República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0710012-4 A2**

BRPI0710012A2

(22) Data de Depósito: 16/04/2007
(43) Data da Publicação: 02/08/2011
(RPI 2117)

(51) Int.Cl.:
B24B 39/02 2006.01

(54) Título: **MÉTODO E FERRAMENTA DE ALISAMENTO PARA SUPERFÍCIES DE ACABAMENTO**

(30) Prioridade Unionista: 14/04/2006 DE 10 2006 017 468.2, 14/08/2006 DE 10 2006 038 117.3, 16/03/2007 DE 10 2007 012 764.4

(73) Titular(es): Mauser-Werke Oberndorf Maschinenbau GMBH

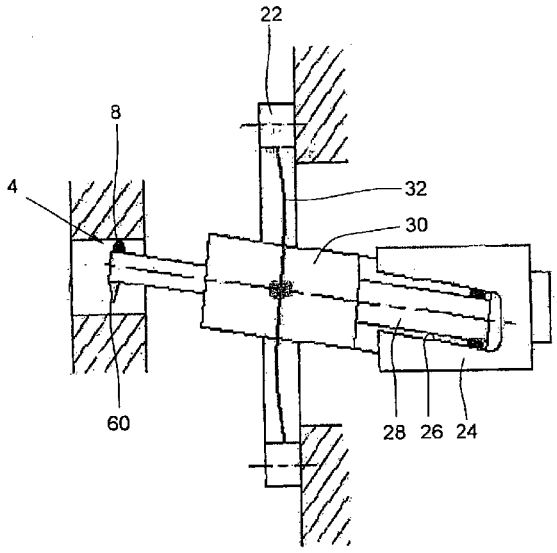
(72) Inventor(es): Franz Weidinger, Frieder Asser, Siegfried Gruhler

(74) Procurador(es): Dannemann ,Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT DE2007000666 de 16/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/118467de 25/10/2007

(57) Resumo: MÉTODO E FERRAMENTA DE ALISAMENTO PARA SUPERFICIES DE ACABAMENTOÉ revelado um método e uma ferramenta de alisamento (4) para superfícies de acabamento, bem como uma peça de ferramenta que é usinada por meio de um processo de alisamento. A superfície que é para ser usinada é alisada através um processo de formação com o auxílio de uma ferramenta de alisamento compreendendo um membro de alisamento convexo.



PI0710012-4.
PI. 0200801536 18

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO E FERRAMENTA DE ALISAMENTO PARA SUPERFÍCIES DE ACABAMENTO**".

A presente invenção refere-se a um método para acabar superfícies de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1, uma ferramenta de alisamento adequada para o dito método de acordo com o preâmbulo da reivindicação 11 e uma peça de trabalho de acordo com a reivindicação 19.

Métodos e ferramentas de alisamento deste tipo são usados, por exemplo, em superfícies de acabamento de uma vareta de conexão. Em motores de combustão interna um pistão é suportado por meio de um pino de pistão em um olho de biela pequeno da vareta de conexão, cujo olho de haste de conexão grande é conectada em um eixo de manivela. Até agora uma bucha de apoio foi inserida no olho de biela pequeno. No curso de esforços feitos para fabricação leve e para minimização de custo, esta bucha de apoio deve ser dispensada de modo que o olho de biela pequeno abrange diretamente o pino de pistão. É necessário neste contexto fabricar a superfície de apoio do olho de biela pequeno com alta precisão. Até agora, o olho de biela pequeno foi formado para ser redondo, elíptico e/ou do tipo trompete no eixo longitudinal do pino de pistão por escoramento de precisão. Isto resultou que a qualidade de superfície a ser obtida por escoramento de precisão não é boa suficiente para assegurar a durabilidade da conexão de apoio.

Outro problema consiste no fato de que o desgaste aumentado foi observado especialmente com bielas forjadas sem bucha. O requerente estabeleceu que este desgaste aumentado tem de ser investigado de volta para segregações na peça bruta de fundição. Tais segregações (núcleos pretos) são decomposições da peça fundida durante a operação de fundição. Estas áreas trem uma dureza maior que a estrutura regular da peça de trabalho. Se a partir de tal peça bruta de fundição uma biela é fabricada por forjamento, as segregações ocorrerão especialmente nas áreas circunferenciais centrais dos olhos de biela grande e pequeno de modo que a combinação de apoio é submetida ao desgaste nesta área.

Comprado a isto, o objetivo subjacente da invenção é fornecer

um método e uma ferramenta pelos quais a qualidade de superfície de tais superfícies á aperfeiçoada com esforços simples em termos de dispositivos. Além do mais, uma peça de trabalho tendo uma qualidade de superfície a-perfeiçoada e resistência ao desgaste deve ser fornecida.

Este objetivo é atingido quanto ao método pela combinação de aspectos de reivindicação 1 por uma ferramenta de alisamento de acordo com a reivindicação 11 bem como por uma peça de trabalho de acordo com a reivindicação 19.

De acordo com a invenção, o acabamento da superfície é realizado por conformação parcial, em que é usada uma ferramenta de alisamento que é pressionada com uma superfície convexa contra a superfície a ser trabalhada e é movida ao longo da mesma. Assim, a invenção não faz uso de métodos de acabamento convencionais em que a superfície é alisada por remoção de aparas. A peculiaridade do método de acordo com a invenção consiste no fato de que um elemento de alisamento convexo é meramente pressionado contra a superfície e não realiza rotação ou similar – como, por exemplo, durante uma operação de giro.

O método de acordo com a invenção e a ferramenta de alisamento de acordo com a invenção podem ser usados com sucesso particularmente grande no acabamento de um olho de biela.

O eixo da ferramenta de alisamento é de preferência preso em uma cabeça de alimentação radialmente alimentável. Por exemplo, a cabeça de alimentação é uma cabeça de inclinação de diafragma. Por tais cavidades de apoio de cabeça de alimentação que são ovais em seção transversal ou do tipo trompete em direção axial, as superfícies fornecidas com cavidades ou estruturadas em qualquer outra maneira podem ser fornecidas ou trabalhadas.

Em uma modalidade preferida, o elemento de alisamento convexo é suportado em um eixo de ferramenta substancialmente rígido e assim não é pré-tensionado em direção de engate por orientação de mola ou similar. No entanto, em casos particulares de aplicação pode ser necessário pré-tensionar elasticamente o elemento de alisamento convexo na posição de

engate. Neste caso, a área que recebe o elemento de alisamento pode ser elástica. De acordo com uma modalidade especialmente preferida da invenção, o eixo de ferramenta está na forma de um tirante paralelo que é cortada separada do eixo de ferramenta por desgaste, por exemplo. Em uma variante alternativa da invenção, o eixo de ferramenta está na forma de um tirante de mola por meio de pelo menos uma mola, especialmente uma mola laminada. Pelo controle de processo com um estilo de micromedição que detecta a deflexão do tirante paralelo, é confirmada que a geração de diâmetro ocorreu por rotação simétrica por exemplo com uma ação de alisamento de 5 µm.

Como elemento de alisamento, de preferência é formado um diamante natural ou um material correspondentemente duro. Por exemplo, é feito uso de uma esfera de diamante ou um segmento de esfera de diamante. O raio de uma superfície de alisamento do elemento de alisamento em uma modalidade preferida da invenção está dentro da faixa de aproximadamente 2 a 6 mm.

Em uma variante especialmente preferida do método, a ferramenta de alisamento é guiada aproximadamente ao longo da mesma trilha de movimento como aquela da ferramenta de usinagem usada previamente.

A ferramenta de alisamento é de preferência pressionada contra a superfície em uma pressão de superfície predeterminada o uma orientação definida. Isto é obtido pelo fato de que a pressão de superfície doa ferramenta de alisamento ou a força de orientação da ferramenta de alisamento é mantida dentro de uma faixa de tolerância predeterminada. Por tal método, profundidades de aspereza substancialmente menores que por métodos convencionais podem ser obtidas. A profundidade de aspereza obtida em testes preliminares foi menos que 1/1000 mm. É confirmado por um controle de processo apropriado da força de pressão que a geração de diâmetro ocorreu por rotação simétrica por exemplo em uma ação de alisamento de 5 µm. A força de pressão constante desejada pode ser obtida, por exemplo, devido à força centrífuga atuando no elemento de alisamento e é ajustável pela velocidade da ferramenta de alisamento.

No caso de aplicações particulares, é vantajoso quando as cavidades são formadas na superfície a ser tratada; podem estar na forma de uma ranhura circunferencial, em formato circunferencialmente espiral ou um formato cruzado ou outro, podem ser fendas formadas em seções. Controlando apropriadamente a ferramenta de alisamento, é vantajoso em alguns casos quando a ferramenta de alisamento é desengatada na área dos ditas cavidades a fim de evitar concentrações de tensão e assim dano da peça de trabalho e/ou da ferramenta de alisamento. Além do mais, é possível introduzir cavidades, por exemplo calhas de lubrificação, na superfície do componente pela ferramenta de alisamento. Tal ferramenta pode ser uma ferramenta de múltiplos propósitos tendo uma esfera pequena para introduzir a calha e uma esfera grande para alisar o diâmetro.

A estabilidade dimensional da superfície a ser trabalhada pode ser ainda aperfeiçoada, quando a ferramenta de preparação é ajustada primeiramente para a dimensão de ajuste teórica, e subseqüentemente a preparação, por exemplo mandrilagem fina, é realizada por meio de controlar ou ajustar a borda de corte de ferramenta, até que o centro de qualquer outro valor dentro da faixa de tolerância é atingido.

Em uma etapa subseqüente, este valor é captado como dimensão zero na máquina e é transferido para uma estação de medição – uma assim chamada mestre – e é fixado.

