



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 360 986**

⑫ Número de solicitud: 200803714

⑬ Int. Cl.:
C21D 8/02 (2006.01)

⑭

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑮ Fecha de presentación: **26.12.2008**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **13.06.2011**

⑰ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
13.06.2011

⑱ Solicitante/s: **Asociación de Investigación
Metalúrgica del Noroeste AIMEN
Relva, 27 A - Torneiros
36410 Porriño, Pontevedra, ES
SEAT, S.A.,
AUTOTECH ENGINEERING, A.I.E.,
BATZ SOCIEDAD CORPORATIVA y
CTM CENTRE TECNOLÓGIC**

⑲ Inventor/es: **Romero Romero, Pablo;
Arias Otero, Jorge Luis y
Vázquez Gómez, Joaquín**

⑳ Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

㉑ Título: **Método para el conformado de chapa de acero.**

㉒ Resumen:

Método para el conformado de chapa de acero, con una etapa de pretratamiento donde mediante un escáner láser 1 se barre la chapa 2 a una velocidad de escaneo entre 0,4 m/s y 1 m/s, lo que produce un ciclo térmico con una primera etapa de calentamiento de la chapa 2 hasta 400°C, en menos de 0,02 segundos, una segunda etapa donde se interrumpe el aporte energético y se enfría la chapa 2, una tercera etapa de calentamiento para mantener una temperatura entre 300° y 450°C en todo el espesor de la chapa 2 durante un tiempo de 5 a 7 segundos, y una cuarta etapa de enfriamiento, donde se interrumpe el aporte energético sobre la chapa 2 hasta alcanzar una temperatura de 200°C, en un tiempo inferior a 1 segundo.

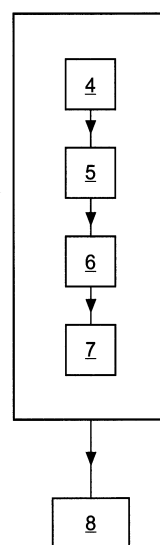


FIG. 1

ES 2 360 986 A1

DESCRIPCIÓN

Método para el conformado de chapa de acero.

5 Campo técnico de la invención

La presente invención pertenece al campo técnico de los procesos para el conformado de piezas, concretamente al conformado de chapa de acero, y más concretamente de acero de ultra alta resistencia, tales como los aceros de fase dual, o los martensíticos, especialmente utilizados en el sector de la automoción.

10 Antecedentes de la invención

En la actualidad, en el sector del automóvil, cada vez se emplean con mayor frecuencia aceros de ultra alta resistencia, como los aceros de fase dual o los aceros martensíticos, dado que permiten fabricar componentes de muy elevada resistencia y de muy bajo peso, y que además presentan un comportamiento excelente en caso de impacto o colisión. Ejemplos de estos aceros utilizados son los aceros Dual Phase 600 a 1200, Martensitic 1000 a 1600, aceros TRIP y aceros Complex Phase, todos ellos constituidos por fases metaestables, de grano fino o ultrafino, es decir, por debajo de 10 micras, y con un muy elevado límite elástico, de dos a cuatro veces el valor del límite elástico de un acero convencional.

La conformabilidad de estos aceros de ultra alta resistencia está afectada por su elevado límite elástico. Estos aceros almacenan gran cantidad de energía en forma de campos elásticos, que posteriormente liberan en forma de distorsiones. Debido a un efecto resorte, conocido en el sector como spring-back, la geometría final de las piezas conformadas siempre se aleja de la geometría deseada, por lo que no suelen ser adecuadas para funciones en las que una alta precisión geométrica es requerida. Este efecto resorte, por tanto, origina una alta imprecisión geométrica, es muy difícil de predecir en cuanto a forma y grado, y además no es repetitivo.

Debido a esta imprecisión geométrica en las piezas conformadas de acero de ultra alta resistencia, éstas no pueden ser incorporadas de forma masiva en la industria del automóvil, ya que algunos elementos del automóvil tienen unas exigencias de precisión dimensional que hacen poco recomendable su fabricación en estos aceros, por lo que no se pueden aprovechar sus excelentes características a la hora de reducir peso y aumentar la seguridad en el vehículo, y en principio se utilizan en aplicaciones que requieren gran absorción de impacto y en las que no influyen demasiado las exigencias de precisión geométrica, como barras laterales para la absorción y parachoques.

