



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

(11) PI 0810531-6 B1

(22) Data do Depósito: 11/04/2008

(45) Data de Concessão: 30/08/2016



(54) Título: MÉTODO PARA LINGOTAR METAIS

(51) Int.Cl.: B22D 11/06; B22D 11/10; C22C 21/00

(30) Prioridade Unionista: 11/04/2007 US 11/734,113

(73) Titular(es): ALCOA INC

(72) Inventor(es): DAVID A. TOMES, JR., GAVIN F. WYATT-MAIR, DAVID W. TIMMONS, ALI UNAL

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA LINGOTAR METAIS"**.

REFERÊNCIA CRUZADA COM PEDIDOS RELACIONADOS

A presente invenção reivindica o benefício do pedido não provisório U.S. número de série 11/734.113, intitulado "Lingotamento de Tiras de Metais Imiscíveis" depositado em 11 de abril de 1007, que está aqui incorporado.

Campo da Invenção

Uma modalidade da presente invenção refere-se ao lingotamento de metais e em particular a um método de lingotamento de tiras de metais imiscíveis.

Antecedentes da Invenção

Ligas à base de alumínio contendo Sn, Pb, Bi e Cd são usadas comumente em mancais encontrados em motores de combustão interna. A função dos mancais nessas ligas é executada pela partícula de segunda fase macia do elemento de formação de liga que se funde no caso de falha do lubrificante e evita o contato entre o alumínio na liga e o aço protegido pelo mancal.

Na técnica anterior, a segunda fase macia nessas ligas se separa durante a solidificação e frequentemente aparece na forma de distribuição não-uniforme. Em muitos casos, a segunda fase se forma nos contornos dos grãos como uma camada contínua, ou o componente mais pesado (Sn, Pb, Bi, Cd) assenta no fundo devido à segregação pela gravidade. Tipicamente, o tratamento térmico é necessário após a laminação a frio da chapa lingotada para redistribuir a fase macia. Para as ligas Al-Sn, por exemplo, isto é feito por um tratamento de recozimento a 350°C (662 °F) durante o qual a fase macia se funde e coagula em uma distribuição uniforme de partículas não conectadas. Em uma etapa do processamento final, a tira é ligada em um apoio de aço para uso como mancais em motores.

O lingotamento de cilindros duplos de ligas de mancais à base de Alumínio rende uma melhor distribuição das partículas da segunda fase comparado ao lingotamento convencional de lingotes. Uma desvantagem do

lingotamento de cilindros duplos, entretanto, é que o método é lento, rende baixa produtividade e cria uma distribuição da(s) fase(s) macia(s) que não é completamente desejável (não-uniforme). Resultados adequados são também produzidos usando-se o processo da metalurgia do pó; entretanto esse método é caro. Há a necessidade, portanto, de um método que resulte em uma maior produtividade e renda uma distribuição uniforme das partículas finas da fase macia na matriz de alumínio.

Sumário da Invenção

A presente invenção descreve um método de lingotamento de tiras de ligas de alumínio a partir de líquidos imiscíveis que rende uma tira fina com estrutura altamente uniforme das partículas finas da segunda fase. Os resultados da presente invenção são alcançados usando-se um processo de lingotamento conhecido para lingotar a liga em uma tira fina a altas velocidades. No método de uma modalidade da presente invenção, a velocidade de lingotamento é de cerca de 15,24 até cerca de 91,44 m/min (50 até cerca de 300 pés por minuto (fpm)) e a espessura da tira está na faixa de cerca de 2,03 mm (0,08) a cerca de 6,35 mm (0,25 polegada). Sob essas condições, resultados favoráveis são alcançados quando gotículas da fase líquida imiscível geram um núcleo no líquido à frente do início da solidificação estabelecido no processo de lingotamento. As gotículas da fase imiscível são engolidas pela frente de congelamento que se move rapidamente no espaço entre os braços secundários de dendrita (SDA).

Como os SDA são pequenos sob condições de solidificação rápida (na faixa de 2-10 μm), as gotículas da fase imiscível são distribuídas uniformemente na tira lingotada e são muito finas.

