

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(51) Classificação Internacional:
H01L 23/28 (2006.01) **B29C 45/02** (2006.01)
H01L 21/56 (2006.01) **H01L 21/67** (2006.01)
H01L 23/00 (2006.01) **H01L 23/31** (2006.01)

(22) Data de pedido: 2016.12.22	(73) Titular(es): BESI NETHERLANDS B.V. RATIO 6, 6921 RW DUIVEN NL
(30) Prioridade(s): 2015.12.23 NL 2016011	
(43) Data de publicação do pedido: 2017.06.29	(72) Inventor(es): WILHELMUS GERARDUS JOZEF GAL HENRICUS ANTONIUS MARIA FIERKENS NL NL
(45) Data e BPI da concessão: 2020.09.22 190/2020	(74) Mandatário: LUÍS HUMBERTO SILVESTRE DE ALMEIDA FERREIRA EDIFÍCIO NET - RUA DE SALAZARES, N.º 842 4149-002 PORTO PT

(54) Epígrafe: **PRENSA, CONJUNTO DE ATUADORES E MÉTODO PARA ENCAPSULAR COMPONENTES ELETRÓNICOS COM PELO MENOS DOIS ATUADORES CONTROLÁVEIS INDIVIDUAIS**

(57) Resumo:

A INVENÇÃO REFERE-SE A UMA PRENSA PARA ENCAPSULAR COMPONENTES ELETRÓNICOS MONTADOS NUM SUPORTE, COMPREENDENDO: PELO MENOS DUAS PEÇAS DE PRENSAR DESLOCÁVEIS UMA EM RELAÇÃO À OUTRA, UM SISTEMA DE ACIONAMENTO PARA O DESLOCAMENTO DAS PEÇAS DE PRENSAR E UM CONTROLO INTELIGENTE ADAPTADO PARA CONTROLAR O SISTEMA DE ACIONAMENTO DAS PEÇAS DE PRENSAR, EM QUE O SISTEMA DE ACIONAMENTO COMPREENDE PELO MENOS DOIS ATUADORES CONTROLÁVEIS INDIVIDUAIS, O CONTROLO INTELIGENTE LIGA-SE AINDA A VÁRIOS SENSORES DE DESLOCAMENTO PARA DETETAR O DESLOCAMENTO RELATIVO DAS PEÇAS DE PRENSAR E EM QUE O CONTROLO INTELIGENTE É ADAPTADO PARA CONTROLAR DINAMICAMENTE OS ATUADORES DO SISTEMA DE ACIONAMENTO AO LONGO DO TEMPO COM BASE NOS VALORES MEDIDOS DETETADOS COM OS SENSORES DE DESLOCAMENTO. A INVENÇÃO TAMBÉM SE REFERE A UM CONJUNTO DE ATUADORES PARA CONVERTER UMA PRENSA DO ESTADO DA TÉCNICA NUMA PRENSA DE ACORDO COM A PRESENTE INVENÇÃO, BEM COMO A UM MÉTODO PARA ENCAPSULAR COMPONENTES ELETRÓNICOS MONTADOS NUM SUPORTE.

R E S U M O

PRENSA, CONJUNTO DE ATUADORES E MÉTODO PARA ENCAPSULAR COMPONENTES ELETRÓNICOS COM PELO MENOS DOIS ATUADORES CONTROLÁVEIS INDIVIDUAIS

A invenção refere-se a uma prensa para encapsular componentes eletrónicos montados num suporte, compreendendo: pelo menos duas peças de prensar deslocáveis uma em relação à outra, um sistema de acionamento para o deslocamento das peças de prensar e um controlo inteligente adaptado para controlar o sistema de acionamento das peças de prensar, em que o sistema de acionamento compreende pelo menos dois atuadores controláveis individuais, o controlo inteligente liga-se ainda a vários sensores de deslocamento para detetar o deslocamento relativo das peças de prensar e em que o controlo inteligente é adaptado para controlar dinamicamente os atuadores do sistema de acionamento ao longo do tempo com base nos valores medidos detetados com os sensores de deslocamento. A invenção também se refere a um conjunto de atuadores para converter uma prensa do estado da técnica numa prensa de acordo com a presente invenção, bem como a um método para encapsular componentes eletrónicos montados num suporte.

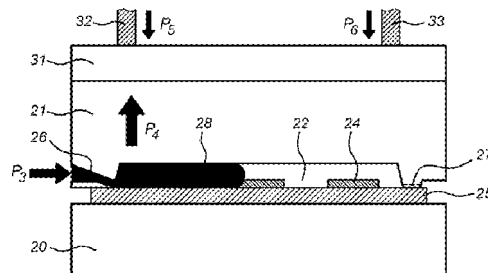


Fig. 2D

D E S C R I Ç ã O

PRENSA, CONJUNTO DE ATUADORES E MÉTODO PARA ENCAPSULAR
COMPONENTES ELETRÓNICOS COM PELO MENOS DOIS ATUADORES
CONTROLÁVEIS INDIVIDUAIS

[001] A invenção refere-se a uma prensa para encapsular componentes eletrónicos montados num suporte. A invenção também se refere a um conjunto de atuadores para converter uma prensa para encapsular componentes eletrónicos montados num suporte numa prensa de acordo com a presente invenção, bem como a um método para encapsular componentes eletrónicos montados num suporte.

[002] O encapsulamento de componentes eletrónicos montados num suporte com um material de encapsulamento é uma técnica conhecida. Em escala industrial, tais componentes eletrónicos são fornecidos com um encapsulamento, geralmente um encapsulamento de um epóxi de cura ao qual é adicionado um material de enchimento. Existe uma tendência no mercado para o encapsulamento simultâneo de maiores quantidades de componentes eletrónicos relativamente pequenos. Componentes eletrónicos podem ser considerados aqui, como semicondutores (chips, embora os LEDs neste contexto sejam também considerados semicondutores), que geralmente se estão a tornar cada vez mais pequenos. Uma vez que o material de encapsulamento tenha sido disposto, os componentes eletrónicos encapsulados colectivamente estão situados numa encapsulação (embalagem) que está disposta num lado, mas por vezes também em dois lados, do suporte. O material de encapsulamento geralmente assume a forma aqui de uma camada plana ligada ao suporte. O suporte pode consistir de uma estrutura de chumbo, um suporte multicamada - fabricado parcialmente a partir de epóxi - (também referido como placa ou substrato e assim por

diante) ou outra estrutura de suporte como suportes ou bolachas sensíveis de silício, vidro ou cerâmica ou qualquer outra estrutura de suporte.

[003] Durante o encapsulamento de componentes eletrônicos montados num suporte, a utilização é normalmente feita de acordo com a técnica anterior de prensas de encapsulação que acionam duas partes de molde com uma prensa de moldagem, em que pelo menos numa das partes de molde é recortada uma ou várias cavidades de molde. Depois de colocar o suporte com os componentes eletrônicos para encapsular entre as partes de molde, as partes de molde podem ser movidas uma em direção à outra movendo as peças de prensar às quais as partes de molde estão ligadas, por exemplo, de tal forma que elas apertam o suporte. Um material de encapsulamento líquido, normalmente aquecido, pode então ser alimentado às cavidades de molde, normalmente por meio de moldagem por transferência. Como alternativa, também é possível colocar o material de encapsulamento antes do fecho das partes de molde, por exemplo, como um granulado, ou folha, ou como líquido, na cavidade de molde, após o que os componentes a serem moldados são pressionados no material de encapsulamento; tal processo de encapsulamento por compressão é uma alternativa para moldagem por transferência. O epóxi é aplicado como material de encapsulamento (também referido como resina) que geralmente é fornecido com material de enchimento. Após pelo menos a cura parcial (química) do material de encapsulamento na cavidade/cavidades de molde, o suporte com componentes eletrônicos encapsulados é retirado da prensa de encapsulação. E subsequentemente os produtos encapsulados podem ser separados uns dos outros durante o processamento adicional. Este método de encapsulamento é praticado em grande escala industrial e permite o encapsulamento bem controlado de componentes

eletrônicos. Um problema durante o processo de encapsulamento e o subsequente processamento dos componentes eletrônicos moldados é que o controle da precisão das dimensões do produto moldado nem sempre é suficiente para atender às crescentes exigências de precisão no mercado, além disso, há o risco de danificar os suportes durante o processo de moldagem.

[004] A presente invenção tem por objeto fornecer um método e dispositivo alternativos, com os quais as vantagens do método da técnica anterior de encapsular componentes são mantidas, mas que fornecem um controle acrescido do processo, que leva, entre outros, a um melhor controle das dimensões dos componentes eletrônicos encapsulados e/ou a limitar o risco de se danificarem os suportes. A invenção também é capaz de encapsular componentes eletrônicos expostos, apertando os componentes antes de qualquer material de encapsulamento ser alimentado.

