



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

**(21) BR 10 2012 016238-5 A2**



**(22) Data de Depósito: 29/06/2012**  
**(43) Data da Publicação: 05/11/2013**  
**(RPI 2235)**

**(51) Int.Cl.:**  
C25F 3/02  
B23H 3/00  
C25F 3/08

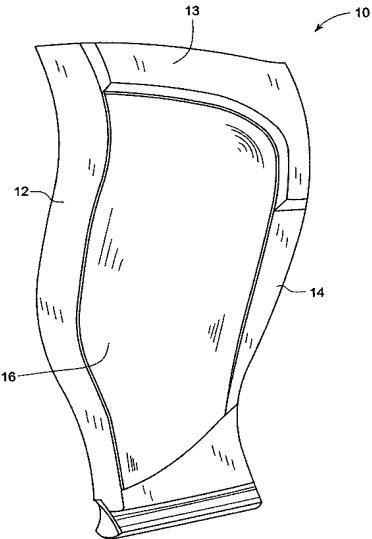
**(54) Título: MÉTODO E PEÇA DE TRABALHO**

**(30) Prioridade Unionista:** 30/06/2011 US 13/173,476

**(73) Titular(es):** GENERAL ELECTRIC COMPANY

**(72) Inventor(es):** ANDREW LEE TRIMMER, BIN WEI, JOSHUA LEIGH MILLER, MICHAEL SCOTT LAMPERE, NICHOLAS JOSEPH KRAY

**(57) Resumo:** MÉTODO E PEÇA DE TRABALHO. Um método para asperização de superfície de uma peça de trabalho de metal inclui disposição de uma região da peça de trabalho a ser asperizada próxima a um contra eletrodo. A região da peça de trabalho a ser asperizada e o contra eletrodo são de modo subsequente dispostos junto em um eletrólito. Um potencial elétrico com fluxo de corrente é aplicado entre a peça de trabalho e o contra eletrodo para asperizar a superfície de metal para uma aspereza desejada.



## “MÉTODO E PEÇA DE TRABALHO”

### ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

O presente pedido é uma continuação em parte do pedido de patente US 11/786.996, depositado em 13 de abril de 2007, cuja divulgação completa deste é incorporada ao presente pedido como referência.

A invenção refere-se geralmente a um método de asperização de superfícies de metal e de um artigo fabricado através disso, e mais particularmente a um processo eletrolítico para gravação de uma superfície de metal.

A aeronáutica e outras indústrias frequentemente exigem preparação da superfície de metais antes da ligação adesiva. Um grande número de componentes, como pás de turbina, ventiladores, pás de compressor e outras partes do compósito são ligadas de modo adesivo uma a outra para obter a fabricação de uma unidade completa. Para garantir uma boa ligação adesiva metal sobre metal ou metal sobre não metal, necessita-se que a superfície do metal esteja o mais limpa possível, mas muitos metais tem uma superfície que é lisa ou uniforme demais para fornecer uma ótima ligação subsequente a limpeza. Em uma abordagem conhecida para fornecer melhor adesão, as superfícies de metal são quimicamente tratadas para fornecer uma superfície gravada através disso produzindo mais área de superfície, que contribue para obter a ligação. Nessa abordagem, tratamento químico envolve uma aplicação de um sacrifício, camada de barreira porosa (máscara) e ácidos de gravação para produzir a desejada asperização das superfícies de metal. A mistura do líquido de gravação pode incluir combinações de ácido nítrico e fluorídrico. A duração do processo de gravação é um pouco longa e as misturas de líquidos de gravação são difíceis de manipular. Além disso, a gravação foi limitada no grau de superfície de asperização a qual pode ser alcançada.

Outras técnicas de asperização têm sido usadas incluindo meios mecânicos como raspagem ou rebarba de esmerilhação. Essas técnicas tem desvantagens, incluindo distorção do substrato, remoção de excesso de material, inabilidade ou aumento da dificuldade de asperização em certas superfícies e aplicação inconsistente. Além disso, com essas técnicas, pode ser difícil obter aumento dos níveis de superfície de asperização desejada para certas aplicações.

Consequentemente, existe uma necessidade de melhoria técnica para asperização de superfícies de metal.

10

#### BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

De acordo com uma realização exemplar da presente invenção é fornecido um método para asperização de superfície de uma peça de trabalho de metal. O método inclui dispor uma região da peça de trabalho a ser asperizada próxima ao contra eletrodo. De modo subsequente à disposição da peça de trabalho próxima ao contra eletrodo, a peça de trabalho e o contra eletrodo são dispostos juntos em um eletrólito. Um potencial elétrico com fluxo de corrente é aplicado entre a peça de trabalho e o contra eletrodo para asperizar a região da peça de trabalho para uma aspereza desejada.

20

De acordo com outra realização exemplar da presente invenção é fornecido um método para fabricação de um artigo usinado. O método inclui dispor uma região de uma primeira peça de trabalho a ser asperizada próxima ao contra eletrodo. De modo subsequente à disposição da peça de trabalho próxima ao contra eletrodo, a peça de trabalho e o contra eletrodo são, novamente aqui dispostos juntos em um eletrólito. Um potencial elétrico com fluxo de corrente é aplicado entre a peça de trabalho e o contra eletrodo tornando áspera a região da peça de trabalho a ser asperizada a uma aspereza desejada. A peça de trabalho é removida do eletrólito e lavada usando um meio de lavagem. A peça de trabalho é então ligada a um substrato não metálico.

Essas e outras características e melhorias do presente pedido irão tornar-se aparente para um técnico no assunto mediante a revisão da seguinte descrição detalhada quando considerada junto com os diversos desenhos e reivindicações anexas.

