são alinhadas com a porção não-revestida 532, uma região 535 na porção revestida 531, onde as porções de aquecimento indutivo 514 e 516 se movem relativamente, seja aquecida pela bobina indutiva auxiliar 520. Similarmente, as porções de aquecimento indutivo 514 e 516 são alinhadas com a porção não-revestida 532, uma região 536 na porção revestida 531, onde as porções de aquecimento indutivo 513 e 515 se movem relativamente, também é aquecida pela bobina indutiva auxiliar 520 utilizando o suprimento de energia 527. Observa-se que as regiões 535 e 536 correspondem às primeira e segunda regiões mencionadas acima, respectivamente.

Quando a folha metálica 530 se mover, e as porções de aquecimento indutivo auxiliares 523 e 525 da bobina indutiva auxiliar 520 forem alinhadas com as regiões 535 e 536 na porção revestida 531, respectivamente, o controlador 540 aquece as regiões 535 e 536, fazendo com que essas gerem calor.

A quantidade de calor aplicada pela bobina indutiva auxiliar 520 compensa uma redução na quantidade de calor aplicada à porção revestida 531 enquanto as porções de aquecimento indutivo 513 e 515 ou as porções de aquecimento indutivo 514 e 516 são ali-

nhadas com a porção não-revestida 532.

Como descrito acima, a quinta modalidade é eficaz para equalizar a quantidade de calor aplicada à porção revestida 531 compensado a quantidade de calor exigida para manter a concentração de solvente no material de eletrodo 533 igual ou menor do que um valor desejado com a bobina indutiva 520 e fornece efeitos similares à primeira ou segunda modalidade.

A Figura 21 é uma vista em corte que ilustra as partes principais de um aparelho de secagem de um material de eletrodo de acordo com uma sexta modalidade.

A sexta modalidade é geralmente similar à quinta modalidade, porém se difere pelo fato de que um elemento protetor não é fornecido. Também, as porções de aquecimento indutivo auxiliares 624 e 626 localizadas em um lado distal de uma superfície de uma folha metálica 630 estão em contato com os núcleos magnéticos 622 e 629 fornecidos nas porções de aquecimento indutivo auxiliares 623 e 625 localizados em lados voltados para a superfície da folha metálica 630. Uma bobina indutiva 610 possui uma estrutura geralmente similar à bobina indutiva 510 na quinta modalidade.

Com referência à Figura 21, em geral, uma bobina indutiva auxiliar 620 oposta à folha metálica 630 e que aquece de maneira indutiva a folha metálica 630 inclui ao menos duas, primeira e segunda, porções de aquecimento indutivo auxiliares que se estendem transversalmente à direção de disposição das porções de material de eletrodo 633 e são dispostas e separadas umas das outras em uma direção perpendicular a uma superfície da folha metálica 630.

Na Figura 21, as porções de aquecimento indutivo auxiliares 623 e 624 voltadas para um lado superior da folha metálica 630 constituem as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo auxiliares, e as porções de aquecimento indutivo auxiliares 625 e 626 voltadas para um lado inferior da folha metálica 630 também constituem as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo auxiliares.

A bobina indutiva auxiliar 620 possui núcleos magnéticos 622 e 629, onde os núcleos 622 e 629 são fornecidos em uma das primeira e segunda porções de aquecimento indutivo auxiliares da bobina indutiva auxiliar 620 localizadas em um lado proximal de uma superfície da folha metálica 630, e os núcleos 622 e 629 formam uma trajetória magnética para transmitir um fluxo magnético produzido pela porção de aquecimento indutivo auxiliar localizada em um lado proximal da superfície da folha metálica 630 em uma direção perpendicular à superfície da folha metálica 630. A porção de aquecimento indutivo auxiliar 624 está em contato com o núcleo magnético 622. A porção de aquecimento indutivo auxiliar 626 também está em contato com o núcleo magnético 629.

Dessa maneira, uma parte do fluxo magnético produzido pela porção de aquecimento indutivo auxiliar localizada no lado distal da superfície da folha metálica 630 é trans-

mitida na direção perpendicular à superfície da folha metálica 630 contatando a porção de aquecimento indutivo auxiliar localizada no lado distal da superfície da folha metálica 630 com os núcleos magnéticos 622 e 629. Portanto, a sexta modalidade fornece um efeito adicional além dos efeitos da quinta modalidade, pois a folha metálica 630 pode ser aquecida de maneira indutiva de maneira mais eficaz.

Observa-se que, nessa modalidade, visto que as porções de aquecimento indutivo auxiliares expostas 624 e 626 ficam localizadas próximas aos núcleos magnéticos 622 e 629, e as porções de aquecimento indutivo auxiliares 624 e 626 são separadas de um objeto periférico, por exemplo, um invólucro do aparelho e assim por diante, as linhas de força magnética podem ser impedidas de exercer uma influência sobre o objeto periférico.

A Figura 22 é uma vista superior que ilustra as partes principais de um aparelho de secagem de um material de eletrodo de acordo com uma sétima modalidade.

A sétima modalidade é geralmente similar à quinta modalidade, porém se difere pelo fato de que essa modalidade inclui uma pluralidade de bobinas indutivas onde cada uma das bobinas indutivas é geralmente similar a uma bobina indutiva 510 na quinta modalidade.

Com referência à Figura 22, em geral, o aparelho de secagem do material de eletrodo de acordo com a sétima modalidade possui uma pluralidade de conjuntos de bobinas indutivas e suprimentos de energia para formar uma pluralidade de primeiras regiões e uma pluralidade de segundas regiões em uma porção revestida 731.

Em particular, o aparelho de secagem do material de eletrodo de acordo com a sétima modalidade possui dois conjuntos de bobinas indutivas 710 e um suprimento de energia de alta frequência 717 e uma bobina indutiva 760 e um suprimento de energia de alta frequência 767. Um controlador 740 controla os suprimentos de energia de alta frequência 717 e 767.

Duas primeiras regiões e duas segundas regiões são formadas na porção revestida 731 mediante o aquecimento indutivo com as bobinas indutivas 710 e 760. As regiões 735, 736, 737 e 738 na Figura 22 correspondem às primeira e segunda regiões.

Uma distância L1 entre as porções de aquecimento indutivo na bobina indutiva 710, uma distância L2 entre as porções de aquecimento indutivo na bobina indutiva 760, e uma largura de espaçamento L3 entre a bobina indutiva 710 e a bobina indutiva 760 são ajustadas de modo que as regiões 735, 736, 737 e 738 não se sobreponham.

O controlador 740 controla um suprimento de energia 727 de uma bobina indutiva auxiliar 720 para aquecer a pluralidade das primeira e segunda regiões 735, 736, 737 e 738 utilizando uma bobina indutiva auxiliar 720 da pluralidade das bobinas indutivas 710 e 760.

Essa modalidade proporciona um efeito adicional, além dos efeitos da quinta modalidade, pois a utilização da bobina indutiva auxiliar é aprimorada sobre uma configuração em que uma bobina indutiva auxiliar individual é fornecida para cada uma entre uma pluralidade

de bobinas indutivas. Ademais, essa modalidade proporciona um efeito adicional, pois o custo de equipamento pode ser mais reduzido do que uma configuração em que uma bobina indutiva auxiliar individual é fornecida para cada uma entre uma pluralidade de bobinas indutivas.

5 Um aparelho de secagem de um material de eletrodo de acordo com uma oitava modalidade é descrito com referência à Figura 23 e Figura 24.

A oitava modalidade é geralmente similar à quinta modalidade, porém se difere pelo fato de que uma bobina indutiva auxiliar fica localizada entre uma primeira porção de aquecimento indutivo e uma segunda porção de aquecimento indutivo de uma bobina indutiva.

10 Como mostrado na Figura 23, uma bobina indutiva auxiliar 820 similar a uma bobina indutiva auxiliar 520 na quinta modalidade fica localizada entre as porções de aquecimento indutivo de uma bobina indutiva 810 similar a uma bobina indutiva 510 na quinta modalidade.

15 Como descrito acima em conjunto com a quinta modalidade, visto que a ferrita usada como um núcleo magnético e um elemento protetor cobre um corpo de bobina de uma bobina indutiva e um corpo de bobina de uma bobina indutiva auxiliar, a bobina indutiva 810 e a bobina indutiva auxiliar 820 podem ser densamente dispostas.

20 Com essa configuração, a oitava modalidade proporciona, além dos efeitos da quinta modalidade, um efeito adicional, pois o aparelho pode ser produzido em um tamanho pequeno.

Ademais, como mostrado na Figura 24, dois conjuntos da bobina indutiva 810 e da bobina indutiva auxiliar 820 podem ser fornecidos. Nesse caso, o aparelho pode ser produzido em um tamanho pequeno sobrepondo parcialmente as bobinas indutivas diferentes 810 umas às outras.

25 A Figura 25 é uma vista em corte que ilustra as partes principais de um aparelho de secagem de um material de eletrodo de acordo com a nona modalidade.

30 O aparelho de secagem do material de eletrodo de acordo com a nona modalidade possui uma configuração de uma das primeira a oitava modalidades e possui adicionalmente meio anti-magnético disposto em uma porção exposta 934 de uma folha metálica 930 e atenua o fluxo magnético que atua sobre a porção exposta 934.

Como mostrado na Figura 25, o meio anti-magnético pode ser, por exemplo, uma bobina de cancelamento 960 para gerar linhas de força magnética de modo que a influência de linhas de força magnética gerada pela bobina indutiva 910 sobre a porção exposta 934 possa ser anulada.