[005] A invenção proporciona para este propósito uma prensa para encapsular componentes eletrônicos montados num suporte que compreende pelo menos duas peças de prensar deslocáveis uma em relação à outra para suportar pelo menos duas partes de molde cooperantes, um sistema de acionamento para acionar o deslocamento relativo das peças de prensar e um controle inteligente ligado ao sistema de acionamento das peças de prensar, estando o referido controle inteligente adaptado para controlar o sistema de acionamento das peças de prensar, em que o sistema de acionamento compreende pelo menos dois atuadores controláveis individuais que permitem mudar a distribuição da pressão exercida pelo sistema de acionamento em pelo menos uma das peças de prensar numa posição das peças de prensar em que as peças de prensar exercem pressão mutuamente (assim após o fecho das partes de molde efetuado

pelas peças de prensar). O controlo inteligente da prensa da presente invenção liga-se ainda a vários sensores de deslocamento para detetar o deslocamento relativo das peças de prensar em vários locais, em que o controlo inteligente está adaptado para controlar dinamicamente os atuadores do sistema de acionamento ao longo do tempo com base nos valores detetados com os sensores de deslocamento.

[006] A prensa de acordo com a presente invenção permite manter substancialmente a orientação relativa das peças de prensar e, portanto, também das partes de molde cooperantes suportadas pelas peças de prensar, independentemente das cargas externas e variações na distribuição das cargas exercidas sobre as peças de prensar (ou exercidas sobre as partes de molde e transferidas para as peças de prensar). Na posição das peças de prensar, em que as peças de prensar exercem pressão mutuamente, as partes de molde estão numa posição fechada. Uma pressão externa que exerce influência pode ser a alimentação do material de moldagem (líquido) a uma cavidade de moldagem ou cavidades de moldagem de pelo menos uma das partes de molde. Durante o início da alimentação do material de moldagem, somente os canais de alimentação e subsequentemente também uma parte da cavidade de moldagem (cavidades de moldagem) serão preenchidas com material de moldagem líquido, de modo que somente nesses locais o material de moldagem exercerá pressão sobre as partes de molde (que é transferida para as peças de prensar). Estas cargas locais e variáveis sobre as peças de prensar levarão a deslocamentos (limitados; na ordem de microns) locais das partes de molde (e, portanto, também das peças de prensar que suportam as partes de molde) que - sem ação adicional - levariam a correspondentes imprecisões nas dimensões do produto moldado a ser formado e a pressão local aumentada sobre os suportes. A presente invenção permite agora a deteção de quaisquer deslocamentos locais

(limitados) das peças de prensar e a correção/compensação desses deslocamentos, alterando a distribuição da pressão exercida pelo sistema de acionamento em pelo menos uma das peças de prensar e, assim, nivelar as peças de prensar (e, portanto, as partes de molde fixadas às peças de prensar) à posição mútua original (desejada). Além disso, a força de aperto sobre o suporte está mais sob controlo com a prensa de acordo com a invenção, visto que pressões de pico no suporte devido a deslocamentos locais das peças de prensar (e assim das partes de molde fixadas às peças de prensar) podem ser evitadas, ou pelo menos limitadas. A vantagem de um melhor controlo da pressão (máxima) no suporte é, que, por exemplo, rachaduras em silício ou vidro sensíveis (ou outros suportes ou bolachas fracos) podem ser evitadas. Além disso, um controlo acrescido na distribuição da força de aperto proporciona um melhor controlo na ventilação (para ventilar os gases da cavidade interna), pois as dimensões planificadas das aberturas de ventilação serão melhor mantidas com o controlo de posição melhorado das peças de prensar (e assim as partes de molde fixadas às peças de prensar). Além disso, um melhor controlo da orientação das peças de prensar (e, portanto, das partes de molde fixadas às peças de prensar) é que há menos hipótese de fuga de material de moldagem entre as partes de molde ("vazamento" ou "rebarba"). A presente invenção resulta assim num maior controlo sobre as dimensões resultantes dos produtos moldados, menor possibilidade de danos no suporte e melhor controlo do processo (por exemplo, uma função de ventilação adequada e evitação de vazamento/rebarba). Deve ficar claro que não apenas durante a alimentação do material de moldagem em pelo menos uma das partes de molde, as cargas externas sobre as peças de prensar podem mudar. A mesma situação pode surgir durante o processo de cura (ou parte do processo de cura) do material de moldagem. A mesma

compensação de posicionamento relativo de mudança local das peças de prensar durante (parte) a cura do material de moldagem pode ser compensada mudando a distribuição da pressão exercida pelo sistema de acionamento em pelo menos uma das peças de prensar pelos pelo menos dois atuadores controláveis individuais.

[007] No caso do sistema de acionamento da prensa compreender pelo menos três atuadores controláveis individuais, por exemplo, um cilindro de acionamento em combinação com pelo menos dois cilindros de prensar, a possibilidade de ajuste de uma peça de prensar em duas dimensões é possível, o que aumenta ainda mais o controlo sobre as dimensões dos componentes eletrónicos a serem moldados.

[008] Os atuadores controláveis individuais podem ser formados por cilindros de pressão, normalmente cilindros de pressão hidráulica. Mas, como alternativa, um ou mais dos atuadores controláveis individuais podem ser realizados como um fuso. Estes tipos de atuadores são adequados para os requisitos de pressão numa prensa de moldagem, desde que a direção da pressão exercida pelos atuadores corresponda à direção de deslocamento dos atuadores. Quanto ao posicionamento dos atuadores controláveis individuais; pelo menos dois dos cilindros de pressão preferencialmente entram em contacto com a peça de prensar descentrada para permitir a alteração da orientação da peça de prensar com os atuadores. Os atuadores podem atuar nas peças de prensar opostas mas em termos regulamentares e de construção, é mais simples se pelo menos três atuadores, como cilindros de pressão, atuarem em conjunto com uma única peça de prensar. Uma opção alternativa é usar quatro ou mais cilindros a atuar em conjunto com uma única peça de prensar.

[009] Como as exigências em termos de precisão geométrica e de distribuição de força de aperto na área de moldagem de componentes eletrônicos são altas, os sensores de deslocamento são preferencialmente sensíveis a deslocamentos relativos de microns (μm). Os sensores de deslocamento podem proporcionar tal precisão e podem ser combinados com DOI (Detecção de Objeto Indesejado) para detetar materiais indesejados e/ou inesperados, por exemplo, objetos que não devem estar presentes no local onde os objetos são detetados, durante o fecho das partes de molde. Uma opção para tais sensores são - relativamente baratos - detetores de proximidade indutivos analógicos ou detetores de proximidade capacitivos analógicos usados como sensores de deslocamento, e uma alternativa mais cara é a incorporação de sensores lineares incrementais de efeito óptico ou efeito Hall com sistemas de régua de alta precisão.

[0010] A presente invenção refere-se não apenas à prensa como tal, mas também à prensa, em que as peças de prensar suportam pelo menos duas partes de molde, sendo pelo menos uma das partes de molde dotada de pelo menos uma cavidade de molde recortada num lado de contacto para encerrar pelo menos um dos componentes eletrônicos colocados no suporte, a superfície de contacto desta parte de molde encerrando pelo menos parcialmente a cavidade de molde para uma ligação estanque moderada ao suporte numa posição fechada das partes de molde. Uma parte de molde pode também incluir um canal de alimentação para material de moldagem recortado na superfície de contacto da parte de molde dotada com a cavidade de molde. Esse canal de alimentação também é chamado do inglês, de "runner".

[0011] A prensa com partes de molde pode ainda também compreender meios de alimentação dotados de pelo menos um

êmbolo com o propósito de exercer pressão sobre um material de encapsulamento líquido de tal modo que o material de encapsulamento seja deslocado para a cavidade de molde que encerra o componente eletrónico. Este tipo de prensas também é chamado de prensas de "moldagem por transferência". A prensa de acordo com a invenção torna possível alcançar uma especificação de produto mais alta com partes de molde do estado da técnica e com hipóteses limitadas de danos nos suportes e, portanto, não requer a adaptação/ajuste de partes de molde padronizadas. Tal limita os investimentos necessários para melhorar a precisão da produção e o controlo do processo.

[0012] A prensa com partes de molde pode ainda compreender meios de libertação para facilitar a libertação da pelo menos uma parte de molde que é dotada com pelo menos uma cavidade de molde recortada num lado de contacto para encerrar pelo menos um componente eletrónico colocado no suporte. Pela utilização de tais meios de libertação, o lado de contacto é formado pela superfície de contacto dos meios de libertação e a superfície de contacto da pelo menos uma parte de molde com que os meios de libertação cooperam. Ao proporcionar os meios de libertação, a libertação da parte de molde dotada da cavidade de molde, de um conjunto encapsulado de componentes eletrónicos montados num suporte é facilitada. De preferência, os meios de libertação estão configurados para cooperar com o lado de contacto da parte de molde precisamente abaixo da posição em que os canais de alimentação estão localizados. Ainda de modo mais preferido, os meios de libertação cooperam com a pelo menos uma parte de molde dotada com a cavidade de molde, de tal modo que os canais de alimentação são formados pelo fecho da pelo menos uma parte de molde sobre os meios de libertação. Em alternativa, os canais de alimentação podem ser incorporados nos meios de libertação,

isto é, a pelo menos uma parte de molde com a qual os meios de libertação cooperam já não é fornecida com canais de alimentação. Os meios de libertação são configurados de tal modo que os canais de alimentação proporcionados pelos meios de libertação desembocam na cavidade de molde formada pelo fecho da pelo menos uma parte de molde nos meios de libertação.

