



# DIRECÇÃO DE SERVIÇOS DE PATENTES

CAMPO DAS CEBOLAS, 1100 LISBOA  
TEL.: 888 51 51 / 2/3 TELEX: 18356 INPI  
TELEFAX: 87 53 08

## FOLHA DO RESUMO

Modalidade e n.º (11) 101/21	T D	Data do pedido: (22)	Classificação Internacional (51)
Requerente (71): NISSAN EUROPEAN TECHNOLOGY CENTRE LIMITED. britânica, Washington Road, Sunderland, Tyne & Wear SR5 3ND, Reino Unido			
Inventores (72): Kevin James Puddephatt, Reino Unido			
Reivindicação de prioridade(s) (30)			Figura (para interpretação do resumo)
Data do pedido	Pais de Origem	N.º de pedido	
12/12/91	Reino Unido	9126457.2	
Epígrafe: (54) "Processo de fundição"			
Resumo: (máx. 150 palavras) (57) <p>O presente invento refere-se a um processo de fundição, em que um modelo de fundição é executado por maquinaria de um corpo de espuma rígido, sobre o qual se aplica em material fluido que solidifica, formando uma camada rígida, que bloqueia os poros da superfície maquinada. É formado um molde de fundição contra a superfície revestida e em seguida retira-se o modelo de fundição antes de se efectuar o vazamento.</p> <p>O presente invento é aplicável na fundição de componentes vazados na fase de desenvolvimento desses componentes.</p>			

NÃO PREENCHER AS ZONAS SOMBREADAS



Processo de fundição

O invento refere-se a um processo de fundição e, em particular, mas não exclusivamente, a um processo de fundição para utilização no fabrico de ferramentas de formação como ferramentas para moldação por injeção.

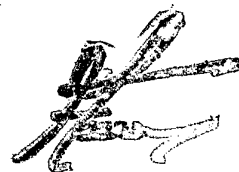
As ferramentas de formação, em cuja designação se incluem, sem limitações, ferramentas para moldação por injeção, de prensagem, de prensagem a quente e fundição por matriz, são geralmente fabricadas fazendo um modelo mestre positivo de materiais de madeira e resina que se conformam à forma do artigo a ser fabricado pela ferramenta de formação. Para o fabrico de uma ferramenta para moldação por injeção, por exemplo, para produzir peças de plástico tais como pára-choques de um automóvel, o modelo mestre é copiado para um esboço de ferramenta de metal, usando-se técnicas de maquinagem pantográficas para se proporcionar uma parte da ferramenta. O modelo mestre positivo é então revestido com um camada de cobertura de um material adequado, tipicamente de plástico reforçado com fibras de vidro, que, quando removido do modelo mestre, proporciona um modelo "negativo" do artigo a fabricar. O modelo negativo terá, por conseguinte, uma superfície que tem uma forma correspondente à do artigo a fabricar. A forma desta superfície é então copiada para um segundo esboço de ferramenta de metal, usando-se também técnicas de maquinagem pantográficas para as partes cooperantes da moldação por injeção, para produzir a ferramenta. Os esboços de ferramenta são geralmente de liga de alumínio ou de aço, dependendo do número de artigos a produzir pela ferramenta para moldação por injeção. Como se depreenderá do processo acima descrito, como as partes cooperantes da ferramenta de formação são maquinadas a partir dos esboços de ferramentas por maquinagem de CN, usando, possivelmente, algumas maquinagens de acabamento por técnicas de maquinagem por descarga eléctrica (MDE), o tempo de maquinagem para grandes ferramentas de formação tais como ferramentagem para moldação por injeção de um pára-choques de um veículo automóvel, pode ser da ordem de dois ou três meses. A isto deve-se juntar o



tempo que leva a produzir o modelo mestre de madeira e resina, o que, como os materiais são difíceis de trabalhar, pode demorar, tipicamente, seis a doze semanas para o fabricar. O custo de fabrico de ferramenta de formação para formas relativamente grandes e complexas é, por conseguinte, extremamente elevado e as ferramentas de formação podem levar, no total, nove meses a produzir, se se adoptar este processo de fabrico convencional.