35 Com essa configuração, a nona modalidade fornece um efeito adicional, além dos efeitos de uma das primeira à oitava modalidades, pois um aumento excessivo na temperatura sobre a porção exposta 934 pode ser inibido.

A invenção não se limita às modalidades mencionadas acima, porém pode ser variadamente modificada dentro do escopo das reivindicações em anexo. Por exemplo, uma distância entre as porções de aquecimento indutivo não se limita a uma idêntica a um passo P através do qual as porções de material de eletrodo ficam dispostas, porém pode possuir
5 quaisquer valores iguais ao passo P multiplicado por um número natural, por exemplo, um valor igual ao passo P multiplicado por 3.

Ademais, uma forma de onda de uma saída de um suprimento de energia de alta frequência não se limita aos exemplos mencionados acima, porém pode ser variadamente estabelecida. Por exemplo, o ciclo de trabalho pode ser alterado entre um intervalo quando
10 as porções de aquecimento indutivo forem alinhadas com uma porção revestida e um intervalo quando as porções de aquecimento indutivo forem alinhadas com uma porção não-revestida de modo que um aumento na temperatura excessiva na porção não-revestida possa ser inibida.

Nas modalidades mencionadas acima, uma folha metálica é movida em relação a
15 uma bobina indutiva, porém a invenção não se limita a essas. Em outras palavras, a folha metálica e a bobina indutiva são relativamente movidas, e a invenção inclui uma modalidade em que a bobina indutiva é movida em relação à folha metálica.

Consequentemente, as modalidades mencionadas acima foram descritas para permitir um fácil entendimento da presente invenção, e não limitam a presente invenção. Em
20 contrapartida, a invenção pretende cobrir várias modificações e disposições equivalentes incluídas dentro do escopo das reivindicações em anexo, tal escopo deve estar de acordo com a interpretação mais ampla para abranger todas as tais modificações e estruturas equivalentes como permitido pela lei.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho (100, 102) de secagem de material de eletrodo (133) em porções revestidas separadas (131) dispostas em uma direção de disposição através de uma superfície de uma folha metálica (130) que possui as porções não-revestidas (132) expostas entre as porções revestidas (131), o aparelho (100, 102) **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

uma bobina indutiva (110, 210, 510, 710, 760, 810) oposta à folha metálica (130) e configurada para aquecer de maneira indutiva a folha metálica (130);

um transportador (144, 146) configurado para mover pelo menos uma entre a folha metálica (130) e a bobina indutiva (110, 210, 510, 710, 760, 810) em relação à outra da folha metálica (130) ;

e a bobina indutiva (110, 210, 510, 710, 760, 810) na direção de disposição das porções revestidas (132) ao longo da folha metálica (130);

um suprimento de energia (117) configurado para fornecer energia à bobina indutiva (110, 210, 510, 710, 760, 810); e

uma unidade de controle (140, 240, 540, 740) configurada para controlar pelo menos um entre o transportador (144, 146) e o suprimento de energia (117);

em que a unidade de controle (140, 240, 540, 740) é configurada para reduzir uma quantidade de calor aplicada às porções não-revestidas (132) abaixo de uma quantidade de calor aplicada às porções revestidas (131) pelo controle do suprimento de energia (117) para reduzir a energia fornecida para a bobina indutora (110, 210, 510, 710, 760, 810) ou controlando o transportador (144, 146) para aumentar uma velocidade relativa da folha metálica (130) com relação à bobina indutora (110, 210, 510, 710, 760, 810).

2. Aparelho (100, 102), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a bobina indutiva (110, 210, 510, 710, 760, 810) é configurada para gerar um fluxo magnético e é disposta de modo que o fluxo magnético gerado seja transmitido através da folha metálica (110) em uma direção perpendicular à superfície da folha metálica (100).

3. Aparelho (100, 102), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a bobina indutiva (110, 210, 510, 710, 760, 810) inclui uma porção de aquecimento indutivo que se estende transversalmente à direção de disposição, e

a unidade de controle (140) é configurada para reduzir a quantidade de calor aplicada à folha metálica (110) quando a porção de aquecimento indutivo for alinhada com a porção não-revestida (132) a um valor que é menor do que a quantidade de calor aplicada quando a porção de aquecimento indutivo for alinhada com a porção revestida (131).

4. Aparelho (100, 102), de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a bobina indutiva (110, 210, 510, 710, 760, 810) inclui pelo menos uma primeira porção de aquecimento indutivo e uma segunda porção de aquecimento indutivo separada

uma da outra por uma distância na direção de disposição.

5. Aparelho (100, 102), de acordo a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a distância entre as primeira e segunda porções de aquecimento indutivo é um passo multiplicado por um número natural, em que as porções de material de eletrodo são dispostas de acordo com o passo.

6. Aparelho (100, 102), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

uma bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820) disposta oposta à folha metálica (130) e configurada para aquecer de maneira indutiva a folha metálica (130); e

um suprimento de energia para fornecer energia à bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820);

em que a unidade de controle (140) é configurada para controlar o suprimento de energia da bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820);

em que a bobina indutiva (110) inclui pelo menos uma primeira porção de aquecimento indutivo e uma segunda porção de aquecimento indutivo que se estendem transversalmente à direção de disposição e separadas uma da outra por uma distância na direção de disposição;

em que a unidade de controle (140) é configurada para reduzir a quantidade de calor aplicada à folha metálica (130) quando a primeira porção de aquecimento indutivo for alinhada com a porção não-revestida (132) a um valor que é menor do que a quantidade de calor aplicada pela primeira porção de aquecimento indutivo quando alinhada com a porção revestida (131);

em que a unidade de controle (140) é configurada para controlar o suprimento de energia da bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820) para fazer com que uma primeira região da porção revestida (131), com a qual a segunda porção de aquecimento indutivo é alinhada, seja aquecida pela bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820) quando a bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820) for alinhada com a primeira região da porção revestida (131).

7. Aparelho (100, 102), de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a quantidade de calor aplicada pela bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820) compensa uma quantidade reduzida de calor aplicada à porção revestida (131) pela segunda porção de aquecimento indutivo quando a primeira porção de aquecimento indutivo for alinhada com a porção não-revestida (132).

8. Aparelho (100, 102), de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820) inclui ao menos uma primeira porção de aquecimento indutivo auxiliar e uma segunda porção de aquecimento indutivo auxiliar separadas uma da outra em uma direção perpendicular à superfície da folha metálica

(110); e

em que o aparelho (100, 102) compreende adicionalmente um membro protetor configurado para reduzir um vazamento de fluxo magnético protegendo pelo menos uma porção de aquecimento indutivo auxiliar da primeira porção de aquecimento indutivo auxiliar da bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820) e da segunda porção de aquecimento indutivo auxiliar da bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820), sendo que pelo menos uma porção de aquecimento indutivo auxiliar fica localizada em um lado distal da superfície da folha metálica (110).

9. Aparelho (100, 102), de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820) fica localizada a jusante de pelo menos uma porção de aquecimento indutivo da primeira porção de aquecimento indutivo da bobina indutiva (520, 620, 720, 820) e da segunda porção de aquecimento indutivo da bobina indutiva (520, 620, 720, 820) na direção de disposição.

10. Aparelho (100, 102), de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820) fica localizada entre a primeira porção de aquecimento indutivo da bobina indutiva (110, 210, 510, 710, 760, 810) e a segunda porção de aquecimento indutivo da bobina indutiva (110, 210, 510, 710, 760, 810).

11. Aparelho (100, 102), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o material de eletrodo (133) é configurado para formar um entre um cátodo (12) e um ânodo (15) de uma bateria secundária de íon lítio (10).

12. Método de secagem de um material de eletrodo (133) em porções revestidas separadas (131) dispostas em uma direção de disposição através de uma superfície de uma folha metálica (130) que possui as porções não-revestidas (132) expostas entre as porções revestidas (131), o método **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

mover a folha metálica (130) em uma direção de disposição das porções de material de eletrodo (131); e

reduzir a quantidade de calor aplicada à porção não-revestida (132) abaixo de uma quantidade de calor aplicada à porção revestida (131) com aquecimento indutivo por uma bobina indutiva (110, 210, 510, 710, 760, 810),

em que a quantidade de calor aplicado à porção não-revestida (132) é reduzida abaixo da quantidade de calor aplicada à porção revestida (131) tanto pela redução de suprimento de energia da bobina indutiva auxiliar (520, 620, 720, 820) ou pelo aumento de uma velocidade com a qual a folha metálica (130) é movida em relação à bobina indutiva (110, 210, 510, 710, 760, 810).

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a bobina indutiva (110, 210, 510, 710, 760, 810) inclui uma primeira porção de aquecimento indutivo e uma segunda porção de aquecimento indutivo, que se estendem transversalmen-

te à direção de disposição e são separadas uma da outra por uma distância na direção de disposição, e em que a quantidade de calor indutivo aplicada à folha metálica (110) é reduzida quando uma porção de aquecimento indutivo é alinhada com a porção não-revestida (132) a um valor que é menor que a quantidade de calor aplicada quando a porção de calor indutivo é alinhada com a porção revestida (131) e em que a distância entre a primeira e a segunda porções de aquecimento indutivo é dimensionada de modo que quando a primeira porção de aquecimento indutivo é alinhada com a porção não-revestida (132), a segunda porção de aquecimento indutivo é alinhada com a porção revestida (131).