[0013] A prensa fornecida com meios de libertação facilita a libertação fácil da parte de molde dotada de canais de alimentação, uma vez que o lado de contacto da parte de molde por baixo dos canais de alimentação não necessita de ser removida juntamente com a libertação da parte de molde. A remoção do lado de contacto por baixo dos canais de alimentação é consideravelmente mais difícil após a realização do método de encapsulamento devido ao material de moldagem curado que permanece nos canais de alimentação após o processo de moldagem. Ao libertar-se a parte de molde dotada com a cavidade de molde, por exemplo, a parte de molde superior, em primeiro lugar, os componentes eletrónicos encapsulados podem ser libertados subsequentemente, antes de se retraírem os meios de libertação do conjunto de molde.

[0014] Em alternativa, os meios de libertação podem ser retraídos do conjunto de molde após a libertação da parte de molde com a qual os meios de libertação cooperam. Preferencialmente, os meios de libertação são deslocáveis numa direção substancialmente perpendicular à direção do deslocamento relativo das peças de prensar. Numa tal forma de realização, o material com o qual os meios de libertação são feitos é escolhido de tal modo que a parte do material de moldagem curado nos canais de alimentação (e cujo material de moldagem se liga parcialmente à superfície dos

meios de libertação) é retraída do conjunto de molde por retração dos meios de libertação.

[0015] Alternativamente, os meios de libertação podem ser deslocáveis numa direção que corresponde à direção do deslocamento relativo das peças de prensar. Ao proporcionar meios de libertação que são deslocáveis na mesma direção do deslocamento relativo das peças de prensar, o material de moldagem curado nos canais de alimentação após a moldagem dos componentes eletrónicos pode ser removido por quebra.

[0016] A presente invenção também proporciona um conjunto de atuadores para converter uma prensa para encapsular componentes eletrónicos montados num suporte numa prensa de acordo com a presente invenção e como divulgado acima, o conjunto de atuadores compreende pelo menos um atuador para acionar o deslocamento relativo de uma das peças de prensar da prensa, em que o pelo menos um atuador está adaptado para ser montado com uma das peças de prensar e para ser ligado a um controlo inteligente da prensa. Um tal conjunto de atuadores permite a conversão de uma prensa do estado da técnica com um único acionamento numa prensa avançada de acordo com a invenção. Uma tal unidade de reconversão permite converter prensas padronizadas com investimento limitado no sistema avançado de acordo com a presente invenção. O conjunto de atuadores também compreende sensores de deslocamento para detetar o deslocamento relativo das peças de prensar da prensa em vários locais, estando os referidos sensores de deslocamento adaptados para serem montados com as peças de prensar da prensa e para serem ligados ao controlo inteligente da prensa. O conjunto de atuadores pode ainda compreender um programa de controlo inteligente necessário para controlar as informações de processamento dos sensores de deslocamento.

[0017] A presente invenção também fornece um método para encapsular componentes eletrônicos montados num suporte com material de encapsulamento, compreendendo as passos de processamento de: A) colocar um componente eletrônico para encapsular numa parte de molde, B) deslocar relativamente pelo menos duas partes de molde em direção uma à outra com uma força de fecho tal que os componentes eletrônicos para encapsular são encerrados por pelo menos uma cavidade de molde e o suporte é apertado entre as partes de molde, C) exercer pressão sobre um material de encapsulamento líquido com pelo menos um êmbolo, de modo que o material de encapsulamento seja deslocado para a pelo menos uma cavidade de molde que encerra os componentes eletrônicos, D) encher a cavidade de molde com material de encapsulamento e E) pelo menos parcialmente curar o material de encapsulamento na cavidade de molde, em que a distribuição da pressão exercida em pelo menos uma das partes de molde durante pelo menos o passo de processamento D) é variada dependendo dos deslocamentos locais medidos das partes de molde.

[0018] Em relação ao deslocamento relativo das pelo menos duas partes de molde, nota-se que o termo "deslocamento relativo" engloba pelo menos o deslocamento de ambas as partes de molde em direção uma à outra, bem como o deslocamento de uma das partes de molde em direção à outra parte de molde.

[0019] A distribuição da pressão exercida em pelo menos uma das partes de molde durante pelo menos os passos de processamento D) e E) pode ser variada dependendo dos deslocamentos locais medidos das partes de molde. Com este método, uma distribuição de pressão ativa sobre uma (ou mesmo ambas) as peças de molde é realizada durante pelo menos uma parte da trajetória de transferência. A

transferência do material de moldagem realizará uma variação nas cargas exercidas sobre as partes de molde, bem como uma variação na distribuição das cargas exercidas sobre a parte de molde com o efeito de mudanças (limitadas) no posicionamento relativo local da parte de molde. Estas (limitadas) mudanças no posicionamento relativo local da parte de molde resultarão, por sua vez, em imprecisões (limitadas) nas dimensões do produto moldado, num controlo de processo aprimorado, bem como numa possibilidade limitada de danos aos suportes durante o processo de moldagem. Para outras vantagens do método de acordo com a presente invenção, é feita referência às vantagens conforme acima mencionado em relação à prensa de acordo com a presente invenção e que são aqui também incorporadas por referência em relação ao método de acordo com a invenção.

[0020] A distribuição da pressão exercida em pelo menos uma das partes de molde pode ser variada controlando individualmente pelo menos dois, mas de preferência pelo menos três, atuadores controláveis independentes que cooperam com pelo menos uma das partes de molde. Os vários controlos permitem alterar a orientação da parte de molde e o controlo total da disposição da orientação requer pelo menos três controlos. Para o controlo da orientação de uma parte de molde, a distribuição da pressão exercida em pelo menos uma das partes de molde pode ser controlada, pelo menos parcialmente, pela realimentação dos deslocamentos locais medidos das partes de molde. Adicionalmente, a distribuição da pressão exercida em pelo menos uma das partes de molde pode ser pelo menos parcialmente controlada por alimentação em avanço de pelo menos uma variável de processo detetada. No caso de, por exemplo, a pressão de enchimento e a progressão do enchimento decorrerem ao longo de caminhos conhecidos, as variações da pressão exercida e a distribuição de pressão, há uma estimativa razoável a ser

feita sobre as mudanças na orientação relativa das partes de molde numa situação passiva em que as mudanças esperadas não são compensadas. Com base nestas estimativas em termos de comportamento, um direcionamento de alimentação em avanço pode antecipar a orientação relativa alterada que é esperada. Para tal direcionamento de alimentação em avanço, a distribuição da pressão exercida em pelo menos uma das partes de molde pode, pelo menos parcialmente, ser controlada por informação armazenada do histórico do processo. Um tal direcionamento (controlo) também se pode adaptar continuamente, de modo que o controlo se torne um sistema de controlo de "autoaprendizagem".

[0021] Além disso, o método para encapsular de acordo com a presente invenção pode ainda compreender o passo de deslocar meios de libertação numa direção substancialmente perpendicular (ou alternativamente numa direção que corresponde) à direção do deslocamento relativo das pelo menos duas partes de molde antes de apertar o suporte entre as partes de molde no passo B), de tal modo que os meios de libertação façam parte do lado de contacto da pelo menos uma parte de molde dotada com a pelo menos uma cavidade de molde para apertar o suporte entre os meios de libertação e as partes de molde. Note-se que, ao utilizar os meios de libertação, os meios de libertação reduzem a força de aperto efetiva da parte de molde, com a qual os meios de libertação cooperam. Por conseguinte, o método da presente invenção pode ainda compreender um passo de calibração, antes de apertar o suporte entre os meios de libertação e as partes de molde. Tal passo de calibração compreende o deslocamento relativo das pelo menos duas partes de molde uma em direção à outra com uma força de fecho tal que os componentes eletrónicos para encapsular são encerrados por pelo menos uma cavidade de molde e o suporte é apertado entre as partes de molde. Através da inclusão de tal passo

de calibração, uma pressão da linha de base pode ser medida sem se utilizarem os meios de libertação. A medição da linha de base da força de aperto é realizada deslocando relativamente as pelo menos duas partes de molde uma em direção à outra. A força de aperto medida durante a utilização dos meios de libertação é comparada com a força de aperto medida durante a medição da linha de base. A força de aperto real exercida no suporte é corrigida controlando independentemente os atuadores.

