

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

(22) Data de pedido: <b>2007.11.26</b>	(73) Titular(es): <b>BYSTRONIC LASER AG</b> <b>INDUSTRIESTRASSE 21 CH-3362 NIEDERÖNZ</b> <b>CH</b>
(30) Prioridade(s):	
(43) Data de publicação do pedido: <b>2009.05.27</b>	
(45) Data e BPI da concessão: <b>2012.01.25</b> <b>045/2012</b>	(72) Inventor(es): <b>MARCO BELLETTI</b> <b>CH</b>
	(74) Mandatário: <b>MARIA SILVINA VIEIRA PEREIRA FERREIRA</b> <b>RUA CASTILHO, N.º 50, 5º - ANDAR 1269-163 LISBOA</b> <b>PT</b>

(54) Epígrafe: **MÓDULO PERMUTÁVEL PARA UM CABEÇOTE DE USINAGEM MODULAR DE UMA MÁQUINA DE USINAGEM A LASER; CABEÇOTE DE USINAGEM MODULAR E MÁQUINA DE USINAGEM A LASER RESPETIVOS**

(57) Resumo:

UM CABEÇOTE DE USINAGEM (10) MODULAR PARA UMA MÁQUINA DE USINAGEM A LASER PARA A USINAGEM DE UMA PEÇA A SER TRABALHADA (2) POR MEIO DE UM RAIOS LASER (5) COMPREENDE UM COMPONENTE ESTACIONÁRIO (11) E UM MÓDULO PERMUTÁVEL (20), EM QUE O RESPECTIVO MÓDULO PERMUTÁVEL (20) COMPREENDE UMA ÓTICA DE FOCALIZAÇÃO (25) PARA FOCAR O RAIOS LASER (5), E EM QUE É FORNECIDO UM CONJUNTO DE ACIONAMENTO (40, 41, 41.1, 42, 42.1, 26) PARA MOVIMENTAR E/OU DESCOLAR A ÓTICA DE FOCALIZAÇÃO (25). O CONJUNTO DE ACIONAMENTO (40, 41, 41.1, 42, 42.1, 26) COMPREENDE PELO MENOS UM COMPONENTE ACIONADO (41.1, 42.1, 26), EM QUE CADA COMPONENTE ACIONADO PODE SER MOVIDO EM RELAÇÃO AO COMPONENTE ESTACIONÁRIO (11) E CABEÇOTE DE USINAGEM (10) E A ÓTICA DE FOCALIZAÇÃO (25) ESTÁ DE TAL MODO ACOPLADA A PELO MENOS UM DOS COMPONENTES ACIONADOS (41.1, 42.1, 26) DO CONJUNTO DE ACIONAMENTO (40, 41, 41.1, 42, 42.1, 26) QUE A POSIÇÃO DA ÓTICA DE FOCALIZAÇÃO (25) EM RELAÇÃO AO COMPONENTE ESTACIONÁRIO (11) DO CABEÇOTE DE USINAGEM PODE SER ALTERADA. O MÓDULO PERMUTÁVEL (20) COMPREENDE A ÓTICA DE FOCALIZAÇÃO (25), OS RESPECTIVOS COMPONENTES ACIONADOS (41.1, 42.1, 26) DO CONJUNTO DE ACIONAMENTO E UMA ESTRUTURA DE SUPORTE (32, 34, 36) PARA A ÓTICA DE FOCALIZAÇÃO (25) E RESPECTIVOS COMPONENTES ACIONADOS (41.1, 42.1, 26) DO CONJUNTO DE ACIONAMENTO (40, 41, 41.1, 42, 42.1, 26), EM QUE A ESTRUTURA DE SUPORTE (32, 34, 36) PODE SER COLOCADA NUMA POSIÇÃO DE SERVIÇO ESTACIONÁRIA EM RELAÇÃO AO COMPONENTE ESTACIONÁRIO (11) DO CABEÇOTE DE USINAGEM (10) E A ÓTICA DE FOCALIZAÇÃO (25) E OS RESPECTIVOS COMPONENTES ACIONADOS (41.1, 42.1, 26) DO CONJUNTO DE ACIONAMENTO (40, 41, 41.1, 42, 42.1, 26) ESTÃO DISPOSTOS DE TAL MODO NA ESTRUTURA DE SUPORTE (32, 34, 36) QUE A ÓTICA DE FOCALIZAÇÃO (25) PODE SER MOVIMENTADA POR MEIO DO CONJUNTO DE ACIONAMENTO (40, 41, 41.1, 42, 42.1, 26) EM

RELAÇÃO À ESTRUTURA DE SUPORTE (32, 34, 36).

## RESUMO

### **"MÓDULO PERMUTÁVEL PARA UM CABEÇOTE DE USINAGEM MODULAR DE UMA MÁQUINA DE USINAGEM A LASER; CABEÇOTE DE USINAGEM MODULAR E MÁQUINA DE USINAGEM A LASER RESPETIVOS"**

Um cabeçote de usinagem (10) modular para uma máquina de usinagem a laser para a usinagem de uma peça a ser trabalhada (2) por meio de um raio laser (5) compreende um componente estacionário (11) e um módulo permutável (20), em que o respectivo módulo permutável (20) compreende uma ótica de focalização (25) para focar o raio laser (5), e em que é fornecido um conjunto de acionamento (40, 41, 41.1, 42, 42.1, 26) para movimentar e/ou descolar a ótica de focalização (25). O conjunto de acionamento (40, 41, 41.1, 42, 42.1, 26) compreende pelo menos um componente acionado (41.1, 42.1, 26), em que cada componente acionado pode ser movido em relação ao componente estacionário (11) e cabeçote de usinagem (10) e a ótica de focalização (25) está de tal modo acoplada a pelo menos um dos componentes acionados (41.1, 42.1, 26) do conjunto de acionamento (40, 41, 41.1, 42, 42.1, 26) que a posição da ótica de focalização (25) em relação ao componente estacionário (11) do cabeçote de usinagem pode ser alterada. O módulo permutável (20) compreende a ótica de focalização (25), os respectivos componentes acionados (41.1, 42.1, 26) do conjunto de acionamento e uma estrutura de suporte (32, 34, 36) para a ótica de focalização (25) e respectivos componentes acionados (41.1, 42.1, 26) do conjunto de acionamento (40, 41, 41.1, 42, 42.1, 26), em que a estrutura de suporte (32, 34, 36) pode ser colocada numa posição de serviço estacionária em relação ao componente estacionário (11) do cabeçote de usinagem (10) e a ótica de focalização (25) e os respectivos componentes acionados (41.1, 42.1, 26) do conjunto de acionamento (40, 41, 41.1, 42, 42.1, 26) estão dispostos de tal modo na estrutura de suporte (32, 34, 36) que a ótica de focalização (25) pode

ser movimentada por meio do conjunto de acionamento (40, 41, 41.1, 42, 42.1, 26) em relação à estrutura de suporte (32, 34, 36).

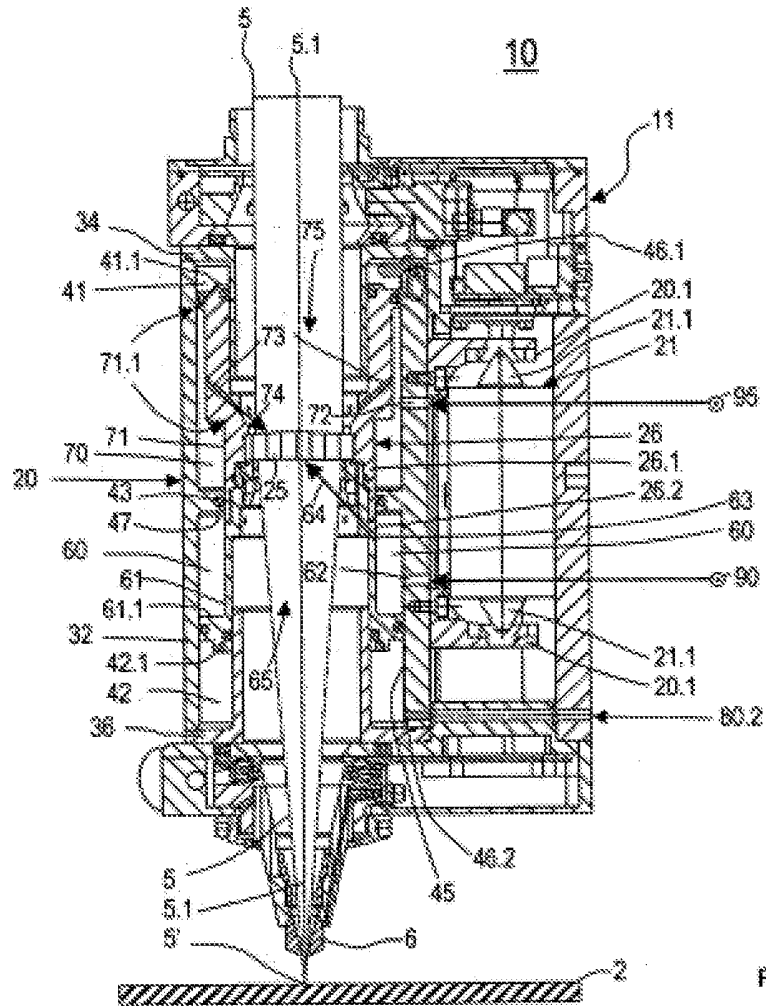


Fig. 4

### DESCRIÇÃO

#### **"MÓDULO PERMUTÁVEL PARA UM CABEÇOTE DE USINAGEM MODULAR DE UMA MÁQUINA DE USINAGEM A LASER; CABEÇOTE DE USINAGEM MODULAR E MÁQUINA DE USINAGEM A LASER RESPECTIVOS"**

A presente invenção refere-se a um módulo permutável para um cabeçote de usinagem de uma máquina de usinagem a laser de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1 (ver, por exemplo, o documento US 2007/000888).

