



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

**(11) PI 0821193-0 B1**



**(22) Data do Depósito:** 10/12/2008

**(45) Data de Concessão:** 24/09/2020

---

**(54) Título:** FERRAMENTA DE FRESAGEM DE ELETRODO E CONJUNTO DE FRESAGEM

**(51) Int.Cl.:** B23B 5/16; B23K 11/30.

**(30) Prioridade Unionista:** 12/12/2007 DE 20 2007 017 307.5; 29/05/2008 DE 20 2008 007 251.4.

**(73) Titular(es):** LUTZ PRECISION, K.S..

**(72) Inventor(es):** PETER STEFAN LUTZ.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2008010479 de 10/12/2008

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/074306 de 18/06/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 14/06/2010

**(57) Resumo:** FERRAMENTA DE FRESAGEM DE ELETRODO COM ARESTAS FRESADAS INTERROMPIDAS POR RECORTES. A presente invenção refere-se a uma ferramenta de fresagem de eletrodo para usinagem de eletrodos de solda por ponto, sendo que a ferramenta de fresagem de eletrodo abrange uma ou várias arestas de fresagem, sendo que ao menos uma das arestas de fresagem está interrompida em um ou vários pontos por um ou vários recortes. Também a invenção abrange um conjunto de fresagem bem como um dispositivo para usinagem posterior de eletrodos de solda de ponto.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para  
**"FERRAMENTA DE FRESAGEM DE ELETRODO E CONJUNTO DE FRESAGEM".**

[0001] A presente invenção refere-se a uma ferramenta de fresagem de eletrodo para usinagem de eletrodos de solda por ponto e um conjunto de fresagem para o acabamento de eletrodos de solda de ponto gastos, bem como abrange um dispositivo para o acabamento de eletrodos de solda de ponto.

[0002] Para unir firmemente componentes de chapa, nas instalações industriais como, por exemplo, nas instalações de produção de automóveis frequentemente são empregados robôs de solda com torqueses de solda. Em um processo de solda o torquês de solda comprime a partir de dois lados opostos dois ou vários componentes de chapa em sentido sobreposto, sendo que pelos eletrodos de solda por ponto integrados nos braços dos torquês de solda flui uma corrente elétrica, de maneira que os componentes de chapa são soldados entre si de modo puntiforme preciso. A força de fechamento de um torquês de solda por ponto durante o processo de solda propriamente dito pode ser de até 8 kN. Depois de aproximadamente 100 a 300 processos de solda os eletrodos de solda por ponto estarão de tal modo gastos, ou seja, revestidos de resíduos de solda que não mais se torna possível um processo de solda confiável.

[0003] Normalmente os eletrodos de solda apresentam capas intercambiáveis. Todavia, podem também ser inteiriças sem essas capas. As seguintes explicações abrangem da mesma maneira os dois casos, já que a ferramenta de fresagem, o conjunto de fresagem e o dispositivo podem ser empregados da mesma forma para eletrodos inteiriços como para eletrodos com capas.

[0004] Para que as pontas dos eletrodos de solda por ponto gasto possam ser reconduzidas a sua conformação original, as referidas

pontas serão sujeitas a um processo de acabamento de usinagem com o auxílio de um dispositivo de fresagem de eletrodo. Para a reconstituição de eletrodos de solda por pontos gastos, que consistem em cobre relativamente macio, geralmente é suficiente um desbaste inferior a 0,1 mm de material das pontas de eletrodo de solda por ponto.

[0005] Com as fresadoras de eletrodos conforme são conhecidas do estado da técnica na prática, todavia, é desbastado de duas a três vezes esta espessura (0,2 mm até 0,3 mm). Por um lado isto resulta com que os eletrodos de cobre sejam encurtados de uma maneira desnecessariamente intensa, de maneira que os eletrodos, ou seja, as capas dos eletrodos precisam correspondentemente ser substituídas de forma completa mais rapidamente. Por outro lado, o desgaste desnecessariamente grande também resulta em que a quantidade e o volume das aparas de cobre removidas aumentam correspondentemente com o que surge perigo de um grimpamento da ferramenta de fresagem. A substituição de eletrodo de solda por ponto, ou seja, a limpeza de uma fresadora de eletrodos geralmente tem por consequência que todo o processo de solda precisa ser interrompido por um espaço de tempo mais prolongado, o que resulta enormes custos sequenciais pela falta na produção ou por um excesso de produção.

[0006] A fim de reduzir o desgaste de material na fresagem dos eletrodos de solda por ponto seria imaginável conformar as torquesas de solda, que para o processo da fresagem com eletrodos de solda por ponto penetram no conjunto de fresagem de eletrodo, fizessem a penetração no conjunto de fresagem de eletrodo ou em um espaço de tempo mais curto ou com menor pressão de compressão. Na prática este procedimento, todavia, é muito difícil de ser concretizado, porque, o tempo de fechamento das torquesas de solda de ponto praticamente não permite uma redução abaixo de 0,7 s e, portanto, também o tempo

da fresagem não pode ser encurtado de maneira aleatória. Da mesma maneira é difícil reduzir nitidamente a força de fechamento de 1 a 2 kN, já que isto teria por consequência imprecisões no posicionamento como, por exemplo, os braços de solda, com menor pressão de compressão, se flexionam com menor intensidade, com o que também a orientação das faces atuantes em sentido recíproco se altera.

[0007] Além disso, seria imaginável a quantidade de desgaste na fresagem reduzir pelo fato de que as rotações da fresadora de eletrodo são selecionadas em nível inferior aos 200 a 700 Upm convencionais, ou o ângulo livre em uma ou várias arestas de fresagem da ferramenta de fresagem for selecionado abaixo de 6° convencionais no caso de metais não ferrosos. As duas destas possíveis alterações resultariam, todavia, em resultados de fresagem nitidamente piores como, por exemplo, em desbaste de material irregular, vibrações no processo da fresagem propriamente dito ou um resultado de formação de aparas deficiente.

