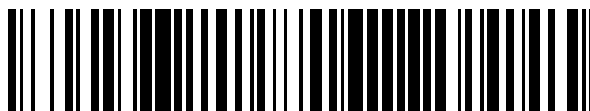


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 909 177**

51 Int. Cl.:

B25B 23/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2018** **PCT/EP2018/056152**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.09.2018** **WO18167008**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2018** **E 18711090 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.12.2021** **EP 3571017**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para apretar uniones roscadas**

30 Prioridad:

13.03.2017 DE 102017002440

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:

05.05.2022

73 Titular/es:

**LIEBHERR-COMPONENTS BIBERACH GMBH
(100.0%)
Hans-Liebherr-Strasse 45
88400 Biberach/Riß, DE**

72 Inventor/es:

**PARLOW, JAN;
MUPENDE, ILAKA y
BARTON, PETER**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

Observaciones:

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o
Bemerkungen) en el folleto original publicado por
la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 909 177 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para apretar uniones roscadas

5 La presente invención se refiere a un procedimiento así como a un dispositivo para apretar una unión roscada con una unidad atornilladora accionada por motor, determinándose durante el apriete el ángulo de rotación y el par de rotación, para poder detener la operación de apriete al alcanzar una tensión de apriete deseada.

10 Tales unidades atornilladoras controladas por el ángulo de rotación y por el par de rotación según el preámbulo de la reivindicación 1 o de la reivindicación 4 se conocen por el documento DE 31 43 350 A1. Otras unidades atornilladoras controladas por el ángulo de rotación o por el par de rotación se conocen por los documentos DE 10 2005 019 258 A1, EP 0 264 034 A2 y EP 0 559 937 A1.

15 Por medio de uniones roscadas se unen entre sí habitualmente dos componentes, pudiendo comprender una unión roscada de este tipo un perno roscado que pasa a través de los diversos componentes, en el que se enrosca una tuerca roscada. Alternativamente, tales uniones roscadas también pueden implementarse mediante tornillos que se enroscan en una rosca que está prevista en uno de los componentes, ya sea en un orificio ciego o en un orificio pasante. Para unir entre sí los dos componentes que deben unirse con la pretensión necesaria y también para evitar de manera segura que se afloje la unión roscada, pero por otro lado para evitar un apriete excesivo con el riesgo de dañar las roscas de tornillo, las uniones roscadas deben apretarse con la mayor exactitud posible de tal manera que ni se quede por debajo de ni se supere la fuerza de pretensión deseada o un pasillo permitido para ese fin.

20 Por tanto, en el estado de la técnica ya se ha propuesto realizar el apriete de uniones roscadas de una manera controlada por el par de rotación o controlada por el ángulo de rotación. A este respecto, un sistema de sensores adecuado monitoriza el par de rotación aplicado por la unidad atornilladora accionada por motor, de modo que la operación de apriete pueda interrumpirse al alcanzar un par de rotación predeterminado. Alternativamente, un transductor de rotación monitoriza el ángulo de rotación durante el apriete, para detenerlo después de un determinado número de vueltas de apriete. Por ejemplo, el documento EP 2 067 576 A2 propone una unidad atornilladora, en la que en primer lugar se monitoriza el par de rotación, para determinar el valor de referencia o la posición de partida para la monitorización del ángulo de rotación que tiene lugar entonces adicionalmente. Si se alcanza un par de apriete inicial predeterminado, se inicializa la medición del ángulo de rotación o por así decirlo se pone a cero, para a partir de ahí enroscar entonces un ángulo de rotación adicional predeterminado y entonces desconectar.

25 Sin embargo, tales procedimientos de apriete controlados por par de rotación o controlados por ángulo de rotación requieren la especificación apropiada de un valor límite para el par de rotación o de un valor límite para el ángulo de rotación, que varían naturalmente con diferentes geometrías y materiales de unión roscada. Para simplificar el ajuste de los valores límite para el par de rotación o el ángulo de rotación ya se ha propuesto parametrizar el control del atornillador accionado por motor, de modo que ya no tengan que determinarse los valores de par de rotación o de ángulo de rotación en sí mismos, sino que pueden introducirse magnitudes características de la unión roscada que debe llevarse a cabo, tales como por ejemplo la geometría de unión roscada, el grosor de perno, el coeficiente de emparejamiento por fricción o el emparejamiento de materiales. Mediante un modelo de cálculo se determinan entonces por medio de los respectivos parámetros las dos magnitudes características centrales del proceso, el ángulo de rotación y el par de rotación, que entonces se tienen en cuenta como valores límite por el control del atornillador accionado por motor al apretar una unión roscada.

