

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

10 ES	11 NUMERO	10 A1
	21 452.604	
	22 FECHA DE PRESENTACION	
	22.10.76	

PATENTE DE INVENCION

50 PRIORIDADES:		
51 NUMERO	52 FECHA	53 PAIS
625.479	24.10.75	EE.UU.
625.480	24.10.75	"
47 FECHA DE PUBLICIDAD	61 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B23 K 26/00	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"UN METODO PERFECCIONADO PARA LA SOLDADURA CONTINUA CON COSTURA DE BANDAS DE MATERIAL EN CHAPA"		
71 SOLICITANTE (S)		
UNION CARBIDE CORPORATION		(L-9998-SP)
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
270 Park Avenue, Nueva York, Nueva York, 10017, Estados Unidos de América		
72 INVENTOR (ES)		
Joseph Desmond Adlam y Robert Francis Heile		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ		(P.- 64.218)

1 Este invento se refiere a un procedimiento
para la soldadura con costura continua de bandas de mate-
rial en chapa a alta velocidad, utilizando un rayo laser
como fuente de energía de soldadura, y a la soldadura pro-
5 ducida por tal procedimiento.

Con el fin de soldar con costura material
en chapa a elevados regímenes de velocidad lineal, deben
cumplirse dos condiciones. La energía de soldadura debe
ser entregada a las piezas de trabajo con una densidad ele-
10 vada, de modo que el calentamiento sea local, y la solda-
dura debe formarse rápidamente antes de que el calor se
disperse en la masa del metal. Hasta el presente, la com-
posición del material era particularmente importante para
controlar la velocidad de soldadura, especialmente cuando
15 el material era un metal conductor, tal como el aluminio.
En procesos usuales de soldadura con gas y soldadura eléc-
trica, la velocidad de soldadura está limitada a menos de
aproximadamente 12 metros por minuto, incluso para mate-
rial metálico de poco calibre, debido a que el calentamien-
20 to no es suficientemente local, perdiéndose una cantidad
sustancial del calor en la masa del metal y en el ambiente.
La soldadura por resistencia con alta frecuencia es capaz
de conseguir una velocidad elevada, en algunos casos de
90 a 120 metros por minuto, pero solamente en un número li-
25 mitado de configuraciones en las que el área de contacto
es estrecha y la energía de soldadura se concentra en el
área de contacto. Un haz de electrones proporciona una fuen-
te con una elevada densidad de energía pero exige un ambien-
te de trabajo al vacío para proporcionar un haz de elevada
30 densidad en una distancia razonable. De aquí que todos los

1 — procesos de soldadura conocidos hasta la fecha sean in-
trínsecamente incapaces de soldar piezas de trabajo a ve-
locidades de desplazamiento razonablemente elevada, de al
5 de trabajo de aluminio en chapa, o se vean dificultados
de otro modo por limitaciones específicas de configuración
y requisitos de montaje no prácticos.

Se ha descubierto, de acuerdo con el presen-
te invento, que puede establecerse una costura continua
10 soldada entre piezas de trabajo en movimiento, de material
en chapa, utilizando un rayo laser como fuente de energía
de soldadura, suponiendo que se cumplen ciertos requisitos
críticos. Los rayos laser se han empleado hasta ahora con
éxito como fuentes de energía de elevada potencia y de gran
15 densidad, para proporcionar soldaduras de penetración pro-
funda y para soldadura por puntos. En todas las aplicacio-
nes previas a aquéllas en que los laser han sido utiliza-
dos en el campo de la soldadura, la dirección de esta uti-
lización ha estado enfocada hacia una energía más elevada
20 para conseguir una penetración más profunda. El proceso del
presente invento no está limitado a una densidad de ener-
gía mínima específica. De hecho, la penetración a través
de la sección transversal de las piezas de trabajo es inde-
seable para el procedimiento de este invento, y para cier-
25 tas aplicaciones es perjudicial. En otras palabras, el pro-
cedimiento del presente invento producirá una costura sol-
dada entre las bandas de material en chapa que no es visi-
ble excepto en los extremos de la costura. Puede utilizar-
se cualquier fuente de laser aunque se producirá una pérdi-
30 da de velocidad de soldadura con una energía de laser redu

1 cida. Haciendo uso solamente de un laser de onda continua
de CO₂, de 1 kw, se han conseguido, con una calidad exce-
lente de la soldadura, velocidades de soldadura de hasta
150 metros por minuto.

