

TELA DE ISOLAMENTO TÉRMICO TRANSPARENTE AO FLUXO MAGNÉTICO E INSTALAÇÃO DE TRATAMENTO TÉRMICO”

A invenção é relativa a uma tela de isolamento térmico transparente ao fluxo magnético e resfriada destinada a isolar um indutor eletromagnético de campo transversal ou pseudotransversal, da radiação de um produto aquecido. A tela térmica é composta por uma matriz de blocos feitos de material termicamente isolante e por uma pluralidade de tubos metálicos resfriados por circulação de um fluido, esses tubos sendo presos na dita matriz de blocos, os tubos e a matriz de blocos sendo mantidos sobre um suporte, situado no lado oposto ao produto a aquecer.

A invenção se refere mais especialmente, mas não exclusivamente, a uma tal tela de isolamento térmico para dispositivo de aquecimento por indução eletromagnética de uma tira metálica que se desloca de modo contínuo.

EP 1 349 431 mostra um recinto com tela de isolamento térmico e suporte constituído por uma bacia.

Os materiais do suporte são eletricamente isolantes e constituídos, por exemplo, de: material compósito, fibras de vidro mais resina epóxido ou outra, vidro, cerâmica. O suporte da tela térmica não deve ser submetido a temperaturas elevadas demais, tipicamente inferiores a 120°C, de preferência inferiores a 90°C, em correspondência com os materiais utilizados para esse suporte.

As bobinas eletromagnéticas que asseguram o aquecimento por indução se encontram no lado da tela oposto ao produto a aquecer. Para obter um bom rendimento energético, é conveniente que essas bobinas estejam o mais próximo possível do produto a aquecer. É portanto desejável que a espessura das diferentes paredes da tela seja a menor possível, ao mesmo tempo em que asseguram uma proteção térmica suficiente.

A tendência, notadamente por razões metalúrgicas, é de

aumentar a temperatura do produto aquecido de tal modo que os riscos de fazer a temperatura do suporte da tela subir acima do limite aceitável aumentam substancialmente.

5 Para proteger melhor o suporte de tela é possível considerar diminuir o afastamento entre os tubos resfriados por circulação de um fluido. No entanto, esses tubos são formados, de preferência, por segmentos retilíneos de serpentinas obtidos arqueando-se várias vezes em sentido oposto um comprimento de tubo. O diâmetro dos tubos utilizados impõe um raio de curvatura mínimo para o arqueamento de tal modo que não é possível
10 diminuir o afastamento entre os tubos abaixo de um valor imposto por um arqueamento aceitável dos tubos.

Os inconvenientes das técnicas anteriores de tela térmica provêm não somente dos problemas tecnológicos de fabricação de grampos por tubos arqueados a 180° com raios de arqueamento menores, mas também
15 dos problemas térmicos induzidos pela redução do entre-eixo dos tubos. Uma tal redução de entre-eixo dos tubos leva a:

- aumentar as perdas térmicas, pois perdas suplementares se produzem no campo magnético visto que o comprimento de tubos que se encontram dentro do campo é aumentado;
- 20 - reduzir a temperatura de superfície dos blocos, o que pode afetar o aquecimento do produto.

A invenção tem portanto como objetivo, sobretudo, fornecer uma tela de isolamento térmico resfriada que permita uma melhor proteção térmica do suporte da tela sem aumento sensível da espessura da camada de
25 material isolante, e sem ter que modificar o afastamento entre tubos resfriados por circulação de um fluido.

De acordo com a invenção, uma tela de isolamento térmico transparente ao fluxo magnético, destinada a isolar um indutor eletromagnético de campo transversal ou pseudotransversal, da radiação de

um produto aquecido, a tela térmica sendo composta por uma matriz de blocos feitos de material termicamente isolante e por uma pluralidade de tubos metálicos resfriados por circulação de um fluido, esses tubos sendo presos na dita matriz de blocos, os tubos e os blocos sendo mantidos sobre um suporte, é caracterizada pelo fato de que meios condutores do calor são previstos na parte de trás dos blocos, esses meios condutores estando em ligação térmica com os tubos resfriados, os ditos meios condutores do calor interceptando o fluxo de calor que atravessa os blocos e evacuando o mesmo na direção dos tubos resfriados.

10 A tela térmica de acordo com a invenção protege o suporte reduzindo para isso a temperatura de funcionamento desse último.