A fim de evitar este processo complicado e demorado, foi, por conseguinte, considerado pela requerente fabricar ferramentas de formação usando um processo de fundição no qual a forma da ferramenta de formação é obtida por vazamento de metal, geralmente liga de alumínio dentro de um molde de fundição.

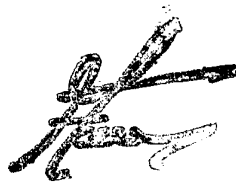
Os moldes para utilização no fabrico de peças fundidas são, geralmente, produzidos aplicando uma pasta de areia ou de uma mistura de areia/resina em torno de um modelo de fundição. O modelo de fundição é colocado dentro de uma caixa e a mistura é compactada no interior do espaço entre a caixa e o modelo, deixando-se depois solidificar. Para grandes ferramentas de formação, o molde de mistura de areia deve ter uma resistência inerente suficiente para suportar o peso do material vazado, o que pode ser superior a 10t. A mistura é, por conseguinte, compactada em torno do modelo de fundição, usando-se uma técnica de compactação de elevada densidade. Tendo em vista as forças de compactação requeridas, o modelo de fundição deve ter uma rigidez suficiente de modo a manter a forma desejada ao longo do processo de compactação e proporcionar uma peça de fundição com a forma e dimensões requeridas. Além disso, o metal, quando vazado no interior do molde de fundição, pode conter defeitos de fundição, como bolhas de ar ou o enfraquecimento da estrutura da peça vazada. Se estes defeitos não puderem ser rectificadas, a fundição é, geralmente, rejeitada e repete-se o processo de fundição. É, por conseguinte, desejável produzir um modelo de fundição que possa ser usado para produzir vários moldes, se necessário. Isto é particularmente vantajoso quando a forma desejada é relativamente grande e tem um perfil relativamente complexo, tal como por exemplo, peças para automóveis ou



electrodomésticos de "linha branca" ou painéis de carroçarias. Se o modelo de fundição não for reutilizável, terá de repetir-se todo o processo.

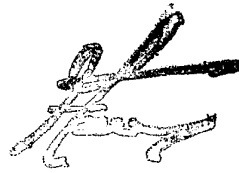
A fim de proporcionar um modelo de fundição com as características físicas requeridas, o modelo mestre, fabricado e conformado usando-se madeira e resina plástica é, geralmente, usado como modelo de fundição. Assim, ao modelo mestre podem dar-se as características físicas requeridas, mas, como se estabeleceu anteriormente, a madeira e materiais de resina plástica são relativamente difíceis de trabalhar e de produção relativamente dispendiosa. Além disso, na indústria automóvel são necessárias frequentemente mudanças de desenho das peças de carroçaria e de guarnição interiores tendo em conta a complexidade da forma das peças e a sua interacção com as peças adjacentes. Estas mudanças de desenho na forma final podem ser de implementação relativamente lenta quando se usam modelos mestres de madeira e resina plástica como modelo de fundição.

Foi também considerado fabricar um molde de fundição de espuma plástica de baixa densidade ("STYROFOAM" marca registada) para formar um modelo de fundição e formar um molde de areia de moldação contra a superfície conformada do modelo de espuma. No entanto, como a espuma usada tem uma estrutura celular relativamente aberta, a areia de moldação introduz-se nas cavidades superficiais do material de espuma, ligando o modelo de fundição com grande firmeza ao molde de areia. Por conseguinte, o modelo de fundição de espuma de baixa densidade deve ser deixado no lugar e deixado queimar durante o vazamento do metal quente. Isto tem a grave desvantagem de se produzirem fumos tóxicos, incluindo cianeto gasoso, como resultado do passo de queima, o que não é desejável do ponto de vista de protecção do ambiente. Além disso, devido ao facto da espuma ser eliminada por queima, do molde de areia, à medida que o metal quente é vazado em contra-corrente do metal fundido e os produtos da queima podem ocasionar impurezas ou chochos no metal vazado. Se o fluxo de metal quente dentro do molde de areia for demasiado lento, o metal pode formar áreas de pele relativamente frias



