



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1010794-0 B1

(22) Data do Depósito: 07/05/2010

(45) Data de Concessão: 14/01/2025

(54) Título: TIRAS METÁLICAS E PEÇAS METÁLICAS

(51) Int.Cl.: C23C 2/20.

(30) Prioridade Unionista: 14/05/2009 FR PCT/FR2009/000561.

(73) Titular(es): ARCELORMITTAL INVESTIGACION Y DESARROLLO, S.L..

(72) Inventor(es): JEAN-MICHEL MATAIGNE; LUC DIEZ; BERTRAND ORSAL; HUBERT SAINT RAYMOND.

(86) Pedido PCT: PCT FR2010000357 de 07/05/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/130890 de 18/11/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/11/2011

(57) Resumo: PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UMA TIRA METÁLICA REVESTIDA, APRESENTANDO UM ASPECTO MELHORADO. A presente invenção refere-se a um processo de fabricação de uma tira metálica que apresenta um revestimento metálico de proteção contra a corrosão, compreendendo as etapas que consistem em: - fazer passar a tira metálica em um banho de metal em fusão compreendendo de 0,2 a 8% em peso de alumínio e magnésio nas seguintes proporções: de 0,1 a 8% em peso de magnésio, para um teor em alumínio superior ou igual a 0.2% e inferior a 4% em peso ou um teor superior a 5% e inferior ou igual a 8% em peso de magnésio, para um teor em alumínio superior ou igual a 4% e inferior ou igual a 8% em peso, e compreendendo até 0,3% em peso de elementos de adição, o complemento sendo o zinco e impurezas inevitáveis, depois ? secar a tira metálica revestida por meio de bocais que projetam um gás de ambos os lados da tira , esse gás apresentando um poder oxidante inferior aquele de uma atmosfera constituída de 4% em volume de oxigênio e 96% em volume de nitrogênio, depois ? em fazer passar a tira em uma zona de confinamento delimitada: em parte baixa pela linha de secagem e as faces externas superiores desses (...).

"TIRAS METÁLICAS E PEÇAS METÁLICAS".

[001] A presente invenção refere-se a um processo de fabricação de uma tira metálica que apresenta um aspecto melhorado, mais particularmente destinada a ser utilizada para a fabricação de peças de revestimento para veículos terrestres a motor, sem, todavia, ser limitada a isto.

[002] As chapas em aço destinadas à fabricação de peças para veículo terrestre a motor são geralmente revestidas de uma camada metálica de proteção contra a corrosão, à base de zinco, depositada seja por imersão a quente em um banho líquido à base de zinco, seja por eletrodeposição em um banho eletrolítico que compreende íons de zinco.

[003] As chapas galvanizadas destinadas à fabricação de peças de revestimento são, em seguida, enformadas e ligadas para formar uma caixa em branco, que é em seguida revestida por pelo menos uma camada de pintura, a qual assegura uma proteção aumentada contra a corrosão, assim como um bom aspecto de superfície.

[004] Para isso, convencionalmente, os fabricantes de automóveis aplicam inicialmente sobre a caixa em branco uma camada de cataforese, depois uma camada de pintura de preparo, uma camada de pintura de base, e eventualmente uma camada de verniz. Para se obter um aspecto de superfície pintado satisfatório, é geralmente aplicada uma espessura total de pintura compreendida entre 90 e 120 μm , constituída de uma camada de cataforese de 20 a 30 μm de espessura, de uma camada de pintura de preparo de 40 a 50 μm , e uma camada de pintura de base de 30 a 40 μm , por exemplo.

[005] A fim de limitar a espessura dos sistemas de pintura a um valor inferior a 90 μm , certos fabricantes de automóveis propuseram que seja evitada a etapa de cataforese, seja ainda limitado o número de camadas de pintura para aumentar a produtividade. Todavia, até hoje, essa redução de espessura do sistema pintura é feita sempre em detrimento do aspecto de

superfície pintado final da peça e não é utilizada industrialmente.

[006] Com efeito, os revestimentos à base de zinco, servindo de substrato de base, apresentam o que se denomina uma ondulação de sua superfície, que só pode atualmente ser compensada por camadas importantes de pintura, sob pena de ter um aspecto dito de "revestimento de laranja" inaceitável para peças de carroceria.

[007] A ondulação W (waviness em inglês) da superfície é uma irregularidade geométrica suave, pseudoperiódica; comprimento de onda suficientemente grande (0,8 a 10 mm) que se distingue da rugosidade R que corresponde às irregularidades geométricas de pequenos comprimentos de ondas 10 ($< 0,8$ mm).