[0008] A invenção a seguir descrita tem como tarefa prolongar a durabilidade de eletrodos de solda por ponto pelo fato de que no trabalho de acabamento de eletrodos de solda por ponto desgaste será removida somente a quantidade de material que seja realmente necessária (por exemplo, menos do que 0,1 mm).

[0009] Esta tarefa será solucionada com uma ferramenta de fresagem de eletrodo de acordo com a reivindicação 1 um conjunto de fresagem de acordo com a reivindicação 20 bem como um dispositivo de acordo com a reivindicação 21.

[0010] As versões relativas a capas de eletrodos se referem correspondentemente também a eletrodos sem capas e vice-versa.

[0011] A ferramenta de fresagem de eletrodo para a usinagem de eletrodos de solda por ponto abrange no mínimo uma aresta de fresagem como, por exemplo, a aresta de um componente de metal que,

de acordo com a invenção, se destaca pelo fato de que a referida aresta de fresagem está interrompida em um ou vários pontos por um ou vários recessos. O emprego de uma ferramenta de fresagem de eletrodo deste tipo tem por consequência e na fresagem, nos pontos dos recessos, surgem pontos boleados em formato anelar nos eletrodos de solda por ponto. Isto resulta, por exemplo, em que o material de eletrodo de solda por ponto na fresagem é removido em menor espessura, com o que a durabilidade de um eletrodo de solda por ponto pode ser majorada por um múltiplo. Além disso, o emprego de arestas de fresagem com interrupções faz com que na fresagem sejam geradas aparas menores, ou seja, partículas de fresagem o que reduz acentuadamente o perigo do grimpamento da ferramenta de fresagem. Além disso, os boleados anelares, que são formados na fresagem com a ferramenta de fresagem de acordo com a invenção possibilitam um posicionamento mais preciso da ponta do eletrodo de solda por ponto dentro da ferramenta de fresagem de eletrodo, já que os boleados penetram no eletrodo e os recessos aproximadamente em sentido recíproco. Finalmente, nas posições dos referidos boleados pode-se reconhecer quando um eletrodo de solda por ponto estiver totalmente desgastado e, portanto, precisa ser substituído.

[0012] Segundo uma forma de realização preferida da invenção tanto a largura como também a profundidade dos recessos é de 30  $\mu\text{m}$  até 110  $\mu\text{m}$  e no máximo 0,5, 1,0 ou 1,5 mm. De acordo com os números de recessos à aresta de fresagem são também imagináveis, todavia, dimensões maiores e menores. Além disso, os recessos de uma ou de várias arestas de fresagem não precisam ser absolutamente do mesmo tamanho mais podem ser de dimensões variadas.

[0013] A distância de recessos vizinhos, comumente na faixa de 1 a 5 mm, pode, todavia, ser maior ou menor de acordo com o emprego. As distâncias sempre entre recessos vizinhos podem, todavia, ser

idênticas ou podem variar.

[0014] Em uma forma de realização preferida da invenção, uma aresta de fresagem será interrompida por três recessos. Nas ferramentas de fresagem de eletrodo para eletrodos de solda por pontos muito reduzidos são, todavia, também possíveis apenas um ou dois recessos e nas ferramentas de fresagem dos eletrodos para eletrodos de solda de pontos de grande porte, um número de recessos por aresta de fresagem pode ser de quatro ou mais.

[0015] A seleção concreta do número, das dimensões e distâncias dos recessos dependem principalmente das arestas da solda de ponto e do desgaste dos eletrodos daí resultante.

[0016] Outro aspecto da ferramenta de fresagem de eletrodo é o fato de que na parte da aresta de fresagem voltada na direção do eixo de rotação não se encontram recessos e a referida parte geralmente é de no mínimo 30% do comprimento total da aresta de fresagem. Consegue-se desta maneira que os eletrodos de solda por ponto, na região das áreas atuantes (faces de compressão) são na maior extensão lisos, de maneira que pelos boleados nos eletrodos de solda não são produzidas alterações do resultado da solda.

[0017] Caso a ferramenta de fresagem de eletrodo abranger várias arestas de fresagem, existem além da possibilidade de utilizar arestas de fresagem idênticas, também as possibilidades de usar arestas de fresagem diversas com recessos e conformação variada ou algumas arestas de fresagem sem recessos.

[0018] Além disso, é possível que os recessos ao longo de uma aresta de fresagem que é parte de um elemento de fresagem, sejam conformados de tal maneira que o elemento de fresagem pelos recessos é totalmente interrompido. Além disso, são também imagináveis vários elementos de fresagem de tal modo alinhados que surge uma aresta de fresagem interrompida uma ou várias vezes.

[0019] Além disso, a ferramenta de fresagem de eletrodo pode abranger um soquete de encaixe para a condução de eletrodo de solda por ponto em fase de usinagem. Nesta forma de realização da invenção, as arestas de fresagem estão presas em ou dentro do soquete de integração.

[0020] É possível que os recessos se encontrem parcialmente abaixo da superfície de um soquete de integração correspondente, isto é, que uma parte do volume de um recesso esteja situada acima da superfície do soquete de integração e uma parte do volume do referido recesso se encontre situada abaixo da superfície do soquete de integração. Além disso, é possível que a parte inferior do recesso esteja situada na mesma altura como a superfície do soquete de integração, de maneira que aproximadamente estará prevista uma superfície lisa, ou seja, plana, na região do referido recesso. Com uma disposição deste tipo dos elementos de uma ferramenta de fresagem de eletrodo consegue-se que no processo da fresagem o eletrodo de solda por ponto a ser usinado descansa, na região de um recesso deste tipo, diretamente do soquete de integração. Torna-se possível desta maneira reduzir o desgaste de material de um eletrodo de solda de ponto no processo da fresagem.