Breve Descrição dos Desenhos

A Figura 1 é um fluxograma descrevendo o método da presente invenção;

A Figura 2 é uma representação esquemática descrevendo um exemplo de um equipamento que pode executar o método da presente invenção;

A Figura 3 é uma vista em perspectiva detalhando o equipamen-

to que pode ser operado de acordo com a presente invenção;

A Figura 4 é uma vista da seção transversal da entrada do metal fundido no equipamento ilustrado nas Figuras 2 e 3; e

A Figura 5 é uma fotografia microscópica de uma seção transversal de uma tira produzida de acordo com a presente invenção.

Descrição Detalhada

Os desenhos anexos e a descrição que segue apresentam esta invenção em suas modalidades preferidas. É contemplado, entretanto, que pessoas geralmente familiarizadas com processos de lingotamento serão capazes de aplicar as novas características das estruturas e os métodos i-
lustrados e descritos aqui em outros contextos pela modificação de certos
detalhes. Consequentemente, os desenhos e descrição não devem ser to-
mados como restritivos no escopo desta invenção, mas devem ser entendi-
dos como ensinamento amplo e geral. Quando se faz referência a qualquer
faixa de valores numéricos, tais faixas são entendidas como incluindo todo e
cada número e/ou fração entre os valores mínimo e máximo estabelecidos
na faixa.

Finalmente, para os propósitos da descrição doravante, os ter-
mos "superior", "inferior", "direita", "esquerda", "vertical", "horizontal", "topo"
e "fundo", e seus derivados devem se referir à invenção, conforme está ori-
entado nas figuras.

As expressões "ligas de alumínio" pretendem significar ligas con-
tendo pelo menos 50% em peso do elemento declarado e pelo menos um
elemento modificador. Ligas de alumínio adequadas incluem ligas da Alumi-
num Association.

O método da presente invenção é descrito esquematicamente
no fluxograma da Figura 1. Conforme descrito ali, na etapa 100 um metal
fundido compreendendo alumínio e pelo menos uma fase imiscível é intro-
duzido em um equipamento de lingotamento adequado. Na etapa 102, o e-
quipamento de lingotamento é operado a uma velocidade de lingotamento
maior que 15,24 a 91,44 m/min (50-300 fpm). Na etapa 104, a espessura da
tira lingotada é mantida em 2,03-6,35 mm (0,08-0,25 polegada) ou menor.

O método da presente invenção é adequado para uso com métodos de lingotamento tais como aqueles descritos, por exemplo, nas Patentes U.S. 5.515.908 e 6.672.368, ambas são aqui incorporadas como referência. Esses métodos produzem tiras finas a altas velocidades resultando em
5 produtividade na faixa de 10,7 a 35,7 kg/h (600 a 2000) lb/h por milímetro (polegada) de largura lingotada.

Um exemplo de equipamento que pode ser empregado na prática da presente invenção está ilustrado nas Figuras 2, 3 e 4 dos desenhos. O equipamento ali descrito está de acordo com aquele descrito na Patente
10 U.S. 5.515.908 e é apresentado como apenas um exemplo de equipamento que pode ser usado para alcançar os resultados do método da presente invenção.

O processo será ilustrado agora em relação ao equipamento descrito na Figura 2, mas é também aplicável ao equipamento descrito nas
15 Figuras 3 e 4. Conforme está descrito na Figura 2, o equipamento inclui um par de correias sem-fim 10 e 12 que agem como moldes de lingotamento transportados por um par de polias superiores 14 e 16 e um par de correias inferiores correspondentes 18 e 20. Cada polia é montada para rotação em torno de um eixo 21, 22, 24 e 26 respectivamente da Figura 2. As polias são
20 do tipo resistente ao calor, e cada uma ou ambas as polias superiores 14 e 16 é dirigida por um meio motor adequado (não mostrado). O mesmo é verdade para as polias inferiores 18 e 20. Cada uma das correias 10 e 12 é uma correia sem-fim, e pode ser formada de um metal que tenha baixa reatividade ou seja não-reativa com o metal que está sendo lingotado. Um grande
25 número de ligas metálicas adequadas pode ser empregado como é bem conhecido por aqueles que são versados na técnica. Bons resultados foram alcançados usando-se correias de liga de aço e cobre. Outras correias metálicas podem também ser usadas tais como alumínio. Deve ser notado que, nesta modalidade da invenção, os moldes de lingotamento são implementa-
30 dos como correias de lingotamento 10 e 12. Entretanto, moldes de lingotamento podem compreender um único molde, um ou mais cilindros ou um conjunto de blocos, por exemplo.

