

“PNEU, CORDONEL DE METAL E PROCESSOS PARA FABRICAR UM CORDONEL DE METAL E UM ARTIGO EMBORRACHADO REFORÇADO”

CAMPO DA INVENÇÃO

5 Esta invenção diz respeito a um pneu, em particular a um pneu para veículos de transporte pesado, compreendendo pelo menos um elemento estrutural incluindo pelo menos um cordonel de metal compreendendo uma pluralidade de arames de metal trançada, cada arame de metal sendo revestido com pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal, o dito
10 cordonel de metal sendo revestido com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal.

 Além disso, a presente invenção também diz respeito a um artigo emborrachado manufaturado incluindo pelo menos um cordonel de metal compreendendo uma pluralidade de arames de metal trançada, cada
15 arame de metal sendo revestido com pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal, o dito cordonel de metal sendo revestido com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal.

 Além disso, a presente invenção também diz respeito a um cordonel de metal compreendendo uma pluralidade de arames de metal trançada, cada arame de metal sendo revestido com pelo menos uma primeira
20 camada de revestimento de metal, o dito cordonel de metal sendo revestido com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal, bem como a um processo para fabricar o dito cordonel de metal.

 Com o propósito da presente invenção, a expressão "veículos de transporte pesado" significa veículos das categorias M2-M3, N2-N3 e O2-O4, de acordo com ECE Consolidated Resolution of the Construction of
25 Vehicles (R.E.3), Annex 7, "Classification and definition of power-driven vehicles and trailers", tais como, por exemplo, caminhos, tratores-reboques, carregadeiras, ônibus, furgões grandes e outros veículos similares.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

É bem sabido na tecnologia reforçar artigos emborrachados manufaturados, tais como, por exemplo, pneus, com arames de metal ou cordonéis de metal (os ditos cordonéis de metal compreendendo uma pluralidade de arames de metal trançada), preferivelmente arames de aço ou cordonéis de aço.

Normalmente, os arames de metal são providos com uma camada de revestimento de metal para desempenhar a função dupla de prover uma resistência à corrosão adequada aos ditos arames de metal, bem como aos cordonéis de metal compreendendo os mesmos, e de garantir uma boa adesão dos ditos arames de metal, bem como dos cordonéis de metal compreendendo os mesmos, ao material de borracha reticulado.

Além disso, a presença da dita camada de revestimento de metal nos ditos cordonéis de metal também serve a outros propósitos, tais como, por exemplo, facilitar o estiramento dos ditos arames de metal de maneira a obter arames de metal com um diâmetro predeterminado e/ou uma resistência mecânica predeterminada.

Diversos processos de revestimento são conhecidos na tecnologia que permitem a aplicação da dita camada de revestimento de metal. Por exemplo, é bem conhecido como aplicar camada de revestimento de metal de latão (uma liga cobre-zinco), ou de zinco, em arames de aço, e como realizar tratamentos adicionais desses arames de aço revestidos para obter os produtos acabados desejados. Além disso, é conhecido como trefilar tais arames de aço revestidos e trançar esses cabos de metal juntos para obter cordonéis como produtos finais.

A aplicação de tal camada de revestimento de metal com as propriedades desejadas, tais como, por exemplo, a espessura e/ou a composição da camada de revestimento de metal, nos ditos arames de aço pode ser vantajosamente realizada de maneira a obter produtos intermediários

com camadas de revestimento de metal com as propriedades desejadas supradiscutidas.

Entretanto, como revelado, por exemplo, na patente US 5.219.668 reportada a seguir, é sabido que as propriedades da dita camada de revestimento de metal (por exemplo, uma camada de revestimento de latão) pode mudar consideravelmente durante tratamentos intermediários aos quais os arames de metal revestidos podem ser submetidos, por exemplo, durante as etapas de trefilação ou trançamento, em decorrência do que as propriedades dos produtos finais assim obtidos (por exemplo, um cordonel de metal) não são sempre satisfatórias, particularmente em termos de resistência à corrosão e de adesão no material de borracha reticulada no qual eles são normalmente embutidos.

Por exemplo, no caso de pneus, a corrosão pode ser iniciada em cordonéis de metal, pela presença de umidade no ar residual que pode permanecer dentro dos cordonéis de metal embutidos no material de borracha reticulada, ou pelo contato direto com água ou umidade, no caso de quebra do dito material de borracha reticulada que pode ocorrer durante o uso do pneu, causando assim a exposição dos ditos cordonéis de metal ao ambiente externo.

Tentativas têm sido feitas na tecnologia para superar os inconvenientes aqui reportados.

Por exemplo, a patente US 4.978.586 diz respeito a um substrato de aço com camada de revestimento de metal para o reforço de elastômeros vulcanizáveis. O substrato é provido com uma primeira camada de revestimento e uma segunda camada de revestimento que cobre pelo menos parte da primeira camada, em que uma camada de ligação compreendendo pelo menos um componente não metálico está presente entre a primeira e segunda camadas de revestimento. A segunda camada de revestimento compreende, por exemplo, cobalto, que pode ser aplicado por

pulverização catódica de plasma. Considera-se que a presença da camada de ligação supramencionada garante uma adesão durável entre as ditas primeira e segunda camadas, bem como que aumenta a resistência à corrosão, ductilidade e resistência ao desgaste.

5 A patente US 5.219.668 diz respeito a um processo para tratar um substrato revestido alongado, compreendendo:

- prover um substrato alongado revestido com uma primeira camada de revestimento;

10 - forma o substrato alongado em um primeiro produto desejado;

- realizar pulverização catódica de uma segunda camada de revestimento no dito substrato revestido usando um gás de pulverização inerte para obter um segundo produto desejado, em que a dita primeira camada de revestimento é substancialmente mais espessa que a dita segunda camada de revestimento.

15 O substrato alongado a ser tratado pode ser feito de metal, em particular aço, e pode ter um revestimento de latão ou zinco. O dito substrato alongado pode ser um arame, tira, cordonel, etc. Preferivelmente, a dita segunda camada de revestimento tem uma espessura de 5 nm a 20 nm. Diz-se
20 que o processo supramencionado permite que produtos finais com um revestimento ou superfície de revestimento da composição desejada sejam obtidos de forma rápida e eficiente.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

25 O requerente observou que cordonéis de metal obtidos da maneira supradescrita, em particular cordonéis de metal com uma segunda camada de revestimento menor ou igual a 20 nm, podem apresentar alguns inconvenientes.

Em particular, o requerente observou que os processos aqui revelados podem ser utilizados para dar cordonéis de metal trançados com

uma camada de revestimento de metal de espessura suficiente de maneira a obter uma ausência substancial de áreas descobertas ao longo do desenvolvimento longitudinal dos ditos cordonéis de metal.

Entende-se por extensão das "áreas descobertas" áreas em que a espessura real da camada de revestimento de metal são muito pequenas, ou mesmo inexistentes. A presença das ditas áreas descobertas pode afetar negativamente tanto a adesão ao material de borracha reticulado quanto a resistência à corrosão dos ditos cordonéis de metal trançados, em particular no caso de cordonéis de metal trançados que podem ser usados na fabricação de pneu.

Além disso, o requerente percebeu que a presença das ditas áreas descobertas também afeta negativamente a adesão entre os elementos estruturais, incluindo os ditos cordonéis de metal trançados. Em particular, o requerente percebeu que a desanexação das bordas da correia, ou bordas da lona da carcaça, em particular sob condições tensionadas ou de alta carga, pode ocorrer, com um efeito negativo na vida útil do pneu.

Além disso, o requerente percebeu que a presença das ditas áreas descobertas afeta negativamente a possibilidade de recapagem do pneu, que é de particular importância no caso de pneu para veículos de transporte de carga pesada.

O requerente deparou com o problema de prover cordonéis de metal trançados revestidos com pelo menos uma camada de revestimento de metal que apresenta uma ausência substancial de áreas descobertas.

O requerente observou recentemente que cordonéis de metal trançados revestidos com pelo menos uma camada de revestimento de metal com uma espessura nominal maior ou igual a 30 nm apresentam uma ausência substancial de áreas descobertas.

Com o propósito da presente invenção, a expressão "espessura nominal" corresponde à espessura macroscópica que pode ser medida

submetendo-se amostras de cordonéis de metal revestidos com a camada de revestimento de metal a testes de ataque químico, os ditos testes podendo remover a dita camada de revestimento de metal e dar um valor médio da espessura da dita camada de revestimento de metal ao longo do desenvolvimento longitudinal dos ditos cordonéis de metal.

O requerente entendeu que a espessura real de uma camada de revestimento de um cordonel de metal trançado pode ser localizadamente muito diferente da espessura nominal (isto é, média) da mesma camada de revestimento ao longo do desenvolvimento longitudinal do cordonel de metal trançado. Na pior das hipóteses,, uma baixa espessura nominal da camada de revestimento pode corresponder a uma ausência de revestimento (isto é, a uma área descoberta) em algumas partes do desenvolvimento longitudinal do cordonel de metal trançado.

O requerente entendeu que uma camada de revestimento "espessa" deveria ser aplicada nos cordonéis de metal trançados a fim de garantir uma ausência substancial de áreas descobertas.

O requerente também observou que cordonéis de metal trançados revestidos com pelo menos uma camada de revestimento de metal com uma espessura nominal maior ou igual a 30 nm apresentam melhor adesão no material de borracha reticulada no qual eles são incorporados, em particular depois do envelhecimento em salina, bem como maior resistência a corrosão.

O requerente também observou que os ditos cordonéis de metal trançados são particularmente utilizados na fabricação de pneu, mais em particular em veículos de transporte de carga pesada.

De acordo com um primeiro aspecto, a presente invenção diz respeito a um pneu compreendendo pelo menos um elemento estrutural incluindo pelo menos um cordonel de metal compreendendo uma pluralidade de arames de metal elementares trançados, cada arame de metal elementar

sendo revestido com pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal, o dito cordonel de metal sendo revestido com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal, em que a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal tem uma espessura nominal maior ou igual a 30 nm, preferivelmente de 50 nm a 120 nm, mais preferivelmente de 70 nm a 100 nm.

A espessura nominal pode ser medida de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995). Detalhes adicionais a respeito das ditas medições serão dados nos exemplos seguintes. Deve-se entender que, no caso de a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal ser feita de metais ou ligas metálicas diferentes de cobre, zinco ou latão, a solução de ácido nítrico revelada na dita norma tem que ser substituída com uma solução diferente que permitem que diferentes metais ou ligas metálicas usados se dissolvam. Exemplos específicos de uma solução diferente como esta estão dados no exemplo seguinte.

A presença da dita pelo menos uma segunda camada de revestimento com uma espessura nominal maior ou igual a 30 nm permite obter um cordonel de metal com uma ausência substancial de áreas descobertas ao longo de todo seu desenvolvimento longitudinal.

Com o propósito da presente invenção, a expressão "ausência substancial de áreas descobertas" significa que, se presentes, as ditas áreas descobertas estão presentes em uma porcentagem menor ou igual a 1 %, preferivelmente menor ou igual a 0,5 %, ao longo de qualquer comprimento de todo o desenvolvimento longitudinal do cordonel de metal.

Com o propósito da presente invenção, a expressão "áreas descobertas" corresponde a uma área com uma espessura real (isto é, uma espessura microscópica) menor ou igual a 20 nm.

As ditas áreas descobertas podem ser determinadas por meio de análise SEM (microscópio eletrônico de varredura) acoplada com EDAX

(analisador de difração de raios-X não dispersiva de energia). Detalhes adicionais a respeito da dita análise serão dados nos exemplos seguintes.

