



ESPAÑA

ES	(11) 456193	(10) A1
	(22) FECHA DE PRESENTACION	
	23 FEB. 1977	

P.- 64.788

PATENTE DE INVENCION

(3) PRIORIDADES: (1) NUMERO KOL80/74	(32) FECHA 15.11.74	(33) PAIS G. Bretaña
--	------------------------	-------------------------

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL B23K // B28F	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA 442.358
--------------------------	--	---

(64) TITULO DE LA INVENCION "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UNA ESTRUCTURA UNIDA"
--

(71) SOLICITANTE (S) ASSOCIATED ENGINEERING LIMITED
--

DOMICILIO DEL SOLICITANTE 60 Kenilworth Road, Leamington Spa, Warwickshire, Inglaterra

(72) INVENTOR (ES) Dennis Cockburn Brown y Reginald Murray

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE D. FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ

1 Esta invención se refiere a la unión de metales o
aleaciones metálicas, y más particularmente a la unión por
difusión y a un método de unión por difusión de componentes
de aluminio o aleación de aluminio entre sí. La invención se
5 refiere también a estructuras unidas producidas por el método de unión por difusión.

Los problemas de la unión del aluminio y las aleaciones de aluminio por soldadura por fusión, soldadura con latón y soldadura con estaño se deben en su mayor parte a
10 la capa tenaz de óxido formada en la superficie del aluminio o de la aleación de aluminio a la temperatura ambiente. En la soldadura por fusión y soldadura por presión en frío del aluminio o aleaciones de aluminio, la fusión o deformación total encontrada no siempre puede tolerarse. En las técnicas
15 de soldadura con estaño y soldadura con latón, que implican el uso de fundentes, los fundentes han de separarse posteriormente por procedimientos de eliminación por lavado costosos que dan como resultado pérdidas onerosas de fundente así como contaminación del agua empleada en dicha eliminación por lavado; asimismo, una eliminación por lavado incompleta puede dar como resultado problemas de corrosión. En
20 las técnicas de soldadura con latón sin fundente, es necesario el uso de hornos costosos de alto vacío con un rendimiento muy deficiente. Además, en el caso de la soldadura con latón el control de la temperatura es muy crítico dado que
25 es preciso operar en una zona muy próxima al punto de fusión del aluminio o de la aleación de aluminio.

El término aleaciones de aluminio, en esta memoria descriptiva, incluye composiciones de aluminio constituidas principalmente, por aluminio o aleación de aluminio,
30

1 siendo el otro componente, por ejemplo, alúmina.

En uno de sus aspectos, la invención consiste en una estructura unida que comprende dos o más piezas de aluminio o aleación de aluminio, caracterizada por el hecho de que las piezas tienen una unión metalúrgica entre sí formada por unión por difusión eutéctica con empleo de una capa intermedia aplicada entre las superficies a unir, siendo la capa intermedia de un material metálico que es fácilmente soluble en el aluminio o la aleación de aluminio, que forma una eutéctica con el aluminio o la aleación de aluminio, y que forma una capa de óxido menos estable a la temperatura ambiente que la formada por el aluminio o la aleación de aluminio.

En otro de sus aspectos, la invención consiste en un método para unir dos o más piezas de aluminio o aleación de aluminio, caracterizado por el hecho de que las piezas se unen entre sí por unión por difusión eutéctica con empleo de una capa intermedia aplicada entre las superficies a unir, siendo la capa intermedia de un material metálico que es fácilmente soluble en el aluminio o la aleación de aluminio, que forma una eutéctica con el aluminio o la aleación de aluminio, y que forma una capa de óxido menos estable a la temperatura ambiente que la formada por el aluminio o la aleación de aluminio, para formar así una unión metalúrgica entre dichas piezas.

La capa intermedia de material metálico puede, o bien depositarse sobre al menos una de las superficies a unir, o bien encontrarse en forma de una hoja delgada que se inserta entre las superficies a unir.

En otro de sus aspectos, la invención consiste en

1 un método para unir entre sí dos o más piezas de aluminio o
aleación de aluminio, comprendiendo dicho método depositar
sobre al menos una de las superficies a unir una capa de un
material metálico, o insertar entre las superficies a unir
5 una capa de hoja delgada de un material metálico, material
que es fácilmente soluble en el aluminio o la aleación de
aluminio, que forma una eutéctica con el aluminio o la alea-
ción de aluminio, y que forma una capa de óxido menos esta-
ble a la temperatura ambiente que la formada por el aluminio
10 o la aleación de aluminio, prensar una contra otra las super-
ficies a unir y calentar las piezas en una atmósfera protec-
tora a una temperatura máxima que es al menos igual a la
temperatura eutéctica de la combinación del material de la
capa y el aluminio o la aleación de aluminio pero inferior
15 al punto de fusión del aluminio o la aleación de aluminio,
con lo cual el material de la capa se difunde en el alumi-
nio o la aleación de aluminio para formar una unión metalúr-
gica constituida por una aleación de aluminio o de aleación
de aluminio y el material de capa estratificado entre las
20 piezas unidas.

En tal unión eutéctica, se cree que existe una
primera fase o fase sólida que implica difusión simple en
estado sólido de átomos a través de la interfase entre las
superficies a unir, en las primeras etapas del procedimien-
to de unión, durante el calentamiento, en puntos aislados
25 de la interfase de la unión, que da como resultado la forma-
ción de una aleación del material de la capa intermedia y
aluminio o aleación de aluminio, en estado sólido. Como las
superficies a unir, en escala microscópica, están compues-
tas de un gran número de salientes y depresiones, cuando se
30

1 ponen estas superficies en contacto entre sí, la carga de
presión es suficiente para introducir en el punto de contac
to muchos puntos pequeños de deformación plástica. Esto pro
duce una ruptura de las capas de óxido en dichos puntos de
5 deformación y permite el contacto mutuo metal-metal requeri
do para la fase de difusión en estado sólido.

En la unión eutéctica tiene lugar una segunda fa-
se o fase líquida cuando la temperatura de unión se eleva
hasta o por encima de la temperatura de la mezcla eutéctica
10 de las aleaciones formadas durante la fase de estado sólido,
en cuyas condiciones tiene lugar con mayor rapidez la difu-
sión de los átomos tanto en el seno de la fase líquida como
a través de las interfases que separan las fases líquida y
sólida. La unión metalúrgica sólida definitiva puede formar
15 se, o bien a la temperatura de la unión debido a difusión
ulterior, o bien al enfriar, dependiendo de la naturaleza
del sistema metálico de que se trate.