No caso de uma mudança de ferramenta a dita medida zero pode ser captada do mestre e transferida para a ferramenta na máquina. Esta transferência pode ser realizada pelo controle de máquina ou diretamente por ajuste na borda de corte de ferramenta (ferramenta de alimentação).

Em uma variante preferida da invenção é verificada depois do alisamento se a ferramenta de alisamento está em posição. Desta maneira pode ser determinado, por exemplo, se o elemento de alisamento é danificado ou é existente de todo.

A orientação mencionada no começo é ajustada de modo que a deformação (achatamento) da ferramenta de alisamento durante o alisamento pode ser compensada.

Isto resultou em ser especialmente vantajoso em termos de fabricação quando a ferramenta de alisamento é uma ferramenta de múltiplos propósitos tendo pelo menos uma borda de corte de preparação.

A borda de corte de preparação é de preferência disposta de modo aproximadamente diametral com respeito ao elemento de alisamento de modo que opcionalmente a ferramenta de alisamento ou a borda de corte de preparação pode ser engatada por um movimento de rotação.

A presente aplicação sugere aperfeiçoar o comportamento de desgaste para formar uma ranhura circunferencial especialmente em partes forjadas na parte central das paredes circunferenciais de furos/cavidades de apoio – por exemplo os olhos de biela grande e pequeno. A dita ranhura circunferencial é desenhada tal que as segregações são parcialmente desgastadas e assim não são mais localizadas na área de apoio principal do furo de apoio de modo que surpreendentemente a resistência ao desgaste pode ser substancialmente aperfeiçoada em frente de soluções convencionais.

Sob certas circunstâncias pode também ser suficiente, no entanto, preparar a parede circunferencial do cavidade de apoio e a ranhura circunferencial somente por giro de precisão, em que é essencial que as segregações não são mais localizados na área de apoio principal do apoio. O requerente reserva o direito de direcionar uma reivindicação independente separada para a formação de uma ranhura – independentemente do método de preparação.

Outros desenvolvimentos adicionais vantajosos da invenção são o tema das sub-reivindicações.

As modalidades preferidas da invenção devem ser explicadas em detalhe depois aqui por meio de representações esquemáticas, em que:

a figura 1 mostra uma biela a ser preparada;

a figura 2 mostra uma representação esquemática de uma ferramenta de alisamento de acordo com uma primeira modalidade de acordo com a invenção;

a figura 3 mostra uma vista dianteira da ferramenta de alisamento da figura 2 inserida em um cone de eixo oco;

a figura 4 é uma representação espacial da ferramenta de alisamento da figura 3 inserida em uma haste de uma ferramenta de máquina;

a figura 5 é uma vista lateral da cabeça de inclinação de diafragma compreendendo a ferramenta de alisamento da figura 4;

a figura 6 é uma vista lateral da cabeça de inclinação de diafragma compreendendo a ferramenta de alisamento da figura 5 no estado defletido;

a figura 7 mostra uma vista de topo da cabeça de inclinação de diafragma compreendendo a ferramenta de alisamento da figura 6;

a figura 8 é uma vista lateral de um eixo de ferramenta elástico;

a figura 9 é uma representação aumentada da ferramenta de alisamento da figura 8;

a figura 10 é uma vista lateral de uma ferramenta de alisamento na forma de uma ferramenta de múltiplos propósitos;

a figura 11 é uma vista lateral da ferramenta de múltiplos propósitos da figura 10;

a figura 12 é uma vista lateral da ferramenta de múltiplos propósitos com a ferramenta de alisamento sendo engatada;

a figura 13 é uma vista lateral da ferramenta de múltiplos propósitos com a borda de corte de preparação sendo engatada;

a figura 14 é uma curva de penetração do elemento de alisamento em resposta à força de orientação;

a figura 15 mostra uma superfície alisada de acordo com o método de acordo com a invenção; e

a figura 16 mostra as profundidades de aspereza de um cavidade de apoio mandrilado fina e um alisado de uma biela.

A figura 1 mostra uma biela 1 submetida a usinagem, o olho de apoio pequeno 2 da qual deve ser de superfície acabada de alta qualidade de modo que um pino de pistão de um pistão (não mostrado) pode ser inserido sem utilizar uma bucha de apoio. Para o acabamento, uma ferramenta de alisamento 8 é utilizada em um eixo de ferramenta 6. A figura mostra uma modalidade em que a ferramenta de alisamento 4 é rígida sem elasticidade.

A ferramenta de alisamento 8 de preferência consiste em um diamante natural ou um material comparável e é montado no eixo de ferramenta 6 por meio de um parafuso de sujeição 12 inserido em um furo de recepção 10 do eixo de ferramenta 6 tal que uma superfície de alisamento convexa ou esférica 14 se projeta na direção radial do eixo de ferramenta 6. Na modalidade mostrada, esta superfície de alisamento 14 é desenhada para ter um raio de aproximadamente 2,75 mm, é claro também outros raios, por exemplo um raio de 5 mm pode ser usado.

A figura 3 mostra a ferramenta de alisamento 4 da figura 2 incluindo um eixo de ferramenta rígido 6 inserido em um cone de eixo oco convencional (HSK) 16 que por sua vez – como mostrado na figura 4 – pode ser inserido em uma ferramenta radialmente alimentável de modo que o elemento de alisamento 8 pode ser pré-tensionado e alimentado contra a superfície a ser trabalhada.

Esta disposição de ferramenta pode então ser inserida, de acordo com a figura 4, em uma haste 18 de uma ferramenta de máquina 20 de modo que o elemento de alisamento 8 é móvel ao longo de uma trilha de movimento predeterminada no olho de biela 2 (conforme Figura 1). É preferido neste contexto, quando a trilha de movimento corresponde aproximadamente para uma ajustada durante a mandrilagem fina. Na modalidade mostrada, a ferramenta de alisamento 4 é inserida em uma cabeça de inclinação de diafragma 22.

De acordo com a figura 5, tal cabeça de inclinação de diafragma 22 tem um garfo 24 ajustável em direção axial incluindo uma ranhura de garfo 26 se estendendo obliquamente com respeito ao eixo longitudinal no qual um pinhão 28 de uma cabeça de ferramenta 30 imerge. A dita cabeça de ferramenta 30 é conectada de modo operativo em um diafragma 32 tal que, quando a ranhura de garfo 26 é deslocada, a cabeça de ferramenta 20 é inclinada e assim a ferramenta de alisamento 4 é defletida – como representado na figura 6 – na direção radial e realiza um movimento de alimentação ou reajuste radial. Para este propósito, a cabeça de ferramenta 30 está disposta, de acordo com a figura 7, centralmente entre duas telas 34, 36 for-

mando um eixo de rotação. Controlando apropriadamente a cabeça de inclinação de diafragma 22 , a superfície de alisamento 14 do elemento de alisamento 8 pode ser colocada em uma posição predeterminada com relação à superfície a ser trabalhada. É preferido no método de acordo com a invenção, quando a superfície de alisamento 14 é pré-tensionado por 10 µm em frente da superfície a ser trabalhada. Isto é, a superfície de alisamento 14 é pré-tensionada em direção radial por 10 µm na peça de trabalho em frente da superfície a ser trabalhada e assim define o plano de alisamento.

No caso de exigências especiais poderia ser necessário desenhar o eixo de ferramenta 6 para exibir certa elasticidade. Neste caso, a parte que recebe o elemento de alisamento 8 pode ser elástica. Na modalidade mostrada na figura 8 isto é feito por um tirante paralelo 38 que é cortado separado do eixo de ferramenta 6 por desgaste, por exemplo. Isto deve ser ilustrado depois aqui por meio da figura 9 mostrando uma representação aumentada da ferramenta de alisamento 4 da figura 8.

Como alguém pode considerar especialmente a partir da figura 9, o tirante paralelo 38 inclui duas pernas 40, 42 que são conectadas por meio de uma tela 44 recebendo o elemento de alisamento 8. O elemento de alisamento 8 é suportado na tela 44 por uma placa de regulagem 46 e é mantido na mesma por meio do parafuso de sujeição 12. As pernas 40, 42 e a tela 44 são espaçadas da parte central 48 do eixo de ferramenta 6 por aproximadamente 0,5 mm, em que um parafuso de ajuste 50 que é suportado na parte central 48 é aparafusado na perna 40. por meio do parafuso de ajuste 50, a pré-deflexão da ferramenta de alisamento 4 e a rigidez do tirante paralelo 38 podem ser ajustadas. Na modalidade mostrada, um assento 52 em que um elemento de elastômero 54 é recebido, passa através da parte central 48. O dito elemento de elastômero 54 é suportado na perna esquerda 43 do tirante paralelo 38 por uma primeira parte terminal por meio de um elemento de montagem 56 e na segunda perna 42 do tirante paralelo 38 por sua segunda parte terminal. O corpo de elastômero 54 serve como um elemento de amortecimento e para regular a rigidez da ferramenta de alisamento 4. Em uma modalidade não mostrada, um amortecedor a óleo é usado em

vez do elemento de elastômero 54.