5 También se ha descubierto que la soldadura
producida por el procedimiento del presente invento es una
"soldadura por fusión", definida en lo que sigue como coa-
lencia entre los materiales de base resultante de lle-
varlos a un estado fundido en la zona de fusión; y cuya
10 soldadura se caracteriza además por la ausencia de una "zo-
na afectada por el calor" (ZAC) en el material de base cir-
cundante. La ZAC es un término usual que se define como la
parte del metal de base adyacente a la zona de fusión que
no ha sido fundido, pero cuyas propiedades mecánicas o mi-
15 croestructura se han visto alteradas por el calor proceden-
te de la formación de la soldadura. La ausencia de una zo-
na ZAC rodeando a la zona de fusión se define, para los
propósitos del presente invento, como la imposibilidad de
detectar alteraciones microestructurales en un microscopio
20 óptico usual con un aumento de hasta 100x. En tales cir-
cunstancias, la extensión de cualesquiera alteraciones mi-
croestructurales sería menor que 0,010 mm. Todos los proce-
dimientos de soldadura conocidos hasta la fecha producen
una soldadura con una ZAC claramente distinguible, visible
25 en la mayoría de los casos a simple vista solamente. Las
soldaduras usuales conocidas por laser y por haz de elec-
trones dan como resultado una soldadura con una ZAC eviden-
te en microfotografías tomadas por un microscopio óptico
de 50 aumentos.

30 El método de soldar con costura continua mo

1 viendo las bandas de material de chapa de acuerdo con el
presente invento, comprende: dirigir al menos una de las
bandas en movimiento hacia la otra para formar una V con-
vergente entre las bandas en movimiento; aplicar una fuer-
5 za no nula en un lugar contiguo al punto en que convergen
dichas bandas en movimiento, de tal modo que las bandas en
movimiento se superpongan en contacto íntimo en el punto
de convergencia; y dirigir un rayo laser de energía a di-
cha V convergente, de tal modo que se establezca una costu-
10 ra soldada continua entre las bandas superpuestas en movi-
miento.

Además, se forma una soldadura de costura
continua que comprende una perla de soldadura por fusión
establecida entre dos materiales de base, caracterizada
15 por la ausencia de una zona afectada por el calor circun-
dante.

Se ha descubierto también, de acuerdo con
el presente invento, que cuando se requiere la utilización
óptima de la fuente de rayos laser, el rayo laser requeri-
20 do debe enfocarse sustancialmente dentro del plano de si-
metría y dentro de un margen estrecho de puntos focales
que se extiende solamente en dirección aguas abajo a par-
tir de, esencialmente, el punto de convergencia, hasta un
punto todavía más aguas abajo del mismo. Para los propósi-
25 tos de la presente descripción, la expresión "utilización
óptima de la fuente de rayos laser" quiere significar la
posibilidad de conseguir una soldadura continua con la ve-
locidad más alta posible, haciendo uso de la mínima canti-
dad de energía del rayo laser. La posibilidad de reducir
30 al mínimo la energía del laser y soldar sin embargo a ele-

1 - vada velocidad no debe subestimarse, ya que proporciona
una ventaja económica sustancial en relación con un siste
ma que, de otro modo, debe depender de una energía de la-
ser significativamente superior para conseguir una solda-
5 dura continua a alta velocidad.

En consecuencia, el principal objeto del
presente invento es proporcionar un procedimiento para sol-
dar chapas de material en banda en movimiento de alta ve-
locidad, haciendo uso de un reyo laser para establecer una
10 costura soldada entre las bandas en movimiento.

Otro objeto del presente invento es propor-
cionar una soldadura que comprende una perla de soldadura
por fución, caracterizada por la ausencia de una zona afec-
tada por el calor.

15 Otros objetivos y ventajas del presente in-
vento resultarán evidentes a partir de la siguiente des-
cripción detallada tomada en relación con los dibujos ane-
jos, en los que:

La figura 1 es una vista en planta del apa-
20 rato preferido para poner en práctica el procedimiento del
presente invento;

la figura 2 es una representación gráfica
de la calidad de soldadura en fusión del punto focal, ha-
ciendo uso de dos lentes diferentes de distinta distancia
25 focal, bajo un grupo por lo demás dado de parámetros del
proceso; y

las figuras 3a-3e son vistas de representa-
ción, ampliadas, de la V convergente formada entre dos ro-
dillos de presión para ilustrar los efectos de los siguien-
30 tes parámetros sobre el comportamiento de la soldadura:

1 - posición del punto focal, distancia focal y diámetros de los rodillos de presión.

