

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 434**

51 Int. Cl.:

**C23C 18/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.08.2010 PCT/EP2010/004730**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.02.2011 WO11020556**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2010 E 10742745 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2467512**

54 Título: **Procedimiento para la producción de una pieza moldeada y/o estructural de aluminio o de una aleación de aluminio con una capa anticorrosiva resultante de un sistema sol-gel**

30 Prioridad:

**19.08.2009 DE 102009037928**

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

**31.03.2017**

73 Titular/es:

**STROJMETAL ALUMINIUM FORGING GMBH  
(100.0%)  
Alusingen-Platz 1  
78224 Singen, DE**

72 Inventor/es:

**STERZL, WOLFGANG y  
GILLICH, VOLKMAR**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 607 434 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 una pieza moldeada y/o estructural de aluminio o de una aleación de aluminio con una capa anticorrosiva resultante de un sistema sol-gel

5 La invención se refiere a un procedimiento para la producción de una pieza moldeada y/o estructural de aluminio con una capa anticorrosiva resultante de un sistema sol-gel según el concepto genérico de la reivindicación 1.

10 Tales piezas moldeadas y estructurales se producen con procedimientos de fabricación o combinaciones de diversos procedimientos de fabricación según la norma DIN 8580. Entre éstos cuentan en especial procedimientos de los grupos principales moldeo original, transformación, separación y modificación de propiedades materiales. Mediante la combinación de diversas piezas moldeadas, tales piezas fabricadas se pueden unir entre sí para dar grupos estructurales o estructuras también mediante procedimientos del grupo principal ensamblaje. Por medio de las piezas de forja determinadas para la absorción de carga, que constituyen un grupo de productos significativo de las piezas moldeadas y estructurales concernientes a la invención, se presenta el estado de la técnica previo, así como el planteamiento del problema y su solución según la invención.

15 Las piezas de forja determinadas para la absorción de carga (piezas moldeadas de forja) constituidas por aluminio y sus aleaciones son conocidas. Para la producción de tales piezas de forja, en la mayor parte de los casos relevantes para la seguridad, las piezas brutas (material previo de forja), a modo de ejemplo piezas brutas coladas, laminadas o extruídas, en forma de varilla, como varas, secciones de varas, palanquillas o desbastes de aluminio o de una aleación de aluminio, se elaboran mediante forjado en un troquel a través de una o varias etapas de transformación. A las etapas de transformación pertenecen el moldeo previo, como recalado, flexión, estiramiento, rodillos de estiramiento o de chaveta transversal, forjado previo, forjado final, reproducción y calibrado. Al verdadero proceso de forjado pueden seguir tratamientos térmicos específicos de metales y aleaciones, en especial para obtener el estado tecnológico, a modo de ejemplo T4, T5, T6 o T73) según la norma DIN EN 515. Además es conocido someter las piezas de forja a un tratamiento superficial, tal como corrosión o soplado con chorro de arena.

25 Piezas de forja sometibles a carga conocidas presentan diversos inconvenientes respecto a su propensión a la corrosión. En el caso de almacenaje indebido, transporte indebido, o durante el empleo en ambiente desfavorable, en especial húmedo o contaminante, éstas pueden estar expuestas a ataques corrosivos, que conducen, entre otras en la superficie del componente, a pérdidas de calidad ópticas, dimensionales y/o mecánicas. Las piezas de forja, que están expuestas adicionalmente a medios de acción corrosiva en el empleo, como por ejemplo disoluciones salinas, polvo de frenado, o similares, experimentan un ataque corrosivo intensificado y acelerado. El tipo de ataque corrosivo, por ejemplo corrosión por tensión, corrosión intercrystalina o corrosión por infiltración estratificada, es dependiente en este caso de la aleación y su estado tecnológico, así como del tipo y de la concentración de medios que desencadenan la corrosión, y los parámetros de proceso dominantes, a modo de ejemplo la temperatura. Las piezas de forja fabricadas convencionalmente, que no se emplean en primer término con fines decorativos, no están generalmente protegidas, o lo están apenas ligeramente, contra un ataque corrosivo descrito anteriormente, a modo de ejemplo mediante tratamiento con chorro de arena superficial. Los procesos de revestimiento conocidos hasta la fecha están caracterizados por grosores de capa relativamente mayores, peor compatibilidad medioambiental, cadenas de proceso significativamente prolongadas y/o gasto de instalación elevado, y apenas se aplican, por consiguiente, en el caso de piezas de forja de aluminio sometibles a carga.

40 En el campo técnico de la producción de cuerpos reflectores (no determinados para la absorción de carga), como resulta del documento EP 1 287 389 B1, es conocido revestir cuerpos reflectores formados por aluminio con un esmalte sol-gel, no aplicándose el esmalte sol-gel directamente sobre el aluminio, sino sobre una capa reflectante prevista sobre el mismo.

45 En el artículo A new corrosion protection coating system for pressure-cast aluminium automotive parts, Materials & Design, tomo 18, ediciones 4-6, 1 de Diciembre de 1997, páginas 309-313, H Schmidt, entre otros, dan a conocer un procedimiento para la producción de una pieza de camión, produciéndose en primer lugar un componente a partir de una aleación de aluminio (AlMgSi1, AlMg3), y sometiéndose a tratamiento superficial el mismo, y aplicándose sobre el aluminio un esmalte sol-gel, que comprende un ácido silícico alcohólico coloidal en combinación con una disolución de GPTS, directamente mediante inmersión, y transformándose en una capa anticorrosiva a una temperatura entre 100 y 150°C.

