



(11) *Número de Publicação:* PT 804691 E

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)
F16B043/00 A F16B031/04 B

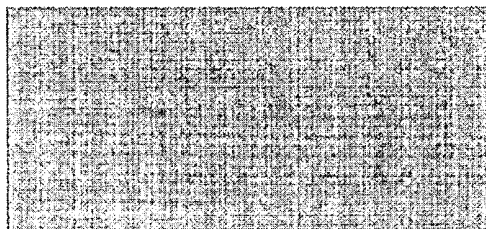
(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) <i>Data de depósito:</i> 1994.11.30	(73) <i>Titular(es):</i> GE ENERGY (FINLAND) OY P.O. BOX 29 33701 TAMPERE FI
(30) <i>Prioridade:</i> 1993.11.30 FI 935331	
(43) <i>Data de publicação do pedido:</i> 1997.11.05	(72) <i>Inventor(es):</i> JYRKI MATTI KETO-TOKOI FI
(45) <i>Data e BPI da concessão:</i> 2001.08.29	(74) <i>Mandatário(s):</i> PEDRO DA SILVA ALVES MOREIRA RUA DO PATROCÍNIO, 94 1350 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* ANILHA E MÉTODO PARA A UTILIZAR

(57) *Resumo:*

ANILHA E MÉTODO PARA A UTILIZAR





DESCRIÇÃO

"ANILHA E MÉTODO PARA A UTILIZAR"

(0001) A invenção refere-se a um método para utilização de uma anilha numa ligação por parafuso, onde é desejada uma certa quantidade de pré-esforço do parafuso. O pré-tensionamento é conseguido, usando uma anilha de pré-aperto sob a cabeça do parafuso ou de uma porca.

(0002) Usualmente, tenta-se, por meio de uma anilha colocada sob um parafuso ou porca, tornar mais fácil o aperto do parafuso por intermédio de um momento de torsão, para reduzir a superfície da pressão exercida no suporte ou para assegurar a fixação do parafuso, dando uma forma apropriada à anilha. Por meio de uma anilha com forma apropriada, pode ser evitado por um suporte inclinado um efeito de dobragem no parafuso, ou a anilha pode ser usada para vedar a ligação ou para isolamento galvânico das peças de ligação. A anilha pode também assumir uma forma, por exemplo a forma de taça, de tal maneira que será endireitada após aperto, provocando um esforço de tensão no parafuso.

(0003) Na maior parte das ligações de parafusos, é necessária uma suficiente e precisa pré-tensão do parafuso para o funcionamento seguro da ligação. É efectuado um pré-esforço desejado, rodando o parafuso para uma posição mais apertada pela aplicação de um momento de torsão ou pelo alongamento do parafuso por uma pré-determinada força correspondente ao pré-esforço desejado antes da porca ou do parafuso serem apertados.

(0004) O parafuso é apertado por meio de um momento de torsão muitas vezes com a ajuda de uma ferramenta de torsão,



que faz rodar o parafuso ou a porca, caso em que muitas vezes o parafuso ou a porca têm de ser retidos também no lado oposto para se obter sucesso no aperto. Para conseguir um certo esforço de tensão pré-definido no parafuso, a ferramenta deve ser provida de uma restrição ou medida do binário. Em virtude de vários factores, como por exemplo o atrito, o pré-esforço trazido ao parafuso pelo binário de torsão é bastante impreciso. Além disso, a pré-tensão, que tem lugar por via do binário de torsão, provoca esforço de corte no parafuso, o que conduz à dissipação de parte do potencial de pré-tensionamento do parafuso.

(0005) O parafuso pode ser também aquecido antes da montagem, em virtude do que é distendido por expansão térmica. Após o parafuso ter sido montado quente e distendido para a tensão desejada, este, após o arrefecimento, aperta a ligação, e o pré-esforço desejado continuará no parafuso. O parafuso pode ser aquecido também por um elemento de aquecimento colocado num orifício nele feito, por exemplo usando uma resistência eléctrica. Os inconvenientes dos métodos de pré-tensionamento baseados na expansão térmica são muitas vezes as elevadas temperaturas exigidas por um alongamento suficiente, tornando a montagem difícil e, possivelmente, enfraquecendo as características de resistência do metal do parafuso.

(0006) O pré-tensionamento pode também ser levado a cabo por distensão do parafuso por meio de ferramentas de pré-tensionamento, que operam hidraulicamente ou por qualquer outra forma, como é apresentado, por exemplo, na publicação germânica 3733243 ou na publicação sueca 7701049-4. As ferramentas necessárias são muitas vezes complicadas e não são muitas vezes apropriadas para o pré-tensionamento dos parafusos normais.