A preparação e o alisamento são realizados por exemplo em duas estações. Quando se trabalha uma biela 1 (conforme figura 1), a preparação é de preferência realizada por mandrilagem fina por uma cabeça de broca de furo fino de preferência ajustável em direção radial. A dita cabeça de perfuração de furo fino é inicialmente pré-ajustada de acordo com o pré-ajuste teórico em um dispositivo de medição apropriado, por exemplo um dispositivo de pré-ajuste de ferramenta. Depois disto, a mandrilagem fina é realizada, em que a usinagem é realizada por meio de controle ou ajuste de máquina da borda de corte de ferramenta, até que o meio da faixa de tolerância ou outro valor predeterminado dentro da faixa de tolerância é obtido. Esta dimensão real é então captada na máquina como dimensão zero e a dita dimensão zero é transferida para um dispositivo de medição, um assim chamado mestre, e é fixada. No caso de uma mudança de ferramenta, a dita dimensão zero pode ser diretamente captada pelo mestre e transferida na máquina por meio do controle de ferramenta de máquina ou ajuste da borda de corte (ferramenta radial) par a ferramenta de mandrilagem fina. Este curso de ação assegura que a mandrilagem fina é realizada com precisão máxima e reprodutibilidade de modo que uma geometria de componente que satisfaz exigências máximas e tem uma profundidade de aspereza mínima predeterminada (menos que 1 µm) é realizada pelo alisamento subseqüente. Como descrito no início, o elemento de alisamento 8, de preferência a esfera de diamante é inserida em uma cabeça de ferramenta de alimentação radialmente ajustável. O controle é designado de modo que a força de pressão ou a pressão de superfície do elemento de alisamento 8 aplicada na superfície a ser trabalhada pode ser controlada durante a usinagem de modo que permanece dentro de uma faixa de tolerância predeterminada e assim constantemente uma orientação particular (aproximadamente 10 µm) é eficiente. Esta orientação é adaptada para compensar também pequenos ovais indesejados da mandrilagem fina.

A cabeça de alimentação radialmente ajustável permite trabalhar também as superfícies tendo cavidades – por exemplo formando fendas de

lubrificação, etc. É preferido desengatar o elemento de alisamento na área das ditas fendas de lubrificação ajustando a cabeça de alimentação de modo que depois de passar o dito cavidade, o elemento de alisamento não é exposto à tensão de impacto, porque é engatado novamente somente depois de ter passado o dito cavidade.

Depois que a realização de a operação de alisamento é verificada por um dispositivo de medição se o elemento de alisamento 8 está ainda em posição e se existe possibilidade de desgaste que pode então ser apropriadamente compensado. Uma medição respectiva de desgaste é também realizada durante a preparação (mandrilagem fina), em que a ferramenta é medida depois de cada usinagem de uma peça de trabalho, e o desgaste possivelmente existente é armazenado e compensado pela compensação de desgaste orientação por estação (correção de desvio). Esta correção pode ser feita usando um valor de meio de deslizamento, em que por exemplo durante uma mudança de ferramenta uma rejeição de unidade de medição livre de tempos de processamento primário é realizada com leitura atualizada e correção de desvio possível.

A figura 10 ilustra uma modalidade de uma ferramenta de alisamento 4 na forma de uma ferramenta de múltiplos propósitos 58 tendo uma corda de corte de preparação 60 que é praticamente responsável para mandrilagem fina, em que em uma etapa subseqüente o elemento de alisamento 8 pode ser engatado com seu segmento de esfera rodando a ferramenta 4.

De acordo com a figura 11 mostrando uma vista lateral da ferramenta de múltiplos propósitos 58 da figura 10, resultou em ser especialmente vantajoso quando a borda de corte de preparação 60 está disposta de modo aproximadamente diametral com respeito ao elemento de alisamento 8 de modo que opcionalmente o elemento de alisamento 8 ou a borda de corte de preparação 60 podem ser engatados por um movimento de rotação. Isto deve ser ilustrado em detalhe depois aqui por meio das figuras 12 e 13 mostrando a ferramenta de múltiplos propósitos 58 engatada com a borda de corte de preparação 60 e engatada com o elemento de alisamento 8, respectivamente.

Na figura 12 é mostrada uma cabeça de alimentação radialmente alimentável dentro da qual a ferramenta de múltiplos propósitos 58 pode ser inserida. A cabeça de alimentação está na forma de uma cabeça de inclinação de diafragma 22 tendo um garfo 24 ajustável na direção axial incluindo uma ranhura de garfo 26 se estendendo obliquamente com respeito ao eixo longitudinal no qual um pinhão 28 da cabeça de ferramenta 30 imerge. A dita cabeça de ferramenta 30 é operativamente conectada a um diafragma 32 tal que quando a ranhura de garfo 26 é deslocada, a cabeça de ferramenta 30 é inclinada e assim a ferramenta de alisamento 4 – como mostrado na figura 12 – ou a borda de corte de preparação 60 – como mostrado na figura 13 – é engatada. Isto é, por controle apropriado da cabeça de inclinação de diafragma 22, a superfície de alisamento ou a borda de corte de preparação 60 pode ser colocada em uma posição predeterminada com relação a uma superfície a ser trabalhada.

A figura 14 ilustra uma curva de penetração 62 do elemento de alisamento 8 em resposta à força de orientação F. A característica de profundidade de penetração de força se estende de modo relativamente plano tendo um gradiente de aproximadamente 0,5 N/µm. A ferramenta de alisamento 4 é de preferência operada na faixa de deflexão entre 25 e 50 µm e é ajustável por um batente fixo. De acordo com a figura 14, o elemento de alisamento 8 começa a penetrar a superfície do componente a partir de uma força de orientação de aproximadamente 40N. A uma força de orientação de aproximadamente 75 N por exemplo, uma profundidade de penetração de 50 µm é alcançada.

De acordo com a figura 15, uma qualidade de superfície excelente que permite uma aspereza RZ de 0,8 pode ser obtida pelo método de alisamento de acordo com a invenção – tais profundidades de aspereza praticamente não podem ser alcançadas por mandrilagem fina.

A figura 16 mostra uma medição concreta da profundidade de aspereza por meio de uma curva 64, em que a aspereza depois da mandrilagem fina é mostrada na direita e importa em aproximadamente 2,5 a 4 µm. Pelo método de alisamento de acordo com a invenção, uma profundidade de

aspereza mostrada na esquerda é menor que 1 µm, por exemplo de 0,7 µm, pode ser obtida. Os olhos de biela 2 fabricados desta maneira (conforme figura 1) têm uma qualidade excelente e foram aprovados em testes de vida de ferramenta de modo que o uso de buchas de apoio convencionais não é mais exigido. Isto resultou em que aspereza em frente dos contornos de furos finos pode ser ainda aperfeiçoada pelo método de alisamento de acordo com a invenção. Quase quaisquer contornos, por exemplo cavidades redondos, cavidades elípticos (elipse de aproximadamente 10 µm) ou contornos que são em formato de trompete em direção longitudinal podem ser formados pela ferramenta de acordo com a invenção.

É claro, o método e a ferramenta de alisamento 4 não são restritos ao uso em olhos de biela 2 mas podem também ser usados para outras superfícies tendo uma alta qualidade de superfície. O método, de acordo com a invenção, e a ferramenta de alisamento 4 podem também ser empregados em trabalhar diâmetros internos de cilindro, em que as fendas de lubrificação prescritas (em formato espiral, padrão de diamante...) podem ser formadas nas paredes circunferenciais. O método, de acordo com a invenção, e a ferramenta de alisamento 4 podem ser usados como uma alternativa de retifica que exige esforços consideráveis em termos de ferramenta de máquina e controle.

Como explicado no começo, a invenção é especialmente adequada também para uso com peças de trabalho em que ocorrem segregações na área das paredes circunferenciais das cavidades de apoio. Como as ditas segregações são formadas substancialmente na área circunferencial central em peças de trabalho forjadas em barras redondas, de acordo com a invenção uma ranhura circunferencial é introduzida dentro da dita parte central das paredes circunferenciais. A dita ranhura pode ter uma largura de um ou mais milímetros, por exemplo cerca de 3 mm, no caso de uma biela, a profundidade meramente importando em uma fração da largura. Assim o comportamento de desgaste da peça de trabalho pode ser aperfeiçoado já com ranhuras tendo uma profundidade de 1 µm e 5 µm. Isto é, a largura da ranhura e a profundidade da ranhura são desenhadas, de acordo com a in-

venção, em uma relação de mais que 100:1, de preferência mais que 1000:1. A ranhura pode ser formada por giro de precisão de acordo com o método como descrito pela invenção por alisamento. No último caso, a ranhura pode ser inicialmente preparada por giro de precisão e então ser acabada por alisamento. Em princípio, é também possível formar a ranhura por alisamento somente.

É claro, o método de acordo com a invenção pode também ser usado para cavidades de apoio ovais (olhos de biela) ou por um desvio de seção transversal do formato circular, porque praticamente qualquer formato de cavidade pode ser trilhado pela cabeça de alimentação. A vantagem principal de uma ranhura circunferencial trabalhada por alisamento reside no fato de que é formada uma passagem de óleo limpo em que uma película de óleo contínua é formada sem interromper de modo que o comportamento de desgaste da peça de trabalho ou a biela sem bucha é ainda aperfeiçoado. Devido à pequena profundidade da ranhura, é também referida como micro-ranhura.

A presente invenção refere-se a um método e uma ferramenta de alisamento para acabamento de superfícies bem como uma peça de trabalho que é trabalhada por alisamento. De acordo com a invenção, a superfície que deve ser trabalhada é alisada por um processo de formação com a ajuda de uma ferramenta de alisamento convexa.