50 La invención tiene por misión la tarea de indicar una pieza moldeada y/o estructural de aluminio o una aleación de aluminio, económica y obtenible del modo más sencillo posible, resistente a la intemperie y protegida frente a corrosión, provista de una protección superficial suficientemente estable contra influencias mecánicas, así como un procedimiento para su producción. La pieza se debe distinguir preferentemente por una muy buena estructura superficial, topografía homogénea y baja rugosidad. En especial, la apariencia debe ser agradable ópticamente

también tras empleo a largo plazo, en especial bajo condiciones ambientales agudizadas. Además es preferente que las piezas moldeadas y/o estructurales se distingan por buenas propiedades mecánicas y una elaborabilidad igualmente conveniente. Además, sería ventajoso que las piezas moldeadas y/o estructurales se pudieran verificar con los mismos métodos de ensayo no destructivos que se emplean en el caso de piezas moldeadas y/o estructurales producidas convencionalmente.

Esta tarea se soluciona con las características de la reivindicación 1, respecto al procedimiento de producción.

En las reivindicaciones subordinadas se indican perfeccionamientos de la invención. Pertenecen al ámbito de la invención todas las combinaciones de al menos dos de las características dadas a conocer en la descripción, las reivindicaciones y/o las figuras. Para evitar repeticiones, las características dadas a conocer según el procedimiento deben ser válidas como características dadas a conocer según el dispositivo, y reivindicables. Del mismo modo, las características dadas a conocer según el dispositivo deben ser válidas como características dadas a conocer según el procedimiento, y reivindicables.

La invención es motivada por la idea de dotar la pieza moldeada y/o estructural con una capa anticorrosiva, que se produce, es decir, se crea a partir de un sistema sol-gel, realizándose la capa anticorrosiva directamente sobre el aluminio, o bien la aleación de aluminio. Expresado de otro modo, se prescinde de cualquier capa intermedia entre la capa anticorrosiva y el aluminio, o bien la aleación de aluminio. La invención toma como base el conocimiento de que la capa anticorrosiva en tales componentes se adhiere de manera sólida directamente sobre el aluminio, o bien la aleación de aluminio, de modo sorprendente también sin una capa intermedia considerada necesaria en el estado de la técnica (capa reflectante en el mismo). Por consiguiente, se puede prescindir de la aplicación de una capa intermedia, a modo de ejemplo de una capa reflectante, como en piezas de aluminio reflectantes conocidas, por ejemplo mediante anodización previa, cromatación o fosfatación, para la adherencia mejorada de la capa cubriente. De este modo, la cadena de proceso (transporte de las piezas, logística, control de calidad) se puede reducir a un mínimo. Del mismo modo, la supresión de una capa intermedia conduce a costes de material y energía reducidos.

En el caso de la capa anticorrosiva realizada directamente sobre el aluminio, o bien la aleación de aluminio, se trata de un esmalte sol-gel, que procede de un sistema sol-gel aplicado directamente sobre el aluminio, o bien la aleación de aluminio. Se denominan geles sistemas estables dimensionalmente, ligeramente deformables, concentrados en líquido, dispersos, que están constituidos por un retículo sólido, irregular, tridimensional, y un líquido. En este caso, se debe entender por un sistema sol-gel un esmalte sol-gel producido según la tecnología sol-gel, que forma una capa protectora endurecida, unida sólidamente con el sustrato, en este caso una pieza moldeada, o bien estructural, producido según la tecnología sol-gel. La capa protectora es preferentemente un esmalte sol-gel que se endurece transparente, que permite identificar el tono de color básico del sustrato metálico. Se debe entender por esmalte sol-gel de endurecimiento transparente en especial una capa cubriente clara, incolora, translúcida. La capa cubriente aplicada sobre la superficie depurada del sustrato es un esmalte sol-gel constituido por un polisiloxano, y ventajosamente un esmalte sol-gel constituido por un polisiloxano producido a partir de una disolución de silano alcohólica, en especial una disolución de alcoxisilano y una disolución acuosa de ácido silícico coloidal. En este caso, polisiloxano es el concepto de polímeros constituidos por siloxanos reticulados. El polisiloxano se genera en especial mediante una reacción de condensación entre silanos hidrolizables y reticulables, en especial alcoxisilanos, y ácido silícico coloidal.

La reacción de condensación entre silanos hidrolizados, en especial alcoxisilanos, entre sí, así como silanos hidrolizados, en especial alcoxisilanos, y ácido silícico coloidal, conduce a la formación de un retículo inorgánico de polisiloxanos. Simultáneamente se incorporan en el retículo inorgánico grupos orgánicos, en especial grupos alquilo, o bien grupos alquilo simples, a través de enlaces de carbono. No obstante, los grupos orgánicos, o bien los grupos alquilo, no participan directamente en la polimerización, o bien en la reticulación de los siloxanos, es decir, no sirven para la formación de un sistema polímero orgánico, sino únicamente para la funcionalización. La función consiste en que los grupos orgánicos, en especial los grupos alquilo, durante el proceso sol-gel, se suspenden en los lados externos de los polisiloxanos, y forman de este modo una capa hidrófoba hacia el exterior, que concede una marcada propiedad hidrófoba al esmalte sol-gel.

Como se ha mencionado, mediante hidrólisis selectiva y condensación de alcóxidos de silicio y ácido silícico, el proceso sol-gel descrito conduce a un esmalte sol-gel constituido por un retículo inorgánico con grupos alquilo incorporados. Por lo tanto, los polisiloxanos obtenidos de este modo se deben asignar más bien a los polímeros inorgánicos.

En la producción de una realización preferente de un esmalte sol-gel como capa protectora se parte convenientemente de dos disoluciones básicas A y B.

La disolución A es una disolución alcohólica de uno o varios alcoxisilanos diferentes, presentándose los alcoxisilanos en forma no hidrolizada en un medio anhidro. Como disolvente se emplea convenientemente un alcohol, como por ejemplo alcohol metílico, etílico, propílico o butílico, y preferentemente alcohol isopropílico.