(0007) A patente US 4.450.616 apresenta uma anilha feita de um metal com memória de forma usado para assegurar o aperto



de um parafuso, se o referido parafuso tender a afrouxar. De acordo com a referida publicação, uma anilha elástica puncionada de um metal com memória de forma é comprimida numa forma austenítica a uma temperatura elevada (200°C) acima do ponto A_f para uma forma de taça. Quando arrefece para a área martensítica abaixo do ponto M_f (abaixo de -150°C), o parafuso pode facilmente ser aparafusado e a anilha deformar-se para a sua forma em disco. Como a temperatura sobe por condução de calor acima do ponto A_f , a anilha tende a recuperar a sua forma de taça. Em virtude desta sua forma e elasticidade, a anilha não pode distender o parafuso da maneira exigida para o pré-tensionamento.

(0008) A publicação japonesa 62-116292 mostra uma anilha de mola destinada a apertar uma tampa de um contentor de reactor nuclear. A anilha é de metal com memória de forma e desenhada para apertar o perno para manter o efeito de vedação quando a temperatura sobe e o perno se estende por expansão térmica. A invenção não é apropriada para o pré-tensionamento de um perno.

(0009) Finalmente, a patente US 4.501.058 mostra um elemento fabricado do conhecido «Nitinol», metal de memória de forma e destinado a expandir-se automaticamente pelo efeito da temperatura ambiente após ser montado entre duas partes à mesma temperatura ambiente. Isto representa um metal com memória de forma criogénico normal, que deve ser mantido a temperaturas muito baixas para evitar o início da transformação.

(0010) Método para utilização de uma anilha de acordo com a invenção, definida na parte caracterizante da reivindicação, oferece uma possibilidade muito simples de produzir um pré-esforço do desejado grau sem utilização de ferramentas especiais. Os parafusos e as porcas podem ser parafusos e porcas normais usuais. O método de pré-tensionamento de acordo com a invenção também não exerce esforço de corte por torsão



no parafuso e todo o potencial de pré-tensionamento do parafuso pode ser utilizado, se se desejar. O parafuso pode também ser pré-tensionado no lugar em que a forma do espaço ou a falta de espaço limite o uso de ferramentas.

(0011) A invenção é baseada numa fase de transformação que ocorre na estrutura de cristal do metal com memória de forma efectuada pela temperatura. O fenómeno é chamado reacção martensítica. As formas e os volumes das peças feitas de ligas metálicas com memória de forma são recuperados para corresponder exactamente ao estado original a relativamente baixa temperatura no aquecimento após uma deformação causada por uma força exterior. A recuperação é tipicamente completa, mesmo após uma deformação de 4-8%. A reacção martensítica começa e tem lugar numa faixa de temperatura de transição bastante estreita de, por exemplo, 20°C (faixa A_s a A_f), que pode normalmente ser ajustada numa área desejada dentro de uma faixa de temperatura de -30 a +100°C. Em certas condições, a reacção martensítica é completamente reversível cristalograficamente. As deformações dos metais com memória de forma não são baseados na expansão térmica, mas na alteração da fase na estrutura cristalina desencadeada por uma mudança de temperatura. A transformação tem lugar rapidamente, uma vez a temperatura respectiva ter sido atingida. Em virtude da baixa temperatura de transformação, a peça a ser aquecida não exige grandes quantidades de calor.

(0012) Os metais com memória de forma existem como dois grupos principais, um dos quais mostra um efeito de memória de forma de um só sentido e o outro um efeito de dois sentidos. Nestes metais com memória de forma com efeito de memória de um só sentido, a deformação desencadeada por uma determinada temperatura de transformação é irreversível. No caso de efeito de memória de forma de dois sentidos, a deformação é reversível, quando a peça for arrefecida abaixo de uma pré-determinada temperatura (faixa de M_s a M_f). A partir de agora, um metal com memória de forma baseada no efeito de memória de



forma de um só sentido será designado como metal com memória de forma num só sentido, e um metal com memória de forma baseada no efeito de memória de forma nos dois sentidos será designado como metal com memória de forma de dois sentidos, e as temperaturas serão designadas como temperaturas de transformação superior (A_f) e temperaturas de transformação inferior (M_f), respectivamente.

(0013) Várias ligas metálicas com memória de forma podem suportar esforços muito elevados sem plastificar e perder as suas características de memória de forma, mesmo 800 a 1000 N/mm² e, conseqüentemente, uma anilha feita de um destes metais pode produzir grandes forças em relação com a deformação.

(0014) A seguir, a invenção será descrita em mais pormenor com referência aos desenhos anexos, nos quais:

a figura 1 mostra um parafuso com uma anilha fabricada de metal com memória de forma colocada sob a sua cabeça, e

a figura 2 mostra um parafuso com uma anilha de metal com memória de forma colocada sob a sua cabeça e tendo uma folga entre a anilha e a cabeça do parafuso para ajustamento do pré-esforço.