As polias 14,16, 18 e 20 são posicionadas, conforme ilustrado nas Figuras 2 e 3, uma acima da outra com um vão de moldagem (G1) entre elas. O vão (G1) é dimensionado para corresponder à espessura desejada (T1) da tira metálica 50 que está sendo lingotada. Assim, a espessura (T1) da tira metálica 50 sendo lingotada é determinada pelas dimensões do bocal (n) entre as correias 10 e 12 que passam sobre as polias 14 e 18 ao longo da linha que passa através do eixo das polias 14 e 18 que é perpendicular às correias de lingotamento 10 e 12. O metal fundido a ser lingotado é fornecido à zona de moldagem através de meios de fornecimento de metal 28 tais como um distribuidor. O interior do distribuidor 28 corresponde em largura à largura do produto a ser lingotado, e pode ter uma largura até a largura da mais estreita das correias de lingotamento 10 e 12. O distribuidor 28 inclui uma ponta de entrega do metal de lingotamento 30 para entregar uma corrente horizontal de metal fundido à zona de moldagem entre as correias 10 e 12.

Assim, a extremidade 30, conforme mostrado na Figura 4, define, juntamente com as correias 10 e 12, imediatamente adjacentes à extremidade 30, uma zona de lingotamento ou moldagem 46 na qual a corrente horizontal de metal fundido flui. Assim, a corrente de metal fundido (M) que flui substancialmente horizontalmente da extremidade, enche a zona de moldagem 46 entre a curvatura de cada uma das correias 10, 12, até o bocal das polias 14, 18. Ela começa a solidificar e é substancialmente solidificada pelo ponto no qual a tira lingotada 50 atinge o bocal (n) das polias 14, 18. O fornecimento da corrente, que flui horizontalmente, de metal fundido (M) para a zona de moldagem 46 onde ela está em contato com uma seção curva das correias 10, 12 que passa pelas polias 14,18 serve para limitar a distorção e assim manter um melhor contato térmico entre o metal fundido (M) e cada uma das correias 10,12 bem como melhorar a qualidade das superfícies de topo e de fundo da tira lingotada 50.

O equipamento de lingotamento mostrado nas Figuras 2 e 3 inclui um par de meios de resfriamento 32 e 34 posicionados opostamente à porção das correias sem-fim 10, 12 em contato com o metal fundido (M)

sendo lingotado no vão de moldagem (G1) entre as correias 10 e 12. Os meios de resfriamento 32 e 34 servem, portanto, para resfriar as correias 10, 12 logo após elas passarem pelas polias 16 e 20, respectivamente, e antes de entrarem em contato com o metal fundido (M). Conforme ilustrado nas Figuras 2 e 3, os resfriadores 32 e 34 são posicionados conforme mostrado no retorno das correias 10, 12, respectivamente. Os meios de resfriamento 32 e 34 podem ser meios de resfriamento convencionais tais como pontas de resfriamento fluido posicionadas para pulverizar um fluido de resfriamento diretamente no interior e/ou no exterior das correias 10, 12 para resfriar as correias através de suas espessuras.

