



Concedido el Registro de acuerdo
con los datos que figuran en la pre-
sente descripción, según el con-
tenido de la Memoria adjunta.

5 MAR. 1979

PATENTE DE INVENCION

19 ES	21 NUMERO	20 A 1
22	FECHA DE PRESENTACION	
	1 DIC. 1978	

40 PRIORIDADES:	42 FECHA	43 PAIS
41 NUMERO		
PV 77 37.751	7 de Diciembre de 1.977	Francia

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B23K	

64 TITULO DE LA INVENCION

PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE POR PRENSADO EN CALIENTE DE PIEZAS A BASE DE ALUMINIO Y DE PIEZAS DE ACERO.

71 SOLICITANTE (S)

SOCIETE DE VENITE DE L'ALUMINIUM PECHINEY.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

23, bis, rue Balzac, 75.008 PARIS (Francia)

72 INVENTOR (ES)

Marc SALESSE, Ing., Dominique KLEIN, Ing.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO y POMBO

La presente invención se refiere a un procedimiento de ensamble por presión en caliente de piezas a base de aluminio y de piezas a base de hierro, ambas pudiendo presentar formas - variadas tales como, por ejemplo, placas, barras, chapas, redondos, vástagos, resaltes, etc. Cubre de un lado las piezas constituidas ó bien de aluminio de calidad usual ó refinada ó bien de aleaciones formadas con este metal, y de otro lado, las piezas realizadas ó bien en hierro ó bien en uno de sus derivados, aunque se trate de fundición ó de acero aleado ó no a otros metales. En lo que sigue del texto, se utilizará el término "acero" para designar indistintamente el hierro y sus derivados.

Este procedimiento de ensamble consiste en hacer las piezas solidarias entre sí mediante la realización de una continuidad entre una ó varias de sus caras, a fin de obtener un conjunto que presente un excelente comportamiento mecánico y una pequeña resistencia eléctrica.

Para realizar el montaje de estas piezas a base de aluminio y de estas piezas en acero, el experto conoce numerosos procedimientos. El más simple consiste en efectuar el acoplamiento con medios meramente mecánicos tales como tornillos, bulones y tuercas, remaches. Otros recurren a técnicas más elaboradas tales:

- la soldadura que consiste en fundir entre las piezas un metal ó una aleación de punto de fusión inferior al de las piezas a ensamblar;

- la soldadura con soplete ó bajo gas protector, procedimiento según el cual se lleva a fusión al menos una de las piezas a ensamblar;

- la soldadura por fricción según la cual el calor necesario para la fusión es procurado por una energía de frotamiento

to;

-la soldadura por ultrasonidos donde la soldadura es provocada por la acción simultánea de una presión y de una energía ultrasonora;

5 - el enchapado por laminado donde la unión se asegura por medio de presión y de deformación ejercida por los cilindros de laminadores;

10 - el enchapado por explosión que recurre a la acción de la presión desarrollada por la onda de choque de una explosión.

Todos estos procedimientos presentan serios inconvenientes:

15 - los procedimientos de ensamble mecánico conducen, - en virtud de los fenómenos de dilatación, a tolerancias entre piezas y a una oxidación perjudicial para una buena conductividad eléctrica;

 - los procedimientos de soldadura por fusión se acompañan a menudo de la aparición de compuestos intermetálicos muy frágiles;

20 - los procedimientos de enchapado necesitan materiales que desarrollan presiones de varias centenas de MPa y de un coste elevado; además, en el caso particular del laminado, los ensambles deben realizarse a gran escala, se prestan mal a los enchapados parciales, y generalmente están limitados a las secciones rectangulares;

25 - los procedimientos de enchapado por explosión recurren a una técnica cara y difícil; además, se aplican a productos de espesor limitado.

30 Por esta razón la entidad solicitante ha intentado de evitar estas dificultades, poniendo a punto un procedimiento de

ensamble por prensado en caliente que permite realizar, de forma rápida y económica, con un material simple, un ensamble aluminio-acero que presenta a la vez:

- 5 - una conductibilidad eléctrica compatible con su utilización en el transporte de la corrientes de gran intensidad,
- una resistencia mecánica de la unión equivalente a la del aluminio,
- una excelente estabilidad en el tiempo,

10 y otras tantas ventajas entre las que cabe señalar que se mantienen a una gama de temperaturas que vá de al menos -200°C a al menos $+450^{\circ}\text{C}$, con lo que de este modo el procedimiento resulta competitivo.