localizadas e, portanto, nem todo o material de espuma do modelo de fundição pode ser queimado, deixando impurezas na fundição. Se o fluxo de metal quente for relativamente rápido, como será desejado para assegurar com confiança que toda a espuma é queimada, em grandes moldes de fundição, podem formar-se ondas no material fluído, ocasionando que o mesmo flua para cima à medida que solidifica, conduzindo à formação de chochos no material vazado. Na prática, a formação destas impurezas ou chochos é um factor de limitação do tamanho do modelo de fundição de espuma de baixa densidade que pode ser usado. Também, como se apreciará, a areia de moldação quando compactada em torno do modelo de fundição de espuma, irá fluir para dentro das cavidades celulares da espuma que se estendem para a superfície do modelo de fundição e preenchem as mesmas. A superfície do molde de areia na interface areia/espuma tem, por conseguinte, uma textura relativamente grosseira, e esta superfície fica exposta quando se queima a espuma do modelo de fundição. Em relação com o anteriormente exposto, fundições produzidas pelo uso de tais modelos de fundição de espuma de baixa densidade têm um acabamento superficial relativamente fraco, que pode requerer um "revestimento" substancial localizado e maquinagem geral de superfície antes de ficarem adequados para uso no fabrico do produto. Adicionalmente, se se verificar que as peças de fundição incluem impurezas, bolhas de ar ou defeitos semelhantes, causando pontos fracos na estrutura de fundição, terá de se repetir o processo de fundição. No entanto, como o modelo de fundição foi destruído pelo processo de fundição efectivo, deve produzir-se um outro modelo de fundição, com os atrasos e custos adicionais daí decorrentes para o processo em geral.

Uma outra desvantagem importante é que o modelo de espuma de baixa densidade tende a deformar-se quando a areia de moldação é compactada contra o mesmo. O grau de deformação não é uniforme e pode ser relativamente difícil de prever. Se a forma for usada no fabrico de um molde de elevada precisão, devem ser permitidas tolerâncias adicionais à forma de fundição com o material em excesso que podem atingir tipicamente 20 mm de



espessura, que são removidos por uma técnica de maquinagem adequada. Para formas "macho", a deformação do modelo de fundição pode ser crítica visto que pode haver material insuficiente na forma de fundição efectiva, isto é a fundição produzida pode ficar sub-dimensionada, sendo necessário repetir todo o processo de fundição, incluindo a reprodução do modelo de fundição de espuma.

A relativa facilidade com que a espuma de plástico de baixa densidade pode ser deformada, significa que o material é inadequado para uso quando o molde de areia for relativamente grande e seja, por conseguinte, produzido por técnicas de compactação de elevada densidade, a fim de proporcionar uma resistência inerente suficiente para suportar o material vazado.

Na prática, portanto, os modelos de fundição de espuma de baixa densidade estão limitados à produção de artigos relativamente pequenos, tendo tipicamente dimensões que não excedam 300 mm, como carcaças de bomba de água de motor de automóvel.

A fim de melhorar a resistência à deformação de modelos de fundição de espuma de baixa densidade, considerou-se também aplicar à espuma um revestimento de superfície de material relativamente rígido, o qual pode ser aplicado, por exemplo, por pulverização. No entanto, o revestimento não proporciona rigidez suficiente para modelos de fundição de espuma maiores, visto que a espuma tende a ficar esmagada por baixo do revestimento. Podem-se usar estruturas de reforço, feitas de madeira, por exemplo, para incorporação no interior da espuma a fim de minimizar a deformação durante o processo de compactação. No entanto, o modelo de fundição composto madeira/espuma é relativamente difícil de produzir e não proporciona uma rigidez uniforme.