O metal fundido (M) flui horizontalmente do distribuidor através da extremidade de lingotamento 30 na zona de lingotamento ou moldagem 46 definida entre as correias 10, 12 onde as correias 10, 12 são aquecidas por transferência de calor da tira lingotada 50 para as correias 10, 12. A tira de metal lingotada 50 permanece entre, e é transportada pelas correias de lingotamento 10, 12 até cada uma delas ser virada na linha central das polias 16, 20. Posteriormente, no loop de retorno, os meios de resfriamento 32, 34 resfriam as correias 10, 12, respectivamente e removem delas substancialmente todo o calor transferido para as correias na zona de moldagem 46. O fornecimento de metal fundido (M) do distribuidor através da extremidade de lingotamento 30 é mostrada em maiores detalhes na Figura 4 dos desenhos. Conforme é mostrado naquela figura, a extremidade de lingotamento 30 é formada de uma parede superior 40 e uma parede inferior 42 definindo uma abertura central 44 entre elas cuja largura pode se estender substancialmente por toda a largura das correias 10, 12.

As extremidades distantes das paredes 40, 42, da extremidade de lingotamento 30 estão em proximidade substancial à superfície (S) das correias de lingotamento 10, 12, respectivamente, e definem com as correias 10, 12 uma cavidade de lingotamento ou zona de moldagem 46 na qual o metal fundido (M) flui através da abertura central 44. Como o metal fundido (M) na cavidade de lingotamento 46 flui entre as correias 10, 12, ele transfere seu calor para as correias 10, 12, simultaneamente resfriando o metal

fundido (M) para formar uma tira sólida 50 mantida entre as correias de lingotamento 10 e 12. Um obstáculo suficiente (definido como a distância entre o primeiro contato 47 do metal fundido (M) e o bocal (n) definido como a abordagem mais próxima das polias de entrada 14, 16) é fornecido para permitir a solidificação substancialmente completa antes do bocal (n).

Para produzir os resultados produzidos pelo método da presente invenção utilizando o equipamento descrito nas figuras 2-4, uma liga fundida à base de alumínio compreendendo uma fase que é imiscível no estado líquido é introduzida através do distribuidor 28 da Figura 3 através de uma extremidade de lingotamento 30 na zona de lingotamento ou moldagem 46 definida entre as correias 10, 12. Preferivelmente as dimensões do bocal (n) entre as correias 10, 12, que passam sobre as polias 14 e 18 devem estar na faixa de cerca de 2,03 até cerca de 6,35 mm (0,08 até cerca de 0,25 polegada), e a velocidade de lingotamento na faixa de cerca de 15,24 a 91,44 m/min (50 até cerca de 300 fpm). Sob essas condições, gotículas da fase líquida imiscível formam núcleos após a frente de solidificação e são engolidas pela frente de congelamento que se move rapidamente no espaço entre os espaços SDA. Assim, a tira lingotada resultante contém uma distribuição uniforme das gotículas da fase imiscível.

A mistura de fundidos de uma modalidade da presente invenção pode incluir pelo menos 0,1% de Sn.

A mistura de fundidos de uma modalidade da presente invenção pode incluir pelo menos 0,1% de Pb.

A mistura de fundidos de uma modalidade da presente invenção pode incluir pelo menos 0,1% de Bi.

A mistura de fundidos de uma modalidade da presente invenção pode incluir pelo menos 0,1% de Cd.

Voltando agora à Figura 5, é mostrada uma microfotografia de uma seção de uma tira Al-6Sn 400 produzida de acordo com a presente invenção. A tira mostra uma distribuição brilhante, altamente uniforme de partículas finas de Sn 401 que têm 3 μ m ou menos. Esse resultado é várias vezes menor que as partículas que resultariam do material feito de um lingote

- ou por laminação com cilindros que têm um tamanho típico de 40-400 μm . Além disso, a tira produzida pela presente invenção não requer tratamento térmico para redistribuição da fase macia e é ideal para fornecer as propriedades lubrificantes necessárias para uso em mancais, por exemplo. Se desejado, a tira pode ser usada na forma conforme lingotada sem ser submetida a uma fabricação adicional tal como laminação, por exemplo.
- 5