De preferência, os meios condutores do calor são por outro lado equipados com meios para evitar, ou para reduzir, as perdas térmicas que provêm das correntes induzidas geradas pelo fluxo magnético.

15 Os meios condutores do calor podem ser feitos de aço inoxidável, de bronze, de cobre ou qualquer outro material apropriado.

Os meios condutores do calor podem ser formados por uma tela feita de material condutor do calor, notadamente metálico, em ligação térmica com os tubos resfriados. A tela é vantajosamente constituída por aletas metálicas que se estendem na parte de trás dos blocos, cada aleta estando em contato térmico com um tubo resfriado.

20

Os meios para impedir, ou reduzir, a formação das correntes induzidas podem compreender fendas feitas nos meios condutores. As fendas são orientadas principalmente transversalmente em relação à direção longitudinal dos tubos, mas elas podem também ser inclinadas.

25

Vantajosamente, as fendas desembocam nas bordas longitudinais da tela metálica e param na proximidade da parte central.

A otimização da tela térmica é obtida quando as correntes induzidas são extremamente fracas. Para isso, são previstas aletas das quais a

superfície perpendicular ao campo magnético é suficientemente reduzida. Um bom resultado é obtido reduzindo-se o passo das fendas, agindo-se sobre a largura da fenda e/ou agindo-se sobre a largura da aleta e sobre sua espessura.

De acordo com uma variante, as aletas podem ser realizadas por segmentos de fio metálico orientados radialmente e fixados nos tubos resfriados.

Cada aleta pode se estender, de cada lado de um tubo, substancialmente na metade do intervalo entre dois tubos vizinhos.

Cada aleta pode ser soldada a um tubo correspondente. A zona da aleta em contato com o tubo pode ter a forma de um berço que se ajusta a uma parte do contorno do tubo.

As aletas podem ser realizadas por fendas feitas em um conjunto tubo-tela metálica extrudado ou estirado em uma só peça.

De preferência, as aletas se estendem de acordo com todo o comprimento dos tubos, na zona do indutor a proteger do fluxo térmico.

A invenção também é relativa a uma instalação de tratamento térmico, notadamente um forno, que compreende um indutor eletromagnético de campo transversal ou pseudotransversal, para o aquecimento de um produto, caracterizada pelo fato de que ela compreende, para a proteção do indutor contra a radiação térmica do produto aquecido, pelo menos uma tela térmica tal como definida precedentemente.

A invenção consiste, postas à parte as disposições expostas acima, em um certo número de outras disposições das quais será mais explicitamente questão abaixo a propósito de exemplos de realização descritos com referência aos desenhos anexos, nas que não são de nenhuma forma limitativos. Nesses desenhos:

Fig. 1 é um esquema de uma instalação de tratamento térmico de tiras metálicas com tela de isolamento térmico transparente ao fluxo magnético, de acordo com a invenção.

Fig. 2 é um corte transversal em escala ampliada da tela de isolamento térmico, com partes destacadas.

Fig. 3 é uma vista em planta com partes destacadas da tela de isolamento térmico.

5 Fig. 4 é uma seção transversal em escala ampliada do detalhe IV da Fig. 1 que mostra os meios condutores do calor de acordo com a invenção.

Fig. 5 é uma vista em elevação de um meio condutor do calor.

Fig. 6 é uma vista em planta parcial em relação à Fig. 5 e

10 Fig. 7 ilustra em corte vertical uma variante de realização de um meio condutor do calor.

Fazendo-se referência à Fig. 1 dos desenhos, é possível ver esquematicamente representado um forno vertical H de uma linha de tratamento térmico, de uma tira metálica 1, notadamente de uma tira de aço, que se desloca de modo contínuo, em velocidade constante ou variável. No exemplo representado, a tira 1 se desloca verticalmente entre dois rolos respectivamente inferior 2 e superior 3. Esse exemplo não é limitativo, a tira 1 poderia se deslocar horizontalmente dentro de um forno horizontal.

20 A forno tem geralmente uma forma prismática de seção transversal retangular e seu volume interior é isolado da atmosfera exterior. A composição da mistura gasosa no interior do forno pode variar de acordo com as zonas consideradas. Essa mistura gasosa compreende uma proporção relativamente elevada de hidrogênio favorável às trocas térmicas.

O forno H compreende pelo menos uma seção de aquecimento 4 equipada, de cada lado da tira 1, de um meio-indutor de fluxo transversal ou pseudotransversal 5a, 5b. Um par de meio-indutores constitui um indutor de aquecimento.