30 Sin embargo, tales modelos de cálculo parametrizables no son muy fáciles de crear y siguen siendo susceptibles a errores. Por un lado, habitualmente son necesarios varios intentos en componentes reales para garantizar el resultado de unión roscada resultante o adaptar los parámetros o algoritmos del modelo hasta tal punto que el resultado de unión roscada conseguido realmente corresponda al resultado de unión roscada deseado. Por otro lado, debido a la introducción incorrecta de parámetros, que no son aplicables a la unión roscada que debe llevarse a cabo, pueden producirse errores en el resultado de unión roscada.

35 La presente invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento mejorado y un dispositivo mejorado para apretar uniones roscadas, que eviten las desventajas del estado de la técnica y perfeccionen este último de manera ventajosa. En particular, pretende posibilitarse una capacidad de manejo sencilla, no susceptible a errores, y al mismo tiempo conseguirse una pretensión lo más exacta posible de la unión roscada en la magnitud deseada para diferentes tipos de uniones roscadas.

40 Según la invención, dicho objetivo se alcanza mediante un procedimiento según la reivindicación 1 así como un dispositivo según la reivindicación 4. Configuraciones preferidas de la invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

45 Es decir, se propone evaluar de manera síncrona con el proceso los parámetros de proceso, par de rotación y ángulo de rotación, que se producen durante el apriete de una respectiva unión roscada y sacar a partir de esto conclusiones sobre los cambios en las propiedades físicas de la unión roscada y determinar a partir de esto el criterio de desconexión, de tal manera que la unión roscada consiga la pretensión deseada. La desconexión se controla por así

decirlo en línea o según el trabajo, mediante parámetros de proceso reales, que se muestran en la respectiva unión roscada. Según la invención está previsto que un dispositivo de determinación determine en un primer intervalo de apriete un aumento del par de rotación a través del ángulo de rotación y determine en un segundo intervalo de apriete posterior una velocidad de cambio del aumento del par de rotación a través del ángulo de rotación, parando un dispositivo de control, al alcanzar o superar una velocidad de cambio máxima permisible del aumento del par de rotación, que se determina mediante el aumento que se produce en el primer intervalo de apriete, la unidad atornilladora.

La enseñanza según la invención parte de la consideración de que la curva de par de rotación/ángulo de rotación que se produce durante el apriete puede diferir de unión roscada a unión roscada, sin embargo sigue en cada caso un determinado patrón. En particular, la curva de par de rotación/ángulo de rotación mostrará en un intervalo elástico inicial una determinada pendiente o un determinado aumento y no presentará ningún cambio o presentará solo cambios leves en la pendiente, mientras que en un intervalo de apriete más fuerte, en el que el perno roscado se acerca a su límite de elasticidad o lo alcanza o incluso lo supera, la pendiente de la curva de par de rotación/ángulo de rotación muestra cambios claramente mayores. Si ahora se detecta o se determina la pendiente que se muestra en cada caso de la curva de par de rotación/ángulo de rotación en el intervalo elástico, puede predecirse de manera específica para la unión roscada el curso adicional de la curva o puede derivarse de manera específica para la unión roscada un criterio de desconexión, que puede interrumpir la operación de apriete exactamente cuando la unión roscada tiene la pretensión deseada. El criterio de desconexión se adapta automáticamente a las propiedades individuales de la unión roscada, al evaluar de manera sincrónica con el proceso los parámetros de proceso que se muestran durante el apriete, par de rotación y ángulo de rotación, para determinar el criterio de desconexión mediante el aumento de par de rotación que se muestra a través del ángulo de rotación y su velocidad de cambio.