5 Los alcoxisilanos se describen mediante la fórmula general  $X_n\text{Si}(\text{OR})_{4-n}$ , en la que "R" es un alquilo simple, preferentemente del grupo que comprende metilo, etilo, propilo y butilo. Del mismo modo, "X" es convenientemente un alquilo, preferentemente del grupo que comprende metilo, etilo, propilo y butilo. Alcoxisilanos convenientes son, por ejemplo, tetrametoxisilanos (TMOS) y preferentemente tetraetoxisilano (TEOS) y metiltrimetoxisilano (MTMOS), y otros alcoxisilanos.

10 En una forma de realización especialmente preferente, la disolución A de tetraetoxisilano (TEOS) y/o metiltrimetoxisilano (MTMOS) se prepara con un alcohol metílico, etílico o propílico, y en especial con un alcohol isopropílico como disolvente. La disolución A puede contener, por ejemplo, un 25-35 % en peso (% en peso), en especial un 30 % en peso, de TEOS, y un 15-25 % en peso, en especial un 20 % en peso, de MTMOS, ambos disueltos en un 40-60 % en peso, en especial un 50 % en peso de alcohol isopropílico.

15 La disolución B contiene ácido silícico coloidal disuelto en agua. En una realización conveniente, la disolución B se ajusta a un valor de pH entre 2,0-4, preferentemente entre 2,5-3,0, y en especial de 2,7, por medio de ácido, preferentemente por medio de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).

El ácido silícico empleado es convenientemente un ácido silícico estabilizado en medio ácido, situándose el valor de pH del ácido silícico ventajosamente en 2-4. Ventajosamente, el ácido silícico es pobre en álcali en lo posible. El contenido en álcali (por ejemplo  $\text{Na}_2\text{O}$ ) del ácido silícico se sitúa preferentemente por debajo de un 0,04 % en peso.

20 La disolución B contiene, por ejemplo, un 70-80 % en peso, en especial un 75 % en peso, de agua como disolvente, y un 20-30 % en peso, en especial un 25 % en peso, de ácido silícico coloidal. La disolución B se ajusta a un valor de pH entre 2,0-3,5, preferentemente entre 2,5-3,0, y en especial de 2,7, convenientemente por medio de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).

25 La reunión y el mezclado de ambas disoluciones básicas A y B en presencia de ácido nítrico conduce a una reacción de hidrólisis entre el agua contenida en la disolución B y los alcoxisilanos contenidos en la disolución A.

Reacción de hidrólisis:  $\text{Si}(\text{OR})_n + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Si}(\text{OH})_n + n\text{R}(\text{OH})$

30 Simultáneamente se produce una reacción de condensación, en la que se forma un enlace de siloxano (Si-O-Si) bajo eliminación de agua a partir de dos grupos Si-OH respectivamente. En este caso, mediante polimerización progresiva se produce un retículo de polisiloxanos, al que están asociados grupos alquilo. La nueva disolución mixta se presenta en un estado geliforme. Ambas disoluciones A y B se mezclan preferentemente en una proporción ponderal de 7 : 3.

35 El esmalte sol-gel se aplica, o bien se precipita convenientemente en forma de gel sobre la pieza moldeada o estructural, o bien sobre la correspondiente superficie, y a continuación se seca, o bien se endurece. El proceso de secado consiste en expulsar agua y alcoholes que quedan en el esmalte sol-gel, mediante lo cual se endurece el esmalte sol-gel, y se produce una capa protectora estable a la corrosión y a la intemperie sobre la superficie de la pieza moldeada, o bien estructural.

40 El revestimiento se efectúa, por ejemplo, mediante aplicación, centrifugado o inyección, convenientemente en un procedimiento continuo, que sea apropiado para el tratamiento de piezas moldeadas, o bien estructurales descritas anteriormente, también en números de piezas muy elevados (producción en serie). Son procedimientos de revestimiento la pulverización, la inyección, la inmersión, o bien el revestimiento por inmersión.

En especial son apropiados sistemas sol-gel que se encuentran disponibles, por ejemplo, bajo el nombre comercial CERAPAINTE de la empresa Akzo Nobel, para la formación de la capa anticorrosiva.

45 Las capas anticorrosivas (esmaltes sol-gel) que se crean mediante aplicación de un sistema sol-gel, es decir, el revestimiento de la verdadera pieza moldeada y/o estructural con un sistema sol-gel, requieren para su obtención un proceso de endurecimiento, o bien de secado, en el que el sistema sol-gel se transforma en el esmalte sol-gel estable.

La pieza moldeada, o bien estructural, revestida con el esmalte sol-gel, se seca, o bien se endurece convenientemente por medio de radiación, como radiación UV, radiación electrónica, radiación láser, o por medio de

radiación térmica, como radiación IR (infrarroja), o por medio de calentamiento por convección, o una combinación de los procedimientos de secado, o bien endurecimiento citados anteriormente.

5 El calentamiento por convección se puede efectuar convenientemente mediante una carga con gases calentados, como aire, nitrógeno, gases nobles, o mezclas de los mismos. El esmalte sol-gel se seca, o bien se endurece preferentemente en un horno de paso continuo.