Para poder incorporar estas piezas conformadas mediante aceros de ultra alta resistencia en aplicaciones con altas exigencias de precisión geométrica, una de las soluciones adoptadas hasta el momento es sobredeformar las piezas intentando tener en cuenta el efecto resorte posterior, realizando ajustes sucesivos mediante ensayos prueba-error, lo que ocasiona gran cantidad de tiempo y recursos empleados, sin llegar a conducir a una solución exacta, o mediante simulación, que presenta la desventaja de ser extremadamente compleja y costosa. Además, como ya se ha indicado, este efecto no es repetitivo y el material no se comporta siempre igual, lo que dificulta aún más los ensayos prueba-error y la simulación.

Otras soluciones alternativas emplean tratamientos térmicos localizados, por inducción o láser, y tienden a provocar daños en las zonas tratadas, o pérdida de sus propiedades mecánicas. Además, estos procedimientos no se pueden emplear para materiales galvanizados, que son la mayoría en automoción, ya que la capa de cinc quedada enormemente dañada, o incluso desaparece.

Era por tanto deseable un procedimiento que consiguiera eliminar el efecto resorte proporcionando un conformado preciso de aceros de ultra alta precisión evitando los inconvenientes existentes en los anteriores procedimientos del estado de la técnica.

Descripción de la invención

La presente invención resuelve los problemas existentes en el estado de la técnica mediante un método para el conformado de chapa de acero, especialmente aplicado a chapas de acero de ultra alta resistencia, con elevado límite elástico, el cual mejora la conformabilidad, disminuyendo el efecto resorte del acero.

El método consiste en que, previamente a la realización de la técnica principal de conformado, ya sea estampación, doblado, perfilado, laminación, o varias de estas técnicas, se realiza una etapa preliminar de pretratamiento, en la que, mediante un escáner láser se realiza un barrido de la chapa de acero que se va a conformar, siguiendo un patrón de líneas de distinta potencia, lo que produce en la chapa de acero distintos aportes térmicos y origina un ciclo térmico controlado, que produce el revenido de la martensita y fases duras del acero, sin cambiar de tamaño de grano ni distribución de fase, y una activación de los sistemas de deslizamiento de las ferritas y redisolución de carburos, lo que proporciona una mayor conformabilidad al acero, y hace que tras su conformado, la microestructura del acero regrese a su estado original, recuperando íntegramente todas sus propiedades. Empíricamente se han comprobado una serie de ventajas que este método presenta con respecto al anterior estado de la técnica, y que este método aumenta la conformabilidad del acero hasta en un 40% sin comprometer las propiedades mecánicas, mejora la precisión de la geometría conformada, reduciendo el efecto resorte hasta un 80%. Con este pretratamiento también se consigue poder

ES 2 360 986 A1

extender la deformación alcanzable durante el conformado sin que lleguen a producirse roturas, arrugas u otros defectos en el material, reducir el radio mínimo conformable en los aceros de ultra alta resistencia, e incluso tratar aceros galvanizados sin producir ningún daño de la capa protectora, ni pérdida de resistencia a la corrosión o pintabilidad.

Este ciclo térmico controlado presenta una primera etapa que consiste en un rápido primer calentamiento de la chapa, hasta alcanzar una temperatura superficial de 400°C a 500°C, en un tiempo inferior a 0,05 segundos, mediante un aporte energético constante de al menos 130 vatios por cada centímetro cuadrado y por milímetro de espesor de la chapa de acero a conformar, usando una fuente puntual de escaneado con densidad de potencia puntual de 35-45 kilovatios por centímetro cuadrado y milímetro de espesor de la chapa de acero 2 a conformar.

Posteriormente, existe un primer enfriamiento en el que se reduce el aporte energético sobre la chapa de acero que se va a conformar, difundiéndose el calor aportado en la primera etapa y disminuyendo la temperatura de dicha chapa.

En una tercera etapa se produce un segundo calentamiento, y se mantiene una temperatura entre 350°C y 450°C en todo el espesor de la chapa de acero a conformar durante un tiempo de 5 a 7 segundos, mediante un aporte energético de al menos 75 vatios por cada centímetro cuadrado y por milímetro de espesor de dicha chapa.

Por último, existe un rápido segundo enfriamiento, en el que se interrumpe el aporte energético sobre la chapa de acero a conformar hasta alcanzar una temperatura de 200°C, en un tiempo inferior a 1 segundo.