De acordo com uma modalidade, o pneu compreende:

- 5 - uma estrutura de carcaça compreendendo pelo menos uma lona da carcaça de uma forma substancialmente toroidal com bordas laterais opostas associadas com respectivas estruturas de talão da direita e da esquerda, cada estrutura de talão compreendendo pelo menos um núcleo do talão e pelo menos um pano-forro do talão;
- 10 - uma estrutura de correia aplicada em uma posição radialmente externa com relação na dita estrutura de carcaça;
- uma banda de rodagem radialmente sobreposta na dita estrutura de correia;
- um par de costados aplicado lateralmente em lados opostos com relação na dita estrutura de carcaça;
- 15 - pelo menos uma camada de reforço envolta no dito núcleo do talão e no dito pano-forro do talão de forma a envelopá-los pelo menos parcialmente.

De acordo com uma modalidade preferida, o dito elemento um elemento estrutural é uma estrutura de correia.

20 Tipicamente, a dita estrutura de correia compreende:

- uma primeira camada de correia em uma posição radialmente externa com relação na dita estrutura de carcaça, provida com cordonéis de reforço paralelos uns aos outros e inclinados em relação ao plano equatorial do dito pneu;
- 25 - uma segunda camada da correia radialmente sobreposta na dita primeira camada de correia e provida com cordonéis de reforço paralelos uns aos outros e inclinados em relação ao plano equatorial do dito pneu em uma direção oposta às da primeira camada da correia;
- pelo menos uma camada de reforço radialmente sobreposta

na dita segunda camada de correia, a dita camada de reforço incorporando elementos de reforço orientados em uma direção substancialmente circunferencial.

5 De acordo com uma modalidade preferida, o dito pelo menos um elemento estrutural é a dita primeira camada de correia, e/ou a dita segunda camada de correia, e/ou a dita pelo menos uma camada de reforço radialmente sobreposta na dita segunda camada de correia.

10 A estrutura de correia pode compreender adicionalmente uma terceira camada de correia, radialmente sobreposta na dita pelo menos uma camada de reforço provida com elementos de reforço arranjados paralelos uns aos outros e inclinados em relação ao plano equatorial do dito pneu.

De acordo com uma modalidade preferida adicional, o dito pelo menos um elemento estrutural é a dita terceira camada de correia.

15 De acordo com uma quarta modalidade preferida, o dito pelo menos um elemento estrutural é a dita estrutura de carcaça.

De acordo com uma modalidade preferida adicional, o dito pelo menos um elemento estrutural é a dita pelo menos uma camada de reforço enrolada no dito núcleo do talão e no dito pano-forro do talão de forma a envolvê-los pelo menos parcialmente.

20 De acordo com um aspecto adicional, a presente invenção também diz respeito a um artigo emborrachado manufaturado incluindo pelo menos um cordonel de metal compreendendo uma pluralidade de arames de metal elementares trançados, cada arame de metal elementar sendo revestido com pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal, o dito
25 cordonel de metal de reforço sendo revestido com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal, em que a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal tem uma espessura nominal maior ou igual a 30 nm, preferivelmente de 50 nm a 120 nm, mais preferivelmente de 70 nm a 100 nm.

De acordo com um aspecto adicional, a presente invenção também diz respeito a um cordonel de metal compreendendo uma pluralidade de arames de metal elementares trançados, cada arame de metal elementar sendo revestido com pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal, o dito cordonel de metal de reforço sendo revestido com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal, em que a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal tem uma espessura nominal maior que 50 nm, preferivelmente de 80 nm a 120 nm.

Com o propósito da presente invenção, o termo "pluralidade" deve ser interpretado significando "pelo menos dois".

Com o propósito da presente invenção, exceto onde indicado ao contrário, todos números que expressam teores, quantidades, porcentagens e assim por diante devem ser entendidos modificados em todos os casos pelo termo "cerca de". Também, todas faixas incluem faixas intermediárias a elas, que podem ou não estar especificamente aqui enumeradas.

A presente invenção, em pelo menos um dos aspectos supramencionados, pode mostrar uma ou mais características preferidas descritas a seguir.

De acordo com uma modalidade preferida, a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal compreende um metal, ou uma liga metálica, normalmente uma liga metálica binária ou ternária.

Preferivelmente, o dito metal pode ser selecionado, por exemplo, de cobre, zinco, manganês, cobalto, estanho, molibdênio, ferro, níquel, alumínio, titânio, tântalo, nióbio, zircônio, cromo, ou suas ligas, tais como, por exemplo, latão (liga Zn-Cu), liga Zn-Co, liga Zn-Mn, liga Zn-Sn, liga Cu-Sn, liga Ni-Cr, liga Ni-Zn, liga Cu-Mn, liga Cu-Zn-Mn, liga Zn-Co-Mo, liga Zn-Fe-Mo, liga Cu-Zn-Sn. Mais preferivelmente, o dito metal é latão, ou cobre, ou liga Zn-Mn, ainda mais preferivelmente é latão.

De acordo com uma modalidade preferida, a dita pelo menos

uma segunda camada de revestimento de metal é feita de latão com um teor de cobre de 60 % em peso a 75 % em peso, preferivelmente de 62 % em peso a 70 % em peso, e um teor de zinco de 25 % em peso a 40 % em peso, preferivelmente de 30 % em peso a 38 % em peso.

5 De acordo com uma modalidade preferida adicional, a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal é feita de uma liga de Zn-Mn com um teor de zinco de 90 % em peso a 99 % em peso, preferivelmente de 95 % em peso a 98 % em peso, e um teor de manganês de 1 % em peso a 10 % em peso, preferivelmente de 2 % em peso a 5 % em
10 peso.

De acordo com uma modalidade preferida adicional, a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal é feita de uma liga Ni-Cr com um teor de níquel de 80 % em peso a 90 % em peso, preferivelmente de 82 % em peso a 88 % em peso, e um teor de cromo de 10
15 % em peso a 20 % em peso, preferivelmente de 12 % em peso a 18 % em peso.

De acordo com uma modalidade preferida, os ditos arames de metal elementares têm um diâmetro (d) de 0,10 mm a 0,50 mm, preferivelmente de 0,12 mm a 0,40 mm.

20 De acordo com uma modalidade preferida, os ditos arames de metal elementares são feitos de aço. Normalmente, o limite de resistência de um aço NT (resistência normal) padrão varia de 2.600 N/mm² (ou 2.600 MPa – MegaPascal) a 3.200 N/mm², o limite de resistência de um aço HT (alta resistência) varia de 3.000 N/mm² a 3.600 N/mm², o limite de resistência de
25 um aço SHT (Limite de resistência superalto) varia de 3.300 N/mm² a 3.9000 N/mm², o limite de resistência de um aço UHT (ultra alto limite de resistência) varia de 3.600 N/mm² a 4.200 N/mm². Os ditos valores de limite de resistência dependem em particular do teor de carbono contido no aço. Preferivelmente, os tipos de arame de metal elementar HT, SHT e UHT

supracitados são feitos de aço com um teor de carbono muito alto (normalmente maior que 0,7 %).

De acordo com uma modalidade preferida, a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal tem uma espessura nominal de 50 nm a 350 nm, preferivelmente de 60 nm a 250 nm.

De acordo com uma modalidade preferida, a dita pelo menos uma camada de revestimento de metal compreende um metal, ou uma liga metálica, normalmente uma liga metálica binária ou ternária. O dito metal, ou liga metálica binária ou ternária, pode ser selecionado daqueles supracitados para a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal.

De acordo com uma modalidade preferida, a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal é feita de latão, cobre ou zinco, ainda mais preferivelmente é feita de latão.

De acordo com uma modalidade preferida, a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal é feita de latão com um teor de cobre de 60 % em peso a 72 % em peso, mais preferivelmente de 62 % em peso a 67 % em peso, e um teor de zinco de 28 % em peso a 40 % em peso, preferivelmente de 33 % em peso a 38 % em peso.

De acordo com uma modalidade preferida adicional, a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal é feita de uma liga Cu-Sn binária com um teor de cobre de 85 % em peso a 95 % em peso, preferivelmente de 88 % em peso a 90 % em peso, e um teor de estanho de 5 % em peso a 15 % em peso, preferivelmente de 10 % em peso a 12 % em peso, ou de uma liga Zn-Mn binária com um teor de zinco de 90 % em peso a 98 % em peso, preferivelmente de 95 % em peso a 97 % em peso, e um teor de manganês de 2 % em peso a 10 % em peso, preferivelmente de 3 % em peso a 5 % em peso.

De acordo com uma modalidade preferida adicional, a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal é feita de uma

liga Cu-Zn-Mn ternária com um teor de cobre de 60 % em peso a 67 % em peso, preferivelmente de 62 % em peso a 65 % em peso, um teor de zinco de 30 % em peso a 35 % em peso, preferivelmente de 32 % em peso a 34 % em peso, e um teor de manganês de 2,5 % em peso a 5 % em peso, preferivelmente de 3 % em peso a 4,5 % em peso, ou uma liga Zn-CoMo ternária com um teor de zinco de 95 % em peso a 99 % em peso, preferivelmente de 97 % em peso a 98 % em peso, um teor de cobalto de 0,5 % em peso a 2,5 % em peso, preferivelmente de 0,6 % em peso a 1,5 % em peso, e um teor de molibdênio de 0,5 % em peso a 2,5 % em peso, preferivelmente de 0,6 % em peso a 1,5 % em peso, ou de uma liga Zn-Fe-Mo ternária com um teor de zinco de 95 % em peso a 99 % em peso, preferivelmente de 97 % em peso a 98 % em peso, um teor de ferro de 0,5 % em peso a 2,5 % em peso, preferivelmente de 0,6 % em peso a 1,5 % em peso, e um teor de molibdênio de 0,5 % em peso a 2,5 % em peso, preferivelmente de 0,6 % em peso a 1,5 % em peso, ou de uma liga Zn-Ni-Mo ternária com um teor de zinco de 95 % em peso a 99 % em peso, preferivelmente de 97 % em peso a 98 % em peso, um teor de níquel de 0,5 % em peso a 2,5 % em peso, preferivelmente de 0,6 % em peso a 1,5 % em peso e um teor de molibdênio de 0,5 % em peso a 2,5 % em peso, preferivelmente de 0,6 % em peso a 1,5 % em peso.

De acordo com uma modalidade preferida, a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal e a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal são feitas do mesmo metal ou liga metálica.

Alternativamente, a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal e a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal são feitas de metal ou liga metálica diferentes.

De acordo com uma modalidade preferida, o dito cordonel de metal tem uma estrutura do tipo $n \times d$, em que n é um número de arames de

metal elementares que formam o cordonel e d é o diâmetro de cada arame de metal elementar. Preferivelmente, n varia de 2 a 5, mais preferivelmente de 2 a 4.

5 Construções de cordonel de metal preferidas são, por exemplo,
2 x 0,20 (isto é, dois arames de metal elementares trançados, cada arame de metal elementar tendo um diâmetro de 0,2 nm), 3 x 0,20, 4 x 0,20, 5 x 0,20, 6 x 0,20, 2+1 x 0,20 (isto é, uma fileira de dois arames de metal e uma fileira de arames de metal, as ditas duas fileiras sendo trançadas, cada arame de metal elementar tendo um diâmetro de 0,20 nm, 2+2 x 0,20, 3+2 x 0,20, 1+4 x 0,20,
10 1+18 x 0,20, 3+9+15 x 0,20, 3/6 x 0,20 (isto é, três arames de metal elementares trançados em uma direção e seis arames de metal elementares trançados na direção oposta, cada arame de metal elementar tendo um diâmetro de 0,20 nm).

15 De acordo com uma modalidade preferida, o dito cordonel de metal tem um passo de trançagem de 2,5 nm a 25 nm, mais preferivelmente de 6 a 18 nm.