La naturaleza de la unión eutéctica es tal que
con piezas del mismo material desaparece virtualmente la in-
20 terfase entre las piezas unidas; por ejemplo, las piezas de
aluminio comercialmente puro pueden unirse por difusión eu-
téctica utilizando una capa intermedia de cobre, y después
de la unión el cobre se habrá difundido en gran parte en el
aluminio. Las interfases originales habrán desaparecido vir-
25 tualmente, dejando una unión con una resistencia del mismo
orden o mayor que la del material principal. Esto no sucede
en el caso de las uniones producidas por soldadura con la-
tón y soldadura con estaño, en que las interfases de separa-
ción entre las piezas unidas permanecen con toda claridad.

30 La deformación y la extrusión del metal fundido

1 en la unión son virtualmente insignificantes y, al contrario que en el caso de la soldadura con latón, el método de la invención no emplea en absoluto fundente alguno.

5 Como el metal fundido se forma en la interfase de las piezas metálicas que han de unirse, la preparación de la superficie no tiene que ser de un nivel de calidad tan alto como el que se requiere para los procedimientos de unión por difusión conocidos y por tanto puede ser de un acabado superficial comercialmente asequible, p. ej. un acabado superficial de 0,508 a 1,27 micras CLA. Así, la necesidad de superficies muy lisas se elimina y la presencia del metal fundido en la interfase significa que las presiones de contacto no necesitan ser tan altas. Adicionalmente, en contraste con los procedimientos conocidos de unión por difusión, los cuales tienen que llevarse a cabo esencialmente en un horno de vacío elevado, el procedimiento de la invención puede llevarse a cabo en condiciones ambientales distintas de las condiciones de vacío, esto es, a la presión atmosférica o a una cierta sobrepresión, con lo que no se requieren hornos de alto vacío costosos.

20 Preferiblemente, el material de la capa intermedia es cobre o una aleación rica en cobre. En esta memoria descriptiva, el término "aleación rica en cobre" significa una aleación de cobre que contiene al menos aproximadamente 25 95% de cobre. Aleaciones adecuadas ricas en cobre incluyen cobre con hasta 5% de zinc. Cuando se utiliza cobre o una aleación rica en cobre como material de la capa intermedia, el cobre o la aleación rica en cobre se deposita preferiblemente por vía electroquímica de cualquier manera adecuada sobre una o sobre las dos superficies a unir, antes del tra

1 tratamiento a presión y térmico.

Con cobre o una aleación rica en cobre como el ma
terial de la capa intermedia, el método de la invención es
aplicable a cualquiera de un gran número de aleaciones de
5 aluminio con las cuales el cobre o la aleación rica en co-
bre formará una eutéctica, es decir, con exclusión de aque-
llas aleaciones de aluminio que tengan un punto de fusión
muy bajo.

El tratamiento a presión y térmico se lleva a ca-
10 bo convenientemente en un horno de atmósfera controlada (pro-
tectora), la cual puede obtenerse por bombeo de argón a tra-
vés del horno. Cuando las piezas se calientan en contacto a
presión, se cree que el material de la capa intermedia metá-
lica y el aluminio o la aleación de aluminio se difunden
15 uno en otro a una velocidad que aumenta exponencialmente con
la temperatura. Esto da lugar a un sistema de material de
la capa intermedia metálico/aleación de aluminio en estado
sólido en la región de la interfase y cuando, finalmente,
la temperatura se eleva por encima de la del punto eutécti-
20 co del sistema de material de la capa intermedia/aluminio o
material de la capa intermedia/aleación de aluminio, se pro-
ducirá la fusión de la aleación formada (limitada exclusiva-
mente a esta región). Esta aleación fundida fluye, rellenan-
do cualesquiera pequeñas irregularidades que puedan existir
25 en las superficies unidas, con lo que se forma una unión me-
talúrgica. Con un calentamiento adicional, la difusión del
material de la capa intermedia metálica en el aluminio o
aleación de aluminio continúa, alterándose gradualmente la
composición de la capa de transición material de la capa in-
30 termedia/aleación de aluminio en la región de la interfase

1 original. Una vez que se ha alcanzado la temperatura máxima puede iniciarse el enfriamiento, retirándose el sistema del horno a una temperatura inferior a la temperatura eutéctica.

5 El límite superior del intervalo de temperatura está fijado por la necesidad de evitar la fusión de las piezas de aluminio o de aleación de aluminio, mientras que el límite inferior del intervalo de temperatura es la temperatura más baja a la que se forma la eutéctica de aluminio o aleación de aluminio-material de la capa intermedia. En
10 aquellos casos en que se une aluminio con aleación de aluminio y en los que se unen entre sí aleaciones de aluminio, la temperatura más baja está determinada por la pieza que tenga el punto de fusión menor o mínimo.

15 El espesor de la capa o capas intermedias de cobre o aleación rica en cobre está comprendido convenientemente dentro del intervalo de 0,0013 mm a 0,013 mm, y preferiblemente es de 0,003 mm. La presión de contacto puede encontrarse dentro del intervalo que va desde 0,035 MNm⁻² a 2,8 MNm⁻², pero preferiblemente es del orden de 1,4 MNm⁻². El intervalo de temperatura preferido es de 560° a 640°C para el aluminio comercialmente puro. La temperatura para las aleaciones de aluminio dependerá de la composición de la aleación de aluminio utilizada; por ejemplo, en el caso de la aleación LM 13 (Lo-Ex) con alto contenido de silicio, que tiene
20 un punto eutéctico de aproximadamente 570°C y que contiene típicamente 0,7 a 1,5% de Cu, 0,8 a 1,5% de Mg, 10 a 12% de Si 1% como máximo de Fe, 0,5% como máximo de Mn, 1,5% como máximo de Ni, 0,5% como máximo de Zn, 0,1% como máximo de Pb, 0,1% como máximo de Sn, 0,2% como máximo de Ti, y el
25 resto de Al, el intervalo preferido de temperatura es de
30

1 515 a 530°C. El tiempo de calentamiento puede ser cualquier
período de tiempo conveniente hasta 30 minutos, y el tiempo
de permanencia a temperatura, es decir, el tiempo durante
el cual se mantienen las piezas a la temperatura máxima,
5 puede variar entre cero y 30 minutos. La combinación de es-
pesor de la capa intermedia, presión, temperatura y tiempo
de permanencia a temperatura utilizada dependerá de la natu-
raleza y forma de los metales o aleaciones metálicas utili-
zados.