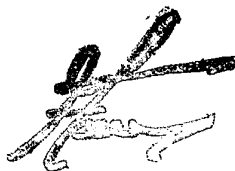
Daí, estas espumas de plásticos de baixa densidade serem consideradas inadequadas para uso em processos de fundição que usem ligas de metal relativamente pesadas, tais como ligas de

zinco, o que, para grandes peças vazadas, requer moldes de areia inerentemente fortes para suportar o material vazado, tanto durante o próprio vazamento, como durante o arrefecimento do material vazado. Em particular, para ligas de zinco o arrefecimento é, em geral, efectuado sob condições controladas e durante um período de tempo relativamente grande para assegurar uma fundição de qualidade elevada, sendo assim de importância fundamental a resistência inerente do molde de areia.

Adicionalmente, como a espuma de baixa densidade é de um material celular relativamente macio, é difícil de maquinar com precisão e acabamento superficial razoável, por técnicas de maquinagem com ferramentas de corte rotativas convencionais, como, por exemplo, a fresagem de CN. A espuma tende a distorcer-se em frente da ferramenta de corte da máquina, ocasionando que o material seja rasgado em vez de cortado com perfeição, deixando uma superfície de acabamento irregular com cavidades na superfície. Estas dificuldades na maquinagem de espuma de baixa densidade, juntamente com a compactação imprevisível durante o processo de produção subsequente do molde de fundição, significa que os dados de CN representativos do artigo a produzir não serão usados na produção de um modelo de fundição de espuma de baixa densidade. Estes modelos de baixa densidade são geralmente feitos por corte e conformação à mão, usando-se cêrcias para obter a forma final. No entanto, como se entenderá, a precisão obtida fica gravemente restringida. Os factores acima mencionados podem aumentar significativamente os custos globais do processo de fundição.

Além disso, uma vez que não são usados os dados de CN na produção do modelo de fundição de espuma de baixa densidade, os dados não podem ser verificados até uma fase subsequente e mais crítica do processo de produção geral, por exemplo, a maquinagem de eléctrodos de grafite, dispendiosos, para uso na maquinagem por descarga eléctrica (MDE) do material vazado.

No nosso pedido copendente No. 101 122, descreve-se um processo de produção de moldes com o título "Processo de



produção de ferramenta de formação".

O presente invento proporciona um processo de produção de um artigo por fundição, compreendendo: (a) a execução de um modelo de fundição por maquinagem de um corpo de espuma rígida, de maneira a formar uma superfície maquinada com uma forma pre-determinada no corpo e a aplicação à superfície maquinada de um material fluido, que solidifica, formando um revestimento sólido que bloqueia os poros existentes na superfície maquinada; (b) a formação de um molde de fundição contra o revestimento solidificado do modelo de fundição; (c) a remoção do modelo de fundição do molde de fundição; (d) o vazamento de material no interior do molde de fundição; e (e) a separação do material vazado do molde de fundição.

O invento será descrito mais pormenorizadamente em seguida, a título de exemplo, com referência aos desenhos anexos, nos quais:

a figura 1 é um fluxograma de um processo preferido para a fundição de um esboço de ferramenta destinado a ser maquinado para se fazer uma ferramenta de formação tal como uma ferramenta para moldação por injeção, para moldação por sopragem, para prensagem, para prensagem a quente ou para fundição por matriz; e

as figuras 2 a 6 são cortes esquemáticos representando várias fases sucessivas do fabrico de um molde de fundição para vaziar um par de esboços de ferramenta para moldação por injeção, macho e fêmea.

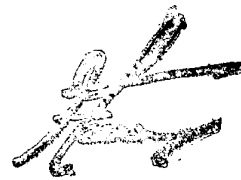
Referindo a Figura 1, pelas técnicas de desenho assistido por computador (CAD), os dados de controlo numérico (CN) são derivados no passo 10 para um modelo de fundição desenhado com base numa peça a ser feita usando uma ferramenta de formação (por exemplo uma ferramenta para moldação por injeção ou uma ferramenta de prensagem), através do desenho da ferramenta ou do esboço de ferramenta.