Listagem de Referência

1 – biela

2 – olho de apoio

4 – ferramenta de alisamento

6 – eixo de ferramenta

8 – elemento de alisamento

10 – furo de recepção

12 – parafuso de sujeição

14 – superfície de alisamento

16 – cone de eixo oco

18 – haste

20 – ferramenta de máquina

22 – cabeça de inclinação de diafragma

24 – garfo

26 – ranhura de garfo

28 – pinhão

30 – cabeça de ferramenta

32 – diafragma

34 – tela

36 – tela

38 – tirante paralelo

40 – perna

42 – perna

44 – tela

46 – placa de regulagem

48 – parte central

50 – parafuso de ajuste

52 – assento

54 – elemento de elastômero

56 – elemento de montagem

58 – ferramenta de múltiplos propósitos

60 – borda de corte de preparação

62 – curva de penetração

64 – curva

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para acabamento de superfícies, especialmente de cavidades de apoio, compreendendo as seguintes etapas:

- preparação da superfície, especialmente furos pequenos e

- alisamento da superfície trabalhada por meio de conformação parcial a partir de uma ferramenta de alisamento esférico (4), o qual é pressionado contra a superfície e movido ao longo da mesma.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, em que a ferramenta de alisamento (4) é conduzida aproximadamente ao longo da pista da ferramenta para preparação.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que a ferramenta de alisamento (4) é pressionada contra a superfície com uma pressão de superfície predeterminada ou uma força de pretensão predeterminada.

4. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, em que a profundidade de aspereza após alisamento é menor que 1/1000 mm.

5. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, em que na superfície são formadas cavidades em forma de ranhura ou reentrâncias.

6. Processo de acordo com a reivindicação 5, em que na superfície uma ranhura circundante é formada com uma profundidade em escala micrométrica.

7. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, em que a ferramenta de alisamento (4) é colocada em operação de atuação de modo que a pressão de superfície ou a força de pretensão está constantemente dentro de uma faixa de tolerância predeterminada.

8. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, compreendendo as seguintes etapas:

- pré-ajustagem da ferramenta de preparação a uma grandeza de ajustagem teórica;

- preparação até que o meio da faixa de tolerância;

- utilizar na máquina o valor obtido como referência zero;

- fixar e transmitir a referência zero a uma estação de medição (mestre);

- quando da troca de ferramenta verificar a referência zero da estação de medição e transmitir da máquina para a ferramenta.

9. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, em que após o alisamento é verificado em uma estação de medição se a ferramenta de alisamento (4) está em posição.

10. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, em que uma deformação da ferramenta de alisamento (4) é compensada durante o alisamento.

11. Ferramenta de alisamento que compreende um membro liso esférico (8), o qual se projeta a partir de um eixo de ferramenta rígido (6).

12. Ferramenta de alisamento de acordo com a reivindicação 11, em que o membro de alisamento (8) consiste em diamante, preferencialmente diamante natural.

13. Ferramenta de alisamento de acordo com a reivindicação 11 ou 12, em que o eixo de ferramenta (6) é tensionado em uma cabeça de alimentação radialmente alimentável (30).

14. Ferramenta de alisamento de acordo com a reivindicação 13, em que o cabeçote de ajuste é um cabeçote de queda de membrana (22).

15. Ferramenta de alisamento de acordo com uma das reivindicações 11 a 14, com pelo menos uma borda de corte de preparação (60).

16. Ferramenta de alisamento de acordo com a reivindicação 15, em que o borda de corte de preparação (60) está disposto aproximadamente de forma diametral em relação ao membro de alisamento (8).

17. Ferramenta de alisamento de acordo com uma das reivindicações 11 a 16, em que o raio de uma superfície de alisamento (14) do membro de alisamento (8) está entre 2 e 6 mm.

18. Ferramenta de alisamento de acordo com uma das reivindicações 11 a 17, em que o membro de alisamento (8) está fixado em um eixo de ferramenta (6).

19. Peça de ferramenta com pelo menos uma cavidade de apoio, cujas bordas são trabalhadas por alisamento fino.

20. Peça de ferramenta de acordo com a reivindicação 19, em que a ranhura circunferencial é formada na porção central da parede circunferencial.

21. Peça de ferramenta de acordo com a reivindicação 20, em que a ranhura possui uma profundidade de menos que 20 µm, preferencialmente, uma profundidade entre 1 a 5 µm.