- Embora a descrição tenha sido feita em detalhes e com referência a uma de suas modalidades específicas, será aparente para uma pessoa versada na técnica que várias mudanças e modificações podem ser feitas nela sem sair do espírito e do escopo das modalidades. Assim, é pretendido que a presente descrição cubra as modificações e variações desta descrição desde que elas venham dentro do escopo das reivindicações anexas e suas equivalentes.
- 10

REIVINDICAÇÕES

1. Método para lingotar metais caracterizado por compreender:

5 - fornecer uma liga de alumínio fundido a um equipamento de lingotamento, - a liga de alumínio fundido compreendendo pelo menos 0,1% em peso de um metal modificador, onde o metal modificador é substancialmente imiscível na fase fundida com o alumínio fundido,

10 - o equipamento de lingotamento tendo uma primeira superfície de lingotamento, uma segunda superfície de lingotamento, e um bocal formado entre as primeira e segunda superfícies de lingotamento, o bocal tendo uma espessura variando de 2,03 mm (0,08 polegada) a 6,35 mm (0,25 polegada) avançar a liga de alumínio fundido através de acunhamento em uma velocidade que varia dentre 15,24 metros por minuto e 91,44 metros por minuto (50 pés por minuto e 300 pés por minuto).

15 2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o modificador compreende pelo menos um dentre Sn, Pb, Bi e Cd.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o metal modificador compreende pelo menos 0,1% em peso de Sn.

20 4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o metal modificador compreende pelo menos 0,1% em peso de Pb.

25 5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o metal modificador compreende pelo menos 0,1% em peso de Bi.

6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o metal modificador compreende pelo menos 0,1% em peso de Cd.