10 La presión puede aplicarse a las piezas por medio
de émbolos, una prensa de horno, u otros medios análogos.
Alternativamente, las piezas se pueden someter a presión
por medio de un montaje de expansión diferencial proyectado
y dispuesto de tal modo que al calentarse a una temperatura
15 suficientemente alta para lograr la unión por difusión, se
aplica la presión necesaria.

Dos piezas que hayan de ser unidas, por ejemplo
de un pistón, pueden estar provistas de roscas correspondien-
tes en las superficies a unir, y al menos una de las super-
20 ficies roscadas puede estar provista con el material de la
capa intermedia interpuesto entre las superficies roscadas,
proporcionándose la presión de contacto por la acción de
apriete de la rosca.

25 Una pieza que haya de unirse puede estar provista
de ranurado en la superficie a unir, estando cubierto el ra-
nurado por otra pieza en forma de una placa.

30 Las piezas de metal pueden ser de diversas formas;
por ejemplo, los elementos de placa metálica de los cambia-
dores de calor del tipo de placas; aletas y semi-tubos de
radiadores; uniones de tubos abocardados; piezas coladas y

1 puede producirse una gran diversidad de estructuras y componentes unidos tales como piezas coladas para culatas de cilindros de partes múltiples, por ejemplo de aleación LM 13, bloques de cilindros, cárteres para cajas de cambio de velocidades, pistones provistos de galería, y chapa hueca, por ejemplo para vehículos blindados.

5 La invención comprende también las estructuras o componentes unidos producidos por el método de unión por difusión.

10 La invención se describirá a continuación, a modo de ejemplo con referencia a los dibujos que se adjuntan, en los que:

15 La figura 1 es un corte transversal de una estructura unida por difusión eutéctica típica, de acuerdo con la invención;

La figura 2 es un montaje de expansión diferencial que muestra placas de tipo perforado típicas;

20 La figura 3 muestra un cambiador de calor de placas unidas por difusión eutéctica, en corte, y una vista en despiece ordenado de los componentes antes de la unión;

La figura 4 es una vista en forma diagramática de un montaje para aplicación de presión con el fin de formar uniones entre una aleta corrugada y dos semitubos de aluminio o aleación de aluminio;

25 La Figura 5 es una vista en corte de una estructura de aletas y semi-tubos unida por difusión eutéctica, formada en el montaje de la Figura 4;

La Figura 6 es una vista en corte transversal de una junta de tubo abocardado unida por difusión eutéctica;

30 La Figura 7 es un codo en U unido por difusión eu-

1 tética a dos tubos abocardados;

La Figura 8 es una vista en corte transversal de una estructura unida que contiene cavidades internas;

5 La Figura 9 es un corte a lo largo de la línea A-A de la placa de aluminio compuesta que se muestra en la Figura 10; y

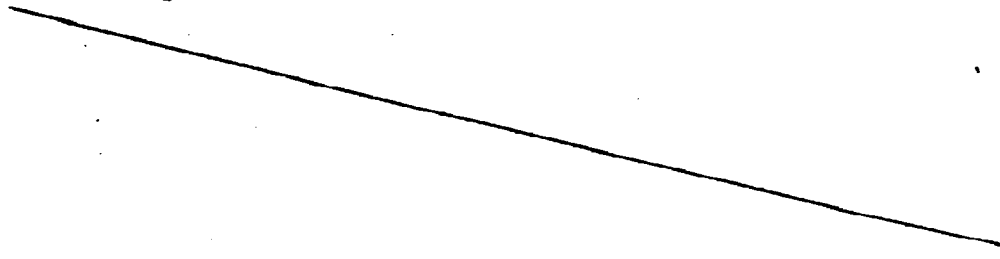
La Figura 10 es una vista lateral en forma diagramática de la placa de la Figura 9.

10 La invención se describirá también adicionalmente con referencia a los ejemplos siguientes tomados en asociación con los dibujos.

EJEMPLO I

15 Se prepararon de la manera siguiente varias probetas de ensayo de una aleación de aluminio de alto contenido de silicio constituida por la aleación IM 13 que comprende típicamente 0,7 a 1,5% de Cu, 0,8 a 1,5% de Mg, 10 a 12% de Si, 1% como máximo de Fe, 0,5% como máximo de Mn, 20 1,5% como máximo de Ni, 0,5% como máximo de Zn, 0,1% como máximo de Pb, 0,1% como máximo de Sn, 0,2% como máximo de Ti y el resto Al. Las superficies a unir de una pluralidad de piezas de 19 mm de diámetro hechas de aleación de aluminio IM 13 se tornearon hasta quedar planas y paralelas en un torno que les confirió un acabado superficial de un va-

25



1 lor CLA de aproximadamente 0,0013 mm. Las superficies se
desengrasaron luego y se limpiaron durante cinco a diez se-
gundos en una solución alcalina caliente (60°C). Después de
la limpieza, se enjuagaron las piezas en agua destilada y
5 se transfirieron a un baño de chapado en el cual se sumer-
gieron en una solución de cobreado. El ánodo del baño era
de cobre, y las piezas constituían el cátodo. Las piezas se
sumergieron en la solución de chapado durante un tiempo su-
ficiente para que se depositase una capa de 0,003 mm de es-
10 pesor. Por último, se lavaron las piezas en agua y acetona.
Varias piezas se unieron a tope luego por pares y se some-
tieron a tratamiento térmico y de presión en un horno a tra-
vés del cual se bombeó argón. La temperatura de calentamien-
to máxima fué de 530°C y la atmósfera protectora resultante
15 en el horno no era completamente inerte, quedando suficien-
te aire remanente para hacerla ligeramente oxidante. Las
piezas se mantuvieron luego a esta temperatura durante treinta
minutos y se dejaron enfriar después a una temperatura
inferior a la del punto eutéctico antes de sacarlas del hor-
no. A lo largo del ciclo de calentamiento, la presión de
20 contacto se mantuvo en $1,4 \text{ MNm}^{-2}$ por medio de una prensa de
horno.