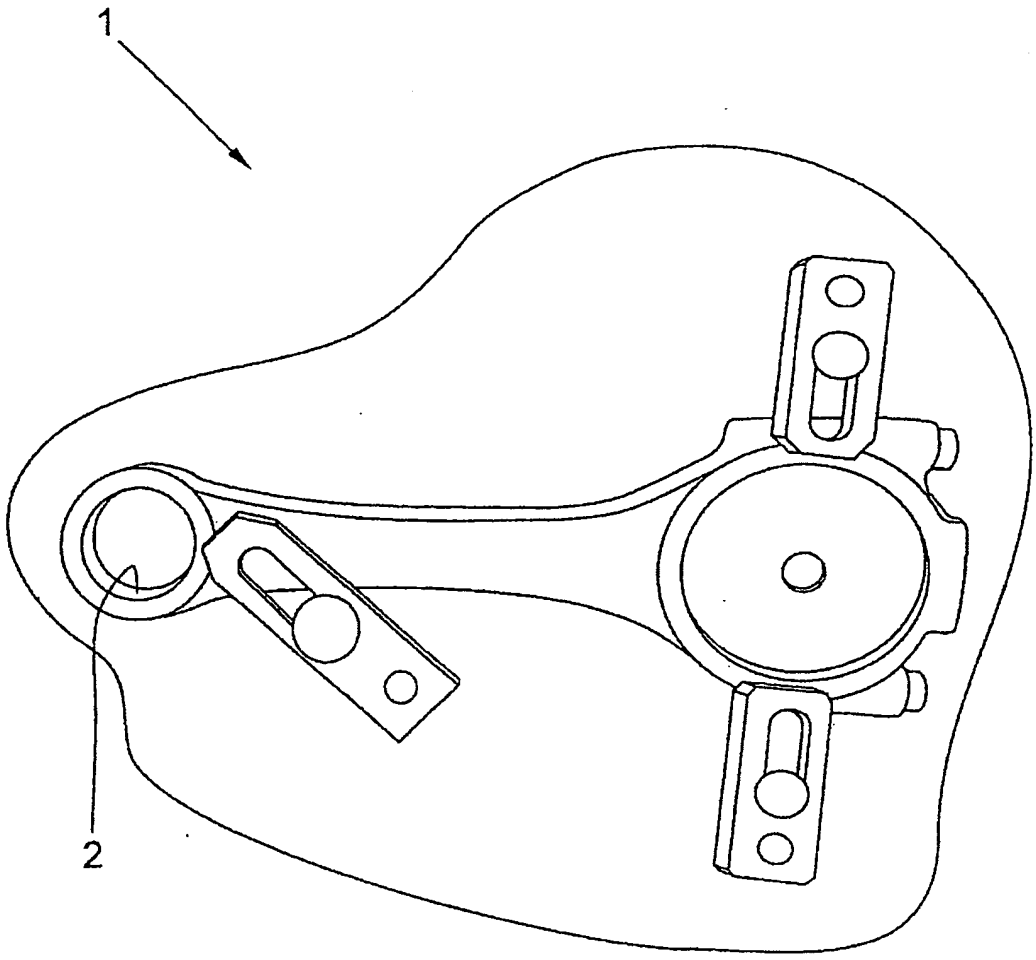


Fig. 1

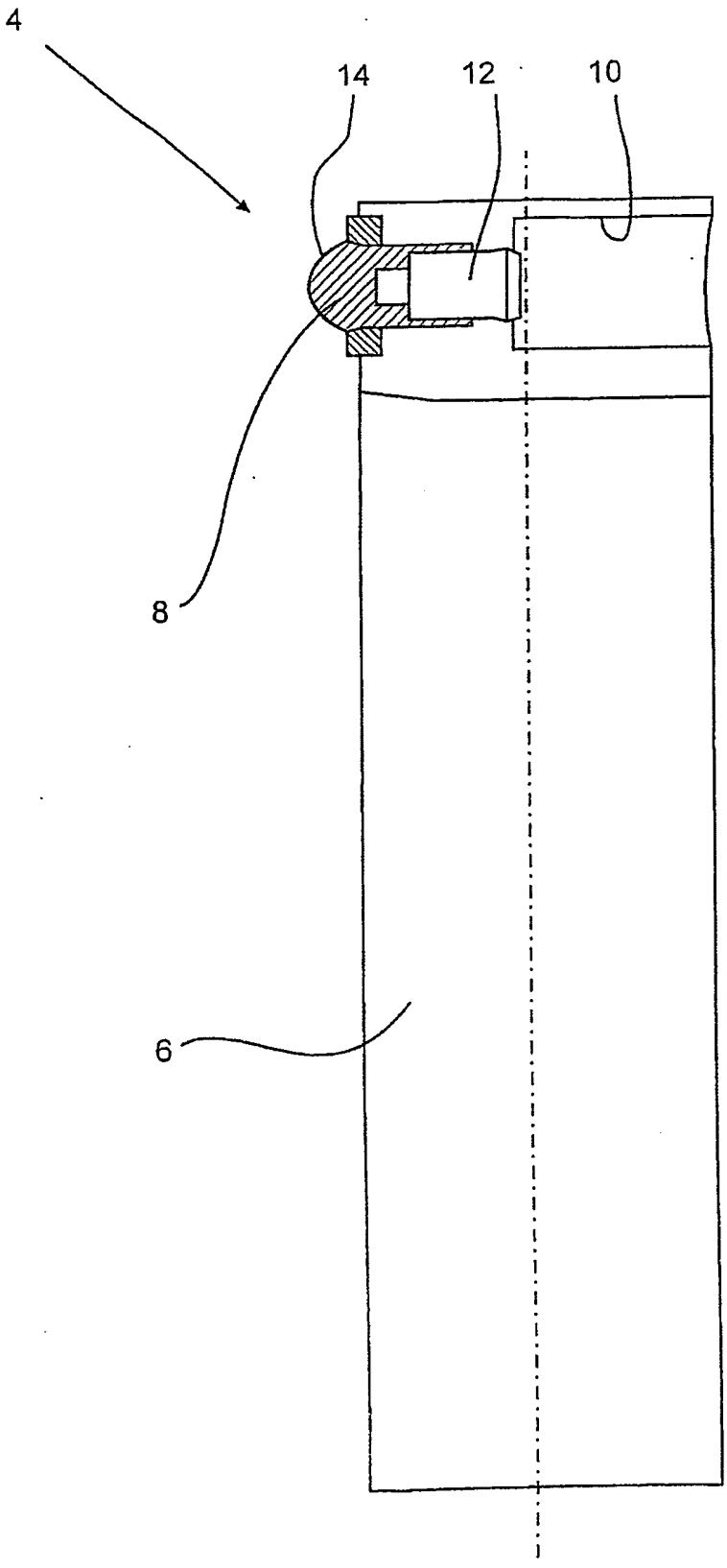


Fig. 2

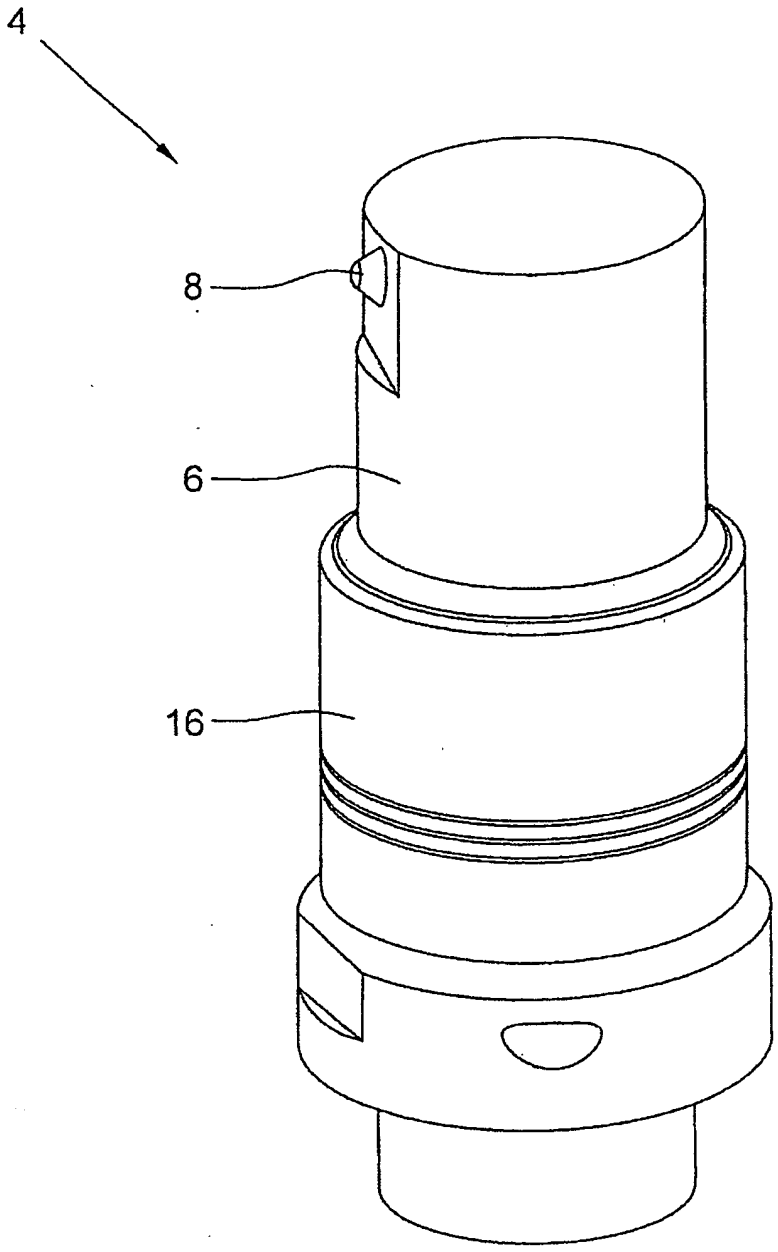


Fig. 3

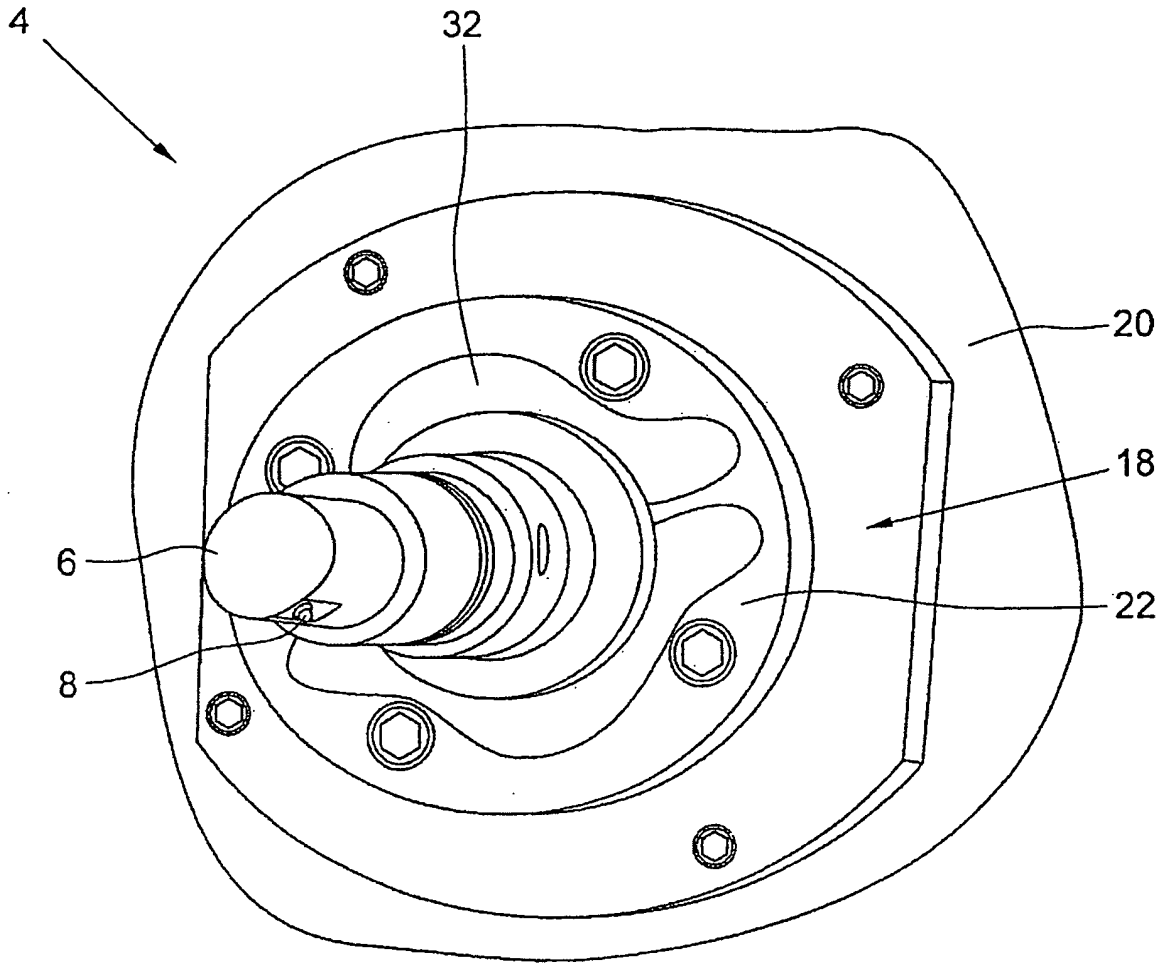


Fig. 4

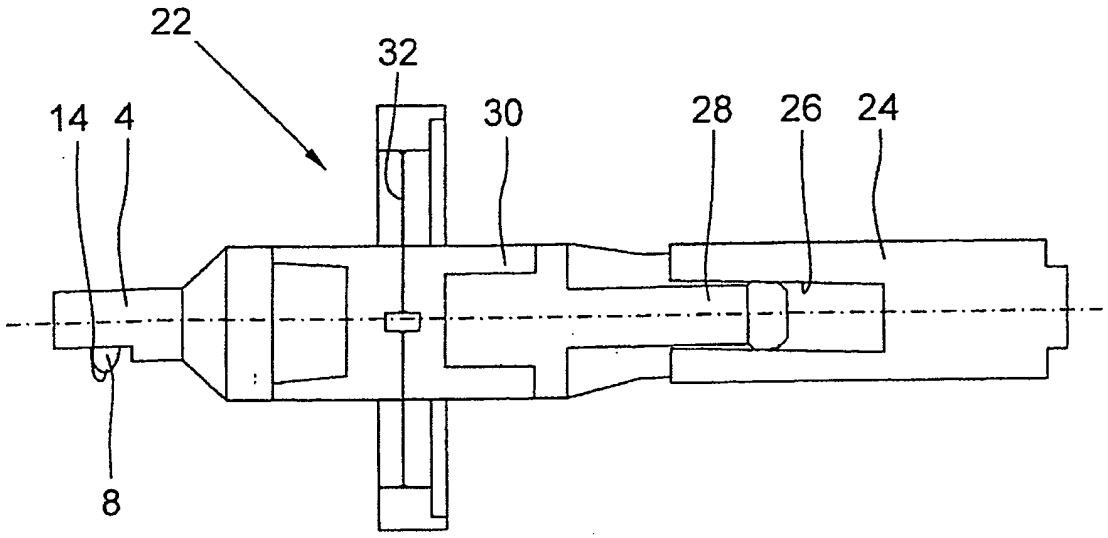


Fig. 5

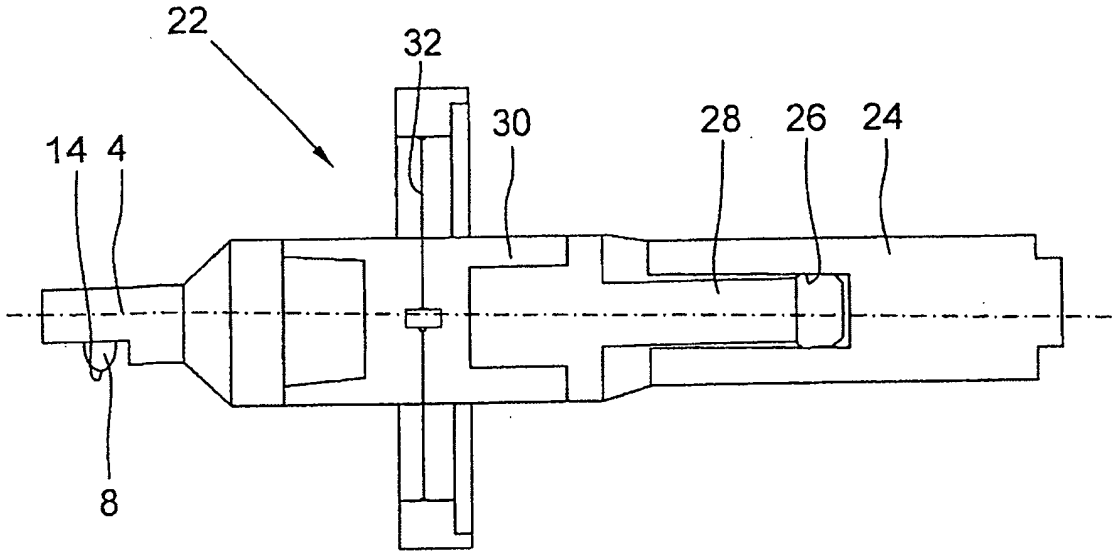


Fig. 6