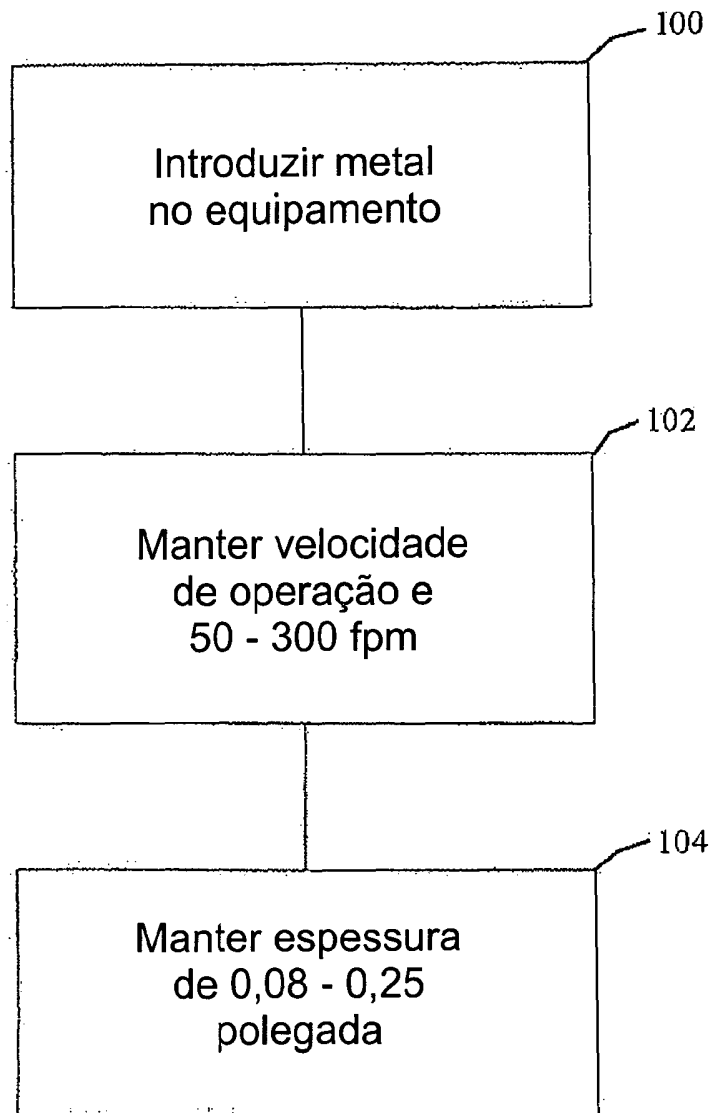


FIG. 1

FIG. 2

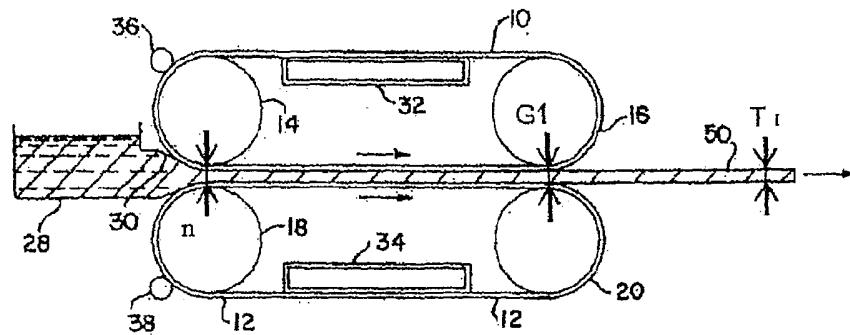


FIG. 3

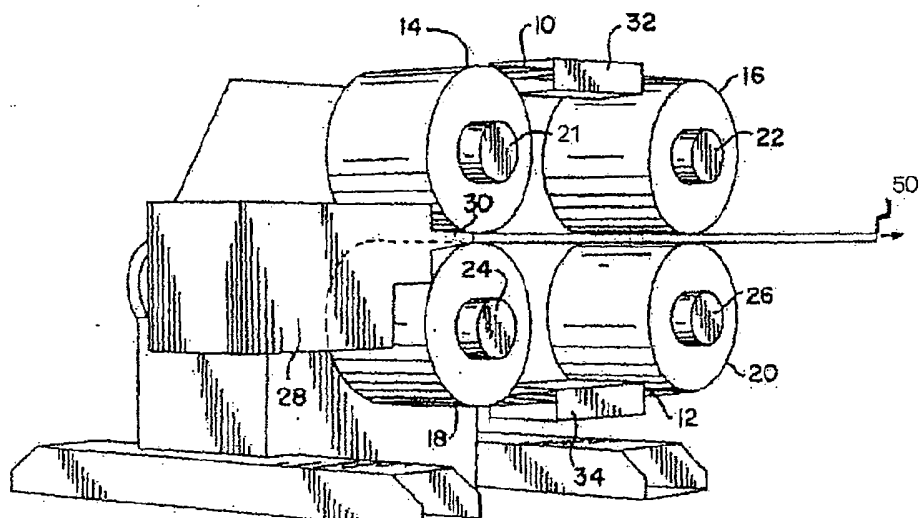
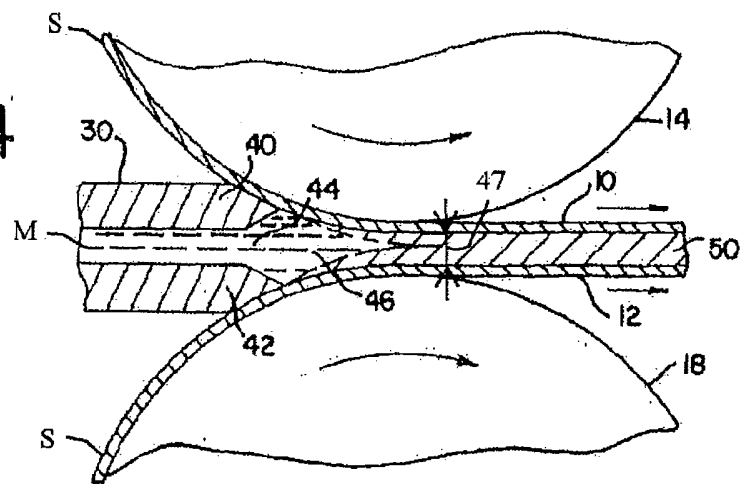