10 No obstante, según la invención, en el procedimiento de producción para la fabricación de la pieza moldeada y/o estructural se prescinde de tal paso de endurecimiento, o bien secado adicional, y en lugar de este paso de endurecimiento, o bien de secado, integrante de un paso de proceso realizado así y todo, se realiza, por ejemplo, un tratamiento térmico para la optimización de las propiedades del componente. En otras palabras, según la invención, el sistema sol-gel se debe endurecer mediante un paso de tratamiento térmico previsto para la optimización de las propiedades del componente, de modo que se puede prescindir de un paso de endurecimiento separado (adicional). Si tal tratamiento térmico, como es razonable especialmente en el caso de piezas de forja determinadas, o bien diseñadas para la absorción de carga, no se realiza, se debe integrar un paso de endurecimiento correspondiente en el procedimiento de producción. En especial en el caso de formación de la pieza moldeada y/o estructural como  
15 pieza de forja determinada para la absorción de carga, la aplicación del sistema sol-gel se puede integrar en un entorno de producción existente en línea o como etapa de proceso de desviación con gasto reducido.

20 Las piezas moldeadas y estructurales formadas según el concepto de la invención pueden estar constituidas por aluminio puro o por una aleación de aluminio. Las piezas de forja contienen preferentes aleaciones de aluminio de los grupos de materiales 2xxx, 6xxx o 7xxx, o están constituidas por los mismos. En el caso de piezas moldeadas y/o estructurales fundidas, entran en consideración preferentemente aleaciones de aluminio del tipo AlSiMg, AlSiCu, AlCu, así como AlZnMg. En el caso de aleaciones forjables del grupo de materiales 2xxx se emplean preferentemente las aleaciones AA 2014, AA 2014A, AA 2017A, AA 2024 y 2618A, en el caso de aleaciones forjables del grupo de materiales 7xxx se emplean preferentemente las aleaciones AA 7003, AA 7018, AA 7020, AA 7022 y AA 7075, de modo especialmente preferente AA 7075. En el caso de aleaciones forjables del grupo de materiales 6xxx se emplean preferentemente las aleaciones AA 6005, AA 6005A, AA 6008, AA 6014, AA 6060, AA 6061, AA 6063, AA 6063A, AA 6056, AA 6066, AA 6110, AA 6110A, AA 6182, AA 6401 y AA 6463, de modo especialmente preferente las aleaciones AA 6060, AA 6063 y AA 6082 y AA 6110, en especial AA 6082. Además, las piezas moldeadas y estructurales según la invención pueden ser fabricadas también a partir de magnesio y aleaciones de fundición y forjables de magnesio.

30 Las piezas moldeadas y/o estructurales con una capa anticorrosiva según la invención, que proceden de un sistema sol-gel, se distinguen por una capa protectora lisa, extremadamente delgada, homogénea, decorativa y transparente, que satisface el perfil de requisitos estático y dinámico en piezas de forja de valor elevado. Tales piezas revestidas, que se exponen a un entorno corrosivo cargadas estáticamente, presentan una apariencia superficial inmaculada también tras una carga de larga duración. Las piezas moldeadas, o bien estructurales según la invención no presentan fenómenos de corrosión tras 1000 h de ensayo de niebla de pulverización salina (ensayo DIN 50021 -SS) según la norma DIN 50021. Además, las piezas moldeadas, o bien estructurales según la invención, no presentan una corrosión filiforme en el sentido de la DIN EN ISO 3665 bajo estas condiciones. Las piezas moldeadas y/o estructurales según la invención, en especial piezas de forja, que se someten a un esfuerzo dinámico-corrosivo, posibilitan números de alternancia de cargas más elevados que las piezas moldeadas y/o estructurales no revestidas, debido a un ataque corrosivo retardado.  
40

Además, las piezas moldeadas y estructurales revestidas según el concepto de la invención, en especial debido al grosor de capa reducido de la capa anticorrosiva, así como al comportamiento del material, suficientemente plástico, y la consistencia de las piezas moldeadas y/o estructurales, en especial la capa anticorrosiva, así como piezas  
45 moldeadas y/o estructurales no revestidas, en especial piezas de forja, se pueden someter a un control de componente no destructivo, a modo de ejemplo medición de la conductividad o de la dureza Brinell. En el caso de elaboración mecánica subsiguiente o control de componente destructivo, estático o dinámico, la superficie de rotura del revestimiento superficial es congruente con la superficie de rotura del material básico; esto significa que no se producen partículas en reposo o liberadas ni gravilla, que podrían ocasionar un peligro de lesión en el caso de contacto. Mediante la congruencia de las superficies de rotura y la excelente adherencia de la capa anticorrosiva se suprimen además infiltraciones de medios líquidos, mediante lo cual se puede evitar el riesgo de corrosión filiforme, conocido en diversos sistemas de revestimiento diferentes. Por consiguiente, la pieza moldeada y estructural, en el caso de una destrucción parcial del revestimiento, no sufre un deterioro progresivo a lo largo de la capa límite debido a la propagación de líquido, y a los ataques corrosivos resultantes de la misma. Por consiguiente, las piezas moldeadas y/o estructurales, con un revestimiento anticorrosivo configurado según el concepto de la invención, se  
50 pueden elaborar con arranque de viruta, con exactitud dimensional elevada, también a continuación de un refinado superficial. Las piezas de forja revestidas descritas anteriormente se pueden elaborar con arranque de viruta de modo extraordinario, tienen valores característicos estático-mecánicos y dinámico-mecánicos muy elevados, y presentan una elevada medida de compatibilidad medioambiental.  
55

5 El diseño constructivo de las piezas moldeadas y/o estructurales configuradas según el concepto de la invención se puede efectuar según requisitos del cliente, en especial según los de la industria automovilística. Una ventaja esencial de las piezas, en especial de las piezas de forja determinadas para la absorción de carga, consiste en que se pueden reducir suplementos de seguridad constructivos y secciones transversales esenciales en comparación con piezas de forja según el estado de la técnica, ya que se retrasa la aparición de fenómenos de corrosión al menos de modo considerable.