De acordo com um aspecto adicional, a presente invenção diz respeito a um processo para fabricar um cordonel de metal compreendendo:

20 (a) trançar, preferivelmente por torção, uma pluralidade de arames de metal elementares, cada arame de metal elementar sendo revestido com pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal, de maneira a obter um cordonel de metal;

25 (b) depositar pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal no cordonel de metal obtido em (a) por meio de uma técnica de deposição de plasma, de maneira a obter um cordonel de metal revestido com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal, a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal tendo uma espessura nominal maior que 50 nm, preferivelmente de 80 nm a 120 nm.

de acordo com uma modalidade preferida, o dito processo para

fabricar um cordonel de metal compreende adicionalmente (c) realizar tratamento superficial do cordonel de metal obtido em (a).

De acordo com uma modalidade adicional, a presente invenção diz respeito a um processo para fabricar um artigo emborrachado reforçado compreendendo:

(a) trançar, preferivelmente por torção, uma pluralidade de arames de metal elementares, cada arame de metal elementar sendo revestido com pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal, de maneira a obter um cordonel de metal;

10 (b) depositar pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal no cordonel de metal obtido em (a) por meio de uma técnica de deposição de plasma, de maneira a obter um cordonel de metal revestido com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal;

15 (c) opcionalmente, realizar tratamento superficial do cordonel de metal obtido em (a);

(d) incorporar pelo menos um cordonel de metal revestido obtido em (b) em um material elastomérico reticulável, de maneira a obter um artigo emborrachado reforçado.

20 Preferivelmente, a dita incorporação (d) pode ser realizada por calandragem, ou por extrusão.

Preferivelmente, o dito processo para fabricar um artigo emborrachado reforçado compreende adicionalmente (e) submeter o artigo emborrachado reforçado obtido em (d) a reticulação.

25 Para o propósito da presente invenção, a expressão "técnica de deposição de plasma" é usada para indicar qualquer técnica de deposição que usa plasma para ativar a vaporização do metal a ser depositado (tais como, por exemplo, em pulverização catódica e em evaporação por arco voltáico), um carreador para o metal a ser depositado (tal como, por exemplo, em aspersão por plasma), ou para dissociar os gases de processo (tal como, por exemplo,

em deposição de vapor químico melhorado por plasma (PECVD)), em uma câmara de deposição a vácuo.

Preferivelmente, a dita trançagem (a), a dita deposição (b) e o dito tratamento superficial opcional (c) são realizados de uma maneira substancialmente contínua.

Para o propósito da presente invenção, a expressão "de uma maneira substancialmente contínua" é usada para indicar a ausência, entre as várias etapas do processo de fabricação de cordonel, de armazenamento intermediário de produtos semiacabados, de maneira a produzir continuamente um cordonel de metal revestido de comprimento indefinido em uma única linha de produção.

A dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal pode ser provida nos ditos arames de metal elementares por processos conhecidos na tecnologia.

Por exemplo, a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal pode ser provida por meio de técnicas de deposição eletroquímica, tais como aquelas reveladas, por exemplo, nos pedidos de patente europeus EP 669.409, EP 694.631 ou EP 949.356.

Alternativamente, a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal pode ser provida por meio de uma técnica de deposição de plasma tais como aquelas reveladas, por exemplo, nos pedidos de patente internacionais WO 2004/057053, WO 2005/095668, WO 2005/095078 ou WO 2006/002673.

Mais preferivelmente, a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal é provida nos ditos arames de metal elementares, preferivelmente arames de aço, por meio de um processo compreendendo:

- eletrodeposição em pelo menos um banho eletrolítico; e
- estiramento de maneira a obter um diâmetro predeterminado e uma resistência mecânica predeterminada do arame de metal elementar

revestido.

Opcionalmente, um tratamento térmico e decapagem em solução ácida podem ser realizados.

5 A dita trançagem (a) pode ser realizada por sistemas de trançagem conhecidos tal como, por exemplo, sistema de torção dupla, ou um sistema de arranjo.

10 Preferivelmente, a dita deposição (b) pode ser realizada por meio de uma técnica de deposição de plasma que pode ser selecionada do grupo que compreende: pulverização catódica (em particular, pulverização catódica tipo magnetron), evaporação por arco voltáico, aspensão de plasma, deposição de vapor químico melhorado por plasma (PECVD).

15 Preferivelmente, a dita etapa de deposição (b) é realizada por pulverização catódica tipo magnetron. Em um caso desses, o controle da composição da dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal consistindo em uma liga é vantajosamente melhorado e simplificado, uma vez que, a fim de obter uma liga com uma composição desejada, basta usar um catodo que é feito de uma liga de uma composição como esta ou, alternativamente, pelo menos um par de catodos, cada catodo sendo feito de um componente metálico da liga ou da liga metálica a ser depositada no
20 cordonel de metal.

25 A dita pulverização catódica de magnetrom pode ser realizada com um aparelho de pulverização catódica de magnetrom compreendendo pelo menos uma câmara de deposição a vácuo, pelo menos dois catodos, pelo menos duas polias para permitir que o cordonel de metal passe através da câmara de deposição a vácuo uma pluralidade de vezes a fim de obter uma segunda camada de revestimento de metal de uma espessura desejada, pelo menos dois elementos de suprimento de energia.

A dita câmara de deposição a vácuo é normalmente provida com uma bomba de vácuo (preferivelmente uma bomba de difusão, ou uma

bomba turbomolecular) adequada para criar uma pressão predeterminada no seu interior. Além disso, a dita câmara de deposição a vácuo é provida com dispositivos para suprir um gás carreador, preferivelmente argônio.

5 Preferivelmente, o cordonel de metal, que comporta como um anodo, é feito para passar dentro da câmara de vácuo, particularmente na região próxima do catodo, ou compreendida entre os catodos, de forma que as camadas de metal possam ser depositadas no dito cordonel de metal.

10 Preferivelmente, o cordonel de metal é revestido na dita câmara de deposição a vácuo operando a uma pressão predeterminada, a dita pressão sendo, preferivelmente, de 10^{-3} mbar a 10^{-1} mbar, mais preferivelmente de 10^{-3} mbar a 5×10^{-3} mbar.

15 Pulverização catódica consiste essencialmente em um bombardeamento iônico do catodo, tipicamente a uma energia igual a 100 eV – 1.00 eV e uma corrente de 0,1 A a 10 A, com íons do gás carreador obtidos pela ação de um campo elétrico gerado pela aplicação de uma energia entre o(s) catodo(s) e o anodo. Mais especificamente, íons do gás carreador são acelerados em direção ao(s) catodo(s), essencialmente causando uma série de colisões com uma emissão consequente de átomos do catodo direcionados para o anodo, isto é, em direção ao cordonel de metal, em direção ao qual elétrons livres são também acelerados. Os elétrons livres ionizam por colisão átomos adicionais do gás carreador, por meio do que o processo se repete e se sustenta, desde que energia suficiente seja suprida.

20 O uso de pulverização catódica de magnetron que, graças ao efeito exercido pelo campo magnético nas partículas eletricamente carregadas e, em particular, graças a uma ação de confinamento dos elétrons nas proximidades do(s) catodo(s) e a um aumento da densidade de plasma, permite aumentar a taxa de deposição.

Para o propósito da presente invenção, no caso em que se considera a técnica de pulverização catódica tipo magnetron, a expressão

"catodo" ou ("magnetrom") é usada para indicar um conjunto compreendendo o material de revestimento (que é o alvo e é preferivelmente na forma de uma chapa) e uma pluralidade de ímãs que fica arranjada detrás do material de revestimento e que cria uma armadilha magnética para as partículas carregadas (por exemplo, íons de argônio) na frente do material de revestimento. Além disso, uma vez que o processo de pulverização catódica causa o aquecimento do material de revestimento, em geral o catodo compreende adicionalmente um sistema de resfriamento, tipicamente uma pluralidade de canais para a passagem de água de resfriamento nele.

10 Alternativamente, o aparelho de pulverização catódica tipo magnetron compreende uma primeira câmara de deposição a vácuo e uma segunda câmara de deposição a vácuo que ficam arranjadas em série, cada uma das ditas câmara de deposição a vácuo estando a uma primeira pressão predeterminada.

15 No dito caso, o dispositivo que deve realizar a pulverização catódica tipo magnetron da segunda câmara de deposição a vácuo pode ser posto em um modo de reserva. De tal maneira, não é necessário interromper o processo de produção para substituir a fonte do metal a ser depositado no cordonel de metal, por exemplo, o catodo de metal em um processo de
20 pulverização catódica. Tal substituição da fonte de metal destinada a formar a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal, que deve ser realizada quando a fonte de metal é totalmente consumida, ou um metal diferente tiver sido depositado, pode ser vantajosamente realizada na primeira das duas câmaras de deposição a vácuo, enquanto a segunda das duas câmaras
25 de deposição a vácuo é comutada para um modo operativo, evitando assim paradas de produção e resultando em um aumento na produtividade do processo da invenção.

 Além da possibilidade de substituir a fonte de metal a ser depositado no cordonel de metal sem interromper o processo de fabricação

supradescrito, tal modalidade do processo da invenção permite obter um cordonel de metal diferente de uma maneira substancialmente simultânea comutando para um modo operativo ambas as câmaras e ajustando diferentes condições de deposição, ou provendo fontes de metal com diferentes composições nas duas câmaras de deposição a vácuo, ambas ajustadas em um modo operativo.

Preferivelmente, (c) o tratamento superficial do cordonel de metal obtido em (a) pode ser realizado submetendo-se o cordonel de metal a ataque iônico. Com este objetivo, o cordonel de metal foi transferido em pelo menos uma pré-câmara que opera a uma segunda pressão predeterminada menor que a dita primeira pressão predeterminada, a dita pelo menos uma pré-câmara sendo arranjada à montante da dita pelo menos uma câmara de deposição a vácuo.

Preferivelmente, a dita segunda pressão predeterminada é de 10^{-5} mbar a 10^{-3} mbar, mais preferivelmente de 10^{-4} mbar a 5×10^{-4} .

De conformidade com os valores de tensão, corrente e pressão de gás preferidos supramencionados, uma taxa de deposição do componente metálico compreendida na faixa de 100 nm/min a 1.000 nm/min, dependendo da distância entre o catodo e o anodo e da forma do catodo é vantajosamente conseguida. Uma distância entre o catodo e o anodo variando de alguns centímetros até dezenas de centímetros em função do tamanho e forma do catodo foi considerada particularmente preferida em termos de efetividade de deposição.

Preferivelmente, a dita pelo menos uma pré-câmara contém o mesmo gás usado como gás carreador na pelo menos uma câmara de deposição a vácuo, permitindo assim usar um suprimento de gás do mesmo tipo tanto para a pelo menos uma pré-câmara quanto para a pelo menos uma câmara de deposição a vácuo. Mais preferivelmente, o gás quimicamente inerte supramencionado é argônio.

Alternativamente, uma deposição (b) pode ser realizada por técnica de arco volcico, que consiste essencialmente em um bombardeio iônico ou eletrônico, tipicamente a uma energia da ordem de 100 eV, do metal a ser depositado.

5 Alternativamente, uma deposição (b) pode ser realizada por técnica de aspersão plasma, consistindo essencialmente em alimentar um fluxo de plasma de pós finos do metal a ser depositado, preferivelmente com um tamanho de 0,1 µm. Os pós, acelerados e aquecidos pelo plasma até o ponto de fusão do metal ser atingido, são direcionados para o cordonei de metal a ser revestido, criando assim um revestimento consistindo em uma pluralidade de camadas sobrepostas de partículas metálicas.

10 Alternativamente, uma deposição (b) pode ser realizada por técnica de deposição química com vapor intensificada com plasma (PECVD). Uma técnica como esta consiste essencialmente em dissociação de plasma de gases precursores em uma câmara de vácuo (por exemplo, a uma pressão igual a 0,15 mbar – 15 mbar). Preferivelmente, os gases precursores compreendem componentes metalorgânicos, tais como, por exemplo, (hexafluoracetilacetato)-cobre(trimetil-vinilsilano) [(hfac)Cu(VTMS)], (hexafluorpentadionato)cobre-(viniltrimetoxissilano)[(hfac)Cu(VTMOS)], 15 dietil-zinco e difenil-zinco, que vantajosamente têm quatro temperaturas de decomposição, na ordem de 25 °C a 80 °C.