Este procedimiento de ensamble por prensado en caliente se caracterizad porque, después de la preparación de las superficies a ensamblar por procedimientos conocidos, se reviste la superficie de la pieza de acero de una película metálica, se pone, antes del prensado, entre las superficies granos de silicio se protege estas últimas contra la oxidación, se trata las piezas a fin de alcanzar a la altura de la intercara una temperatura comprendida entre 500 y 650°C y una presión suficiente para expulsar al menos una parte del eutéctico formado y, finalmente, se procede a un enfriamiento del conjunto.

25 Así pués, las superficies a ensamblar son en primer lugar preparadas según medios conocidos, de modo a hacerlas aptas para la aplicación del procedimiento. Esto consiste en ponerlas en contacto con los bordes por ejemplo por trabajado y en despro-veerlas por cepillado, enarenamiento, decapado y desengrasado de la suciedad que perjudicaría su adherencia.

30 La primera característica del procedimiento según la invención consiste en revestir la superficie a ensamblar de la

piezas de acero de una película metálica. Esta metalización previa se obtiene según métodos conocidos como el depósito químico ó electroquímico, la proyección, el temple, ó incluso, el depósito en fase vapor. Los metales utilizados son, por ejemplo, el

5 cromo, níquel, plata, oro, tungsteno, molibdeno, vanadio y sus aleaciones. Este revestimiento puede estar compuesto de un solo metal ó de la superposición de varias capas de metales diferentes tales como por ejemplo, el cromo y el níquel. El espesor del revestimiento está comprendido, preferentemente, entre 1 y 3 μm .

10 Este revestimiento está concebido de modo que limite la oxidación antes y durante el recalentamiento, cumpla la misión de capa barrera que disminuye la velocidad de formación de los compuestos intermetálicos frágiles entre aluminio y hierro, y sirva de relé en la adherencia de las caras.

15 Una variante consiste en evitar esta película metálica. En particular, cuando la pieza a ensamblar está constituida de un acero aleado por ejemplo de composición tal que forme por su parte una capa barrera, no es necesario, en la aplicación de este procedimiento, revestirla y puede someterse directamente al

20 depósito de silicio y al tratamiento de prensado en caliente. Este es el caso por ejemplo del acero inoxidable que responde, según las normas Francesas, a la designación Z10CN 18-09.

La segunda característica del procedimiento según la invención consiste en poner, antes del prensado, entre las superficies a ensamblar granos de silicio. Estos granos tienen dimensiones variadas, pero, preferentemente, comprendidas entre 30 y

25 300 μm y se disponen de modo a realizar en la intercara una capa de espesor medio regular. Este espesor puede variar, sin embargo es preferible tener un espesor próximo de 300 μm . Estos granos

30 pueden ser puestos tal cuales ó previamente engastados en una -

cualquiera de las caras a ensamblar ó en una chapa de aluminio ó incluso dispersados en una materia orgánica sólida ó líquida, volatin por debajo de 500°C, como el alcanfor por ejemplo, a fin de formar una lámina de espesor conveniente y de contorno similar y próximo del de las caras a ensamblar. Estos granos, en virtud de su dureza y de su forma angulosa, provocan bajo el efecto de la presión, una perforación de la capa de óxido presente en la superficie del aluminio y, facilitando su fragmentación, permiten bajo la acción de la temperatura, la formación con este metal con un eutéctico líquido que es expulsado total ó parcialmente cuando las piezas a ensamblar son acercadas entre sí. La expulsión de este eutéctico es muy favorable a la adherencia de la superficies entre sí puesto que tiene como función arrastrar al exterior de la intercara eventuales suciedades y, en particular, las partículas de óxido de aluminio, cumpliendo así la misión de agente de limpieza.