En resumen, en el caso de una pieza moldeada y/o estructural configurada según el concepto de la invención, o bien mediante la aplicación del procedimiento de revestimiento sol-gel según la invención, se obtienen las siguientes ventajas:

- 10 - Una estabilidad muy elevada a corrosión y fatiga por corrosión,
- Una buena acción protectora contra influencias medioambientales,
- Un aumento de peso despreciablemente reducido debido a revestimientos anticorrosivos realizables en forma extremadamente delgada,
- Una muy buena adherencia de capa del sistema sol-gel sobre materiales de aluminio,
- 15 - Una muy buena estabilidad térmica del revestimiento anticorrosivo,
- Una precisión dimensional muy elevada,
- Propiedades superficiales muy homogéneas, decorativas,
- Valores característicos estático-mecánicos muy buenos, es decir, elevados,
- Una ductilidad muy elevada y altas propiedades de absorción de energía,
- 20 - Una aptitud para carga dinámica muy elevada,
- Una alta resistencia contra iniciación de grietas,
- Una alta resistencia al rayado y una alta estabilidad contra degradación mecánica y abrasión,
- Una maquinabilidad muy buena, uniforme,
- Excelentes propiedades estructurales homogéneas,
- 25 - Una alta resistencia frente a radiación UV,
- Una reciclabilidad ecológica, mediante tecnología de fusión, sin desgaste químico y/o mecánico previo de la capa protectora.

30 En el perfeccionamiento de la invención está previsto ventajosamente que, en el caso de las piezas moldeadas y/o estructurales, se trate de piezas de forja, de modo aún más preferente de piezas de forja determinadas para la absorción de carga (portadoras). En otras palabras, las piezas de forja están diseñadas para la absorción de carga, es decir, son portadoras (de carga) en estado incorporado. En el caso de las piezas de forja determinadas para la absorción de carga (piezas portadoras) se trata preferentemente de piezas forjadas en estampa. Como se explica aún a continuación, en el caso de las piezas de forja tratadas, determinadas para la absorción de carga, se trata de piezas portadoras y/o fuertemente solicitadas en automóviles, en especial camiones. Alternativamente, en el caso de 35 la pieza moldeada y/o estructural, se trata, por ejemplo, de una pieza fundida, una pieza prensada, una pieza de extrusión, o una pieza fabricada mediante transformación de una chapa.

40 Las piezas de forja determinadas para la absorción de carga se fabrican preferentemente a partir de aleaciones de aluminio endurecibles, y se dotan de un tratamiento térmico que aumenta la resistencia con el fin de su determinación de empleo. En este caso, el componente, según material, a temperaturas de 460°C-550°C en estado calcinado en disolución, se enfría bruscamente, a modo de ejemplo, con aire o agua, y a continuación se envejece artificialmente a temperaturas de 80°C-200°C. Un ejemplo típico lo constituyen piezas de forja en el material EN AW-6082, que deben presentar en estado envejecido artificialmente T5 o T6, o bien T64, frecuentemente una resistencia

a la tracción mínima  $R_m \geq 340$  MPa, un límite de alargamiento mínimo  $R_{p0,2} \geq 310$  MPa y una dureza Brinell mínima  $HBW_{2,5/625} \geq 100$ , con un alargamiento de rotura mínimo  $A_5 \geq$  de 10%.

5 Para la obtención de la capa anticorrosiva (esmalte sol-gel) son especialmente apropiados sistemas sol-gel, que se distinguen por al menos uno de los siguientes parámetros y/o una de las siguientes sustancias: un ácido silícico acuoso coloidal, que conduce a la formación de un esmalte sol-gel constituido por polisiloxanos reticulados en combinación conveniente con una disolución de silano alcohólica, en especial de una disolución de alcoxisilano mediante hidrólisis, condensación y secado.

10 Son especialmente preferentes sistemas sol-gel que se encuentran disponibles, a modo de ejemplo, bajo el nombre comercial CERAPAINTE de la firma Akzo Nobel. Los sistemas sol-gel citados anteriormente, y las capas anticorrosivas producidas a partir de los mismos, se distinguen por una composición química que posibilita un reciclaje mediante tecnología de fusión inmediato de las piezas de forja revestidas, sin que sea necesario desgastar química o mecánicamente la capa anticorrosiva. Por lo tanto, se pueden evitar medidas de técnica medioambiental adicionales antes del reciclaje. Todos los tipos sol-gel citados anteriormente son inocuos, inodoros, y no son corrosivos, y por consiguiente son elaborables sin medidas de seguridad y protección elevadas.

15 Es muy especialmente preferente, como se indica ya inicialmente, que la capa anticorrosiva presente un grosor extremadamente reducido. El grosor asciende preferentemente a menos de 10  $\mu$ m, de modo especialmente preferente menos de 5  $\mu$ m, en especial 2  $\mu$ m a 4  $\mu$ m. Preferentemente no se sobrepasa un grosor mínimo de 0,5  $\mu$ m. Además de otras ventajas, una extensión de grosor reducida de la capa anticorrosiva conduce a un aumento de peso minimizado. Por consiguiente se ofrece un potencial de construcción ligera elevado frente a sistemas de revestimiento convencionales.

20 En el perfeccionamiento de la invención se considera una ventaja que, en el caso de la pieza moldeada y/o estructural, se trate de un componente de camión, de modo muy especialmente preferente de un componente de camión relevante para la seguridad, es decir, portador y/o para la absorción de carga, en especial de un parachoques, un protector antichoques lateral, o de un componente del mecanismo de traslación del camión, a modo de ejemplo un brazo oscilante longitudinal, un brazo oscilante oblicuo, un brazo oscilante portador o un brazo oscilante transversal. También es posible configurar la pieza de forja como componente de una suspensión de rueda o motor de un automóvil. Otras aplicaciones son concebibles igualmente. De este modo, la pieza moldeada y/o estructural se puede configurar, a modo de ejemplo, como eslabón de unión, convenientemente como bisagra o herraje. Alternativamente es realizable una configuración como componente hidráulico, o bien como fijación de armadura o asiento. Del mismo modo, la pieza moldeada y/o estructural se puede configurar como componente de automóvil decorativo, en especial para el espacio interno del automóvil. También es posible la realización de la pieza moldeada y/o estructural como componente exterior del automóvil, a modo de ejemplo como carcasa de espejo exterior, asidero de puerta o parapeto de techo.