No passo 12, um corpo de espuma de plástico rígida, com uma densidade elevada e, tendo em conta o processo de produção, uma característica de não deformação virtual, tal como espuma de resina de poliuretano da CIBA GEIGY com a especificação No. XB 5120 trabalhada à mão até se obter uma forma do modelo aproximada, sobrepondo camadas de material de espuma, de forma a minimizar a maquinagem subsequente, é sujeito a maquinagem de CN de acordo com os dados do passo 10, a fim de formar um modelo de fundição com uma superfície maquinada para uma forma predeterminada. Devido às características inerentes do material de espuma, o trabalho de maquinagem é consideravelmente mais fácil, comparado com o trabalho sobre madeira ou materiais à base de resinas. Estas espumas são usadas como material de modelação leve e podem obter-se com várias qualidades, tendo, tipicamente, uma massa volúmica na gama de cerca de 0,25 a 1,1 g/cm<sup>3</sup> e uma resistência à compressão superior a cerca de 4 N/mm<sup>2</sup>, por exemplo 4 a 30 N/mm<sup>2</sup>.

No passo 14 aplica-se um material fluidificável e solidificável sobre a superfície maquinada do modelo, por exemplo por pulverização. O material fluidificável solidifica formando um revestimento sólido que bloqueia os poros do corpo de espuma que se prolongam até à superfície maquinada; se necessário o revestimento pode ser alisado, por exemplo por lixagem, até se obter o perfil desejado. Um material adequado é o gesso de Paris, uma resina curável (por exemplo uma resina epoxi ou resina para carroçarias) ou tinta. O revestimento de gesso ou resina pode, adicionalmente, ser provido de um revestimento de verniz ou tinta para auxiliar a saída do molde de areia. O revestimento é suportado pelo corpo de espuma rígida podendo, por conseguinte, ser delgado e não necessitar de ser auto-portante.

No passo 16 uma areia de moldação de consistência fluidificável, por exemplo uma pasta ou uma mistura areia/resina, é compactada contra a superfície revestida do modelo de fundição colocado numa caixa, usando-se de preferência uma técnica de compactação de elevada densidade, de maneira a



formar um corpo de molde conformando-se à superfície revestida. Uma vez que o molde é rígido, não há sensivelmente deformação da superfície revestida, mesmo quando se emprega uma técnica de compactação de elevada densidade, como seja por utilização de ferramentas de compactação pneumáticas operando a uma pressão de cerca de 0,55 MPa. O modelo de fundição é, portanto, particularmente adequado para a produção de moldes de areia para fundição de formas relativamente grandes e, em particular, para a fundição de artigos em ligas pesadas como ligas de zinco.

No passo 18 o modelo de fundição é retirado do corpo de molde. A remoção é facilitada pelo revestimento liso que se separa facilmente do corpo de molde e não tende a arrastar grãos de areia. Por consequência, a superfície do corpo de molde é comparativamente lisa e produz um bom acabamento de superfície na peça vazada. Além disso, uma vez que o revestimento está firmemente agarrado nos poros da espuma, o modelo pode ser reutilizado para reproduzir o corpo de molde, no caso da peça vazada sair defeituosa.

Adicionalmente, uma vez que o modelo é removido do corpo de molde antes de se efectuar o vazamento de um esboço de ferramenta de formação no molde, não se geram fumos tóxicos durante o vazamento.

O esboço de ferramenta é então, opcionalmente, maquinado para a forma requerida, de preferência por maquinagem por descarga eléctrica (MDE) usando um eléctrodo que é maquinado utilizando-se os dados de CN do passo 10. A ferramenta para moldação por injeção resultante, por exemplo, pode ser uma ferramenta de cavidade fêmea usada em conjunto com uma ferramenta de núcleo macho, definindo uma cavidade de moldação por injeção para produzir o artigo em questão. A ferramenta com cavidade fêmea tem uma superfície genericamente côncava e faces geralmente planas chamadas de fecho que trabalham em conjunto com as correspondentes faces de fecho na ferramenta de núcleo macho para fechar o molde de injeção.



As figuras 2 a 6 mostram as fases sucessivas da produção de um molde de fundição para vazamento de um esboço de ferramenta com cavidade fêmea e um esboço de ferramenta de núcleo macho que são em seguida maquinados para se obter uma ferramenta para moldação por injeção.