El pretratamiento se aplicará en las chapas de acero planas, antes de proceder a su conformado mecánico, y se hará sobre determinadas zonas de interés, tales como los radios de curvatura, pestañas del formato, y áreas cercanas a las zonas de máximo adelgazamiento de la pieza conformada.

Este método, gracias al escaneado a alta velocidad, logra una transformación del material sin dañarlo, por lo que, además de conseguir una alta conformabilidad, al finalizar el proceso de conformado, el material conservará sus propiedades de resistencia y ligereza.

Cuando las dimensiones de la chapa son demasiado grandes para que su superficie sea cubierta por el escáner láser, se proporciona un desplazamiento relativo entre la chapa de acero a conformar y dicho escáner láser, lo que permitirá el barrido de grandes superficies de chapa de forma automatizada. Este desplazamiento relativo entre la chapa y el escáner se puede conseguir mediante el desplazamiento del escáner láser sobre la chapa de acero, debido a la disposición de dicho escáner en un robot que lo acciona, mientras la chapa permanece fija, o por el contrario, mediante la fijación del escáner láser, y el desplazamiento continuo de la chapa de acero a tratar, tras ser dispuesta ésta sobre medios de desplazamiento continuos, tales como una cinta transportadora.

Descripción de las figuras

A continuación, para facilitar la comprensión de la invención, a modo ilustrativo pero no limitativo se describirá una realización de la invención que hace referencia a una serie de figuras.

La figura 1 es un diagrama que muestra de forma esquemática las etapas del método de conformado objeto de la presente invención.

La figura 2 muestra una realización particular de la etapa preliminar de pretratamiento en la que el escáner láser, accionada por un robot, se desplaza sobre la chapa de acero.

En estas figuras se hace referencia a un conjunto de elementos y etapas de proceso que son:

1. escáner láser
2. chapa de acero
3. robot
4. primer calentamiento
5. primer enfriamiento
6. segundo calentamiento
7. segundo enfriamiento
8. conformado

Descripción de realizaciones preferentes de la invención

Tal y como se muestra en las figuras, el objeto de la presente invención es un método para el conformado de chapa de acero 2, concretamente el conformado de chapa de acero 2 de alto límite elástico, mejorando la conformabilidad de dicha chapa 2, disminuyendo el efecto resorte del acero.

El método aplica una o varias de las técnicas conocidas de conformado 8, entre las que se incluye la estampación, doblado, perfilado y laminación de la chapa 2, añadiéndose previamente una etapa preliminar de pretratamiento, en la que mediante un escáner láser 1 se realiza un escaneado o barrido de dicha chapa 2, en el cual se sigue un patrón de líneas de distinta potencia, a una velocidad de escaneado que se sitúa entre 0,4 m/s y 1 m/s, lo que origina en la chapa de acero 2 distintos aportes térmicos, produciendo un ciclo térmico controlado, con el que se consigue un revenido de la martensita y fases duras del acero, sin cambiar de tamaño de grano ni distribución de fase. A su vez se produce una activación de los sistemas de deslizamiento de las ferritas y redisolución de carburos. Todo esto hace disminuir el límite elástico del acero, proporcionando una mayor conformabilidad de la chapa 2, y hace que tras la conformación y la obtención de la forma deseada de la chapa 2, la microestructura del acero regrese a su estado original y recupere todas sus propiedades.

Como se puede observar de forma esquemática en la figura 1, el ciclo térmico controlado producido por el pretratamiento en la chapa 2 a conformar presenta una primera etapa de primer calentamiento 4, que consiste en un rápido calentamiento de dicha chapa 2 en la que, en un tiempo inferior a 0,02 segundos alcanza una temperatura de 400°C. Esto se consigue con un aporte energético constante por parte del escáner láser 1 de 130 W/cm² por cada milímetro de espesor de la chapa 2, usando una fuente puntual de escaneado con densidad de potencia puntual de 35-45 kilovatios por centímetro cuadrado y milímetro de espesor de la chapa de acero 2 a conformar. En esta etapa se logra la inyección rápida de calor a la chapa y la fusión de la capa de galvanizado en chapas recubiertas.

En una segunda etapa del ciclo térmico se produce un primer enfriamiento 5, en el cual se reduce el aporte térmico sobre la chapa 2, de forma tal que su temperatura disminuye de forma lenta, y se permite la difusión del calor en el espesor de la chapa, para posteriormente pasar a una tercera etapa de segundo calentamiento 6, en la que durante un tiempo de entre 5 a 7 segundos la chapa 2 se mantiene a una temperatura de entre 350°C y 450°C en todo su espesor. Esto se consigue mediante un aporte energético de al menos 75 W/cm² por cada milímetro de espesor de dicha chapa 2.