[0022] A presente invenção será ainda explicada com base nas formas de realização exemplificativas não limitativas mostradas nas figuras que se seguem. Estas mostram:

figura 1, uma vista esquemática de uma prensa para encapsular componentes eletrónicos de acordo com a presente invenção;

figura 2A, uma vista lateral esquemática de um par de partes de molde e um suporte com componentes eletrónicos numa situação antes do encapsulamento em que as partes de molde estão abertas;

a figura 2B é uma vista lateral das partes de molde e do suporte com componentes eletrónicos, como mostrado na figura 2A, numa situação antes do encapsulamento, em que as partes de molde estão fechadas;

figura 2C, uma vista lateral das partes de molde e do suporte com componentes eletrónicos, como mostrado nas figuras 2A e 2B, numa situação durante o encapsulamento com partes de molde fechadas de acordo com o estado da técnica;

figura 2D, uma vista lateral das partes de molde e do suporte com componentes eletrónicos como mostrado nas

figuras 2A e 2B numa situação durante o encapsulamento com partes de molde fechadas de acordo com a presente invenção;

figura 2E, uma vista lateral das partes de molde e do suporte com componentes eletrónicos com dimensões diferentes como a situação mostrada na figura 2B, também aqui numa situação antes do encapsulamento, em que as partes de molde estão fechadas;

figura 2F, uma vista lateral das partes de molde e do suporte com componentes eletrónicos como mostrado na figura 2E numa situação durante o encapsulamento com partes de molde fechadas de acordo com a presente invenção;

figura 3, uma vista superior de uma parte de molde com uma cavidade de moldagem parcialmente preenchida com material de moldagem;

figura 4A, uma vista lateral esquemática de um par de partes de molde e de um suporte com componentes eletrónicos numa situação antes do encapsulamento, em que as partes de molde estão abertas;

figura 4B, uma vista lateral das partes de molde e do suporte com componentes eletrónicos, como se mostra na figura 4A, numa situação antes do encapsulamento, em que as partes de molde estão fechadas;

figura 5A, uma vista lateral esquemática de um par de partes de molde e de um suporte com componentes eletrónicos numa situação antes do encapsulamento, em que as partes de molde estão abertas; e

figura 5B, uma vista lateral das partes de molde e do suporte com componentes eletrónicos, como mostrado na figura 5A, numa situação antes do encapsulamento, em que as partes de molde estão fechadas.

[0023] A figura 1 mostra uma prensa 1 para encapsular componentes eletrónicos com uma estrutura 2 que suporta duas peças de prensar 3, 4 deslocáveis em relação uma à outra, de acordo com a seta P_1 . A prensa 1 compreende um cilindro de acionamento principal 5, isto é, o primeiro atuador, que é controlado por um sistema de bomba de fluido 6. As peças de prensar 3, 4 são adequadas para suportar duas partes de molde cooperantes (não mostradas nesta figura). A prensa também inclui dois sensores de deslocamento 7, 8 para detetar o deslocamento relativo das peças de prensar 3, 4 em vários locais das peças de prensar 3, 4 (aqui, na vista esquerda e direita das peças de prensar 3, 4). Os sensores de deslocamento 7, 8 estão ligados a um controlo inteligente 9 que pode fazer parte de uma consola de operação 10. A informação fornecida pelos sensores de deslocamento 7, 8 é processada pelo controlo inteligente 9 e pode resultar num direcionamento do sistema de bomba de fluido 6. Na presente invenção existem dois cilindros de pressão controláveis individuais 11, 12, isto é, o segundo e terceiro atuador, que também são alimentados (direcionados) pelo sistema de bomba de fluido 6 através da linha de controlo 13, mas de modo que o seu deslocamento é controlado individualmente (portanto, de modo independente do cilindro de acionamento principal 5 e independente um do outro). Isto proporciona a oportunidade de influenciar a distribuição da pressão (carga) exercida sobre a parte da prensa inferior 4 e, portanto, da orientação da parte inferior da prensa 4.

[0024] A figura 2A mostra uma vista lateral esquemática de um par de partes de molde 20, 21. A parte de molde superior 21 está dotada com uma cavidade de moldagem 22 que está recortada num lado de contacto 23 da parte de molde 21 para encerrar pelo menos componentes eletrónicos 24 colocados num suporte 25. Na parte de molde superior 21 está também

recortado um canal de alimentação 26 para alimentar material de moldagem (não visível nesta figura) à cavidade de moldagem 22. A cavidade de moldagem 22 é rodeada pelo lado de contacto 23 que é concebido para se ligar ao suporte 25 e neste lado de contacto 23 é fornecida uma abertura de ventilação 27 para permitir que os gases saiam da cavidade de moldagem 22 durante o processo de moldagem. De acordo com a seta P_2 , as partes de molde 20, 21 são fechadas uma sobre a outra, como é mostrado na figura 2B.

[0025] Na figura 2B o fecho do molde é executado pela parte de molde superior 21 que está em contacto com o suporte 25 na parte de molde inferior 20 mas ainda antes de o material de moldagem ser alimentado à cavidade de moldagem 22. A abertura de ventilação 27 deixa uma pequena saída de gás livre entre o suporte 25 e a parte de molde 21. Como as partes de molde 20, 21 são agora fechadas com a força de aperto restrita da prensa que suporta as partes de molde 20, 21 para evitar danos no suporte 25, a situação é preparada para encher a cavidade de moldagem 22 através do canal de alimentação 26 com material de moldagem de acordo com P_3 .

[0026] Na figura 2C, o material de moldagem 28 é alimentado à cavidade de molde 22 de acordo com o estado da técnica. O efeito que pode ocorrer (que é exagerado nesta figura 2C) é que o material de moldagem 28 localmente (aqui no lado esquerdo) exerce uma pressão (ver seta P_4) na parte de molde superior 21, em que a pressão local (P_4) faz a parte de molde superior 21 inclinar (deslocamento em relação à parte de molde inferior 20). As desvantagens de tal deslocamento relativo das partes de molde 20, 21 são, entre outras, que o componente eletrónico moldado resultante tem uma forma indesejada (aqui um "pacote" de alojamento restante inclinado de material de moldagem 28) assim como o

material de moldagem 28 poder vaziar entre o lado de contacto 23 da parte de molde 21 e o suporte (ver fuga/vazamento/rebarba 30). Um outro inconveniente da situação, como representado na figura 2C, é que a parte de molde superior 21 localmente (ver vista direita do desenho) é pressionada no suporte 25 o que pode danificar o suporte 25 e que também pode influenciar a capacidade de descarga de gás da abertura de ventilação 27 (ou mesmo leva a um bloqueio completo da descarga de gás).

[0027] Na figura 2D, o material de moldagem 28 é também alimentado à cavidade de molde 22, mas agora numa situação de acordo com a presente invenção. A parte de molde superior 21 está fixa a uma peça de prensar 31 acionada por dois atuadores controláveis individuais 32, 33 (aqui atuadores de fuso como uma alternativa para os atuadores de cilindro como mostrado na figura 1). Para compensar a pressão exercida pelo material de moldagem 28 (ver seta P₄) a pressão exercida pelo atuador esquerdo 32 (ver seta P₅) é maior do que a pressão exercida pelo atuador direito 33 (ver seta P₆). A diferente distribuição de pressão de acordo com a presente invenção durante a alimentação do material de moldagem 28 pelos atuadores 32, 33 evita várias desvantagens como mostrado na figura 2C, as dimensões dos componentes eletrónicos moldados 24 são melhor controladas, existe menos possibilidade de danificar o suporte 25 e a ventilação 27 funcionará adequadamente.

[0028] A Figura 2E mostra as partes de molde 20,21 a apertar um suporte 25 com componentes eletrónicos 24, cujos componentes eletrónicos 24 estão precisamente a tocar com alta exatidão o interior da cavidade de molde 22 do molde superior 21. Na situação representada, as partes de molde 20, 21 são fechadas com uma força de aperto restringida

para evitar danos no suporte 25 e nos componentes eletrônicos 24.

[0029] Na figura 2F, o material de moldagem 28 é alimentado à cavidade de molde 22 que suporta os componentes eletrônicos como mostrado na figura 2E de acordo com a presente invenção. O lado superior dos componentes eletrônicos 24 é mantido livre de material de moldagem 28, de tal modo que os componentes eletrônicos "expostos" 24 permanecem depois do processo de moldagem. A parte de molde superior 21 está fixa à peça de prensar 31 como é mostrado na figura 2D e é acionada pelos dois atuadores controláveis individuais 32, 33 como já explicado em relação à figura 2D. Também aqui a pressão exercida pelo material de moldagem 28 (ver seta P₄) é compensada pela pressão exercida pelo atuador esquerdo 32 (ver seta P₅) que é maior que a pressão exercida pelo atuador direito 33 (ver seta P₆). As dimensões e as superfícies expostas dos componentes eletrônicos moldados 24 são bem controladas, há uma hipótese limitada de danificar o suporte 25 ou os componentes eletrônicos 24 e a ventilação 27 funcionará adequadamente.

