

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 437**

51 Int. Cl.:

C21D 9/00 (2006.01)
C23C 8/22 (2006.01)
C23C 8/26 (2006.01)
C23C 8/80 (2006.01)
C21D 1/06 (2006.01)
C21D 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2014** **PCT/EP2014/063259**
87 Fecha y número de publicación internacional: **08.01.2015** **WO15000740**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2014** **E 14734430 (3)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018** **EP 3017074**

54 Título: **Pieza de acero no revestida, resistente al desgaste**

30 Prioridad:

05.07.2013 DE 102013107100

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
18.03.2019

73 Titular/es:

THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG (100.0%)
Kaiser-Wilhelm-Strasse 100
47166 Duisburg, DE

72 Inventor/es:

SIKORA, SASCHA;
BANIK, JANKO y
WUTTKE, THIEMO

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 704 437 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

Pieza de acero no revestida, resistente al desgaste

- 5 La invención se refiere a una pieza de acero no revestida, resistente al desgaste, que se compone de una calidad de acero templable, que se ha fabricado mediante conformación en caliente y/o el temple a partir de una pieza semiacabada. Además, la invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un medio de mecanizado, medio de extracción y/o medio de trituración al menos parcialmente no revestido, resistente al desgaste, de máquinas agrícolas, máquinas de extracción, máquinas para minería, o máquinas para la construcción a partir de una pieza semiacabada, en el que la pieza semiacabada se calienta a una temperatura superior a la temperatura de transformación Ac1 y a continuación se conforma en caliente y/o se temple.

- 15 Las piezas de acero al menos parcialmente no revestidas, resistentes al desgaste, que deben presentar elevadas resistencias y están sometidas al mismo tiempo a fuerzas abrasivas, son necesarias por ejemplo para la facilitación de máquinas agrícolas, en particular arados, pero también para palas de una excavadora o tornillos sin fin de transporte para materiales abrasivos, como por ejemplo los tornillos sin fin de transporte de una hormigonera. Para realizar las elevadas resistencias necesarias en las aplicaciones mencionadas estas se someten preferiblemente a una conformación en caliente en la que las piezas semiacabadas, a partir de las cuales se fabrican las piezas de acero se calientan inicialmente a una temperatura por encima del punto de temperatura de transformación Ac1, de modo que mediante conformación en caliente y temple subsiguiente, es decir enfriamiento rápido se realiza un temple de transformación de la estructura y se forma en el material estructura de martensita. La estructura de martensita presenta una dureza notablemente más alta pero también una resistencia mecánica notablemente más alta, por ejemplo, resistencia a la tracción. Se conocen piezas de acero correspondientes, por ejemplo, de la patente alemana DE 10 2010 050 499 B3. El documento de patente alemán describe un procedimiento de fabricación para palas de excavadora, tornillos sin fin de transporte de hormigoneras, palas con tornillo sin fin de transporten u otras palas de transporte de instalaciones de extracción, en el que los elementos constructivos se conforman en caliente y se templean en prensa.

- 30 Sin embargo, se ha comprobado que los elementos constructivos fabricados de este modo en particular al contacto con materiales abrasivos presentan problemas con respecto a la resistencia al desgaste a pesar del proceso de temple durante la fabricación.

- 35 El documento de divulgación alemán DE 10 2010 017 354 A1 trata el problema de la conformación en caliente de productos planos de acero galvanizados hasta formar elementos constructivos de acero altamente resistentes o ultrarresistentes. Al superar la temperatura de fusión del metal del recubrimiento protector existe el peligro de la denominada „fragilidad de metal líquido”, que se provoca debido a la penetración del metal fundido de la capa protectora en las muescas o fisuras originadas en la conformación del producto plano de acero. El metal líquido que llega al sustrato de acero se acumula allí en las superficies límite de los granos y reduce allí la tensión de tracción o de compresión que puede absorberse como máximo. Como solución el documento de divulgación ofrece una nitruración de las zonas de la capa marginal, de modo que se generan zonas de capa marginal de estructura fina.

- 45 Además, en el documento de divulgación japonés JP 2011 032536 A está descrita una pieza de acero no revestida, resistente al desgaste de una calidad de acero templable, que se somete a una nitruración en la superficie antes de un temple. Por el documento de divulgación chino CN 101 805 823 A puede deducirse cómo se trata térmicamente una pieza de acero cónica, en particular mediante carburación y temple rápido.