5

#### BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

Essas e outras características, aspectos e vantagens da presente invenção serão melhor entendidas quando a descrição detalhada a seguir for lida com referência aos desenhos que acompanham, na qual, caracteres semelhantes representam partes semelhantes ao longo dos desenhos, em que:

10 A Figura 1 é uma representação diagramática de uma pluralidade de peças de trabalho de metal asperizadas e unidas para formar um artigo usinado como um componente laminado do compósito de acordo com uma realização exemplar da presente invenção;

15 A Figura 2 é uma representação diagramática de um artigo usinado incluindo uma peça de trabalho de metal ajustada a um substrato do compósito de acordo com uma realização exemplar da presente invenção;

20 A Figura 3 é uma representação diagramática de um dispositivo exemplar utilizado para asperização de uma superfície de uma peça de trabalho de metal, de acordo com uma realização exemplar da presente invenção;

A Figura 4 é um corte transversal esquemático de um dispositivo exemplar utilizado para asperização de uma superfície de uma peça de trabalho de metal de acordo com uma realização exemplar da presente invenção;

25 A Figura 5A e 5B são cortes transversais parciais de um dispositivo exemplar utilizado para asperização de uma superfície de uma peça de trabalho de metal de acordo com uma realização exemplar da presente invenção;

A Figura 6 é uma representação diagramática de uma peça de trabalho de metal e um contra eletrodo de acordo com uma realização exemplar da presente invenção; e

A Figura 7 é um fluxograma ilustrando as etapas envolvidas na 5 asperização de uma superfície de metal de acordo com uma realização exemplar da presente invenção.

#### DESCRÍÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Conforme discutido no detalhe abaixo, realizações da presente invenção fornecem um método para asperização de superfície de uma peça de trabalho de metal na qual a região da peça de trabalho a ser asperizada é disposta ou fixada próxima ao contra eletrodo para formar um conjunto fixado. De modo subsequente à disposição da região da peça de trabalho a ser asperizada próxima ao contra eletrodo, a região da peça de trabalho a ser asperizada e o contra eletrodo são eliminados em um banho de eletrólito. Um 10 potencial elétrico é aplicado entre a região da peça de trabalho a ser asperizada e o contra eletrodo para asperizar uma superfície da peça de trabalho a uma aspereza desejada. Em certas outras realizações da presente invenção, a peça de trabalho é removida de um eletrólito e então lavada usando um meio de lavagem. A peça de trabalho é então ligada a um ou mais 15 componentes de metal ou não metal para formar um artigo usinado, por exemplo um componente laminado do compósito. Em certas outras realizações é divulgado um artigo usinado. O artigo usinado inclui uma peça de trabalho que tem uma superfície de metal asperizada com a desejada aspereza na faixa 20 de 90 a 400 micropolegadas e um ou mais componentes próximos acoplados a superfície de metal asperizada usando-se um material de ligação. Realizações 25 da presente invenção eliminam o uso de máscaras e líquidos de gravação ácidos enquanto produzem superfícies asperizadas adequadas para o processo subsequente, como ligação adesiva. Realizações específicas da

presente invenção são discutidas abaixo citando geralmente as Figuras 1 a 6.

Com referência à Figura 1, um artigo usinado 10 é ilustrado de acordo com uma realização exemplar da presente invenção. O artigo usinado 10 inclui uma pluralidade de peças de trabalho de metal 12, 13 e 14 ligadas a 5 um substrato ou apoio do compósito 16. Na realização específica mostrada, o artigo 10 é uma pá de ventilador, embora a técnica possa ser usada com uma grande variedade de artigos fabricados como pá de turbina, pá de compressor ou similares na qual a superfície áspera será aplicada. A peça de trabalho 12 é o bordo de ataque do artigo, enquanto que a peça de trabalho 13 é uma tampa 10 e a peça de trabalho 14 é um bordo de fuga protegido pelo substrato do compósito 16. Todas as peças de trabalho são asperizadas de modo a aumentar a ligação ao substrato do compósito 16. No exemplo ilustrado, onde qualquer uma das peças de trabalho é protegida por uma borda do substrato do compósito 16, o substrato 16 pode ser fornecido com uma reentrância para 15 assegurar o perfil final desejado. O método de asperização da superfície da borda de uma das peças de trabalho 12 é descrito em grande detalhe abaixo.

A presente técnica para asperização de superfície é descrita abaixo com referência a uma das peças de trabalho 12 da Figura 1. O material metálico da peça de trabalho 12 é amplamente contemplado para ser qualquer 20 material metálico que requer asperização de superfície para qualquer propósito, que inclui a subsequente aplicação de revestimentos, bem como para ligação adesiva metal a metal ou metal a não metal. O metal adequado da peça de trabalho pode incluir ligas de metal e acessórios intermetálicos. Em certas realizações, a peça de trabalho de metal 12 inclui uma ou mais folhas 25 como folhas de titânio, folhas de níquel ou combinações das mesmas, como para peças de motores de aeronave. Em determinadas outras realizações exemplares, o titânio pode ser ligado com alumínio, vanádio, estanho, cromo, molibdênio e zircônio. Em determinadas outras realizações exemplares, o

níquel pode ser ligado com ferro, cromo, alumínio, nióbio e molibdênio. Devido ao seus pesos leves, alta resistência e estabilidade térmica, titânio e ligas de titânio são úteis para aplicações, como aplicações aeroespaciais como fuselagens e peças de motor. Em certos exemplos, o titânio é usado como um 5 revestimento protetor para componentes do compósito, por exemplo, como um bordo de ataque para uma pá de ventilador do compósito, sendo que uma superfície interna de um bordo de ataque é asperizado antes da ligação adesiva aos componentes da pá do ventilador do compósito. Deve ser notado no presente pedido que a peça de trabalho 12 pode incluir outros metais 10 conhecidos pelos técnicos no assunto. A peça de trabalho 12 pode incluir um bordo de fuga, um bordo de ataque ou qualquer outra porção dependendo da aplicação. Em certas outras realizações, a peça de trabalho 12 pode incluir tampas de extremidade, pás de ventilador, palhetas guia de saída, pás do estator ou uma combinação das mesmas. Deve ser outra vez notado no 15 presente pedido que a lista não é completa e pode incluir outros componentes, o qual exige aplicações de asperização na superfície.