Como se descreveu anteriormente, em primeiro lugar, para produzir modelos de fundição, constituem-se um bloco de esboço fêmea 51 e um bloco de esboço macho 52 a partir de camadas de espuma de plástico rígida de elevada densidade (Figura 2).

Na figura 3 os blocos são sujeitos a maquinagem de CN (usando uma ferramenta de corte 53) para formar modelos de fundição de esboços fêmea e macho 54, 55 (passo 12 acima indicado). Os blocos são maquinados de forma a deixar o excesso de material (por exemplo 1 a 5 mm) sobre as superfícies correspondentes às faces de formação e de fecho da ferramenta para moldação por injeção.

Na Figura 4 aplica-se material endurecível sobre os modelos 54, 55 por meio de cabeças de pulverização 56 (passo 14 anterior).

Na Figura 5 os modelos revestidos 54, 55 são colocados numa caixa de fundição 57, adiciona-se areia verde 58 (misturada com um ligante à base de resina) que é compactada a elevada densidade por um compactador pneumático 59 (passo 16 anterior).

A caixa de moldação 57 é então virada e os modelos 54, 55 são cuidadosamente retirados da areia compactada 58 (passo 18 anterior) deixando uma cavidade de fundição de esboço de ferramenta fêmea 60 e uma cavidade de fundição de esboço de ferramenta macho 61, dentro das quais um metal fundido (liga Zn) irá ser vazado a partir de um cadinho 62.

A maquinagem do modelo de fundição usando os dados de CN é particularmente vantajosa quando o modelo de espuma se vai usar num processo de produção de ferramentas de formação usando MDE,



quando os dados de CN (dados da peça), através do seu uso na maquinagem do modelo de fundição, podem ser usados para verificar os dados de CN para a produção do eléctrodo de MDE. O uso de maquinagem de CN significa também que pode ser facilmente deixada uma tolerância para acomodar a contracção à qual o metal vazado é sujeito, depois do vazamento e durante o arrefecimento.

O material de espuma rígida de elevada densidade pode ser maquinado com relativa precisão e, visto que nada sofre com a compactação durante o passo 16, pode ser maquinado quase exactamente nas dimensões do artigo a ser formado. Daí, a modificação dos dados de maquinagem de CN pode ser reduzida ao mínimo no passo 12. Mesmo para grandes modelos de fundição, como para uso na produção de pára-choques de veículos, é possível que a fundição efectuada com o uso da espuma rígida possa ter uma precisão da ordem de 1 mm, de maneira que se pode reduzir o ajustamento dos dados de maquinagem de CN a valores desta ordem (na prática isto pode ser obtido muito simplesmente usando-se os mesmos dados de CN da peça a produzir mas mudando-se o diâmetro da ferramenta de corte utilizada). Como se explicou anteriormente, quando são usadas espumas de fundição de baixa densidade, é necessário prever sobrespessuras, tipicamente de, pelo menos, 20 mm de material de fundição para compensar a compactação, mesmo para artigos relativamente pequenos, para os quais se podem usar modelos de fundição de espuma de baixa densidade.

Além disso, como a espuma rígida pode ser maquinada com precisão, as faces de fecho da ferramenta para moldação por injeção podem ser definidas com precisão no modelo de fundição feito de espuma. Para as ferramentas para moldação por injeção uma largura de 30 mm da face de fecho é normalmente o mínimo aceite, o que pode ser obtido usando-se espuma rígida. (Para modelos de fundição em "Styrofoam", as faces de fecho, normalmente, não foram definidas e daí, se tiver sido proposta MDE para utilização na forma fundida subsequente, todas as superfícies da ferramenta que se conjugam irão requerer maquinagem. Alternativamente, serão requeridos outros dados de



CN para definir as faces de fecho por maquinagem de CN). A redução ao mínimo da largura das faces de fecho é particularmente importante para a MDE, visto que a velocidade de maquinagem é determinada pelo volume do material a ser retirado. Por conseguinte, a espuma rígida não só permite o uso de um modelo de fundição de espuma para moldes relativamente grandes, como também permite a utilização das vantagens da MDE subsequente maximizadas, por não só existir uma redução substancial da profundidade do material a ser retirado na fundição (1 mm quando comparado com 20 mm), como também por haver uma redução na área da superfície do material a maquinar.