La tercera característica del procedimiento según la invención consiste en proteger las superficies a ensamblar contra la oxidación, en particular durante el recalentamiento y, en particular, de la superficie de la pieza de acero puesto que el silicio no tiene sobre esta última la misma acción que sobre la cara de aluminio.

Varias posibilidades de lucha contra la oxidación son aplicables y una de ellas consiste en limitar los cambios gaseosos entre la intercara y el medio ambiente por medio de una pantalla. Esta pantalla puede obtenerse:

- llevando una junta a la periferia de la intercara. Esta junta tiene, preferentemente, una sección circular, trapezoidal ó triangular y está constituida de una materia fusible - por debajo de 650°C; esta junta puede ser, por ejemplo, de esta

No ó de arbal, aleación al 95 % de cinc y 5 % de aluminio;

5 - trabajando ó deformando una cualquiera de las caras a ensamblar, a fin de crear en su contorno una parte en relieve que tiene, preferentemente, una sección triangular ó trapezoidal;

- envolviendo las piezas cerca de la intercara en una hoja metálica delgada tal como, por ejemplo, una hoja de aluminio de $70\mu\text{m}$ de espesor.

10 Otra posibilidad de protección contra la oxidación radicalica en la ejecución del montaje en una atmósfera no oxidante - que se realiza, por ejemplo, con medios conocidos tales como: rodeándolo ó barriéndolo por gas inerte, vacío ó empleo de adsorbentes.

15 Todavía otra posibilidad consiste en calentar rápidamente las piezas, por ejemplo, utilizando a este efecto hornos de inducción y hornos ventilados en lugar de hornos estáticos a fin de obtener, preferentemente, velocidades de calentamiento - superiores a $20^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$. Además, es preciso añadir que el revestimiento metálico de la parte de acero puede contribuir -
20 igualmente, por su composición, a limitar esta oxidación, lo que ocurre con el cromo en particular.

25 La cuarta característica de la invención consiste en tratar las piezas a fin de alcanzar a la altura de la intercara una temperatura comprendida entre 500 y 650°C y una presión suficiente para expulsar al menos una parte del eutéctico formado. El hecho de llevar esta intercara dentro del campo de temperaturas indicado conduce a la fusión del eutéctico descrito en la -
segunda característica. El recalentamiento necesario para llegar a este resultado puede aplicarse ó bien separadamente sobre cada
30 una de las piezas a ensamblar ó bien sobre el conjunto. En caso

del calentamiento separado de piezas, las superficies pueden -
tener temperaturas diferentes.

5 Cuando se ha alcanzado la temperatura comprendida entre 500 y 650°C, en la intercara, el conjunto es puesto a presión. Como se ha visto más arriba, esta operación tiene como finalidad acercar las caras a unir y provocar así la perforación de la capa de óxido de alúmina por los granos de silicio, la expulsión total ó parcial del eutéctico en estado líquido y la eliminación de las partículas de óxido que perjudican la obtención
10 de una buena adherencia.

Este prensado se efectúa a valores de presión que pueden variar entre amplios límites, pero, preferentemente entre 2 y 20 MPa y se ejerce durante un tiempo que pueda variar entre -
amplios límites, pero puede ser por ejemplo inferior a 1 minuto.

15 Según una variante de la invención, se puede en el caso en que las piezas sean calentadas en conjunto, aplicar una presión antes ó durante su calentamiento; esto permite disminuir el espacio entre caras a ensamblar, mejorar la estanquidad, y, igualmente, incrustar los granos de silicio en la superficie de
20 aluminio.

La puesta a presión se obtiene, por ejemplo, mediante una prensa clásica.

Después de la aplicación de los medios así descritos, se procede al enfriamiento del conjunto. Este se realiza, preferentemente en dos etapas: en primer lugar una etapa rápida entre
25 la temperatura máxima y 450°C, es decir con una velocidad superior a 20°C por minuto y después lenta hasta 200°C.

Como variante, se puede introducir entre las dos fases un nivel hacia los 450°C durante una hora.