20 Detalhes adicionais a respeito das ditas técnicas de deposição por plasma podem ser encontrados, por exemplo, nos pedidos de patente internacionais WO 2004/057053, WO 2005/095668, WO 2005/095078 ou 25 WO 2008/002673 suprarrevelados.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

Os recursos e vantagens da presente invenção ficarão aparentes pela descrição detalhada seguinte de algumas modalidades exemplares da mesma, providas meramente a título de exemplos não

ilustrativos, cuja descrição fará referência aos desenhos anexos, em que:

A figura 1 mostra uma vista em seção transversal de uma parte de um pneu de acordo com uma modalidade da presente invenção;

5 A figura 2 mostra uma vista esquemática de um aparelho de pulverização catódica tipo magnetron de acordo com uma modalidade da presente invenção;

A figura 3 mostra uma vista esquemática de um cordonel de metal revestido de acordo com uma modalidade da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

10 Por questão de simplificação, a figura 1 mostra somente uma parte do pneu, a parte restante não representada sendo idêntica e simetricamente arranjada com relação ao plano equatorial (x-x) do pneu.

O pneu (100) compreende pelo menos uma lona de carcaça (101), cujas bordas laterais opostas são associadas com as respectivas
15 estruturas de talão compreendendo pelo menos um núcleo do talão (108) e pelo menos um pano-forro do talão (107). A associação entre a lona da carcaça (101) e o núcleo do talão (108) é conseguida aqui redobrando as bordas laterais opostas da lona da carcaça (101) em torno do núcleo do talão (108) de maneira a formar a assim chamada redobra da carcaça (101a)
20 mostrada na figura 1.

Alternativamente, o núcleo do talão convencional (108) pode ser substituído por pelo menos um inserto anular formado de arames emborrachados arranjados em espiras concêntricas (não representadas na
figura 1) (ver, por exemplo, pedidos de patente europeus EP 928.680, EP
25 928.702 ou EP 1.137.549). Neste caso, a lona da carcaça (101) não é redobrada em torno dos ditos insertos anulares, o acoplamento sendo provido por uma segunda lona de carcaça (não representada na figura 1) aplicada externamente sobre a primeira.

A lona da carcaça (101) tipicamente compreende uma

pluralidade de elementos de reforço arranjados paralelos uns com os outros e pelo menos parcialmente revestidos com uma camada de um material elastomérico reticulado. Esses elementos de reforço são normalmente feitos de cordonéis de metal, que podem ser feitos de acordo com a presente invenção, ou de fibras têxteis, por exemplo, raíom, náilon ou poli(tereftalato de etileno).

A lona da carcaça (101) é normalmente do tipo radial, isto é, ela incorpora elementos de reforço arranjados em uma direção substancialmente perpendicular em relação a uma direção circunferencial. O núcleo do talão (108) é encerrado em um talão (111), definido ao longo de uma borda circunferencial interna do pneu (100), com o qual o pneu se encaixa em um aro (não mostrado, representado na figura 1) formando parte de uma roda do veículo. O espaço definido por cada redobra da carcaça (101a) contém um pano-forro do talão (107) normalmente feito de um material elastomérico reticulado.

Uma tira antiabrasiva (109) é normalmente colocada em uma posição axialmente externa em relação à redobra da carcaça (101a).

Uma camada de reforço (101), conhecida como "cobre-talão", é normalmente enrolada no núcleo do talão (108) e o pano forro do talão (107) de maneira a envelopá-los pelo menos parcialmente. O cobre-talão consiste em uma pluralidade de elementos de reforço que é incorporada em uma camada de um material elastomérico reticulado. Esses elementos de reforço são normalmente feitos de cordonéis de aço, que podem ser feitos de acordo com a presente invenção, ou de fibras têxteis, por exemplo, raíom, náilon ou poli(tereftalato de etileno).

Uma estrutura de correia (105) é aplicada ao longo da circunferência da lona da carcaça (101) em uma posição radialmente externa da mesma. Na modalidade particular na figura 1, a estrutura de correia (105) compreende duas camadas de correia (105a) e (105b) que são radialmente

sobrepostas e que incorporam uma pluralidade de elementos de reforço, tipicamente cordonéis de metal, que podem ser feitos de acordo com a presente invenção, os ditos elementos de reforço sendo paralelos entre si em cada camada e interceptando em relação à camada adjacente, preferivelmente inclinados de uma maneira simétrica com relação ao plano equatorial (x-x) do pneu em um ângulo de 10 ° a 40 °, preferivelmente de 12 ° a 30 °, e revestidos com um material elastomérico reticulado.

Além disso, a estrutura de correia (105) compreende uma tira de reforço lateral (105d) normalmente conhecida como "tira de reforço zero grau", sobreposta radialmente na segunda camada de correia (105b). A dita tira de reforço (105d) no geral incorpora uma pluralidade de elementos de reforço, tipicamente cordonéis de metal, que podem ser feitos de acordo com a presente invenção, com um valor de alongamento na ruptura de 3 % a 10 %, preferivelmente de 3,5 % a 7 %, os ditos elementos de reforço sendo orientados em uma direção substancialmente circunferencial, formando um ângulo de poucos graus (isto é, 0 °) com relação ao plano equatorial (x-x) do pneu, e revestidos com um material elastomérico reticulado. Alternativamente, em vez de duas tiras de reforço laterais, uma camada de reforço contínua no geral incorporando uma pluralidade de elementos de reforço do mesmo tipo supracitado, que estende-se ao longo do desenvolvimento axial da dita estrutura de correia, pode estar presente (não representada na figura 1).

Além disso, a estrutura de correia (105) compreende uma terceira camada de correia (105c) sobreposta radialmente na segunda camada de correia (105b) provida com elementos de reforço, tipicamente cordonéis de metal, que podem ser feitos de acordo com a presente invenção, os ditos elementos de reforço sendo arrançados paralelos entre si, inclinados em relação ao plano equatorial (x-x) do pneu em um ângulo de 10 ° a 70 °, preferivelmente de 12 ° a 40 °, e revestidos com um material elastomérico

reticulado. A dita terceira camada de correia (105c) age como uma camada de proteção contra pedras ou cascalho possivelmente aprisionados nos sulcos da banda de rodagem (106b) e que podem causar danos nas camadas de correia (105a) e (105b) e mesmo na lona da carcaça (101).

5 Um inserto (104) fica localizado na área do suporte, isto é, a área onde as bordas laterais da banda de rodagem (106) é conectada no costado (103). Normalmente, o inserto (104) fica disposto entre a lona da carcaça (101), a estrutura de correia (105), a banda de rodagem (106) e o costado (103).

10 Com mais detalhes, o inserto (104) compreende uma parte axialmente interna (104a) que é disposta entre a estrutura de correia (105) e a banda de rodagem (106) e é cônica no sentido do plano equatorial (x-x) do pneu, e uma parte radialmente externa (104b) que é disposta entre a lona da carcaça (101) e o costado correspondente (103) e é cônica no sentido do eixo rotacional do pneu.

15 Um inserto adicional (112) feito de um material elastomérico reticulado fica disposto entre a lona da carcaça (101) e o inserto (104).

20 Uma banda de rodagem (106), cujas bordas laterais são conectadas no costado (103), é aplicada circunferencialmente a uma posição radialmente externa da estrutura de correia (105). Externamente, a banda de rodagem (106) tem uma superfície de rolamento (106a) projetada para entrar em contato com o terreno. Sulcos circunferenciais (106b) que são conectados por entalhes transversais (não representados na figura 1) de maneira a definir um padrão de banda que compreende uma pluralidade de blocos de várias

25 formas e tamanhos distribuída sobre a superfície de rolamento (106a) é no geral produzida nesta superfície (106a).

Um costado (103) é aplicado externamente sobre a lona da carcaça (101), este costado estendendo-se, em uma posição axialmente externa, no geral do talão (111) até a banda de rodagem (106).

No caso de pneus sem câmara, uma camada de borracha (102) geralmente conhecida como pano-forro interno, que fornece a impermeabilidade necessária para o ar de inflagem do pneu, pode também ser provida em uma posição interna relativa à lona da carcaça (101).

5 Como revelado anteriormente, os elementos de reforço do pneu (100) podem ser feitos de acordo com a presente invenção. Dessa maneira, os ditos elementos de reforço são cordonéis de metal, preferivelmente cordonéis de aço, compreendendo uma pluralidade de arames de metal elementares, preferivelmente arames de aço, trançados entre si, cada
10 arame de metal elementar sendo revestido com um primeiro metal, preferivelmente latão, camada de revestimento, o dito cordonele de metal sendo revestido com uma segunda camada de revestimento de metal, preferivelmente latão.

 Como discutido anteriormente, o pneu (100) é particularmente
15 útil para veículos de transporte pesado.

 A figura 2 mostra uma vista esquemática de um aparelho de pulverização catódica tipo magnetron.

 O aparelho de pulverização catódica tipo magnetron (1) compreende uma primeira pré-câmara (5), uma câmara de deposição a vácuo
20 (4), dois catodos (3: 3a), uma segunda pré-câmara (5a), duas polias (6) dois elementos de suprimento de energia (9, 9a).

 A dita câmara de deposição a vácuo é normalmente provida com uma bomba de vácuo e com dispositivos para suprir um gás carreador (não representado na figura 2).

25 O cordonele de metal (2) (que comporta-se como um anodo), preferivelmente feito de aço, é desbobinado de um carretel de compensação (7), é feito para passar até uma primeira pré-câmara (5) contendo argônio (por exemplo, a uma pressão de 10^{-4} mbar) e subsequentemente até uma câmara de deposição a vácuo (4) contendo argônio (por exemplo, a uma pressão de

2×10^{-3} mbar).

Como representado na figura 2, os catodos (3; 3a) são dispostos em lados opostos com relação à direção de movimento do cordonel de metal (2). Com mais detalhes, um primeiro catodo (3) é provido acima do cordonel de metal (2) e um segundo catodo (3a) é provido abaixo do cordonel de metal (2), os ditos primeiro e segundo catodos (3, 3a) sendo paralelos entre si e arranjados transversalmente com relação à direção de movimento do cordonel de metal (2).

Alternativamente, mais de dois catodos podem ser usados, os ditos catodos sendo distribuídos longitudinalmente ao longo da direção de movimento do cordonel de metal dentro da câmara de deposição a vácuo (não representada na figura 2).

Alternativamente, um catodo arranjado acima da direção de movimento do cordonel de metal e um catodo arranjado abaixo da direção de movimento do cordonel de metal, os ditos catodos sendo feitos de um primeiro componente metálico, são posicionados dentro da câmara de deposição a vácuo ao longo do cordonel da direção de movimento do cordonel de metal de forma alternada e separada dos pares de catodos feitos de um segundo componente metálico de maneira que camadas alternadas e separadas de um primeiro componente metálico e de um segundo componente metálico possam ser depositadas no cordonel de metal (não representado na figura 2).

No caso de a dita pelo menos uma camada de revestimento de metal consistir em uma liga ternária, pares de catodos feitos de um terceiro componente metálico são arranjados de forma alternada e separada com relação aos ditos primeiro e segundo catodos, de forma que camadas alternadas e separadas de primeiro, segundo e terceiro componentes metálicos sejam depositadas no cordonel de metal (não representado na figura 2).

Com o propósito da presente invenção, o termo "componente

metálico) é usado para indicar um único elemento metálico ou uma combinação de distintos elementos metálicos (isto é, uma liga metálica).