O cabeçote de usinagem de uma máquina de usinagem a laser constitui o último elemento de uma condução de raios laser que são usados para usinagem de uma peça trabalhada por meio da máquina de usinagem a laser. Um cabeçote de usinagem normalmente tem a tarefa de focalizar o raio laser sobre a peça que está a ser trabalhada, ou seja, sobre as peças que estão a ser trabalhadas e, eventualmente, de aplicar ainda um gás de processo ou vários gases diferentes de processo, no ambiente do ponto de focalização do respetivo raio laser a fim de que os processos de usinagem induzidos pelo raio laser (por exemplo, o corte de uma peça trabalhada, soldadura de várias peças trabalhadas, produção de gravuras em superfícies ou semelhantes processos) possam ser influenciados com o auxílio do respetivo gás de processo. Um cabeçote de usinagem compreende, portanto, normalmente, pelo menos uma ótica de focalização e um mecanismo de regulação que serve para regular a ótica de focalização a fim de que possa ser alterada a distância da ótica de focalização relativamente à peça que estiver a ser trabalhada e, portanto, para poder influenciar a posição do ponto de focalização relativamente à peça trabalhada. Além disso, um cabeçote de usinagem normalmente compreende uma série de sensores para o registo de diferentes parâmetros operacionais (por exemplo, para o controlo da posição do cabeçote de usinagem, para controlar a quantidade do respetivo resultado de uma usinagem com raio laser, para

controlo da integridade da ótica de focalização ou semelhantes procedimentos), uma eletrónica para o processamento dos respetivos sinais de sensores e para comunicação com o comando da máquina de usinagem a laser bem como uma adução de diferentes meios (por exemplo, para abastecimento com energia e/ou com agentes de arrefecimento e/ou com os gases necessários para a execução de processos de usinagem).

A ótica de focalização de um cabeçote de usinagem de uma máquina de usinagem a laser normalmente precisa de ser substituída com relativa frequência. Existem várias razões para este procedimento. Por um lado, os elementos óticos de uma ótica de focalização podem ser peças sujeitas a desgaste que resistem a uma atuação do raio laser a ser focalizado com elevada intensidade luminosa do raio laser, apenas por um período de tempo limitado e, por isso, uma vez alcançada uma determinada durabilidade, precisam ser substituídas. Para além disso, as máquinas de usinagem a laser geralmente são configuradas de tal maneira que diferentes processos de usinagem podem ser realizados, os quais requerem sempre diferentes óticas de focalização, por exemplo, óticas de focalização com diferentes distâncias focais e/ou diferentes diâmetros.

Para viabilizar uma simples troca da respetiva ótica de focalização, as máquinas de usinagem a laser frequentemente apresentam um cabeçote de usinagem de construção modular que é constituído de um componente estacionário e de um módulo permutável que compreende pelo menos uma ótica de focalização. Com a expressão "componente estacionário" do cabeçote de usinagem se compreende aqui todos os componentes do cabeçote de usinagem exceto o módulo permutável, isto é, todos os componentes do cabeçote de usinagem dos quais o respetivo módulo permutável (na remoção do respetivo módulo permutável do "componente estacionário") pode ser separado

sem que o "componente estacionário" tenha que ser decomposto em componentes individuais.

Um cabeçote de usinagem modular convencional que corresponde a este conceito passou a ser conhecido do documento DE 196 28 857 A1. Neste exemplo uma ótica de focalização se compõe de uma lente ou de várias lentes. As diferentes lentes estão integradas numa cassete, em que a posição das respectivas lentes relativamente à cassete pode ser previamente ajustada com o auxílio de anéis de posicionamento em direção longitudinal do eixo ótico da ótica de focalização. Uma cassete desta conformação forma um módulo permutável do cabeçote de usinagem. Um módulo permutável desta natureza poderá ser encaixado ou extraído num componente estacionário do cabeçote de usinagem, através de um compartimento semelhante a um canal, configurado no componente estacionário, em posição vertical para com a direção da expansão do raio laser, numa unidade de suporte para o módulo permutável, em que a cassete do módulo permutável é conduzida na unidade de suporte exclusivamente em sentido vertical para a direção da expansão do raio laser, a fim de evitar um deslocamento do módulo permutável axialmente (isto é, na direção da expansão do raio laser) relativamente à unidade de suporte. Essencialmente, a unidade de suporte é configurada em forma essencialmente cilíndrica oca e num lado é conduzida num canal em formato anelar, posicionado em sentido coaxial para com a direção da expansão do raio laser e que se encontra numa secção do alojamento do cabeçote de usinagem. A unidade de suporte para respetivo módulo permutável, no presente caso, constitui, portanto, parte do componente estacionário do cabeçote de usinagem. O componente estacionário do cabeçote de usinagem compreende, além disso, um conjunto de acionamento para o deslocamento da unidade de suporte na direção de expansão do raio laser. O conjunto de acionamento está fixamente montado no interior do cabeçote de usinagem (no seu componente estacionário) e

compreende um motor redutor de acionamento elétrico, uma roda de acionamento montada no eixo do motor, uma correia dentada acionada com esta roda de acionamento e um fuso acionado com a correia dentada a qual está unida com a unidade de suporte para o módulo permutável e que cuida do deslocamento da unidade de suporte na direção longitudinal do raio laser, caso o fuso seja acionado com o motor redutor. No presente caso, portanto, todos os componentes acionados do dispositivo de acionamento estão fixamente montados dentro do componente estacionário do cabeçote de usinagem. Também é proposto que o dispositivo de acionamento possa ser um dispositivo de acionamento pneumático, em que, não obstante, não é dada nenhuma indicação como o acionamento pneumático poderia ser configurado de uma maneira concreta, ou seja, como poderia ser integrado no cabeçote de usinagem. No componente estacionário do cabeçote de usinagem está também previsto entre a ótica de focalização e uma abertura de saída para o raio laser, um compartimento pressurizado no qual pode ser introduzido um gás de processo pressurizado e a partir do qual pode escapar o gás de processo respectivo introduzido na forma de uma corrente de gás através da abertura de escoamento mencionada para o raio laser. Para compensar as forças que são transferidas pelo gás de processo introduzido no compartimento pressurizado na ótica de focalização, a unidade de suporte para o módulo permutável está disposta de tal maneira que na extremidade que se afasta da abertura de saída para o raio laser se projeta dentro de uma câmara pressurizada, em que nesta câmara pressurizada reina uma pressão de serviço de tal ordem que a unidade de suporte é mantida em equilíbrio. Para conseguir de uma forma simples uma compensação de pressão entre o compartimento pressurizado e a câmara pressurizada, o compartimento pressurizado e a câmara pressurizada estão interligadas pelo menos através de um canal de ligação, de maneira que a câmara pressurizada também é preenchida com o gás de processo alimentado no compartimento pressurizado.



Um cabeçote de usinagem modular do tipo acima mencionado apresenta várias desvantagens. Por exemplo, não apenas a ótica de focalização deve ser considerada como peça sujeita a desgaste. O conjunto de acionamento para reajustar a ótica de focalização e especialmente os componentes acionados da unidade de acionamento precisam ser submetidos à manutenção frequentemente e possuem uma durabilidade relativamente curta. Como todo o conjunto de acionamento está fixamente montado dentro do componente estacionário do cabeçote de usinagem, para a ação de manutenção do conjunto de acionamento ou para substituição de componentes gastos no conjunto de acionamento, a máquina de usinagem a laser terá de ser paralisada, o que resulta numa redução da produtividade desta mesma máquina de usinagem a laser. Para além disso, as exigências a serem formuladas a um conjunto de acionamento para reajustar uma ótica de focalização dependem essencialmente das especificidades da respetiva ótica de focalização. Por exemplo, na conformação do conjunto de acionamento, as dimensões, o peso ou a profundidade da ótica de focalização precisam de ser levados em conta a fim de possibilitar que a ótica de focalização possa ser posicionada com suficiente rapidez e precisão relativamente à peça a ser trabalhada. Um conjunto de acionamento que deve estar montado fixamente no componente estacionário de um cabeçote de usinagem precisa, portanto, ser de tal modo configurado que possa ser operada possivelmente em conjunto com grande número de diferentes óticas de focalização. Isto está vinculado com a desvantagem de que um conjunto de acionamento fixamente montado restringe à seleção das óticas de focalização que podem ser usadas conjuntamente com dispositivo de acionamento. Para além disso, normalmente uma ótica de focalização seria operada juntamente com um conjunto de acionamento que cumpre satisfatoriamente as exigências mínimas formuladas pela ótica de focalização. O conjunto de acionamento será normalmente, devido a esta razão - medido

nestas exigências mínimas - será configurado com maior capacidade do que necessário.

O objetivo da presente invenção reside em evitar as desvantagens mencionadas e propor um cabeçote de usinagem modular de uma máquina de usinagem a laser que é configurado de forma vantajosa em relação à manutenção e que pode ser equipado com um conjunto de acionamento que é otimizado no tocante à respetiva ótica de focalização.

De acordo com a invenção, esta tarefa será solucionada por um cabeçote de usinagem modular com as características da reivindicação 1, uma combinação de um cabeçote de usinagem modular e um módulo permutável com as características da reivindicação 2 e uma máquina de usinagem a laser com as características da reivindicação 19.

Para a concretização do módulo permutável de acordo com a invenção com uma unidade de acionamento fluídica está previsto que a estrutura de suporte do módulo permutável seja configurada como um corpo oco e conformar um componente acionado da unidade de acionamento como unidade de pistão, em que esta unidade de pistão está integrada num compartimento oco do corpo oco e estando aplicada numa parede do compartimento oco. A unidade de pistão pode estar disposta de tal maneira que possa ser movida coaxialmente para com a direção de expansão do raio laser.

A unidade de pistão está integrada num canal de passagem para o raio laser, em que a ótica de focalização está integrada no canal de passagem estando presa no pistão.

Está previsto no caso que a unidade de acionamento compreende uma primeira câmara pressurizada e uma segunda câmara pressurizada e a unidade de pistão apresenta uma primeira superfície de pistão e uma segunda superfície de pistão, em que a primeira câmara pressurizada está

delimitada por um primeiro segmento de parede do compartimento oco e da primeira área do pistão e a segunda câmara pressurizada está delimitada por um segundo segmento de parede do compartimento oco e da segunda área do pistão, em que as respectivas câmaras pressurizadas estão de tal modo configuradas que por ocasião de um movimento da unidade do pistão ao longo da parede do compartimento oco, o volume da primeira câmara pressurizada e o volume da segunda câmara pressurizada serão, em sentido contrário, ampliados e reduzidos. Para possibilitar um movimento da unidade de pistão, a primeira câmara pressurizada pode ser preenchida com um primeiro fluido e a segunda câmara pressurizada com um segundo fluido. Pela aplicação controlada do fluido na primeira câmara pressurizada, ou seja, na segunda câmara pressurizada, com o primeiro, ou seja, com o segundo fluido, a unidade do pistão poderá ser movida ao longo da parede do compartimento oco, ou na direção da primeira câmara pressurizada ou na direção da segunda câmara pressurizada.