En un perfeccionamiento de la invención, el primer intervalo de apriete mencionado anteriormente, en el que se determina el aumento de par de rotación específico para la unión roscada a través del ángulo de rotación, puede seleccionarse de tal manera que la unión roscada muestre una extensión o deformación elástica, lo que puede establecerse, por ejemplo, mediante el valor de par de rotación y/o el aumento de par de rotación a través del ángulo de rotación. Por ejemplo, partiendo de un ralentí inicial, puede evaluarse un primer aumento mayor como intervalo elástico, en el que se determina entonces el aumento del par de rotación específico para la unión roscada. El segundo intervalo de apriete, en el que se monitoriza entonces la velocidad de cambio del aumento del par de rotación a través del ángulo de rotación en cuanto a si alcanza o supera un valor máximo, puede seguir directamente al primer intervalo de aumento y/o también solaparse con el mismo. Por ejemplo, el primer intervalo de apriete, en el que se determina el aumento de par de rotación, puede por así decirlo seguirse y observarse durante un periodo de tiempo cada vez más largo, mientras que al mismo tiempo ya se monitoriza el cambio del aumento de par de rotación.

En particular, el cambio máximo permisible para el aumento de par de rotación a través del ángulo de rotación puede establecerse de tal manera que la unión roscada alcance su límite de elasticidad o la unión por tornillo esté pretensada hasta su límite de elasticidad. Al alcanzar el límite de elasticidad, el aumento de par de rotación a través del ángulo de rotación, es decir la pendiente de la curva de par de rotación/ángulo de rotación, muestra un cambio característico de modo que estableciendo un cambio máximo permisible del aumento de par de rotación mediante el aumento que se muestra en cada caso en el intervalo elástico inicial puede determinarse con precisión que se ha alcanzado el límite de elasticidad. Si se alcanza el cambio máximo permisible determinado del aumento de par de rotación, el atornillador accionado a motor puede detenerse, estando entonces la unión por tornillo pretensada hasta el límite de elasticidad.

Sin embargo, la determinación del criterio límite para el gradiente de pendiente de la curva de par de rotación/ángulo de rotación puede determinarse no solo mediante los valores de par de rotación y de ángulo de rotación que aparecen durante el respectivo apriete, evaluados de manera sincrónica con el proceso, sino que también puede establecerse teniendo en cuenta las curvas de par de rotación/ángulo de atornillado de procesos y uniones roscadas anteriores. En particular, los desarrollos de par de rotación/ángulo de rotación que resultan al apretar diferentes uniones roscadas, y/o los criterios límite derivados de esto para el gradiente de pendiente para desconectar el proceso de apriete pueden almacenarse en una memoria y/o una base de datos, de modo que el criterio límite para desconectar una operación de apriete que debe realizarse actualmente puede tener lugar teniendo en cuenta los datos almacenados. Por ejemplo, al menos inicialmente en el caso de una operación de apriete que debe realizarse puede tomarse como base un valor límite promediado o el último para el cambio permisible del aumento de par de rotación como criterio límite, pudiendo tener lugar entonces una corrección o adaptación si al detectar el aumento del par de rotación a través del ángulo de rotación en la operación de apriete actual se muestra una mayor desviación con respecto al conjunto de datos, en el que se basa el criterio límite que se tomó inicialmente como base.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, la unidad atornilladora también puede hacerse funcionar en un modo de funcionamiento, en el que la unión roscada no se aprieta hasta que se alcanza el límite de elasticidad, sino que la operación de apriete se interrumpe previamente. Por ejemplo, la unidad atornilladora puede hacerse funcionar en una o varias ejecuciones de prueba, en las que se determinan y registran los desarrollos de par de rotación/ángulo de rotación resultantes y se comparan con la obtención del límite de elasticidad, para entonces establecer el criterio de desconexión de tal manera que se interrumpa la operación de apriete antes de alcanzar el límite de elasticidad. Por ejemplo, un dispositivo de evaluación puede examinar la curva de par de rotación/ángulo de rotación obtenida en la ejecución de la prueba para determinar dónde se alcanza el límite de elasticidad, para determinar entonces como

criterio de desconexión un valor de par de rotación y/o un valor de ángulo de rotación y/o un gradiente de pendiente determinado de la curva de par de rotación/ángulo de rotación y/o un valor de cambio determinado para el aumento de par de rotación a través del ángulo de rotación, con cuya obtención en el siguiente o las siguientes ejecuciones en serie se produce la desconexión.

El dispositivo de determinación, que evalúa los parámetros de proceso par de rotación y ángulo de rotación y su desarrollo, puede ser parte integral de la unidad atornilladora y/o su dispositivo de control. Alternativa o adicionalmente también puede estar previsto un dispositivo de determinación y/o una unidad de evaluación externa al aparato, por ejemplo en forma de un ordenador personal o tableta conectable, que puede evaluar los valores de par de rotación y de ángulo de rotación.