O cordonel de metal (2) passa através da câmara de deposição a vácuo (4) um número predeterminado de vezes de forma que o caminho de deposição do núcleo seja vantajosamente melhorado sem aumentar consideravelmente nem o comprimento da câmara de vácuo nem do número de catodos que são necessários para garantir que uma segunda espessura de camada de revestimento de metal predeterminada seja provida no cordonel de metal (2), mantendo ainda uma alta velocidade de transferência do mesmo, por exemplo, da ordem de 50 m/min, preferivelmente de 80 m/min a 120 m/min.

Como representado na figura 2, um caminho de deposição como este é obtido transferindo o cordonel de metal (2) de acordo com um comprimento para a frente e para trás para ser coberto por um número predeterminado de vezes por meio de duas polias (6) de maneira a aumentar o tempo de permanência do cordonel de metal (2) na zona de deposição até que uma espessura desejada da dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal seja atingida.

Uma energia (por exemplo, de 12 kW) foi aplicada nos catodos (3; 3a) por meio de elementos de suprimento de energia (9; 9a), respectivamente.

Alternativamente à forma retangular, os catodos podem ser providos na forma de placas circulares através das quais o cordonel de metal tem que passar (não representado na figura 2).

Alternativamente, os catodos são providos na forma de tubos através dos quais o cordonel de metal tem que passar (não representado na figura 2).

O cordonel de metal revestido (2a) sai da câmara de deposição a vácuo (4), tem que passar para a segunda pré-câmara (5a) contendo argônio

(por exemplo, a uma pressão de 10^{-1} mbar) e é bobinado em uma bobina de compensação (8).

A figura 3 mostra uma vista esquemática de um cordonel de metal revestido de acordo com uma modalidade da presente invenção.

5 Em particular, a figura 3 mostra um cordonel de metal (1) (por questão de simplificação representado na forma linear, isto é, não trançado) revestido com uma primeira camada de revestimento de metal com uma espessura nominal de 0,2 μm e com uma segunda camada de revestimento de metal com uma espessura nominal de 60 nm.

10 As partes do cordonel de metal (1) enumeradas por (4) indicam que, no caso de uma segunda camada de revestimento de metal (3) com uma espessura nominal menor que 30 nm, áreas descobertas podem estar presentes.

15 Embora a presente invenção tenha sido ilustrada especificamente com relação a um pneu, os cordonéis de metal de acordo com a presente invenção podem também ser empregados para produzir outros artigos manufaturados elastoméricos reforçados tais como, por exemplo, tubos, canos para fluidos de alta pressão, correias de transmissão, ou correias transferidoras, correias de acionamento, ou mangueiras.

20 A presente invenção será ilustrada com detalhes a seguir por meio de inúmeras modalidades ilustrativas, que são dadas meramente com propósitos indicativos e sem nenhuma limitação desta invenção.

EXEMPLO 1

25 Um arame de aço (aço NT; teor de carbono 0,7 %), com um diâmetro de 1,14 mm foi revestido com uma camada de revestimento de latão operando da seguinte maneira.

Primeira camada de cobre, banho galvânico alcalino:

pirofosfato de cobre: 100 g/L;

pirofosfato de potássio triidratado: 400 g/L;

pH: 8,7 ajustado com ácido pirofosfórico;
densidade de corrente do catodo (anodos de cobre): 10 A/dm²;
temperatura do banho: 50 ±5 °C.

Segunda camada de cobre, banho galvânico ácido

5

sulfato de cobre: 215 g/L;

ácido sulfúrico: 60 g/L;

pH <1;

densidade de corrente do catodo (anodos de cobre): 35 A/dm²;

temperatura do banho: 40 °C.

10

Terceira camada de zinco, banho galvânico ácido:

sulfato de zinco hepaidratado: 370 g/L;

sulfato de sódio: 30 g/L;

pH: 3;

densidade de corrente do catodo (anodos de zinco): 35 A/dm²;

15

temperatura do banho: 25 ±5 °C.

Um arame de aço revestido assim obtido foi submetido a um tratamento térmico a 440 °C por 15 segundos para permitir a difusão de zinco para o cobre para formar a liga de latão. Subsequentemente, o arame de aço revestido foi submetido a uma decapagem em ácido fosfórico e então lavado com água.

20

Então, o arame de aço revestido com uma camada de revestimento de latão 1,5 µm de espessura foi submetido a estiramento em um banho contendo um óleo lubrificante (uma emulsão em água de 10 % em peso de um agente lubrificante) por meio de matrizes de estiramento feitas de carboneto de tungstênio, até que um arame de aço com um diâmetro final de 0,20 mm e uma camada de revestimento de latão com uma espessura nominal de 0,2 µm fosse obtido.

25

A dita espessura nominal foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995).

Para isto, três diferentes amostras de 2 cm de comprimento foram retiradas aleatoriamente ao longo de todo o desenvolvimento longitudinal do arame de aço revestido.

5 Cada amostra foi colocada em um béquer, rinsada com dietiléter e subsequentemente colocada em um forno a 105 °C por 30 minutos até a secagem.

O béquer resfriou naturalmente até a temperatura ambiente (23 °C) em um dessecador. Subsequentemente, cada parte foi pesada, colocada novamente no béquer e tratada com solução de ácido nítrico a 65 % (ácido nítrico a 65 % em água) por 30 segundos até que o latão se dissolvesse.

10 A solução obtida foi transferida para um frasco volumétrico, cada parte foi rinsada novamente com uma solução de ácido nítrico a 65 % (ácido nítrico a 65 % em água) e quatro vezes com água desmineralizada, cada rinsagem foi transferidas no mesmo frasco volumétrico. O frasco volumétrico foi então cheio com água desmineralizada.

A solução assim obtida foi submetida a análise de espectroscopia de absorção atômica (AAS) com Perkin Elmer Analyste 200 Atomic Absorption Spectrophotometer.

20 A concentração (ppm) de cobre (Cu) e zinco (Zn) foi calculada por software de computador e a espessura nominal da camada de revestimento de arame (WCT) foi calculada pela seguinte fórmula:

$$(WCT) (\mu\text{m}): d \times 0,235 \times \text{massa de latão (g/kg)}$$

em que:

d é o diâmetro do arame de aço revestido;

25 0,235 é uma constante;

massa de latão = [(ppm Cu + ppm Zn) x 0,2]/W, em que W é a massa em g da amostra do arame de aço revestido.

Um cordonel de aço NT 1+18 x 0,20 foi obtido trançando os arames de aço revestidos obtidos da maneira revelada anteriormente.

O cordonel de aço obtido foi submetido a ataque iônico alimentando-o de uma maneira substancialmente contínua em uma primeira pré-câmara contendo argônio a uma pressão de 10^{-4} mbar.

5 Subsequentemente, o cordonel de aço foi transferido de uma maneira substancialmente contínua para um aparelho de pulverização catódica tipo magnetron compreendendo uma câmara de deposição a vácuo contendo argônio como gás carreador a uma pressão de 2×10^{-3} mbar incluindo dois catodos retangulares em forma de placa ($45 \times 7 \times 1$ cm) feitos de latão, arranjados alternadamente em lados opostos do cordonel de aço. A distância
10 entre cada um dos ditos catodos e o cordonel de aço (isto é, anodo) foi de 29 mm.

O cordonel de aço foi alimentado de uma maneira substancialmente contínua em tal câmara de deposição a vácuo a uma velocidade de 100 m/min e o caminho do cordonel de aço, dentro da câmara de comutação a vácuo, foi estabelecido em 40 passagens. Uma energia de 12
15 kW foi provida nos catodos de latão. Subsequentemente, o cordonel de aço revestido teve que passar através da segunda pré-câmara contendo argônio a uma pressão de 10^{-1} mbar.

No final da etapa de deposição, uma segunda camada de revestimento de latão (teor de cobre de 63 % em peso, teor de zinco 37 % em peso) com uma espessura nominal de 90 nm foi obtida.
20

A dita espessura nominal foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995).

25 Para isto, três diferentes amostras de 2 cm de comprimento foram retiradas aleatoriamente ao longo de todo o desenvolvimento longitudinal do cordonel de aço NT revestido.

Cada amostra foi destorcida, colocada em um béquer, rinsada com dietiléter e subsequentemente colocada em um forno a 105 °C por 30 minutos até a secagem.

O béquer é deixado resfriar à temperatura ambiente (23 °C) em um dessecador. Subsequentemente, cada parte foi pesada, colocada novamente no béquer e tratada com uma solução de ácido nítrico a 65 % (ácido nítrico a 65 % em água) por 30 segundos até que o latão se dissolvesse.

5 A solução obtida foi transferida para um frasco volumétrico, cada parte foi rinsada novamente com uma solução de ácido nítrico a 65 % (ácido nítrico a 65 % em água) e quatro vezes com água desmineralizada; cada rinsagem foi transferida no mesmo frasco volumétrico. O frasco volumétrico foi então cheio com água desmineralizada.

10 A solução assim obtida foi submetida a análise de espectroscopia de absorção atômica (AS) com um Perkin Elmer AAnalyst 200 Atomic Absorption Spectrophotometer.

A concentração (ppm) de cobre (Cu) e zinco (Zn) foi calculada por software de computador e a espessura nominal da camada de revestimento do cordonel (CCT) foi calculada pela seguinte fórmula:

$$(CCT) (\mu\text{m}): [d \times 0,235 \times \text{massa de latão (g/kg)}] - (WCT)$$

em que:

d é o diâmetro do cordonel de aço revestido;

0,235 é uma constante;

20 massa de latão = [(ppm Cu + ppm Zn) x 0,2]/W em que W é a massa em g da amostra do cordonel de aço revestido;

WCT é calculado como reportado anteriormente.

EXEMPLO 2

25 O arame de aço (aço NT, teor de carbono 0,7 %) com um diâmetro de 1,14 mm foi revestido com uma camada de revestimento de latão operando da seguinte maneira:

Primeira camada de cobre, banho galvânico alcalino:

pirofosfato de cobre: 100 g/L;

pirofosfato de potássio triidratado: 400 g/L;

pH: 8,7, ajustado com ácido pirofosfórico;
densidade de corrente do catodo (anodos de cobre): 10 A/dm²;
temperatura do banho: 50 ±5 °C.

Segunda camada de cobre, banho galvânico ácido:

5 sulfato de cobre: 215 g/L;
ácido sulfúrico: 60 g/L;
pH <1;
densidade de corrente do catodo (anodos de cobre): 35 A/dm²;
temperatura do banho: 40 °C.

10 Terceira camada de zinco, banho galvânico:

sulfato de zinco heptaidratado: 370 g/L;
sulfato de sódio: 30 g/L;
pH: 3;
densidade de corrente do catodo (anodos de zinco): 35 A/dm²;
15 temperatura do banho: 25 ±5 °C.

Um arame de aço revestido assim obtido foi submetido a um tratamento térmico a 440 °C por 15 segundos para permitir a difusão de zinco para o cobre para formar a liga de latão. Subsequentemente, o arame de aço revestido foi submetido a decapagem em ácido fosfórico e então lavado com
20 água.

Então, o arame de aço revestido com uma camada de revestimento de latão de 1,5 µm de espessura foi submetido a estiramento em um banho contendo um óleo lubrificante (uma emulsão em água de 10 % em peso de um agente lubrificante) por meio de matrizes de estiramento feitas de
25 carboneto de tungstênio até que um arame de aço com um diâmetro final de 0,20 mm e uma camada de revestimento de latão com uma espessura nominal de 0,2 µm fosse obtido.

Tal espessura nominal (WCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

Um cordonel de aço NT 1 + 18 x 20 foi obtido trançando os arames de aço revestidos obtidos da maneira supradescrita.

O cordonel de aço obtido foi submetido a ataque iônico alimentando-o de uma maneira substancialmente contínua em uma primeira
5 pré-câmara contendo argônio a uma pressão de 10^{-4} mbar.