Com referência à Figura 2, um artigo usinado 10 é ilustrado em corte de acordo com outra realização exemplar da presente invenção. Na realização ilustrada, o artigo 10 inclui a peça de trabalho 12 ajustada em uma 20 reentrância 18 do substrato do compósito 16. Na realização ilustrada, para garantir uma boa ligação adesiva, a peça de trabalho 12 tem um bordo de ataque 22 fornecido com uma superfície interna asperizada indicada pela referência numérica 24. A aspereza da superfície 24 pode ser na faixa de 90 a 400 micropolegadas. A asperização da superfície 24 é realizada por gravação 25 eletrolítica ou processo de asperização e é explicada em grande detalhe abaixo com as figuras subsequentes. A peça de trabalho 12 é ligada ao substrato 16 usando um meio de ligação, por exemplo, filme adesivo de epóxi.

Com referência à Figura 3, ilustrou o dispositivo 26 usado para

asperização da superfície 24 da peça de trabalho 12 de acordo com ainda outra realização exemplar da presente invenção. O dispositivo 26 inclui um contra eletrodo 28 disposto ou fixado próximo a uma região da peça de trabalho 12 a ser asperizada. Na realização ilustrada, o contra eletrodo 28 inclui 5 uma “malha” semelhante a estrutura e pode incluir uma malha de aço inoxidável, malha de cobre, malha de ouro, malha de platina, malha de titânio ou uma combinação das mesmas. Deve ser notado no presente pedido que a lista não é completa e pode incluir outros materiais conhecidos pelos técnicos no assunto. Além disso, deve ser entendido que o contra eletrodo 28 pode ser 10 uma estrutura sólida. A região da peça de trabalho 12 a ser asperizada e o contra eletrodo 28 são inicialmente dispostos ou fixados um em relação ao outro antes de serem dispostos juntos em um banho de eletrólito 30. O banho de eletrólito 30 pode incluir uma solução ácida, solução básica, solução salina ou uma combinação das mesmas. Em certas realizações exemplares, o banho 15 de eletrólito 30 pode incluir uma solução de brometo de sódio (para titânio ou ligas de titânio). Pelo menos um espaçador 29 é fornecido entre a região da peça de trabalho 12 a ser asperizada e o contra eletrodo 28 de modo que separa a peça de trabalho 12 do contra eletrodo 28 para prevenir curto-circuito do circuito. Em uma realização preferencial, a região da peça de trabalho a ser 20 asperizada é disposta próxima do contra eletrodo e inclui um espaçamento de aproximadamente na faixa de 0,127 a 2,54 centímetros entre a peça de trabalho e o contra eletrodo. Em outras certas realizações exemplares, qualquer outro dispositivo de localização pode ser usado fora da área de usinagem para separar a região da peça de trabalho 12 a ser asperizada do 25 contra eletrodo 28. Quando apropriado, espaçadores adicionais ou uma rede de espaçadores podem ser fornecidos para esse propósito.

Com referência agora à Figura 4 ilustrada é uma realização alternada na qual são divulgados uma configuração de espaçador alternado e

inclusão de um meio para proteger a superfície exterior da peça de trabalho de correntes elétricas parasitas. Deve ser entendido que elementos similares têm números similares por toda a realização. Em uma realização alternada, uma pluralidade de espaçadores 29 são posicionados entre a região da peça de trabalho 12 a ser asperizada e o contra eletrodo 28 durante disposição ou fixação, a peça de trabalho 12 em relação ao eletrodo 28 e antes de dispor a montagem no banho de eletrólito 30 de modo a separar a região da peça de trabalho 12 a ser asperizada do contra eletrodo 28 e prevenir curto-círcuito do circuito. É divulgado que nessa realização preferencial, o eletrodo 28 pode ser configurado como um eletrodo de cobre conformacional. Os espaçadores 29 são muito pequenos e em uma realização específica podem ser na ordem de 0,635 x 0,3175 x 0,2286 centímetros. Nessa realização específica, os espaçadores 29 são compostos de TEFLON®, mas de maneira alternativa pode ser formado de qualquer material não condutor, quimicamente inerte. Uma pluralidade de almofadas de barramento elétrico 31 são configuradas próximas a região da peça de trabalho 12 a ser asperizada para exercer uma força em pelo menos uma porção dos espaçadores 29, através disso obtendo contato de alta pressão para a passagem de uma corrente elétrica. Em uma realização preferencial, as almofadas de barramento elétrico são configuradas para distribuir uma força de compressão de pelo menos 50 libras aos espaçadores 29, através disso obtendo contato de alta pressão para passagem da corrente elétrica. A via de barramento elétrico é crítica porque um contato elétrico intermitente irá permitir que ocorra formação de faíscas e pode resultar na peça de trabalho 12 inutilizável. Na realização ilustrada para proteger a superfície exterior da peça de trabalho 12 dessas correntes elétricas parasitas, uma cobertura compatível 35 pode ser incluída para confinar o exterior da região da peça de trabalho 12 a ser asperizada. Mais especificamente, a cobertura compatível 35 é configurada sobre uma parede lateral exterior da região da

peça de trabalho 12, mas pode estar afastada a uma distância dela. A cobertura compatível 35 elimina ataques de correntes parasitas no exterior da peça de trabalho 12.

Meios alternativos para proteção da peça de trabalho 12 de ataques elétricos parasitas são ilustrados nas Figuras 5A e 5B. Mais particularmente, conforme melhor ilustrado no corte transversal esquemático parcial na Figura 5A, ao invés da cobertura compatível 35, um anodo de polarização 37 pode ser incluído para minimizar correntes elétricas parasitas de atingir a peça de trabalho 12 a ser asperizada. O anodo de polarização 37 pode ser configurado como uma malha ou estrutura sólida, que é posicionada próxima a uma parte externa da peça de trabalho 12 e de acordo com a mesma, mas afastada a uma distância dela. O anodo de polarização 37 fornece um campo elétrico adicional através de uma conexão elétrica 39 e neutraliza potenciais de superfície não desejados que poderiam mudar a forma ou qualidade da superfície externa da peça de trabalho. Similar à cobertura compatível 35, o anodo de polarização 37 minimiza a possibilidade de ataques de corrente parasita no exterior da peça de trabalho 12.