[008] Na presente invenção, a média aritmética W_a do perfil de ondulação, expressa em μm , foi retida para caracterizar a ondulação da superfície da chapa, e as medidas de ondulação foram realizadas com um limite de corte de 0,8 mm e designadas por $W_{a0,8}$.

[009] A finalidade da invenção é, portanto, colocar à disposição um processo de fabricação de uma tira metálica que apresenta um revestimento anticorrosão, cuja ondulação $W_{a0,8}$ seja reduzida em relação às tiras da técnica anterior, permitindo assim fabricar peças metálicas pintadas, necessitando de uma espessura total de pintura reduzida em relação às peças da técnica anterior.

[010] Para isso, um primeiro objeto da invenção é constituído por um processo de fabricação de uma tira metálica que apresenta um revestimento metálico de proteção contra a corrosão, compreendendo as etapas que consistem em:

- fazer passar a tira metálica em um banho de metal em fusão compreendendo de 0,2 a 8% em peso de alumínio e magnésio nas seguintes proporções:

- de 0,1 a 8% em peso de magnésio, para um teor em alumínio

superior ou igual a 0,2% e inferior a 4% em peso ou

- um teor superior a 5% e inferior ou igual a 8% em peso de magnésio, para um teor em alumínio superior ou igual a 4% e inferior ou igual a 8% em peso, e compreendendo até 0,3% em peso de elementos de adição, o complemento sendo o zinco e impurezas inevitáveis, depois

- secar a tira metálica revestida por meio de bocais que projetam um gás de ambos os lados da tira, esse gás apresentando um poder oxidante inferior àquele de uma atmosfera constituída de 4% em volume de oxigênio e 96% em volume de 5 nitrogênio, depois

- em fazer passar a tira em uma zona de confinamento delimitada:

- na parte baixa pela linha de secagem e as faces externas superiores desses bocais de secagem;

- na parte alta pela parte superior de duas caixas de confinamento colocadas de ambos os lados da tira, exatamente acima desses bocais, e apresentando uma altura de pelo menos 10 cm em relação à linha de secagem, e

- sobre os lados, pelas partes laterais dessas caixas de confinamento,

a atmosfera reinante nessa zona de confinamento que apresenta um poder oxidante inferior àquele de uma atmosfera constituída de 4% em volume de oxigênio e 96% em volume de nitrogênio e superior àquele de uma atmosfera constituída de 0,15% em volume de oxigênio e 99,85% em volume de nitrogênio.

[011] Em modos de realizações preferidos, o processo, de acordo com a invenção, pode, além disso, compreender as características seguintes, consideradas sozinhas ou em combinação:

- as caixas de confinamento apresentam uma altura de pelo menos 15 cm, até mesmo 20 cm e, de forma mais particularmente preferida de pelo

menos 30 cm, em relação à linha de secagem;

- as caixas de confinamento são alimentadas com gás que apresenta um poder oxidante inferior àquele de uma atmosfera constituída de 4% em volume de oxigênio e 96% em volume de nitrogênio e, de preferência, superior àquele de uma atmosfera constituída de 0,15% em volume de oxigênio e 99,85% em volume de nitrogênio;

- se faz, além disso, passar a tira em uma zona de confinamento situada antes da linha de secagem;

- a zona de confinamento situada antes da secagem começa na saída do banho de metal em fusão e acaba sob a linha de secagem;

- o gás de secagem é constituído de nitrogênio;

- a tira metálica é uma tira de aço.

[012] A invenção tem também por objeto uma tira metálica laminada a frio e revestida por imersão a quente, mas isenta de laminação de encruamento, podendo ser obtida pelo processo, de acordo com a invenção, e cujo revestimento metálico apresenta uma ondulação $WA_{0,8}$ inferior ou igual a $0,70\text{ }\mu\text{m}$, de preferência, inferior ou igual a $0,65\text{ }\mu\text{m}$ e compreende de 0,2 a 8% em peso de alumínio e magnésio nas seguintes proporções:

- de 0,1 a 8% em peso de magnésio, para um teor em alumínio superior ou igual a 0,2% e inferior a 2% em peso, ou

- um teor superior a 5% e inferior ou igual a 8% em peso de magnésio, para um teor em alumínio superior ou igual a 2% e inferior ou igual a 8% em peso, e compreendendo até 0,3% em peso de elementos de adição, o complemento sendo o zinco e impurezas inevitáveis.

[013] Em um modo de realização preferido, a tira metálica, de acordo com a invenção, é constituída de aço.