[0021] Tipicamente, aproximadamente dois terços do volume de um recesso estão situados abaixo da superfície de um soquete de integração. O volume acima da superfície do soquete de integração será preferencialmente no mínimo uma quinta parte, uma quarta parte, uma terceira parte ou a metade do volume de recesso. O volume abaixo da superfície do soquete de integração deverá ser no mínimo uma quinta parte, uma quarta parte, uma terça parte ou metade do volume do recesso. Normalmente todos os recessos apresentam de maneira idêntica esta propriedade são, todavia, também imagináveis combinações nas quais alguns dos recessos se encontram

completamente acima da superfície, em parte acima da superfície e na mesma altura da superfície do soquete de integração. Além disso, os recessos podem apresentar arredondadas ou obtusas com o que também se torna viável uma redução adicional do desgaste de material do eletrodo de solda por ponto no processo da fresagem.

[0022] Além disso, a ferramenta de fresagem de acordo com a invenção comumente será parte de um conjunto de fresagem para a usinagem sequencial de eletrodos de solda por ponto gastos. Um conjunto de fresagem deste tipo abrange normalmente, em aditamento à ferramenta de fresagem do eletrodo, um motor propulsor e eventualmente uma engrenagem para números de revolvimento de 200 a 700 Upm da ferramenta de fresagem. A capacidade deste motor de acionamento está situada tipicamente na faixa de 0,3 a 2 kW.

[0023] Além disso, a invenção abrange um dispositivo para usinagem de eletrodos com o emprego das ferramentas de fresagem de eletrodo, mencionadas acima ou mais adiante, bem como o conjunto de fresagem.

[0024] Além disso, é possível realizar o processo para a usinagem sequencial de eletrodos de solda por ponto, no qual na ferramenta de fresagem de eletrodo ou um conjunto de fresagem é usado de acordo com uma das reivindicações precedentes.

[0025] Outros aspectos de forma de realização preferida possíveis da invenção serão esclarecidos com base nas figuras 1a, 1b, 2, 3, 4, 5, 6, 7a, 7b, 7c, 7d e 7e. As figuras mostram:

[0026] figura 1a vista esquemática de um processo de fresagem;

[0027] figura 1b vista esquemática de um elemento de fresagem com aresta de fresagem (não de acordo com a invenção);

[0028] figura 2 vista esquematizada com um elemento de fresagem com uma aresta de fresagem, interrompida por recessos;

[0029] figura 3 vista esquemática de um elemento de fresagem com

uma aresta de fresagem interrompida por recessos;

[0030] figura 4 vista esquemática de um elemento de fresagem com uma aresta de fresagem interrompida por recessos;

[0031] figura 5 vista esquemática de um elemento de fresagem com uma aresta de fresagem interrompida por recessos;

[0032] figura 6 vista esquemática de uma ferramenta de fresagem de eletrodo;

[0033] figura 7 vista superior esquemática de uma ferramenta de fresagem de eletrodo;

[0034] figura 7b vista parcial esquemática de uma ferramenta de fresagem de eletrodo com ponta de eletrodo de solda por ponto a ser trabalhada;

[0035] figura 7c vista esquemática de um boleado e de um recesso em forma ampliada;

[0036] figura 7d vista esquemática de um eletrodo de solda já usinado; e

[0037] figura 7e uma vista lateral adicional esquemática de uma ferramenta de fresagem de eletrodo com ponta de eletrodo de solda por ponto a ser trabalhada.

[0038] A figura 1a apresenta esquematicamente o processo de fresagem com o auxílio de uma aresta de fresagem 1, a qual é avançada na direção das setas sobre a superfície do material 3, de maneira que o material tipicamente é desbastado em forma de aparas 4. Um elemento de fresagem com uma aresta de fresagem 1 continha, como é usado no estado da técnica, está esboçado na figura 1b.

[0039] As figuras 1 a 5 apresentam elementos de fresagem de acordo com a invenção com arestas de fresagem 1 interrompidas por recessos 2.

[0040] Os recessos são aqui mostrados nas demais figuras com a seção transversal retangular. Todavia, também são possíveis seções

transversais arredondadas ou semirredondas ou de outra conformação. Assim, por exemplo, um recesso pode apresentar uma seção transversal que é constituída de três segmentos circulares arqueados de maneira que, por exemplo, a seção transversal de um recesso desta natureza tem perfilação côncava no centro e conformação convexa nas regiões marginais.

[0041] No caso da figura 2 a aresta de fresagem 1 será interrompida pelos recessos 2a, 2b e 2c, que possuem as mesmas dimensões e distâncias constantes em relação aos recessos respectivos que estiverem adjacentes. Além disso, na figura 2 é indicada uma região 7 da aresta de fresagem que está isenta de recesso 2. Tipicamente, a região isenta de recesso 7 da parte de aresta de fresagem 1 voltada na direção do centro da ferramenta de fresagem de eletrodo, ou seja, situada mais próximo no eixo de rotação da ferramenta de fresagem de eletrodo. A inexistência de recesso na região 7 garante que eletrodos de solda de ponto sejam chanfrados ou mais lisos possíveis na região da ponta.

[0042] A figura 3 apresenta uma aresta de fresagem 1 com quatro recessos 2d até 2g, sendo que as distâncias entre recessos vizinhos variam. Pela seleção das distâncias, a densidade local dos recessos 2 será determinada ao longo de uma aresta de fresagem 1. A densidade de recessos 2 por sua vez influencia o comportamento de fresagem e o tamanho das aparas formadas durante o processo da fresagem.

[0043] Além disso, a figura 4 mostra o caso em que a aresta de fresagem 1 é interrompida pelos recessos 2h até 2k, sendo que as dimensões dos recessos são parcialmente variadas e parcialmente idênticas. As dimensões dos recessos 2h e 2j são idênticas entre si, os recessos 2i e 2k entre si são idênticos, porém, recessos 2i e 2k são maiores do que os recessos 2h e 2j. Recessos maiores são, por exemplo, indicados quando em um eletrodo de solda por ponta de solda

a ser usinado deve ser produzido um boleado especialmente acentuado para melhor posicionamento do eletrodo de solda por ponto em uma ferramenta de fresagem de capa.