Conforme melhor ilustrado no corte transversal esquemático parcial na Figura 5B, ao invés da cobertura compatível 35, uma blindagem de sacrifício 49 pode ser incluída para minimizar que correntes elétricas parasitas atinjam o exterior da peça de trabalho 12 a ser asperizada. A blindagem de sacrifício 49 pode ser configurada de um material como zinco, em uma malha ou estrutura sólida, que é posicionada próxima a uma parte externa da peça de trabalho 12. Mais especificamente, a blindagem de sacrifício 49 é configurada para conformar-se à forma da peça de trabalho 12 e em contato com a mesma. Similar à cobertura compatível 35, a blindagem de sacrifício 49 minimiza a possibilidade de ataques de corrente parasita no exterior da peça de trabalho 12.

Nas realizações previamente descritas e conforme melhor ilustrado na Figura 3, a peça de trabalho 12 e o contra eletrodo 28 são acoplados a uma fonte de energia 32. A fonte de energia 32 é configurada para aplicar um potencial elétrico (por exemplo, um potencial elétrico na faixa de 5 a 5 30 volts) entre a peça de trabalho 12 e o contra eletrodo 28 para asperizar a superfície interna 24 da peça de trabalho por processo de gravação eletrolítica. O potencial elétrico pode ser aplicado para duração aproximada na faixa de 0,5 a 30 minutos. Em certas realizações, o potencial elétrico pulsado é aplicado entre a peça de trabalho 12 e o contra eletrodo 28. Em um exemplo, a força 10 elétrica é aplicada durante 0,1 segundos, e então desligada por 0,12 segundos. A aplicação pulsada do potencial elétrico pode ser variada para causar a asperização desejada da superfície dependendo da aplicação. A tensão, a duração e o regime de pulso (se a fonte for pulsada) podem ser variados, com certeza, para obter o grau desejado de asperização.

15 Quando o potencial elétrico é aplicado entre a peça de trabalho 12 e o contra eletrodo 28, a corrente flui entre a peça de trabalho 12 e o contra eletrodo 28 através do banho de eletrólito 30. Os “íons” positivo e negativo na solução de eletrólito são separados e são atraídos para as placas da polaridade oposta. Os íons positivos são atraídos para o contra eletrodo 20 (também citado como “catodo”) e os íons negativos são atraídos para a peça de trabalho ou placa positiva (também citado como “anodo”) causando oxidação e através disso, corrosão da superfície 24 da peça de trabalho 12. Como resultado, a superfície 24 da peça de trabalho 12 é asperizada.

Nas realizações ilustradas, o dispositivo 26 também pode incluir 25 uma bomba 34 (Figura 3) configurada para forçar um fluxo de fluido (eletrólito) através do banho de modo a remover bolhas de gás 36 do eletrólito 30 durante a aplicação de potencial elétrico entre a peça de trabalho 12 e o contra eletrodo 28. A bomba 34 é fornecida com as linhas de sucção 38, 40, 42 e uma linha de

descarga 44. As setas 46, 48 ilustram o fluxo da eletrólito. De maneira alternativa, a bomba 34 pode estar em comunicação fluídica com um tubo de lavagem 48 (Figura 4) que tem perfurações formadas no mesmo e configurada para forçar um fluxo de fluido (eletrólito), como em um movimento de descarga, 5 através do banho de modo a remover bolhas de gás 36 do eletrólito 30 durante a aplicação de potencial elétrico entre a peça de trabalho 12 e o contra eletrodo 28.

Com referência à Figura 6, uma visão mais detalhada da peça de trabalho 12 e do contra eletrodo 28 é ilustrada de acordo com uma realização 10 exemplar da presente invenção. A peça de trabalho 12 tem um bordo de ataque fornecido com uma superfície 24 a ser asperizada. Conforme discutido em referência às Figuras 1 e 2, durante o processo de asperização da peça de trabalho 12 é separada por uma distância “D” do contra eletrodo 28. Espaçadores (não ilustrados na Figura 5) são usados para manter a distância 15 “D” entre a peça de trabalho 12 e o contra eletrodo 28 durante o processo de asperização. O grau de aspereza da peça de trabalho 12 pode ser variada por alteração da distância “D” entre a peça de trabalho 12 e o contra eletrodo 28 durante o processo de asperização para tensão pré-determinada e tempo de processo. Em certas realizações exemplares, a distância “D” é 20 aproximadamente na faixa de 0,05 a 1 polegada. O contra eletrodo 28 é mantido na posição desejada através de um acessório 36 que tem um contorno desejado. Além disso, quando diferentes graus de aspereza são desejados em diferentes locais ao longo da superfície, essa distância pode ser controlada para aumentar a aspereza localizada.

25 Com referência à Figura 7, um fluxograma ilustrando etapas exemplares envolvidas em um método 50 de asperização de uma superfície de uma peça de trabalho de metal é ilustrado. O método inclui inicialmente disposição ou fixação de uma região da peça de trabalho a ser asperizada

próxima ao contra eletrodo conforme representado pela etapa 52 antes da disposição do conjunto em um banho de eletrólito. A região da peça de trabalho a ser asperizada e o contra eletrodo são dispostos próximos em um banho de eletrólito conforme representado pela etapa 54. A região da peça de trabalho a 5 ser asperizada e o contra eletrodo são dispostos no banho de eletrólito juntos como um conjunto fixado. O banho de eletrólito pode incluir uma solução ácida, solução básica, solução salina ou uma combinação das mesmas. A peça de trabalho está localizada separada do contra eletrodo por uma distância "D" de modo a prevenir curto-círcito do circuito.