- 50 La presente invención en cambio trata el problema de que las piezas de acero conformadas en caliente y/o templadas en las zonas no revestidas no presentan la resistencia al desgaste deseada y por tanto no son adecuadas de forma óptima para la utilización como medios de extracción, por ejemplo, al contacto con materiales abrasivos. El objetivo de la presente invención es, por tanto, proponer piezas de acero no revestidas al menos parcialmente cuya aptitud para la utilización con materiales abrasivos esté mejorada. Además, va a proponerse un procedimiento de fabricación asequible de piezas de acero correspondientes.

- 55 El objetivo señalado para una pieza de acero se consigue por que la pieza de acero presenta al menos parcialmente una zona de superficie, que se ha templado hasta una profundidad de como máximo 100 µm, preferiblemente hasta una profundidad de hasta 40 µm, mediante un temple de superficie antes de la conformación en caliente y/o el temple.

- 60 Se ha comprobado que el calentamiento de las piezas semiacabadas para la fabricación de las piezas de acero a una temperatura superior a la temperatura de transformación Ac1 o por encima de la temperatura Ac3, antes de la conformación en caliente y/o el temple, lleva a una descarburación de zonas cercanas a la superficie, de modo que el contenido de carbono de estas zonas es notablemente más bajo que el contenido de carbono del material base. Como consecuencia, la zona cercana a la superficie de hasta 100 µm de profundidad, en particular la zona hasta 40 µm de profundidad no puede templarse durante la conformación en caliente y/o el temple en la medida requerida.
- 65 Sin embargo se ha demostrado que un temple de superficie al menos parcial de las zonas no revestidas de la pieza semiacabada antes de la conformación en caliente y/o el temple hasta formar la pieza de acero lleva a que, tanto la

zona de superficie como el material base a pesar de la descarburación de las zonas cercanas a la superficie debido a las altas temperaturas en la conformación en caliente o temple, presenten durezas muy altas. Como resultado se pone a disposición una pieza de acero que al menos parcialmente presenta una zona de superficie, que está templada preferiblemente hasta una profundidad de 100 μm o en la zona hasta 40 μm de profundidad y con ello es notablemente más resistente al desgaste que las piezas de acero al menos parcialmente no revestidas, conocidas hasta el momento.

Según una primera configuración la zona de superficie templada de la pieza de acero se temple mediante una carburación o una nitruración. Ambos procedimientos ofrecen la posibilidad de templar de maneja dirigida zonas cercanas a la superficie de la pieza de acero antes de la conformación en caliente o del temple. La nitruración tiene además la ventaja de que la dureza durante la conformación en caliente no se reduce. En la carburación el contenido de carbono aumenta en las zonas de superficie, pero disminuye sin embargo mediante la conformación en caliente.

Preferiblemente, según una forma de realización adicional, después de la conformación en caliente y/o el temple la zona de superficie templada de la pieza de acero presenta al menos la dureza del material base situado por debajo de la zona de superficie de la pieza de acero.

Preferiblemente la resistencia al desgaste de la pieza de acero puede mejorarse también al ser la dureza de la zona de superficie de la pieza de acero mayor que la dureza del material base. Se ha constatado que en particular la dureza de las zonas de superficie es responsable de la resistencia al desgaste de la pieza de acero al contacto con materiales muy abrasivos, de modo que también con un material base algo más blando puede fabricarse una pieza de acero muy resistente al desgaste.

De ello se deduce de acuerdo con la invención que la pieza de acero está configurada para el uso como medio de mecanizado, medio de extracción y/o medio de trituración en máquinas agrícolas, máquinas de extracción, máquinas para minería, o máquinas para la construcción, en donde al menos las zonas de la pieza de acero sometidas a fuerzas abrasivas están templadas en la superficie.

Especialmente ventajosos son además también aceros de manganeso-boro, aceros de fase dual o aceros TRIP en los que un valor característico especialmente intenso de la formación de martensita o de la transformación de las piezas de austenita residual en martensita hace posible un aumento de las durezas.