35 Es especialmente conveniente configurar la pieza moldeada y/o estructural, en especial la pieza de forja, como pieza portadora de carga para aplicaciones en la industria automovilística. Además, una pieza de forja provista de una capa anticorrosiva, diseñada para la absorción de carga, es apropiada para aplicaciones costa afuera, en las que dominan condiciones medioambientales muy crudas. Las piezas de forja se pueden emplear también en aeronáutica, en industria electrónica o en la industria del transporte, en especial como piezas portadoras de carga.

40 Como ya se ha indicado, la invención conduce también a un procedimiento para la producción de una pieza moldeada y/o estructural configurada como se describe anteriormente, en especial de una pieza de forja, que se distingue por una capa anticorrosiva (esmalte sol-gel), que procede de un sistema sol-gel. El núcleo del procedimiento es humectar, o bien revestir el componente de aluminio o de una aleación de aluminio, preferentemente forjado, en especial forjado en un troquel, con un sistema sol-gel, a partir del cual se produce entonces la capa anticorrosiva, en caso dado mediante un proceso de endurecimiento, o bien secado y/o tratamiento térmico, subordinado al proceso de revestimiento.

El procedimiento se puede integrar en línea o como etapa de proceso de desviación en una línea de producción existente con gasto reducido.

50 Según la invención, el sistema sol-gel para la formación de la capa anticorrosiva se debe endurecer mediante un tratamiento térmico, efectuándose el endurecimiento acelerado de manera combinatoria con el tratamiento térmico aplicado para piezas de forja en estado envejecido artificialmente. La temperatura elevada para el secado, o bien endurecimiento combinatorio del esmalte sol-gel, y el tratamiento térmico específico del material es mayor que 80°C, preferentemente mayor que 115°C, y en especial mayor que 140°C. La temperatura elevada es menor que 210°C. La temperatura elevada se sitúa entre 150°C y 200°C de modo especialmente preferente.

La aplicación del esmalte sol-gel se efectúa ventajosamente antes o durante el envejecimiento artificial, de modo que se puede prescindir de un paso de endurecimiento separado.

5 Respecto a los métodos de revestimiento para la aplicación del sistema sol-gel sobre el componente de aluminio, o bien de aleación de aluminio, que puede presentar una superficie lisa, sometida a tratamiento con chorro de arena o estructurada, existen diversas posibilidades, a modo de ejemplo el esmaltado. En este caso son preferentes procedimientos de inyección, pulverización y/o inmersión, o bien de remojado por inmersión.

10 Es especialmente conveniente que el componente de aluminio o de una aleación de aluminio, convenientemente desengrasado o decapado, y seguidamente lavado, o bien depurado, se elabore de modo subsiguiente tras la aplicación y/o el endurecimiento del sistema sol-gel, a modo de ejemplo por medio de un procedimiento de separación con arranque de viruta, con cortes no determinados o determinados geoméricamente, o un procedimiento de separación sin arranque de viruta, en el que no se produce ninguna substancia sin forma en el sentido de virutas (por ejemplo cortes de cizallamiento, cortes finos). También es posible una mecanización subsiguiente mediante procedimientos de desgaste térmicos, químicos y/o electroquímicos, a modo de ejemplo en el sentido de la norma DIN 8580. En especial la capa anticorrosiva producida a partir de un sistema sol-gel posibilita la mecanización tras la formación de la capa anticorrosiva, es decir, tras el endurecimiento del sistema sol-gel, ya que la capa anticorrosiva, debido a la disposición inmediatamente sobre el aluminio, o bien la aleación de aluminio, no tiende al resquebrajamiento en la mecanización, y en este aspecto las zonas mecanizadas no inmediatamente siguen protegidas óptimamente ante ataques corrosivos.

20 La invención conduce también al empleo de un sistema sol-gel, en especial de esmalte sol-gel, a partir de un polisiloxano y ventajosamente un esmalte sol-gel constituido por un polisiloxano producido a partir de una disolución de silano alcohólica, en especial una disolución de alcoxisilano y una disolución de ácido silícico acuosa coloidal, para la formación de una capa anticorrosiva, preferentemente con una apariencia decorativa, sobre un componente forjado de aluminio o de una aleación de aluminio.

25 Un componente mecanizado de modo subsiguiente, o sometido a análisis destructivo, debido a la buena adherencia de capa y a la congruencia de las superficies de separación del revestimiento y del material básico, no presenta preferentemente una corrosión filiforme.

30 Además, un componente mecanizado de modo subsiguiente, o sometido a análisis destructivo, debido a la buena adherencia de capa y a la congruencia de las superficies de separación del revestimiento y del material básico, no presenta preferentemente un peligro de lesión (por ejemplo mediante partículas de cantos vivos o salientes de canto).

De modo muy especialmente preferente, una pieza moldeada y/o estructural producida por medio del procedimiento según la invención se distingue por una composición química de la capa anticorrosiva que posibilita un reciclaje por tecnología de fusión inmediato de las piezas moldeadas, o bien estructurales revestidas, sin desgaste químico y/o mecánico previo de la capa anticorrosiva.

35 Otras ventajas, características y particularidades de la invención resultan de la siguiente descripción de un ejemplo de realización preferente, así como de las figuras.