Dichos parámetros de proceso par de rotación y ángulo de rotación pueden registrarse directamente en la unidad atornilladora mediante sensores de par de rotación y de ángulo de rotación adecuados. Sin embargo, alternativa o adicionalmente, dichos parámetros de proceso también pueden determinarse indirectamente, por ejemplo mediante la detección del consumo de energía del accionamiento de atornillador. Por ejemplo, en el caso de un motor de atornillador eléctrico pueden medirse la tensión del motor y/o la corriente del motor y tomarlas como medida para el par de rotación. Si se usa un accionamiento de atornillador hidráulico puede medirse la presión y/o el flujo volumétrico del accionamiento hidráulico, pudiendo tener lugar por ejemplo la determinación de la curva de par/ángulo de rotación por medio del gradiente de presión-flujo volumétrico.

La invención se explicará a continuación más detalladamente mediante un ejemplo de realización preferido y un dibujo asociado. En el dibujo muestra:

la figura 1: una representación esquemática, parcialmente cortada, de una unión roscada y una unidad atornilladora colocada en la misma para apretar la unión roscada, así como un diagrama de par de rotación/ángulo de rotación que resulta durante el apriete.

Como muestra la figura 1, la unión roscada 1 puede comprender un tornillo 2, por medio del que se sujeta un primer componente 3 a un segundo componente 4, pudiendo enroscarse el tornillo 2 por ejemplo en una rosca 5 en el segundo componente 4, de modo que la cabeza del tornillo 2 aprieta el primer componente 3 sobre el segundo componente 4.

La unidad atornilladora accionada por motor 6 puede ser un dispositivo manual o también un aparato por ejemplo guiado por un robot y puede comprender un accionamiento de atornillador, que puede comprender un motor eléctrico y/o un motor de medio de presión, tal como por ejemplo un motor hidráulico o un motor neumático.

Dicho accionamiento de atornillador acciona una herramienta de atornillador 7, por medio de la que puede apretarse de manera rotatoria la unión roscada 1.

Un dispositivo de determinación 8 para determinar el par de rotación M que se produce durante el apriete y el ángulo de rotación φ que se produce a este respecto puede comprender por ejemplo un sensor de par de rotación 9 y un sensor de ángulo de rotación 10, pudiendo sin embargo detectarse también directamente dichas magnitudes de proceso, tal como se ha explicado anteriormente.

A este respecto, al apretar la unión roscada 1 se obtiene el desarrollo de par de rotación del par de rotación M a través del ángulo de rotación φ , representado en el diagrama de la derecha de la figura 1. Como muestra la figura 1, la operación de apriete comienza por así decirlo sin par de rotación, es decir el tornillo 2 puede hacerse rotar inicialmente sin una resistencia destacable hasta que la cabeza del tornillo alcanza el componente 3 y este último está en contacto con el segundo componente 4.

Después de este atornillado inicialmente más o menos libre de resistencia se obtiene un primer intervalo de apriete elástico 11, en el que el par de rotación M a través del ángulo de rotación φ aumenta a una velocidad de aumento al menos aproximadamente constante. En este intervalo de apriete elástico 11, la curva de par de rotación/ángulo de rotación muestra un aumento aproximadamente constante o que solo cambia ligeramente, véase la figura 1.

En un segundo intervalo de apriete 12, que sigue al primero, en el que la unión roscada 11 alcanza su límite de elasticidad o se aproxima a este último, dicha curva de par de rotación/ángulo de rotación muestra una velocidad de cambio creciente. Como muestra la figura 1, la curva se vuelve más plana y ya no se eleva de manera tan pronunciada, es decir el aumento del par de rotación a través del ángulo de rotación cambia más intensamente.

Dicho dispositivo de determinación 8 comprende una unidad de evaluación conectable interna al aparato o externa al aparato 13, que durante la operación de apriete evalúa los valores de par de rotación y de ángulo de rotación detectados y determina el aumento de la curva de par de rotación/ángulo de rotación mostrada en la figura 1.