A capacidade de maquinar uma espuma relativamente rígida, pela forma descrita anteriormente, permite assim que uma ferramenta para moldação por injeção seja fundida de forma tal, que a área na ferramenta a ser acabada por um processo de maquinagem subsequente fique reduzida ao mínimo, assim como a maquinagem da face de fecho da ferramenta para moldação por injeção e a maquinagem de acabamento de quaisquer faces de cavidade e de deslizamento do núcleo macho.

O uso de um modelo mestre de espuma relativamente rígido, como se descreveu anteriormente, é particularmente vantajoso na produção de ferramentas para moldação por injeção para utilização na indústria automóvel, onde se requer uma ferramenta de desenvolvimento experimental com uma forma desejada antes de se executar uma ferramenta de produção da forma definitiva. O modelo de fundição de espuma rígido, que é aproveitado após o primeiro processo de fundição, isto é, para produzir a ferramenta de desenvolvimento, pode ser usado para produzir a ferramenta de produção. Adicionalmente, se forem requeridas pequenas alterações do desenho entre as ferramentas de desenvolvimento e de produção, isto pode ser conseguido com relativa facilidade dada a facilidade com que se trabalha o material de espuma (em comparação com as estruturas de madeira ou resina), o uso de dados de CN para maquinar o modelo de fundição e a previsão de um revestimento de gesso, de resina curável ou de tinta.

74582

LRC/579P64585

-13-

Lisboa, 11. DEZ. 1992

Por NISSAN EUROPEAN TECHNOLOGY CENTRE LIMITED

=O AGENTE OFICIAL=

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.



## REIVINDICAÇÕES

1 - Processo de produção de um artigo por fundição compreendendo:

a) a execução de um modelo de fundição por maquinagem de um corpo de espuma rígida, de modo a formar uma superfície maquinada, com uma forma predeterminada no corpo e a aplicação à superfície maquinada um material fluido, que solidifica, formando um revestimento sólido, que bloqueia os poros existentes na superfície maquinada;

b) a formação de um molde de fundição contra o revestimento solidificado do modelo de fundição;

c) a remoção do modelo de fundição do molde de fundição;

d) o vazamento do material no interior do molde de fundição; e

e) a separação do material vazado do molde de fundição.

2 - Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender também o alisamento do revestimento antes do passo (b).

3 - Processo de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado por o material fluido utilizado ser gesso de Paris ou uma resina.

4 - Processo de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 3, caracterizado por compreender ainda a pintura ou o envernizamento do revestimento antes do passo (b).

5 - Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o material fluido ser tinta.

6 - Processo de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 5, caracterizado por o corpo de espuma rígido ser maquinado por maquinagem controlada numericamente (CN), utilizando dados de controlo numérico (CN), derivados dos dados de projecto do artigo a produzir por vazamento.

7 - Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por o molde de fundição compreender uma mistura de areia e resina.

8 - Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por o molde de fundição ser formado recorrendo a apiloamento de alta densidade.

9 - Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por o corpo ter um peso específico, pelo menos, de  $0,25 \text{ g/cm}^3$ , por exemplo, de  $0,25$  a  $1,1 \text{ g/cm}^3$ .

10 - Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por o corpo de espuma rígido ter uma resistência à compressão, pelo menos, de  $4 \text{ N/mm}^2$ , por exemplo, de  $4$  a  $30 \text{ N/mm}^2$ .

11 - Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por o corpo de espuma rígido compreender uma espuma à base de resina poliuretano.

12 - Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por compreender também a maquinagem do material vazado por maquinagem por descarga eléctrica (MDE).

13 - Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado por o material a vazar compreender liga de zinco, liga de alumínio, ou aço.