[014] A invenção tem também por objeto uma peça metálica obtida por deformação de uma tira metálica, de acordo com a invenção, cujo

revestimento apresenta uma ondulação $Wa_{0,8}$ inferior ou igual a $0,65\text{ }\mu\text{m}$, de preferência, inferior ou igual a $0,60\text{ }\mu\text{m}$.

[015] A invenção tem, além disso, por objeto uma peça metálica obtida por deformação de uma tira metálica, de acordo com a invenção, tendo, além disso, sofrido uma operação de laminação de encruamento ("skin-pass") antes da deformação, cujo revestimento apresenta uma ondulação $Wa_{0,8}$, inferior ou igual a $0,70\text{ }\mu\text{m}$, de preferência, inferior ou igual a $0,60\text{ }\mu\text{m}$, até mesmo a $0,55\text{ }\mu\text{m}$.

[016] As características e vantagens da presente invenção aparecerão melhor no decorrer da descrição que vai ser feita a seguir, dada a título de exemplo não limitativo.

[017] Com referência à figura 1, a primeira etapa do processo, de acordo com a invenção, consiste em fazer passar em contínuo uma tira metálica B, tal como uma tira de aço, em um banho de revestimento 2, contendo metal em fusão, contido em um cadinho 3. Antes de ser mergulhada nesse banho 2, a tira sofre geralmente um recozimento em um forno 1 que permite notadamente preparar a superfície.

[018] A velocidade de passagem da tira sobre as linhas industriais está em geral compreendida entre 40 m/min e 200 m/min , por exemplo, e, é, de preferência, superior a 120 m/min , até mesmo superior a 150 m/min .

[019] A composição do banho de revestimento a ser utilizada no processo, de acordo com a invenção, é à base de zinco e contém inicialmente de $0,2\%$ a 8% em peso de alumínio. Esse elemento permite, por um lado, melhorar a aderência do revestimento sobre a tira metálica e, por outro lado, proteger a tira contra a corrosão.

[020] Abaixo de um teor de $0,2\%$, não se observa efeito sobre a aderência, enquanto que um teor superior a 8% apresenta problemas de deslaminação da pintura aplicada posteriormente.

[021] O banho contém também magnésio, a fim de melhorar a resistência à corrosão do revestimento galvanizado e, em particular, sua resistência contra a ferrugem vermelha. O magnésio está presente nas seguintes proporções:

- de 0,1 a 8% em peso de magnésio, para um teor em alumínio superior ou igual a 0,2% e inferior a 4% em peso, ou
- um teor superior a 5% e inferior ou igual a 8% em peso de magnésio, para um teor em alumínio superior ou igual a 4% e inferior ou igual a 8% em peso.

[022] Em um modo de realização preferido, o magnésio está presente nas seguintes proporções:

- de 0,1 a 8% em peso de magnésio, para um teor em alumínio superior ou igual a 0,2% e inferior a 2% em peso; ou
- um teor superior a 5% e inferior ou igual a 8% em peso de magnésio, para um teor em alumínio superior ou igual a 2% e inferior ou igual a 8% em peso.

[023] Em um outro modo de realização preferido, o magnésio está presente nas seguintes proporções:

- de 0,1 a 8% em peso de magnésio, para um teor em alumínio superior ou igual a 0,2% e inferior a 1,5% em peso; ou
- um teor superior a 5% e inferior ou igual a 8% em peso de magnésio, para um teor em alumínio superior ou igual a 1,5% e inferior ou igual a 8% em peso.

[024] Para se obter um efeito notável sobre a resistência à corrosão, prefere-se acrescentar pelo menos 0,1% em peso, até mesmo 0,2% em peso de magnésio. Limita-se seu teor máximo no banho a 8% em peso, pois o revestimento obtido poderia apresentar problemas de fissuração severos, quando da enformação posterior por encaixe, notadamente. Elimina-se a zona

que vai de 0,1 a 5% em peso de magnésio e de 4 a 8% em peso de alumínio, pois se observou a formação de defeitos de aspectos visíveis a olho nu quando se submete a tira ao processo de secagem confinado, segundo a invenção, nessa zona de composição.

[025] A composição do banho pode também conter até 0,3% em peso de elementos opcionais de adição, tais como Si, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni, Zr ou Bi. Esses diferentes elementos podem permitir, entre outros, melhorar a resistência à corrosão do revestimento ou sua fragilidade ou sua adesão, por exemplo. O técnico que conhece seus efeitos sobre as características do revestimento saberá empregá-los, em função da finalidade complementar buscada. Verificou-se também que esses elementos não interferiam com o controle da ondulação obtida pelo processo, de acordo com a invenção. Em certas circunstâncias, preferir-se-á, todavia, limitar o teor em titânio a menos de 0,01%, até menos de 0,005%, pois esse elemento pode gerar problemas de poluição dos banhos desengorduramento e de fosfatação dos fabricantes de automóveis.