[0044] A figura 5 apresenta um elemento de fresagem com aresta de fresagem 1, de tal modo interrompido pelo recesso 21, que o elemento de fresagem se decompõe em duas partes. Também é possível interpretar a figura 5 de tal maneira que dois elementos de fresagem estão dispostos de tal maneira que uma aresta de fresagem 1 é formada que por uma distância selecionada adequadamente dos dois elementos de fresagem é interrompida. Outras interrupções da aresta de fresagem 1 também são possíveis no caso de elementos de fresagem totalmente interrompidos.

[0045] A figura 6 apresente uma vista parcial de uma ferramenta de fresagem de capa, no qual um elemento de fresagem está aplicado com uma aresta de fresagem 1 e recessos 2m, 2n e 2o em, ou seja, dentro de um soquete de integração de tal maneira que a aresta de fresagem 1 se salienta da superfície do soquete de integração 5. A parte invisível do elemento de fresagem está indicada por linhas tracejadas. Como pode ser verificada como base na figura 6, uma parte dos recessos 2 está situada abaixo da superfície do soquete de integração 5 (de modo correspondente, a parte remanescente dos recessos 2 estará posicionada acima da superfície do soquete de integração 5). São, todavia, possíveis versões nas quais os recessos 2 se encontram totalmente acima da superfície do soquete de integração 5. Além disso, é possível que no caso especial que as faces inferiores ou recessos formam com a superfície do soquete de integração 5 uma superfície aproximadamente fechada, plana ou lisa.

[0046] A figura 7a apresenta uma vista superior para uma ferramenta de fresagem de capa, no qual um elemento de fresagem com uma aresta de fresagem 1 e recessos 2a, 2b e 2c estão de tal

modoprevistos sobre o dente de um soquete de integração, que a aresta de fresagem 1, no processo da fresagem propriamente dito, gira contrário ao sentido dos ponteiros do relógio ao redor do ponto central do soquete de integração 5. A figura 7b representa uma vista lateral da ferramenta de fresagem de capa da figura 7a, em forma esboçada e, além disso, na figura 7b ainda está indicada a ponta de um eletrodo de solda por ponto 6 e o eixo de rotação (linha tracejada). No processo da fresagem propriamente dito, a ferramenta de fresagem de capa gira ao redor da ponta ao redor da ponta do eletrodo de solda de ponto 6 (o qual, ele próprio, não gira), de maneira que a aresta de fresagem 1 faz o desbaste de material da ponta do eletrodo de solda por ponto 6. O soquete de integração 5 serve principalmente no lado afastado em relação à aresta de fresagem 1 para a condução do eletrodo de solda por ponto 6. Tipicamente, o eixo de rotação da ferramenta de fresagem de capa coincide com o eixo simétrico do eletrodo de solda por ponto 6 a ser usinado.

[0047] A ferramenta de fresagem também poderá ser configurada de tal maneira que o elemento de fresagem apresente duas arestas de fresagem de maneira que os dois eletrodos de um torquês de solda são trabalhados simultaneamente e com o mesmo elemento de fresagem. Na figura 7b a segunda aresta de fresagem estaria direcionada para baixo. O soquete de integração 5 poderá então também ser correspondente conformada para a recepção de dois eletrodos (na figura 7b de cima e por baixo) (de maneira que pode ser prevista outra concavidade semirredonda por baixo).

[0048] Na usinagem sequencial dos eletrodos com a ferramenta de fresagem de eletrodo, o eletrodo poderá ser comprimido com uma força de 1kN até 2,5 kN. O tempo da usinagem poderá situar-se entre 0,5 e 3,0 segundos. Na usinagem sequencial um processo de fresagem poderá ser repetido mais do que 50, 60 ou 70 vezes antes do eletrodo,

ou seja, a capa do eletrodo for substituída.

[0049] A figura 7c apresenta, de forma ampliada, como surge um boleado 9 no recesso 2 da aresta de fresagem 1. Pelo boleado 9 será conduzido o eletrodo de solda 6, de maneira que é obtido um resultado de fresagem muito uniforme, no qual também por um processo cambaleante muito leve entre o eletrodo e a ferramenta de fresagem, não se verifica um desbaste de material irregular.

[0050] Além disso, o boleado resulta em um desbaste de material freado, já que as arestas de fresagem não descansam com tanta força no eletrodo já que uma parte da força é captada pelo boleado e pelo recesso, mas ali a fresagem se produz com menor intensidade.

[0051] A figura 7b apresenta um eletrodo 6 com boleados 9 conformados em forma anelar. De acordo com a extensão com que os boleados estão distanciados, por exemplo, de uma marca 8, apenas com um olhar pode se concluir até que ponto o eletrodo, ou seja, a capa do eletrodo, já esta desgastada.

[0052] A figura 7e é análoga à figura 7b, sendo que, todavia, a parte visível dos recessos 2 se projeta até a superfície do soquete de integração 5. É possível que os recessos 2 ou fechem o topo com a superfície do soquete de integração 5 ou que uma parte do volume dos recessos 2 se encontre sob a superfície do soquete de integração 5. Em ambas as hipóteses a disposição dos elementos individuais de acordo com a figura 7e resulta, todavia, em que as pontas e os eletrodos de solda de ponto 6 a serem trabalhados na região, ou seja, próximo nos recessos 2, descansam no soquete de integração 5. Desta maneira torna-se possível novamente reduzir o desbaste de material dos eletrodos por ocasião de processo de fresagem.