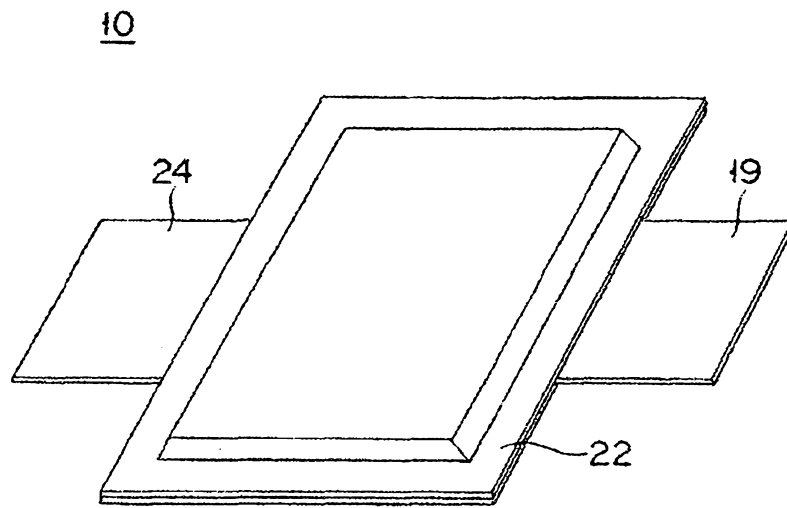


FIG. 1

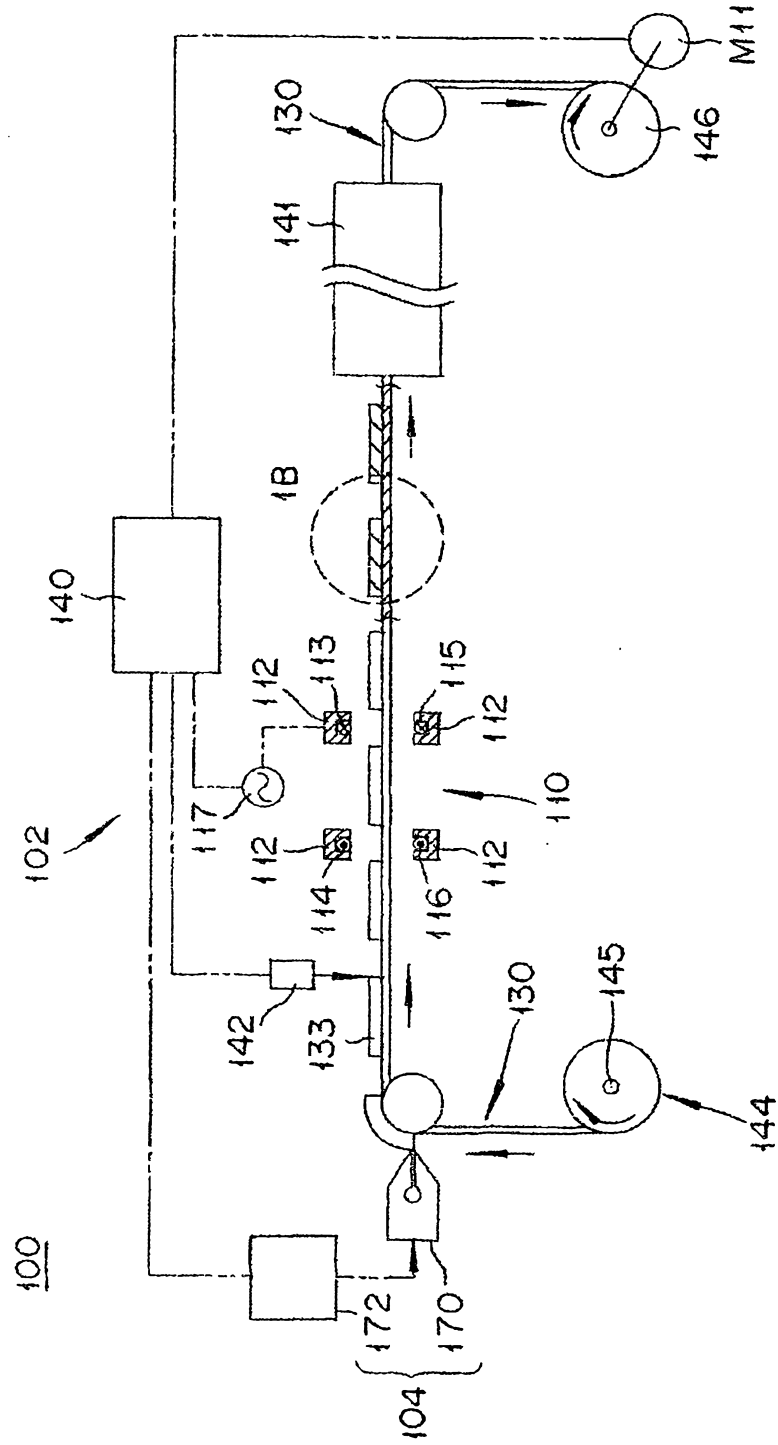
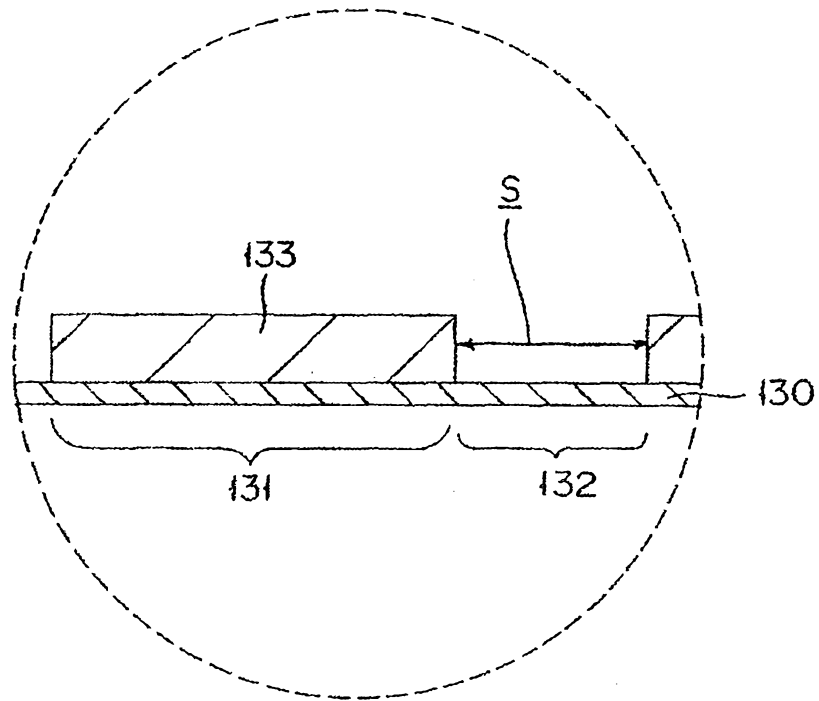