[026] Enfim, o banho pode conter impurezas inevitáveis, provenientes dos lingotes de alimentação do cadinho ou ainda da passagem da tira no banho. Poder-se-á assim citar, notadamente, o ferro, etc.

[027] O banho é mantido a uma temperatura compreendida entre o líquido + 10 °C e 700 °C, a temperatura do líquido variando em função de sua composição. Para a faixa de revestimentos utilizados na presente invenção, essa temperatura estará, portanto, compreendida entre 350 e 700 °C. Lembrar-se-á que o líquido é a temperatura além da qual uma liga está no estado inteiramente fundido.

[028] Após passagem no cadinho 3, a tira metálica B revestida sobre suas duas faces é, em seguida, submetida a uma secagem por meio de bocais 4 colocados de ambos os lados da tira B, bocais esses que projetam um

gás de secagem, em direção à superfície da tira D. Essa operação clássica, bem conhecida do técnico, permite regular a espessura do revestimento, de forma precisa, enquanto que não está ainda solidificado.

[029] Uma das características essenciais do processo, de acordo com a invenção, consiste em escolher um gás de secagem que apresenta um poder oxidante inferior àquele de uma atmosfera constituída de 4% em volume de oxigênio e 96% em volume de nitrogênio. Poder-se-á também utilizar nitrogênio ou argônio puro ou ainda misturas de nitrogênio ou de argônio e de gases oxidantes, tais como, por exemplo, o oxigênio, misturas de CO e CO₂ ou misturas de H₂ e H₂O. Poderão também ser utilizadas misturas de CO e CO₂ ou misturas de H₂ e H₂O, sem acréscimo de gás inerte.

[030] Ao final da secagem, a outra característica essencial do processo, de acordo com a invenção, é a passagem em uma zona de confinamento limitada:

- na parte baixa pela linha de secagem e as faces externas superiores

- dos bocais de secagem 4;

- na parte alta pela parte superior de duas caixas de confinamento 5 colocadas de ambos os lados da tira, exatamente acima dos bocais 4 e apresentando uma altura de pelo menos 10 centímetros em relação à linha de secagem; e

- sobre os lados, pelas partes laterais das caixas de confinamento 5 a atmosfera reinante na zona de confinamento apresentando um poder oxidante inferior àquele de uma atmosfera constituída de 4% em volume de oxigênio e 96% em volume de nitrogênio e superior àquele de uma atmosfera constituída de 0,15% em volume de oxigênio e 99,85% em volume de nitrogênio. Para determinar o poder oxidante da atmosfera envolvendo a tira, proceder-se-á à avaliação de sua pressão parcial de oxigênio equivalente ao equilíbrio.

[031] Quando o único gás oxidante presente é O₂, misturado com um gás inerte (nitrogênio, argônio) essa pressão é então igual ao teor de volume em O₂ que se pode medir em tempo real por meio de captador adaptado.

[032] Quando outros gases oxidantes, tais como H₂O ou CO₂ estão presentes em mistura com um gás redutor, tal como H₂ ou CO, por exemplo, a pressão parcial de oxigênio equivalente é calculada pela lei de ação de massa à temperatura dos gases considerado.

[033] Por exemplo, para o par H₂/H₂O, a reação é escrita conforme a seguir:



[034] Ao equilíbrio termodinâmico, as pressões parciais dos gases obedecem à seguinte relação:

$$p_{\text{H}_2\text{O}} / p_{\text{H}_2} \times p_{\text{O}_2} = e^{-\Delta G/RT}$$

com R, a constante dos gases perfeitos, T, a temperatura dos gases em Kelvin, e ΔG , a variação de energia livre associada à reação encontrada nas tabelas de termodinâmica, em calorias por mol ou em Joules por mol, segundo o valor considerado para a constante R.

[035] Dessa relação, se extrai o valor de pO₂, pressão parcial de oxigênio equivalente ao equilíbrio para a mistura gasosa considerada.

[036] No âmbito da invenção, é preciso que pO₂ esteja compreendido entre 0,0015 e 0,04 nas caixas de confinamento 5.

[037] Os presentes inventores constataram, com efeito, que, utilizando um gás de secagem, de acordo com a invenção, e fazendo-se passar a tira nessa zona de confinamento se obtinha, de forma surpreendente, um revestimento que apresenta uma ondulação mais reduzida do que aquela das tiras revestidas da técnica anterior.