## REIVINDICAÇÕES

1. Ferramenta de fresagem de eletrodo para operar eletrodos de solda de ponto (6), abrangendo a ferramenta de fresagem de eletrodo:

uma ou várias arestas de fresagem (1), ao menos uma das arestas de fresagem está interrompida em um ou vários pontos por um ou vários recessos (2) em ou vários pontos;

**caracterizada pelo fato de que**

a ferramenta de fresagem de eletrodo compreende um soquete de integração (5) para condução de um eletrodo de solda por ponto (6) a ser usinado, sendo que a uma ou várias arestas de fresagem (1) estão presas em ou dentro do soquete de integração; e

em que ao menos um recesso (2) parcialmente está situado abaixo da superfície do soquete de integração (5) de maneira que eletrodos de solda por ponto (6) a serem trabalhados descansam no soquete de integração (5) na região de ao menos um recesso (2).

2. Ferramenta de fresagem de eletrodo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a largura dos recessos (2) está situada na região acima de um valor mínimo de 30 µm, 40 µm, 50 µm, 60 µm, 70 µm, 80 µm, 90 µm, 100 µm, 200 µm, 400 µm, 800 µm ou 1200 µm e/ou abaixo de um valor máximo de 40 µm, 50 µm, 60 µm, 70 µm, 80 µm, 90 µm, 100 µm, 110 µm, 220 µm, 440 µm, 880 µm ou 1400 µm; e/ou

em que as profundidades dos recessos (2) estão situadas na faixa acima de um valor mínimo de 30 µm, 40 µm, 50 µm, 60 µm, 70 µm, 80 µm, 90 µm, 100 µm, 150 µm, 200 µm, 250 µm ou 300 µm e/ou abaixo de um valor máximo de 40 µm, 50 µm, 60 µm, 70 µm, 80 µm, 90 µm, 100 µm, 110 µm, 220 µm, 250 µm, 300 µm ou 400 µm; e/ou

em que a distância entre recessos vizinhos (2) na região de acima de um valor mínimo de 0,5 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm,

6 mm, 7 mm, 8 mm, ou 9 mm e/ou está situada abaixo de um valor máximo de 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm, ou 10 mm.

3. Ferramenta de fresagem de eletrodo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, **caracterizado pelo fato de que** todos os recessos (2) de uma aresta de fresagem (1) possuem as mesmas dimensões, ou ao menos um recesso apresenta dimensões diferentes do que outro recesso; e/ou

em que as distâncias entre recessos (2) vizinhos são idênticas e as distâncias são ao menos parcialmente diferentes; e/ou

em que o número de recessos (2) por aresta de fresagem (1) é maior, menor ou igual a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou 8.

4. Ferramenta de fresagem de eletrodo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado pelo fato de que** na parte (7) da aresta de fresagem (1), voltada na direção do eixo de rotação não se encontram recessos (2).

5. Ferramenta de fresagem de eletrodo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo fato de que** todas as arestas de fresagem (1) apresentam recessos (2) idênticos com idênticas distâncias; ou

em que estes apresentam arestas de fresagem (1) diferentes, recessos (2) em ao menos pontos parcialmente diversos; ou

apenas algumas arestas de fresagem (1) possuem recessos (2).

6. Ferramenta de fresagem de eletrodo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo fato de que** os recessos (2) são de tal modo conformados que um elemento de fresagem que envolve a aresta de fresagem (1) é totalmente interrompido.

7. Ferramenta de fresagem de eletrodo de acordo com

qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado pelo fato de que** ao menos 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% ou 80% e/ou no máximo 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% ou 90% do volume do ao menos um recesso (2) encontrem sob a superfície do soquete de integração (5).

8. Ferramenta de fresagem de eletrodo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado pelo fato de que** todos os recessos de uma aresta de fresagem (1) estão situados parcialmente sob a superfície do soquete de integração (5).

9. Ferramenta de fresagem de eletrodo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado pelo fato de que** ao menos um recesso (2) está conformado de tal maneira que a região inferior de ao menos um recesso (2) forma com a superfície do soquete de integração (5) um plano isento de vãos.

10. Ferramenta de fresagem de eletrodo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelo fato de que** os recessos apresentam uma seção transversal retangular, arredondada ou semiarredondada.

11. Ferramenta de fresagem de eletrodo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado pelo fato de que** um ou vários recessos (2) apresentam arestas arredondadas e/ou fracionadas.

12. Conjunto de fresagem para usinagem sequencial de eletrodos de soldas de pontos (6), **caracterizado pelo fato de que** o conjunto de fresagem compreende:

uma ferramenta de fresagem de eletrodo como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 11; e

um motor propulsor eventualmente provido de uma engrenagem para 200 a 700 rotações por minuto da ferramenta de fresagem de eletrodo e/ou uma potência de motor de 0,3 até 2kW.