(0015) O funcionamento da anilha 4, de acordo com a figura 1, feita de um metal com memória de forma num só sentido é o seguinte. A anilha de metal com memória de forma 4, cuja espessura foi dimensionada tendo em vista o comprimento do parafuso 2 a ser pré-tensionado e a necessidade de pré-tensionamento, é montada no seu lugar por baixo da cabeça 3 do parafuso entre este e uma peça 1a a ser apertada, e o parafuso é aparafusado ligeiramente no sentido descendente. A anilha 4 é aquecida à temperatura de transformação superior por meio de um dispositivo de aquecimento, que pode, por exemplo, ser um ventilador de ar quente normal, pelo que a anilha 4 expandirá



e obrigará o parafuso 2 a ficar com tensão até à situação de utilização. O parafuso pode ser libertado à maneira normal.

(0016) Quando uma anilha 4, feita de metal com memória de forma de dois sentidos, é usada, o pré-tensionamento tem lugar da mesma forma que a que foi descrita anteriormente. O alívio do parafuso 2 pode ser conseguido, arrefecendo a anilha 4 até à temperatura de transformação inferior, por exemplo usando gelo seco, após o que a anilha 4 recupera as suas dimensões originais e o parafuso pode ser aliviado, fazendo-o rodar levemente sem usar ferramentas pesadas. A anilha de metal com memória de forma de dois sentidos pode ser de novo usada várias vezes.

(0017) Na solução de acordo com a figura 2, é deixada uma folga 5 entre a cabeça do parafuso 3 e a anilha 4 de metal com memória de forma. Ajustando o tamanho da folga, a extensão da elongação do parafuso e, consequentemente, o efeito de aperto do parafuso pode ser influenciado.

(0018) A folga 5 pode ser calculada à maneira normal, que não está descrita neste documento mais pormenorizadamente, quando as dimensões do parafuso e as propriedades da anilha de metal com memória de forma são conhecidas. O uso da folga permite o uso de, por exemplo, anilhas de metal com memória de forma de tamanhos normalizados em conjunto com parafusos de vários tamanhos.

(0019) É evidente para um especialista da arte que as aplicações representadas nas figuras 1 e 2 são apenas exemplos de funcionamento da anilha de acordo com a invenção. A anilha pode igualmente ser usada em pares parafuso/porca tanto para parafusos tendo cabeças como para cavilhas.

(0020) É também evidente para um especialista da arte, que o pré-tensionamento da anilha de acordo com a invenção pode ser usado também em associação com outros elementos de



fixação, que não sejam parafusos e porcas. É também claro que destas anilhas podem ser colocadas várias no topo umas das outras no mesmo ponto de aperto, pelo que um conjunto de mais do que uma anilha (por exemplo tendo espessuras normais) pode ser utilizado para pré-tensionar parafusos de comprimentos variados pelo efeito de anilhas da mesma espessura.

(0021) Os parafusos pré-tensionados mostram uma elongação de pré-tensionamento num valor normal de 0,2% do comprimento estirável, se o parafuso é feito de aço. Por outro lado, a capacidade de deformação dos metais com memória de forma, neste caso a capacidade de produzir elongação, atinge a magnitude de 4-8%, como é acima mencionado. É assim possível atingir uma elongação suficiente para o pré-tensionamento do parafuso, usando já uma anilha relativamente pouco espessa.

(0022) A elongação do parafuso pode ser medida com mais precisão, se se desejar, num orifício feito no centro do parafuso ou possivelmente na anilha.

(0023) Como exemplo prático, é apresentado o aperto de um parafuso M24x3 8,8 SFS 2063 com o comprimento total de 315 mm por meio de uma anilha de metal com memória de forma.

(0024) Supõe-se que o parafuso é colocado num orifício roscado num comprimento de 1,5 vezes o diâmetro, tendo como resultado o comprimento estirável de ca. 259 mm. Se o parafuso é apertado a 90% do limite de resistência, a pré-tensão atinge os 576 N/mm². A força de pré-tensionamento é, neste caso, 195000 N e a elongação do parafuso ca. 0,54 mm (0,2% do comprimento estirável).

(0025) Se se supõe que a elongação de 5% é atingida através do metal com memória de forma, a espessura necessária da anilha de metal será de ca. 11 mm. (Ao supor-se que o módulo elástico do metal com memória de forma e o do aço são o

mesmo. Uma diferença nos módulos elásticos tem um efeito na espessura da anilha necessária).

(0026) Quando uma anilha de metal com memória de forma de 36 mm de diâmetro exterior, 26 mm de diâmetro interior e 11 mm de espessura é usada, o esforço de compressão na anilha bem como a pressão na superfície por baixo da anilha serão de 400 N/mm².