La resistencia máxima a la tracción de las uniones
resultantes, a la que se hace referencia en esta memoria co-
mo resistencia de adhesión, se determinó en cada caso por
25 torneado de las muestras unidas para convertirlas en probetas
de tracción del tipo de mayor anchura en los extremos
que en la parte central (probetas Hounsfield, tamaño No 16),
las cuales se ensayaron luego en un Tensiómetro Hounsfield.
30 Para todos los componentes unidos, se encontró que la resis-

1 tencia de adhesión era del orden de la resistencia máxima a
la tracción de la aleación de aluminio propiamente dicha,
esto es, aproximadamente 110 MNm^{-2} . Una fotomicrografía to-
mada de un corte transversal de la unión mostró que la in-
terfase entre las piezas había desaparecido por completo.
5 En contraste, en una fotomicrografía de una junta soldada
con estaño se ve claramente la interfase 11 entre las pie-
zas unidas 12 y 13 de la aleación de aluminio IM 13.

EJEMPLO II

10 Se produjeron probetas similares en las mismas con-
diciones que anteriormente, excepto que el tiempo durante
el cual se mantuvo la presión de contacto a la temperatura
máxima se redujo progresivamente. Se encontró que no era ne-
cesario mantener la presión de contacto durante un tiempo
15 definido después de alcanzar la temperatura máxima para con-
seguir resistencias de adhesión similares a la del Ejemplo
I.

EJEMPLO III

20 Se produjeron probetas de ensayo como en los
Ejemplos I y II, excepto que sólo una de las superficies a
unir se sometió a chapado por galvanoplastia con cobre re-
vistiéndola con una sola capa de cobre de 0,001 mm a 0,01
mm de espesor; una vez más, se encontró que la resistencia
de adhesión era similar a la del Ejemplo I.

EJEMPLO IV

25 Se realizaron después ensayos de resistencia a
la tracción sobre probetas preparadas como en los Ejemplos
I y II con espesores diferentes de cobre para determinar el
30 efecto de variación de la resistencia de adhesión con el

1. espesor de cobreado sobre las dos superficies a unir. En todos los casos, la presión aplicada a lo largo del ciclo fue de $1,4 \text{ MNm}^{-2}$, y las probetas se calentaron hasta una temperatura máxima de 530°C , después de lo cual se terminó inmediatamente el calentamiento, esto es, con un tiempo de permanencia a temperatura nulo, y se dejaron enfriar las probetas. Se encontró que dentro del intervalo de espesores de cobre investigado, es decir, de $0,001 \text{ mm}$ a $0,015 \text{ mm}$, no había una variación importante de la resistencia de adhesión, siendo los valores de rotura próximos a la resistencia máxima a la tracción de la aleación de aluminio.

EJEMPLO V

15 En ensayos similares a los del Ejemplo IV con probetas preparadas como en el Ejemplo I, pero revestidas sólo por una cara, se obtuvieron resultados análogos. El revestimiento por una sola cara tiene la ventaja de que se reduce la cantidad de cobre utilizada. De este modo se han producido uniones con utilización de espesores de cobre de $0,003 \text{ mm}$. Con tales uniones, la extrusión en la unión era insignificante. Un ejemplo típico de una estructura unida formada a partir de dos partes 14 y 15 producidas con una cantidad tal de cobre se muestra en la Fig. 1, en la cual la flecha señala la unión; la línea de junta estaba exenta de metal extruido.

EJEMPLO VI

En ensayos de resistencia a la tracción realiza-

1 dos sobre probetas de ensayo preparadas como en el Ejemplo
III con un revestimiento de cobre de 0,003 mm de espesor,
pero unidas a temperaturas variables dentro del intervalo
5 de 515 a 530°C, estando fijado el límite superior por la
cuantía de deformación tolerable, se encontró que se produ-
cían resistencias de adhesión del orden de la resistencia
máxima a la tracción de la aleación de aluminio.

EJEMPLO VII

10 Ensayos de resistencia a la tracción realizados
sobre probetas producidas como en cada uno de los Ejemplos
I-a-III, pero con variaciones en la presión de contacto en-
tre 0,035 MNm⁻² y 2,8 MNm⁻², no exhibieron ninguna disminu-
ción importante de la resistencia de adhesión para estos in-
15 tervalos de presión.

EJEMPLO VIII

20 Se prepararon probetas de una manera análoga a la
del Ejemplo I excepto que sólo una de las superficies se re-
vistió con chapado de cobre por galvanoplastia, y en lugar
de una prensa de horno, las piezas de aleación de aluminio
a unir se dispusieron en el montaje de expansión diferen-
cial que se muestra en la Figura 2. El montaje fabricado en
acero inoxidable EN58, tiene un coeficiente de expansión
25 que es menor que el correspondiente a la aleación de alumi-
nio.

30 Las piezas de aleación de aluminio 16 se colocan
entre las dos planchas terminales 17 y en contacto con ellas,
las cuales se mantienen unidas por cuatro tornillos 18 de
acero inoxidable, asegurados por tuercas 19. No se aplicó

P-
1 carga previa alguna al montaje, exeepto, que las tuercas 19
se apretaron a mano. Los montaje y las probetas se calenta-
ron hasta 530°C en una atmósfera controlada, lo que dió co-
mo resultado que la aleación de aluminio se expandió más
5 que el montaje de acero, aplicándose de este modo la presión
de contacto necesaria.

El exámen de la unión reveló que la deformación
introducida era sólo de 0,4%, y se encontró que la resisten-
cia de adhesión era próxima a la resistencia máxima a la
10 tracción de la aleación de aluminio. Un tal montaje se pue-
de utilizar para el propósito de unir las placas de los
cambiadores de calor del tipo de placas, y evita la necesi-
dad de que el horno esté provisto de una prensa. El montaje
sirve también para fijar las placas en la posición adecuada.

15 EJEMPLO IX

Se produjo un pequeño cambiador de calor de placas
con hendiduras, representado en la Figura 3, utilizando un
montaje de expansión diferencial tal como el que se muestra
20 en la Figura 2, teniendo el cambiador de calor una plurali-
dad de placas 20 de aleación de aluminio LM 13, perforadas
de 12 mm x 24 mm, separadas por espaciadores 21 de aleación
de aluminio LM 13, teniendo las placas y los espaciadores res-
pectivamente un espesor de 0,38 mm y 0,91 mm. Se aplicó un es-
pesor de 0,003 mm de cobre por chapado sobre los espaciade-
res, y luego se llevó a cabo la unión utilizando las mismas
condiciones de temperatura y presión que en el Ejemplo I (es
decir, una temperatura máxima de 530°C y una presión de con-
tacto de 1,4 MNm⁻²). Se unieron también colectores 22 de
30 aleación de aluminio LM 13 a las placas extremas durante el

ciclo de tratamiento térmico y de presión arriba indicado. Se encontró que el cambiador de calor así producido estaba exento de fugas.