30 Esta forma de actuar permite, durante la primera fase,

limitar la formación de intermetálicos en la intercara cuya presencia conduciría a una fragilización de la unión y, durante el nivel mencionado y la segunda fase, a asegurar un tratamiento térmico de consolidación y reabsorber los esfuerzos creados por las contracciones diferentes de las piezas.

La obtención de estas condiciones de enfriamiento se realiza por los medios clásicos, por ejemplo aceleración por intercambio con un fluido, retardamiento por mantenimiento de un ligero calentamiento ó calorifugado.

Durante el enfriamiento, se mantiene preferentemente una presión; esta presión puede ser inferior a la ejercida durante el prensado.

La presente invención será mejor comprendida con ayuda de la figura única que representa un conjunto aluminio-granos de silicio-acero dispuesto en un tipo de medio circundante de prensado y de calentamiento. Se vé, en la figura en sección, los medios de empuje 1 de una prensa, la traza de un inductor 2 que sirve para el calentamiento, una pieza de acero 3 con revestimiento 4, una junta 5 de sección triangular, granos de silicio 6 y una pieza de aluminio 7. La orientación de esta figura no es en modo alguno limitativa puesto que el prensado puede realizarse según una dirección cualquiera: vertical, horizontal ó oblicua.

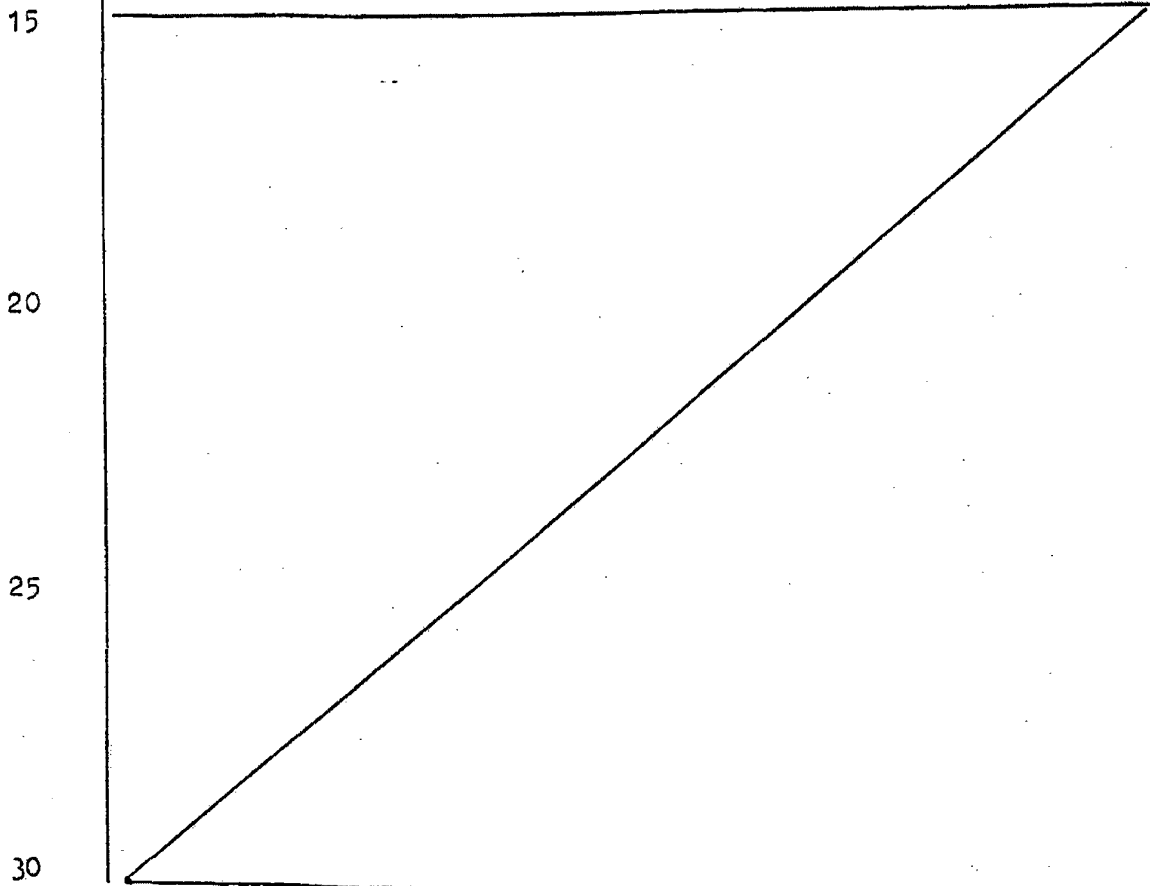
Una serie de cinco ejemplos, reunidos en el cuadro siguiente, ilustra la invención mediante la descripción de algunos de los medios empleados y de los resultados obtenidos.