[0030] A figura 3 mostra uma vista superior de uma parte de molde 40 com uma cavidade de moldagem 41 parcialmente cheia com material de moldagem 42. O material de moldagem (líquido) 42 é alimentado por êmbolos 43 à cavidade de moldagem 41. A cavidade de moldagem 41 aqui mostrada é circular, por exemplo, para moldar um suporte do tipo bolacha. Também indicado com ponteados são os locais onde três atuadores controláveis individuais 44, 45, 46 estão localizados no lado oposto da parte de molde 40 onde a cavidade de moldagem 41 está localizada. As posições dos atuadores controláveis individuais 44, 45, 46 permitem controlar a orientação completa da parte de molde 40, visto

que três atuadores 44, 45, 46 permitem o nivelamento completo de uma superfície (a parte de molde 40) na segunda dimensão (em comprimento e transversalmente na direção do fluxo do material de moldagem 42).

[0031] A figura 4A e a figura 4B mostram uma outra forma de realização da presente invenção. A figura 4A mostra uma vista lateral esquemática de um par de partes de molde 20, 21. A parte de molde superior 21 está dotada com uma cavidade de moldagem 22 para encerrar pelo menos componentes eletrónicos 24 colocados num suporte 25. Na parte de molde superior 21 está também recortado um canal de alimentação 26 para alimentar material de moldagem (não visível nesta figura) à cavidade de moldagem 22. Diferente da forma de realização mostrada na figura 2A, o dispositivo de moldagem da figura 4A compreende ainda meios de libertação 47 da parte de molde superior 21, para facilitar a libertação da parte de molde superior 21 dos componentes eletrónicos encapsulados 24. Os meios de libertação 47 podem ser deslocados de acordo com a seta P₇. Os meios de libertação 47 podem ser deslocados independentemente do deslocamento das partes de molde 20, 21. De modo semelhante à forma de realização divulgada na figura 2A, as partes de molde 20, 21 são fechadas uma sobre a outra de acordo com a seta P₂. Em última análise, aquando do fecho das partes de molde 20, 21, mas de preferência antes do fecho das partes de molde 20, 21, os meios de libertação 47 são colocados em linha com as partes de molde 20, 21, para formar o conjunto de partes de molde fechadas da figura 4B.

[0032] Na figura 4B a cavidade de moldagem 22 está rodeada pelo lado de contacto 23 como mostrado na figura 2B, do qual os meios de libertação 47 fazem parte e em que o lado de contacto 23 é concebido para ligar ao suporte 25 e neste lado de contacto 23 uma abertura de ventilação 27 é

fornecida para permitir que os gases saiam da cavidade de moldagem 22 durante o processo de moldagem. Além disso, o fecho do molde é executado pela parte de molde superior 21 que está em contacto com o suporte 25 e os meios de libertação 47 na parte de molde inferior 20 mas ainda antes do material de moldagem ser alimentado à cavidade de moldagem 22. A abertura de ventilação 27 deixa uma pequena saída de gás livre entre o suporte 25 e a parte de molde 21. Como as partes de molde 20, 21 são fechadas agora com força de aperto restrita da prensa que suporta as partes de molde 20, 21 para evitar danos no suporte 25, a situação é preparada para encher a cavidade de moldagem 22 através do canal de alimentação 26 com material de moldagem de acordo com P₃.

[0033] Depois de encher a cavidade de molde 22 com material de moldagem, a parte de molde superior 21 pode ser libertada facilmente. Ao proporcionar os meios de libertação 47 na parte do lado de contacto 23, o canal de alimentação 26 é proporcionado, a parte de molde superior 21 pode ser libertada sem a necessidade de libertar o lado de contacto 23 circundante completo do suporte 25 na parte de molde inferior 20. Após a parte de molde superior 21 ser removida, os meios de libertação 47 são retraídos da posição de fecho (a posição mostrada na figura 4B) para permitir a libertação adicional dos componentes eletrónicos encapsulados 24. De preferência, os meios de libertação 47 são retraídos numa direção oposta à direção indicada pela seta P₇ como mostrado na figura 4A. De preferência, o material utilizado para os meios de libertação 47 é escolhido de tal modo que a parte do material de moldagem 28 curado no canal de alimentação 26 é retraída do dispositivo de partes de molde por retração dos meios de libertação 47.

[0034] Semelhante às formas de realização mostradas nas figuras 4A e 4B, as figuras 5A e 5B mostram uma forma de realização compreendendo os meios de libertação 47, em que o canal de alimentação 26 é proporcionado nos meios de libertação 47. Ao fechar as partes de molde 20, 21 a cavidade de molde 22 formada liga-se ao canal de alimentação 26 dos meios de libertação 47.

R E I V I N D I C A Ç Õ E S

1. Prensa (1) de moldagem por transferência para encapsular componentes eletrónicos (24) montados num suporte (25), compreendendo:

- pelo menos duas peças de prensar (3,4) deslocáveis uma em relação à outra para suportar pelo menos duas partes de molde cooperantes (20,21), sendo pelo menos uma das partes de molde dotada de pelo menos uma cavidade de molde (22,41) recortada num lado de contacto (23) para encerrar pelo menos um componente eletrónico (24) colocado no suporte (25), a superfície de contacto desta parte de molde, encerrando pelo menos parcialmente a cavidade de molde (22,41) para uma ligação estanque moderada ao suporte (25) numa posição fechada das partes de molde;

- um sistema de acionamento para acionar o deslocamento relativo das peças de prensar; e

- um controlo inteligente (9) ligado ao sistema de acionamento das peças de prensar (3,4),

sendo o referido controlo inteligente (9) adaptado para controlar o sistema de acionamento das peças de prensar (3,4),

em que o sistema de acionamento compreende pelo menos dois atuadores controláveis individuais (11, 12, 32, 33, 44, 45, 46) e em que o controlo inteligente (9) se liga adicionalmente a vários sensores de deslocamento (7,8) para detetar o deslocamento relativo das peças de prensar (3,4) em vários locais,

caracterizada por o controlo inteligente é adaptado para controlar os atuadores (11, 12, 32, 33, 44, 45, 46) do sistema de acionamento dinamicamente ao longo do tempo com base nos valores medidos detetados com os sensores de deslocamento (7,8) para alterar a distribuição da pressão exercida pelo sistema de acionamento em pelo menos uma das partes da prensa durante a alimentação de um material de encapsulamento à cavidade de molde (22,41), em que as partes de molde (20,21) estão numa posição fechada e em que as peças de prensar (3,4) exercem pressão mutuamente.

2. Prensa de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada por** o sistema de acionamento compreender pelo menos três atuadores controláveis individuais (11, 12, 32, 33, 44,45,46).

3. Prensa de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada por** a direção da pressão exercida pelos atuadores (11, 12, 32, 33, 44, 45, 46) corresponder à direção de deslocamento dos atuadores.

4. Prensa de acordo com as reivindicações 1 ou 2, **caracterizada por** os atuadores controláveis individuais serem cilindros de pressão.

5. Prensa de acordo com a reivindicação 4, **caracterizada por** pelo menos três cilindros de pressão atuarem conjuntamente com uma única peça de prensar.

6. Prensa de acordo com as reivindicações 1 ou 2, **caracterizada por** os sensores de deslocamento (7,8) serem sensíveis a deslocamentos relativos de microns.

7. Prensa de acordo com as reivindicações 1 ou 2, **caracterizada por** os sensores de deslocamento (7,8) serem

adaptados para detetar objetos que não devem estar presentes no lugar onde os objetos são detetados.

8. Prensa de acordo com as reivindicações 1 ou 2, **caracterizada por** a prensa com partes de molde também compreender meios de alimentação dotados de pelo menos um êmbolo (43) com o propósito de exercer pressão sobre um material de encapsulamento líquido (42) de tal modo que o material de encapsulamento seja deslocado para a cavidade de molde que encerra o componente eletrónico.

9. Prensa de acordo com a reivindicação 8, **caracterizada por** a prensa compreender ainda meios de libertação (47) para facilitar a libertação da pelo menos uma parte de molde que é dotada de pelo menos uma cavidade de molde (41) recortada num lado de contacto para encerrar pelo menos um componente eletrónico (24) colocado sobre o suporte(25), em que o lado de contacto é formado pela superfície de contacto dos meios de libertação (47) e a superfície de contacto da pelo menos uma parte de molde com que os meios de libertação cooperam.

10. Prensa de acordo com a reivindicação 9, **caracterizada por** os meios de libertação (47) serem deslocáveis numa direção substancialmente perpendicular à direção do deslocamento relativo das peças de prensar.