Subsequentemente, o cordonel de aço foi transferido de uma maneira substancialmente contínua para uma unidade de pulverização catódica tipo magnetron compreendendo uma câmara de deposição a vácuo contendo argônio como gás carreador a uma pressão de 2×10^{-3} mbar
10 incluindo dois catodos retangulares em forma de placa (45 x 7 x 1 cm) feitos de uma liga zinco-manganês (Zn-Mn) arranjados alternadamente no lado oposto do cordonel de aço. A distância entre cada um dos ditos catodos e o cordonel de aço (isto é, anodo) foi 29 mm.

O cordonel de aço foi alimentado de uma maneira
15 substancialmente contínua em tal câmara de deposição a vácuo a uma velocidade de 100 m/min e o caminho do cordonel de aço dentro da câmara de deposição a vácuo foi estabelecido em 40 passagens. Uma energia de 12 kW foi provida aos catodos de Zn-Mn. Subsequentemente, o cordonel de aço revestido teve que passar através de uma segunda pré-câmara contendo
20 argônio a uma pressão de 10^{-1} mbar.

No final da etapa de deposição, uma segunda camada de revestimento de liga de Zn-Mn (teor de zinco de 98 % em peso, teor de manganês de 2 % em peso) com uma espessura nominal de 90 nm foi obtida.

A dita espessura nominal (CCT) foi determinada de acordo
25 com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1. A única mudança feita foi a solução usada. Para isto, uma solução de amônia: peróxido de hidrogênio (1:1) em vez de uma solução de ácido nítrico foi usada.

EXEMPLO 3

Um arame de aço (aço HT, teor de carbono 0,8 %) com um diâmetro de 1,0 mm foi revestido com uma camada de revestimento de cobre operando da seguinte maneira.

Primeira camada de cobre, banho galvânico alcalino:

- 5 pirofosfato de cobre: 100 g/L;
 fosfato de potássio triidratado: 400 g/L;
 pH: 8,7 ajustado com ácido pirofosfórico;
 densidade de corrente do catodo (anodos de cobre): 10 A/dm²;
 temperatura do banho: 50 ±5 °C.

10 Segunda camada de cobre, banho galvânico ácido:

- sulfato de cobre: 215 g/L;
 ácido sulfúrico: 60 g/L;
 pH < 1;
 densidade de corrente do catodo (anodos de cobre): 35 A/dm²;
 15 temperatura do banho: 40 °C.

Um arame de aço revestido com uma camada de revestimento de cobre de 1,5 µm de espessura foi submetido a estiramento em um banho contendo um óleo lubrificante (uma emulsão em água de 10 % em peso de um agente lubrificante) por meio de matrizes de estiramento feitas de carboneto de tungstênio até que um arame de aço com um diâmetro final de 0,20 mm e uma camada de revestimento de cobre com uma espessura nominal de 0,2 µm fosse obtida.

20 A dita espessura nominal (WCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

25 Um cordonel de aço HT 1 + 18 x 0,175 foi obtido trançando os arames de aço revestidos obtidos da maneira revelada anteriormente.

O cordonel de aço obtido foi submetido a ataque ácido alimentando-o de uma maneira substancialmente contínua em uma primeira pré-câmara contendo argônio a uma pressão de 10⁻⁴ mbar.

Subsequentemente, o cordonel de aço foi transferido de uma maneira substancialmente contínua para uma unidade de pulverização catódica tipo magnetron compreendendo uma câmara de deposição a vácuo de vácuo contendo argônio como gás carreador a uma pressão de 2×10^{-3} mbar incluindo dois catodos retangulares em forma de placa (45 x 7 x 1 cm) feitos de latão, arranjados alternadamente no lado oposto do cordonel de aço. A distância entre cada um dos ditos catodos e o cordonel de aço (isto é, anodo) foi de 29 mm.

O cordonel de aço foi alimentado de uma maneira substancialmente contínua em tal câmara de deposição a vácuo a uma velocidade de 100 m/min e o caminho do cordonel de aço dentro da câmara de vácuo foi estabelecido em 40 passagens. Uma energia de 12 kW foi provida nos catodos de latão. Subsequentemente, o cordonel de aço revestido teve que passar através de uma segunda pré-câmara contendo argônio a uma pressão de 10^{-1} mbar.

No final da etapa de deposição, a segunda camada de revestimento de latão (teor de cobre de 63 % em peso, teor de zinco de 37 % em peso) com uma espessura nominal de 90 nm foi obtida.

A dita espessura nominal (CCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

EXEMPLO 4

Um arame de aço (aço NT; teor de carbono 0,7 %) com um diâmetro de 1,14 mm foi revestido com uma camada de revestimento de zinco operando da seguinte maneira.

Camada de zinco, banho galvânico ácido:

sulfato de zinco heptaidratado: 370 g/L;

sulfato de sódio: 30 g/L;

pH: 3;

densidade de corrente do catodo (anodos de zinco): 35 A/dm²;

temperatura do banho: $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Um arame de aço revestido com uma camada de revestimento de zinco de $1,5\text{ }\mu\text{m}$ de espessura foi submetido a estiramento em um banho contendo um óleo lubrificante (uma emulsão em água de 10 % em peso de um agente lubrificante) por meio de matrizes de estiramento feitas de carboneto de tungstênio até que um arame de aço com um diâmetro final de $0,20\text{ mm}$ e uma camada de revestimento de zinco com uma espessura nominal de $0,2\text{ }\mu\text{m}$ fosse obtido.

A dita espessura nominal (WCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

Um cordonel de aço NT 3+9+15x0,20 foi obtido trançando os arames de aço revestidos obtidos da maneira supradescrita.

O cordonel de aço obtido foi submetido a ataque iônico alimentando-o de uma maneira substancialmente contínua em uma primeira pré-câmara contendo argônio a uma pressão de 10^{-4} mbar .

Subsequentemente, o cordonel de aço foi transferido de uma maneira substancialmente contínua para uma unidade de pulverização catódica tipo magnetron compreendendo uma câmara de deposição a vácuo contendo argônio como gás carreador a uma pressão de $2 \times 10^{-3}\text{ mbar}$ incluindo dois catodos retangulares em forma de placa ($45 \times 7 \times 1\text{ cm}$) feitos de cobre arranjados alternadamente no lado oposto do cordonel de aço. A distância entre cada um dos ditos catodos e o cordonel de aço (isto é, anodo) foi 29 mm .

O cordonel de aço foi alimentado de uma maneira substancialmente contínua em tal câmara de deposição a vácuo a uma velocidade de 100 m/min e o caminho do cordonel de aço dentro da câmara de vácuo foi estabelecido em 40 passagens. Uma energia de 12 kW foi provida aos catodos de cobre. Subsequentemente, o cordonel de aço revestido teve que passar através de uma segunda pré-câmara contendo argônio a uma

pressão de 10^{-1} mbar.

No final da etapa de deposição, uma segunda camada de revestimento de cobre com uma espessura nominal de 90 nm foi obtida.

A dita espessura nominal (CCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

EXEMPLO 5

Um arame de aço (aço NT; teor de carbono 0,7 %) com um diâmetro de 1,14 mm foi revestido com uma camada de revestimento de zinco operando da seguinte maneira.

10 Camada de zinco, banho galvânico ácido:

sulfato de zinco heptaidratado: 370 g/L;

sulfato de sódio: 30 g/L;

pH: 3;

densidade de corrente do catodo (anodos de zinco): 35 A/dm²;

15 temperatura do banho: 25 °C ±5 °C.

Um arame de aço revestido com uma camada de revestimento de zinco de 1,5 µm de espessura foi submetido a estiramento em um banho contendo um óleo lubrificante (uma emulsão em água de 10 % em peso de um agente lubrificante) por meio de matrizes de estiramento feitas de carboneto de tungstênio até que um arame de aço com um diâmetro final de 0,20 mm e uma camada de revestimento de zinco com uma espessura nominal de 0,2 µm fosse obtido.

20 A dita espessura nominal (WCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

25 Um cordonel de aço NT 3+9+15x0,20 foi obtido trançando os arames de aço revestidos obtidos da maneira supradescrita.

O cordonel de aço obtido foi submetido a ataque iônico alimentando-o de uma maneira substancialmente contínua em uma primeira pré-câmara contendo argônio a uma pressão de 10^{-4} mbar.

Subsequentemente, o cordonel de aço foi transferido de uma maneira substancialmente contínua para uma unidade de pulverização catódica tipo magnetron compreendendo uma câmara de deposição a vácuo contendo argônio como gás carreador a uma pressão de 2×10^{-3} mbar incluindo dois catodos retangulares em forma de placa (45 x 7 x 1 cm) feitos de latão arranjados alternadamente no lado oposto do cordonel de aço. A distância entre cada um dos ditos catodos e o cordonel de aço (isto é, anodo) foi 29 mm.

O cordonel de aço foi alimentado de uma maneira substancialmente contínua em tal câmara de deposição a vácuo a uma velocidade de 100 m/min e o caminho do cordonel de aço dentro da câmara de vácuo foi estabelecido em 40 passagens. Uma energia de 12 kW foi provida aos catodos de cobre. Subsequentemente, o cordonel de aço revestido teve que passar através de uma segunda pré-câmara contendo argônio a uma pressão de 10^{-1} mbar.

No final da etapa de deposição, uma segunda camada de revestimento de latão (teor de cobre de 63 % em peso, teor de zinco 37 % em peso) com uma espessura nominal de 90 nm foi obtida.

A dita espessura nominal (WCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

EXEMPLO 6

Um cordonel de aço NT 3+2x0.30 revestido com uma camada de revestimento de latão com uma espessura nominal de 30 nm foi obtido operando da maneira revelada no exemplo 1 anterior.

A dita espessura nominal (CCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

EXEMPLO 7 (comparativo)

Um cordonel de aço NT 3+2x0.30 revestido com uma camada de revestimento de latão com uma espessura nominal de 5 nm foi obtido

operando da maneira revelada no exemplo 1 anterior.

A dita espessura nominal (CCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

EXEMPLO 8 (comparativo)

5 Um cordonel de aço NT 3+2x0.30 revestido com uma camada de revestimento de latão com uma espessura nominal de 10 nm foi obtido operando da maneira revelada no exemplo 1 anterior.

A dita espessura nominal (CCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

10 EXEMPLO 9 (comparativo)

Um cordonel de aço NT 3+2x0.30 revestido com uma camada de revestimento de latão com uma espessura nominal de 20 nm foi obtido operando da maneira revelada no exemplo 1 anterior.

15 A dita espessura nominal (CCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

EXEMPLO 10

Um cordonel de aço NT 3+2x0.30 revestido com uma camada de revestimento de latão com uma espessura nominal de 60 nm foi obtido operando da maneira revelada no exemplo 1 anterior.

20 A dita espessura nominal (CCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

EXEMPLO 11 (comparativo)

25 Um cordonel de aço (aço NT, teor de carbono 0,7 %) com um diâmetro de 1,14 mm foi revestido com uma camada de revestimento de latão operando da seguinte maneira.

Primeira camada de cobre, banho galvânico alcalino:

pirofosfato de cobre: 100 g/L;

pirofosfato de potássio triidratado: 400 g/L;

pH: 8,7 ajustado com ácido pirofosfórico;

densidade de corrente do catodo (anodos de cobre): 10 A/dm²;
temperatura do banho: 50 ±5 °C.

Segunda camada de cobre, banho galvânico ácido:

sulfato de cobre: 215 g/L;

5 ácido sulfúrico: 60 g/L;

pH <1;

densidade de corrente do catodo (anodos de cobre): 35 A/dm²;

temperatura do banho: 40 °C.

Terceira camada de zinco, banho galvânico ácido:

10 sulfato de zinco heptaidratado: 370 g/L;

sulfato de sódio: 30 g/L;

pH: 3;

densidade de corrente do catodo (anodos de zinco): 35 A/dm²;

temperatura do banho: 25 ±5 °C.