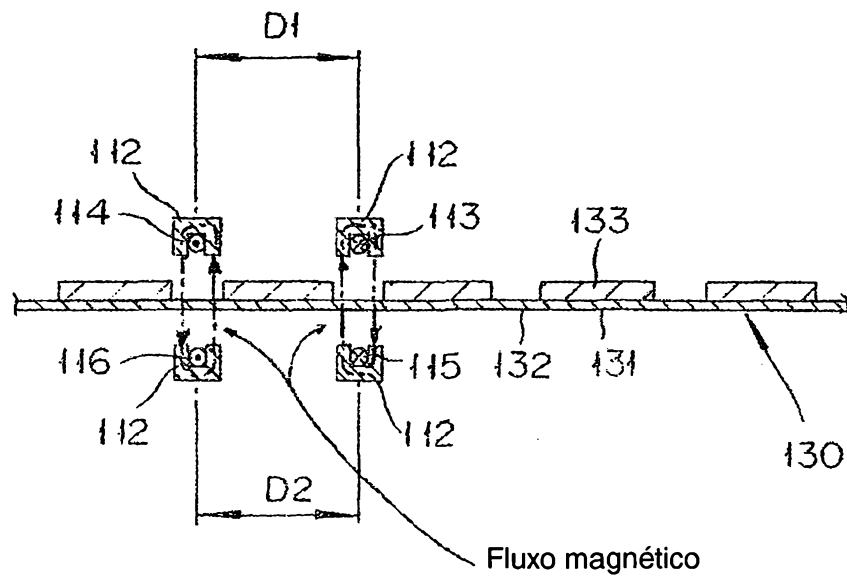
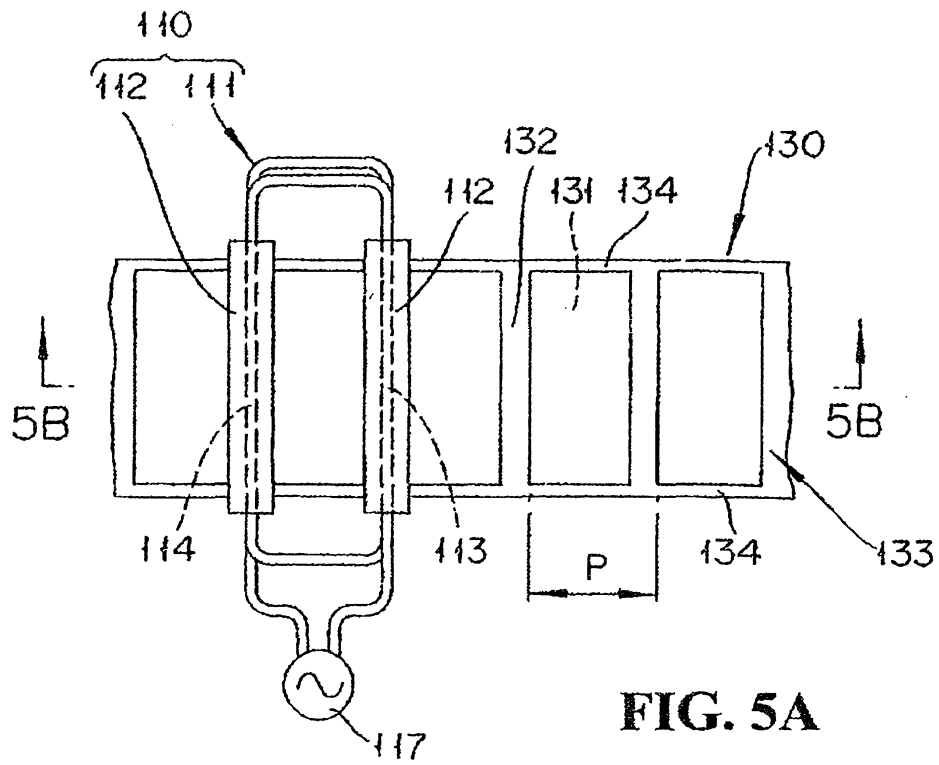
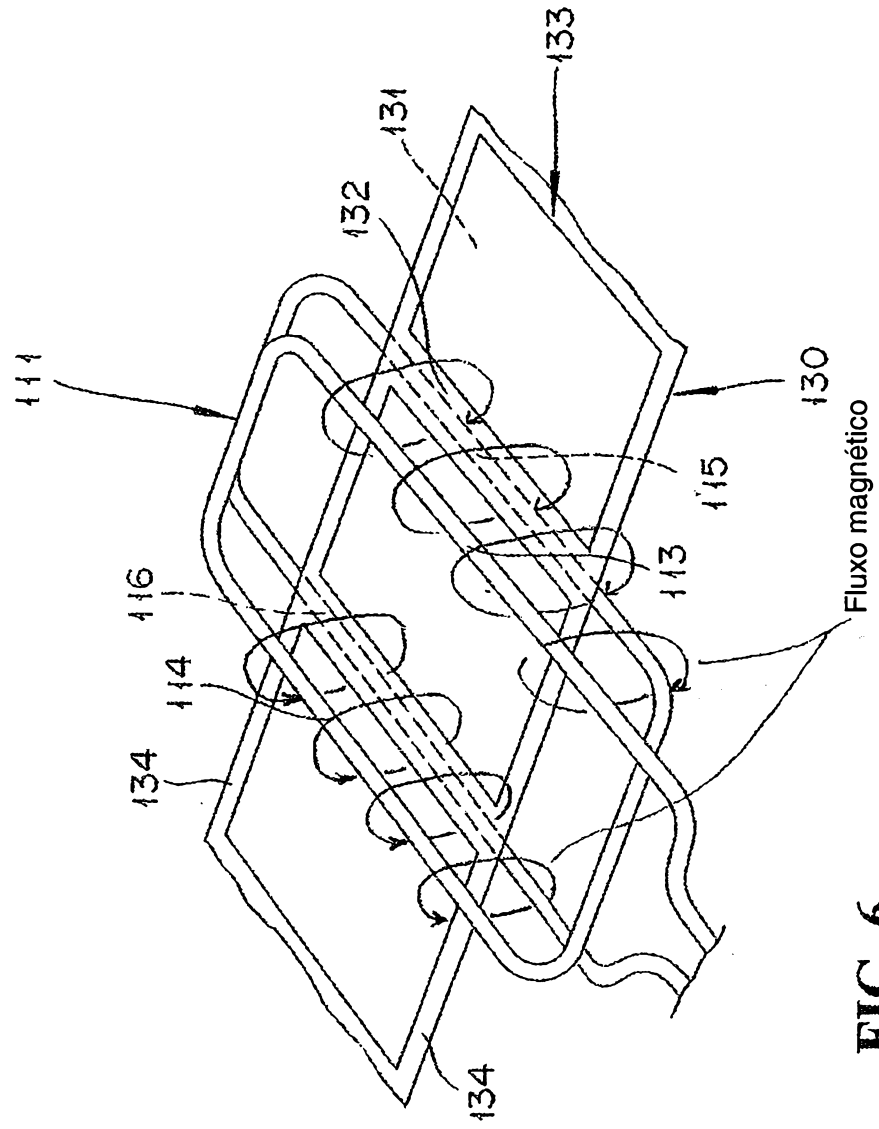
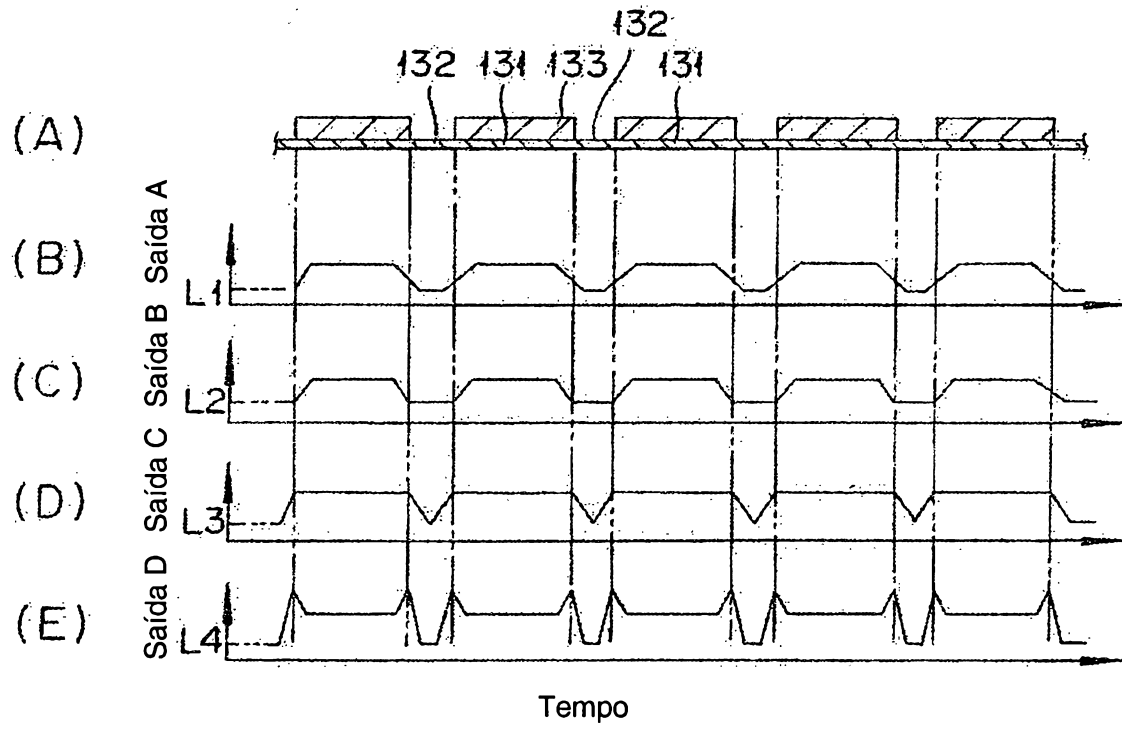