FIG. 4



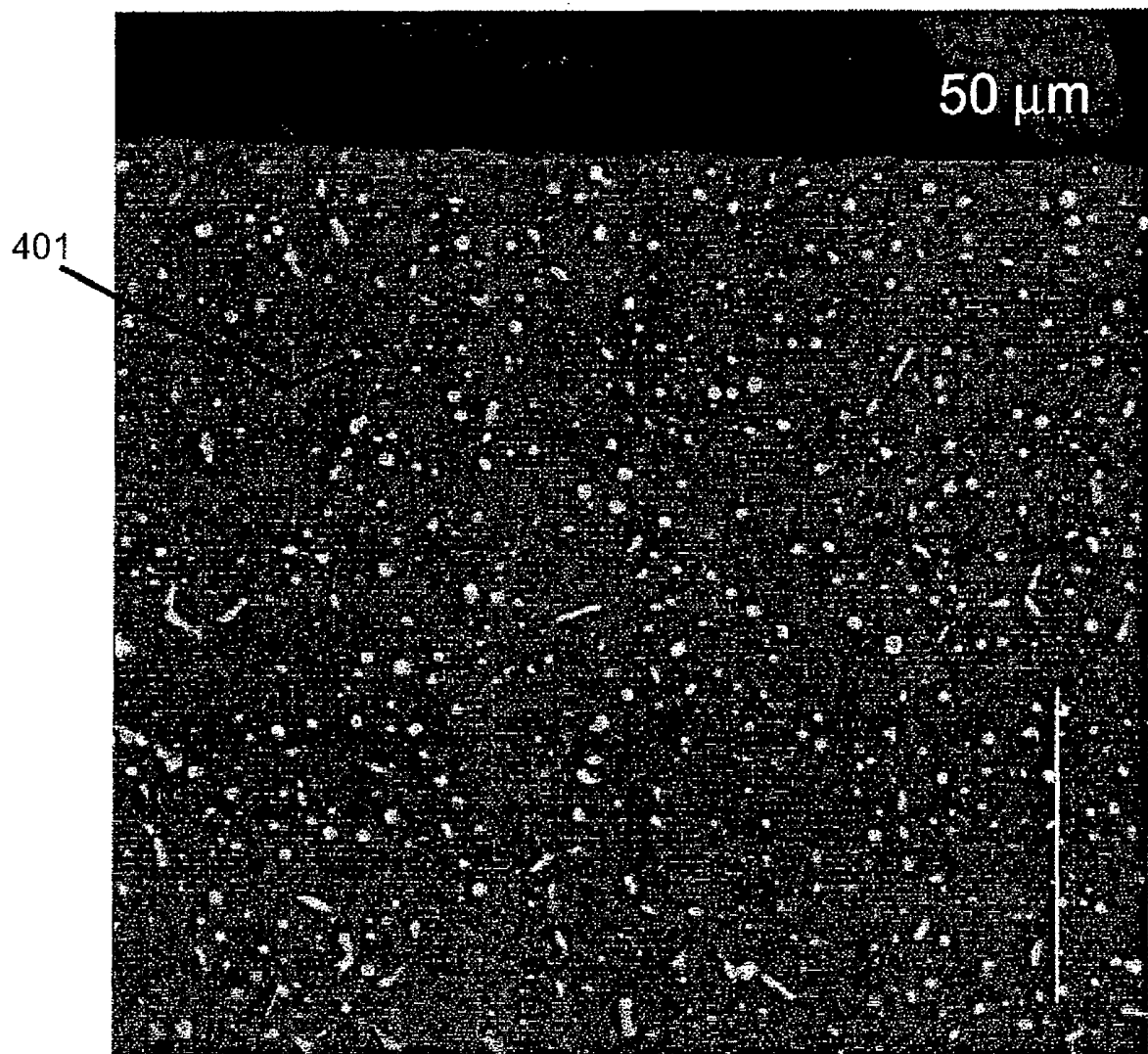


FIG. 5