Ao nível dos meio-indutores 5a, 5b, uma tela E de isolamento térmico transparente ao fluxo magnético é prevista para proteger

termicamente os indutores em relação ao produto aquecido constituído pela tira 1.

Como visível na Fig. 2, a tela E compreende um suporte 6 formado por um material eletricamente isolante e, notadamente, estanque ao gás. O suporte 6 é vantajosamente realizado em material compósito com resina epóxido ou similar.

A dimensão mínima k (Fig. 2) do espaço entre faces confrontantes da tela E, de acordo com a direção ortogonal à tira 1, é imposta por considerações que visam evitar qualquer contato entre a tira a e superfície interna da tela. Essa dimensão k pode ser da ordem de vinte centímetros.

As faces internas do suporte 6 sustentam e retêm, através de meios de fixação não representados, uma matriz B de blocos 7 feitos de material termicamente isolante, notadamente feitos de cerâmica, e uma pluralidade de tubos 8 resfriados por circulação de um fluido, geralmente água. Os tubos 8 são geralmente metálicos, mas poderiam ser feitos de uma outra material, por exemplo feitos de vidro totalmente transparente ao campo magnético. Os tubos 8 são presos na matriz de blocos 7 e protegidos contra a radiação direta da tira 1.

Os tubos 8 são constituídos de preferência por segmentos retilíneos. De acordo com o exemplo da Fig. 3 os tubos 8 são segmentos de uma serpentina contínua, obtida por arqueamentos sucessivos a 180° em sentidos opostos de um tubo. Uma entrada e uma saída de fluido de resfriamento são previstas para cada serpentina. Várias serpentinas que constituem painéis sucessivos podem ser justapostas contra a parede interna do suporte 6. O diâmetro interno dos tubos 8 é da ordem de oito a dez milímetros.

Os blocos 7, como visíveis nas Fig. 2 e 4, são constituídos por blocos substancialmente paralelepípedicos retângulos dos quais as duas faces longitudinais compreendem rasgos 7a, 7b em forma de porções cilíndricas

próprias para se ajustarem ao contorno de dois tubos 8 sucessivos. Os blocos 7 podem assim ser introduzidos entre dois tubos 8 retilíneos. Os blocos 7 estão apoiados uns contra os outros de acordo com a direção longitudinal dos tubos 8. Um espaço reduzido 9 (Fig. 4) pode subsistir transversalmente entre dois blocos vizinhos 7.

A face dianteira 7c dos blocos 7 é aquela diretamente exposta à radiação térmica da tira 1. A face traseira 7d dos blocos, que é a face que está mais afastada da tira 1, se encontra a uma temperatura nitidamente inferior àquela da face 7 em razão da resistência térmica oposta pelo bloco 7 e da evacuação de calor assegurada pelos tubos 8 e pelo fluidos de resfriamento.

Para um rendimento energético máximo do aquecimento da tira 1 por indução eletromagnética de fluxo transversal ou pseudotransversal, é desejável colocar os indutores o mais próximo possível da tira 1. Quando a temperatura de tratamento da tira 1 aumenta, o suporte 6 corre o risco de ser submetido a uma temperatura elevada demais.

Para assegurar uma proteção térmica eficaz do suporte 6, sem aumentar a espessura dos blocos isolantes 7, e sem diminuir o afastamento entre os tubos 8 sucessivos, de acordo com a invenção são previstos, na face traseira 7d dos blocos, meios 10 condutores do calor dispostos para interceptar o fluxo de calor Q que atravessa os blocos 7. Esses meios condutores 10 estão em ligação térmica com os tubos resfriados 8 para evacuar o fluxo de calor Q na direção dos tubos e na direção do líquido de resfriamento que circula dentro dos tubos. Por outro lado, os meios condutores 10 são equipados, como ilustrado na Fig. 6, com meios 11 para impedir ou reduzir a formação de correntes induzidas geradas pelo fluxo eletromagnético alternativo transversal.

De preferência, os meios condutores 10 são constituídos por uma tela metálica S de espessura j (Fig. 4) reduzida, notadamente inferior a

cinco milímetros. A tela S recobre a maior parte das faces traseiras 7d dos blocos.