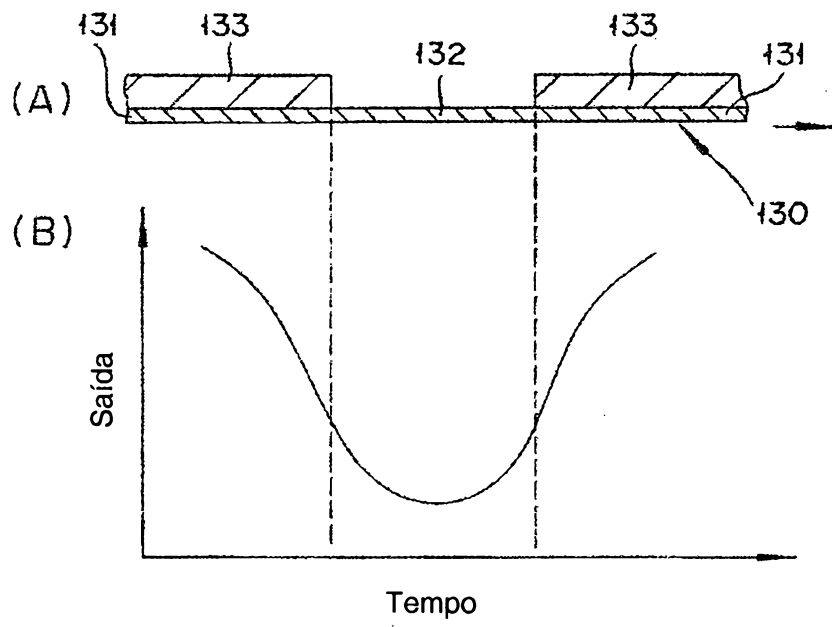
FIG. 3

**FIG. 4**



**FIG. 6**

**FIG. 7**

**FIG. 8**

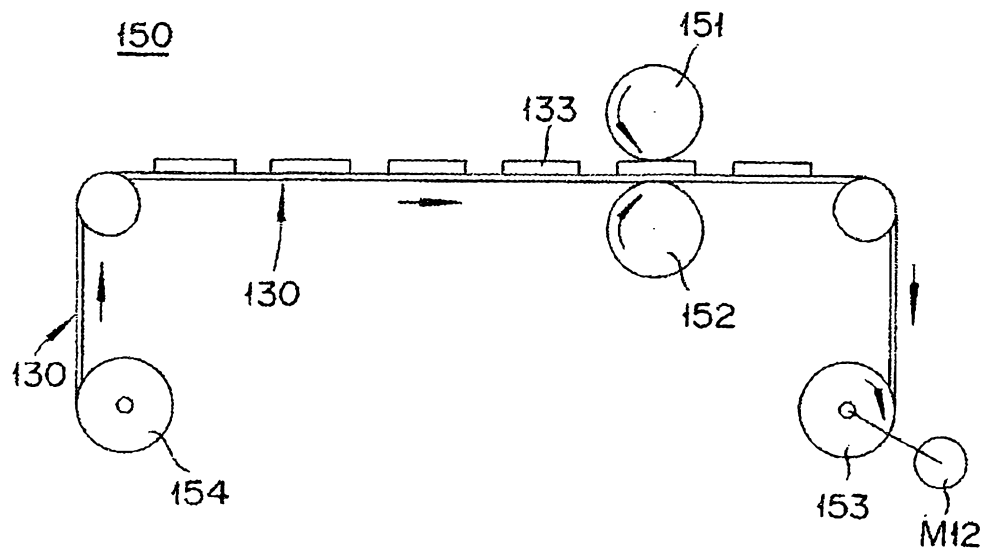


FIG. 9A

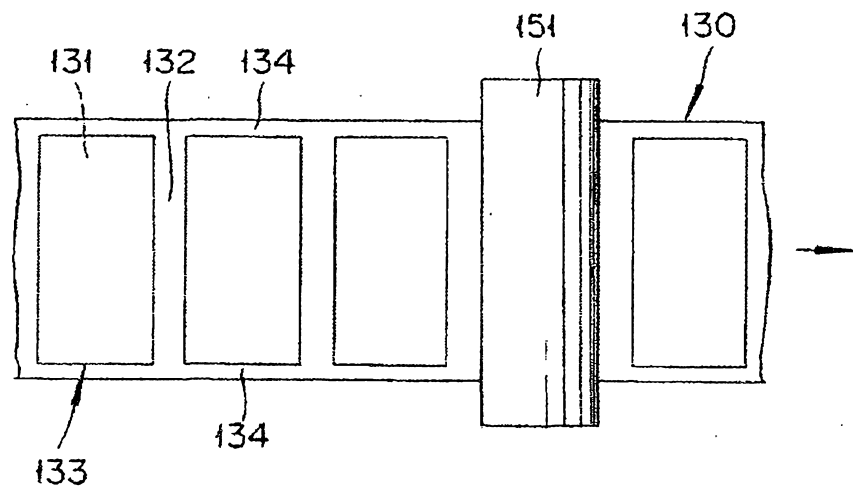
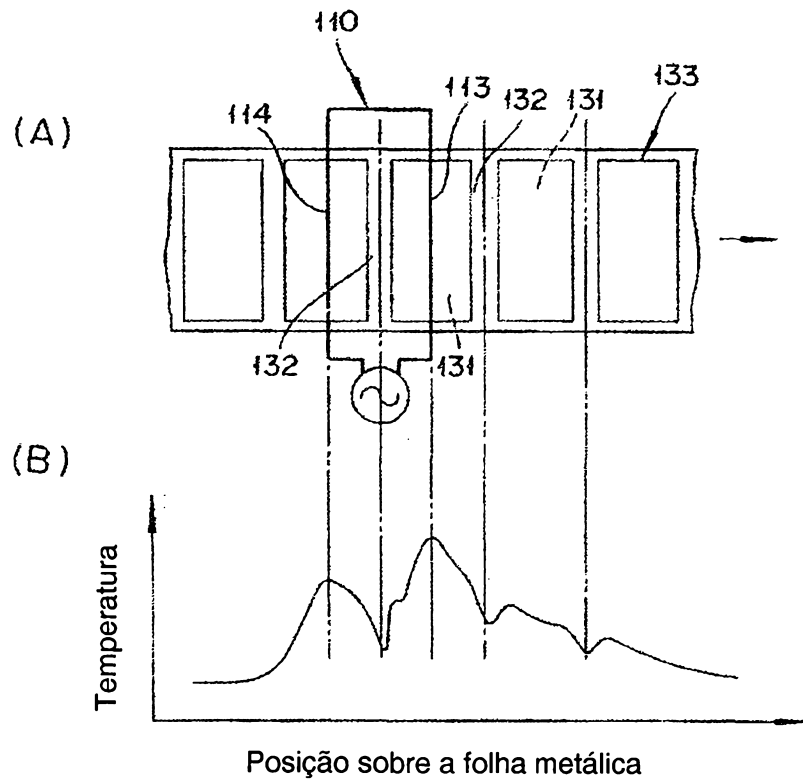
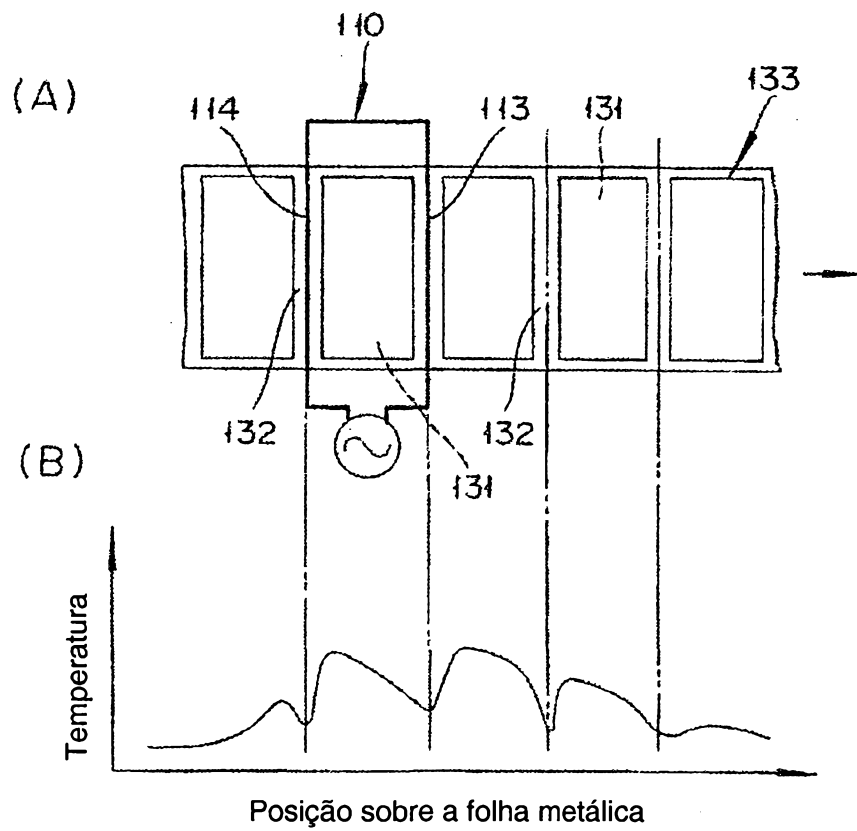