10 O método ainda inclui a aplicação de um potencial elétrico entre a peça de trabalho e o contra eletrodo para asperizar uma superfície desejada da peça de trabalho por um processo de gravação eletrolítica conforme representado pela etapa 56. Em certas realizações, o potencial elétrico pulsado é aplicado entre a peça de trabalho e o contra eletrodo por uma duração pré- 15 determinada. Os parâmetros de pulso, como duração do pulso, intervalo do pulso e amplitude do pulso podem ser variados para causar a asperização desejada da superfície dependendo da aplicação.

Em certas realizações exemplares, o método também pode incluir remoção de bolhas de gás do eletrólito durante a aplicação de potencial elétrico 20 entre a peça de trabalho e o contra eletrodo conforme representado pela etapa 58. A peça de trabalho de metal é removida do banho de eletrólito depois do processo de asperização conforme representado pela etapa 60. A peça de trabalho de metal com a superfície asperizada é lavada usando-se um meio de lavagem conforme representado pela etapa 62. O material removido durante o 25 processo de asperização é limpo usando-se um meio de lavagem. A peça de trabalho de metal é então preparada. O método inclui ligação da peça de trabalho a um substrato, como um componente laminado do compósito conforme representado na etapa 64. A peça de trabalho é ligada ao substrato

usando um material de ligação como filme adesivo de epóxi.

Enquanto somente certas características da invenção foram ilustradas e descritas no presente pedido, irão ocorrer muitas modificações e mudanças pelos técnicos no assunto. É, portanto, para ser entendido que as 5 reivindicações anexas têm a intenção de cobrir todas essas modificações e mudanças conforme se inserem no verdadeiro espírito de invenção.

### REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO (50), para asperização de superfície de uma peça de trabalho de metal (12), que compreende:

5 dispor (52) uma região da peça de trabalho a ser asperizada próxima a um contra eletrodo (28).

em seguida dispor (54) a região da peça de trabalho (12) e o contra eletrodo (28) juntos em um eletrólito (30); e

10 aplicar (56) um potencial elétrico com fluxo de corrente entre a peça de trabalho (12) e o contra eletrodo (28) para asperizar a região da peça de trabalho (12) para uma aspereza desejada.

2. MÉTODO (50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do contra eletrodo (28) compreender uma malha de aço inoxidável, malha de cobre, malha de latão, malha de bronze, malha de ouro, malha de platina, malha de titânio ou uma combinação das mesmas.

15 3. MÉTODO (50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do contra eletrodo (28) compreender um eletrodo de cobre conformacional.

4. MÉTODO (50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de dispor (52) uma região da peça de trabalho (12) a ser asperizada próxima ao contra eletrodo (28) que compreende disposição de pelo menos um espaçador (29) entre a peça de trabalho (12) a ser asperizada e o contra eletrodo (28).

5. MÉTODO (50), de acordo com a reivindicação 1, que adicionalmente compreende instalação de pelo menos uma almofada de barramento elétrico (31) próxima a cada um de pelo menos um espaçador (29), caracterizado pelo fato de pelo menos uma das almofadas de barramento elétrico (31) ser configurada para exercer uma força de compressão sobre pelo menos um espaçador (29).

6. MÉTODO (50), de acordo com a reivindicação 1, que compreende instalação de um meio (35, 37, 49) para evitar danos de corrente parasita disposto próximo a uma superfície exterior da região da peça de trabalho (12) a ser asperizada.

5 7. MÉTODO (50), de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato do meio para evitar danos de corrente parasita ser um entre uma cobertura compátilvel (35), um ânodo de polarização (37) ou uma blindagem de sacrifício (49).

10 8. MÉTODO (50), de acordo com a reivindicação 1, que adicionalmente compreende remoção (58) de bolhas de gás do eletrólito (30) durante aplicação do potencial elétrico entre a peça de trabalho (12) e o contra eletrodo (28).

9. PEÇA DE TRABALHO (12), que tem uma superfície asperizada pelo método da reivindicação 1, que compreende:

15 dispor (52) uma região da peça de trabalho a ser asperizada próxima a um contra eletrodo (28).

em seguida dispor (54) a região da peça de trabalho (12) e o contra eletrodo (28) juntos em um eletrólito (30); e

20 aplicar (56) um potencial elétrico com fluxo de corrente entre a peça de trabalho (12) e o contra eletrodo (28) para asperizar uma superfície da região da peça de trabalho (12) para uma aspereza desejada na faixa de 90 a 400 micropolegadas.