Según una forma de realización adicional de la pieza de acero la zona de superficie de la pieza de acero, templada antes de la conformación en caliente y/o el temple presenta al menos por zonas una dureza de 400 a 700 HV. Estos valores son alcanzados por regla general solo por calidades de acero ultrarresistentes tras la conformación en caliente o el temple en el material base. El temple de superficie antes de la conformación en caliente o el temple ofrece en particular la posibilidad de facilitar el material de partida para la creación de los elementos constructivos de acero sobre una bobina.

Según una enseñanza adicional de la presente invención, el objetivo señalado arriba se consigue mediante un procedimiento para la fabricación de una pieza de acero resistente al desgaste, no revestida al menos parcialmente para medios de mecanizado, medios de extracción y/o medios de trituración de máquinas agrícolas, máquinas de extracción, máquinas para minería, o máquinas para la construcción a partir de una pieza semiacabada, en el que la pieza semiacabada se calienta al menos por zonas a una temperatura superior a la temperatura de transformación Ac_1 y a continuación se conforma en caliente y/o se temple, al someterse la pieza semiacabada antes de la conformación en caliente y/o el temple al menos parcialmente a un temple de superficie, en el que una zona de superficie se temple hasta una profundidad de como máximo 100 μm . Preferiblemente se temple una zona de superficie de hasta 40 μm de profundidad en la que habitualmente tienen lugar los procesos de die descarburación durante la conformación en caliente. La profundidad de la zona de superficie, que va a templarse se controla mediante la duración de la acción del tratamiento de temple. Se ha demostrado sobre todo que a pesar del calentamiento a una temperatura por encima del punto de temperatura de transformación Ac_1 las zonas templadas en la superficie de la pieza de acero con respecto a su dureza de superficie permanecen estables, de modo que después de la conformación en caliente y/o el temple se alcanzan durezas de superficie altas. Esto lleva a que las piezas de acero en contacto con materiales abrasivos para medios de mecanizado, medios de extracción y/o medios de trituración de máquinas agrícolas, máquinas de extracción, máquinas para minería, o máquinas para la construcción presentan un desgaste reducido.

El temple de las zonas de superficie antes de la conformación en caliente o antes del temple hace posible llevar a cabo el temple de superficie en materiales aptos para bobina, es decir en la banda de acero, de modo que se hace posible una fabricación especialmente económica de piezas de acero no revestidas al menos parcialmente, resistentes al desgaste, a partir de piezas semiacabadas. De acuerdo con la invención el temple de la zona superficie se realiza mediante nitruración. Este procedimiento hace posible poner a disposición una dureza más alta en la zona de superficie, que tras la conformación en caliente y/o tras el temple hacen posible una resistencia al desgaste más alta de la superficie de la pieza de acero conformada en caliente o templada, en el que se lleva a cabo un tratamiento de recocido en una atmósfera de recocido con hasta 25 % en volumen de H_2 , 0,1–10 % en volumen