A primeira câmara pressurizada e/ou a segunda câmara pressurizada podem ser configuradas concêntricas na direção da expansão do raio laser. De modo correspondente, a primeira área do pistão e/ou a segunda área do pistão poderiam apresentar o formato de um anel concêntrico relativamente à direção da expansão do raio laser. Esta configuração das respectivas câmaras pressurizadas e áreas de pistão possibilita a concretização de um conjunto de acionamento especialmente compacto. Este conjunto de acionamento poderá ser produzido com meios simples e, portanto, a custo vantajoso.

A combinação de acordo com a presente invenção compreende um cabeçote de usinagem e um módulo permutável, em que o respetivo módulo permutável compreende uma ótica de focalização do raio laser e está previsto um conjunto de acionamento para movimentar e/ou reajustar a ótica de

focalização. Está assim previsto que a unidade de acionamento deve compreender pelo menos um componente acionado, em que os respectivos componentes acionados podem ser movidos relativamente a um componente estacionário do cabeçote de usinagem e a ótica de focalização está de tal modo acoplado pelo menos um componente acionado do conjunto de acionamento que a posição da ótica de focalização relativamente ao componente estacionário do cabeçote de usinagem pode ser alterada.

De acordo com a invenção, o modulo permutável compreende a ótica de focalização, os respectivos componentes acionados do conjunto de acionamento e uma estrutura de suporte para a ótica de focalização e os respectivos componentes acionados do conjunto de acionamento, em que a estrutura de suporte pode ser deslocada para uma posição de serviço estacionária relativamente ao componente estacionário do cabeçote de usinagem e a ótica de focalização e os respectivos componentes acionados do conjunto de acionamento estão de tal modo dispostos na estrutura de suporte que a ótica de focalização pode ser movida pelo conjunto de acionamento em sentido relativo à estrutura portante.

Pelo fato de que também estão integrados num módulo permutável os respectivos componentes acionados do conjunto de acionamento para a ótica de focalização, tanto a respetiva ótica de focalização como também no mínimo aqueles componentes do conjunto de acionamento que precisam ser sujeitos à manutenção com especial frequência, o que apresenta um desgaste rápido, estão reunidos num módulo permutável sendo de fácil acesso tão logo o módulo permutável esteja separado do componente estacionário do cabeçote de usinagem. Todos os componentes do módulo permutável, especialmente a ótica de focalização e os componentes acionados do conjunto de acionamento, após a remoção do cabeçote de usinagem, podem ser submetidos comodamente à manutenção, a reparos ou podem ser

substituídos. Após a remoção de um módulo permutável, o cabeçote de usinagem modular poderá ser imediatamente equipado com um outro módulo permutável adequado. Pelo provimento de uma variedade de módulos intercambiáveis adequados, podem portanto serem amplamente evitadas interrupções vinculadas com a ótica de focalização do acionamento da máquina de usinagem a laser.

Para possibilitar uma simples troca de um módulo permutável, o respectivo módulo permutável pode, por exemplo, ser confirmado como uma gaveta que pode ser introduzida e correspondentemente extraída, por exemplo, em sentido radial paralelo para com a direção da expansão do raio laser, no componente estacionário do cabeçote de usinagem.

Tendo em vista que também os respectivos componentes acionados do conjunto de acionamento para a ótica de focalização estão integrados no módulo permutável, é possível adicionalmente equipar o respectivo módulo permutável com componentes de um conjunto de acionamento que está otimizado no tocante às exigências da respectiva ótica de focalização. Diferentes óticas de focalização podem assim ser combinadas com diferentes conjuntos de acionamento ou com diferentes componentes de um conjunto de acionamento.

Num módulo permutável poderá ser integrado, por exemplo, um conjunto de acionamento ou os componentes acionados de um conjunto de acionamento, em que o conjunto de acionamento pode ser configurado na dependência das especificidades da respectiva ótica de focalização. Os componentes acionados do respectivo conjunto de acionamento podem, por exemplo, - na dependência das dimensões, do peso ou da nitidez de focalização da respectiva ótica de focalização - serem dimensionados de modo diferente.

Para conseguir um módulo permutável com economia de espaço é possível, por exemplo, dispor os componentes acionados do conjunto de acionamento ao redor da respectiva ótica de focalização, por exemplo, numa área de um compartimento que se estende concentricamente ao redor do conjunto de expansão do raio laser, ou seja, ao redor da ótica de focalização. Baseado neste conceito, podem ser concretizados um módulo permutável especialmente compacto e, correspondentemente, um cabeçote de usinagem especialmente compacto. Não obstante, a disposição compacta dos componentes acionados do conjunto de acionamento, nesta hipótese é possível uma substituição cómoda da ótica de focalização de um módulo permutável, visto que por ocasião de uma separação do módulo permutável do componente estacionário do cabeçote de usinagem, tanto a ótica de focalização como também os componentes acionados da ótica de focalização são separados do componente estacionário do cabeçote de usinagem, em que os componentes acionados podem estar de tal modo dispostos ao redor da ótica de focalização que esta ótica de focalização, pelo menos após a remoção do módulo permutável no componente estacionário do cabeçote de usinagem ofereça acesso fácil pelo menos por um lado do módulo permutável.

Uma modalidade preferida do cabeçote de usinagem modular compreende uma unidade de acionamento que é configurada como acionamento fluídico. Nesta hipótese, pelo menos um dos respectivos componentes acionados da unidade de acionamento pode ser acionado com um fluido pressurizado (por exemplo, com um gás ou um líquido hidráulico), podendo assim ser movimentado. Um componente fluidamente acionado pode ser simplesmente integrado num módulo permutável, sendo simplesmente combinado com uma ótica de focalização. O componente acionado pode, por exemplo, ser uma área do pistão acionável de forma fluídica. Ela pode estar disposta concentricamente ao redor do eixo ótico de um a ótica de focalização, apresentando, por exemplo, formato de um anel

concêntrico relativamente à direção de expansão do raio laser.

Nesta base, poderá concretizado um módulo permutável que apresenta varias vantagens. Por exemplo, a unidade de acionamento poderá ser construída com menores componentes de construção, sendo configurada de modo compacto, apresentar peso menor e podendo ser produzida a custo vantajoso. O acionamento fluídico possibilita, além disso, uma regulação rápida da ótica de focalização (por exemplo, com uma velocidade maior num fator de 3-5 em comparação com acionamentos eletromecânicos).

O módulo permutável de acordo com a invenção possibilita também a integração de um abastecimento com gases de processo para influenciação de processos de usinagem. O fornecimento dos gases de processo poderá ser concretizado de tal maneira que os gases de processo - embora introduzidos com elevada pressão - não exerçam forças, ou seja, apenas forças reduzidas, sobre a ótica de focalização. O conjunto de acionamento para movimentar a ótica de focalização pode, portanto, estar de tal modo configurado que para movimentar a ótica de focalização são necessárias apenas reduzidas forças mesmo quando forem introduzidos gases de processo altamente pressurizados.

O módulo permutável de acordo com a invenção também possibilita a integração de um abastecimento com meios adicionais, por exemplo, com gases que podem ser usados para limpeza e/ou para arrefecimento da ótica de focalização. A adição desses gases pode também ser realizada de tal maneira que estes gases - mesmo sendo alimentados em regime de sobrepressão - não exercem forças, ou seja, apenas reduzidas forças, sobre a ótica de focalização. O conjunto de acionamento para movimentar a ótica de focalização pode, portanto, ser configurado de tal maneira que para movimentar a ótica de focalização são

necessárias apenas forças reduzidas, mesmo quando os gases mencionados forem alimentados em regime de sobrepressão.

Outros detalhes da invenção e especialmente modalidades exemplificadas da invenção, serão explicados em seguida com base nos desenhos anexos. As figuras mostram:

- Fig. 1 uma máquina de usinagem a laser para a usinagem de uma peça a ser trabalhada através de um raio laser, com um cabeçote de usinagem modular de acordo com a invenção, em que o módulo permutável de acordo com a invenção, com uma ótica de focalização, é integrado numa posição de serviço estacionária relativamente ao componente estacionário do cabeçote de usinagem;
- Fig. 2 o cabeçote de usinagem de acordo com a Fig. 1, em que um módulo permutável está afastado da posição de serviço estacionária, estando separado do componente estacionário do cabeçote de usinagem;
- Fig. 3 o cabeçote de usinagem de acordo com a Fig. 1 numa apresentação em 3D em que o cabeçote de usinagem está representado num corte ao longo da direção da expansão do raio laser;
- Fig. 4 o cabeçote de usinagem de acordo com a Fig. 1, num corte ao longo da direção da expansão do raio laser;
- Fig. 5 um módulo permutável de acordo com a invenção para o cabeçote de usinagem de acordo com a Fig. 1, em que o módulo permutável está representado num corte ao longo da direção da expansão do raio laser;
- Fig. 6 um módulo permutável de acordo com a Fig. 4 e um corte ao longo da direção da expressão do raio laser, juntamente com um acionamento fluídico para movimentar uma ótica de focalização.

A Fig. 1 apresenta uma máquina de usinagem a laser 1 que está equipada com um cabeçote de usinagem 10 de acordo com



a invenção. No presente exemplo, a máquina de usinagem a laser 1 está representada na operação de uma usinagem de uma peça trabalhada 2 por meio de um raio laser 5, em que o raio laser 5 é emitido a partir da abertura de saída de um bocal 6 (que pode ser reconhecido nas Fig. 2 e 3). No presente caso, o raio laser 5 está focalizado numa superfície da peça trabalhada 2, por meio de uma ótica de focalização que, em conexão com as Fig. 3-5 será explicitada (uma superfície da peça trabalhada 2 encontra-se no foco 5' da ótica de focalização).

O bocal 6 também permite, além disso, dirigir uma corrente de um gás de processo no entorno do raio laser 5 sobre a peça trabalhada 2 a fim de poder influenciar a usinagem na peça trabalhada 2 com o auxílio do gás de processo. A máquina de usinagem a laser 1 está apresentada de modo simplificado na Fig. 1: o cabeçote de usinagem 10 é móvel relativamente a peça trabalhada 2, por exemplo, através de um braço de robô não mostrado na Fig. 1.

Como mostram as Fig. 1 e 2, o cabeçote de usinagem 10 compreende um componente estacionário 11 na forma de um alojamento aberto num lado, que envolve um compartimento 12 para o módulo permutável 20. O módulo permutável 20 pode ser introduzido no compartimento 12 perpendicularmente para com a direção da expansão 5.1 do raio laser 5 e correspondentemente pode dali ser extraído. Na apresentação de acordo com a Fig. 1, o módulo permutável 20 encontra-se numa posição de serviço estacionária relativamente ao componente estacionário 11 do cabeçote de usinagem 10. A Fig. 2 mostra que o módulo permutável 20 pode ser separado, como um todo, do componente estacionário 11 do cabeçote de usinagem 10 sem que o componente estacionário tenha que ser decomposto em componentes individuais.