Mediante el aumento de par de rotación a través del ángulo de rotación que se produce en el primer intervalo de apriete elástico 11, la unidad de evaluación 13 puede establecer un cambio máximo permisible para el aumento de par de rotación a través del ángulo de rotación, por ejemplo en el sentido de que se establece como criterio límite que

el accionamiento de atornillador se detenga cuando el aumento de par de rotación a través del ángulo de rotación 10 ascienda a solo el 75 % del aumento de par de rotación a través del ángulo de rotación en dicho primer intervalo de apriete elástico 11.

- 5 Además del cambio absoluto del aumento se recurre también a la velocidad de cambio como criterio de desconexión. En particular, a partir del desarrollo del cambio más bien lento en el primer intervalo de apriete elástico 11 puede establecerse una velocidad de cambio máxima permisible, es decir cambio de par de rotación por unidad de ángulo de rotación, que cuando se alcanza o se supera se interrumpe la operación de apriete.
- 10 Un dispositivo de control 14 puede detener el accionamiento de atornillador de la unidad atornilladora 6 en cuanto se alcanza dicha velocidad de cambio máxima permisible del aumento de par de rotación a través del ángulo de rotación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para apretar una unión roscada (1) por medio de una unidad atornilladora accionada por motor (6), en el que durante el apriete se determinan el ángulo de rotación (φ) y el par de rotación (M), determinando un dispositivo de determinación (8) en un primer intervalo de apriete (11) un aumento del par de rotación a través del ángulo de rotación y/o un cambio del aumento de par de rotación a través del ángulo de rotación, caracterizado porque el dispositivo de determinación (8) determina en un segundo intervalo de apriete posterior (12) una velocidad de cambio del aumento del par de rotación a través del ángulo de rotación, deteniendo un dispositivo de control (14) la unidad atornilladora al alcanzar o superar una velocidad de cambio máxima permisible del aumento del par de rotación, que se determina mediante el aumento determinado en el primer intervalo de apriete (11) y el cambio de aumento determinado en el primer intervalo de apriete (11).
2. Procedimiento según la reivindicación anterior, estableciéndose el primer intervalo de apriete (11) mediante el valor de par de rotación y/o el aumento de par de rotación y/o el cambio de aumento de par de rotación a través del ángulo de rotación φ como un intervalo de apriete elástico, en el que la unión roscada (1) se deforma elásticamente, y/o estableciéndose el cambio del aumento de par de rotación y/o la velocidad de cambio del aumento de par de rotación máximos permisibles de tal manera que la unión roscada (1) se pretensa hasta el límite de elasticidad.
3. Procedimiento según una de las dos reivindicaciones anteriores, teniéndose en cuenta para la determinación del cambio y/o de la velocidad de cambio del aumento de par de rotación máximos permisibles aumentos de par de rotación y/o cambios de aumento de par de rotación determinados en operaciones de atornillado anteriores y/o cambios de aumento y/o velocidades de cambio máximos permisibles determinados a partir de los mismos.
4. Dispositivo para apretar una unión roscada (1), con una unidad atornilladora accionada por motor (6), medios de determinación (9, 10) para determinar el par de rotación (M) y el ángulo de rotación (φ) durante el apriete de la unión roscada (1), un dispositivo de determinación (8) para determinar un aumento y un cambio de aumento del par de rotación (M) a través del ángulo de rotación (φ) en un primer intervalo de apriete (11), caracterizado por que el dispositivo de determinación (8) está configurado para determinar una velocidad de cambio del aumento de par de rotación a través del ángulo de rotación, estando prevista una unidad de evaluación (13) para establecer una velocidad de cambio máxima permisible del aumento de par de rotación mediante el aumento de par de rotación determinado en el primer intervalo de apriete (11) y la velocidad de cambio del aumento de par de rotación determinada en el primer intervalo de aumento (11), así como un dispositivo de control (14) para detener la unidad atornilladora (6) al alcanzar y/o superar la velocidad de cambio máxima permisible del aumento de par de rotación.
5. Dispositivo según la reivindicación anterior, presentando los medios de determinación para determinar el par de rotación (M) y el ángulo de rotación (φ) un sensor de par de rotación (9) y un sensor de ángulo de rotación (10) y/o un dispositivo de medición de consumo de energía para medir el consumo de energía eléctrica de un accionamiento de atornillador y/o un sensor de presión, así como un medidor de flujo volumétrico para medir la presión y el flujo volumétrico de un accionamiento de atornillador hidráulico.
6. Dispositivo según una de las dos reivindicaciones anteriores, estando integrados el dispositivo de determinación (8) y/o la unidad de evaluación (13) y/o el dispositivo de control (14) en la unidad atornilladora (6) y/o formando componentes de un dispositivo de control electrónico, que está previsto en la unidad atornilladora (6).
7. Dispositivo según la reivindicación 4 o 5, siendo el dispositivo de determinación (8) y/o la unidad de evaluación (13) parte de un dispositivo informático electrónico externo, al que puede conectarse la unidad atornilladora (6).
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 4 a 6, pudiendo conectarse el dispositivo de determinación (8) y/o la unidad de evaluación (13) a un dispositivo de memoria (15), en el que están almacenados desarrollos de par de rotación/ángulo de rotación de operaciones de apriete anteriores y/o cambios de aumento y/o velocidades de cambio del aumento de par de rotación máximos permisibles derivados de los mismos, estando configurada la unidad de evaluación (13) para determinar el cambio y/o la velocidad de cambio del aumento de par de rotación máximos permisibles mediante los desarrollos de par de rotación/ángulo de rotación almacenados en la memoria (15) y/o el cambio de aumento y/o las velocidades de cambio máximos permisibles almacenados.