Estas muestran en:

- la figura 1: una representación esquemática de una pieza de forja configurada como brazo oscilante portador para un camión,
- 40 la figura 2: una representación esquemática de una pieza de forja configurada como brazo oscilante transversal para un camión,
- la figura 3: la pieza de forja según la figura 1 en una vista en corte,
- la figura 4: la pieza de forja según la figura 2 en una vista en corte, y
- 45 la figura 5: una representación esquemática de un detalle ampliado de las figuras 3 y 4, de la que se desprende que la capa anticorrosiva está aplicada directamente sin capa intermedia sobre la aleación de aluminio de la pieza moldeada y/o estructural.



En las figuras, elementos iguales y elementos con la misma función se caracterizan con los mismos signos de referencia.

5 La figura 1 muestra en una representación esquematizada una pieza moldeada y/o estructural 1 configurada como brazo oscilante portador de un camión, determinada para la absorción de carga, en este caso una pieza de forja. La figura 3 muestra una vista en corte de esta pieza de forja 1.

En la figura 2 se representa de modo ejemplar una pieza moldeada y/o estructural 1 configurada como brazo oscilante transversal para un camión, representándose en la figura 4 la vista en corte correspondiente.

10 La figura 5 muestra un detalle de las vistas en corte según las figuras 3 y 4 de la pieza de forja 1. Se puede identificar que la pieza moldeada y/o estructural 1 comprende un cuerpo 3 constituido por una aleación de aluminio 4, estando provista la aleación de aluminio 4 directamente, es decir, sin prever una capa intermedia, de una capa anticorrosiva 2, que presenta una extensión de grosor de aproximadamente 2 m.

15 La capa anticorrosiva 2 resulta de un sistema sol-gel, que se aplicó preferentemente mediante inyección, pulverización, inmersión, o bien remojado por inmersión del componente forjado sobre el mismo. El sistema sol-gel se endurece, es decir, se transforma en la capa anticorrosiva 2, mediante un tratamiento térmico de la pieza moldeada y/o estructural 1, en este caso de la pieza de forja, que conduce simultáneamente a una optimización de los valores característicos mecánicos, a modo de ejemplo la resistencia del componente. Por consiguiente, ventajosamente se puede prescindir de un paso de endurecimiento adicional.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento para la producción de una pieza moldeada y/o estructural (1) a partir de aluminio o una aleación de aluminio (4), con una capa anticorrosiva resultante de un sistema sol-gel (2),
- produciéndose en primer lugar un componente a partir de aluminio o de una aleación de aluminio (4) I,
- 5 - aplicándose directamente sobre el aluminio, o bien la aleación de aluminio (4), un sistema sol-gel, y transformándose el mismo en una capa anticorrosiva,
- caracterizado por que
- el sistema sol-gel se endurece para la formación de la capa anticorrosiva (2), comprendiendo
- el sistema sol-gel un esmalte sol-gel constituido por un polisiloxano, y
- 10 llevándose a cabo el endurecimiento del sistema sol-gel mediante el tratamiento térmico del componente para la optimización de las propiedades del componente, en especial de las propiedades estructurales, en estado envejecido artificialmente en combinación con el tratamiento térmico aplicado para la pieza estructural (1) a una temperatura entre 80°C y 210°C.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, llevándose a cabo el endurecimiento del sistema sol-gel mediante el tratamiento térmico a una temperatura entre 150°C y 200°C.
- 15 3.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que el esmalte sol-gel se aplica antes o durante el envejecimiento artificial.
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el componente se moldea mediante procedimientos de fabricación según la norma DIN 8580 y siguientes, preferentemente mediante forjado, en especial forjado en un troquel, a partir de una pieza bruta.
- 20 5.- Procedimiento según la reivindicación 1 a 4, caracterizado por que las piezas de forja determinadas para absorción de carga se producen a partir de aleaciones de aluminio endurecibles, y se dotan de un tratamiento térmico que aumenta la resistencia con el fin de su determinación de empleo.
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el componente, según material, a temperaturas de 460°C-550°C en estado calcinado en disolución, se enfría bruscamente, a modo de ejemplo, con aire o agua, y a continuación se envejece artificialmente a temperaturas de 80°C-200°C.
- 25 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la capa anticorrosiva (2) presenta un grosor de un intervalo de grosores entre 0,5 µm y 10 µm, preferentemente entre 1,0 µm y 5 µm, preferiblemente entre 2,0 µm y 4 µm.
- 30 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el sistema sol-gel se aplica mediante inyección, pulverización, inmersión, o remojo por inmersión del componente, o una combinación de al menos dos de los métodos citados anteriormente.
- 9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el componente se mecaniza de modo subsiguiente antes y/o después de la aplicación y/o el endurecimiento del sistema sol-gel, en especial por medio de un procedimiento de separación con arranque de viruta o sin arranque de viruta, y/o mediante procedimientos de desgaste térmicos, químicos y/o electroquímicos.
- 35 10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el componente se trata superficialmente, en especial mediante decapado o tratamiento con chorro de arena, antes de la aplicación del sistema sol-gel.