As Fig. 3 e 4 apresentam detalhes de construção do componente estacionário 11 do cabeçote de usinagem 10 e do

módulo permutável 20, em que o módulo permutável 20 está apresentado numa posição de serviço estacionária relativamente ao componente estacionário 11. A Fig. 5 apresenta separadamente o módulo permutável 20 separado do componente estacionário 11, em que outros detalhes (que não podem ser reconhecidos nas Fig. 3 e 4) do módulo permutável 20 estão a ser visualizados.

Para mover o respetivo módulo permutável 20 de uma forma precisa na posição de serviço estacionária e para poder manter o módulo nesta posição de serviço estacionária, o componente estacionário 11 do cabeçote de usinagem 10 possui um dispositivo de centragem e de retenção 21 para o módulo permutável 20. O dispositivo de retenção 21 compreende respetivamente dois pinos de centragem 21.1 configurados com forma cónica numa extremidade e que com o auxílio de um comando (não ilustrado) podem ser movidos de tal maneira que podem penetrar com as suas extremidades cónicas em perfurações de centragem correspondentes que estão configuradas nos dois braços 20.1, presas num lado externo do módulo permutável 20 (Fig. 3). Pela introdução dos pinos de centragem 21.1 nas mencionadas perfurações de centragem nos braços 20.1, o módulo permutável 20 poderá ser centrado, pode ser movido para a posição de serviço estacionária e pode ser mantido nesta posição de serviço estacionária. De modo correspondente, os dois pinos de centragem 21.1 podem ser movidos para fora das perfurações de centragem nos braços 20.1 a fim de liberar os braços 20.1 e para possibilitar a remoção do módulo permutável 20 do compartimento 12.

Como é mostrado nas Fig. 3-5, o módulo permutável 20 compreende uma ótica de focalização 25 que no presente exemplo consiste de uma lente. A ótica de focalização 25 está de tal modo disposta que o eixo ótico da ótica de focalização 25 coincide com a direção da expansão 5.1 do

raio laser 5 (disposição coaxial) quando o módulo permutável 20 estiver na posição de serviço estacionária.

Para conseguir que o raio laser 5 possa ser focalizado em diferentes distâncias relativamente ao bocal 6, a ótica de focalização 25 está, além disso, dispostas de tal forma que o seu foco 5' pode ser movido ao longo da direção de expansão 5.1 do raio laser, ou seja, do eixo ótico da ótica de focalização 25, (movimentação coaxial) quando o módulo permutável 20 tiver sido movido para a posição de serviço estacionária.

Para esta finalidade, o módulo permutável 20 compreende uma estrutura de suporte 30 para a ótica de focalização 25 que permite um movimento da ótica de focalização 25 em sentido coaxial para com a direção de expansão 5.1 quando o módulo permutável (e, portanto, também a estrutura de suporte 30) estiver na posição de serviço estacionária.

A estrutura de suporte 30 possui várias funções: serve de alojamento para o módulo permutável 20 e para conduzir a ótica de focalização 25 num movimento da ótica de focalização 25 ao longo da direção de expansão 5' do raio laser 5 e constitui, também, uma parte do conjunto de acionamento 40 (Fig. 6) de ativação fluídica e destinada a mover a ótica de focalização 25.

Como mostra a Fig. 5, em combinação com as Fig. 3, 4 e 6, a estrutura de suporte 30 está configurada como um corpo oco e compreende:

uma parede lateral 32 que delimita lateralmente um compartimento oco cilíndrico, em que o lado interno da parede lateral 32 forma uma parede de compartimento oco 45, a qual - referida a direção longitudinal da parede lateral 32 - apresenta um corte circular;

uma placa de fechamento 34 presa numa extremidade da parede lateral 32 e que apresenta uma abertura de entrada circular 34.1 para o raio laser 5, em que na placa de fechamento 34 está aplicado um tubo 34.2 de secção transversal arredondada, disposto coaxialmente para com a parede do compartimento oco 45 e circundando a abertura de entrada 34.1;

uma placa de fechamento 36, presa na outra extremidade da parede lateral 32 bem como uma abertura de saída 36.1 circular para o raio laser 5, em que na placa de fechamento 36 está aplicado um tubo 36.2 de secção transversal redonda, disposto coaxialmente para com a parede do compartimento oco 45 e circundando a abertura de saída 36.1. A placa de fechamento 34 delimita o módulo permutável 20 no lado da entrada do raio laser 5 e a placa de fechamento 36 delimita o módulo permutável 20 no lado da saída do raio laser 5.

Como indicam as Fig. 3-5, o tubo 34.2 e o tubo 36.2 estão de tal modo dispostos relativamente à parede do compartimento oco 45 que entre a parede do compartimento oco 45 e cada um dos tubos 34.2 e 36.2 é configurada uma fenda de formato anelar. As Fig. 3 - 5 também mostram que a parede do compartimento oco 45, a abertura de entrada 34.1, a abertura de saída circular 36.1 e os tubos 34.2 e 36.2 estão dispostos coaxialmente, ou seja, concentricamente com relação a direção de expansão 5.1 quando o módulo permutável 20 se encontrar na posição de serviço estacionária.

A ótica de focalização 25 está integrada numa moldura de lentes 26, a qual, por motivos técnicos de montagem, é composta de dois segmentos parciais tubulares 26.1 e 26.2, apresentando um canal de passagem 29 para o raio laser 5 (Fig. 3). A ótica de focalização 25 está integrada no canal de passagem 29 e por meio de um anel elástico 27 e uma

porca 28 está presa na moldura de lentes 26 a fim de garantir uma sede estável da ótica de focalização 25.

Para poder garantir um movimento precisamente controlado da ótica de focalização 25 relativamente à estrutura de suporte 30 do módulo permutável, a moldura de lente 26 também está de tal modo configurada que pode ser integrada e conduzida no compartimento oco, envolto pela estrutura de suporte 30 e, além disso, pode servir de uma unidade de pistão do conjunto de acionamento 40 que pode ser ativada com o fluido. Para esta finalidade, a moldura da lente 26 é configurada da seguinte maneira:

- a) como mostram as Fig. 3-6, a moldura de lentes 26 está de tal modo dimensionada que - quando estiverem integradas num módulo permutável 20 - o componente parcial 26.1 da moldura de lentes 26 se projeta dentro da fenda em formato anelar que está configurada entre a parede do compartimento oco 45 e o tubo 34.2, e o segmento parcial 26.2 da moldura de lentes 26 se projeta na fenda de formato anelar que está formada entre a parede do compartimento oco 45 e o tubo 36.2. No caso, a extremidade da moldura da lente 26 (segmento parcial 26.1), voltada na direção da placa de fechamento 34, está de tal modo configurada que o lado externo da moldura de lente 26 encosta de forma efetiva, na parede do compartimento interno 45 e o lado interno da moldura de lentes 26 encosta de forma efetiva no tubo 34.2. De modo correspondente, a extremidade da moldura de lentes 26 (segmento parcial 26.2) voltado na direção da placa de fechamento 36, está de tal modo configurado que o lado externo da moldura de lentes 26 encosta de modo eficaz na parede do compartimento interno 45 e o lado interno da moldura de lentes 26 encosta com fecho devido à forma no tubo 36.2. A moldura das lentes 26

está, portanto, prevista na parede do compartimento oco 45 e nos tubos 34.2 e 36.2.

- b) A projeção da moldura de lentes 26 na direção longitudinal da parede lateral 32 do módulo permutável 20 é selecionada de tal maneira que a moldura das lentes 26 pode ser movida numa distância predeterminada em sentido coaxial para com a direção da expansão 5.1 do raio laser, ao longo da parede do compartimento oco 45. Para evitar um giro da moldura de lentes 26, um pino 48 poderá ser de tal modo introduzido na parede lateral 32 que o pino 48 penetra numa ranhura 48.1 que está configurada num lado da moldura de lentes 26 em paralelo para com o eixo ótico da ótica de focalização 25 (Fig. 6).
- c) A extremidade da moldura de lentes 26 (segmento parcial 26.1), voltada na direção da placa de fechamento 34, forma uma face anelar que está vedada por meio de vedações 43 em relação à parede do compartimento oco 45 e o tubo 34.2 e que serve de primeira área do pistão 41.1 da unidade de acionamento 40. De modo correspondente, a extremidade da moldura de lentes 26 (segmento parcial 26.2), voltada na direção da placa de fechamento 36, forma uma superfície em formato anelar que por meio de vedações 43 está vedada em relação à parede do compartimento oco 45 e o tubo 36.2 e que serve de segunda área do pistão 42.1 da unidade de acionamento 40. As duas áreas de pistão 41.1 e 42.1 - como a seguir será explicado mais detalhadamente - podem ser sujeitas com um fluido pressurizado para poder mover a moldura de lentes 26 relativamente à estrutura de suporte 30. Portanto, as superfícies dos pistões 41.1 e 42.1, ou seja, a moldura de lentes 26, podem ser consideradas como componentes acionados do conjunto de acionamento 40.

Como mostrado nas Fig. 3-6, o conjunto de acionamento 40 compreende também uma primeira câmara pressurizada 41 e uma segunda câmara pressurizada 42. A primeira câmara pressurizada 41 está delimitada na região de um primeiro segmento de parede 45.1 da parede do compartimento oco 45, dentro da fenda anelar configurada entre a parede de compartimento oco 45 e o tubo 34.2, sendo esta delimitação produzida pela primeira fase de pistão 41.1 e pela placa de fechamento 34. De modo correspondente, a segunda câmara pressurizada 42, na região de um segundo segmento de parede 45.2 da parede do compartimento 45, dentro da fenda de formato anelar, configurada entre a parede do compartimento oco 45 e o tubo 36.2 estão delimitadas pela segunda área do pistão 42.1 e pela placa de fechamento 36. As câmaras pressurizadas 41 são de tal modo configuradas que pela ocasião de um movimento da moldura de lentes 26 ao longo da parede do compartimento oco 45, o volume da primeira câmara pressurizada 41 e o volume da segunda câmara pressurizada 42 são em sentido contrário aumentados, ou seja, reduzidos (na dependência da direção do movimento).