Estos resultados han sido sacados de ensayos de tracción para los que se estableció una comparación entre la carga de ruptura del ensamble y la del aluminio 1.050, y se indica si ha habido ruptura en la intercara ó en el metal menos resistente (aluminio) y ello a la vez para el ensamble en estado bruto de -

realización y para el ensamble que ha sufrido ulteriormente un tratamiento térmico durante una hora a 560°C a fin de simular el envejecimiento durante una utilización en temperatura.

5 Este resultado han sido sacados igualmente de ensayos de plegado en ángulo recto con un radio de 4 mm de plaquitas de 4 mm de espesor tratadas térmicamente ó no y para los que se precisa asimismo si ha habido ruptura ó no a la altura de la intercara.

10 Todos estos ejemplos, que no son limitativos, se refieren a ensambles constituidos por una parte, de piezas de aluminio tipo 1.050, y por otra, de piezas de acero de tipo inox Z10 CN 18-09 para el ejemplo 1 y 1.008 (según normal SAE) para los otros, lo que corresponde a un acero ordinario que contiene menos de 0,1 % de carbono.



	EJEMPLOS Nº	1	2	3
	MATERIAS UTILIZADAS.	Naturaleza de las piezas de Aluminio acero.	1.050 Z10CN-18-09	1.050 1.008
Dimensión de las piezas (mm) Aluminio Acero		∅ 97 ep.20 ∅100 ep.38	∅/85 ep.20 ∅ 85 ep.38	∅ 97ep.20 ∅ 97ep.38
Revestimiento acero		nada	niquelado ep. 2 μm	cromado ep.0,2-0,3 m. Nique- lado ep 2-3 μm
Silicio ep.capa(mm) granulome- tría (μm)		< 0,5 100 a 315	< 0,5 100 a 315	< 0,5 < 100
REALIZACION	Protección contra la oxidación	pantalla	pantalla	pantalla
	Calentamiento velocidad (°C/mm) Presión(MPa)	50 4	100 3	100 3
	Prensado duración(segundos) Presión (MPa)	15 14	5 14	5 14
	Enfriamiento hasta 450° duración (mn) presion (MPa) de 450°C a 200°C duración (mn)	7 9 30	7 9 30	6 8 20
CARACTERISTICAS	Ensayo de tracción en estado bruto	estricción en el alumi- nio.	estricción en el alumi- nio.	estricción en el alu- minio.
	Después del trata- miento	estricción en el alumi- nio	ruptura en la interca- ra	ruptura más fre- cuente en aluminio
	Ensayo de plegado 90° en estado bruto	no efectuado	no efectuado	no hay rup- tura
	después del trata- miento	no efectuado	no efectuado	ruptura

	EJEMPLOS N°	4	5
	MATERIAS UTILIZADAS.	Naturaleza de las piezas aluminio Acero	1.050 1.008
Dimensión de las piezas (mm) Aluminio Acero		Ø 85 ep. 20 Ø 85 ep. 38	Ø 95 ep. 20 Ø 95 ep. 38
Revestimiento Acero		cromado ep. 1-2 µm	cromado ep. 1-2 µm
Silicio ep. capa (mm) granhlometría (µm)		< 0,5 < 100	< 0,5 < 100
REALIZACION		Protección contra la oxidación	pantalla
	Calentamiento Velocidad (°C/mn) Presión (MPa)	100 4	20 no conocida embridado me- cánico
	Prensado duración (segundos) Presión (MPa)	5 15	3 no conocida - prensado sobre topes
	Enfriamiento hasta 450°C duración (mn) presión (MPa) de 450°C a 200°C duración (mn)	6 8 20	3 0 6
	CARACTERISTICAS	Ensayo de tracción en estado bruto	estricción en el aluminio
Después del trata- miento		estricción en el aluminio	no efectuado
Ensayo de plegado 90° en estado bruto		ruptura frecuen- te	no hay ruptu- ra
	Después del tratamien- to	no hay ruptura	no hay ruptu- ra