[038] No âmbito do presente pedido, entende-se por linha de secagem o segmento mais curto que liga o bocal e a chapa, correspondente ao

trajeto mínimo efetuado pelo gás de secagem, tal como designado pela letra L na figura 1.

[039] As caixas de confinamento cinco utilizadas no processo, de acordo com a invenção, poderão ser alimentadas com gás de baixo poder oxidante, até mesmo inerte ou poderão ser simplesmente alimentadas pelo fluxo de gás de secagem que escapa dos bocais.

[040] Limita-se o poder oxidante do gás de secagem e da atmosfera de confinamento aquele apresentado por uma mistura constituída de 4% em volume de oxigênio em 96% em volume de nitrogênio, pois além desse grau de oxidação, a ondulação do revestimento não é melhorada em relação à técnica anterior.

[041] Ao contrário, impõe-se um limite baixo para o poder oxidante da atmosfera de confinamento, fixada ao poder oxidante de uma mistura constituída de 0,15% em volume de oxigênio em 99,85% em volume de nitrogênio, pois se essa atmosfera de confinamento não for suficientemente oxidante, sua utilização vai favorecer a vaporização de zinco, a partir do revestimento não ainda solidificado, vapores que podem em seguida vir engordurar o caixão de confinamento e/ou se depositar de novo sobre a tira, criando assim defeitos de aspectos redibitórios.

[042] A fim de limitar a oxidação, antes da secagem, pode também ser desejável, mas não obrigatória, prolongar as caixas de confinamento até à superfície do banho ou até uma posição intermediária entre o banho e alinha de secagem, situada, de preferência, a uma distância de 10 cm, até mesmo 15 cm, sob a linha de secagem. Com efeito, quando a superfície da chapa é exposta ao ar livre, essa camada se forma sistematicamente, mas é a maior parte do tempo eliminada e enviada no banho de revestimento sob o impacto do jato de secagem. Esse confinamento permite, portanto, reduzir a quantidade de óxidos do banho que podem ser arrastados pela tira durante sua passagem e criar

assim defeitos redibitórios. Ele apresenta, todavia, o inconveniente de favorecer ainda a vaporização de zinco, a partir do banho ou a partir do revestimento líquido e preferir-se-á, portanto, que a atmosfera reinante nesses caixões de confinamento adicionais apresenta um poder oxidante superior àquele de uma atmosfera constituída de 0,15% em volume de oxigênio e 99,85% em volume de nitrogênio.

[043] Embora todas as espécies de bocais de secagem possam ser utilizadas para a aplicação do processo, de acordo com a invenção, preferir-se-á mais particularmente escolher bocais, cujo orifício de saída se apresenta sob a forma de lâmina, cuja largura ultrapassa aquela da tira a ser revestida. Esse tipo de bocal permite, com efeito, realizar um bom confinamento da parte baixa da zona de secagem. Poder-se-ão, em particular, utilizar, de forma vantajosa, bocais de seção triangular conforme representado esquematicamente na figura 1. Esses bocais se situam geralmente a 30, até 40 cm da superfície do banho.

[044] Respeitando essas convenções, observa-se, com efeito, uma melhoria surpreendente e significativa da ondulação dos revestimentos em questão, conforme mostram os testes apresentados depois.

[045] Quando a cabeça revestida é completamente resfriada, ela pode sofrer uma operação de laminação de encruamento que permite lhe conferir uma textura que facilita sua enformação posterior. Com efeito, a operação de laminação de encruamento permite transferir à superfície da chapa uma rugosidade suficiente para que sua enformação é feita em boas condições, favorecendo uma boa retenção do óleo aplicada sobre a chapa, antes de sua enformação.

[046] Essa operação de laminação de encruamento é geralmente realizada para as chapas metálicas destinadas à fabricação de peças de carroceria para veículos terrestres a motor. Quando as chapas metálicas, de acordo com a invenção, são destinadas à fabricação de aparelhos

eletrodomésticos, por exemplo, não se procede a essa operação suplementar.

[047] A chapa laminada de encruamento ou não é em seguida enformada, por exemplo, por encaixe, dobra ou perfilagem, e, de preferência, por encaixe, para formar uma peça que se pode em seguida colocar em pintura. No caso das peças para o eletrodoméstico, pode-se também submeter eventualmente essa camada de pintura a um recozimento por meios físicos e/ou químicos, conhecidos em si. Para isso, pode-se fazer passar a peça pintada através de um forno de ar quente ou de indução, ou ainda sob lâmpadas UV ou sob um dispositivo que difunde feixes de elétrons.

[048] Para a produção de pinças para automóvel, ela é imersa em um banho de cataforese, e aplica-se, sucessivamente, uma camada de pintura de preparo, uma camada de pintura de base, e eventualmente uma camada de verniz de acabamento.