5 A tela metálica S é constituída por um conjunto de aletas metálicas 12 distintas umas das outras. A cada tubo 8 são associadas aletas metálicas 12 que recobrem a face traseira 7d dos blocos, cada aleta estando em contato térmico com o tubo associado 8 resfriado. Os termos “dreno” ou “tira-calor” poderiam ser utilizados como sinônimos no lugar do termo “aleta”.

10 Cada aleta 12 é formada por uma tira metálica que se estende de preferência de acordo com todo o comprimento do tubo 8. A tira compreende uma parte longitudinal central saliente 12a introduzida em um espaço livre 13 entre as bordas traseiras de dois blocos 7 sucessivos. A parte central 12a entra em contato com a parede do tubo 8 ao qual ele é de preferência soldada. A tira metálica se estende de um lado e de outro da parte central 12a de maneira simétrica, ou assimétrica, de acordo com lâminas 12b, 12c que chegam substancialmente a meia largura de cada bloco 7. Uma tal disposição permite limitar o comprimento do trajeto de evacuação do calor na direção do tubo 8 a substancialmente a metade da largura de um bloco 7. As bordas das lâminas 12b, 12c de duas aletas sucessivas são separadas por um 15 intervalo de largura m (Fig. 4) reduzida, notadamente inferior a cinco milímetros, e de preferência inferior a dois milímetros. A face traseira 7d de cada bloco é assim praticamente inteiramente recoberta por aletas 12.

25 De acordo com o exemplo da Fig. 2, a seção transversal da tela térmica apresenta um contorno fechado substancialmente retangular. Esse exemplo não é limitativo. A tela térmica pode ser constituída, de cada lado da tira, por uma placa que tem várias camadas (blocos isolantes, tubos resfriados, meios condutores). Nesse caso, a seção transversal da tela seria um segmento retilíneo, tal como representado na Fig. 4. Uma tela térmica em forma de placa, de acordo com a invenção, convém especialmente para instalações tais

como as instalações visadas nos pedidos de patente FR 05 06462 e FR 05 06463, depositados em 24 de junho de 2005 pela mesma sociedade depositante CELES.

5 De acordo com o exemplo de realização da Fig. 4, a parte central 12a da aleta tem a forma de um domo que volta sua convexidade na direção do tubo 8 e que compreende aberturas oblongas 14 para a soldadura.

10 Em variante, como ilustrado na Fig. 7, a parte central saliente 12a1 apresenta uma concavidade que forma um berço para se ajustar à parte confrontante do tubo 8 e assegurar uma maior superfície de contato para a transmissão do calor.

De acordo com uma outra variante, as aletas podem ser realizadas por fendas feitas em um conjunto [tubo 8 – tela metálica S] extrudado ou estirado em uma só peça.

15 Os meios 11 para impedir, ou reduzir, a formação de correntes induzidas geradas pelo fluxo magnético compreendem de preferência fendas 15, feitas nas aletas 12. As fendas são orientadas principalmente transversalmente em relação à direção longitudinal das aletas, como o ilustrado na Fig. 6, mas elas podem também ser inclinadas. As fendas 15, paralelas entre si, desembocam nas bordas longitudinais da tela metálica S e são
20 fechadas na proximidade da parte central 12a.

A otimização da tela térmica é obtida quando as correntes induzidas são extremamente fracas. Para isso, são previstas aletas das quais a superfície perpendicular ao campo magnético é suficientemente reduzida. Um bom resultado é obtido reduzindo-se o passo das fendas, agindo-se sobre a
25 largura da fenda, notadamente sobre a espessura de uma linha de serra que constitui a fenda, e/ou agindo-se sobre a largura da aleta e a espessura. De acordo com um exemplo, a largura de fenda é de 0.5 mm, a largura de aleta entre duas fendas é adaptada às perdas elétricas das correntes induzidas nessa aleta.

Em variante, as aletas podem ser realizadas por segmento de fio metálico. Os segmentos de fio são orientados transversalmente, radialmente ou em oblíquo, em relação aos tubos de resfriamento 8, e são fixados, notadamente soldados, aos tubos 8, o conjunto lembrando um pente do qual os dentes seriam formados pelos segmentos de fio. O diâmetro do fio pode ser de 1 mm com um afastamento entre cada fio de 0.3 mm, esse afastamento constituindo a fenda 15.

A aleta 12, vista de cima como ilustrado na Fig. 6, tem uma forma que lembra a forma de uma coluna vertebral de peixe.

A presença das fendas 15, reduzindo assim bastante as correntes induzidas geradas pelo fluxo magnético, permite reduzir um aquecimento parasita que provoca uma baixa de rendimento energético.

