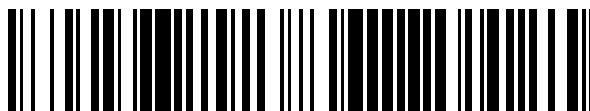


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 478 667**

51 Int. Cl.:

B23K 20/04 (2006.01)

B32B 15/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2008** **E 08017791 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.04.2014** **EP 2065116**

54 Título: **Procedimiento para la producción de un material compuesto de fricción**

30 Prioridad:

15.10.2007 DE 102007049383

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

22.07.2014

73 Titular/es:

**WICKEDER WESTFALENSTAHL GMBH (100.0%)
HAUPTSTRASSE 6
58739 WICKEDE / RUHR, DE**

72 Inventor/es:

LAN, YUN, DR.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 478 667 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 para la producción de un material compuesto de fricción

El presente invento se refiere a un procedimiento para la producción de un material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1 y a un procedimiento para la producción de un cuerpo moldeado de fricción a partir de un material compuesto de acuerdo con la reivindicación 13.

Si es que se debe de producir una unión con continuidad de fricción entre dos cuerpos, se necesita un apropiado emparejamiento de fricción. Unos típicos casos de uso de uniones con continuidad de fricción son por ejemplo emparejamientos de acoplamiento o embrague o anillos de sincronización en la zona de las transmisiones.

Un material macizo que encuentra uso como pieza mecánica de fricción y se realiza por sinterización, y que además está destinado a funcionar en un entorno lubricado, se ha conocido por ejemplo a partir del documento de patente alemana DE 699 14 712 T2. Esta pieza de fricción que se compone de un bronce o latón, en forma de un anillo de sincronización, muestra ciertamente un buen comportamiento de fricción con los aceros. La resistencia mecánica y la estabilidad frente al desgaste de la pieza de fricción, sin embargo, con frecuencia no son suficientes en particular para usos en acoplamientos, embragues o transmisiones. Además, los procedimientos de producción por forja y sinterización son relativamente largos y tediosos y dan lugar a altos costos. En este contexto, es desventajoso además el hecho de que el material de latón, como tal, ya es muy caro y además el procedimiento de producción es muy costoso, de manera tal que al alto precio de adquisición del material se le suman los altos costos de producción del anillo de sincronización.

Una combinación de materiales, que se compone de un soporte y de un forro de fricción, estando compuesto el soporte a base de por ejemplo un acero estirado o sinterizado, y estando compuesto el forro de fricción por regla general a base de materiales orgánicos de fricción, materiales metálicos sinterizados, y materiales del tipo CFC (con una matriz de carbono y unas fibras de carbono), se ha conocido por ejemplo a partir de los documentos de patentes DE 101 30 395 A1 y DE 103 34 895 B3. Las piezas de deslizamiento a base de unos metales de sustentación con una capa de fricción tienen ciertamente unas buenas propiedades globales pero, a causa de la capa de fricción, la producción de una pieza de deslizamiento revestida de tal manera es costosa y por consiguiente es todavía más cara que las constituidas por aleaciones de cobre sinterizadas.

Por lo demás, unos materiales compuestos de deslizamiento, que se componen de una banda de acero y una capa de fricción a base de una aleación de cobre y zinc (CuZn31Si) chapeada por laminación se han conocido a partir del documento de patente europea EP 0 681 114 B2. Además, también unos materiales compuestos de deslizamiento constituidos a base de una banda de acero y una capa de fricción a base de aleaciones de aluminio chapeadas por laminación, se han conocido por ejemplo a partir de los documentos de solicitud de patente alemana DE 3327657 A1 y de patente británica GB 2 270 721. Tales capas de fricción constituidas a base de una aleación de cobre y zinc (latón) o de unas aleaciones de Al, que han sido chapeadas por laminación sobre una banda de acero de núcleo, con frecuencia no son suficientes para los usos señalados a causa de la limitada dureza superficial, en particular cuando las piezas componentes tienen que ser tratadas térmicamente o empleadas a una temperatura más alta que 300°C.

Resumiendo, se puede hacer constar que las piezas moldeadas y los materiales que se han propuesto para la producción de una unión con continuidad de fricción, por una parte, solamente se pueden producir en unos costosos procedimientos de producción, tales como por ejemplo los de forja o sinterización y, por otra parte, se componen por lo menos parcialmente a base de unos materiales que son relativamente caros. El aspecto del costo pasa a primer plano especialmente cuando se tienen que producir unos cuerpos moldeados de fricción a base de un material macizo de los materiales antes mencionados. Unos habituales materiales compuestos de acero y cobre o respectivamente unos materiales compuestos de acero y aluminio ofrecen, por el contrario solamente una limitada posibilidad de empleo y una limitada duración de éste, puesto que es comparativamente limitada la estabilidad frente al desgaste de las capas de cobre o respectivamente de aluminio que se han aplicado.