- de NH_3 , H_2O y resto N_2 , así como impurezas inevitables en una temperatura de mantenimiento de 600 °C a 900 °C. Preferiblemente el punto de rocío de la atmósfera de recocido entre se sitúa entre -50 °C y -5 °C, de modo que el efecto de la humedad atmosférica en el proceso de temple se reduce. Preferiblemente se permite además como máximo 10 % en volumen de H_2 , como máximo 5 % en volumen de NH_3 y el punto de rocío se regula a una temperatura de punto de rocío de -40 °C a -15 °C en una temperatura de 680 a 840 °C. Los parámetros de procedimiento mencionados en último lugar dieron como resultado un temple de superficie mejorado y más uniforme.
- La profundidad del temple de superficie puede regularse mediante la duración de la acción de la temperatura de mantenimiento. Preferiblemente durante el temple de superficie la duración, en la que la pieza semiacabada posee la temperatura de mantenimiento, se regula de 5 s a 600 s, preferiblemente de 30 s a 120 s.
- Preferiblemente el temple de superficie se lleva a cabo en un horno de paso continuo, de modo que por ejemplo también una pieza semiacabada en forma de banda, es decir una pieza semiacabada apta para bobina se templea en superficie y puede alimentarse a las etapas de conformación en caliente y/o etapas de temple en prensa adicionales. Sin embargo, es concebible también un temple de superficie en un horno de cámaras.
- Tal como ya se ha expuesto, las piezas semiacabadas como por ejemplo aceros de manganeso-boro, aceros de fase dual, así como aceros TRIP muestran, por un lado, un aumento de la resistencia especialmente alto durante la conformación en caliente o en el temple y, por otro lado, la posibilidad de llevar a las zonas cercanas a la superficie mediante nitruración a un temple idéntico de en el intervalo de 400 a 700 HV. Como resultado pueden fabricarse piezas de acero de manera asequible, que son muy resistentes al desgaste y presentan resistencias especialmente altas.
- A continuación la invención va a explicarse ahora con más detalle mediante ejemplos de realización asociados con el dibujo. El dibujo muestra en
- la figura 1 esquemáticamente un ejemplo de realización del procedimiento para la fabricación de una pieza de acero al menos parcialmente no revestida, resistente al desgaste,
- la figura 2 la estructura de capas de la pieza semiacabada o pieza de acero tratada de acuerdo con el ejemplo de realización de la figura 1 en representación esquemática,
- la figura 3, 4 ejemplos de realización de una pieza de acero para máquinas agrícolas y máquinas de extracción y
- la figura 5 en un diagrama el desarrollo de la dureza dependiendo de la distancia con respecto a la superficie de dos ejemplos de realización y un ejemplo comparativo.
- En la figura 1 se muestra inicialmente de manera muy esquemática un ejemplo de realización para la fabricación de una pieza de acero al menos parcialmente no revestida, resistente al desgaste, en una representación esquemática. La pieza semiacabada 1, que se compone de un acero, por ejemplo, de un acero de manganeso-boro, acero de fase dual o acero TRIP, se alimenta inicialmente a un temple de superficie 2. Si una pieza semiacabada en forma de banda se desenrolla de una bobina 1a y se alimenta al temple de superficie 2 es por ejemplo ventajoso llevar a cabo el temple de superficie, por ejemplo, en el caso de una nitruración, en un horno de paso continuo de bandas, en cuyo extremo por ejemplo la pieza semiacabada 1 en forma de banda provista ahora de un temple de superficie, puede enrollarse en una bobina (no representada). La pieza semiacabada en forma de banda templada en superficie de este modo se corta a medida y se alimenta a una conformación en caliente y/o el temple 3, de modo que mediante la etapa de procedimiento 3 puede fabricarse una pieza de acero no revestida 4, al menos parcialmente no conformada que es adecuada para medios de mecanizado, medios de extracción y/o medios de trituración de máquinas agrícolas, máquinas de extracción, máquinas para minería, o máquinas para la construcción. Por un lado, la pieza de acero 4 fabricada de manera correspondiente se caracteriza por valores de resistencia altos debido a la etapa de conformación en caliente y/o etapa de temple. Por otro lado, la zona de superficie de la pieza de acero debido a la nitruración de la superficie que tiene lugar antes de la conformación en caliente y/o antes del temple presenta también una dureza elevada. Tal como ya se ha expuesto previamente, con el procedimiento de acuerdo con la invención puede contrarrestarse la decarburación de las zonas de superficie, que tiene lugar hasta una profundidad de 100 µm en la que la zona de superficie se templea en superficie hasta 100 µm de profundidad o en una zona hasta 40 µm de profundidad. Preferiblemente el temple de superficie se lleva a cabo mediante nitruración.
- Preferiblemente el temple de superficie se lleva a cabo en la etapa de procedimiento 2 mediante un tratamiento de recocido en una atmósfera de recocido con hasta 25 % en volumen de H_2 , 0,1–10 % en volumen de NH_3 , H_2O y resto N_2 , así como impurezas inevitables a una temperatura de mantenimiento de 600 °C a 900 °C. También una reducción de la concentración de hidrógeno en como máximo 10 % en volumen o una limitación de la concentración de NH_3 a como máximo 5 % en volumen llevan a una mejora adicional del resultado de nitruración.
- A través de la duración del temple de superficie, por ejemplo, a una temperatura de mantenimiento de 5 s a 600 s puede regularse la profundidad del temple de superficie. Preferiblemente con una temperatura de mantenimiento de

30 s a 120 s la superficie se somete a nitruración, en donde la temperatura asciende a ser posible a de 680 °C a 840 °C. La realización de temple de superficie antes de la conformación en caliente o el temple tiene la ventaja de que puede llevarse a cabo de manera notablemente más eficiente un proceso de recocido con una pieza semiacabada por ejemplo en forma de banda en horno de paso continuo de bandas o una pletina en un horno de paso continuo, que piezas de acero de formas diferentes y conformadas que presentan geometrías diferentes. La calidad del temple de superficie puede garantizarse igualmente de manera más sencilla mediante el uso de piezas semiacabadas en forma de banda o configuradas como pletina.