Os tubos 8 e/ou as aletas 12 são vantajosamente realizados em aço inoxidável. Em variante, os tubos 8 e/ou as aletas 12 são realizados em bronze ou em cobre, outros metais podendo também ser considerados.

O funcionamento resulta das explicações que precedem.

O campo magnético alternativo transversal permite aquecer a tira 1 que irradia calor na direção das superfícies que circundam essa tira. O fluxo de calor Q que atravessa os blocos 7 para atingir a face traseira 7d é interceptado em sua maior parte pelas aletas 12 e evacuado na direção dos tubos 8 e do fluido de resfriamento. O suporte 6 se encontra mais protegido contra o aquecimento que seria devido a esse fluxo Q .

A invenção permite, sem aumentar substancialmente a espessura da tela térmica E sem modificar o afastamento dos tubos 8, assegurar uma proteção térmica eficaz do suporte 6 para temperaturas de tira 1 elevadas, notadamente de 1150°C.

Ainda que a descrição tenha sido efetuada a propósito de uma tira 1, a invenção se aplica a outros tipos de produtos metálicos, notadamente fios de aço, de cobre, de alumínio, ou placas. O produto pode se deslocar ou não.

REIVINDICAÇÕES

1. Tela de isolamento térmico transparente ao fluxo magnético, destinada a isolar um indutor eletromagnético de campo transversal ou pseudotransversal, da radiação de um produto aquecido (1), a tela térmica sendo composta por uma matriz de blocos (7) feitos de material termicamente isolante e por uma pluralidade de tubos (8) resfriados por circulação de um fluido, esses tubos sendo presos na dita matriz de blocos, os tubos e os blocos sendo mantidos sobre um suporte, caracterizada pelo fato de que ela compreende, na parte de trás dos blocos, meios (10) condutores do calor dispostos para interceptar o fluxo de calor que atravessa os blocos, esses meios condutores estando em ligação térmica com os tubos (8) resfriados para evacuar o fluxo de calor na direção dos tubos.

2. Tela de isolamento térmico de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os meios (10) condutores do calor são equipados com meios (11) para evitar, ou reduzir, a formação de correntes induzidas pelo fluxo magnético.

3. Tela de isolamento térmico de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que os meios (10) condutores do calor são formados por uma tela metálica (S) em ligação térmica com os tubos resfriados (8).

4. Tela de isolamento térmico de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que a tela metálica (S) é constituída por aletas metálicas (12) que se estendem na parte de trás dos blocos, cada aleta (12) estando em contato térmico com um tubo resfriado (8).

5. Tela de isolamento térmico de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que as aletas são realizadas por segmentos de fio metálico fixados nos tubos de resfriamento.

6. Tela de isolamento térmico de acordo com uma qualquer das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que os meios (11)

para impedir, ou reduzir, a formação das correntes induzidas geradas pelo fluxo magnético compreendem fendas (15) feitas nos meios condutores (10).

5 7. Tela de isolamento térmico de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato de que as fendas (15) são orientadas transversalmente em relação à direção longitudinal dos tubos (8).

8. Tela de isolamento térmico de acordo com o conjunto de acordo com a reivindicação 4 e de uma das reivindicações 6 e 7, caracterizada pelo fato de que as fendas (15) desembocam nas bordas longitudinais da tela metálica e são fechadas na proximidade da parte central.

10 9. Tela de isolamento térmico de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que cada aleta (12) se estende de um lado e de outro de um tubo (8).

15 10. Tela de isolamento térmico de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que cada aleta (12) se estende, de cada lado de um tubo (8), substancialmente na metade do intervalo entre dois tubos (8) vizinhos.

11. Tela de isolamento térmico de acordo com uma das reivindicações 4 a 10, caracterizada pelo fato de que cada aleta (12) é soldada a um tubo (8).

20 12. Tela de isolamento térmico de acordo com uma das reivindicações 4 a 10, caracterizada pelo fato de que as aletas ser realizadas por fendas feitas em um conjunto tubo-tela metálica extrudado ou estirado em uma só peça.

25 13. Tela de isolamento térmico de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que a zona da aleta adjacente ao tubo tem a forma de um berço (12a1) que se ajusta a uma parte do contorno do tubo.

14. Tela de isolamento térmico de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que as aletas (12) são previstas de acordo com todo o comprimento dos tubos, na zona do indutor a proteger do fluxo

térmico.