El documento de patente de los EE.UU. US 6 322 902 B1 divulga unos materiales de contacto basados en cobre y/o basados en hierro, con una componente de plomo, que deben de tener buenas propiedades de deslizamiento.

El documento de solicitud de patente de los EE.UU. US 2003/0064239 A1 divulga unos materiales de deslizamiento sinterizados basados en cobre, que comprenden una capa de acero y una capa sinterizada sobre cobre o una aleación basada en cobre.

El documento de solicitud patente europea EP 1 850 018 A2 divulga un cuerpo compuesto de material en forma de banda, en el cual una capa, que se compone de una aleación de cobre y de otros múltiples materiales, está unida indisolublemente con una capa de sustentación a base de acero.

Una misión del presente invento consiste en proponer un ventajoso procedimiento de producción, para la producción de un material compuesto, que haga posible una producción barata del material compuesto.

De acuerdo con el invento, el problema planteado por esta misión se resuelve mediante el recurso de que una capa superpuesta a base de una aleación endurecible de cobre es chapeada por laminación sobre por lo menos un lado de un soporte a base de un material de acero, el producto intermedio resultante de este modo es sometido a un recocido blando y los productos intermedios resultantes de este modo son recocidos por disolución. Mediante el recocido blando se establece una buena adhesión entre el soporte y la capa superpuesta. El material compuesto resultante de este modo puede ser deformado ulteriormente de manera excelente. Con el fin de garantizar un estado ideal de segregación en la capa superpuesta a base de una aleación de cobre, después del recocido blando se lleva a cabo un recocido por disolución, de manera tal que los elementos de la aleación se disuelven homogéneamente en la matriz. Este estado es una premisa necesaria para obtener una textura con finas segregaciones distribuidas uniformemente, tal como se deben de ajustar al realizar el subsiguiente endurecimiento. Mediante el chapeado por laminación de la aleación de cobre endurecible con el soporte de acero y el subsiguiente recocido por difusión, se propone una posibilidad barata de producir una unión indisoluble entre la capa superpuesta y el soporte. Mediante otro recocido por disolución y eventualmente otro endurecimiento de la banda de chapeado se garantiza una alta resistencia al desgaste de la capa superpuesta. El recocido por disolución se lleva a cabo con un enfriamiento bajo un gas protector o en agua o respectivamente en un aceite.

Por tratarse de una aleación de cobre endurecible en el caso del material de la capa superpuesta, se proporciona un material compuesto, que con la capa superpuesta aplicada indisolublemente, constituida a base de una aleación de cobre endurecible, se pone a disposición una ventajosa capa de fricción, que facultativamente antes o después de la conformación del material compuesto para dar un cuerpo moldeado de fricción se puede transformar en una capa de cobre endurecida, de manera tal que resulta una capa de fricción altamente resistente y estable frente al desgaste. Una aleación de cobre endurecible tiene, ya a causa de las finas segregaciones, una dureza superficial más alta y es estable térmicamente, de manera tal que se amplía esencialmente el sector de empleo del material compuesto con respecto al de un material compuesto que tiene una habitual capa superpuesta de cobre.

En una ventajosa forma de realización del material compuesto que se propone, puede estar previsto que en el caso del soporte se trate de un producto de acero plano. Como soporte del material compuesto se pueden imaginar ciertamente de modo fundamental unas arbitrarias formas del soporte. Dentro de los aspectos técnicos de producción se aconseja sin embargo un producto de acero plano, por ejemplo un acero en banda, puesto que éste puede ser aportado al proceso de producción del chapeado por laminación de una manera casi continua desde un rollo de acero en banda. Además de esto, se recomienda la forma plana como la geometría de partida para un gran número de casos de uso.

Por lo demás, de modo ventajoso puede estar previsto que en el caso del material del soporte se trate de un acero al C (carbono), de un acero resistente al calor, de un acero de cementación o un acero de nitruración, en particular de un acero de NiCr o respectivamente CrNi, un acero de MnCr, de manera preferida un 16MnCr5, un acero de CrNiMo, un acero de Mn, MnCr o MnSi o un acero de NiCrMo. Tales aceros tienen en su totalidad unas buenas propiedades mecánicas y hacen posible, mediante un correspondiente tratamiento térmico, una alta dureza de la superficie ($HV > 400$). Los átomos de nitrógeno o respectivamente de carbono, que proceden de una correspondiente atmósfera de recocido, se difunden a unas temperaturas de 380-600°C dentro de la superficie del acero y forman en tal caso, por reacción con el hierro, unas capas de nitruro de hierro duro (Fe-N) o respectivamente Fe-(N, C). De esta manera, se mejoran manifiestamente la resistencia al desgaste, las propiedades de deslizamiento, así como la estabilidad térmica o respectivamente frente a la corrosión de la superficie de acero.