Estos ejemplos ponen de manifiesto que el ensamble realizado soporta cargas que corresponden a la carga de ruptura de la pieza en aluminio y que, en la mayoría de los casos, la ruptura interviene no ya a la altura de la intercara sino sobre la pieza misma de aluminio; además, los ejemplos 3, 4 y 5 ponen de manifiesto que un plegado a 90° puede efectuarse sobre piqueta sin que haya ruptura a la altura de la intercara.

Así pues, la invención permite, operando a temperaturas moderadas, ejerciendo presiones relativamente débiles durante periodos de tiempo relativamente cortos, necesitar únicamente medios de calentamiento y de compresión simples, para obtener ensambles que presenten una excelente adherencia, incluso después del envejecimiento acelerado, lo que se traduce por una resistencia a la tracción y al plegado y una conductancia eléctrica buenas en condiciones de utilización en continuo a temperaturas que van de al menos -200°C a al menos +450°C.

Existen además otras características que hacen que este procedimiento pueda ser considerado como un procedimiento general, simple, rápido y económico, al que se puede someter todas las formas de piezas: placas, chapas, barras, redondos, vástagos de diámetro que van de 1/10 mm a varios decímetros y que tienen su aplicación en un amplio campo que vá, a título de ejemplo, de la conexión eléctrica de las cubas de electrólisis a la red de alimentación, a los diversos enchapados totales ó parciales que sirven de protección ó de blindaje.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, - así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse - constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de ensamble por prensado en caliente de piezas a base de aluminio y de piezas de acero, cuyas superficies a ensamblar han sido previamente preparadas por procedimientos usuales, caracterizado porque se pone, antes del prensado, entre las superficies a ensamblar granos de silicio, se protege estas últimas contra la oxidación, se tratan las piezas de modo a lograr, a la altura de la intercara, una temperatura comprendida entre 500 y 650°C, y una presión suficiente para expulsar al menos una parte del eutéctico formado, y finalmente, se procede a un enfriamiento del conjunto.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque cuando el acero es susceptible de formar con el aluminio un compuesto intermetálico frágil, se reviste la superficie a ensamblar de la pieza de acero de una película metálica antes de poner los granos de silicio.

3.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque la película metálica que forma el revestimiento de la superficie a ensamblar de la pieza en acero se compone de al menos un metal que pertenece al grupo constituido por el cromo, níquel, plata, oro, tungsteno, molibdeno y vanadio.

4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los granos de silicio tienen preferentemente, dimensiones comprendidas entre 30 y 300 μm .

5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los granos de silicio están dispuestos de modo a formar una capa de espesor preferentemente próximo de 300 μm .

6.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los granos de silicio están engastados en una cualquiera de las superficies a ensamblar.

7.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque antes del ensamble, los granos de silicio son dispersados en una materia orgánica volátil por debajo de 500°C a fin de formar una hoja de espesor conveniente y de contorno similar y próximo al de la intercara.

8.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la protección contra la oxidación se obtiene mediante colocación sobre el contorno de la intercara de una pantalla perteneciente al grupo constituido por la junta añadida, la junta trabajada y la hoja delgada.

9.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la protección contra la oxidación se obtiene operando en atmósfera no oxidante.

10 10.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la temperatura a la altura de la intercara es alcanzada a partir de la temperatura ambiente con una velocidad, preferentemente, superior a 20°C/minuto.

11.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque durante el tratamiento, para alcanzar a la altura de la intercara una temperatura comprendida entre 500 y 650°C, se ejerce preferentemente de forma simultánea una presión que puede variar entre 2 y 20 MPa.

12.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque las piezas a ensamblar son recalentadas por separado.