En la figura 2 se representa ahora esquemáticamente una sección transversal de la pieza semiacabada en tres momentos diferentes del procedimiento. Inicialmente la pieza semiacabada 1 muestra una estructura más o menos homogénea de acuerdo con el proceso de fabricación, por ejemplo de ferrita 1a, que está condicionada por la combinación de proceso de fabricación y composición de acero. Mediante el temple de superficie la zona de superficie 1b se temple mediante difusión de nitrógeno en la nitruración, modificándose la estructura en ese momento. El grosor de la zona de superficie 1b depende en este sentido de la duración del recocido. Habitualmente la zona de superficie asciende a como máximo 100 µm, en la que la dureza de la pieza semiacabada varía. Una zona preferente, que es una solución intermedia entre temple de superficie suficiente y duración del tratamiento de recocido para el temple de superficie, presenta un grosor de 20 a 40 µm. La duración del temple de superficie, por ejemplo, en la nitruración asciende entonces preferiblemente de 30 s a 120 s. La estructura del material 1a que queda por debajo de la zona de superficie 1b permanece esencialmente invariable en el tratamiento de recocido.

En la etapa de conformación en caliente ahora la estructura de material base 1 se transforma inicialmente en austenita, y mediante el temple más tarde parcialmente en martensita. Por ello se alcanzan durezas grandes, así como altas resistencia mecánicas en el material base 1c. La zona de superficie 1b permanece en este sentido invariable a excepción de la descarburación de estas capas u. Mediante la nitruración, la zona de superficie puede permanecer además en este sentido templada.

La pieza de acero 4 conformada presenta por tanto una zona templada 1b, así como una zona templada 1c mediante la conformación en caliente y temple.

Las figuras 3 y 4 muestran campos de aplicación típicos de la pieza de acero no revestida al menos parcialmente, resistente al desgaste en forma de un tornillo sin fin de transporte 5 en la figura 3 así como una reja del arado 6 para arados agrícolas en la figura 4. Ambos elementos constructivos son representantes típicos de medios de mecanizado, medios de extracción y/o medios de trituración, que se utilizan en máquinas agrícolas, máquinas de extracción, máquinas para minería, o máquinas para la construcción, por ejemplo, hormigoneras y están sometidas a materiales muy abrasivos. La utilización de piezas de acero conformadas en caliente y/o templadas en prensa hasta el momento debido a su elevada propensión al desgaste no eran muy ventajosa. Mediante el temple de superficie de la zona descarburada en la conformación en caliente y/o el temple los aceros de conformación en caliente alcanzan un campo de aplicación ampliado.

Tabla 1

Medición HV 0,01 profundidad µm	Muestra A (1% NH ₃)	Muestra B (4% NH ₃)
5	460	546
10	404	490
15	436	447
20	333	415
25	409	394
30	479	453
35	453	479
40	436	485
45	492	466

La tabla 1 muestra ahora mediciones de la dureza de muestras A y B, que se componen de un acero de la calidad 22MnB5. Las muestras A y B se alimentaron a una nitruración de superficie en una atmósfera de recocido con 1 % en volumen de NH₃ o 4 % en volumen de NH₃ a 760 °C y 90 s en cada caso. La nitruración de superficie se lleva a cabo a temperaturas por debajo el punto crítico ($T > A_{c1}$), dado que la austenita puede disolver más nitrógeno que la ferrita. A continuación, las muestras se conformaron en caliente y se endurecieron. De las piezas de acero conformadas en caliente y templadas se realizaron cortes y se midieron en una distancia de 5 µm de la superficie en la dureza HV 0,01 (DIN EN ISO 6507-1). La medición de microdureza mostró en las muestras dependiendo del contenido de NH₃ en la atmósfera de recocido en los mismos parámetros de recocido, es decir tiempo de mantenimiento y temperatura de mantenimiento, una dureza más intensa en un contenido de NH₃ más elevado de la atmósfera de recocido.