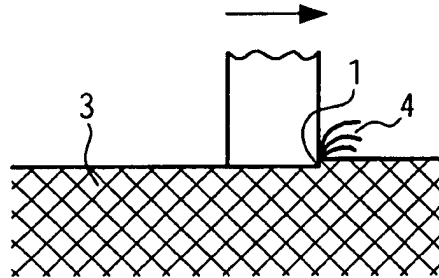


FIG. 1a

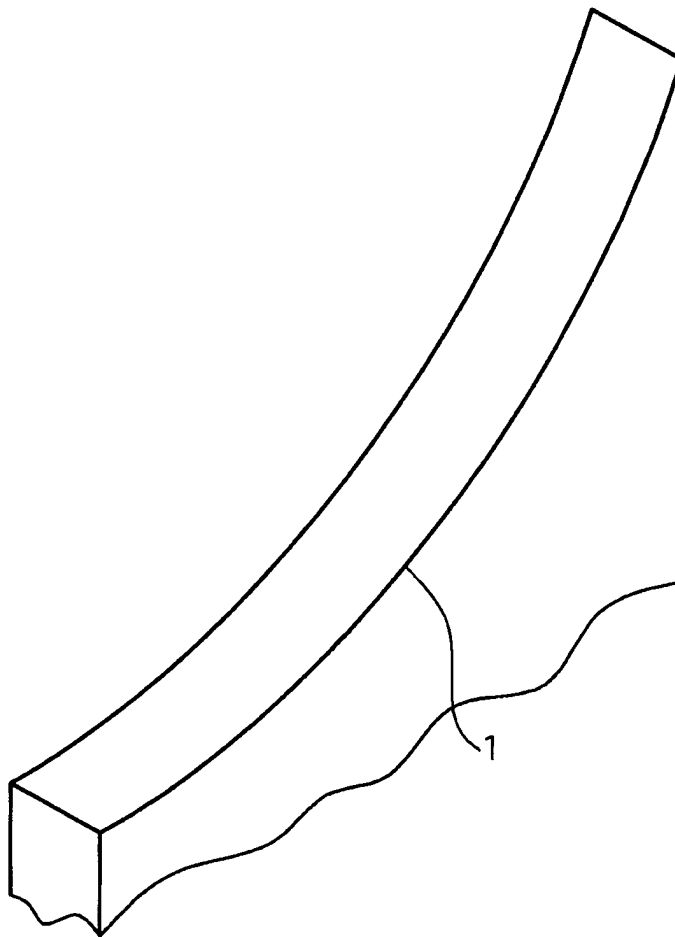


FIG. 1b

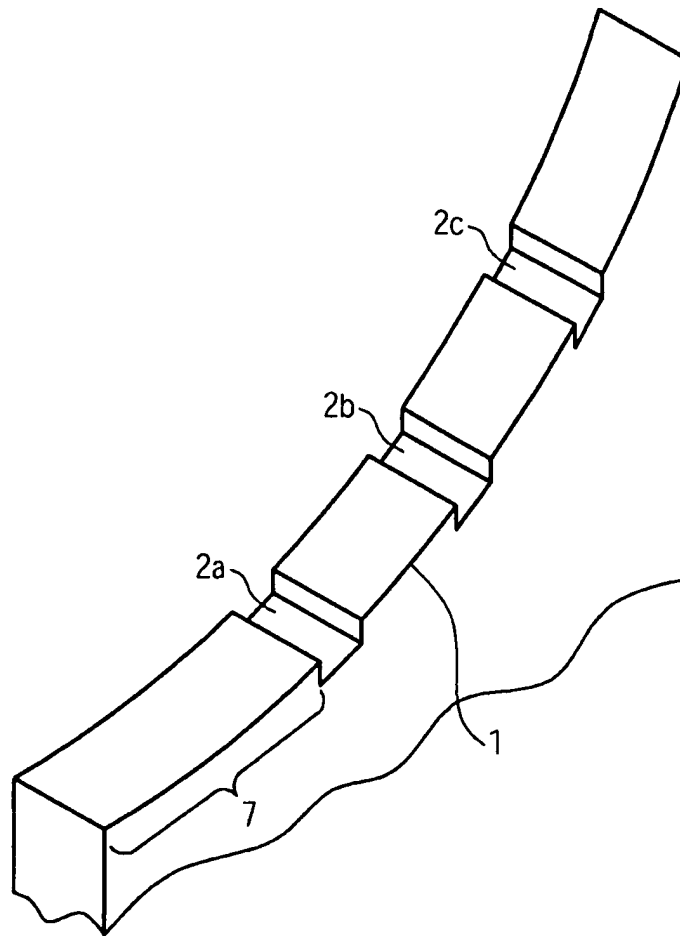


FIG. 2

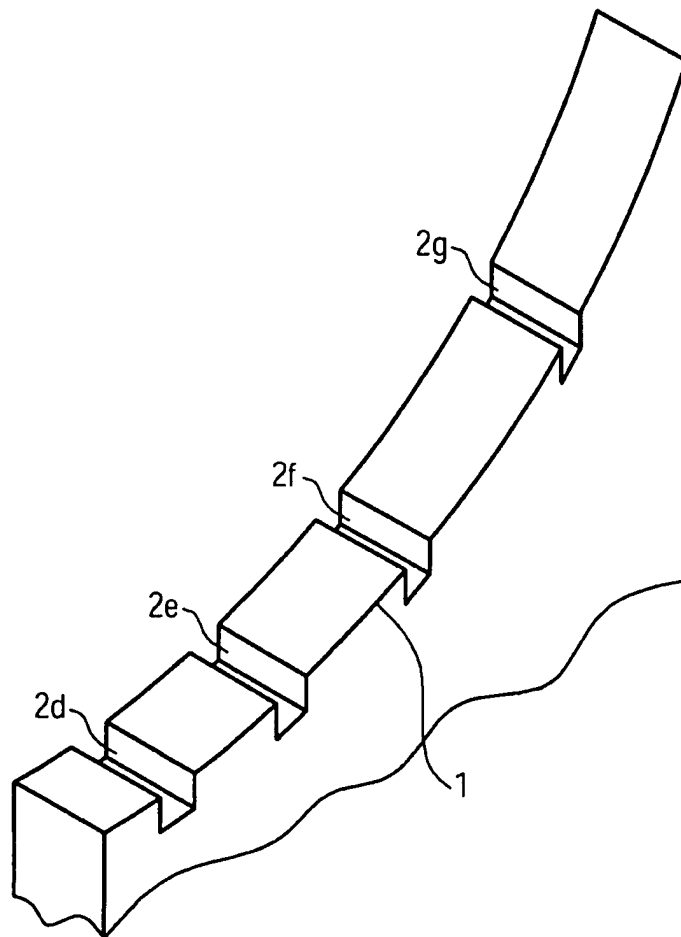


FIG. 3