5

EJEMPLO X

Se prepararon aletas de radiador 23 y semi-tubos 24, de aleación de aluminio corrugada, y se unieron de una manera similar a la del Ejemplo I, como se muestra en la Figura 5. Sólo los semi-tubos recibieron un revestimiento de cobre, y la unión se llevó a cabo utilizando el montaje que se muestra en la Fig. 4.

10

Este montaje comprende placas extremas 25, entre las cuales se dispusieron las aletas 23 y los semi-tubos 24, y soportes o dedos 26 de sección rectangular que estaban dispuestos entre los semi-tubos y alternando con porciones de las aletas, permitiendo que se generen presiones de contacto suficientemente altas sobre las caras de unión de las aletas con los semi-tubos, por presión de las placas extremas 25 una contra otra, para que se produzca la unión, manteniéndose los dedos 26 en compresión entre cada semi-tubo y la cara de junta opuesta a fin de prevenir el alabeo de las aletas. Se emplearon las mismas condiciones de temperatura y presión que en el Ejemplo I.

15

20

25

EJEMPLO XI

Con referencia a la Figura 6, la misma muestra un corte transversal de una unión formada entre secciones de tubo de aleación de aluminio 27, 28, que se prepararon de una manera similar a la del Ejemplo I para producir juntas de tubos abocardados. Se aplicó cobre por chapado solamente

30

1 en el interior del ensanchamiento 29 de la sección abocarda
da 27, y la otra sección 28 del tubo a unir se dejó sin cha
par y simplemente se torneó a escuadra en un torno. Se pro
dujeron uniones estancas satisfactorias.

5 EJEMPLO XII

Haciendo referencia a la Fig. 7, se produjeron
uniones entre tubos abocardados de aleación de aluminio 30,
31 y codos en U 32 preparadas como en el Ejemplo I. El codo
10 en U se mantuvo en un montaje que soportaba el todo desde
la parte superior del codo 32 a fin de asegurar que pudiera
aplicarse la presión de contacto necesaria a las uniones
sin que se produjera una deformación total. La fijación se
gura de los codos en U 32 en el interior de los ensanchamien
15 tos 33 se consiguió dando forma cónica a los extremos de
los codos en U para que se adaptasen perfectamente a dichos
ensanchamientos. Unicamente los ensanchamientos 33 se some
tieron a cobreado. Los codos en U se presionaron contra los
tubos abocardados, utilizando las mismas condiciones de tem
20 peratura, pero aplicando la máxima presión que pudieran re
sistir los codos sin sufrir una deformación total, obtenién
dose uniones estancas.

25 EJEMPLO XIII

Utilizando esencialmente las mismas técnicas des
critas anteriormente, se han producido también uniones entre
piezas de aleación de aluminio LM 13 y otras aleaciones de
aluminio que tienen un punto de fusión que no es inferior
al de la aleación LM 13 con inclusión de HE 30, que contie
30 ne típicamente 0,10% máximo de Cu; de 0,5 a 1,2% de Mg; de

1 0,7 a 1,3% de Si; 0,5% máximo de Fe; de 0,4 a 1,0% de Mn;
 0,25% máximo de Cr; y el resto de Al; y LM 14 (aleación Y),
 que contiene típicamente de 3,5 a 4,5% de Cu; de 1,2 a 1,7%
 5 de Mg; de 1,8 a 2,3 de Ni; 0,6% máximo de Mn; 0,6% máximo
 de Si; 0,6% máximo de Fe; 0,2% máximo de Ti; 0,1% máximo de
 Zn; 0,05% máximo de Pb; 0,05% máximo de Sn; y el resto de
 Al. Se han producido uniones con una carga de rotura por
 tracción de aproximadamente 110 MNm^{-2} por calentamiento a
 10 530°C en un montaje de expansión diferencial.

EJEMPLO XIV

Se han producido también uniones entre IM 13 y una
 composición constituida por 60% de LM 14 (aleación Y) y 40%
 de alúmina, utilizando una temperatura máxima de 525°C. La
 15 resistencia máxima a la tracción de la unión fue de 102 MNm^{-2} .

EJEMPLO XV

Piezas de aleación de aluminio colada preparadas
 como en el Ejemplo I y que tenían configuraciones interiores
 20 huecas conformadas, se unieron entre sí en las mismas condi-
 ciones de temperatura y presión que en el Ejemplo I para
 producir un pistón 40 que tenía una galería de refrigeración
 anular hueca 41 tal como se muestra en la Fig. 8. Tal méto-
 do elimina la necesidad de las disposiciones de núcleo que
 se requieren actualmente en la colada de tales estructuras.
 25 La capa de cobre puede depositarse sobre una o más superfi-
 cies de las piezas a unir. En tal pistón, las piezas unidas
 pueden ser ambas de la misma aleación de aluminio de alto con-
 tenido de silicio o alternativamente una pieza puede ser de
 30 aleación IM 13 y la otra pieza de aleación IM 14.

EJEMPLO XVI

La invención se puede aplicar también a vehículos blindados en los que el blindaje esté constituido por planchas de aleación de aluminio con alto contenido de silicio.

- 5 Las planchas se preparan como en el Ejemplo I y se unen unas con otras en condiciones apropiadas de temperatura y presión de la manera ya descrita para formar una estructura compuesta del vehículo. Esto hace posible que la aleación de aluminio sea seleccionada por su robustez, propiedades balísticas
- 10 y resistencia a la corrosión, y no limita las aleaciones de aluminio a aquéllas que puedan soldarse satisfactoriamente por fusión.

EJEMPLO XVII

15 La invención puede aplicarse adicionalmente a la producción de una plancha de aleación de aluminio compuesta tal como se muestra en las Figuras 9 y 10, y de la cual una parte 34 tiene una serie de ranuras paralelas 35 y la otra parte 36 de la plancha está unida a la primera parte pa

20 ra cerrar las ranuras 35, como se muestra particularmente en la Figura 10. Las planchas se preparan como en el Ejemplo I y las dos partes se unen entre sí en las mismas condiciones de temperatura y presión que se han descrito anteriormente. Una tal plancha puede tener varias aplicaciones; por ejemplo,

25 puede formar parte del blindaje de un vehículo acorazado, y las ranuras se pueden utilizar bien sea para conducir diferentes fluidos a lo largo del vehículo, p. ej., fluidos hidráulicos, o para propósitos de refrigeración. Además de proveer canalizaciones para fluidos, tales ranuras pueden

30 mejorar las propiedades balísticas de las planchas, actuan-

1 do las superficies adicionales para amortiguar las ondas de
choque ocasionadas por los objetos que produzcan impactos
sobre las planchas.