- 5 15. Instalação de tratamento térmico, notadamente um forno, que compreende um indutor eletromagnético de campo transversal ou pseudotransversal, para o aquecimento de um produto, caracterizada pelo fato de que ela compreende, para a proteção do indutor contra a radiação térmica do produto aquecido, pelo menos uma tela térmica (E) de acordo com uma das reivindicações precedentes.

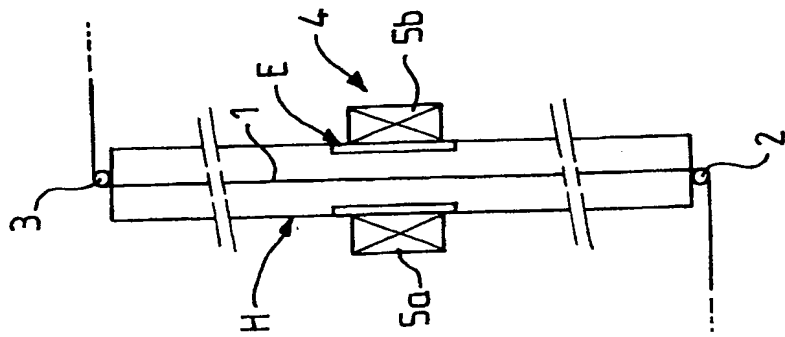


FIG. 1

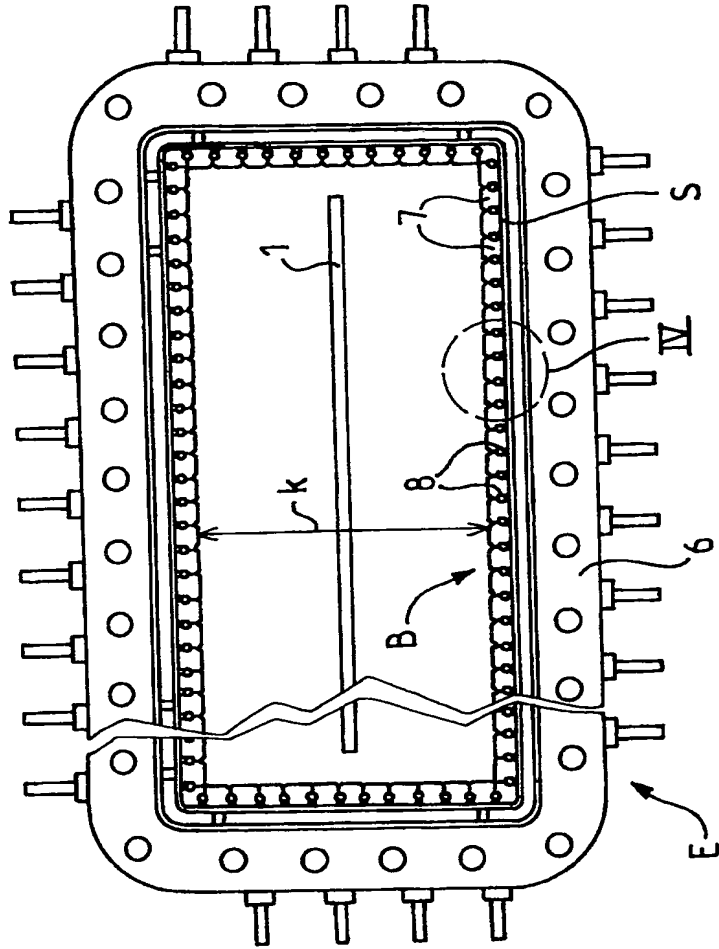


FIG. 2

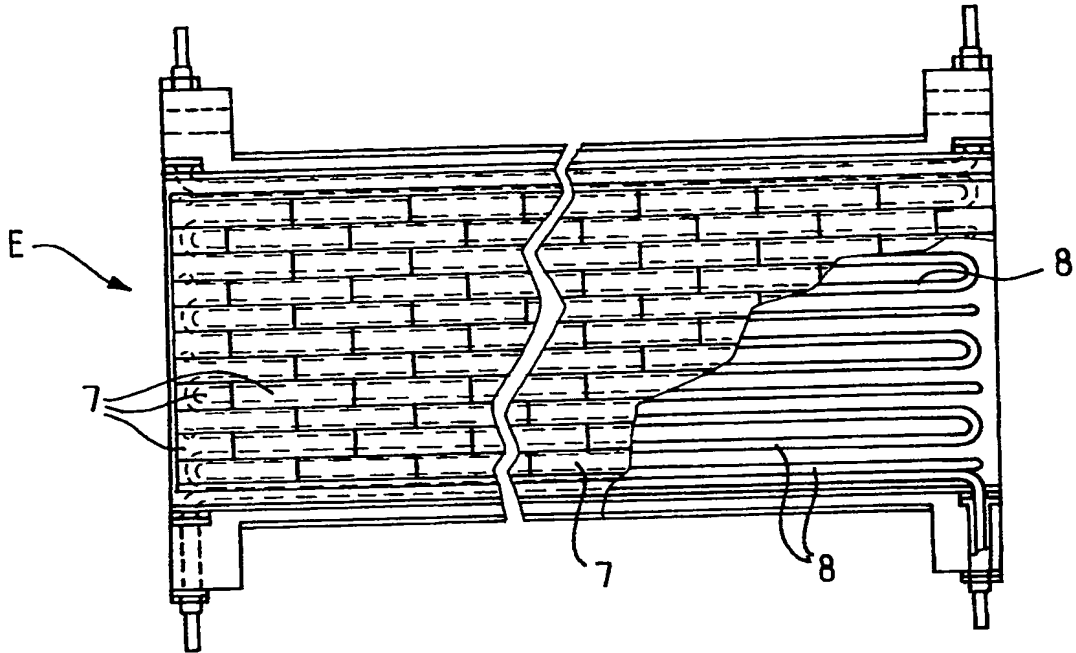