11. Prensa de acordo com a reivindicação 9, **caracterizada por** os meios de libertação (47) compreenderem um canal de alimentação (26) para alimentar o material de encapsulamento à cavidade de molde (22).

12. Conjunto de atuador para converter uma prensa para encapsular componentes eletrónicos montados num suporte

(25) numa prensa (1) de acordo com a reivindicação 1, o conjunto de atuador compreende:

- pelo menos um atuador (11, 12, 32, 33, 44, 45, 46) para acionar o deslocamento relativo de uma das peças de prensar (3,4) da prensa, sendo o referido pelo menos um atuador adaptado para ser montado com uma das peças de prensar e para ser ligado a um controlo inteligente (9) da prensa; e

- sensores de deslocamento (7, 8) para detetar o deslocamento relativo das peças de prensar da prensa em vários locais, estando os referidos sensores de deslocamento (7,8) adaptados para serem montados com as peças de prensar da prensa e para serem ligados ao controlo inteligente (9) da prensa.

13. Conjunto de atuadores de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado por** o conjunto de atuadores também compreender um programa de controlo inteligente para processar informação dos sensores de deslocamento para controlar o sistema de acionamento combinado da prensa.

14. Método para encapsular componentes eletrónicos (24) montados num suporte com material de encapsulamento, compreendendo os passos de processamento de:

A) colocar um componente eletrónico (24) para encapsular numa parte de molde,

B) deslocar relativamente pelo menos duas partes de molde (20, 21) uma em direção à outra com uma força de fecho tal que os componentes eletrónicos (24) para encapsulamento sejam encerrados por pelo menos uma cavidade de molde (22) e o suporte (25) seja apertado entre as partes de molde,

C) exercer pressão sobre um material de encapsulamento líquido (42) com pelo menos um êmbolo, de modo que o material de encapsulamento seja deslocado para a pelo menos uma cavidade de molde que encerra os componentes eletrônicos,

D) preencher a cavidade de molde com material de encapsulamento (42), e

E) curar pelo menos parcialmente o material de encapsulamento na cavidade de molde,

em que a distribuição da pressão exercida em pelo menos uma das partes de molde durante pelo menos o passo de processamento D) é variada dependendo dos deslocamentos locais medidos das partes de molde.

15. Método para encapsular de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado por** a distribuição da pressão exercida em pelo menos uma das partes de molde durante pelo menos os passos de processamento D) e E) ser variada dependendo dos deslocamentos locais medidos das partes de molde.

16. Método para encapsular de acordo com a reivindicação 14 ou 15, **caracterizado por** a distribuição da pressão exercida em pelo menos uma das partes de molde ser variada controlando individualmente pelo menos dois atuadores controláveis independentes (11, 12, 32, 33, 44, 45, 46) que cooperam com pelo menos uma das partes de molde.

17. Método para encapsular de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 - 15, **caracterizado por** a distribuição da pressão exercida em pelo menos uma das partes de molde (20, 21) ser pelo menos parcialmente controlada pela

realimentação dos deslocamentos locais medidos das partes de molde (20, 21).

18. Método para encapsular de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 - 15, **caracterizado por** a distribuição da pressão exercida em pelo menos uma das partes de molde (20, 21) ser pelo menos parcialmente controlada por alimentação em avanço de pelo menos uma variável de processo detetada.

19. Método para encapsular de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 - 15, **caracterizado por** a distribuição da pressão exercida em pelo menos uma das partes de molde (20, 21, 40) ser pelo menos parcialmente controlada por informação armazenada do histórico do processo.

20. Método para encapsular de acordo com qualquer das reivindicações 14-15, **caracterizado por**, antes de apertar o suporte entre as partes de molde (20, 21, 40) no passo B), o método compreender ainda o passo de deslocar meios de libertação (47) numa direção substancialmente perpendicular à direção do deslocamento relativo das pelo menos duas partes de molde, de tal modo que os meios de libertação (47) façam parte do lado de contacto da pelo menos uma parte de molde dotada com a pelo menos uma cavidade de molde (22, 41) para apertar o suporte entre os meios de libertação e as partes de molde.

21. Método para encapsular de acordo a reivindicação 20, **caracterizado por**, antes de apertar o suporte entre os meios de libertação (47) e as partes de molde(20, 21, 40), o método compreender ainda um passo de calibração, incluindo deslocar relativamente as pelo menos duas partes de molde uma em direção à outra com uma força de fecho de tal modo que os componentes eletrónicos para encapsular são

encerrados por pelo menos uma cavidade de molde e o suporte é apertado entre as partes de molde.