(0027) O uso da invenção não fica restrito a uma só maneira de aquecimento da anilha de metal com memória de forma. Às vezes, será vantajoso trazer toda a parte da máquina em questão à temperatura que desencadeia a função do metal com memória de forma, especialmente se houver vários pontos de fixação.

(0028) Neste texto, foi usada a expressão metal com memória de forma, o que significa um metal, na maior parte dos casos uma liga metálica, em que as alterações da dimensão longitudinal ocorrem em virtude das propriedades cristalinas e não, por exemplo, em virtude da expansão térmica, e onde as alterações são permanentes dentro dos limites estabelecidos por valores de patamar. Como exemplo, pode ser mencionada a bem conhecida liga de níquel-titânio provida de aditivos, mas a invenção não fica limitada apenas a estas ligas ou a ligas actualmente conhecidas.

Lisboa, 27 de Novembro de 2001

O AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL





REIVINDICAÇÕES

1. Método, em que as partes (1a, 1b) de uma máquina ou equipamento semelhante são ligadas uma à outra por meio de um parafuso (2) e/ou de uma porca (3) ou de um elemento de fixação análogo para utilização pelo menos de uma anilha (4) de metal com memória de forma, em forma de placa, para pré-tensionar o parafuso ou o elemento de fixação correspondente (2), caracterizado por o tensionamento prévio ser efectuado pelo aquecimento da anilha/anilhas (4) de metal com memória de forma por meio de um dispositivo de aquecimento até à temperatura superior de transformação, que é inferior à temperatura de utilização e de montagem da ligação a apertar, efectuando assim o aperto através de uma certa pressão da superfície, ou seja, força por unidade de área causada pela deformação compreendendo um aumento da espessura da anilha/anilhas (4).
2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o pré-tensionamento ser concretizado, deixando uma folga (5) entre a cabeça/porca (3) do parafuso e a anilha (4) de forma estável feita de metal com memória de forma, colocada entre si e uma peça (1a) a ser apertada, sendo a folga dimensionada tendo em vista as propriedades do parafuso ou de um elemento de fixação correspondente e as propriedades da anilha, de tal maneira que um pré-esforço apropriado é conseguido, a seguir ao que a anilha é levada a uma temperatura de transformação superior que está acima da temperatura de montagem e de utilização mais elevadas do ponto de ligação, pelo que o desejado pré-tensionamento terá lugar.
3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por a anilha de metal com memória de forma de dois

sentidos ser usada e a ligação ser desmontada, arrefecendo a anilha à sua temperatura de transformação inferior, que fica abaixo da temperatura de utilização da ligação.

Lisboa, 27 de Novembro de 2001

O AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. Monteiro', written in a cursive style.

Handwritten signature

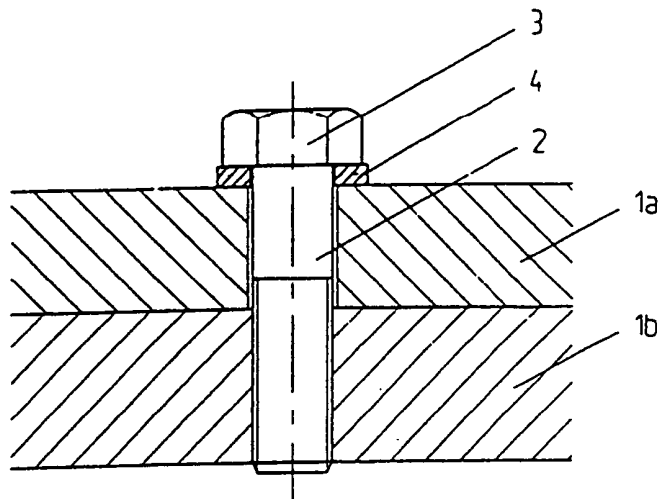


FIG 1

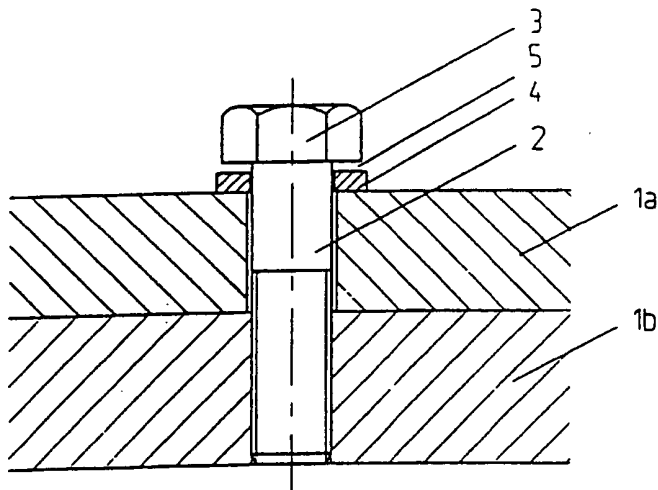


FIG 2