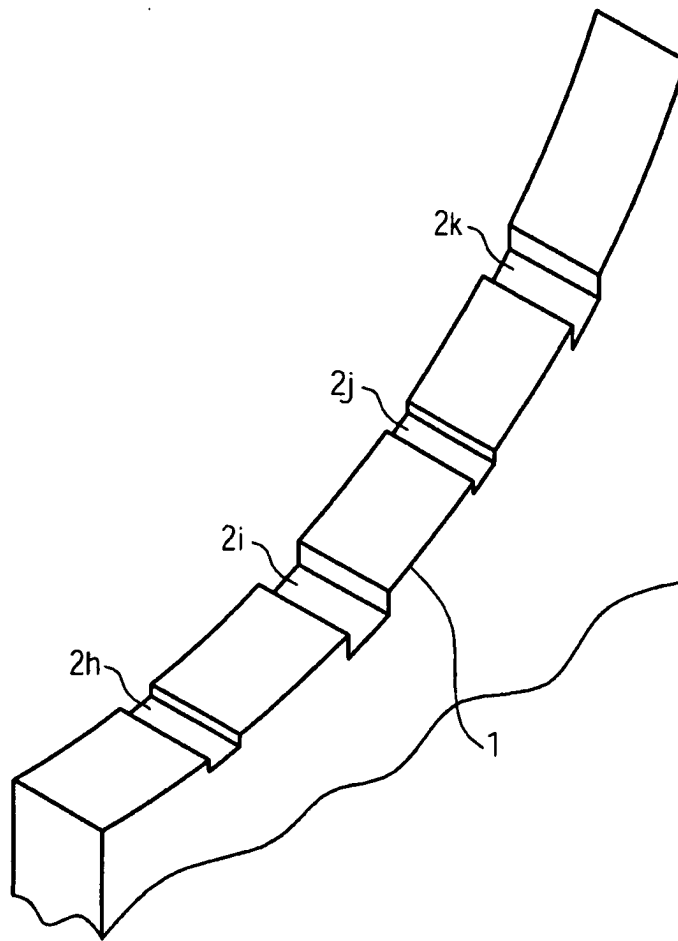


FIG. 4

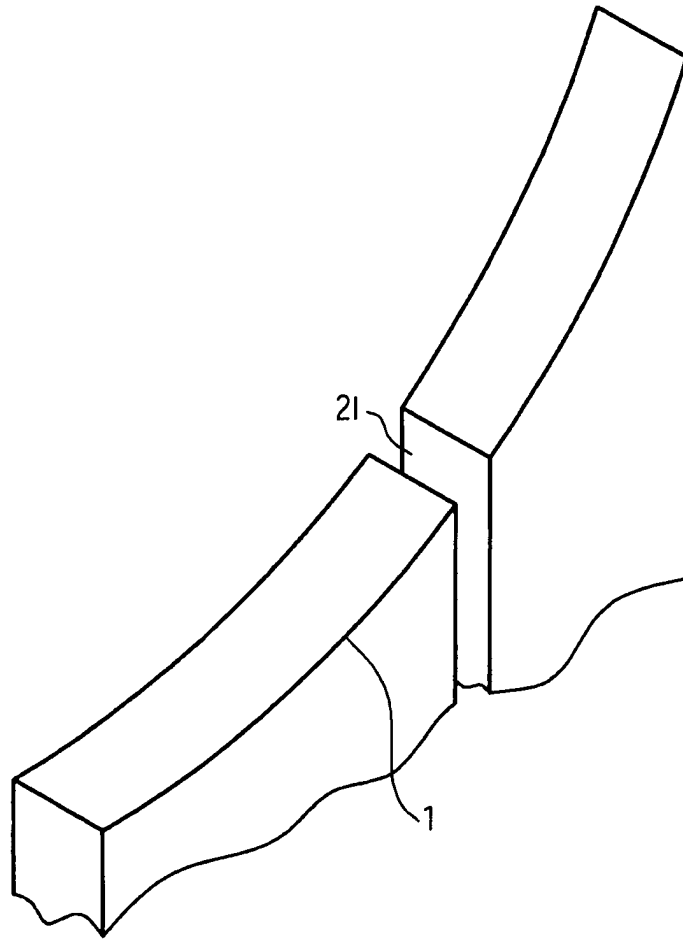


FIG. 5

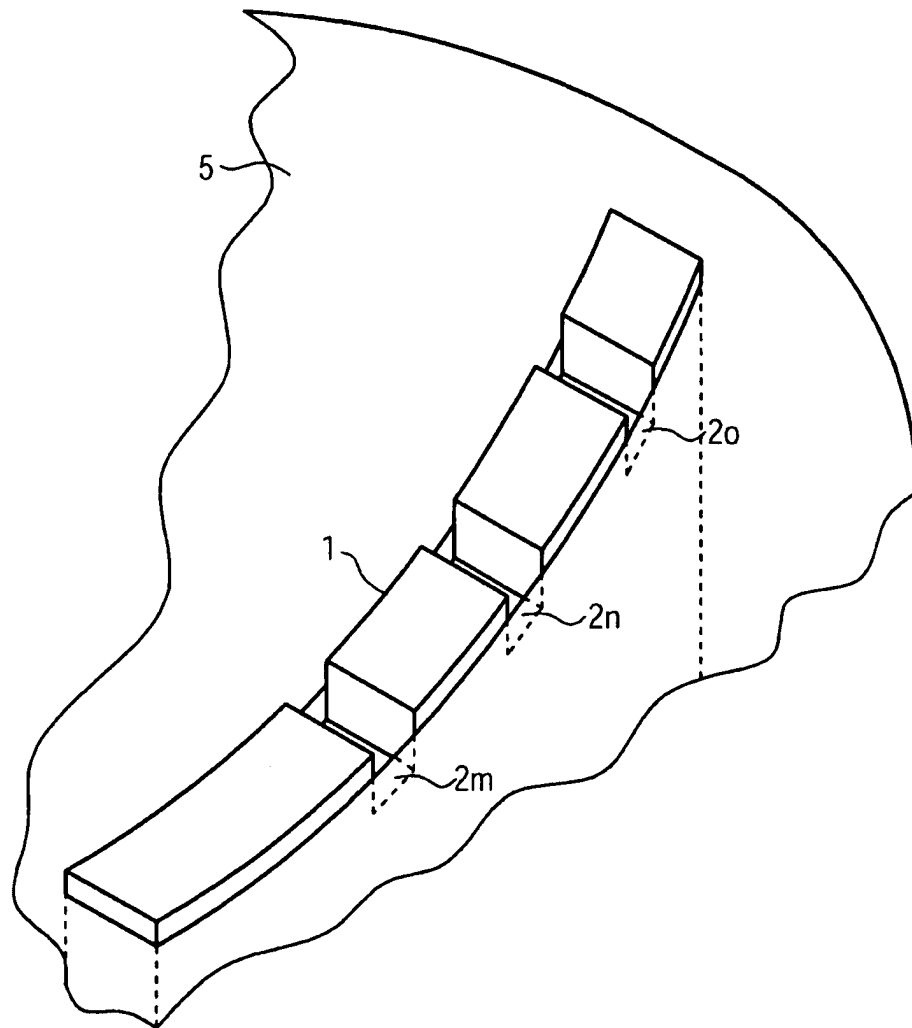


FIG. 6

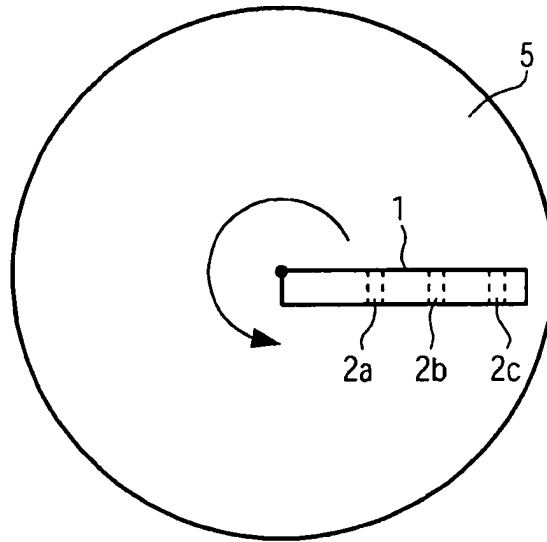


FIG. 7a