Lisboa, 1. DEZ. 1992

Por NISSAN EUROPEAN TECHNOLOGY CENTRE LIMITED

=O AGENTE OFICIAL=

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'N' followed by a series of loops and a long horizontal stroke extending to the right.

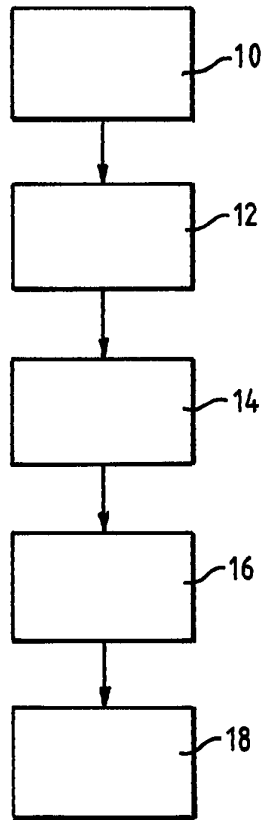


FIG. 1

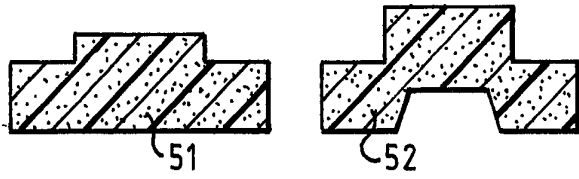


FIG. 2

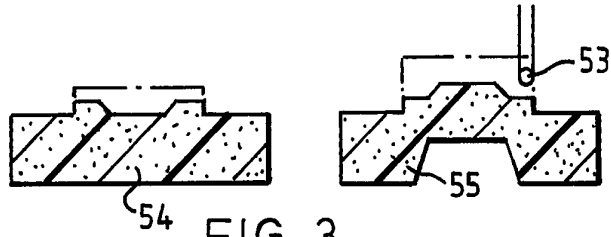


FIG. 3

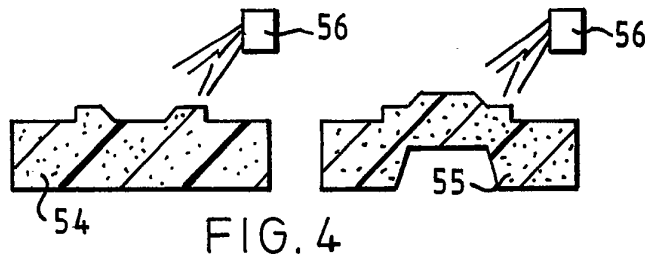


FIG. 4

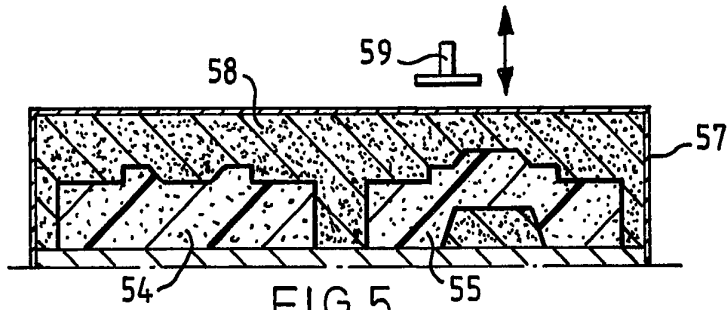


FIG. 5

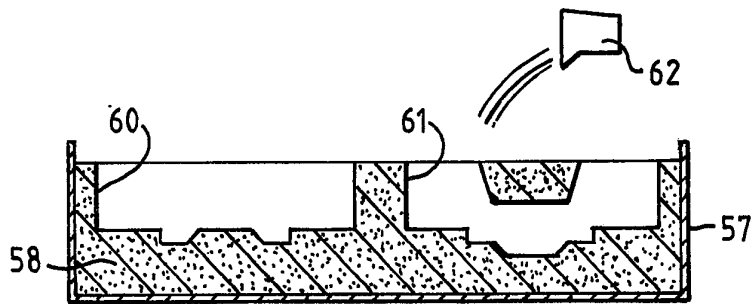


FIG. 6