En otra ventajosa forma de realización del material compuesto que se ha propuesto, puede estar previsto que el soporte tenga conjuntamente una proporción de espesor de 60 a 95 %, referida al peso global del material compuesto, con el fin de poder establecer con un precio barato una suficiente resistencia global de la pieza constructiva.

Con el fin de poder garantizar una unión firme e indisoluble entre el soporte y la capa superpuesta, es ventajoso que el caso de la capa superpuesta se trate de una lámina chapeada sobre el soporte. En particular, mediante el chapeado por laminación y el subsiguiente recocido por difusión se puede proporcionar una unión producible de una manera racional e indisoluble entre el material de acero y el material de cobre.

En otra ventajosa forma de realización del material compuesto, puede estar previsto que la capa superpuesta tenga un espesor de por lo menos 30 μm , con el fin de poner a disposición un suficiente espesor de la capa de fricción para toda la duración de vida global de la pieza componente.

Ventajosamente puede estar previsto, por lo demás, que en el caso de la capa superpuesta se trate de una aleación de Cu endurecible a base de los sistemas de aleaciones formados por unas aleaciones de CuNiSi o CuNiSiMg, unas aleaciones de Cu-Cr, unas aleaciones de Cu-Fe o Cu-(Fe, Co, Ni)-P o unas aleaciones de CuBe o respectivamente CuMg. Tales aleaciones de Cu tienen buenas propiedades de fricción cuando están en contacto con un acero.

Además, ellas poseen a causa del endurecimiento por segregación, asimismo una alta resistencia al desgaste así como una buena estabilidad térmica. Mediante un correspondiente tratamiento térmico (recocido por disolución y endurecimiento) se puede ajustar la deseada textura en las aleaciones de Cu más arriba mencionadas. En el caso del recocido por disolución, escasamente por debajo de la temperatura eutéctica de la correspondiente aleación de Cu, los elementos de aleación se disuelven homogéneamente en la matriz, a continuación se enfría con rapidez, para que los átomos disueltos en el retículo no tengan ninguna ocasión de abandonar sus sitios en el retículo de nuevo por difusión. Al efectuar un subsiguiente envejecimiento o endurecimiento se hace posible mediante un deliberado modo de conducir de temperaturas, una difusión de los átomos, con lo que se forman unas segregaciones finas, distribuidas uniformemente. Esta textura garantiza una buena deformabilidad, una alta resistencia mecánica y una alta estabilidad térmica.

En otra forma ventajosa de realización del material compuesto que se ha propuesto, puede estar previsto que el material compuesto tenga un espesor global de p.ej. 0,1 a 6 mm, de manera tal que él se pueda utilizar para diferentes piezas componentes y distintas formas de realización de piezas componentes.

Por lo demás, puede estar previsto de una manera ventajosa que el soporte en forma de una banda plana esté provisto, por un lado, de una capa superpuesta. Un material compuesto estructurado de este modo abre la posibilidad de realizar el tratamiento superficial del soporte, en particular, el soporte constituido a base de un material de acero puede ser endurecido por nitruración o nitrocarburation en la región de su superficie, con lo cual se pueden aumentar en conjunto la capacidad de resistir mecánicamente y la resistencia mecánica del material compuesto.

En una forma de realización preferida, puede estar previsto que la capa superpuesta se presente en una forma endurecida y tenga una dureza superficial de por lo menos 170 HV. Ciertamente, puede ser ventajoso que el material compuesto se presente en un estado no endurecido de la aleación de cobre endurecible, puesto que la conformación para dar un cuerpo moldeado de fricción es posible de una manera comparativamente sencilla y barata, pero en ciertas circunstancias se desea también un suministro del material compuesto con una capa superpuesta endurecida, cuando por ejemplo no existan posibilidades propias del cliente para realizar el tratamiento térmico del material compuesto. A pesar de ello, un material compuesto con una capa superpuesta de cobre endurecida ofrece unas apropiadas posibilidades de conformación. Se ha comprobado que, por ejemplo, es posible también una conformación mediante embutición profunda del material compuesto con una capa superpuesta de cobre endurecida. Esto hace posible un endurecimiento ideal o respectivamente la más alta resistencia mecánica de la capa superpuesta de cobre, cuando el ulterior tratamiento térmico de la pieza componente tiene lugar a una temperatura < 560°C o en el caso de una carga térmica duradera a < 500°C.