La dureza de la muestra A baja inicialmente del valor medido en la superficie 460 HV a un valor de 333 HV a 20 µm

de profundidad. Después la dureza sube de nuevo a un valor de aproximadamente 492 HV, lo que indica que en este caso termina la descarburación del material base. Mediante el temple de superficie se endureció notablemente en particular la zona más superior de 5 a 15 μm . Mediante la muestra B puede detectarse que en el caso de un contenido de NH_3 elevado el temple de superficie resulta más notable tanto en la amplitud como en la profundidad del temple. Esto ha de atribuirse a que debido a la concentración más elevada de NH_3 de la atmósfera de recocido se realizó una difusión más intensa de nitrógeno en la superficie de la pieza de acero. Los valores de la muestra B comienzan en 546 en 5 μm de profundidad y bajan hasta 25 μm de profundidad a un valor de 394. A continuación, los valores aumentan de nuevo a aproximadamente 466 en 45 μm de profundidad. Puede distinguirse de manera notable que la superficie está diseñada más dura que el material base en 45 μm de profundidad. Una imagen similar muestra también las mediciones representadas en la figura 5 en dos ejemplos de realización adicionales en comparación con un ejemplo comparativo. El ejemplo comparativo representado mediante una línea de puntos muestra en el intervalo de 5 a 35 μm una dureza reducida, que se sitúa por debajo de 400 HV 1 (DIN EN ISO 6507-1). La reducción de la dureza en comparación con el material base, que se sitúa entre 450 HV 1 y 500 HV 1 se aclaró mediante la descarburación durante la conformación en caliente. Ambos ejemplos comparativos con dos variantes de nitruración diferentes de nuevo con una atmósfera de recocido de NH_3 al 1% o también atmósfera de recocido de NH_3 al 4% se diferencian sobre todo en esta zona cercana a la superficie, dado que en este caso pudieron medirse durezas de por encima de 500. Por lo tanto, para piezas de acero no revestidas al menos parcialmente, resistentes al desgaste puede facilitarse no solo los valores de resistencia a la tracción especialmente altos y de las piezas de acero conformadas en caliente y/o templadas, sino también una resistencia al desgaste elevada debido a durezas de superficie elevadas en el intervalo de, por ejemplo, 500 a 700 HV.

REIVINDICACIONES

1. Pieza de acero no revestida y resistente al desgaste (4), que se compone de una calidad de acero templable, que se ha fabricado mediante conformación en caliente y/o el temple a partir de una pieza semiacabada (1),
5 **caracterizada por que** la pieza de acero (4) presenta al menos parcialmente una zona de superficie (1b), que se ha templado hasta una profundidad de como máximo 100 µm mediante un temple de superficie a través de una nitruración antes de la conformación en caliente y/o el temple y
la pieza de acero (4) está configurada para el uso como medio de mecanizado, medio de extracción y/o medio de trituración (5, 6) en máquinas agrícolas, máquinas de extracción, máquinas para minería o máquinas para la
10 construcción, en donde al menos las zonas de la pieza de acero sometidas a fuerzas abrasivas están templadas en la superficie.
2. Pieza de acero según la reivindicación 1, **caracterizada por que** después de la conformación en caliente y/o el temple en prensa la zona de superficie templada (1b) de la pieza de acero presenta al menos la dureza del material
15 base de la pieza de acero situado por debajo de la zona de superficie
3. Pieza de acero según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada por que** la pieza de acero (4) se compone de un acero de manganeso-boro, un acero de fase dual o un acero TRIP.
- 20 4. Pieza de acero según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** la zona de superficie (1b) de la pieza de acero templada antes de la conformación en caliente y/o del temple presenta al menos por zonas una dureza de 400 a 700 HV.
5. Procedimiento para la fabricación de un medio de mecanizado, un medio de extracción y/o un medio de trituración
25 no revestido, resistente al desgaste, de máquinas agrícolas, máquinas de extracción, máquinas para minería o máquinas para la construcción a partir de una pieza semiacabada que se compone de una calidad de acero templable, en el que la pieza semiacabada se calienta al menos por zonas a una temperatura superior a la temperatura de transformación Ac1, y a continuación se conforma en caliente y/o se temple, en particular para la
30 fabricación de una pieza de acero según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la pieza semiacabada antes de la conformación en caliente y/o del temple se somete al menos parcialmente a un temple de superficie, en el que una zona de superficie se temple hasta una profundidad de como máximo 100 µm, realizándose el temple de superficie mediante un tratamiento de recocido en una atmósfera de recocido con hasta el 25 % en volumen de H₂, 0,1–10 % en volumen de NH₃, H₂O y resto N₂, así como impurezas inevitables en una temperatura de mantenimiento de 600 °C a 900 °C.
35
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por que** durante el temple de superficie la duración, en la que la pieza semiacabada posee la temperatura de mantenimiento, asciende a de 5 s a 600 s, preferiblemente a de 30 s a 120 s.
- 40 7. Procedimiento según las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado por que** el temple de superficie se lleva a cabo en un horno de paso continuo.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado por que** se temple en superficie una pieza semiacabada que se compone de un acero de manganeso-boro o un acero TRIP.
45