En una cuarta y última etapa del ciclo térmico, un segundo enfriamiento 7, se da un rápido enfriamiento interrumpiendo el aporte energético sobre la chapa 2 y se baja la temperatura de la chapa hasta 200°C en un tiempo inferior a 1 segundo.

Estos aportes térmicos se consiguen mediante un escáner láser particular con tamaño de punto focal de 1 a 2 milímetros, y una potencia entre 1700 W y 2200 W, que proporciona un aporte térmico de 30 a 50 kW/cm², dependiendo del espesor de la chapa a tratar.

Según una realización preferente del presente método de conformado, el aporte térmico óptimo del escáner láser 1 se consigue mediante una velocidad de escaneado situada en el rango de 0,5 m/s y 0,7 m/s.

Si las dimensiones de la zona a tratar de la chapa 2 se cubren con el escáner láser 1, no será necesario desplazar éste, pero en el caso de que las dimensiones de la zona a tratar no puedan ser cubiertas en su totalidad por dicho escáner 1, se necesitará un desplazamiento relativo entre el escáner láser 1 y la chapa de acero 2 a conformar, lo que permitirá el barrido de grandes superficies de chapa 2 de forma automatizada.

Para conseguir este desplazamiento relativo entre escáner láser 1 y chapa 2, una de las soluciones pasa por fijar el escáner láser 1 y desplazar la chapa 2 mediante medios de desplazamiento continuo, que preferentemente consisten en una cinta transportadora.

Según una realización alternativa del método de conformado, que se muestra en la figura 2, es la chapa 2 la que se fija, mientras que el escáner láser 1 se sitúa en un robot 3, el cual lo acciona y desplaza sobre la chapa de acero 2.

La velocidad de desplazamiento relativo entre el escáner láser 1 y la chapa de acero 2 se sitúa en el rango de 0,006 m/s y 0,018 m/s, y de forma preferente entre 0,01 m/s y 0,012 m/s.

Una vez descrita de forma clara la invención, se hace constar que las realizaciones particulares anteriormente descritas son susceptibles de modificaciones de detalle siempre que no alteren el principio fundamental y la esencia de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método para el conformado de chapa de acero, que comprende al menos una técnica seleccionada entre estampación, doblado, perfilado, laminación, y combinación de las anteriores, **caracterizado** porque comprende una etapa preliminar de pretratamiento, en la cual mediante un escáner láser 1 se realiza un barrido de la chapa de acero 2 a conformar, siguiendo un patrón de líneas de distinta potencia, a una velocidad de escaneo dispuesta entre 0,4 m/s y 1 m/s, lo que produce en la chapa de acero 2 distintos aportes térmicos y origina un ciclo térmico controlado, que comprende:

- un primer calentamiento 4 de la chapa 2, hasta alcanzar una temperatura de 400°C, en un tiempo inferior a 0,02 segundos, mediante un aporte energético promediado constante de al menos 130 vatios por cada centímetro cuadrado y por milímetro de espesor de la chapa de acero 2 a conformar, usando una fuente puntual de escaneado con densidad de potencia puntual de 35-45 kilovatios por centímetro cuadrado y milímetro de espesor de la chapa de acero 2 a conformar.

- un primer enfriamiento 5 en el que se reduce el aporte energético sobre la chapa de acero 2 a conformar, difundiéndose el calor aportado en la primera etapa y disminuyendo la temperatura de dicha chapa 2,

- un segundo calentamiento 6 para mantener una temperatura entre 350°C y 450°C en todo el espesor de la chapa de acero 2 a conformar durante un tiempo de 5 a 7 segundos, mediante un aporte energético de al menos 75 vatios por cada centímetro cuadrado y por milímetro de espesor de dicha chapa 2,

- y un segundo enfriamiento 7, en el que se interrumpe el aporte energético sobre la chapa de acero 2 a conformar hasta alcanzar una temperatura de 200°C, en un tiempo inferior a 1 segundo.

2. Método para el conformado de chapa de acero, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la velocidad de escaneo está dispuesta entre 0,5 m/s y 0,7 m/s.