En otra forma preferida de realización del material compuesto que se propone, puede estar previsto que el soporte tenga una dureza superficial de por lo menos 400 HV. Esto garantiza una alta resistencia al desgaste, unas buenas propiedades de deslizamiento, así como una alta estabilidad térmica y frente a la corrosión de la superficie de acero.

De manera ventajosa, puede estar previsto que antes del chapeado por laminación tenga lugar un tratamiento previo del material, en particular una activación mecánica por limpieza y asperización de la superficie que se ha chapear. Mediante el tratamiento previo, la superficie del soporte puede ser preparada con anterioridad de una manera óptima para las necesidades del chapeado por laminación con una capa superpuesta, asimismo tratada previamente, constituida a base de una aleación de cobre endurecible, y se puede garantizar una buena adhesión entre el soporte y la capa superpuesta.

Por lo demás, puede estar previsto de una manera ventajosa que antes del recocido por disolución tenga lugar una laminación, en particular una laminación en frío, del producto intermedio, preferiblemente hasta llegar a un espesor de 0,1-6 mm.

Por lo demás, puede estar previsto de una manera ventajosa que en el caso del soporte que se trate de un producto plano de acero, en particular con un espesor de 0,5 a 8 mm, antes del chapeado por laminación, con el fin de garantizar un espesor final de p.ej. 0,1 a 6 mm con una proporción de espesor de 60 a 95 % del soporte de acero, y producir éste de una manera favorable.

En otra ventajosa forma de realización del procedimiento propuesto, puede estar previsto que en el caso de la capa superpuesta se trate de una lámina a base de una aleación de cobre endurecible con un espesor de 0,05 a 3 mm, antes del chapeado por laminación, con el fin de garantizar en el estado acabado un suficiente espesor de la capa de fricción (> 30 µm) para toda la duración de vida útil de la pieza componente.

Además de ello, puede estar previsto de una manera ventajosa que el grado de conformación global de los materiales durante el chapeado por laminación sea de aproximadamente 30-90 %, con el fin de garantizar una adhesión lo más buena que sea posible entre el soporte y la capa superpuesta ya antes del tratamiento por recocido.

Por lo demás, puede estar previsto de una manera ventajosa que el recocido por difusión o respectivamente el recocido blando tenga lugar en un horno de campana a unas temperaturas de recocido de 500-800°C durante un período de tiempo de 0,5-30 h o en un horno de paso continuo a unas temperaturas de recocido de 550-950°C durante un período de tiempo de 0,1-10 min. De esta manera, a causa de la difusión de átomos se genera una buena adhesión entre el soporte y la capa superpuesta y al mismo tiempo la solidificación en frío sea degradada por la deformación al chapear. El cuerpo compuesto, a continuación, puede ser laminado ulteriormente o conformado para dar una pieza componente.

En un ventajoso perfeccionamiento del procedimiento que se propone, puede estar previsto que la capa superpuesta sea endurecida después del recocido por disolución. De una manera correspondiente, se pone a disposición un material compuesto que, por la parte del fabricante, ya ha sido provisto de una superficie de fricción endurecida, altamente resistente y estable frente al desgaste. De manera correspondiente, un endurecimiento por segregación de la capa superpuesta ya no tiene que ser llevado a cabo en los talleres del fabricante de la pieza componente, cuando esta pieza componente es producida a partir del material compuesto, por ejemplo mediante una embutición profunda.

Por lo demás, puede estar previsto de una manera ventajosa que el endurecimiento de la capa superpuesta tenga lugar a una temperatura de 300-600°C durante un período de tiempo de 1-20 h. Este intervalo de tiempo y de temperatura hace posible un óptimo endurecimiento por segregación para las aleaciones de Cu utilizadas.

En otra ventajosa forma de realización del procedimiento propuesto, puede estar previsto que el endurecimiento de la capa superpuesta tenga lugar en un horno de campana, puesto que éste es mejor apropiado y más barato para el proceso de segregación.