A primeira câmara pressurizada 41, através de uma abertura de entrada 46.1 na parede lateral 32 da estrutura de suporte 30 poderá ser abastecida com um primeiro fluido. De modo correspondente, a segunda câmara pressurizada 42, através de uma abertura de entrada 46.2 na parede lateral 32 da estrutura de suporte 30 poderá ser preenchida com um segundo fluido.

No presente caso, diferenças entre a respectiva pressão do primeiro fluido na primeira câmara pressurizada 41 e a respectiva pressão do segundo fluido na segunda câmara pressurizada 42 provêm um deslocamento da moldura de lentes 26 ao longo da direção de expansão 5.1 do raio laser 5. De modo correspondente, por uma regulação da pressão do respectivo fluido na primeira e na segunda câmaras pressurizadas 41, ou seja, 42, poderá ser controlada a

posição da ótica de focalização 25 relativamente à estrutura de suporte 30, sendo alterada em distâncias predeterminadas ao longo da direção de expansão 5.1 do raio laser 5.

Conforme indicado na Fig. 3-6, o conjunto de acionamento 40 (como conjunto de abastecimento de um primeiro fluido) compreende uma linha pressurizada 80.1 para o primeiro fluido e conduz ao componente estacionário 11 do cabeçote de usinagem 10. A abertura de entrada 46.1 está integrada de tal maneira na parede lateral 32 do módulo permutável 20 que a linha pressurizada 80.1 com a abertura de entrada 46.1, ou seja, com a primeira câmara pressurizada 41, está automaticamente em ligação quando o módulo permutável 20 tiver sido movido para a posição de serviço estacionária. De modo correspondente, o conjunto de acionamento 40 (como conjunto de abastecimento de um segundo fluido) compreende uma linha pressurizada 80.2 para um segundo fluido que conduz ao componente estacionário 11 do cabeçote de usinagem 10. A abertura de entrada 46.2 está de tal modo disposta na parede lateral 32 do módulo permutável 20 que a linha pressurizada 80.2 está automaticamente em ligação com a abertura de entrada 46.2, ou seja, com a segunda câmara pressurizada 42, quando o módulo permutável 20 se encontrar na posição de serviço estacionária.

Conforme indicado na Fig. 6, nas linhas pressurizadas 80.1 e 80.2 poderá ser introduzido um fluido que é retirado de uma linha pressurizada 80, podendo ser conduzido para as linhas pressurizadas 80.1 e 80.2 através de uma válvula de regulação 52 controlável. A válvula de regulação controlável 52 pode, por exemplo, ser configurada como uma válvula proporcional que permite controlar a respetiva pressão nas linhas pressurizadas 80.1, ou seja, 80.2 e, portanto, na primeira câmara pressurizada 41, ou seja, na segunda câmara pressurizada 42, de maneira reciprocamente independente na dependência de sinais de comando.



Para além disso, o conjunto de acionamento 40 compreende um sistema de controlo 50 que controla o posicionamento da ótica de focalização 25 e permite controlar uma regulação da ótica de focalização de acordo com indicações prévias correspondentes do comando da máquina de usinagem a laser 1 (na dependência do respetivo processo de usinagem que deve ser realizado pela máquina de usinagem a laser 1). O sistema de controlo 50 compreende um conjunto de medição 55 para determinar a posição da ótica de focalização 25 e um dispositivo de regulação 51. O conjunto de medição 55 gera sinais que representam a posição momentânea ("valor real") da ótica de focalização 25, (na Fig. 6 representado como  $Z_{ist}$ ). Ao dispositivo de regulação 55 cabe a tarefa de comparar os sinais do conjunto de medição 55 com sinais que indicam um valor teórico predeterminado pelo comando da máquina de usinagem a laser 1 para a posição da ótica de focalização 25 (na Fig. 6 representado como  $Z_{ Soll}$ ) e - no caso de um desvio entre o valor teórico e o valor real - atuar de tal modo por meio de sinais adequados sobre a válvula de regulação 52 que a ótica de focalização 25 seja movida para a posição teórica predeterminada.

Como mostra a Fig. 5, o conjunto medidor 55 poderá ser integrado no módulo permutável 20. O conjunto medidor 55 pode, por exemplo, ser configurado como um sistema de medição isento de contacto, por exemplo, na base de uma vara medidora (que pode ser lida, por exemplo, com meios óticos ou magnéticos) e que pode ser montada na moldura de lentes 26, e com um cabeçote leitor correspondente que pode ser preso na estrutura de suporte 30 e que está adequado para fazer a leitura da vara de medição.

Como primeiro, ou seja, segundo fluido do conjunto de acionamento 40 pode servir, por exemplo, um gás ou um líquido adequado. Como líquido, seria adequado especialmente um líquido de arrefecimento (por exemplo,

água desionizada) que oferece a vantagem de que este líquido de arrefecimento pode garantir um arrefecimento eficaz da moldura de lentes 26 com elevado rendimento de laser.

Um módulo permutável 20 está configurado de tal maneira que gases do processo podem ser conduzidos a partir de um compartimento, limítrofe no lado da saída do raio laser 5 na ótica de focalização 25, através da abertura de saída 36.1 do módulo permutável 20 sendo, portanto, conduzido através do bocal 6 do cabeçote usinagem 10 para a peça trabalhada 2.

Para garantir um abastecimento com gás de processo, no módulo permutável 20 está integrada uma câmara para gás de processo 60 que pode ser preenchida com um gás de processo, ou seja, uma mistura de gases de processo. Como mostra a Fig. 5, a moldura de lentes 26 apresenta num lado oposto ao terceiro segmento de parede 45.3 do compartimento oco 45, um primeiro segmento de parede 61, o qual, juntamente com o terceiro segmento de parede 45.3 da parede do compartimento oco 45, delimita a câmara de gás de processo 60.

Para o abastecimento com gás de processo, o componente estacionário 11 do cabeçote de usinagem 10 está ligada com um conjunto de abastecimento 90 que disponibiliza gás de processo altamente pressurizado (por exemplo, 25 bar). A parede lateral 32 do módulo permutável 20 apresenta na região da câmara de gás de processo 60 várias aberturas de entrada 62 para o gás de processo. As aberturas de entrada 62 estão de tal modo dispostas que estão acopladas ao conjunto de abastecimento 90 para o gás de processo quando a estrutura de suporte 30 tiver sido movida para a posição operacional estacionária.

Através de grande número de aberturas de saída 63 para o respetivo gás de processo, a câmara do gás de processo 60

está ligado com uma área do compartimento 65 que é adjacente no lado da saída do raio laser 5 na ótica de focalização 25 e no qual, através de cada uma das aberturas de saída 63, poderá ser introduzido uma corrente de gás de processo 64 (nas Fig. 4 e 5 para uma das aberturas de saída 63 marcada por uma seta) oriundo da câmara de gás do processo 60.

Como mostra a Fig. 5, a respetiva corrente de gás de processo 64 no lado da saída do raio laser 5 está direcionada para a ótica de focalização 25, de onde é desviada na direção da abertura de saída 36.1, ou seja, o foco 5'. Como respetiva corrente de gás de processo 64 incide na ótica de focalização 25, o gás de processo pode, por exemplo, ser aproveitado para o arrefecimento da ótica de focalização 25.

Como a respetiva corrente de gás de processo 64 (dependendo do respetivo processo de operação) incide altamente pressurizada (por exemplo, 25 bar) sobre a ótica de focalização 25, podem ser transmitidos pelo gás de processo forças relativamente intensas que atuam na direção da abertura de entrada 34.1, essencialmente, em sentido coaxial, para com a direção de expansão 5.1 do raio laser.

A câmara de gás de processo 60 está de tal modo configurada, que estas forças, condicionadas pelo gás de processo, podem ser compensadas. Para esta finalidade, a primeira região 61 de parede da moldura de lentes compreende uma área do pistão 61.1 sujeita pelo gás de processo e que está de tal modo disposta que forças que através da respetiva corrente de gás 64 são transferidas no lado da saída do raio laser e direcionadas para a ótica de focalização 26, por meio de forças, que são transferidas através do gás de processo sobre a área do pistão 61.1, são no todo ou em parte compensadas. A extensão em que são compensadas as forças mencionadas depende essencialmente do

tamanho da área do pistão 61.1 em comparação com a face da ótica de focalização 25 que é sujeita pelo gás de processo. Através de uma seleção adequada do tamanho da área do pistão 61.1 pode se conseguir, portanto, que todas as forças do gás de processo aplicadas na ótica de focalização 25 possam ser exatamente compensadas.

A câmara de gás de processo 60 está configurada concentricamente na direção da expansão 5.1 do raio laser 5. Além disso, a área do pistão 61.1, que pode ser sujeita com gás de processo, apresenta o formato de um anel concêntrico em relação à direção de expansão 5.1 do raio laser 5. Como a câmara de gás de processo 60 está assim disposta coaxialmente para com a direção da expansão 5.1 do raio laser e, além disso, estando disposta em formato anelar ao redor da ótica de focalização 25, com esta disposição podem ser eficazmente eliminadas forças de interferência resultantes do gás de processo.

A disposição da câmara de gás de processo 60 apresenta além disso vantagens no tocante à troca do gás de processo, isto é, a substituição de um primeiro gás de processo, usado num primeiro passo de usinagem, por um segundo gás de processo (diferente) num segundo passo de trabalho (subsequente). A câmara de gás de processo 60 é atravessada pelo respectivo gás de processo no seu percurso até as aberturas de saída 63. A câmara do gás de processo 60 será atravessada pelo respectivo gás de processo no seu percurso até as aberturas de saída 63. Na troca de um gás de processo do primeiro gás de processo para o segundo gás de processo, a câmara do gás de processo 60 será "limpa" pelo segundo gás de processo, com efeito de que após um tempo relativamente reduzido não mais estão presentes resíduos do primeiro gás de processo. A câmara de gás de processo 60 forma, portanto, nenhum compartimento "morto", no qual possam ser guardados os resíduos do primeiro gás de processo por um longo período de tempo. Uma formação de impurezas de longa duração do

segundo gás de processo pelo primeiro gás de processo pode, portanto, ser eliminada após uma troca de gás de processo, ou seja, podendo ser realizada uma limpeza especial (limpeza) da câmara de gás de processo 66 antes de uma troca de gás de processo, sendo realizado dentro de um espaço de tempo curto.

O módulo permutável 20 está configurado de tal modo que a ótica de focalização 25 pode ser sujeita no lado da entrada do raio laser 5 com um gás, por exemplo, para limpar e/ou para arrefecer a ótica de focalização 25.