5 EJEMPLO XVIII

Se prepararon probetas de ensayo de aluminio comer-
cialmente puro y aleación de aluminio, y se produjeron unio-
nes utilizando esencialmente las mismas técnicas que en el
Ejemplo I. En una serie de ensayos, probetas de ensayo de
10 aleación LM 13 se unieron a piezas de aluminio a temperatu-
ras comprendidas dentro del intervalo de 515 a 530°C, estan-
do chapada en algunos casos sólo una de las superficies a
unir con cobre, y estando chapadas en otros casos con cobre
ambas superficies. La temperatura estuvo determinada por el
15 punto de fusión de la pieza de punto de fusión más bajo.

EJEMPLO XIX

Las superficies a unir de varios pares separados
de probetas de ensayo de una pieza de aluminio comercialmen-
te puro y una pieza de aleación de aluminio; y dos piezas
20 de aleación de aluminio, se dotaron de las respectivas ros-
cas cooperantes y de un acabado superficial de aproximada-
mente 0,0013 mm CLA y se prepararon luego para la unión co-
mo en el Ejemplo I, estando una o las dos roscas cooperantes
chapadas con cobre. El espesor del cobreado, la temperatura
25 y el tiempo de permanencia para las probetas cuando las dos
piezas de aleación de aluminio eran de aleación LM 13 y alea-
ción LM 14 como en el Ejemplo XIII, y para las probetas for-
madas por piezas de aluminio y aleación de aluminio en las
30 que la aleación era LM 13 como en el Ejemplo XVIII, pero la

1 presión de contacto en todos estos casos estuvo proporcio-
nada por la acción de apriete de las roscas, no siendo pre-
ciso aplicar presión alguna que no fuese la debida a las
roscas.

5 EJEMPLO XX

Se prepararon probetas de ensayo de las clases in-
dicadas en cada uno de los Ejemplos I a XIX, utilizando
las mismas técnicas que en el Ejemplo I excepto que se em-
pleo una aleación rica en cobre como material de la capa
10 intermedia, en lugar de cobre.

Se apreciará que pueden hacerse diversas modifica-
ciones sin apartarse del alcance de la invención. Por ejem-
plo, se pueden utilizar materiales adecuados para la capa
intermedia que sean distintos del cobre y de las aleaciones
15 ricas en cobre.

20

25

30

REIVINDICACIONES

1
Los puntos de invención propia y nueva que se pre-
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de
Invención en España, por VEINTE años, son los que se reco-
gen en las reivindicaciones siguientes:

5
12.- Perfeccionamientos introducidos en una es-
tructura unida, que comprende dos piezas conformadas de
aleación de aluminio o, respectivamente de aluminio y alea-
ción de aluminio juntadas por una unión metalúrgica íntima,
10 siendo una de dichas piezas de una aleación de aluminio con
alto contenido en silicio y siendo la otra de dichas piezas
de aluminio o de una aleación de aluminio que tiene un pun-
to de fusión no inferior al de dicha aleación de aluminio,
con alto contenido en silicio, no deformándose significati-
vamente las piezas deformadas ni fundiéndose localmente du-
rante el proceso de unión.

15
21.- Perfeccionamientos según la reivindicación
12, según los cuales la estructura unida está en forma de
un pistón.

20
32.- Perfeccionamientos según la reivindicación
21, según los cuales las piezas unidas entre sí definen una
cavidad dentro del pistón.

25
42.- Perfeccionamientos según cualquiera de las
reivindicaciones 12 a 32, según los cuales dicha otra de
dichas piezas es de una aleación de aluminio de alto conte-
nido en silicio.

52.- Perfeccionamientos según cualquiera de las
reivindicaciones 12 a 32, según los cuales dicha otra de
dichas piezas es de aleación de aluminio LM14.

30
62.- Perfeccionamientos según cualquiera de las

1 reivindicaciones 1ª a 3ª, según las cuales dicha otra de dichas piezas es de aleación de aluminio HE30.

5 7ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, según los cuales la estructura unida está en la forma de un cambiador de calor.

8ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7ª, según las cuales el cambiador de calor es del tipo de placas.

10 9ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, según los cuales las piezas unidas comprenden aletas de radiador corrugadas y semi-tubos.

10ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, según los cuales la estructura está en forma de una junta de tubo abocardados.

15 11ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, según los cuales las piezas unidas comprenden una sección de tubo abocardado y una sección de tubo que tiene un codo en U.

20 12ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, según los cuales las piezas unidas comprenden dos placas de las cuales una está ranurada y la otra está unida a la placa ranurada para cerrar la ranura o ranuras.

25 13ª.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1ª ó 12ª, según los cuales la estructura está en la forma de una placa de blindaje en la que las piezas unidas son de aleación de aluminio.

30 14ª.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 6ª, según los cuales las piezas unidas tienen filetes de rosca cooperantes en sus superficies juntadas.

1

15º.- Perfeccionamientos introducidos en una estructura unida.

5

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

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

10

Madrid, 23.FEB.1978

P.A.

Fernando de CIZARDUEN
Por Poder

15

20

25

30

JGA.