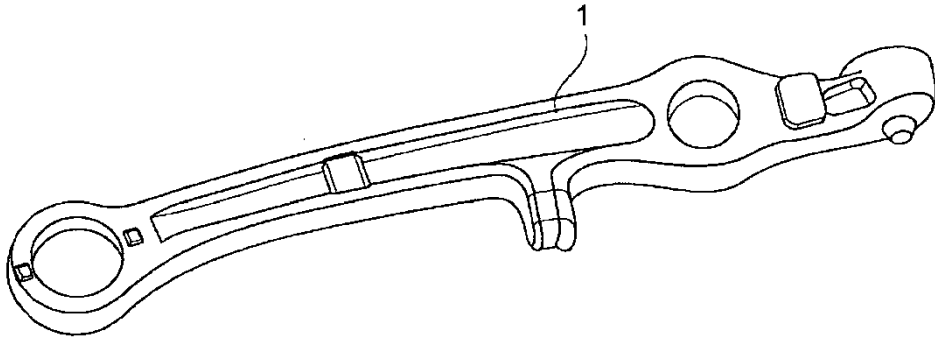


Fig. 1

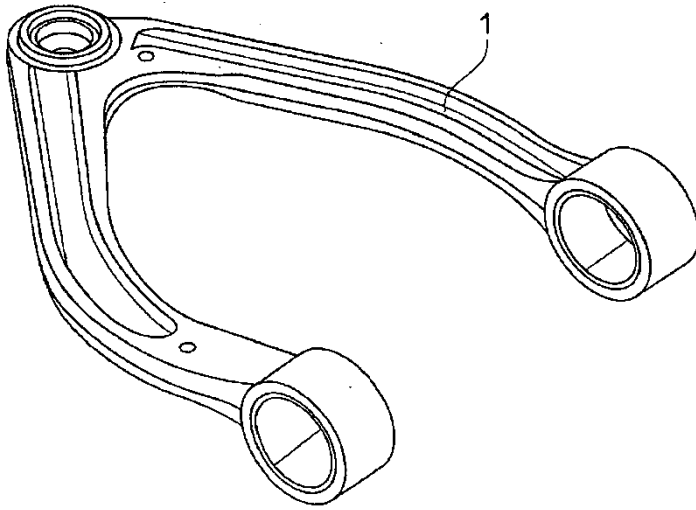
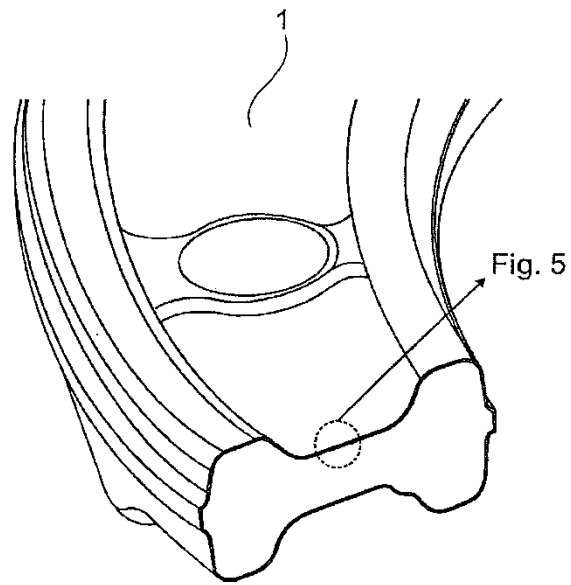
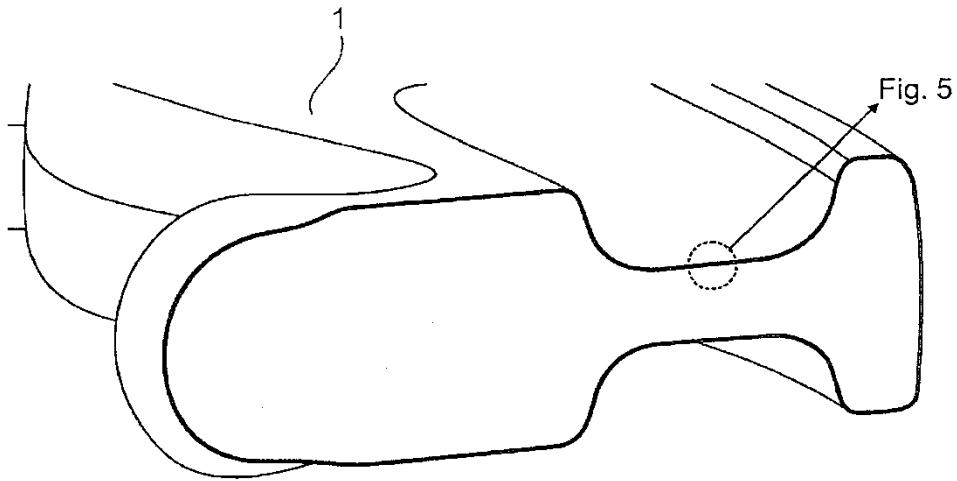


Fig. 2



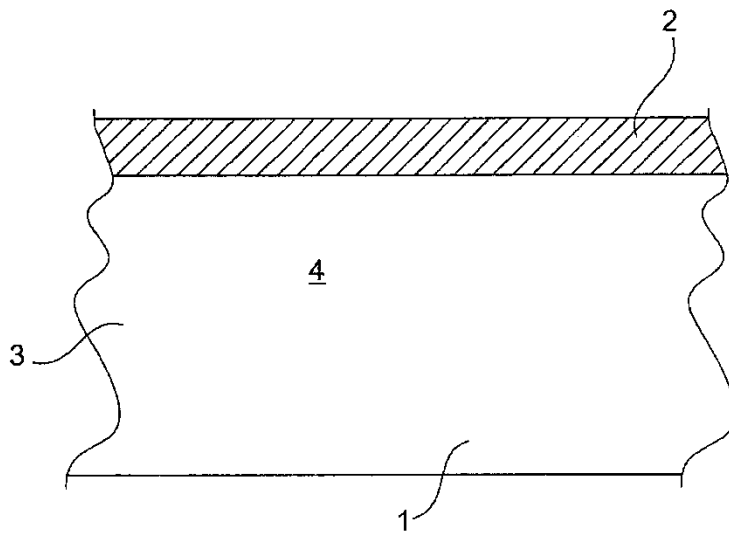


Fig. 5