Para garantir uma alimentação deste gás, no módulo permutável 20 está integrado um compartimento de gás 70, que pode ser preenchido com gás, por exemplo, ar purificado. Como mostra a Fig. 5, a moldura de lentes 26, num lado oposto ao quarto segmento de parede 45.4 da parede do compartimento oco 45, uma segunda região de parede 71, a qual, juntamente com o quarto segmento de parede 45.4 da parede do compartimento oco 45, delimita o compartimento de gás 70. Conforme mostrado nas Fig. 3-6, o compartimento de gás 70 é separado da câmara de gás de processo 60 por uma parede divisória 47 (em formato anelar relativamente à direção da expansão 5.1 do raio laser 5), que está vedada por uma vedação 43 diante da moldura de lentes 26.

Para abastecer o compartimento de gás 70 com um gás, o componente estacionário 11 do cabeçote de usinagem 10 possui um conjunto de abastecimento 95 que disponibiliza o gás necessário em regime de alta pressão. A parede lateral 32 do módulo permutável 20 apresenta na região da câmara de gás de processo 70 várias aberturas de entrada 72 para o respetivo gás. As aberturas de admissão 72 estão dispostas de tal modo que estão acopladas no conjunto de abastecimento 95 quando a estrutura de suporte 30 se encontrar na posição de serviço estacionária.

O compartimento de gás 70 está unido com uma área de um compartimento 75, através de grande número de aberturas de saída 73 para o respetivo gás, área esta que no lado da entrada do raio laser 5 é limítrofe da ótica de focalização 25 e na qual, sobre cada uma das aberturas de saída 73, uma corrente de gás 74 (nas Fig. 4 e 5 para uma das aberturas de saída 73, marcada por uma seta) a partir do compartimento de gás 70.

Como mostra a Fig. 5, a respetiva corrente de gás 74, no lado da entrada do raio laser 5, está direcionada para a ótica de focalização 25. Como a respetiva corrente de gás 74 incide na ótica de focalização 25, o gás poderá ser usado, por exemplo, para limpeza e/ou para resfriamento da ótica de focalização 25.

Como a respetiva corrente de gás 74 incide com sobrepessão sobre a ótica de focalização 25 podem ser transferidas pelo gás forças relativamente intensas que agem na direção da abertura de saída 36.1 essencialmente em sentido coaxial para com a direção da expansão 5.1 do raio laser.

O compartimento de gás 70 está de tal modo configurado que estas forças condicionadas pelo gás podem ser compensadas. Para este fim, a segunda região da parede 71 da moldura de lentes 26 compreende uma área do pistão 71.1 (as bordas externas da área do pistão são marcadas nas Fig. 4 e 5 por setas), área do pistão esta que é sujeita pelo gás e que estão de tal modo posicionadas que forças que são transferidas através da respetiva corrente de gás 74 no lado da entrada do raio laser 5 sobre a ótica de focalização 25, são compensadas no todo ou em parte por forças que são transferidas através do gás para a área do pistão 71.1. A extensão em que as forças mencionadas são compensadas depende essencialmente do tamanho da área do pistão 71.1 em comparação com a face da ótica de focalização 25 que é sujeita pelo gás. Por uma escolha

adequada do tamanho da área do pistão 71.1 pode se conseguir, portanto, que todas as forças resultantes pelo gás e atuantes pela ótica de focalização 25 sejam exatamente compensadas.

O compartimento de gás 70 está configurado concentricamente na direção da expansão 5.1 do raio laser 5. Além disso, a área do pistão 71.1 sujeita com o gás, apresenta a forma de um anel concêntrico relativamente à direção de expansão 5.1 do raio laser 5. Como o compartimento de gás 70 está assim disposto coaxialmente para com a direção de expansão 5.1 do raio laser e, além disso, está disposto em formato anelar ao redor da ótica de focalização 25, por meio desta disposição podem ser eliminadas eficientemente as forças de interferência causadas pelo gás.

Além disso, a disposição do módulo permutável 20 com a câmara de gás de processo 60 e o compartimento de gás 70 representa opções que podem ser combinadas vantajosamente com conjuntos acionadores aleatórios para a ótica de focalização e que criam a base para que a ótica de focalização 25 possa ser regulada com reduzidas forças, de forma precisa e essencialmente não influenciada por forças de interferência.

Lisboa, 20 de Fevereiro de 2012

## REIVINDICAÇÕES

1. Módulo permutável (20) para um cabeçote de usinagem (10) modular de uma máquina de usinagem a laser (1) para a usinagem de uma peça a ser trabalhada (2) por meio de um raio laser (5) com uma ótica de focalização (25) para o raio laser (5), pelo menos um componente acionado (41.1, 42.1, 26) de um conjunto de acionamento (40) e uma estrutura de suporte (30) para a ótica de focalização (25) e os respectivos componentes acionados (41.1, 42.1, 26) do conjunto de acionamento (40), em que a ótica de focalização (25) e os respectivos componentes acionados (41.1, 42.1, 26) do conjunto de acionamento (40) estão de tal modo dispostos na estrutura de suporte (30) que a ótica de focalização (25), por meio do conjunto de acionamento (40), pode ser movida relativamente à estrutura de suporte (30), em que o conjunto de acionamento (40) é concebido como um acionamento fluídico e pelo menos um dos componentes acionados respectivos (41.1, 42.1, 26) podem ser propulsionados com um fluido pressurizado, **caracterizado por** a estrutura de suporte (30) do módulo permutável estar configurada como corpo oco e um componente acionado do conjunto de acionamento estar configurado como uma unidade de pistão (26), a qual está integrada num compartimento oco do corpo oco e que é conduzida numa parede de compartimento oco (45) do compartimento oco, apresentando a unidade de pistão (26) um canal de passagem (29) para o raio laser (5) estando a ótica de focalização (25) integrada no canal de passagem e estando presa na unidade do pistão, e pelo menos um componente acionado (26) do conjunto de acionamento (40) apresenta áreas de pistão opostas (41.1, 42.1), que podem ser sujeitas com a pressão fluídica, de maneira que a ótica de focalização (25), dependendo da sujeição de pressão das áreas de pistão opostas (41.1, 42.1) pode ser movida para a frente e para trás, podendo ser fluidamente retida numa posição aleatória desta área de regulação.



2. Combinação de um cabeçote de usinagem modular (10) e de um módulo permutável (20) de acordo com a Reivindicação 1, em que o módulo permutável (20) compreende o conjunto de acionamento (40).

3. Combinação de acordo com a Reivindicação 2, em que a unidade de pistão (26) pode ser movida no sentido coaxial na direção da expansão (5.1) do raio laser (5).

4. Combinação de acordo com uma das Reivindicações 2 ou 3, em que o conjunto de acionamento (40) compreende uma primeira câmara pressurizada (41) e uma segunda câmara pressurizada (42) e a unidade de pistão (26) apresenta uma primeira área do pistão (41.1) e uma segunda área do pistão (42.1), em que a primeira câmara pressurizada (41) é delimitada por um primeiro segmento de parede (45.1) da parede do compartimento oco (45) e da primeira área do pistão (41.1) e a segunda câmara pressurizada (42) está delimitada por um segundo segmento de parede (45.2) da parede da câmara oca (45) e da segunda área do pistão (42.1) e em que as respectivas câmaras pressurizadas (41, 42) são de tal modo configuradas que por ocasião de um movimento da unidade de pistão ao longo da parede do compartimento oco (45), o volume da primeira câmara pressurizada e o volume da segunda câmara pressurizada podem ser ampliados ou reduzidos em sentido contrário.

5. Combinação de acordo com a Reivindicação 4, em que a primeira câmara pressurizada (41) pode ser preenchida com um primeiro fluido (80.1) e a segunda câmara pressurizada (42) pode ser preenchida com um segundo fluido (80.2).

6. Combinação de acordo com uma das reivindicações 4 ou 5, em que a primeira câmara pressurizada (41) e/ou a segunda câmara pressurizada (42) são configuradas

concentricamente na direção da expansão (5.1) do raio laser (5).

7. Combinação de acordo com uma das Reivindicações de 4 a 6, em que a primeira área do pistão (41.1) e/ou a segunda área do pistão (42.1) apresentam a forma de um anel concêntrico relativamente à direção da expansão (5.1) do raio laser (5).

8. Combinação de acordo com uma das Reivindicações 2 a 7, em que a unidade de pistão (26) apresenta uma primeira região de parede (61) num lado oposto de um terceiro segmento de parede (45.3) da parede do compartimento oco (45), a qual, juntamente com o terceiro segmento de parede (45.3) da parede da câmara oca (45), delimita uma câmara de gás de processo (60) que pode ser preenchida com um primeiro gás de processo, em que a câmara de gás de processo, pelo menos através de uma abertura de saída (63) para o gás de processo, está unida com uma área de um compartimento (65), que é limítrofe, no lado da saída do raio laser, na ótica de focalização (25) e dentro do qual pode ser introduzida uma corrente de gás de processo (64) a partir da câmara de gás de processo (60) passando através da abertura de saída (63) para gás de processo.

9. Combinação de acordo com a Reivindicação 8, em que a primeira região de parede (61) da unidade de pistão compreende uma área do pistão (61.1) que pode ser sujeita ao gás de processo, em que esta área está disposta de tal maneira que as forças, que podem ser transmitidas através da corrente de gás de processo no lado da saída do raio laser sobre a ótica de focalização (25), são no todo, ou parcialmente, compensadas por forças que podem ser transferidas através do gás do processo para a área do pistão (61.1).

10. Combinação de acordo com a Reivindicação 9, em que a câmara de gás de processo (60) está configurada concentricamente para com a direção de expansão (5.1) do raio laser (5) e a área do pistão (61.1), que pode ser sujeita ao gás de processo, apresenta um formato de um anel concêntrico relativamente à direção da expansão (5.1) do raio laser (5).

11. Combinação de acordo com uma das Reivindicações 2 a 10, em que a unidade de pistão (26), apresenta uma segunda região de parede (71) num lado oposto de um quarto segmento de parede (45.4) da parede do compartimento oco (45), a qual, conjuntamente com o quarto segmento de parede (45.4) da parede de compartimento oco (45), delimita um compartimento de gás (70) para um gás, em que o compartimento de gás (70), através de pelo menos uma abertura de saída (73) para este gás, está unido com uma área de compartimento (75) que é limítrofe no lado da entrada do raio laser (5) na ótica de focalização (25), e na qual pode ser introduzida uma corrente de gás (74) oriunda do compartimento de gás (70), passando pela abertura de saída (73).