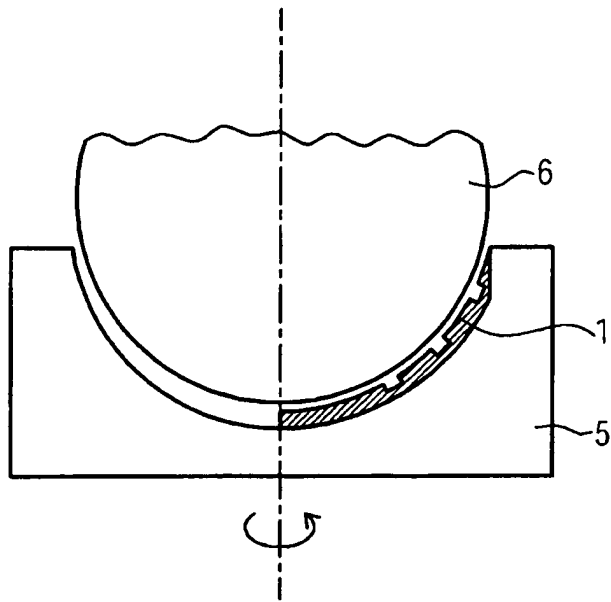


FIG. 7b

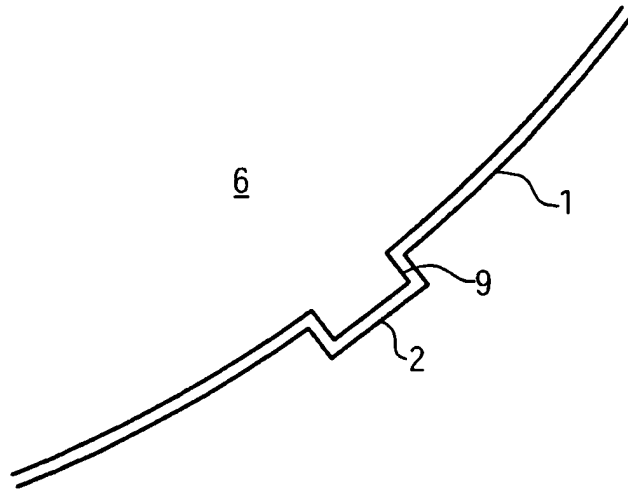


FIG. 7c

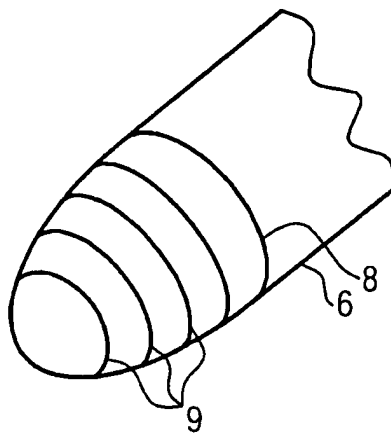


FIG. 7d

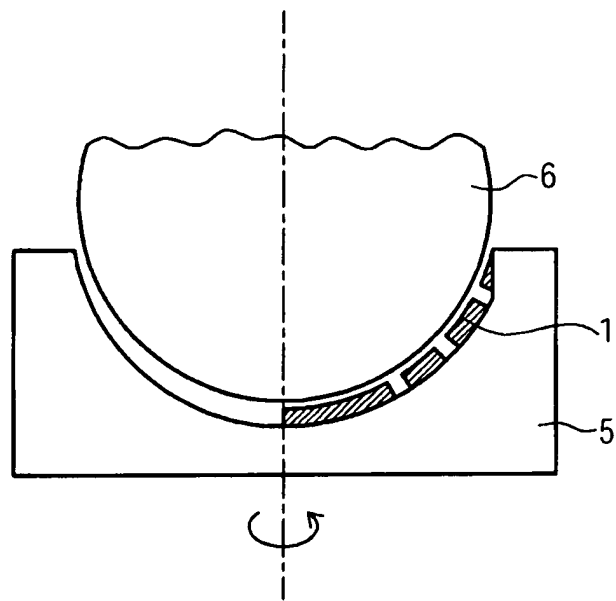


FIG. 7e