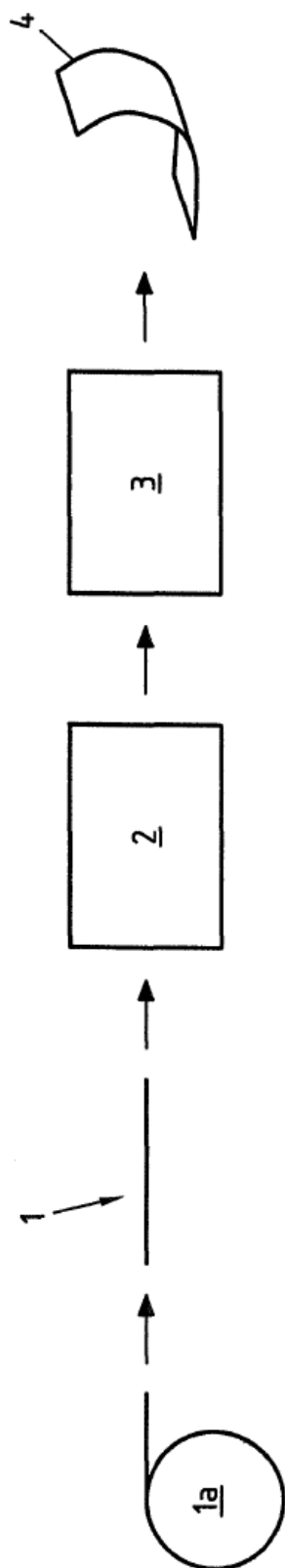


Fig.1

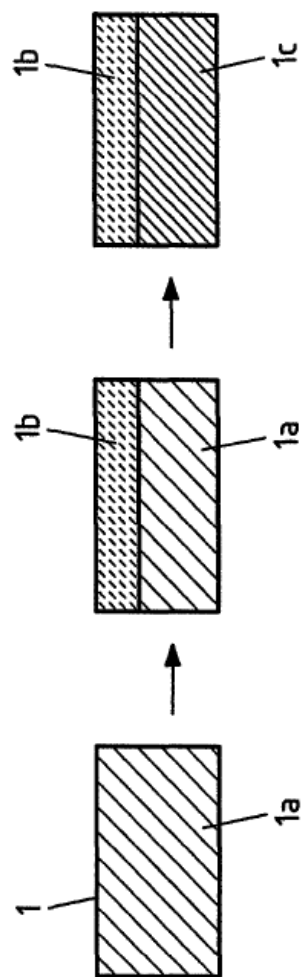


Fig.2

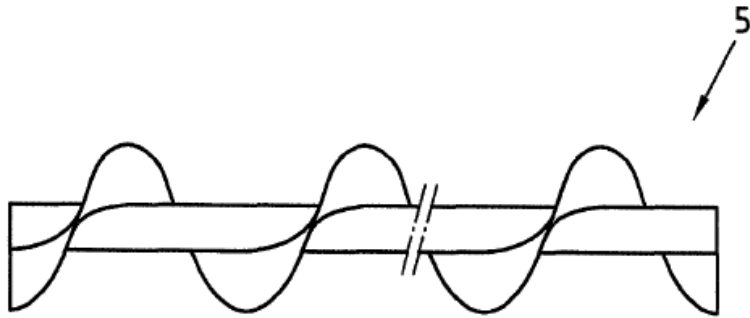