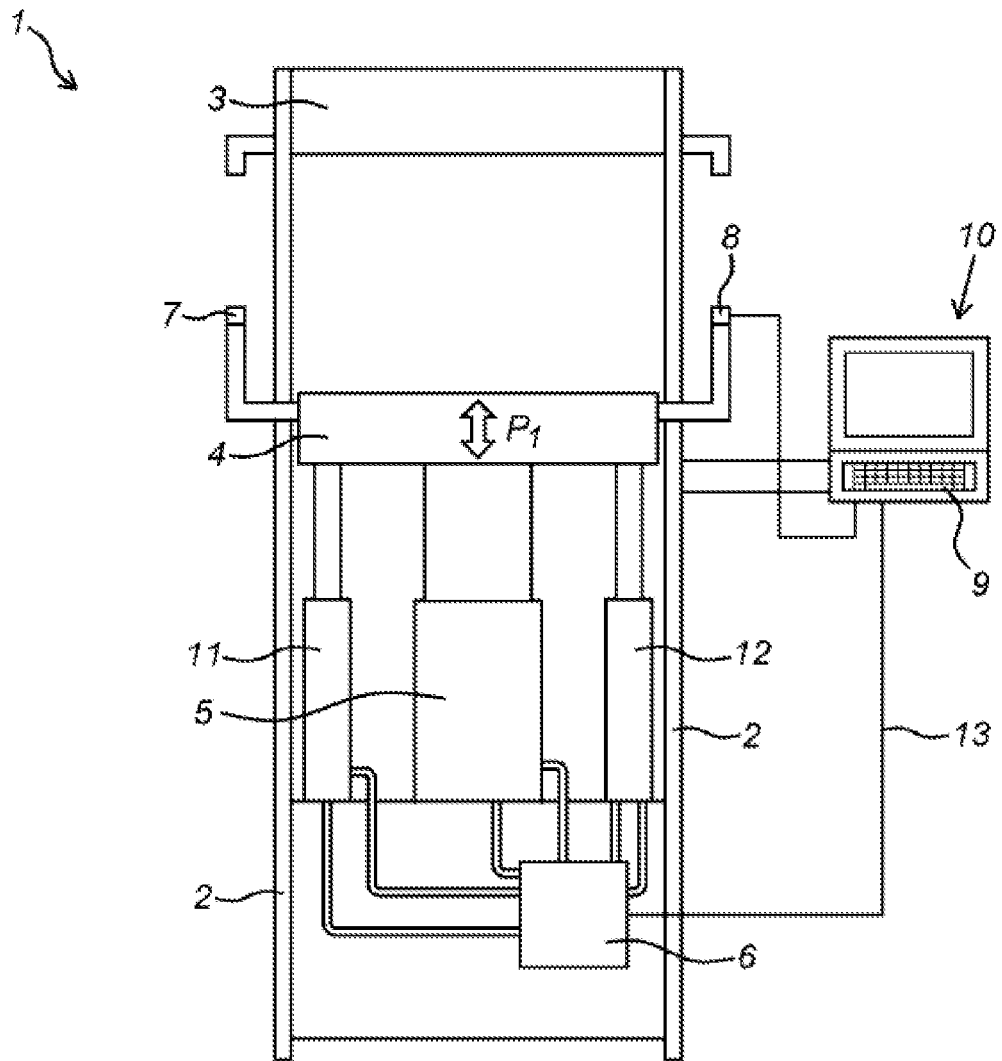


Fig. 1

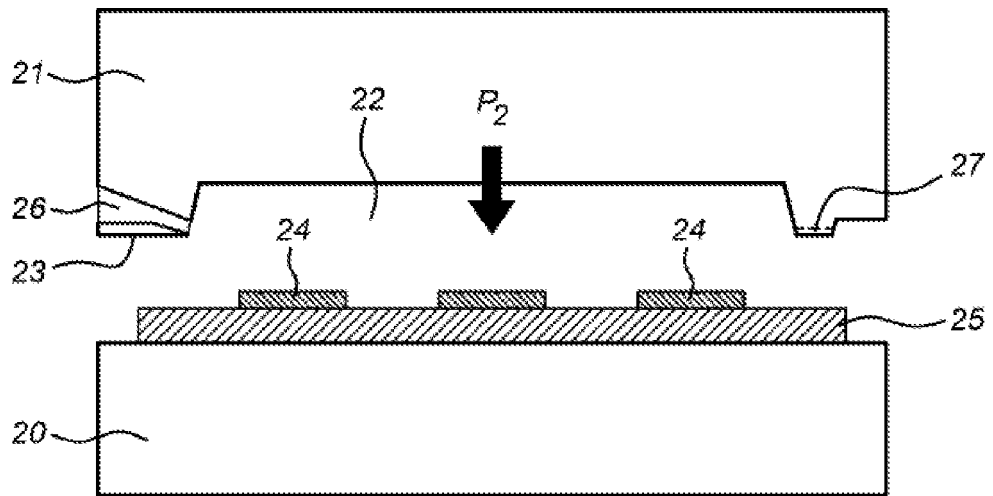


Fig. 2A

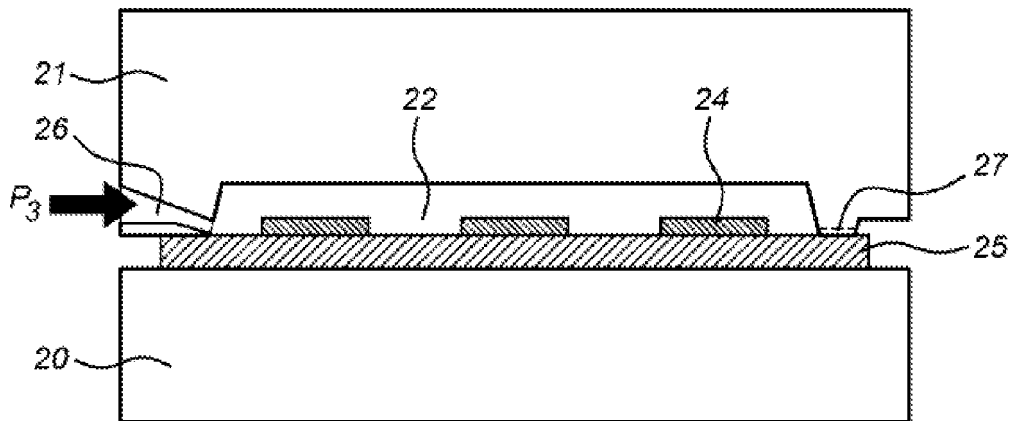


Fig. 2B

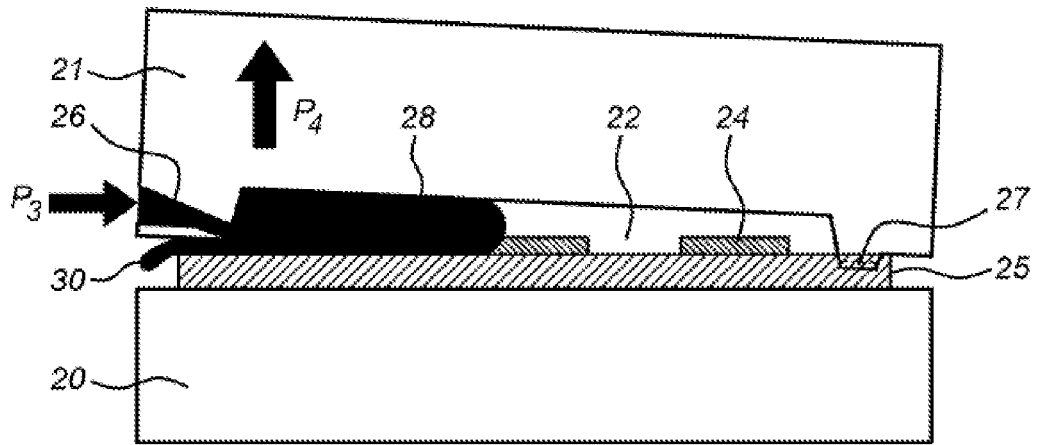


Fig. 2C

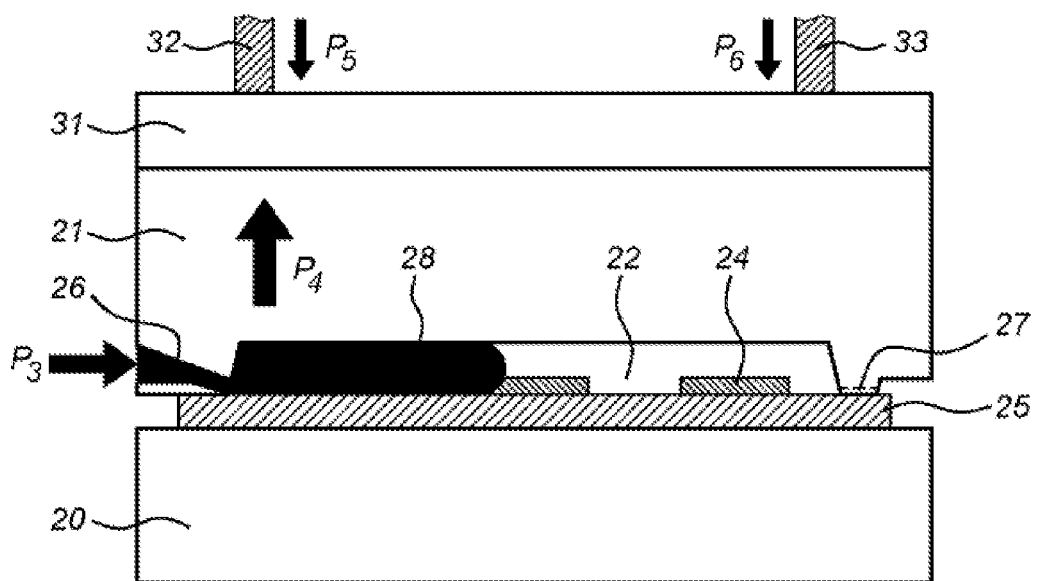


Fig. 2D

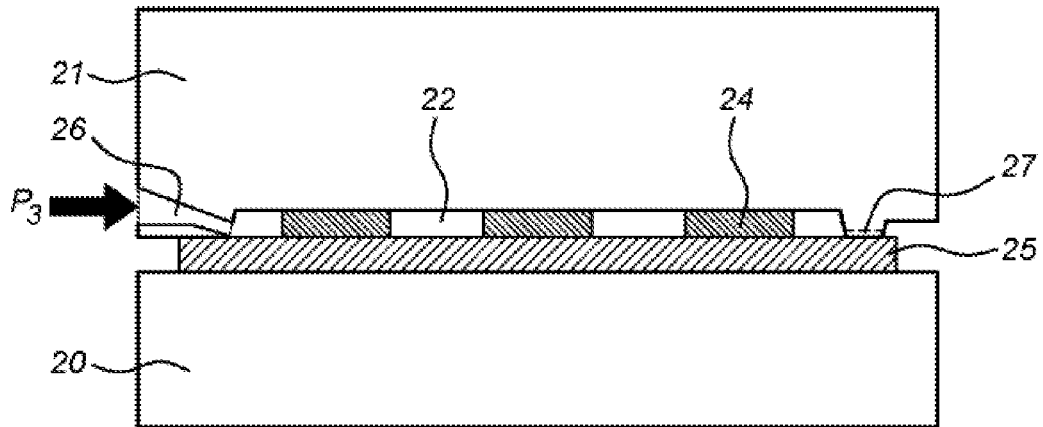


Fig. 2E