13.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque cuando la intercara tiene una temperatura comprendida entre 500 y 650°C, se ejerce, preferentemente una presión comprendida entre 2 y 20 MPa y durante menos de un minuto.

14.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracte-

rizado porque el enfriamiento se efectúa hasta una temperatura de 450°C con una velocidad superior a 20°C por minuto.

5 15.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el enfriamiento se efectúa hasta una temperatura de 450°C con una velocidad superior a 20°C por minuto y después es seguido de un relleano durante una hora a esta temperatura antes del retorno a la temperatura ambiente.

10 16.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque durante el enfriamiento, se mantiene preferentemente una presión que puede ser inferior a la ejercida durante el prensado.

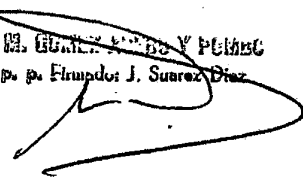
15 17.- Procedimiento de ensamble por prensado en caliente de piezas a base de aluminio y de piezas de acero; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en el dibujo adjunto.

Esta Memoria consta de 15 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 6 DIC. 1978

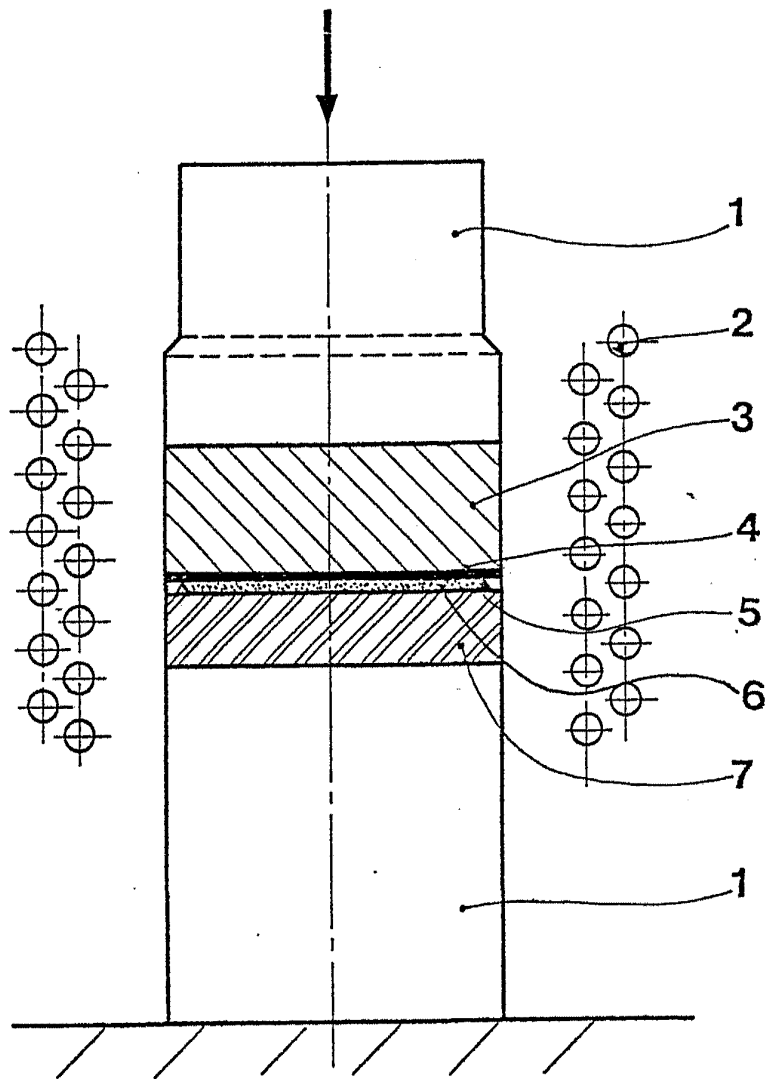
20 SOCIETE DE VENTE DE L'ALUMINIUM
PECHINEY.

J. EL GUARDA Y PÉREZ
p. p. Firmado: J. Suarez Díaz



25

30



ESCALA VARIABLE

Madrid 14 DIC 1970

...Z ACERO Y PUNTO
... u. Fichador J. Suarez Diaz