3. Método para el conformado de chapa de acero, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la etapa preliminar de pretratamiento comprende un desplazamiento relativo entre la chapa de acero 2 a conformar y el escáner láser 1 que permite el barrido de grandes superficies de chapa 2 de forma automatizada.

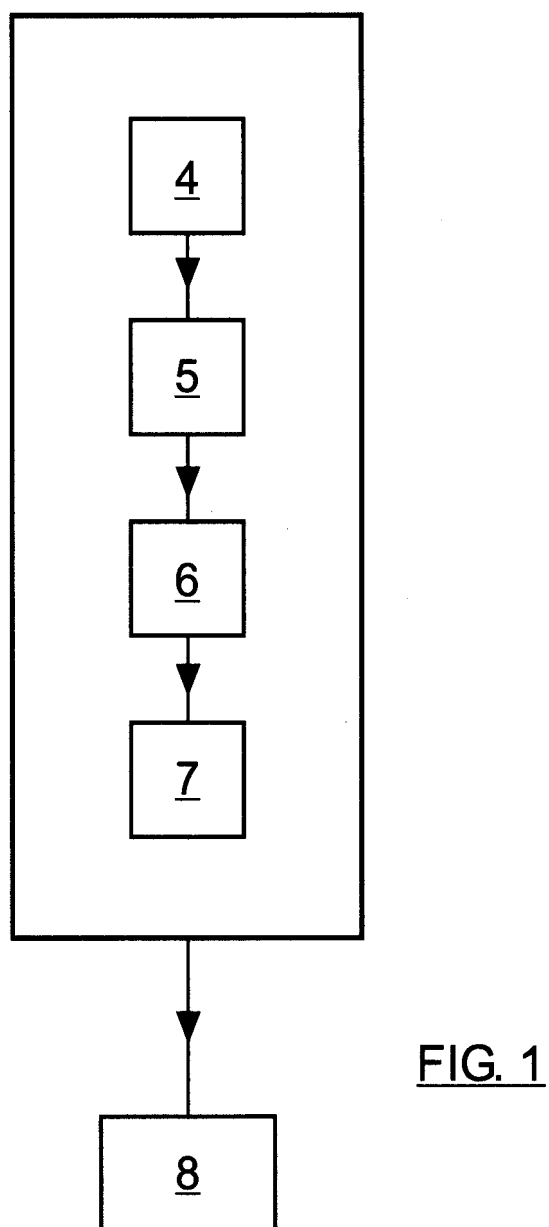
4. Método para el conformado de chapa de acero, según la reivindicación anterior, **caracterizado** porque la velocidad de desplazamiento relativo entre la chapa de acero 2 a conformar y el escáner láser 1 está situada entre 0,006 m/s y 0,018 m/s.

5. Método para el conformado de chapa de acero, según la reivindicación anterior, **caracterizado** porque la velocidad de desplazamiento relativo entre la chapa de acero 2 a conformar y el escáner láser 1 está situada entre 0,01 m/s y 0,012 m/s.

6. Método para el conformado de chapa de acero, según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado** porque el escáner láser 1 se dispone en un robot 3 que lo acciona y desplaza sobre la chapa de acero 2 permaneciendo dicha chapa de acero 2 fija.

7. Método para el conformado de chapa de acero, según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado** porque el escáner láser 1 permanece fijo y la chapa de acero 2 se dispone en medios de desplazamiento continuo que lo desplazan con respecto al escáner láser 1.

8. Método para el conformado de chapa de acero, según la reivindicación anterior, **caracterizado** porque los medios de desplazamiento en los que se dispone la chapa de acero 2 a conformar son una cinta transportadora.