15 Um arame de aço revestido assim obtido foi submetido a um tratamento térmico a 440 °C por 15 segundos para permitir a difusão de zinco para o cobre para formar a liga de latão. Subsequentemente, o arame de aço revestido foi submetido a uma decapagem em ácido fosfórico e em seguida lavado com água.

20 Em seguida, o arame de aço revestido com uma camada de revestimento de latão de 1,5 µm de espessura foi submetido a estiramento em um banho contendo um óleo lubrificante (uma emulsão em água de 10 % em peso de um agente lubrificante) por meio de matrizes de estiramento feitas de carboneto de tungstênio até que um arame de aço com um diâmetro final de
25 0,20 mm e uma camada de revestimento de latão com uma espessura nominal de 0,2 µm fosse obtido.

A dita espessura nominal (WCT) foi determinada de acordo com o método BISFA – 95 (método E11/1) (1995) reportado no exemplo 1.

Um cordonel de aço NT 1+18x0.20 foi obtido trançando os

arames de aço revestidos obtidos da maneira supracitada. O câmara assim obtido é assim desprovido de uma segunda camada de revestimento de metal.

EXEMPLO 12 (comparativo)

Um cordonel de aço 3+2x0.30 NT foi obtido operando da maneira revelado no exemplo 11 anterior. O cordonel de aço assim obtido é então desprovido de uma segunda camada de revestimento de metal.

Os cordonéis de aço NT revelados nos exemplos 1-5 anteriores (de acordo com a invenção) e exemplo 11 (comparativo) foram submetidos à análise seguinte.

10 Adesão no material elastomérico reticulado

A adesão no material elastomérico reticulado foi medida em corpos de prova de material elastomérico reticulado em cordonel de aço NT obtido da maneira suprarrevelada de acordo com a norma ASTM D2229-4, que mede a força exigida para puxar um cordonel para fora de um cilindro de material elastomérico reticulado.

A "força de puxada" foi medida em Newton (N) usando um dinamômetro eletrônico. Os valores foram medidos tanto em corpos de prova reticulados recém-preparados e nos corpos de prova depois de envelhecimento por oito dias a uma temperatura de 65 °C e a 90 % de umidade relativa (RH). O índice de força de "puxada" de 100 foi atribuído à força de "puxada" medida para o cordonel obtido de acordo com o exemplo 11 (comparativo).

A composição do material elastomérico que formou o material elastomérico reticulado foi, em partes em peso %, descrita na tabela 1 seguinte.

TABELA 1

Borracha natural	100
ZnO	8
Cobalto divalente	0,2
Negro-de-fumo	50
Sílica	10
Resorcinol	3

Hexametoximetilenomelamina	2,4
Dicicloexilbenzotiazolossulfenamida	1,1
Enxofre	4
Trimercaptotriazina	0,5

Os dados obtidos estão dados na tabela 2

Resistência a corrosão

Os corpos de prova dos cordonéis de aço NT foram imersos em uma solução aquosa 5 % de cloreto de sódio (NaCl) a 25 °C e o tempo (min) de formação de ferrugem foi medido. Os dados obtidos estão dados na tabela 2.

Áreas descobertas (%) da segunda camada de revestimento de metal

Três diferentes amostras de cada cordonel de aço NT de 2 cm de comprimento foram retiradas aleatoriamente ao longo de todo desenvolvimento longitudinal do cordonel de aço NT.

As ditas partes foram submetidas a análise SEM (microscópio eletrônico de varredura) usando um microscópio eletrônico de varredura Phillips XL 30 (Tracor Northern) no qual um sistema (Tracor Northern) utilizando um detector filtrado por berilo montado no estágio inferior (baixa resolução) foi anexado, acoplado com análise EDAX (analisador de difração de raios-X não dispersivo de energia). O espectro foi coletado por 30 segundos a 15 KeV.

Cada amostra foi submetida à análise referida em 400 diferentes pontos, posicionados ao longo do seu desenvolvimento longitudinal a uma distância de 1 cm um do outro e a porcentagem (%) de áreas descobertas no cordonel de aço NT foi determinada calculando a porcentagem de pontos com um teor de ferro maior que 95 % para cada amostra. Os dados obtidos estão dados na tabela 2.

TABELA 2

EXEMPLO	Força de puxada na condição não envelhecida (índice)	Força de puxada na condição envelhecida (índice)	Resistência à corrosão (min)	Áreas descobertas (%)

1	100	100	150	0
2	90	100	210	0
3	100	100	90	0
4	100	100	500	0
5	100	80	500	0
11 (*)	100	80	90	3,79

(*) comparativo

Além disso, com propósitos comparativos, cordonéis de aço NT com uma segunda camada de revestimento de latão de espessura nominal diferente obtida da maneira revelada nos exemplos 7-9 (comparativos) foram submetidos à análise suprarreportada a fim de calcular a porcentagem (%) de áreas descobertas. Os dados obtidos estão dados na tabela 3.

TABELA 3

EXEMPLO	Áreas descobertas (%)
7 (*)	2,9
8 (*)	2,1
9 (*)	1,1
6	0

(*) comparativo

Além disso, os cordonéis de aço NT revestidos obtidos da maneira revelada nos exemplos 1, 6 e 10 anteriores (de acordo com a invenção) e exemplo 12 (comparativo) foram submetidos à análise seguinte.

Cobertura depois do envelhecimento em salina

Para isto, corpos de prova de cordonéis de aço NT revestidos incorporados no material elastomérico reticulado reportado na tabela 1 anterior foram submetidos a envelhecimento em salina em uma câmara de névoa de salina operando nas seguintes condições:

tempo de exposição: 0, 8, 12 e 24 dias;

solução salina: solução aquosa 2,5 % de cloreto de sódio (NaCl);

densidade da névoa: 1,5 cc/h em uma área de 80 cm²;

temperatura interna da câmara: 40 °C;

umidade relativa interna da câmara (RH): 100 %.

Depois do envelhecimento, os corpos de prova foram tratados

removendo-se o material elastomérico reticulado e a porcentagem (%) de cobertura foi determinada: os dados obtidos estão dados na tabela 4.

TABELA 4

EXEMPLO	Cobertura (%) (0 dia)	Cobertura (%) (8 dias)	Cobertura (%) (12 dias)	Cobertura (%) (24 dias)
1	100	95	80	65
6	100	95	95	75
10	100	100	95	75
12 (*)	100	90	75	60

(*) comparativo

REIVINDICAÇÕES

- 5 1. Pneu, caracterizado pelo fato de que compreende pelo menos um elemento estrutural incluindo pelo menos um cordonel de metal compreendendo uma pluralidade de arames metálicos elementares trançados uns com os outros, cada arame de metal elementar sendo revestido com pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal, o dito cordonel de metal sendo revestido com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal, em que a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal tem uma espessura nominal maior ou igual a 30 nm.
- 10 2. Pneu, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal tem uma espessura nominal de 50 nm a 120 nm.
- 15 3. Pneu, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal tem uma espessura nominal de 70 nm a 100 nm.
- 20 4. Pneu, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende:
- uma estrutura de carcaça compreendendo pelo menos uma lona da carcaça de uma forma substancialmente toroidal com bordas laterais opostas associadas com as respectivas estruturas de talão do lado direito e lado esquerdo, cada uma das estruturas de talão compreendendo pelo menos um núcleo do talão e pelo menos um pano-forro do talão;
 - uma estrutura de correia aplicada em uma posição radialmente externa com relação na dita estrutura de carcaça;
 - 25 - uma banda de rodagem sobreposta radialmente na dita estrutura de correia;
 - um par de costados aplicado lateralmente em lados opostos com relação na dita estrutura de carcaça;
 - pelo menos uma camada de reforço enrolada no dito núcleo

do talão e no dito pano-forro do talão de maneira a envelopá-los pelo menos parcialmente;

em que o dito pelo menos um elemento estrutural é uma estrutura de correia.

5 5. Pneu, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a dita estrutura de correia compreende:

10 - uma primeira camada de correia, em uma posição radialmente externa com relação na dita estrutura de carcaça, provida com cordonéis de reforço paralelos entre si e inclinados em relação ao plano equatorial do dito pneu;

 - uma segunda camada de correia sobreposta radialmente na dita primeira camada de correia e provida com cordonéis de reforço paralelos entre si e inclinados em relação ao plano equatorial do dito pneu em uma direção oposta às da primeira camada de correia;

15 - pelo menos uma camada de reforço sobreposta radialmente na dita segunda camada de correia, a dita camada de reforço incorporando elementos de reforço orientados em uma direção substancialmente circunferencial;

20 em que o dito pelo menos um elemento estrutural é a dita primeira camada de correia.

 6. Pneu, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o dito pelo menos um elemento estrutural é a dita segunda camada de correia.

25 7. Pneu, de acordo com a reivindicação 5 ou 6, caracterizado pelo fato de que o dito pelo menos um elemento estrutural é a dita pelo menos uma camada de reforço sobreposta radialmente na dita segunda camada de correia.

 8. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 7, caracterizado pelo fato de que a dita estrutura de correia compreende

adicionalmente uma terceira camada de correia, sobreposta radialmente na dita pelo menos uma camada de reforço provida com elementos de reforço arranjados paralelos uns aos outros e inclinados em relação ao plano equatorial do dito pneu, em que o dito pelo menos um elemento estrutural é a dita terceira camada de correia.

9. Pneu, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o dito pelo menos um elemento estrutural é a dita terceira camada de correia.

10. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 9, caracterizado pelo fato de que o dito pelo menos um elemento estrutural é a dita estrutura de carcaça.

11. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 10, caracterizado pelo fato de que o dito pelo menos um elemento estrutural é a dita pelo menos uma camada de reforço enrolada no dito núcleo do talão e no dito pano-forro do talão de maneira a envelopá-los pelo menos parcialmente.

12. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento metálico compreende um metal ou uma liga metálica.

13. Pneu, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o dito metal é selecionado de: cobre; zinco, manganês, cobalto, estanho, molibdênio, ferro, níquel, alumínio, titânio, tântalo, nióbio, zircônio, cromo ou suas ligas.

14. Pneu, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o dito metal é latão (liga Zn-Cu).

15. Pneu, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o dito metal é cobre.

16. Pneu, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o dito metal é liga Zn-Mn.

17. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que os ditos arames de metal elementares têm um diâmetro (d) de 0,10 mm a 0,50 mm.

5 18. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que os ditos arames de metal elementares são feitos de aço.

10 19. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal tem uma espessura nominal de 50 nm a 350 nm.

20. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal compreende um metal, ou uma liga metálica.

15 21. Pneu, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a dita pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal é feita de latão, cobre ou zinco.

20 22. Cordonel de metal, caracterizado pelo fato de que compreende uma pluralidade de arames de metal elementares trançados, cada arame de metal elementar sendo revestido com pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal, o dito cordonel de metal de reforço sendo revestido com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal, em que a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal tem uma espessura nominal maior que 50 nm.

25 23. Processo para fabricar um cordonel de metal, caracterizado pelo fato de que compreende:

(a) trançar uma pluralidade de arames de metal elementares, cada arame de metal elementar sendo revestido com pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal, de maneira a obter um cordonel de metal;

(b) depositar pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal no cordonel de metal obtido em (a) por meio de uma técnica de deposição de plasma, de maneira a obter um cordonel de metal revestido com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal, a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal tendo uma espessura nominal maior que 50 nm.

24. Processo para fabricar um cordonel de metal, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente (c) realizar tratamento superficial do cordonel de metal obtido em (a).