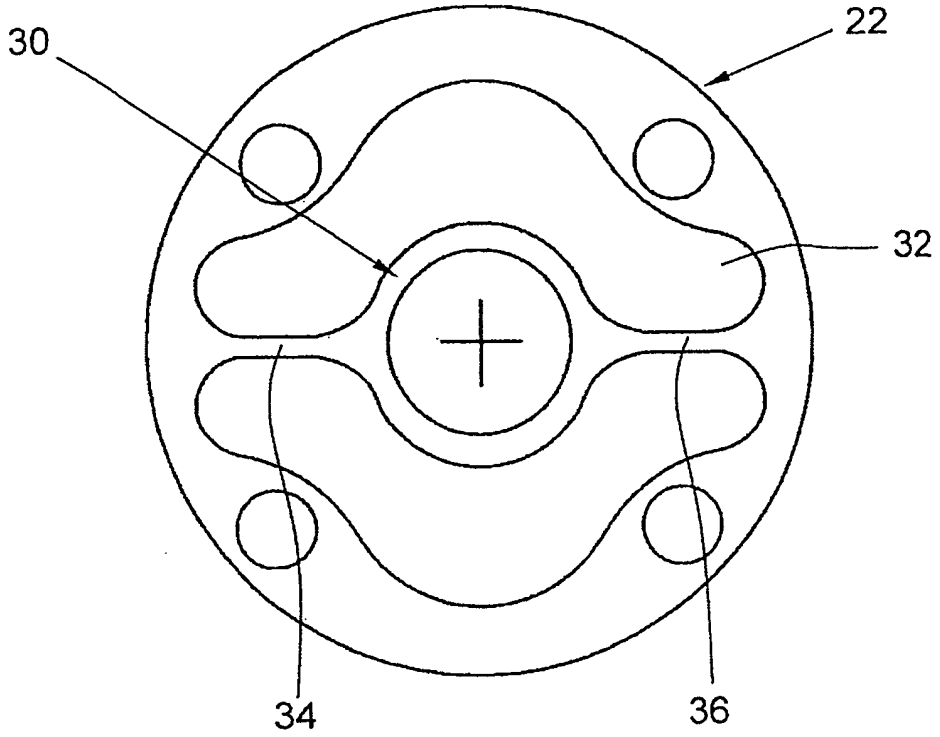


Fig. 7

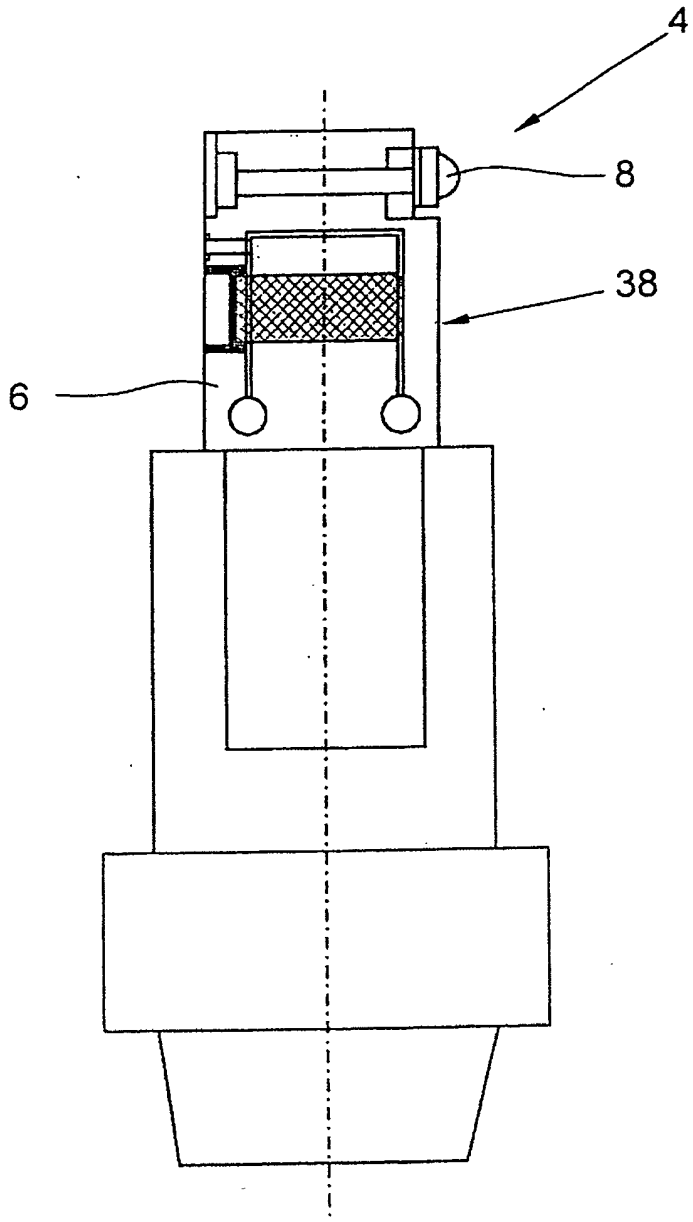


Fig. 8

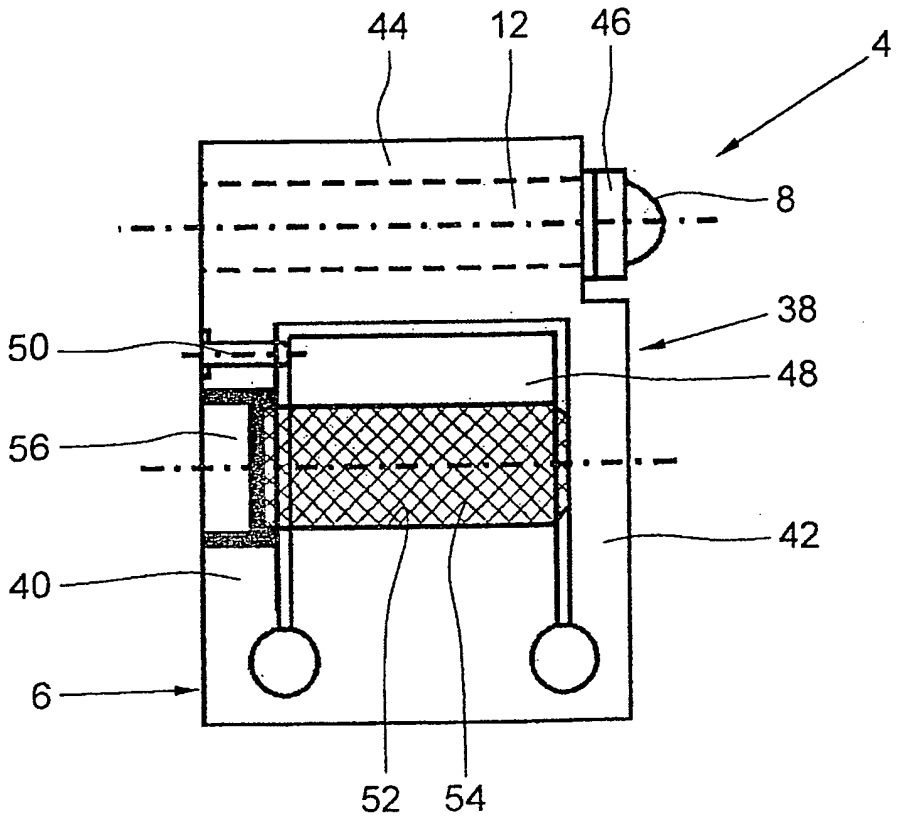


Fig. 9

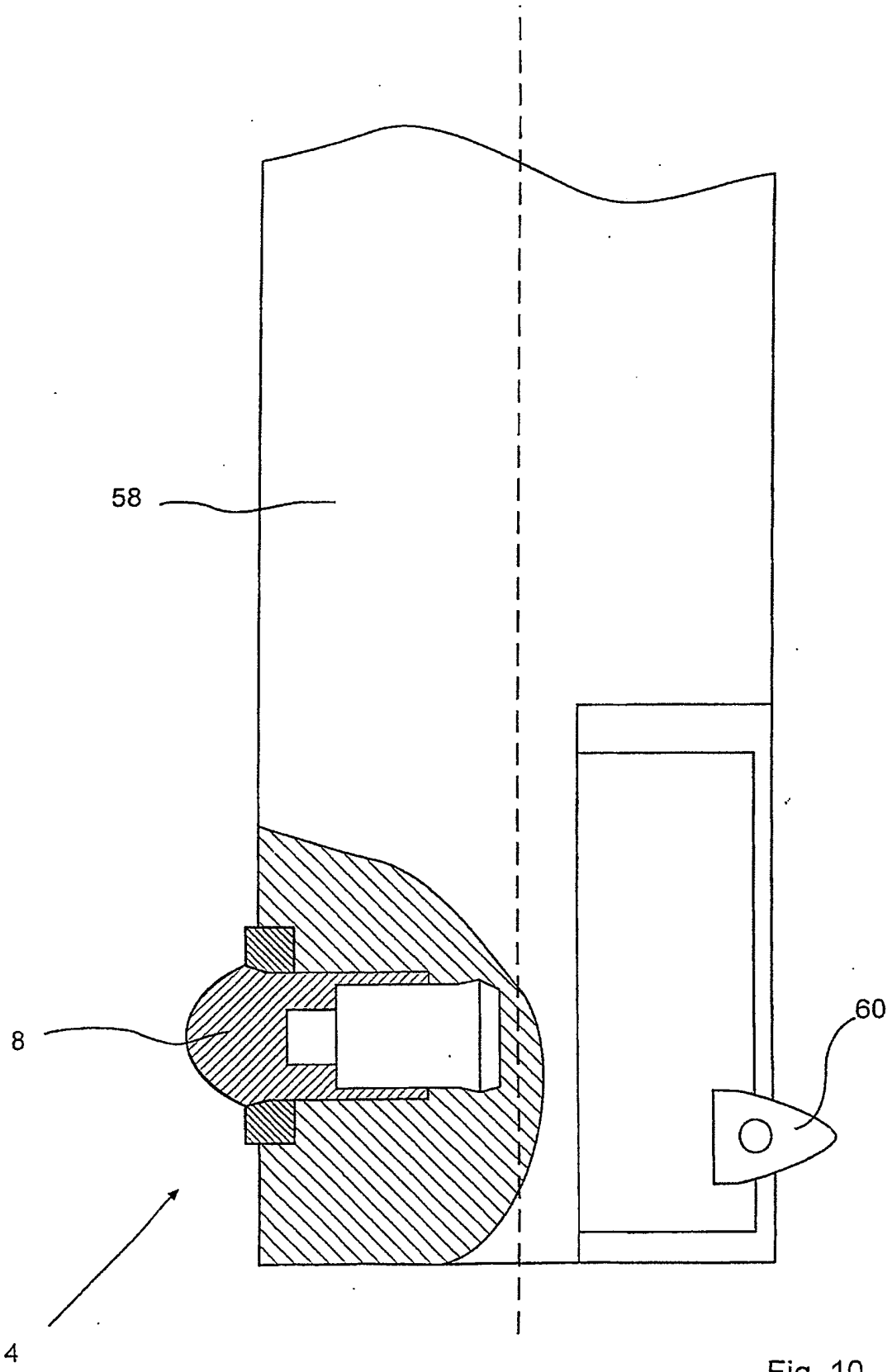


Fig. 10

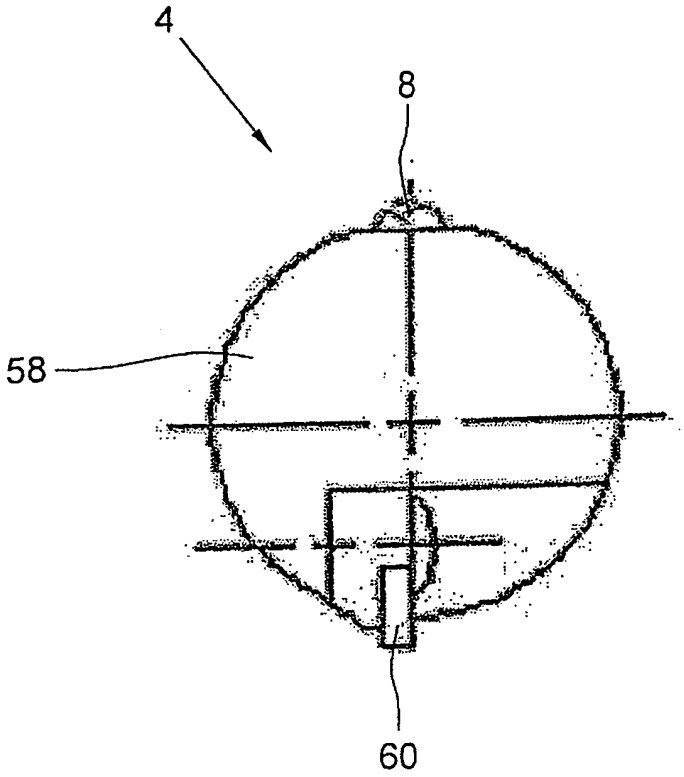


Fig. 11

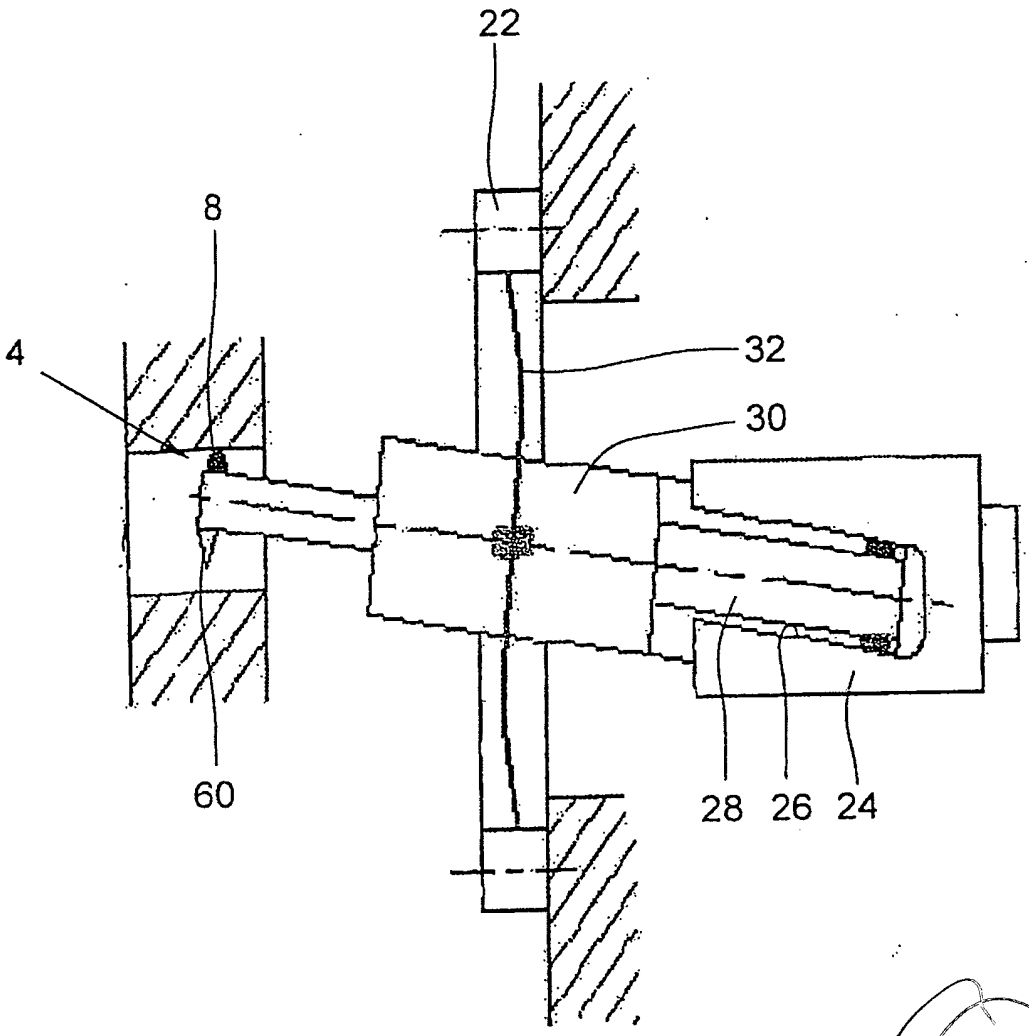


Fig. 12