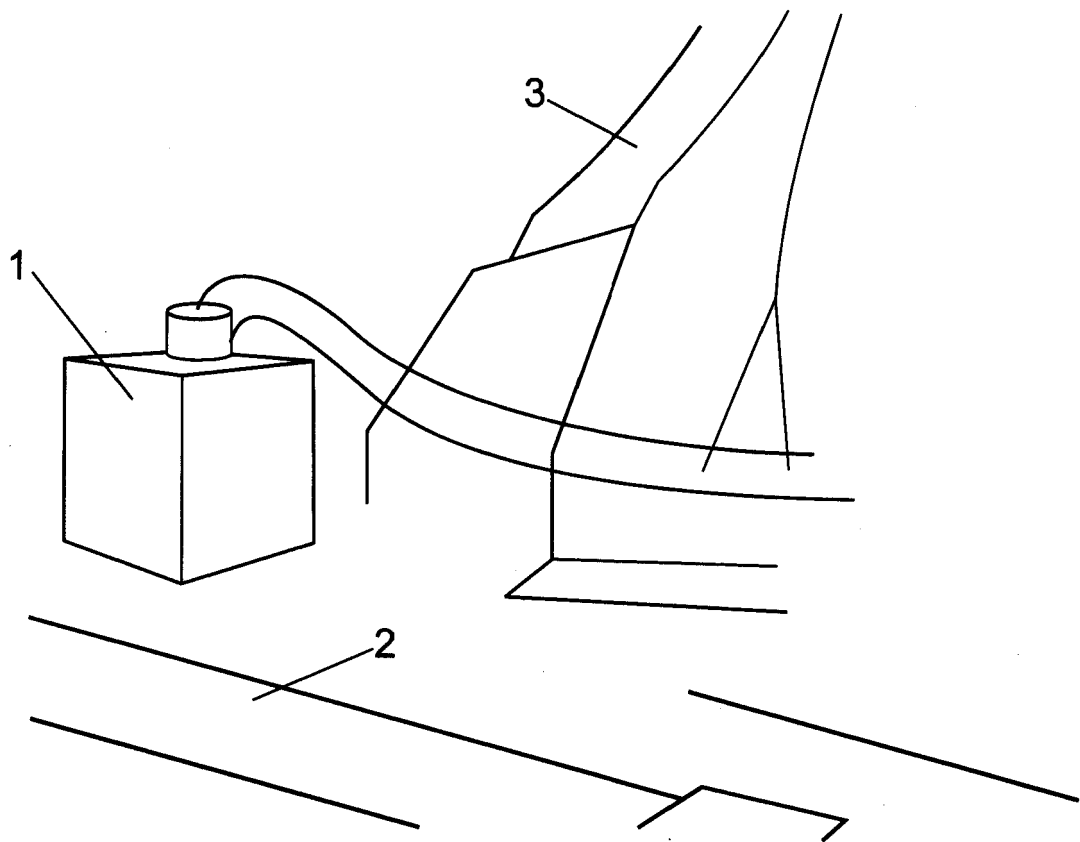


FIG. 2



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200803714

②② Fecha de presentación de la solicitud: 26.12.2008

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **C21D8/02** (01.01.2006)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	KR 100881577 B1 (IND ACADEMIC COOP et al.) 12.02.2009, todo el documento.	1
A	KR 20080049402 A (KIA MOTORS CORP) 04.06.2008, todo el documento.	1
A	JP 10166059 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 23.06.1998, resumen.	

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
01.02.2011

Examinador
A. Gómez Sánchez

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C21D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 01.02.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-8	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-8	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	KR 100881577 B1 (IND ACADEMIC COOP et al.)	12.02.2009
D02	KR 20080049402 A (KIA MOTORS CORP)	04.06.2008
D03	JP 10166059 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD)	23.06.1998

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la solicitud presenta un método para el conformado de chapa de acero, que comprende al menos una técnica seleccionada entre estampación, doblado, perfilado, laminación o una combinación de éstas caracterizado por la etapa preliminar en la cual y mediante irradiación laser se trata a dicha chapa con un ciclo de dos calentamientos y dos enfriamientos, con temperaturas, tiempos y aportes energéticos claramente especificados.

El documento D01 presenta un método de conformado de piezas (parachoques en este caso) de acero de alta resistencia mediante estampación en frío y corrección de forma mediante láser que busca corregir los errores de forma debidos al fenómeno conocido como "*spring back*". El método se basa en un proceso de prueba y error midiendo las deformaciones y los parámetros de la irradiación láser. Supone un calentamiento y posterior enfriamiento.

Por su parte, el documento D02 divulga un aparato para la reducción del fenómeno de "*spring back*" de una pieza destinada a formar parte de un vehículo mediante endurecimiento local por deformación incluye un robot con cabezal oscilante por medio del cual se irradia la pieza.

En ninguno de estos documentos se ha encontrado las especificaciones dadas en la primera reivindicación de la solicitud en estudio; por lo que no se consideran relevantes y en definitiva, estos documentos reflejan tan sólo el Estado de la Técnica.

La reivindicación número 1, en consecuencia, parece tener novedad y actividad inventiva (Artículo 8.1 LP).