12. Combinação de acordo com a Reivindicação 11, em que a segunda região da parede (71) compreende uma área do pistão (71.1) que pode ser sujeita ao gás e que está de tal modo disposta que as forças, que podem ser transferidas para a ótica de focalização (25) através da corrente de gás (74) no lado da entrada do raio laser (5), são no todo ou em parte compensadas por forças que podem ser transferidas através do gás para a área do pistão (71.1).

13. Combinação de acordo com a Reivindicação 12, em que o compartimento de gás (70) é configurado concentricamente e na direção de expansão (5.1) do raio laser (5) e a área do pistão (71.1) que pode ser sujeita ao gás, apresenta o

formato de um anel concêntrico relativamente à direção de expansão (5.1) do raio laser (5).

14. Combinação de acordo com uma das Reivindicações 2 a 13, em que o módulo permutável (20) compreende um conjunto de medição (55) para determinação da posição ( $Z_{ist}$ ) da ótica de focalização (25).

15. Combinação de acordo com uma das Reivindicações 4 a 7, em que a parede do compartimento oco (45) apresenta uma abertura de entrada (46.1) para o primeiro fluido e uma abertura de entrada (46.2) para o segundo fluido e o componente estacionário (11) do cabeçote de usinagem (10) apresenta um conjunto de abastecimento (80.1) para o primeiro fluido e um conjunto de abastecimento (80.2) para o segundo fluido, em que as aberturas de entrada (46.1, 46.2) para o primeiro e para o segundo fluido estão de tal modo dispostas que a abertura de entrada (46.1) para o primeiro fluido estará acoplada ao conjunto de abastecimento (80.1) para o primeiro fluido e a abertura de entrada (46.2) para o segundo fluido está acoplada ao conjunto de abastecimento (80.2) para o segundo fluido, quando a estrutura de suporte (30) se encontrar na posição de serviço estacionária.

16. Combinação de acordo com uma das Reivindicações 8 a 10, em que a parede do compartimento oco (45) apresenta uma abertura de entrada (62) para o gás de processo e o componente estacionário (11) do cabeçote de usinagem (10) compreende um conjunto de abastecimento (90) para o gás de processo e em que esta abertura de entrada (62) está de tal modo disposta que está acoplada ao conjunto de abastecimento (90) para o gás de processo quando a estrutura de suporte (30) se encontrar na posição de serviço estacionária.

17. Combinação de acordo com uma das Reivindicações 11 a 13, em que a parede do compartimento oco (45) apresenta uma abertura de entrada (72) para um gás que pode ser introduzido no compartimento de gás (70) e o componente estacionário (11) do cabeçote de usinagem compreende um conjunto de abastecimento (95) para este gás e em que esta abertura de entrada (72) está de tal modo disposta, que está acoplada ao conjunto de abastecimento (95) para este gás, quando a estrutura de suporte (30) se encontrar na posição de serviço estacionária.

18. Combinação de acordo com uma das Reivindicações 2 a 17, em que o cabeçote de usinagem (10) compreende um componente estacionário (11) e a estrutura de suporte (30) do módulo (20) pode ser movida para uma posição de serviço estacionária relativamente ao componente estacionário (11) do cabeçote de usinagem (10).

19. Máquina de usinagem a laser (1) com uma combinação constituída de um cabeçote de usinagem (10) modular e de um módulo permutável (20) de acordo com uma das Reivindicações 2 a 18.

Lisboa, 20 de Fevereiro de 2012

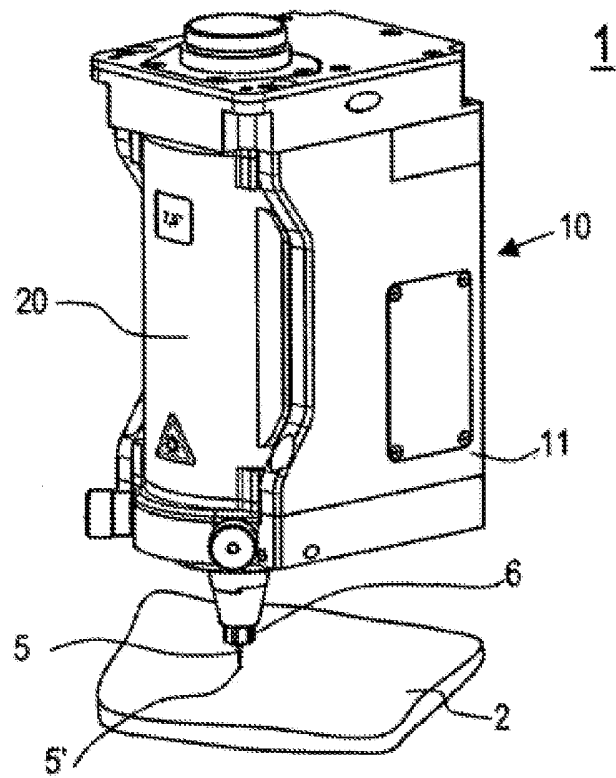


Fig. 1

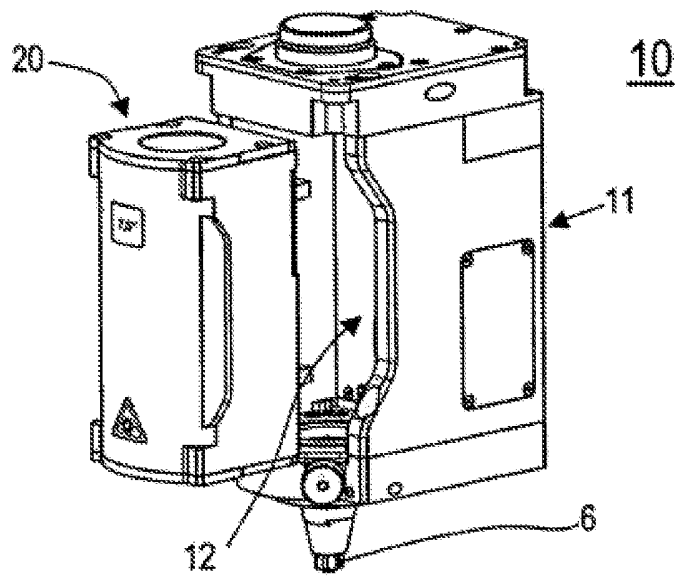
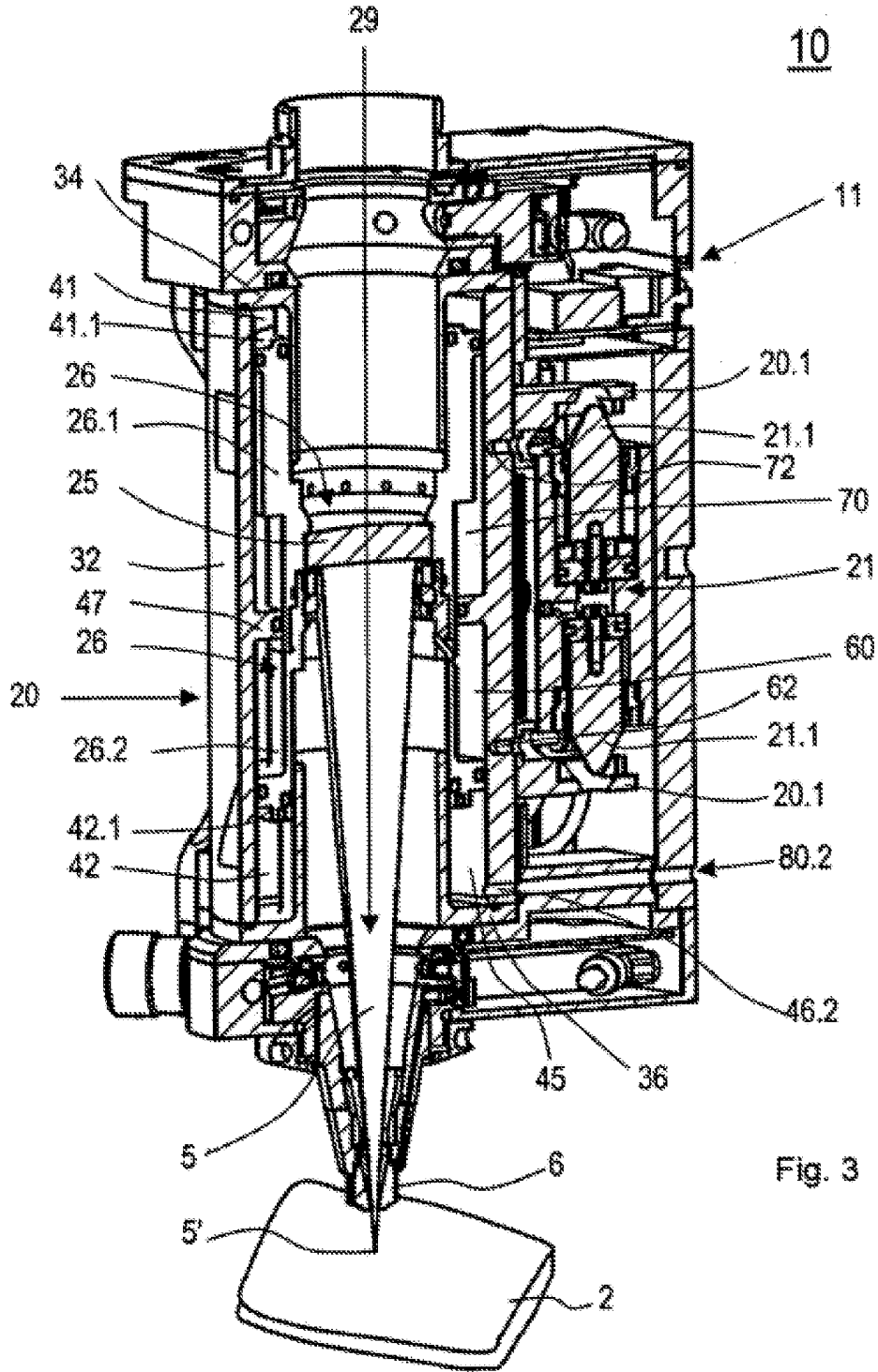
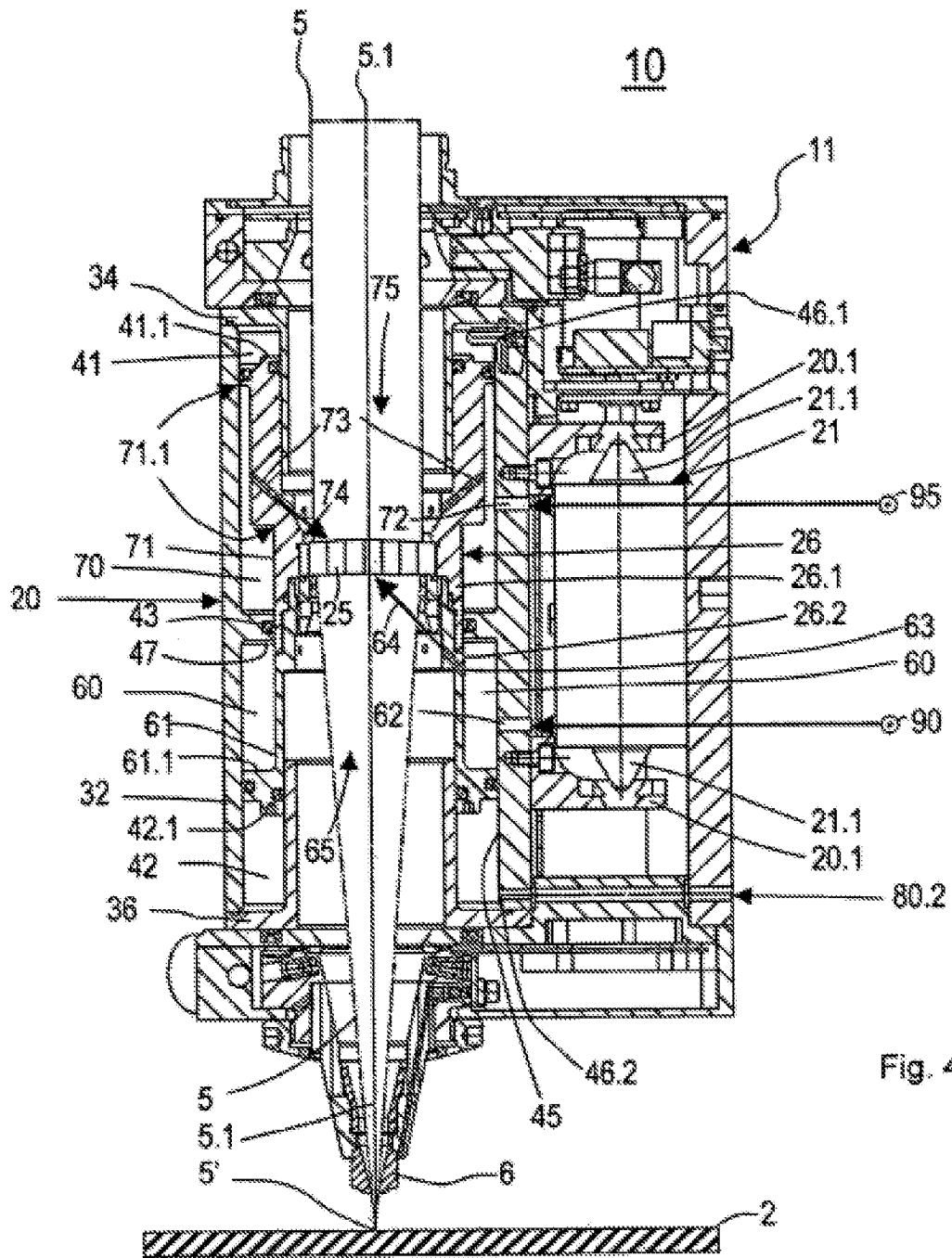