FIG. 9B



**FIG. 11**

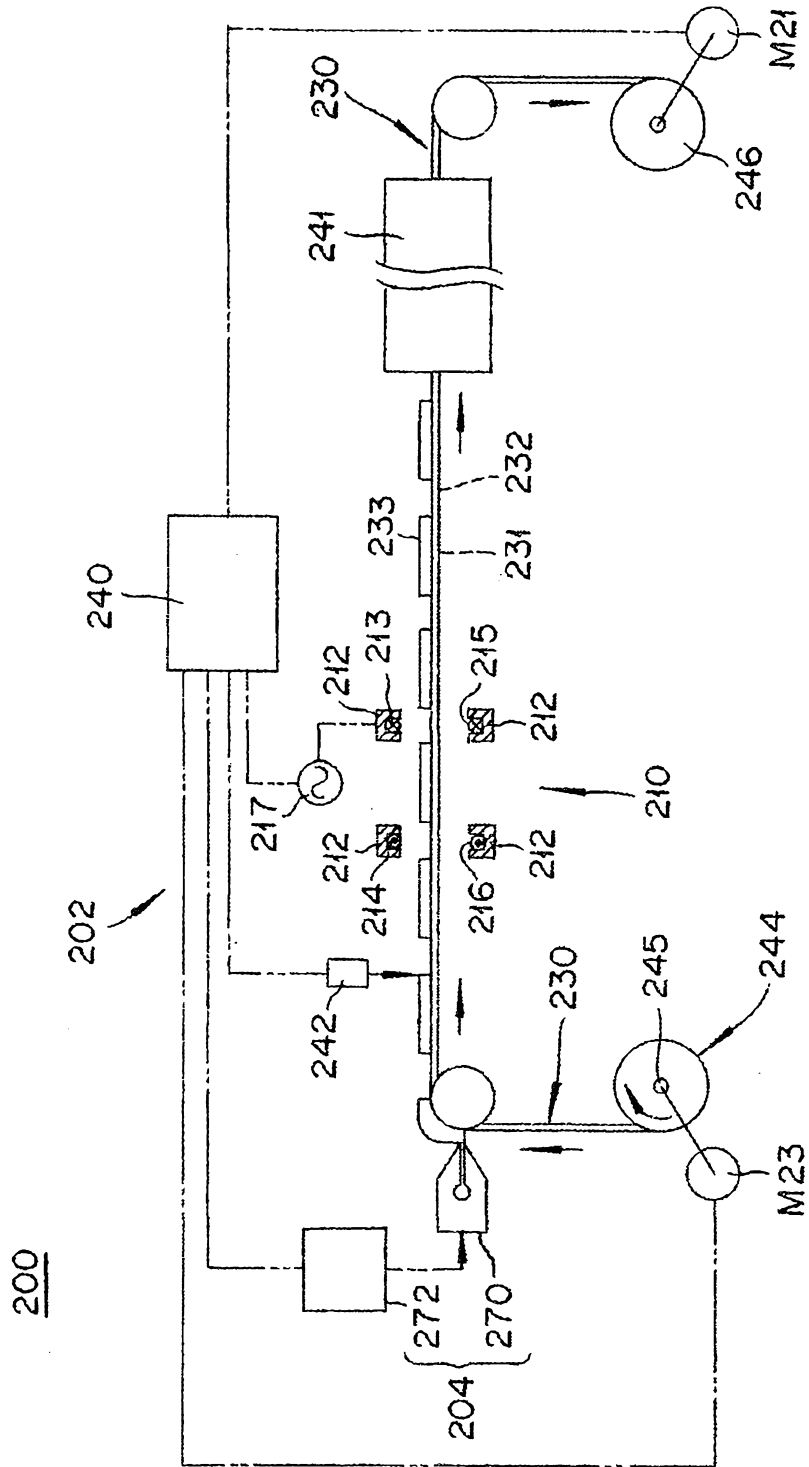


FIG. 12

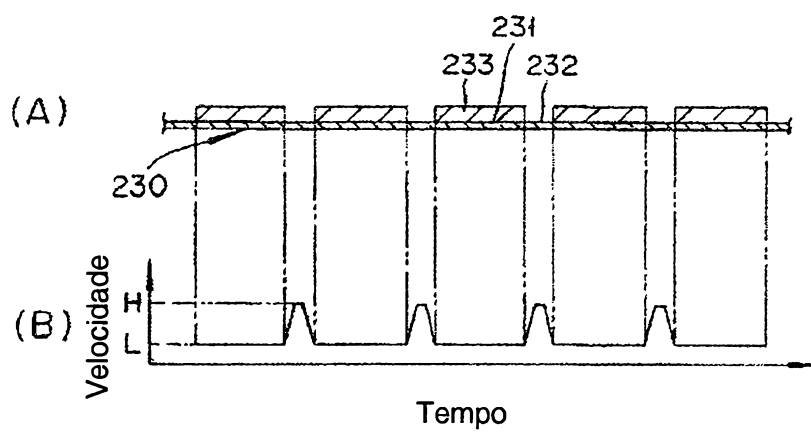


FIG. 13

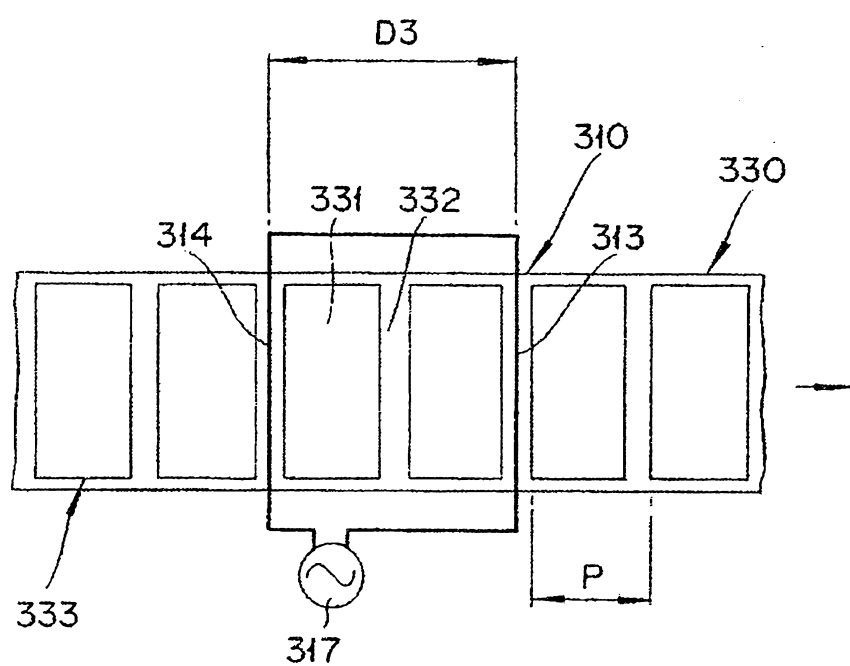


FIG. 14

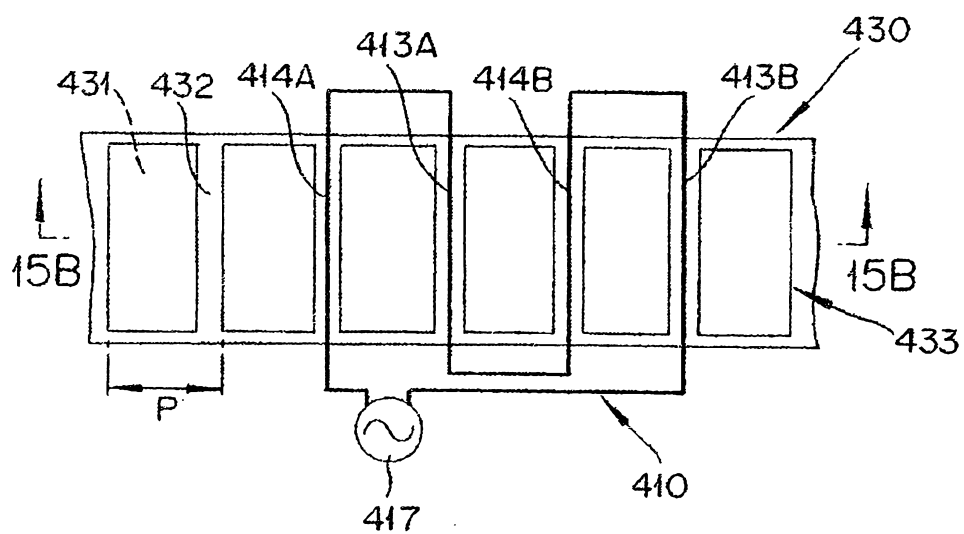


FIG. 15A

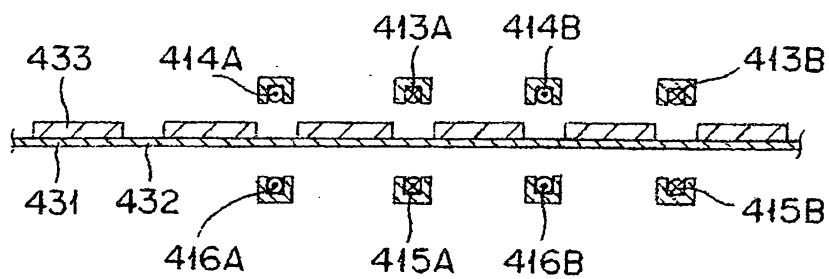
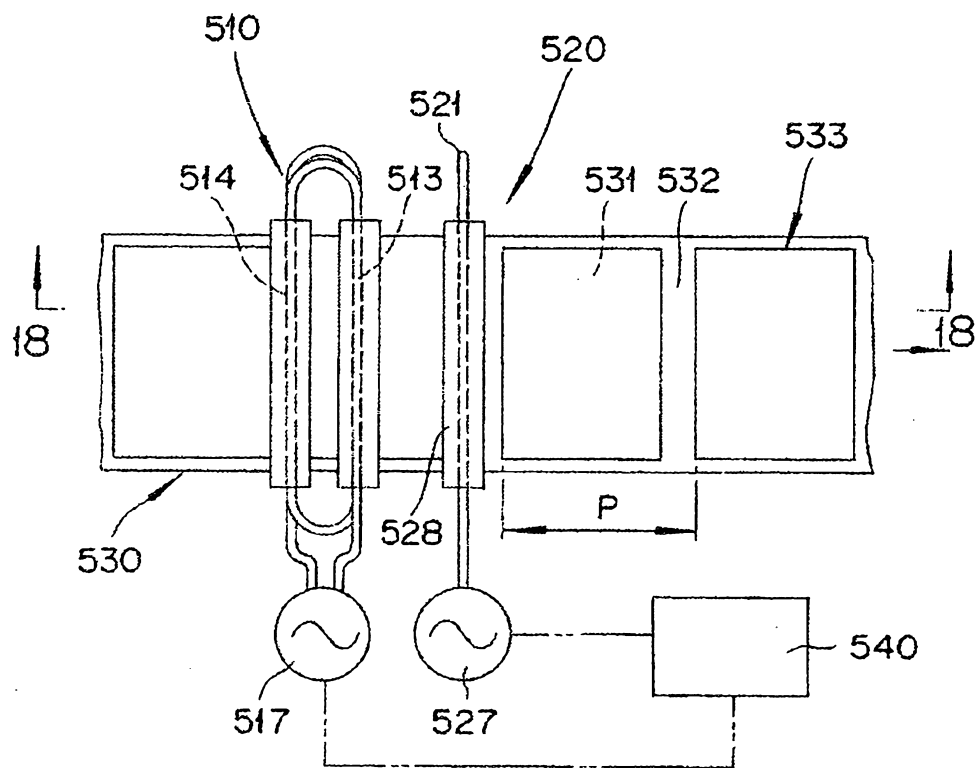