P-64787

Fig.1

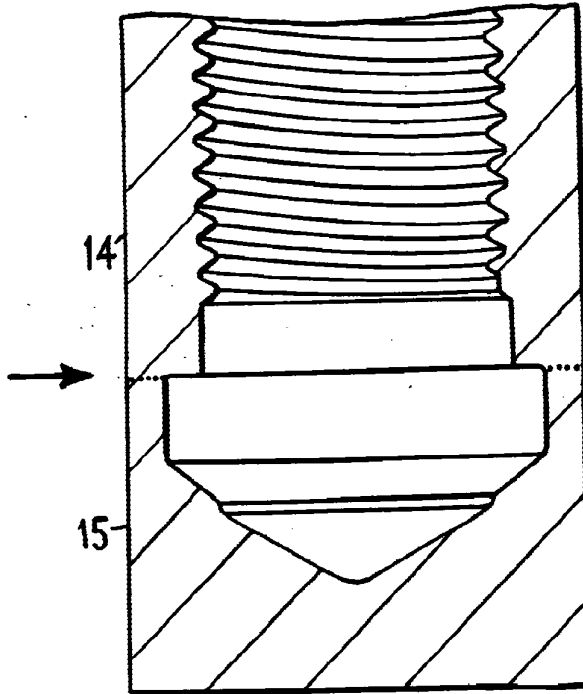
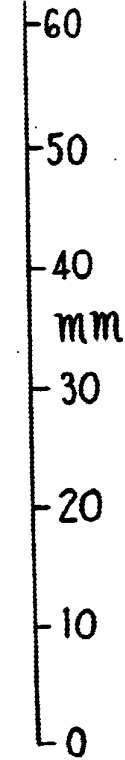
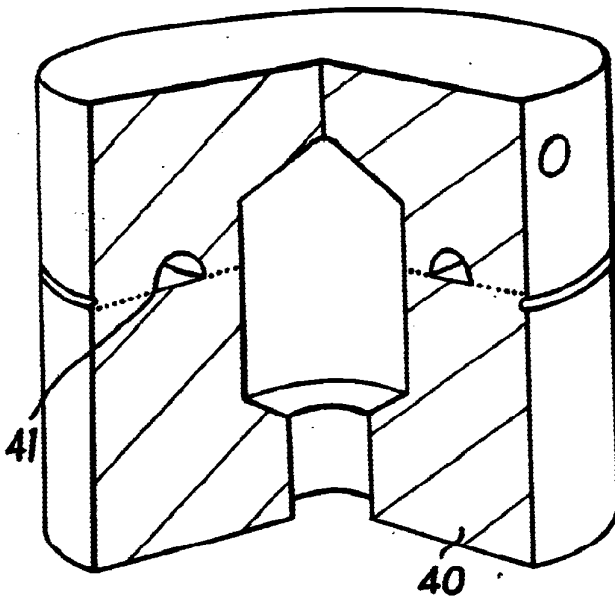
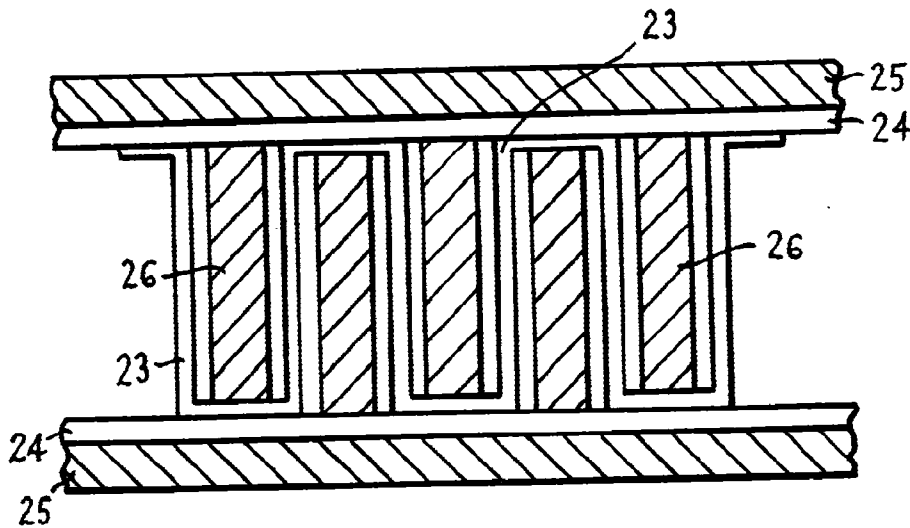
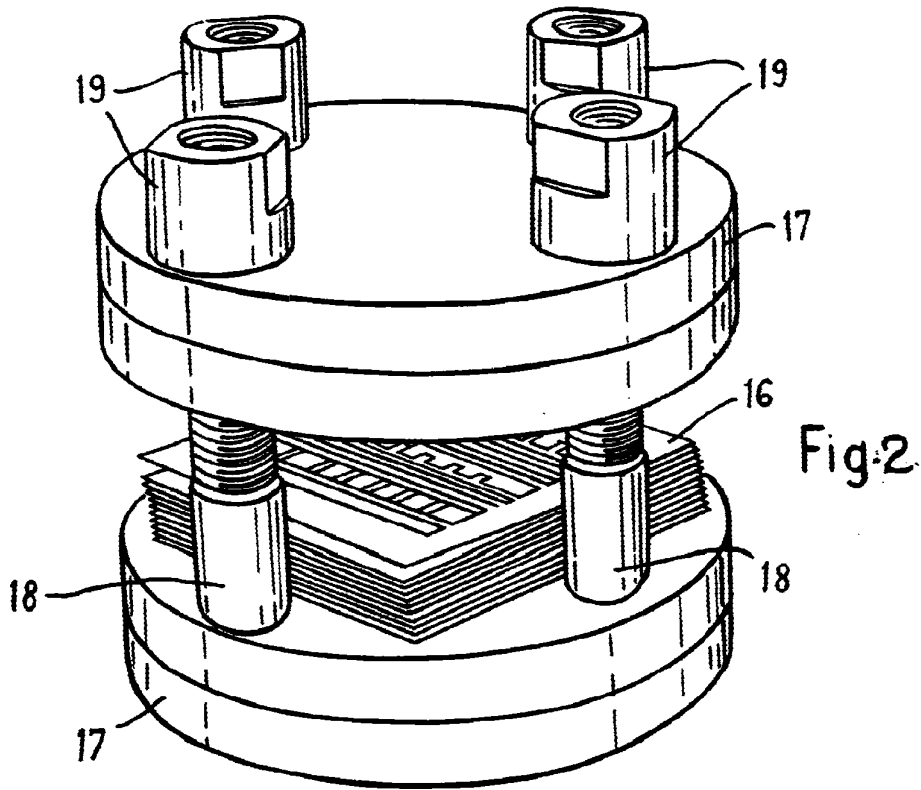