10. MÉTODO (50), para fabricação de um artigo usinado (10), que compreende:

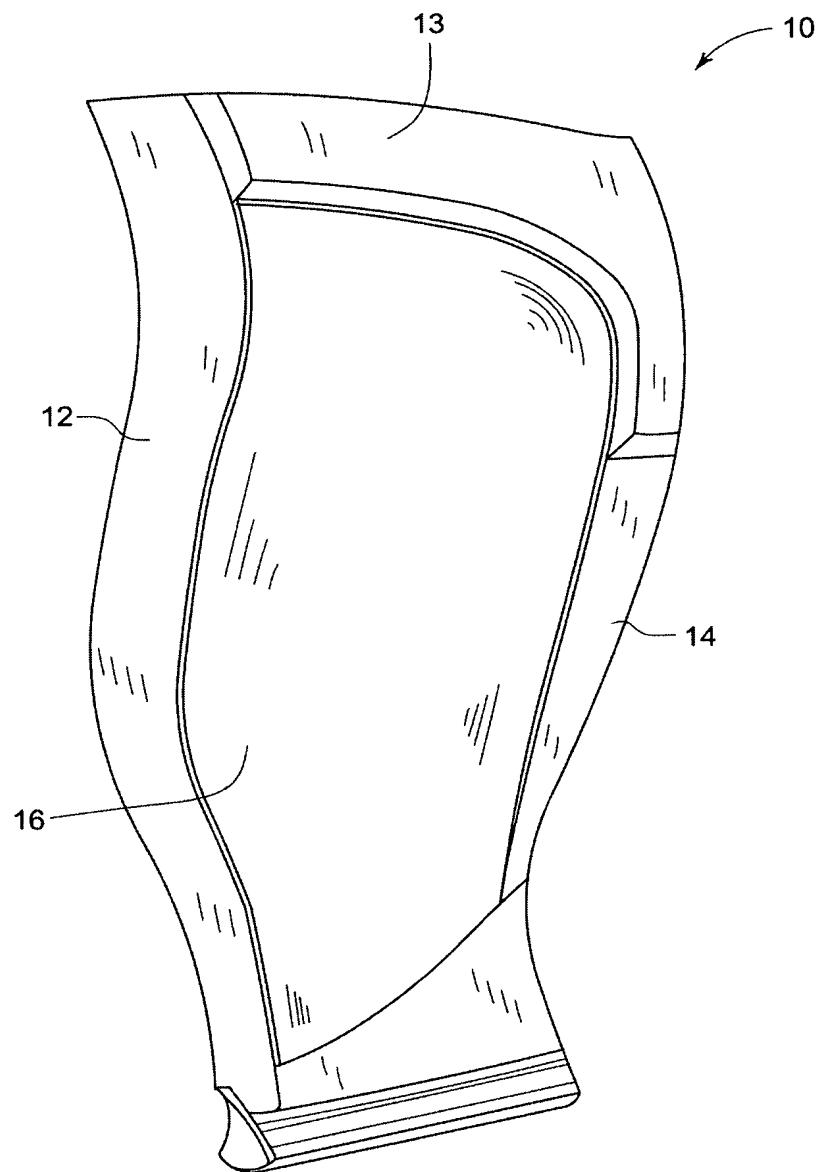
25 dispor (52) uma região de uma primeira peça de trabalho (12) a ser asperizada próxima a um contra eletrodo (28);

em seguida dispor (54) a região da primeira peça de trabalho (12) e o contra eletrodo (28) juntos em um eletrólito (30);

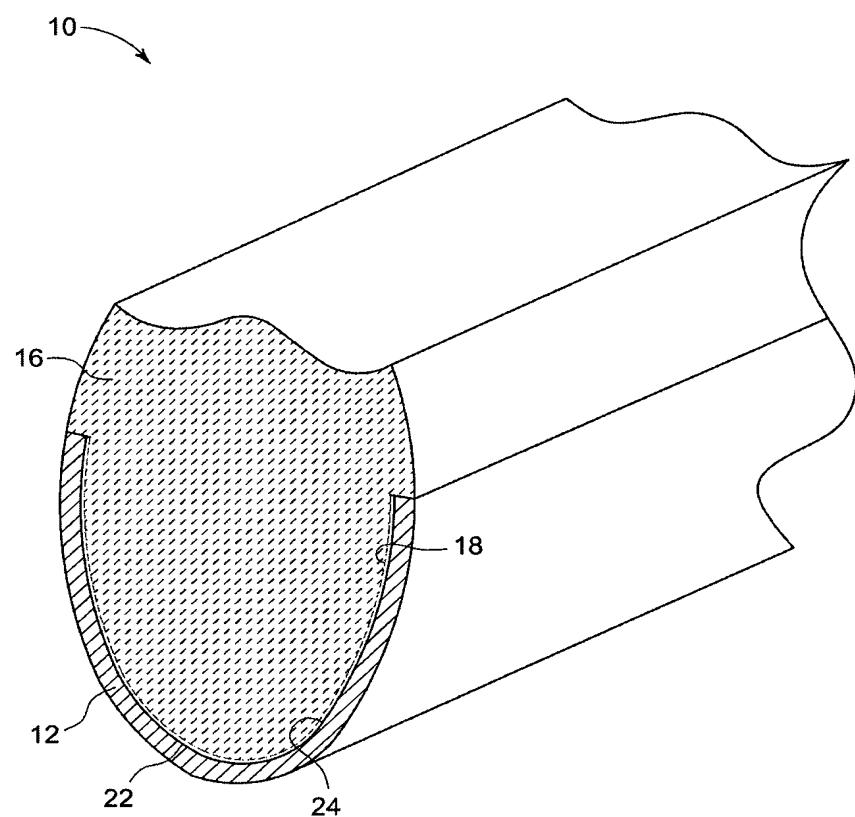
aplicar (56) um potencial elétrico com fluxo de corrente entre a primeira peça de trabalho (12) e o contra eletrodo (28) para asperizar a região da primeira peça de trabalho (12) para uma aspereza desejada;

remoção (60) da primeira peça de trabalho (12) do eletrólito (30);  
5 lavagem (62) da primeira peça de trabalho (12) utilizando um meio de lavagem; e