FIG. 15B

**FIG. 16**

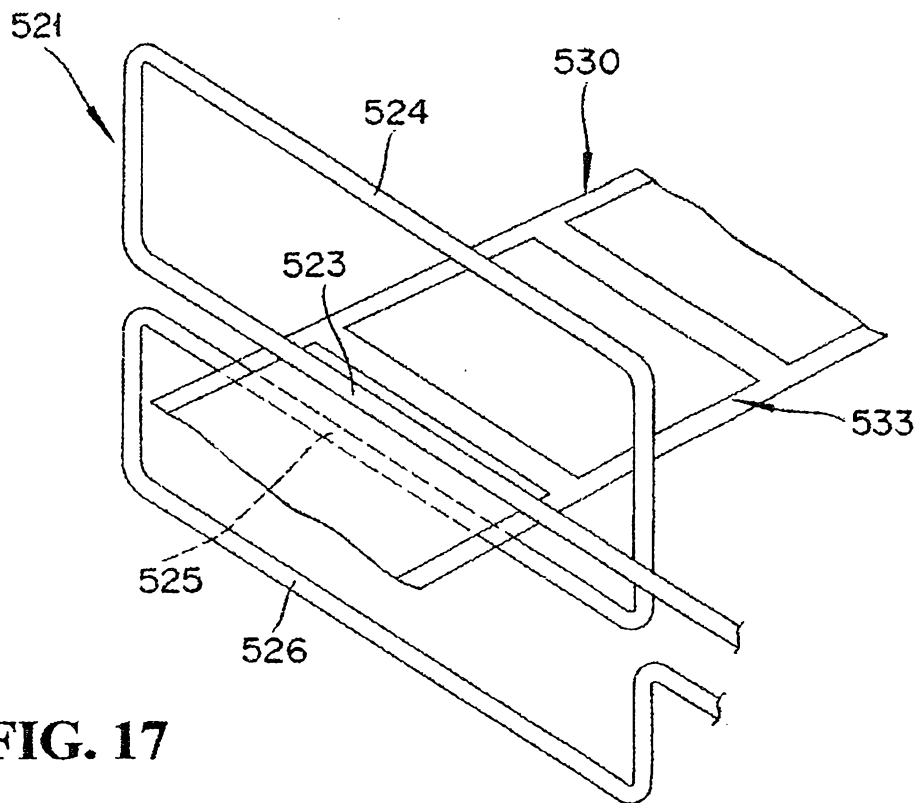


FIG. 17

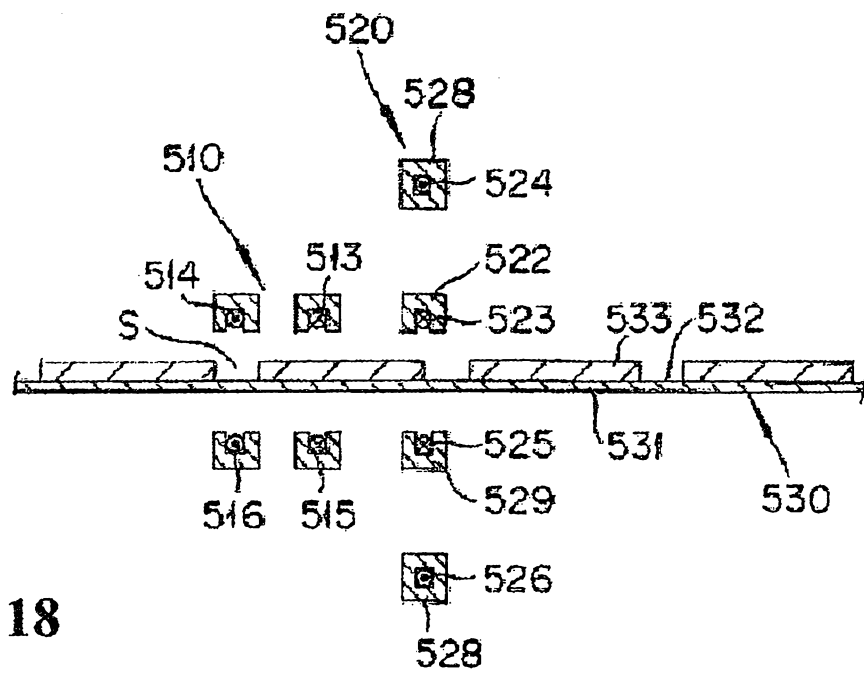


FIG. 18

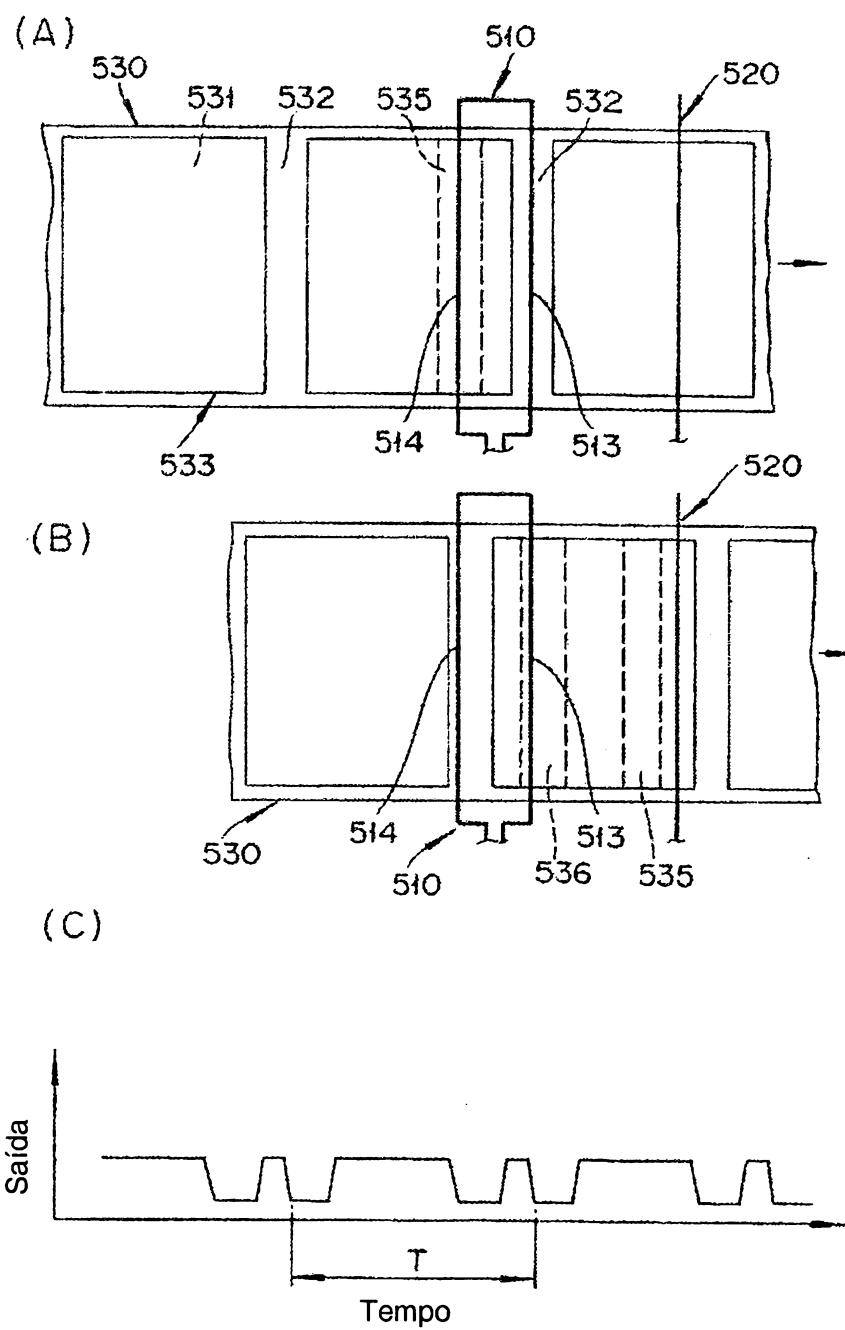
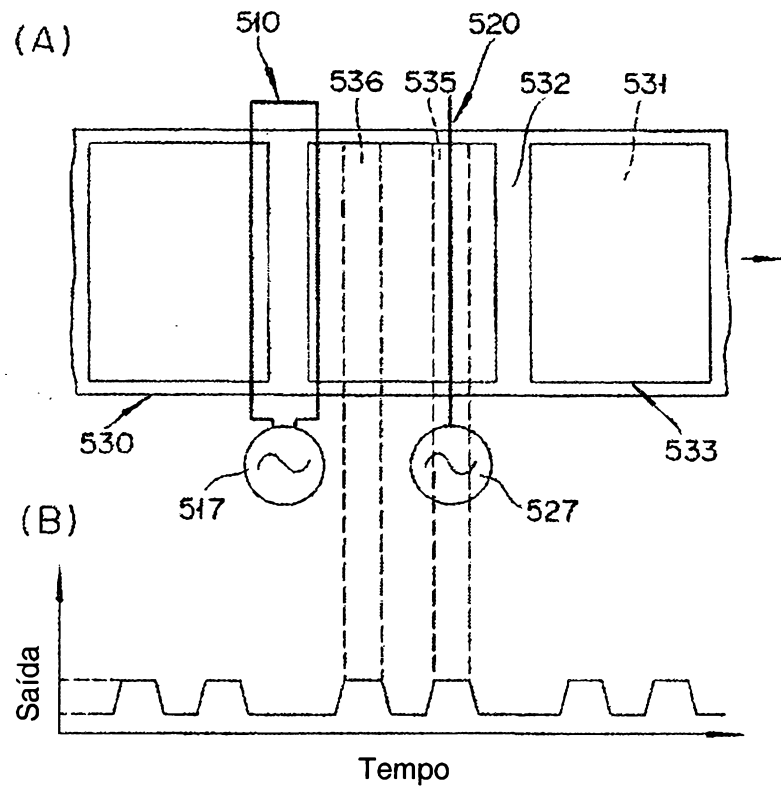