En una ventajosa forma de realización del procedimiento que se propone, puede estar previsto que el soporte, por lo menos en algunos tramos, no sea chapeado por laminación con una capa superpuesta, en particular que el soporte en forma de un producto plano de acero, según sea el caso de uso, sea chapeado por laminación con una capa superpuesta solamente por un lado. Por el hecho de que el acero del soporte está despejado por lo menos en algunos tramos, el soporte es accesible para un tratamiento superficial, de manera tal que la superficie de acero, por ejemplo, pueda ser endurecida, con lo cual el material compuesto es apropiado para diferentes piezas componentes y se pueden aumentar en conjunto la capacidad de resistir mecánicamente y la resistencia mecánica.

En una ventajosa forma de realización del procedimiento, puede estar previsto que un endurecimiento de la superficie despejada del soporte se lleve a cabo por nitruración o nitrocarburation a una temperatura de < 580°C. De esta manera se aumenta manifiestamente la dureza de la superficie de acero y sin empeorar de una manera digna de mención las propiedades de la superficie de Cu endurecida.

Otra misión del presente invento consiste en proponer un ventajoso procedimiento para la producción de un cuerpo moldeado de fricción a partir de un material compuesto. De acuerdo con el invento, el problema planteado por esta misión se resuelve mediante el recurso de que el endurecimiento por segregación de la capa superpuesta tiene lugar de una manera combinada con el endurecimiento superficial del soporte después de la conformación del material compuesto para dar un cuerpo moldeado de fricción. En particular, cuando el endurecimiento por segregación de la capa superpuesta de Cu de la banda chapeada por un solo lado se lleva a cabo de una manera combinada con la nitruración a una temperatura de < 580°C, directamente en piezas componentes acabadas, se reducen aun más los costos de fabricación y se optimiza la conformabilidad. Al efectuar la nitruración, se forma una dura capa de nitruro de hierro sobre la superficie del acero y al mismo tiempo, los elementos de aleación disueltos en la matriz se segregan en la capa superpuesta de Cu en forma de unas finas partículas uniformemente distribuidas. En tal caso, las piezas componentes alcanzan una alta dureza tanto sobre la superficie del acero como también en la capa superpuesta de Cu. Este modo de proceder es especialmente apropiado para unas complicadas formas de las piezas componentes, puesto que el endurecimiento de la capa superpuesta de Cu se efectúa tan sólo después de la conformación de la pieza componente.

Otras características y ventajas, y el efecto técnico del presente invento se ponen en claro con ayuda de la subsiguiente descripción de unos ejemplos de realización preferidos haciendo referencia a las Figuras adjuntas. En ellas,

La Fig. 1 muestra una representación esquemática del material compuesto en una vista en alzado en sección transversal con una capa superpuesta situada por un solo lado;

La Fig. 2 muestra una representación esquemática del material compuesto en una vista en alzado en sección transversal con unas capas superpuestas situadas por ambos lados

La Fig. 3 muestra una representación esquemática del procedimiento de producción de un material compuesto.

En primer lugar se hace referencia a la Fig. 1.

Un material compuesto comprende en lo esencial un soporte 1 y por lo menos una capa superpuesta 2.

Como materiales para el soporte 1 entran en cuestión en particular ciertos aceros, de manera preferida unos aceros con alta resistencia mecánica, tales como p.ej. el 16MnCr5, unos aceros al C, unos aceros de nitruración y unos aceros resistentes al calor.

Como materiales para la capa superpuesta 2 entran en cuestión de manera preferida unas aleaciones de Cu endurecibles, tales como p.ej. unas aleaciones de CuNiSi o respectivamente CuNiSiMg, unas aleaciones de CuBe o CuMg, unas aleaciones de Cu-Cr, unas aleaciones de Cu-Fe, unas aleaciones de Cu-(Fe, Co, Ni)-P, que a causa de las finas segregaciones tienen una dureza superficial más alta y son estables térmicamente.

Un preferido procedimiento de producción para un material compuesto se realiza, haciendo referencia a la Fig. 3, de la siguiente manera.

Etapa 1 – Tratamiento previo (3): Una banda de acero con un espesor de 0,5-8 mm se trata previamente o respectivamente se limpia y asperiza mecánicamente.

Etapa 2 – Chapeado por laminación (4): La banda de acero previamente tratada es chapeada por laminación, por lo menos por un lado, con una lámina asimismo tratada previamente, que tiene de manera preferida un espesor de 0,05-3,0 mm y se compone de una de las aleaciones de Cu que más arriba se ha mencionado, con una deformación de 30-90 % que es necesaria para obtener una buena adhesión.

Etapa 3 – Recocido blando (5): Se efectúa un recocido blando del producto intermedio, que ha resultado de esta manera, en un horno de campana (5.1) a unas temperaturas de recocido de 500-800°C durante un período de tiempo de 0,5-30 h o en un horno de paso continuo (5.2) a unas temperaturas de recocido de 550-950°C durante un período de tiempo de 0,1-10 min.