Fig. 2







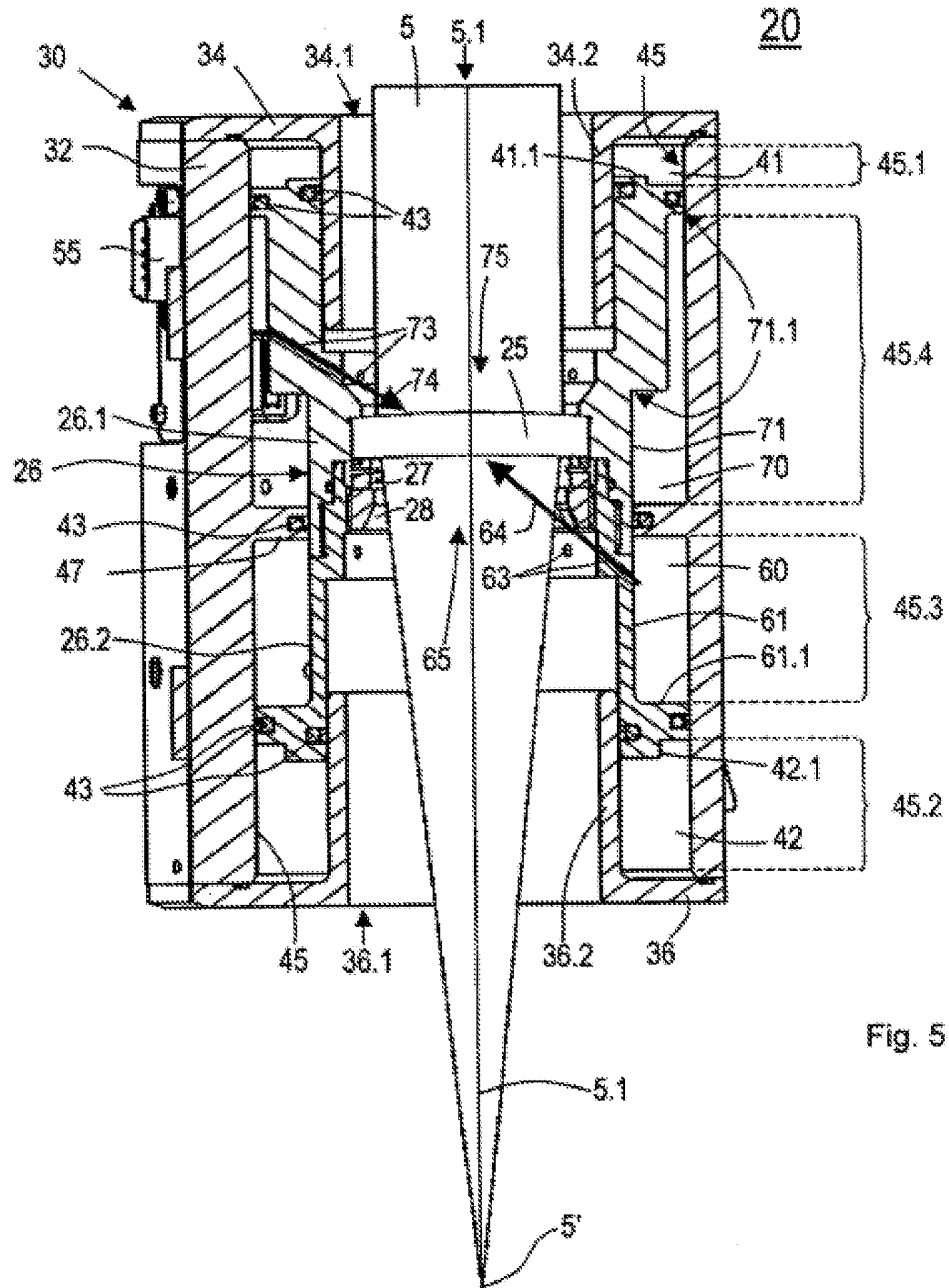


Fig. 5

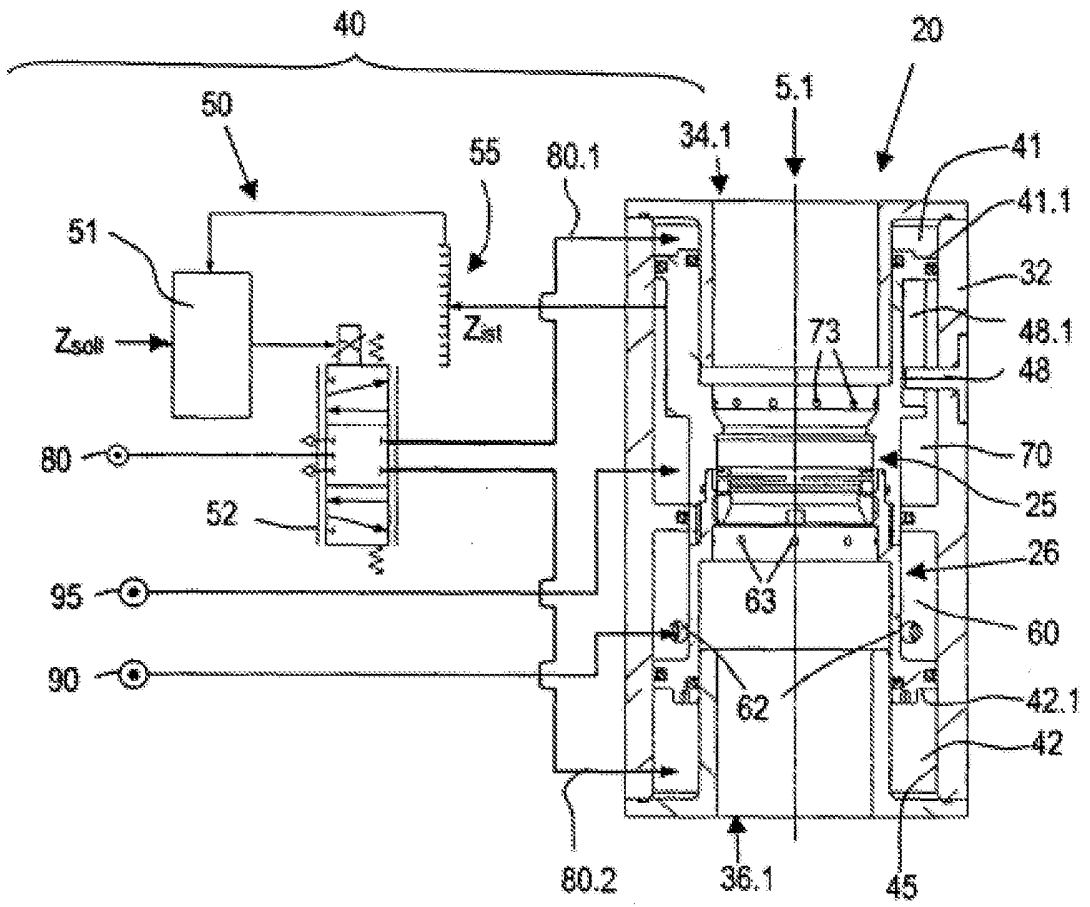


Fig. 6