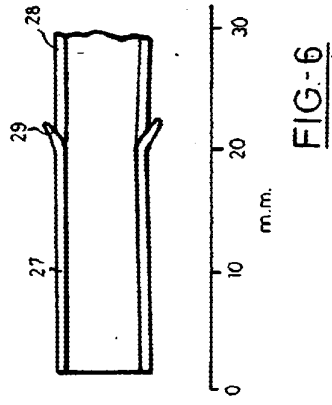
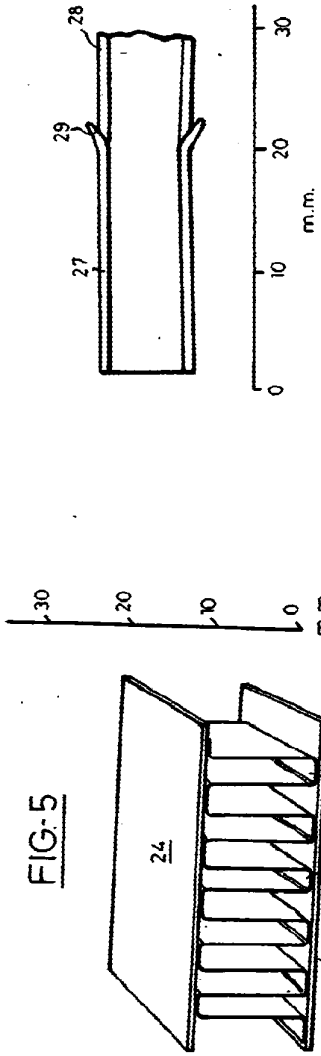
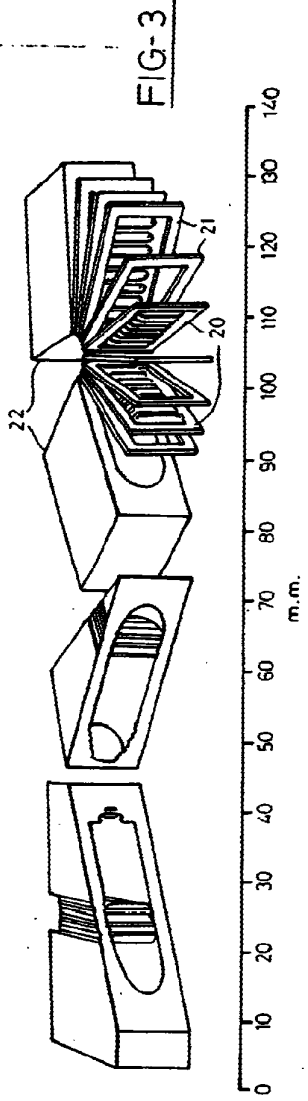
Fig.8



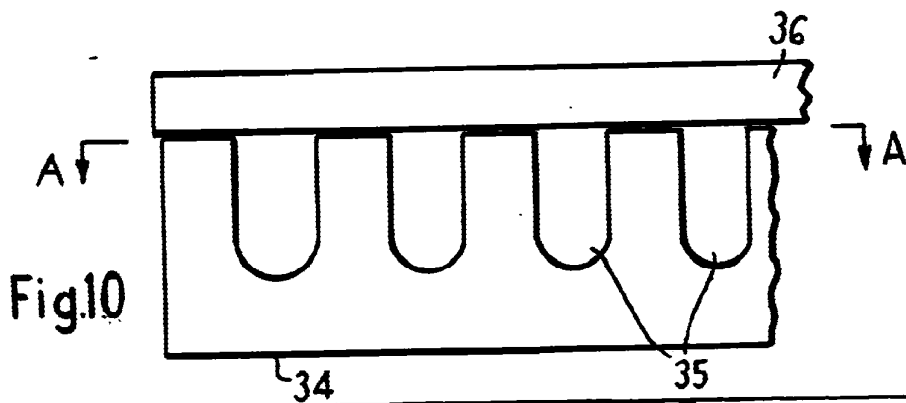
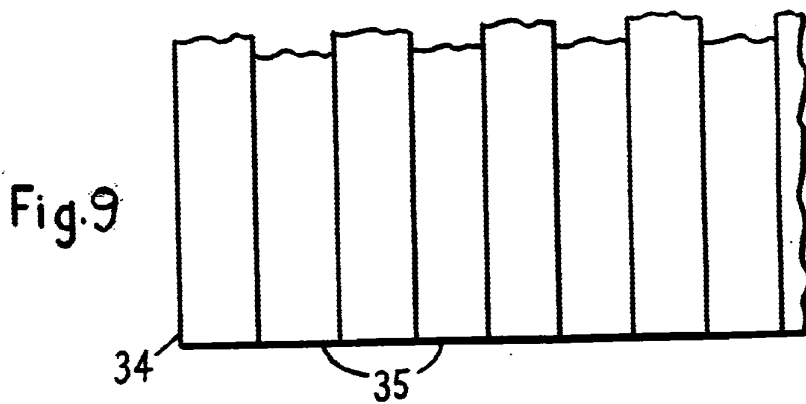
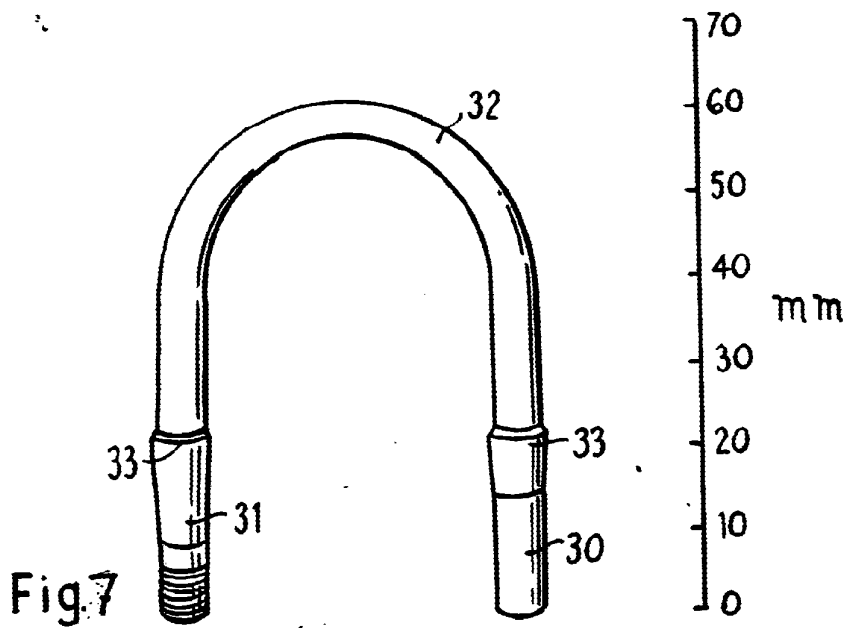
Fernando de Elizaburo
Pat. Prop.



Fernando de Elizaburu
Por Poder



Perinco de Elizaburu



Fernando de Elzaburo
Por Dicar.