[049] Antes de aplicar a camada de cataforese sobre a peça, esta é previamente desengordurada, depois fosfatada, de maneira a assegurar a aderência da cataforese. A camada de cataforese assegura à peça uma proteção complementar contra a corrosão. A camada de pintura de preparo, geralmente aplicada à pistola, prepara a aparência final da peça e a protege contra o espelhamento e contra os UV. A camada de pintura de base confere à peça sua cor e sua aparência final. A camada de verniz confere à superfície da peça uma boa resistência mecânica, uma resistência contra os agentes químicos agressivos e um bom aspecto de superfície.

[050] A camada de pintura (ou sistema pintura), utilizada para proteger e garantir um aspecto de superfície ótimo às peças galvanizadas, apresenta, por exemplo, uma camada de cataforese de 10 a 20 μm de espessura, uma camada de pintura de preparo inferior a 30 μm , e uma camada

de pintura de base inferior a 40 μm .

[051] No caso, em que o sistema pintura compreende, além disso, uma camada de verniz, as espessuras das diferentes camadas de pintura são geralmente as seguintes:

- camada de cataforese: inferior a 10 a 20 μm ;
- camada de pintura de preparo: inferior a 20 μm ;
- camada de pintura de base: inferior a 20 μm e vantajosamente inferior a 10 μm , e
- camada de verniz: de preferência, inferior a inferior a 30 μm .

[052] O sistema pintura poderá também não compreender camada de cataforese, e compreender apenas uma camada de pintura de preparo e uma camada de pintura de base e eventualmente uma camada de verniz.

TESTES

[053] Realizam-se os testes a partir de uma chapa metálica em aço de tipo IF-Ti laminado a frio, que se faz passar em um cadinho contendo um banho metálico à base de zinco, compreendendo proporções variáveis de alumínio e de magnésio. Ele é mantido a uma temperatura de 70 °C além do líquido da composição.

[054] Na saída do banho, o revestimento obtido é secado ao nitrogênio, por meio de dois bocais clássicos, de forma a se obter uma espessura de revestimento da ordem de 7 μm .

[055] O trajeto da tira de aço entre a saída do banho de revestimento e a zona pós-secagem é subdividida em quatro zonas:

- uma zona 1 que vai da saída do banho até uma distância de 10 cm sob a linha de secagem,

- uma zona 2 que vai do fim da zona 1 até à linha de secagem,
- a zona 3 que vai do fim da zona 2 até uma distância de 10 cm acima da linha de secagem, e
- uma zona 4 vai do fim da zona 3 até a solidificação do revestimento metálico.

[056] No nível de cada uma dessas zonas, caixas de confinamento são colocadas com atmosferas variadas à base de nitrogênio compreendendo uma fração de volume de oxigênio, tal como indicada na tabela seguinte, ou constituída de ar. Captadores específicos permitem verificar o teor em oxigênio nas caixas.

[057] Uma vez a chapa revestida, coletam-se três séries de amostras.

[058] A primeira série não sofre outras modificações a segunda série é embutida, conforme um modo de deformação equibiaxial a 3,5% (Marciniak), a terceira série é inicialmente submetida a uma operação de laminação de encruamento com uma taxa de alongamento 1,5%, depois embutida com a segunda.

[059] À medida do avanço dos testes, medem-se os valores de ondulação $W_{a0,8}$. Essa medida consiste em adquirir por apalpamento mecânico, sem patins, um perfil da chapa de um comprimento de 50 mm, medido a 45° da direção de laminação. Suprime-se no final obtido a aproximação de sua forma geral por um polinômio de grau pelo menos 5. A ondulação W_a é isolada então da rugosidade R_a por um filtro gaussiano ao limite de corte de 0,8 mm. Os resultados obtidos estão reunidos na tabela seguinte.