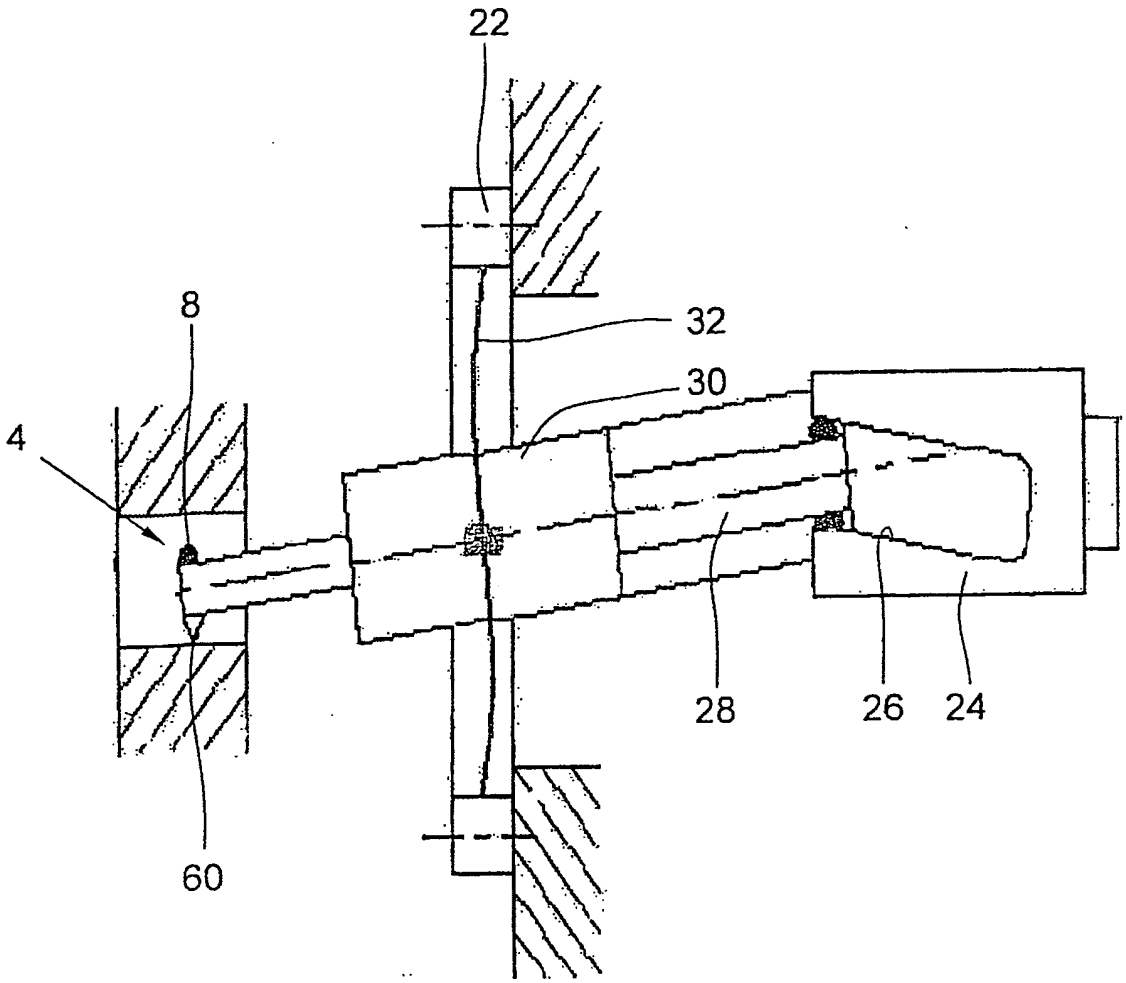


Fig. 13

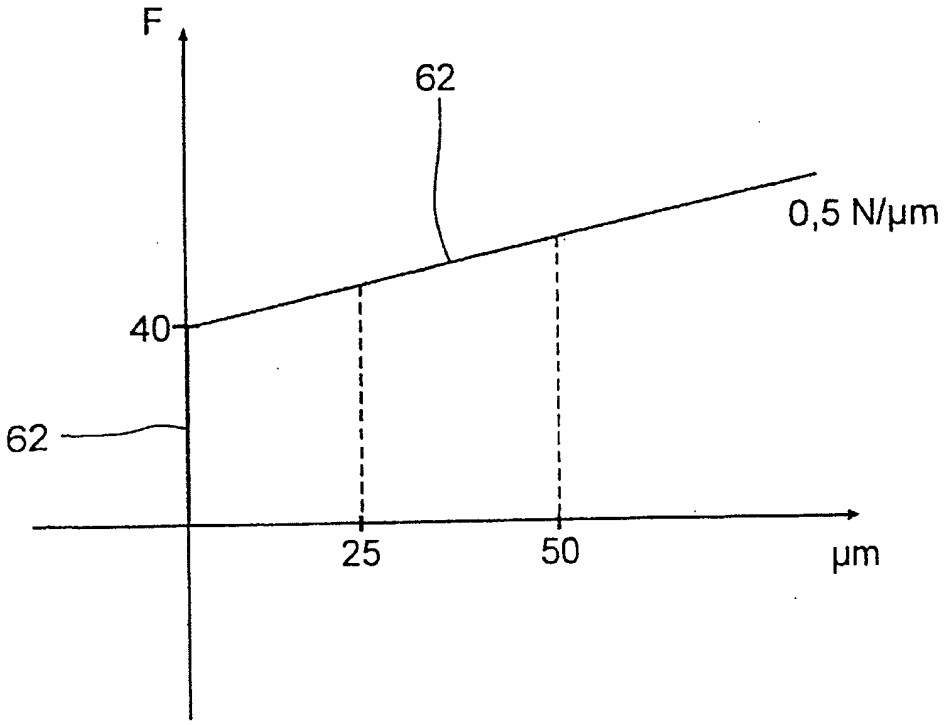


Fig. 14

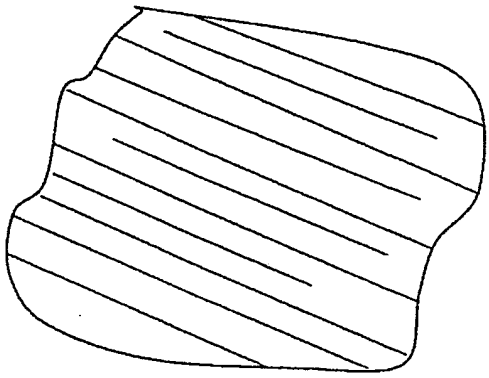


Fig. 15

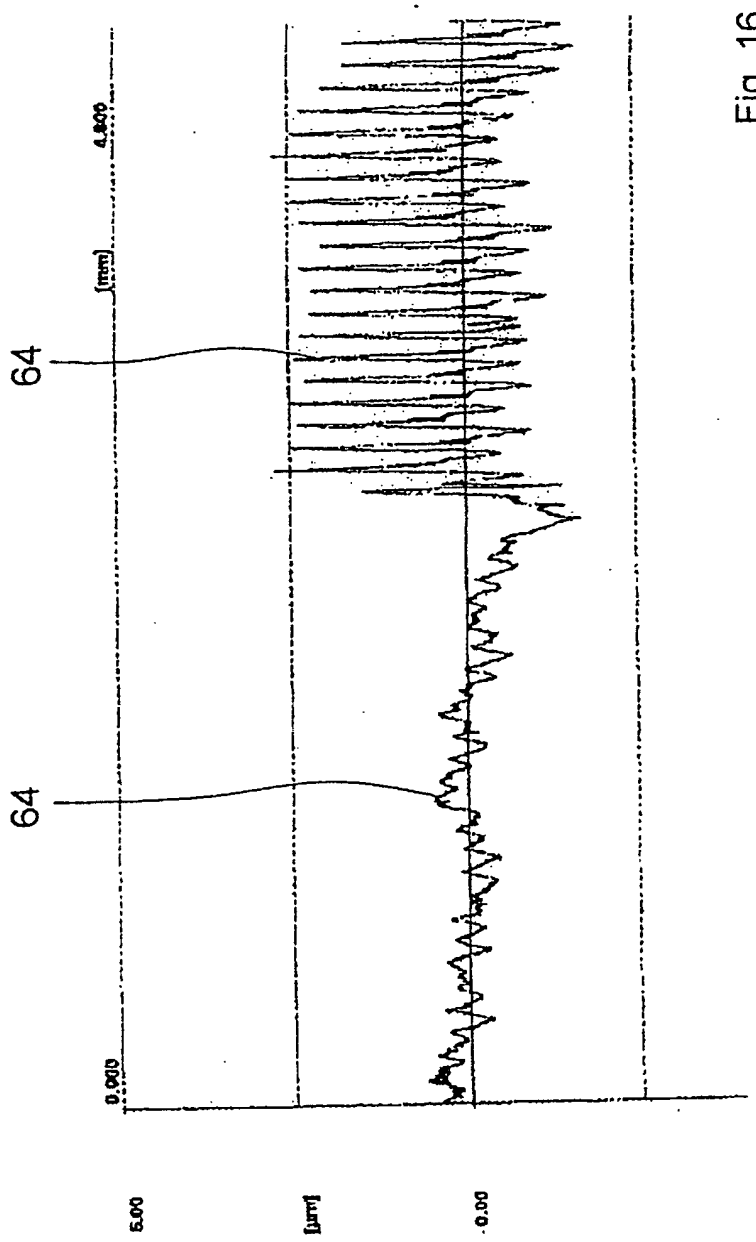


Fig. 16

RESUMO

Patente de Invenção: "**MÉTODO E FERRAMENTA DE ALISAMENTO PARA SUPERFÍCIES DE ACABAMENTO**".

É revelado um método e uma ferramenta de alisamento (4) para superfícies de acabamento, bem como uma peça de ferramenta que é usinada por meio de um processo de alisamento. A superfície que é para ser usinada é alisada através um processo de formação com o auxílio de uma ferramenta de alisamento compreendendo um membro de alisamento convexo.