25. Processo para fabricar um artigo emborrachado reforçado, caracterizado pelo fato de que compreende:

(a) trançar uma pluralidade de arames de metal elementares, cada arame de metal elementar sendo revestido com pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal, de maneira a obter um cordonel de metal;

(b) depositar pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal no cordonel de metal obtido em (a) por meio de uma técnica de deposição de plasma, de maneira a obter um cordonel de metal revestido com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal;

(c) opcionalmente, realizar tratamento superficial do cordonel de metal obtido em (a);

(d) incorporar pelo menos um cordonel de metal revestido obtido em (b) em um material elastomérico reticulado, de maneira a obter um artigo emborrachado reforçado.

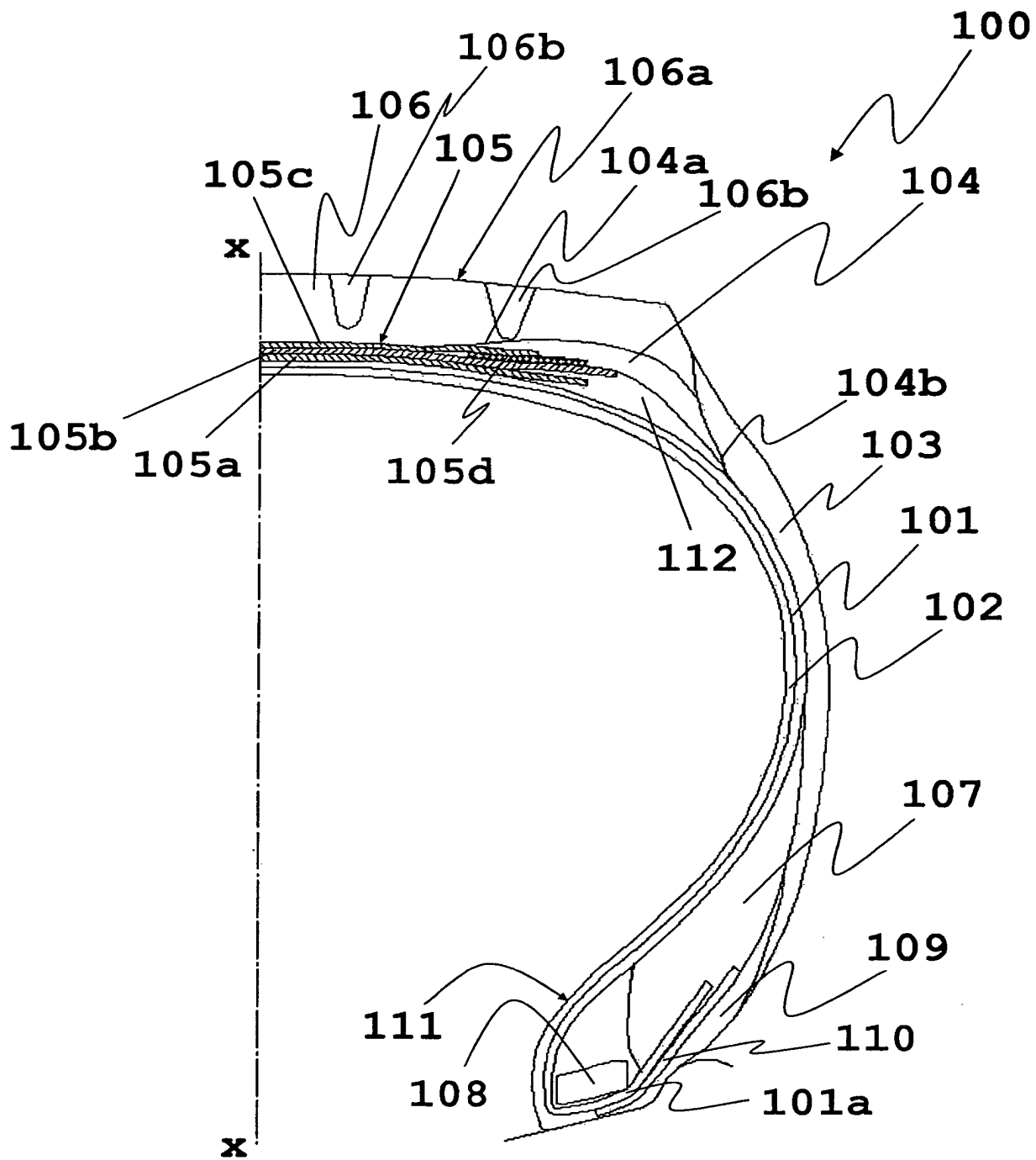


Fig. 1

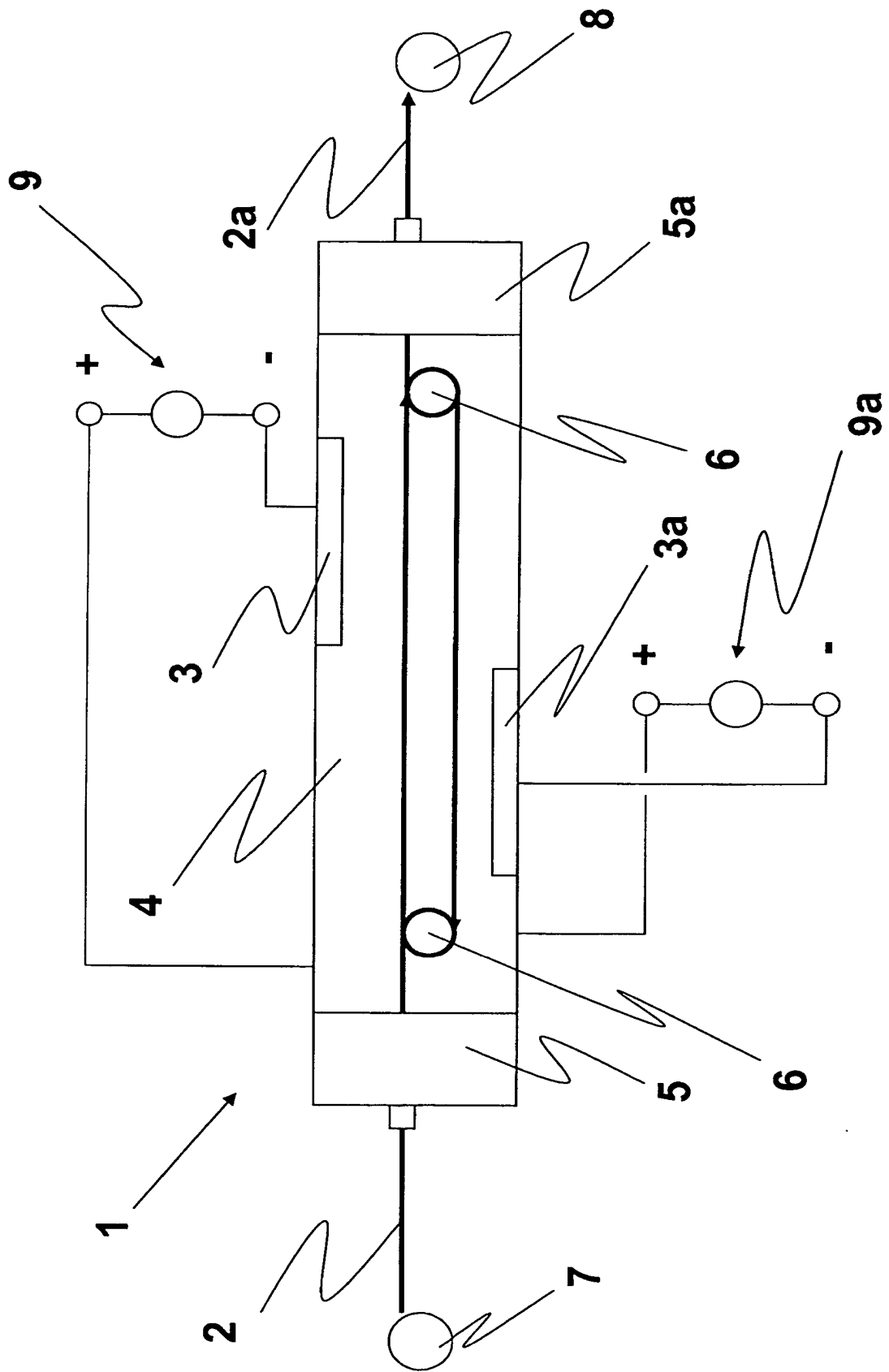


Fig. 2

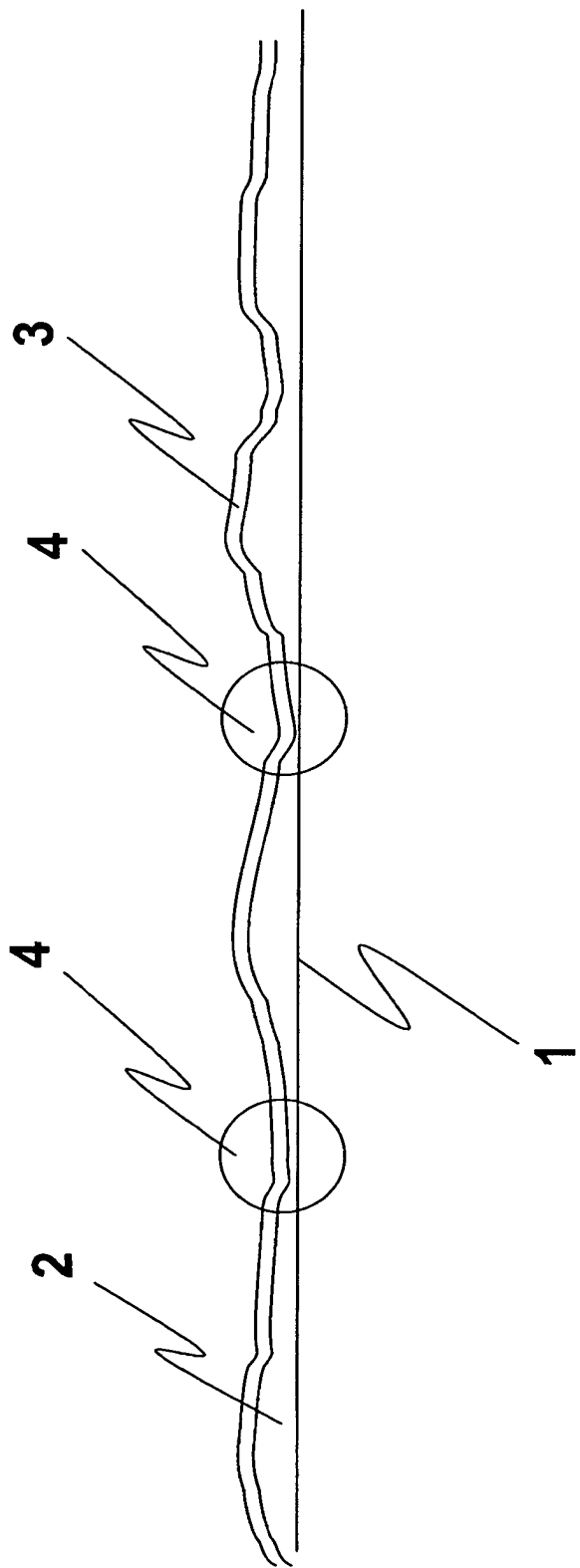


Fig. 3

RESUMO

“PNEU, CORDONEL DE METAL E PROCESSOS PARA FABRICAR UM CORDONEL DE METAL E UM ARTIGO EMBORRACHADO REFORÇADO”

5 É descrito um pneu (100) compreendendo pelo menos um elemento estrutural incluindo pelo menos um cordonel de metal compreendendo uma pluralidade de arames de metal elementares trançados, cada arame de metal elementar sendo revestido com pelo menos uma primeira camada de revestimento de metal, o dito cordonel de metal sendo revestido
10 com pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal, em que a dita pelo menos uma segunda camada de revestimento de metal tem uma espessura nominal maior ou igual a 30 nm, preferivelmente de 50 nm a 120 nm, mais preferivelmente de 70 a 100 nm.