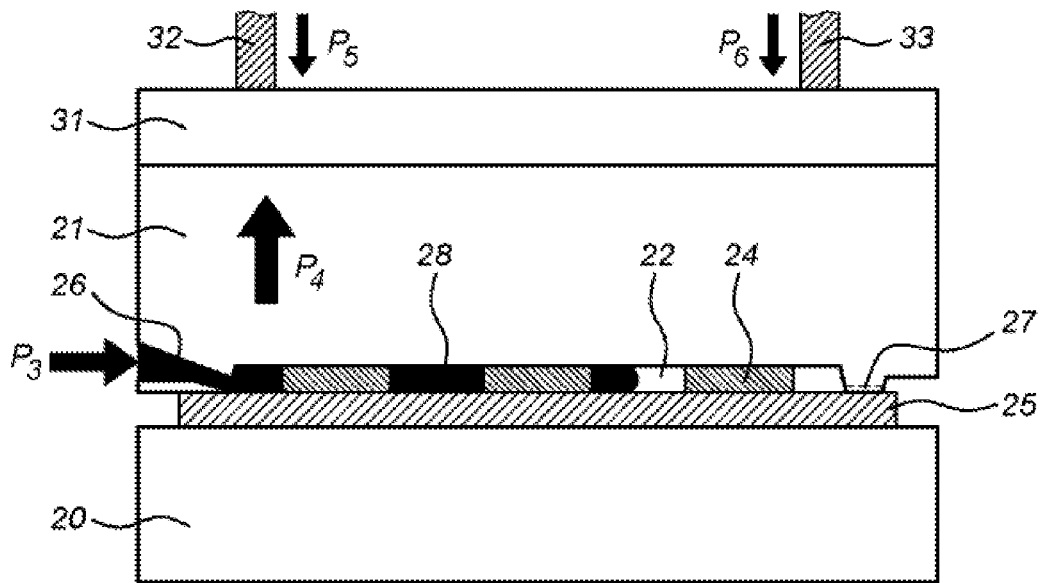


Fig. 2F

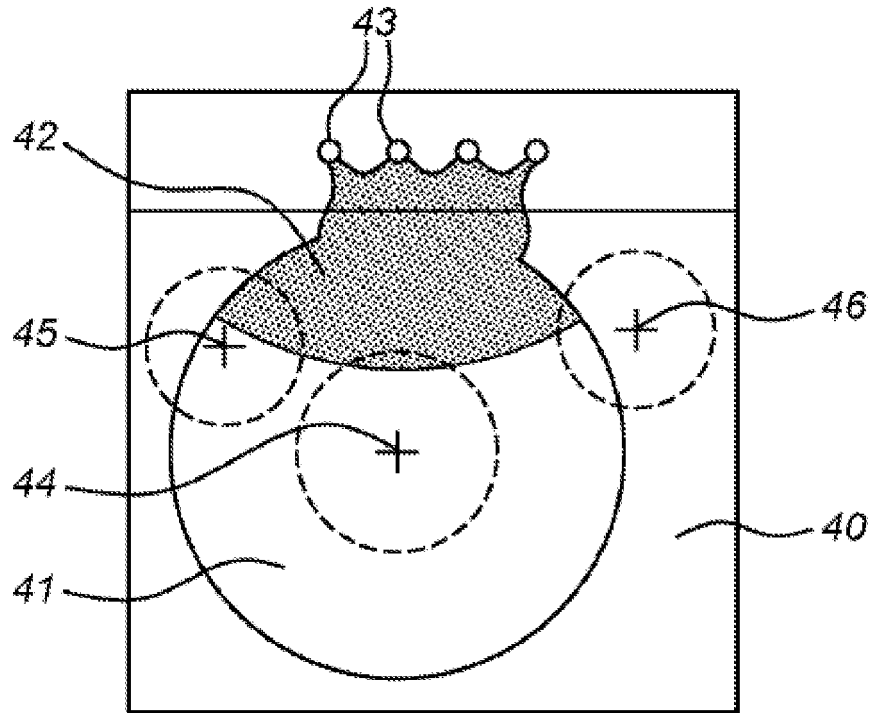


Fig. 3

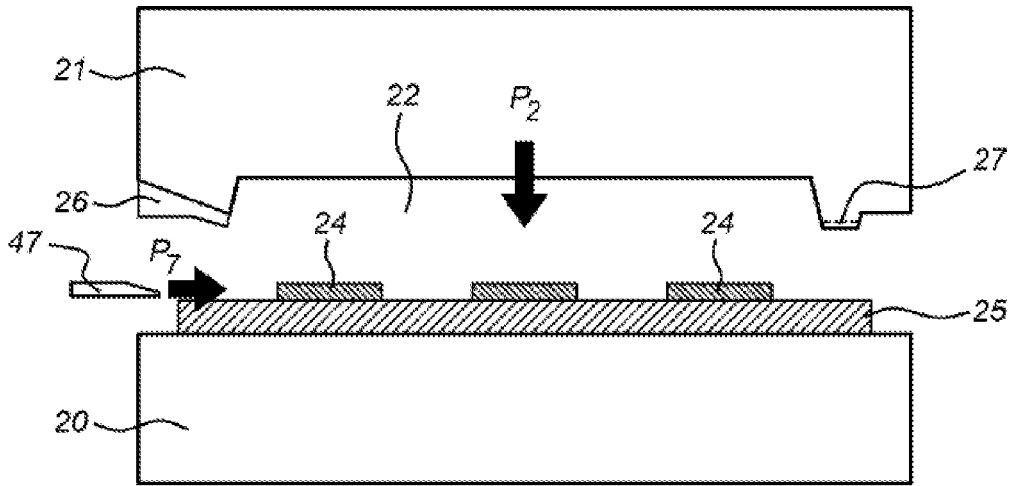


Fig. 4A

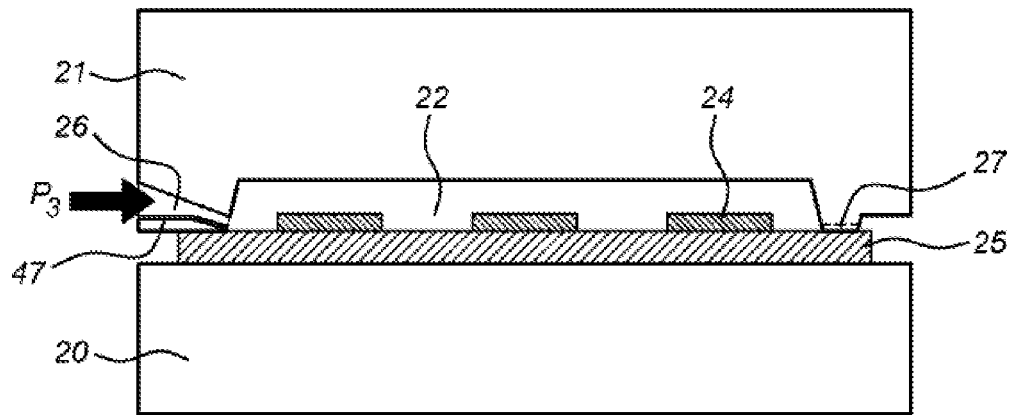


Fig. 4B

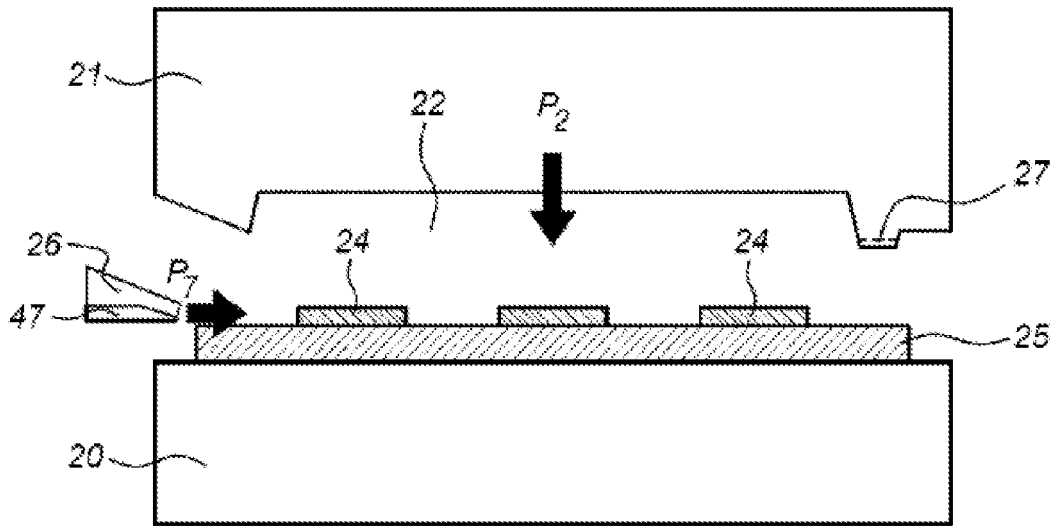


Fig. 5A

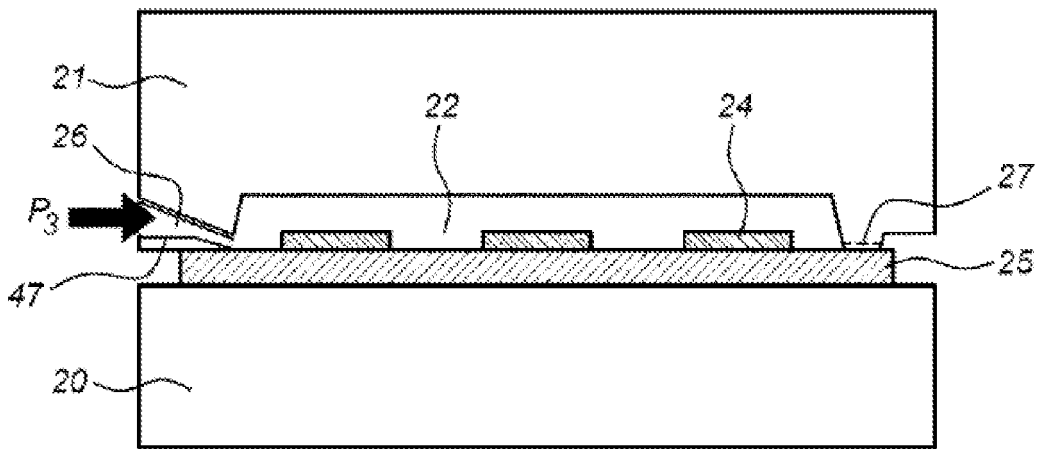


Fig. 5B