Etapa 4 – Opcional laminación en frío (6): Eventualmente se efectúa otra laminación ulterior del producto intermedio que ha sido sometido a un recocido blando hasta llegar un espesor final de 0,1-6 mm.

Etapa 5 – Recocido por disolución (7.1: Disolución de los elementos de aleación en la matriz de la capa superpuesta de Cu o respectivamente preparación previa para el endurecimiento por segregación): se efectúa un recocido por disolución del producto intermedio en un horno de paso continuo o respectivamente en un horno de campana con un enfriamiento rápido bajo un gas protector o en agua o respectivamente en un aceite.

Etapa 6 – Opcional endurecimiento (7.2: segregación de los elementos de aleación disueltos en la matriz en forma de partículas finas y uniformemente distribuidas) de la capa superpuesta: Eventualmente se efectúa un endurecimiento de la capa superpuesta 2 en un horno de campana a una temperatura comprendida entre 300 y 600°C durante un período de tiempo de 1-20 h o un endurecimiento combinado con otro endurecimiento superficial de la capa superpuesta 2, por ejemplo por nitruración.

Etapa 7 – Forja de acabado (8): Se efectúa una forja de acabado del material compuesto en forma de banda que ha resultado en este modo, en las dimensiones deseadas.

En una serie de ensayos, un conocido material compuesto (seguidamente denominado PV) con una banda de acero 16MnCr5 como soporte 1 y una capa superpuesta: de latón CuZn36 como capa superpuesta chapeada 2 se comparó con un material compuesto (seguidamente denominado PE) con una banda de acero 16MnCr5 como soporte 1 y una aleación de cobre endurecible CuNi3Si1Mg como capa superpuesta chapeada 2.

La correspondiente composición química se representa en la Tabla 1 – para el núcleo, y en la Tabla 2 – para la capa superpuesta 2.

C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Cr	Ni	Fe
0,15	0,07	1,02	0,012	0,0005	0,036	0,03	0,9	0,04	Resto

Tab. 1 Composición química del material en banda 16MnCr5 del núcleo (% en masa)

Material	Zn	Pb	Fe	Mn	Ni	Si	Mg	Al	Sn	Cu
CuZn36	36,06	0,009	0,0187	-	0,0121	-	-	0,001	0,0241	Resto
CuNi3Si1Mg	0,0893	0,0001	0,0122	0,0012	2,5599	0,5032	0,1035	-	-	Resto

Tab. 2 Composición química de los materiales de la capa superpuesta (% en masa)

5 A partir del material compuesto PV se han producido dos muestras comparativas PV1 y PV2. La muestra PV1 fue sometida a recocido blando, al contrario de lo cual la muestra PV2 fue sometida a un recocido blando y laminada en frío hasta llegar al espesor final PV2.

10 A partir del material compuesto PE se han aislado, después del chapeado por laminación, del recocido blando y de la laminación en frío, dos muestras PE1 y PE2 conformes al invento. La muestra PE1 fue solamente recocida por disolución. La muestra PE2 fue tanto recocida por disolución como también su capa superpuesta 2 fue endurecida. Para la mejor visión de conjunto, las muestras y las etapas de procedimiento ejecutadas se recopilan en la Tabla 3.

Muestra	Material del soporte espesor mm	Material de la capa superpuesta 2 espesor mm	Chapeado	Recocido blando	Laminación	Recocido por disolución	Endurecimiento
PV1	16MnCr5 6,0 mm	CuZn36 0,6 mm	si	si	no	-	-
PV2	16MnCr5 6,0 mm	CuZn36 0,6 mm	si	si	si	-	-
PE1	16MnCr5 6,0 mm	CuNi3Si1Mg 0,8 mm	si	si	si	si	No
PE2	16MnCr5 6,0 mm	CuNi3Si1Mg 0,8 mm	si	si	si	si	Si

Tab. 3 Materiales empleados y operaciones de producción

15 En la Tabla 4 se indican, para las muestras comparativas PV1 y PV2 así como para las muestras conformes al invento PE1 y PE2, el límite de dilatación Rp0,2, la resistencia a la tracción Rm, el alargamiento a la rotura A80 y la dureza superficial HV10 tanto del soporte 1 (HV10 del acero) como también de la capa superpuesta 2 (HV10 de la aleación de Cu).