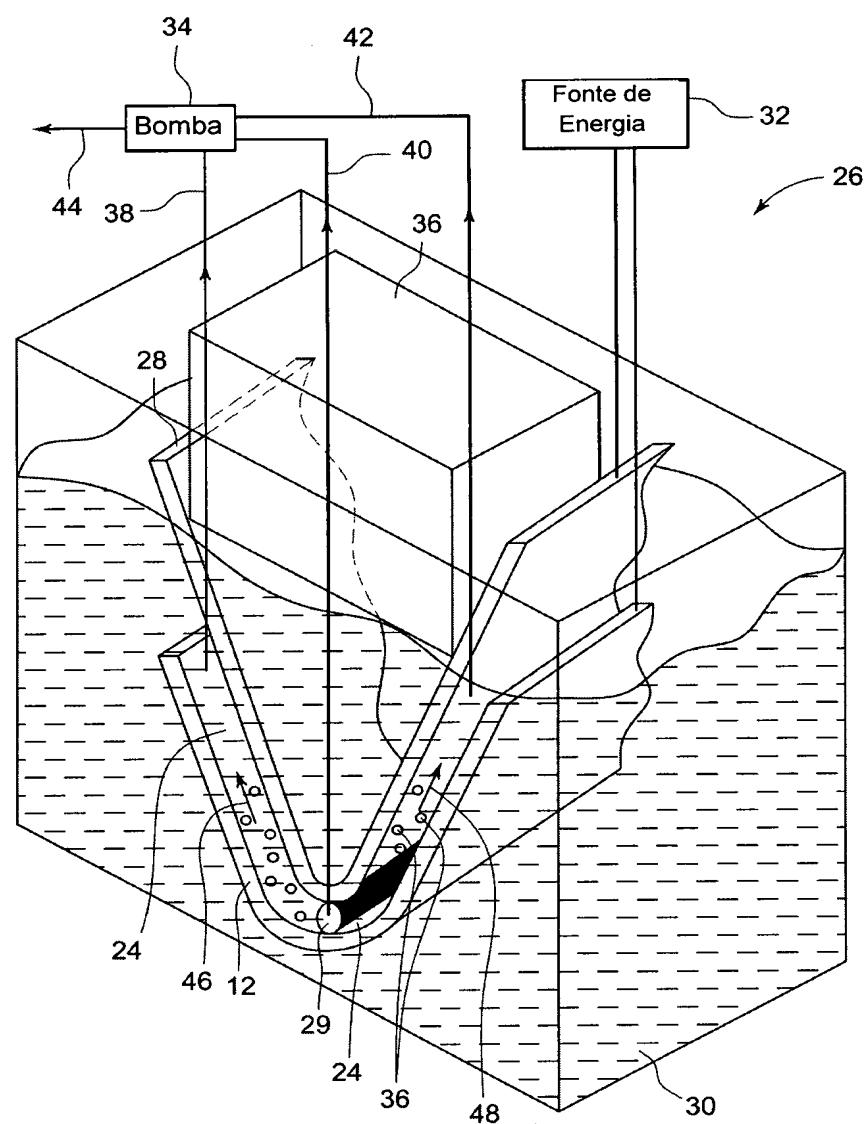
ligação (64) da primeira peça de trabalho (12) para um substrato do compósito (16) para formar um componente laminado do compósito.