FIG. 3

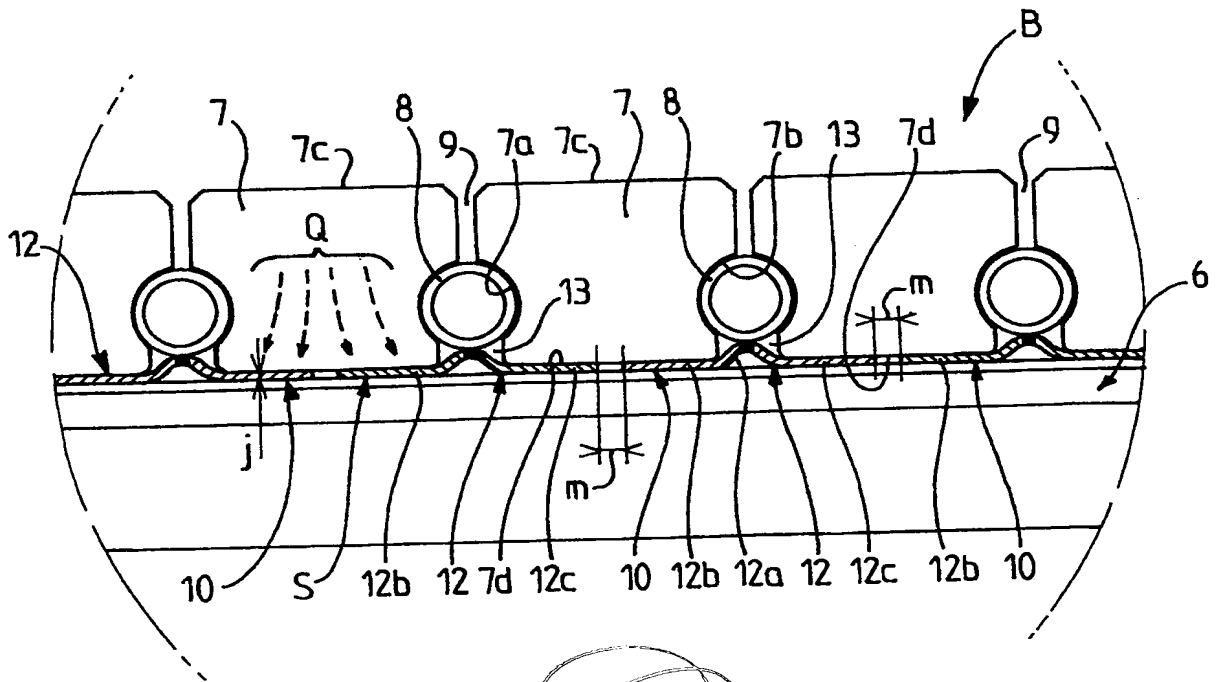


FIG. 4

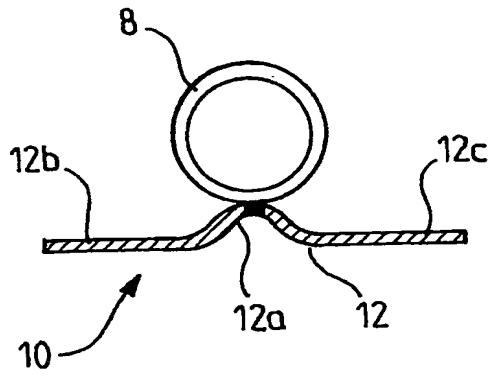


FIG. 5

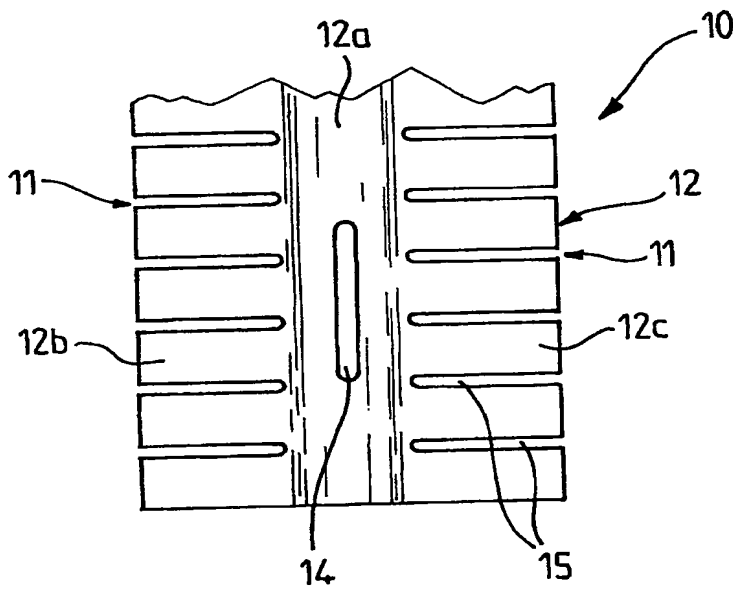


FIG. 6

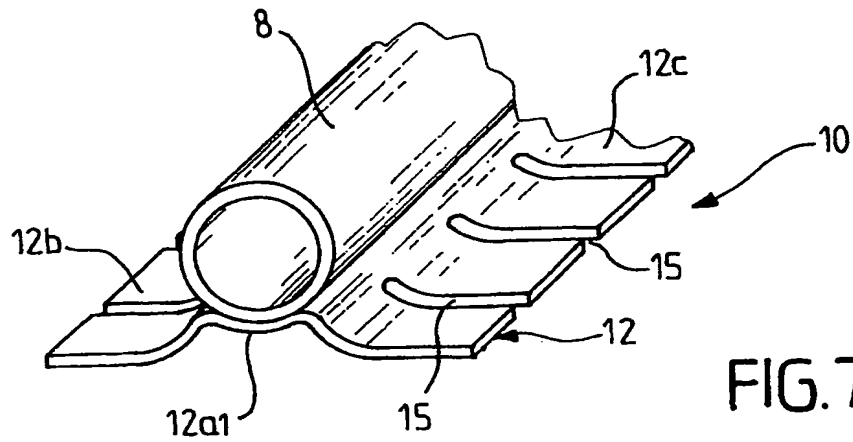


FIG. 7

RESUMO**“TELA DE ISOLAMENTO TÉRMICO TRANSPARENTE AO FLUXO MAGNÉTICO E INSTALAÇÃO DE TRATAMENTO TÉRMICO”**

Tela de isolamento térmico transparente ao fluxo magnético, destinada a isolar um indutor eletromagnético de campo transversal ou pseudotransversal, da radiação de um produto aquecido (1), a tela térmica sendo composta por uma matriz de blocos (7) feitos de material termicamente isolante e por uma pluralidade de tubos (8) resfriados por circulação de um fluido, esses tubos sendo presos na dita matriz de blocos, os tubos e os blocos sendo mantidos sobre um suporte. A tela compreende, na parte de trás dos blocos, meios (10) condutores do calor dispostos para interceptar o fluxo de calor que atravessa os blocos, esses meios condutores estando em ligação térmica com os tubos (8) resfriados para evacuar o fluxo de calor na direção dos tubos.