Muestra	Espesor mm	Rp 0,2 MPa	Rm MPa	A80 %	HV10 del acero	HV10 de la aleación de Cu
PV1	2,203	274	422	30,3	132	100
PV2	2,02	419	457	19,7	151	115
PE1	2,066	323	505	29	145	90
PE2	2,062	346	534	23	150	199

Tab.4 Propiedades mecánicas de las muestras comparativas y de las muestras conformes al invento

20 Una elevación de la dureza superficial del soporte 1 a base de acero se puede llevar a cabo por nitruración o nitrocarburation, siempre y cuando que el soporte 1 haya sido chapeado solamente por un lado con una capa superpuesta 2. A este respecto, la muestra PE1 fue nitrurada ulteriormente a 500, 540 y 580°C, cada vez durante 170 min, con una atmósfera de NH₃ + N₂ y se produjo una muestra PE1.1. Con el fin de evaluar la estabilidad térmica de la muestra PE2 endurecida en el caso de un ulterior tratamiento de nitruración, la muestra PE2 fue recocida ulteriormente a 580°C, durante 170 min sin ningún gas de nitruración y se produjo una muestra PE2.1. Los resultados de la medición de la dureza después de la nitruración se representaron en la Tab. 5.

25

Nitruración o respectivamente simulación de una nitruración	Medición de la dureza por el lado del Cu / HV10		Medición de la dureza por el lado del acero / HV10
	PE1.1	PE2.1	PE1.1
500°C / 170 min	199	-	453
540°C / 170 min	175	-	593
580°C / 170 min	151	163	542

Tabla 5 Dureza superficial de las muestras PE1 después de la nitruración y PE2 después de la simulación de una nitruración (sin ninguna atmósfera de nitruración)

- 5 La Tabla 5 pone de manifiesto que las muestras PE1.1 y PE2.1 conformes al invento tienen una dureza superficial más alta tanto por el lado del Cu (HV10 ~ 199) como también por el lado del acero (HV10 ~ 453). La dureza por el lado del Cu es relativamente estable térmicamente (PE2.1: HV ~ 163 después del recocido a 580°C / 170 min).

Las importantes propiedades de todas las muestras se representaron recopilativamente en la Tab. 6.

Muestra	Conformable	Propiedad de fricción (capa de Cu)	Estabilidad frente al desgaste (capa de Cu)	Resistencia mecánica (banda de acero)
PV1	Si	buena	mala	buena
PV2	Si	buena	mala	buena
PE1 y resp. PE1.1	Si	buena	buena	buena
PE2 y resp. PE2.1	Si	buena	buena	buena

Tabla 6 Importantes propiedades de todas las muestras de ensayo

- 10 El material compuesto tiene una combinación de propiedades, que lo predestinan como el material para piezas moldeadas de fricción altamente solicitadas, tales como por ejemplo anillos de sincronización en transmisiones. En este lugar se ha de mencionar en particular un material compuesto, que tiene una capa superpuesta 2 endurecible, pero todavía no endurecida. Un tal material compuesto puede ser conformado de una manera muy carente de problemas, por ejemplo por embutición profunda, para dar una pieza moldeada, por ejemplo para dar un anillo de sincronización. Por ejemplo, no se tiene que recurrir a unos costosos procedimientos tales como los de sinterización o forja, tal como pasan a usarse por ejemplo en el caso de la producción de anillos de sincronización a base de un material macizo de cobre o latón, de acuerdo con el estado de la técnica conocido con anterioridad. A continuación,
- 15 se puede llevar a cabo un endurecimiento de la capa superpuesta 2, de manera tal que resulta una capa de fricción altamente resistente y estable frente al desgaste así como estable térmicamente, que al mismo tiempo tiene unas buenas propiedades de fricción y en particular es apropiado también para unos usos duraderos a unas altas temperaturas hasta de aproximadamente 500°C. Además, mediante el soporte 1 a base de acero ya por sí solo y mediante otro endurecimiento superficial del soporte 1, por ejemplo por nitruración (en alemán Nitridieren), o por nitrocarburoación se puede asegurar en conjunto una alta resistencia mecánica del material compuesto.