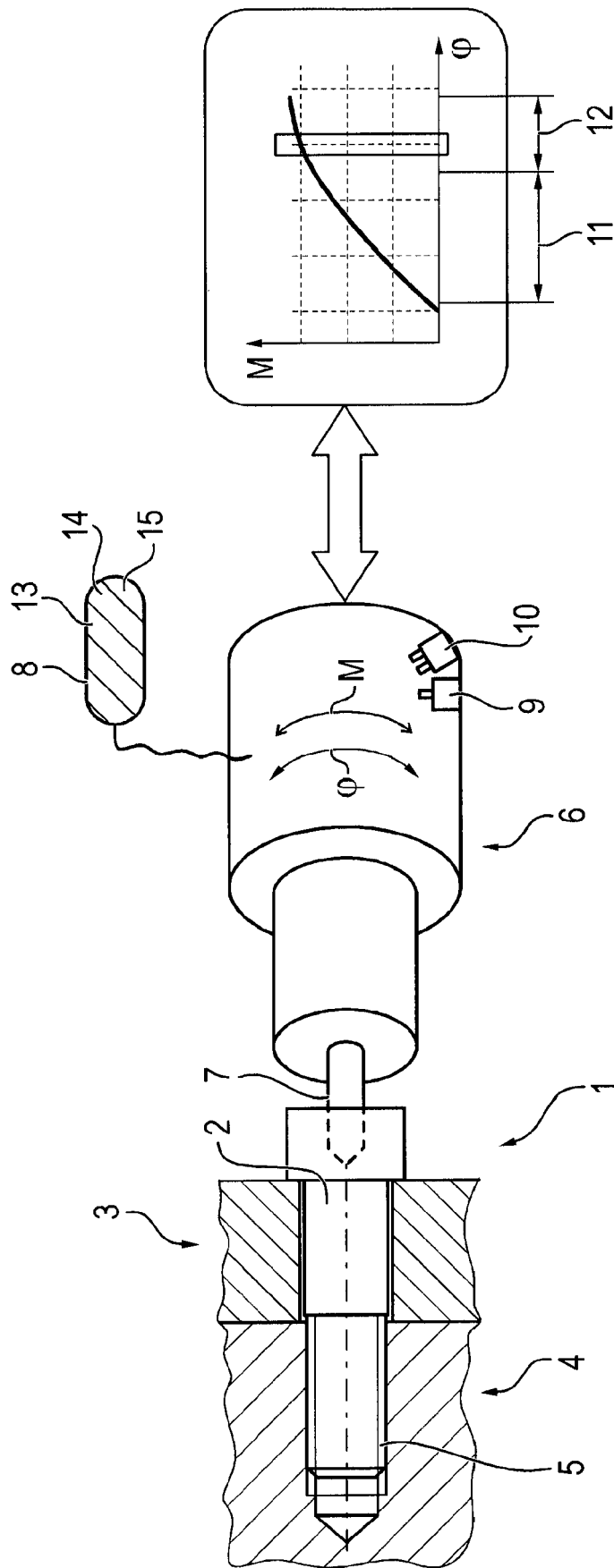


FIG. 1