FIG. 19

**FIG. 20**

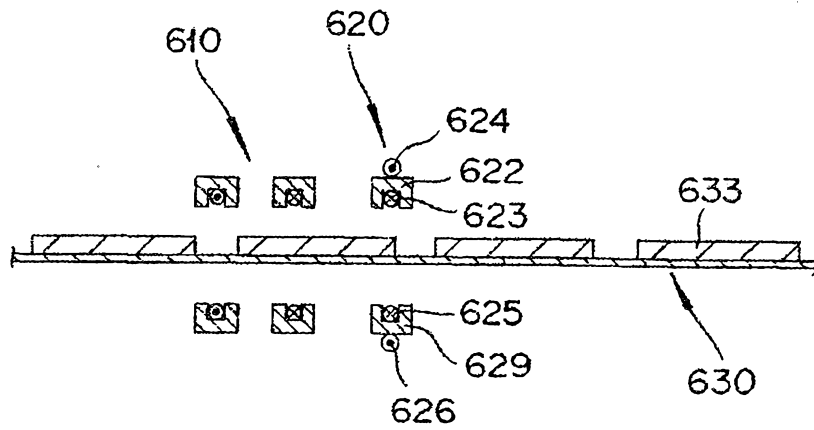


FIG. 21

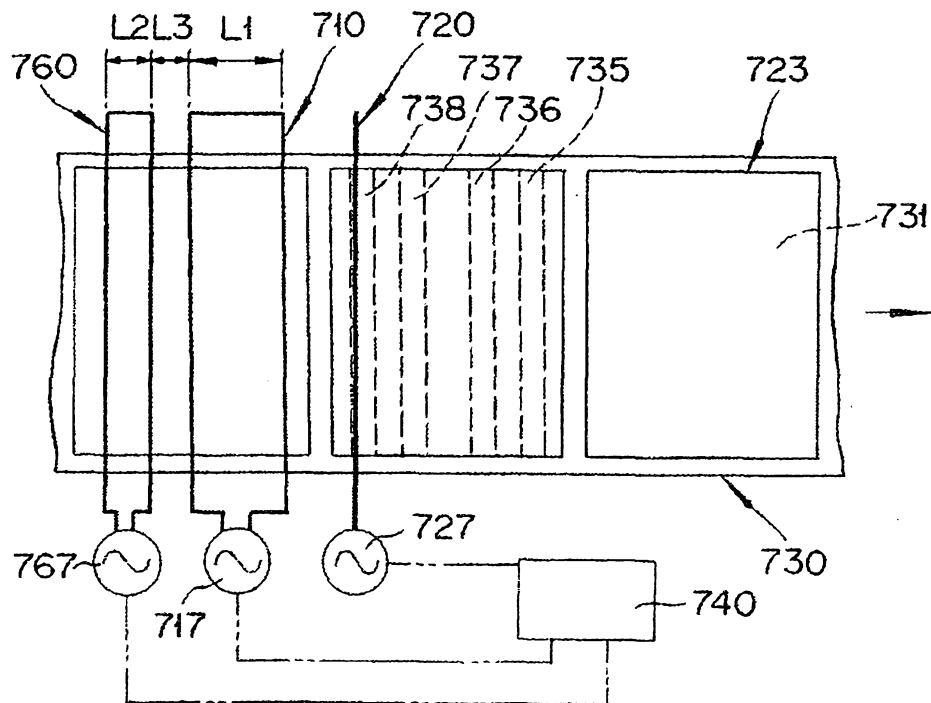
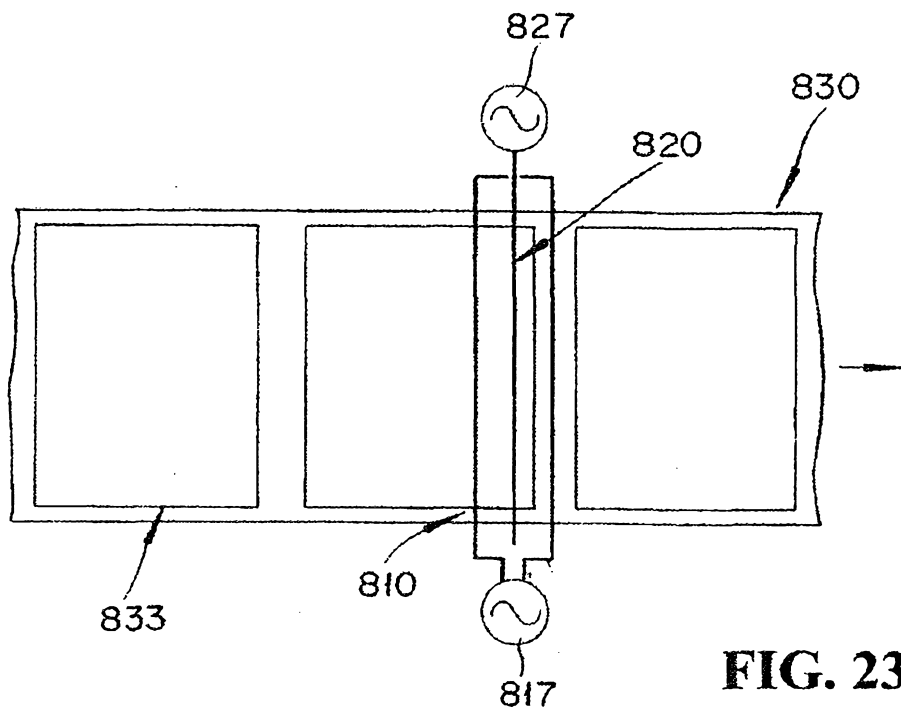
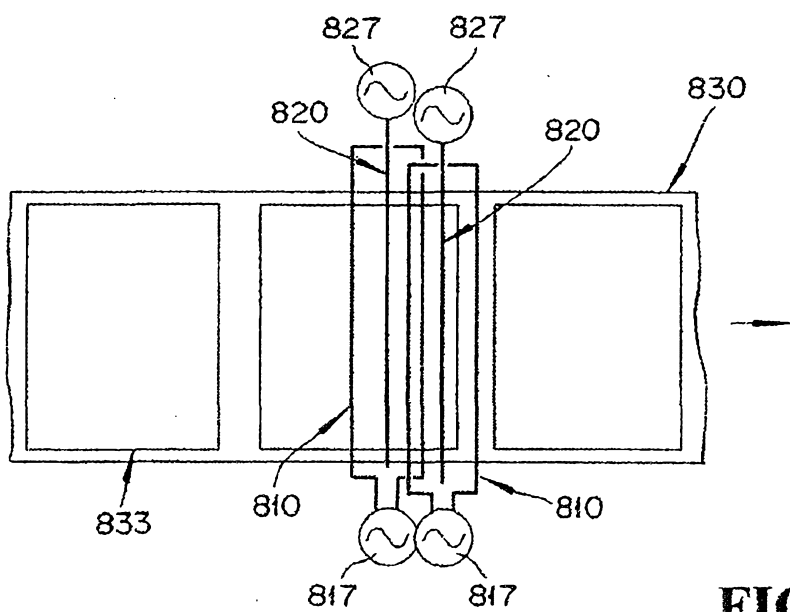
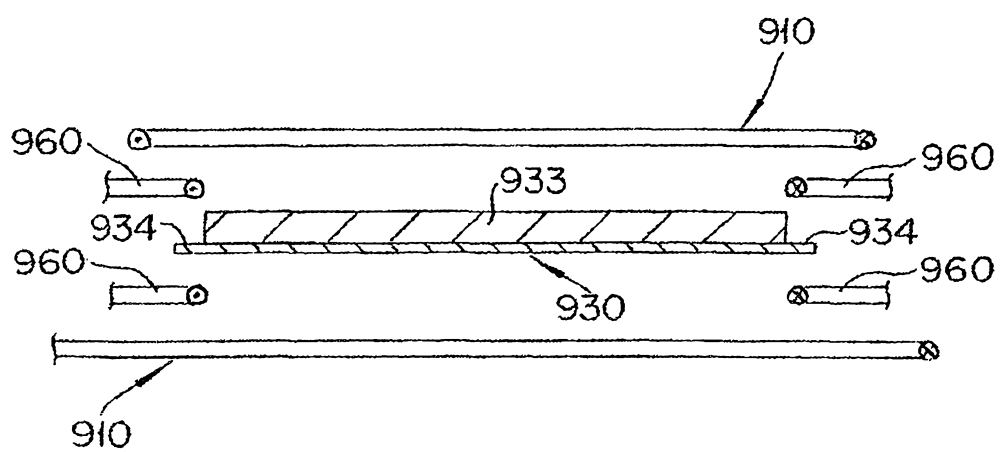


FIG. 22

**FIG. 23****FIG. 24**

**FIG. 25**