25

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de un material compuesto, que comprende un soporte (1) y por lo menos una capa superpuesta (2) unida firmemente con el soporte (1),
 - tratándose en el caso del material de soporte (1) de un material de acero,
 - tratándose en el caso del material de la capa superpuesta (2) de una aleación de cobre endurecible,
 que comprende las siguientes etapas de procedimiento:
 - a) chapeado por laminación de la capa superpuesta (2) sobre por lo menos un lado del soporte (1);
 - b) recocido blando del producto intermedio resultante de acuerdo con la etapa a) de procedimiento;
 - c) recocido por disolución del producto intermedio resultante de acuerdo con la etapa b) de procedimiento,
 caracterizado por que el recocido por disolución se lleva a cabo con un enfriamiento bajo un gas protector o en agua o respectivamente en un aceite.
2. Procedimiento para la producción de un material compuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que antes del chapeado por laminación tiene lugar un tratamiento previo del soporte (1) y de la capa superpuesta (2).
3. Procedimiento para la producción de un material compuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que antes del recocido por disolución tiene lugar una laminación hasta llegar a un espesor de 0,1-6 mm.
4. Procedimiento para la producción de un material compuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que en el caso del soporte (1) se trata de un producto plano de acero con un espesor de 0,5 a 8 mm antes del chapeado por laminación.
5. Procedimiento para la producción de un material compuesto de acuerdo con una de las precedentes reivindicaciones, caracterizado por que en el caso de la capa superpuesta (2) se trata de una lámina a base de una aleación de cobre endurecible con un espesor de 0,05 a 3 mm antes del chapeado por laminación.
6. Procedimiento para la producción de un material compuesto de acuerdo con una de las precedentes reivindicaciones, caracterizado por que el grado de conformación de la lámina durante el chapeado por laminación es de aproximadamente 30-90 %.
7. Procedimiento para la producción de un material compuesto de acuerdo con una de las precedentes reivindicaciones, caracterizado por que el recocido blando tiene lugar en un horno de campana a unas temperaturas de recocido de 500-800°C durante un período de tiempo de 0,5-30 h o en un horno de paso continuo a unas temperaturas de recocido de 550-950°C durante un período de tiempo de 0,1-10 min.
8. Procedimiento para la producción de un material compuesto de acuerdo con una de las precedentes reivindicaciones, caracterizado por que la capa superpuesta (2) es endurecida después del recocido por disolución.
9. Procedimiento para la producción de un material compuesto de acuerdo con una de las precedentes reivindicaciones, caracterizado por que el endurecimiento de la capa superpuesta (2) tiene lugar a una temperatura de 300-600°C durante un período de tiempo de 1-20 h.
10. Procedimiento para la producción de un material compuesto de acuerdo con una de las precedentes reivindicaciones, caracterizado por que el endurecimiento de la capa superpuesta (2) tiene lugar en un horno de campana.
11. Procedimiento para la producción de un material compuesto de acuerdo con una de las precedentes reivindicaciones, caracterizado por que el soporte (1), por lo menos en algunos tramos, no es chapeado por laminación con una capa superpuesta (2).
12. Procedimiento para la producción de un material compuesto de acuerdo con una de las precedentes reivindicaciones, caracterizado por que un endurecimiento del soporte (1) tiene lugar por nitruración o nitrocarburoción a una temperatura comprendida entre 380 y 580°C durante un período de tiempo de 170 min bajo una atmósfera de $\text{NH}_3 + \text{N}_2$.
13. Procedimiento para la producción de un cuerpo moldeado de fricción a base de un material compuesto producido de acuerdo con una de las precedentes reivindicaciones que comprende un soporte (1) y por lo menos una capa superpuesta (2), unida firmemente con el soporte (1),
 - tratándose en el caso del material de soporte (1) de un material de acero,
 - tratándose en el caso del material de la capa superpuesta (2) de una aleación de cobre endurecible,

caracterizado por que

el endurecimiento por segregación de la capa superpuesta (2) tiene lugar de un modo combinado con el endurecimiento superficial del soporte (1) después de la conformación del material compuesto para dar el cuerpo moldeado de fricción.



Fig. 1

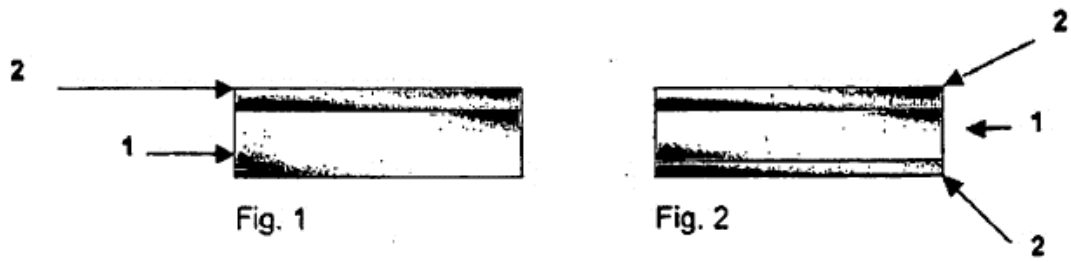


Fig. 3