Tabela

Teste	Composição do revestimento (% em peso)			Zona 1 (% vol.)	Zona 2 (% vol.)	Zona 3 (% vol.)	Zona 4 (% vol.)	Ondulação			
	Zn	Al	Mg					Isenta de laminação de encruamento - sem deformação	Isenta de laminação de encruamento - e após deformação	Com laminação de encruamento - e antes da deformação	Com laminação de encruamento - e após deformação
1	98,7	0,3	1	Ar	Ar	<u>6%O₂</u>	Ar	<u>0,74</u>	<u>0,69</u>	0,48	<u>0,71</u>
2*	98,7	0,3	1	Ar	Ar	3%O ₂	Ar	0,64	0,57	0,45	0,63
3*	98,7	0,3	1	Ar	Ar	1%O ₂	Ar	0,65	0,54	0,42	0,61
4	98,7	0,3	1	0,1% O ₂	0,1% O ₂	<u>0,1%O₂</u>	Ar	ne	ne	ne	ne
5	97	1,5	1,5	Ar	Ar	<u>Ar</u>	Ar	<u>1,01</u>	<u>0,92</u>	0,47	0,96
6*	97	1,5	1,5	Ar	Ar	3%O ₂	Ar	0,62	0,55	0,41	0,47
7	95,5	3	1,5	Ar	Ar	<u>Ar</u>	Ar	<u>1,07</u>	1	0,49	1,02
8*	95,5	3	1,5	Ar	Ar	3%O ₂	Ar	0,65	0,59	0,44	0,61
9	93,1	3,9	3	Ar	Ar	Ar	Ar	<u>1,21</u>	<u>1,08</u>	0,42	0,97
10	93,1	3,9	3	Ar	3%O ₂	Ar	Ar	<u>1,17</u>	<u>1,06</u>	0,44	0,93
11*	93,1	3,9	3	Ar	3%O ₂	3%O ₂	Ar	0,61	0,55	0,43	0,6
12*	93,1	3,9	3	3% O ₂	3%O ₂	3%O ₂	Ar	0,63	0,52	0,47	0,59
13*	93,1	3,9	3	Ar	Ar	3%O ₂	Ar	0,59	0,53	0,48	0,56

ne: não avaliado, *: de acordo com a invenção.

[060] Caso se considere o teste 1, constata-se que um poder oxidante muito forte não permite obter um produto, cuja ondulação seria compatível com a produção de peças de carroceria.

[061] Os testes 5, 7, 9 e 10 mostram que, não controlando a secagem do revestimento, são obtidos valores de ondulação, segundo a técnica anterior, afastados daqueles que podem ser alcançados, de acordo com a invenção.

[062] O teste 4 não permitiu avaliação da ondulação do revestimento obtido, em razão de defeitos pontuais de aspecto julgados redibitórios para um produto para peças de carroceria (acionamento de metais, linhas de jato).

[063] Enfim, constata-se que os testes 2, 3, 6, 8, 11-13, de acordo com a invenção, permitem obter níveis de ondulação não acessíveis antes.

REIVINDICAÇÕES

1. TIRA METÁLICA que foi laminada a frio e revestida por imersão a quente, cujo revestimento metálico de dita tira compreende um teor superior ou igual a 0,2% e inferior a 2% em peso de alumínio, de 0,1 a 8% em peso de magnésio, e compreendendo até 0,3% em peso de elementos de adição, o complemento sendo o zinco e impurezas inevitáveis,

em que a tira metálica é obtida pelo processo que compreende as etapas que consistem em:

- fazer passar a tira metálica em um banho de metal em fusão compreendendo um teor superior ou igual a 0,2% e inferior ou igual a 2% em peso de alumínio, de 0,1% a 8% em peso de magnésio, e compreendendo até 0,3% em peso de elementos de adição, o complemento sendo o zinco e impurezas inevitáveis , depois,

- secar a tira metálica revestida por meio de bocais que projetam um gás em ambos os lados da tira, esse gás apresentando um poder oxidante inferior ao de uma atmosfera que consiste em 4% em volume de oxigênio e 96% em volume de nitrogênio, depois,

- passar a tira em uma zona de confinamento delimitada:

- na parte baixa pela linha de secagem e as faces externas superiores dos mencionados bocais de secagem;

- na parte alta pela parte superior de duas caixas de confinamento colocadas em ambos os lados da tira, exatamente acima dos mencionados bocais, e apresentando uma altura de pelo menos 10 cm em relação à linha de secagem, e

- nos lados, pelas partes laterais das mencionadas caixas de confinamento,

a atmosfera, na mencionada zona de confinamento, apresentando um poder oxidante inferior ao de uma atmosfera que consiste em 4% em volume

QUADRO AUXILIAR 3
PI 1010794-0

de oxigênio e 96% em volume de nitrogênio e superior ao de uma atmosfera constituída em 0,15% em volume de oxigênio e 99,85% em volume de nitrogênio, caracterizada pela tira metálica ser isenta de laminação de encruamento e pelo revestimento metálico de dita tira apresentar uma ondulação $Wa_{0,8}$ antes de laminação de encruamento inferior ou igual a 0,70 μm .