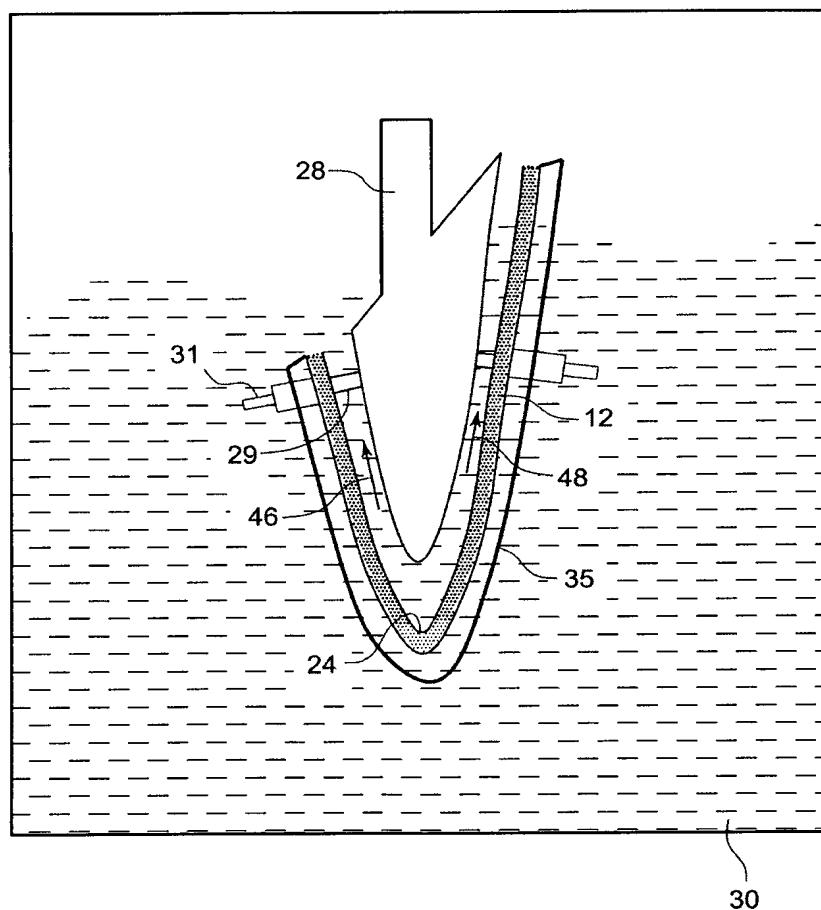
***Fig.1***



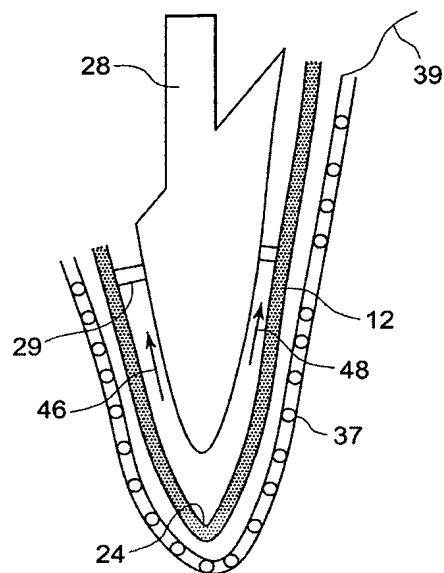
*Fig.2*



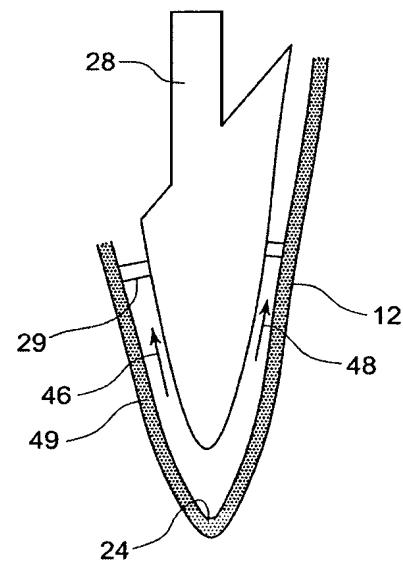
*Fig.3*



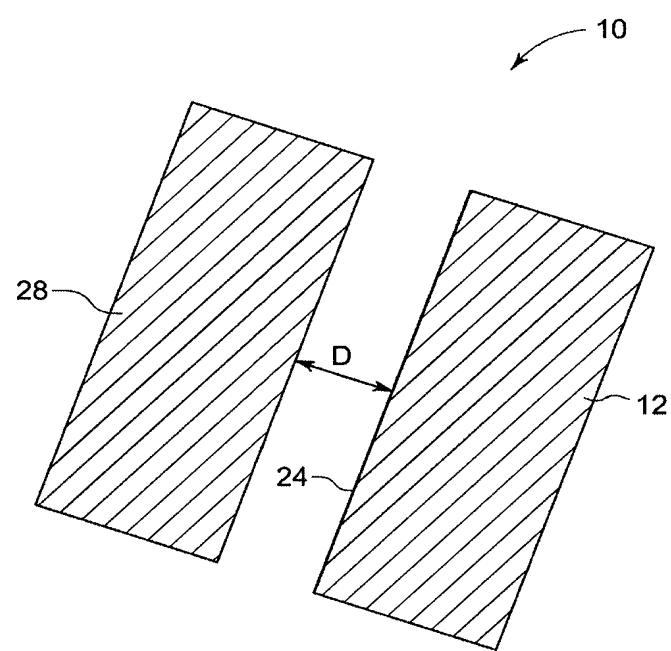
***Fig.4***



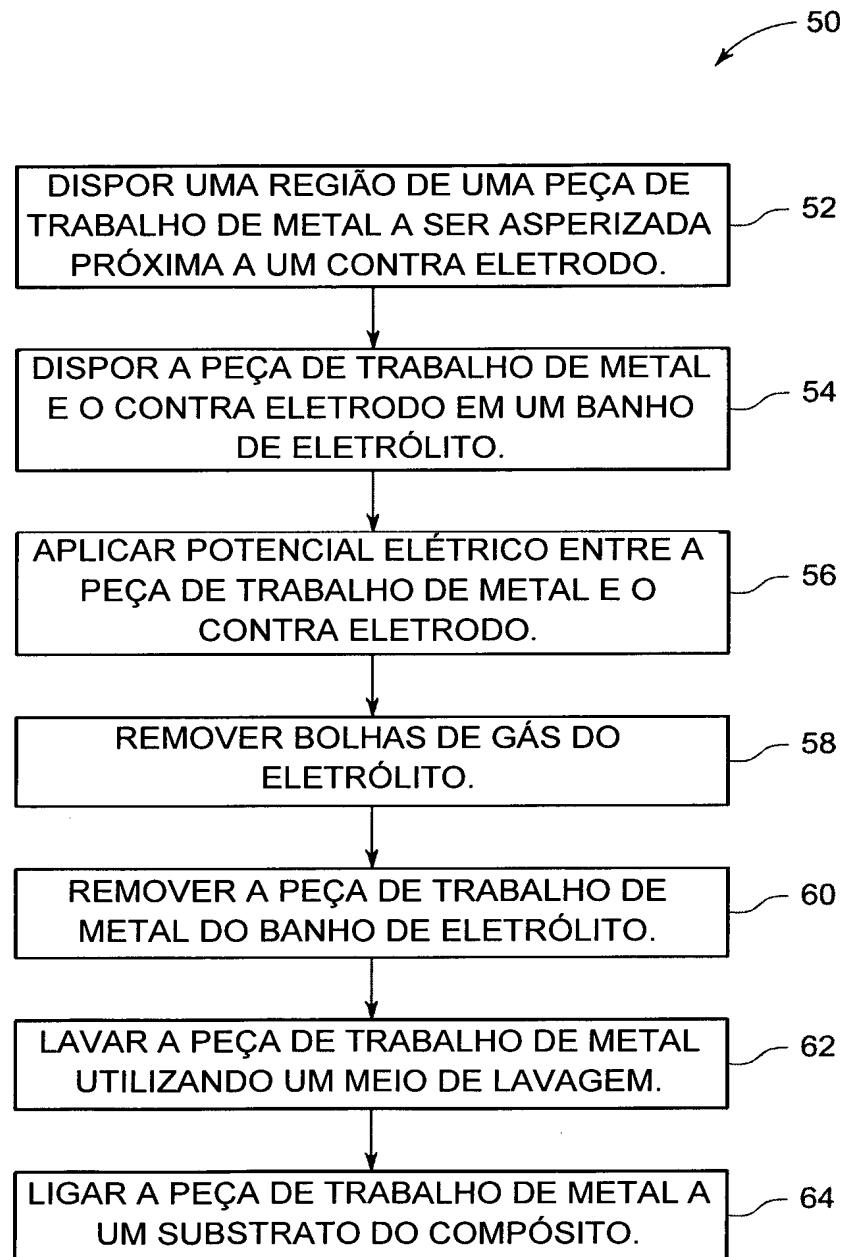
**Fig.5A**



**Fig.5B**



*Fig.6*



**Fig.7**

**RESUMO****“MÉTODO E PEÇA DE TRABALHO”**

Um método para asperização de superfície de uma peça de trabalho de metal inclui disposição de uma região da peça de trabalho a ser asperizada próxima a um contra eletrodo. A região da peça de trabalho a ser asperizada e o contra eletrodo são de modo subsequente disposto junto em um eletrólito. Um potencial elétrico com fluxo de corrente é aplicado entre a peça de trabalho e o contra eletrodo para asperizar a superfície de metal para uma aspereza desejada.