Fig.3

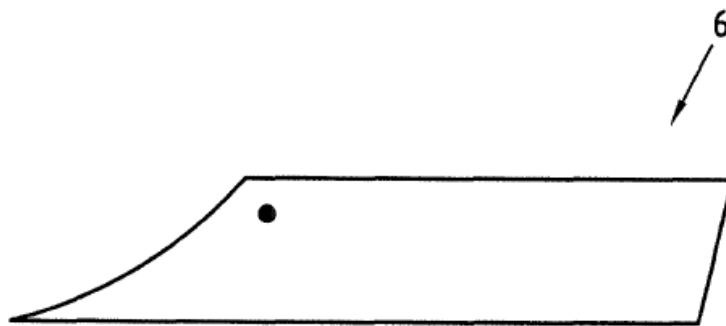


Fig.4

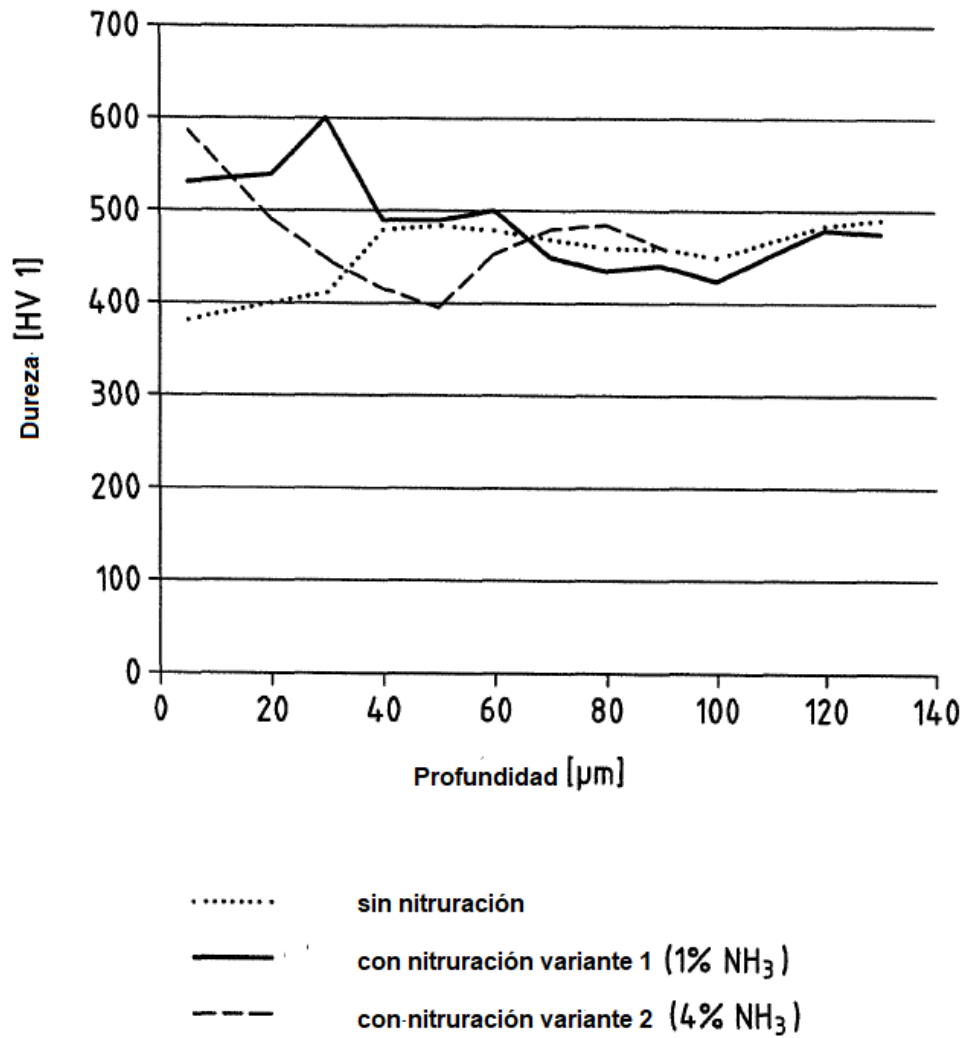


Fig.5