2. TIRA METÁLICA que foi laminada a frio e revestida por imersão a quente, cujo revestimento metálico de dita tira compreende um teor superior ou igual a 2% e inferior ou igual a 8% em peso de alumínio, um teor superior a 5% e inferior ou igual a 8% em peso de magnésio, e compreendendo até 0,3% em peso de elementos de adição, o complemento sendo o zinco e impurezas inevitáveis,

em que a tira é obtida pelo processo que compreende as etapas que consistem em:

- fazer passar a tira metálica em um banho de metal em fusão compreendendo um teor superior ou igual a 2% e inferior ou igual a 8% em peso de alumínio, um teor superior a 5% e inferior ou igual a 8% em peso de magnésio, e compreendendo até 0,3% em peso de elementos de adição, o complemento sendo o zinco e impurezas inevitáveis, depois,

- secar a tira metálica revestida por meio de bocais que projetam um gás em ambos os lados da tira, esse gás apresentando um poder oxidante inferior ao de uma atmosfera que consiste em 4% em volume de oxigênio e 96% em volume de nitrogênio, depois,

- passar a tira em uma zona de confinamento delimitada:

- na parte baixa pela linha de secagem e as faces externas superiores dos mencionados bocais de secagem;
- na parte alta pela parte superior de duas caixas de confinamento colocadas em ambos os lados da tira, exatamente acima dos mencionados bocais, e apresentando uma altura de pelo menos 10 cm em

QUADRO AUXILIAR 3
PI 1010794-0

relação à linha de secagem, e

- nos lados, pelas partes laterais das mencionadas caixas de confinamento,

a atmosfera, na mencionada zona de confinamento, apresentando um poder oxidante inferior ao de uma atmosfera que consiste em 4% em volume de oxigênio e 96% em volume de nitrogênio e superior ao de uma atmosfera constituída em 0,15% em volume de oxigênio e 99,85% em volume de nitrogênio,

caracterizada pela tira metálica ser isenta de laminação de encruamento e pelo revestimento metálico de dita tira apresentar uma ondulação $Wa_{0,8}$ antes de laminação de encruamento inferior ou igual a $0,70 \mu m$.

3. TIRA METÁLICA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizada por ser constituída de aço.

4. PEÇA METÁLICA, caracterizada por ser obtida por deformação de uma tira metálica conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 3, em que cujo revestimento apresenta uma ondulação $Wa_{0,8}$ antes de laminação de encruamento inferior ou igual a $0,65 \mu m$.

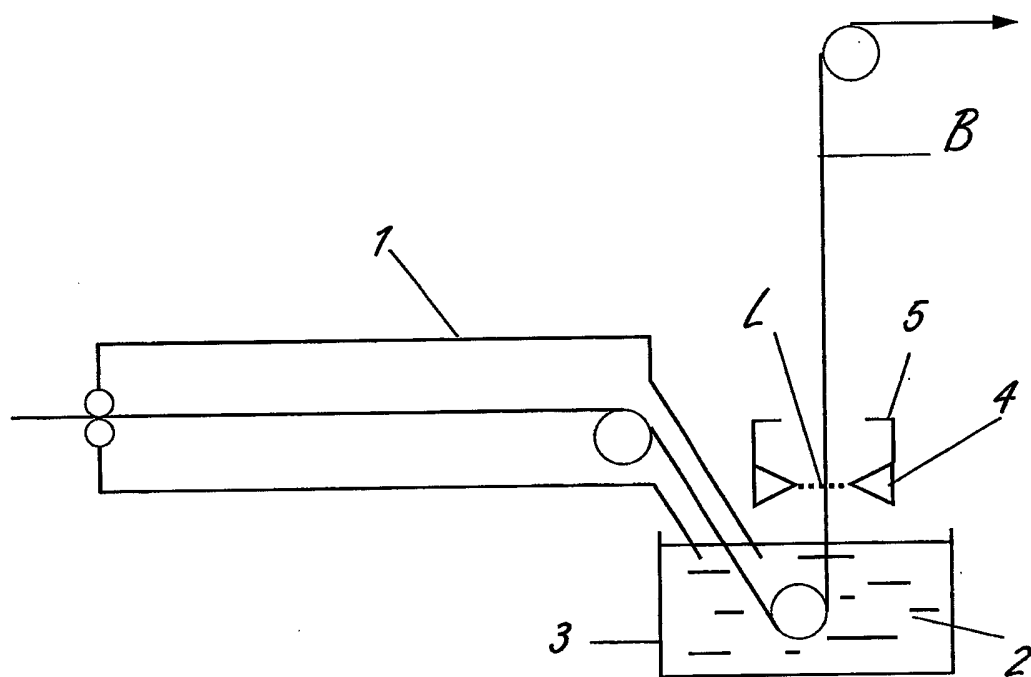


FIG. 1