La figura 1 ilustra un aparato para llevar a la práctica el proceso del presente invento. Dos bandas de material en chapa 10 y 12 son retiradas a partir de ca-
5 rretes de almacenamiento 14 y 16, una en dirección a otra, para formar una geometría de V convergente con las bandas 10 y 12 solapándose entre sí en el punto de convergencia 18. Las bandas 10 y 12 son impulsadas para que entren en
10 contacto por rodillos de presión A y B respectivamente. Por razones de simplicidad, se supondrá en la descripción siguiente que los rodillos de presión A y B son esencialmente no compresibles y, por tanto, no se deforman ni apla-
nan y que, como consecuencia, el punto de convergencia 18
15 se iguala o coincide con el punto de tangencia entre los rodillos de presión en este caso. Por "punto de convergen-
cia" se entiende el punto en que las bandas convergentes se ponen primero en contacto íntimo una con otra. Por "pun-
to de tangencia" se entiende el punto singular en que pue-
20 de justamente hacerse que dos rodillos de presión redon-
dos incompresibles se toquen uno a otro. En el caso de ro-
dillos de presión compresibles, el punto de tangencia puede definirse como el punto a mitad de camino en la lí-
nea de contacto formada por los rodillos.

25 Unos rodillos locos 20 y 22 pueden utilizarse para ayudar a manipular las bandas 10 y 12 y para mantener la tensión sobre las bandas a medida que son retira-
das de sus carretes. Aunque cada material en chapa 10 y 12 se representa en el aparato de la figura 1 consistiendo
30 en una banda enrollada de longitud continua, debe enten-

1 derse que las bandas de material en chapa 10 y 12 no es-
tán limitadas a la forma de banda de longitud continua.
Cuando las bandas de material en chapa tienen una longitud
finita, predeterminada, sería necesaria una disposición de
5 entrega alternativa para tratar las bandas, de preferencia
consecutivamente, a través de los dispositivos de rodillos
de presión A y B, respectivamente. Se conocen disposicio-
nes de entrega que pueden emplearse con un equipo usual
para hacer avanzar de manera continua y discontinua, y a
10 intervalos de tiempo controlados, material en banda de lon-
gitud finita de una manera que se conforme al procedimien-
to del presente invento.

Para poner en práctica el procedimiento del
presente invento, las bandas 10 y 12 pueden ser de cual-
15 quier metal o composición de plástico aunque la composición
de cada una debe ser sustancialmente compatible con la de
la otra. Además, las propiedades del material en chapa,
tal como su conductividad y su difusividad térmica, no cons-
tituyen una limitación. De aquí, que el procedimiento re-
20 sulte particularmente adecuado para soldar metales conduc-
tores, tales como aluminio y cobre. Además, el espesor del
material está limitado solamente por consideraciones prác-
ticas de manipulación y de velocidad. Como tal mediante el
procedimiento del presente invento puede soldarse fácilmen-
25 te material en chapa comprendido entre un calibre de hoja
muy delgado, de solamente 0,025 mm de espesor, hasta espe-
sores de chapa de hasta 6,35 mm.

Las bandas 10 y 12 son retiradas a través
de los rodillos de presión A y B por dispositivos de trac-
30 ción 24 y 26, que tiran de las bandas aguas abajo del pun-

1 to de convergencia 18 y a lo largo de una trayectoria pre
determinada, y de preferencia invariable, en la dirección
representada por las flechas en la figura 1. Aunque se
5 prefiere tirar de las bandas 10 y 12 a través de los rodi-
llos de presión A y B desde un punto aguas abajo de los
mismos, las bandas pueden ser hechas avanzar desde aguas
arriba de los rodillos de presión o, alternativamente, ac-
cionando los propios rodillos de presión. La velocidad a
que son impulsadas las bandas a través de los rodillos A y
10 B es una variable del procedimiento que resulta influencia-
da de una manera que se describirá con más detalle en esta
memoria.

Una fuente usual de energía de laser 30 ge-
nera un rayo laser 32 que es enfocado ópticamente por una
15 lente 34 u otro medio óptico usual, en la V convergente for-
mada entre las bandas en movimiento 10 y 12, respectivamen-
te. La energía del laser 32 no constituye un factor críti-
co para establecer una costura soldada entre las bandas en
movimiento; sin embargo, es una de las variables de control
20 para determinar la velocidad de desplazamiento máxima a la
que puede realizarse una soldadura continua. Para cualquier
laser de potencia dada existe una relación óptima entre la
distancia focal, la posición del punto focal con relación
al punto de convergencia, el diámetro del rayo, la orienta-
25 ción del rayo, el diámetro de los rodillos de presión y la
velocidad de soldadura, que producirá una soldadura de ca-
lidad aceptable. De hecho, el enfoque apropiado del rayo
laser 32 en la V convergente es esencial si se quiere obte-
ner una soldadura independiente en todo momento de la ener-
30 gía del laser. Además, mediante un enfoque apropiado de

1 acuerdo con el presente invento, puede conseguirse la utilización óptima de la energía del rayo laser. El enfoque del rayo laser se describirá con más detalle en esta memoria en relación con las figuras 2 y 3.

5 Los rodillos de presión A y B realizan una función crítica en combinación con un enfoque apropiado del rayo laser para poner en práctica el procedimiento del presente invento. Se ha determinado que las bandas 10 y 12 no deben apoyar a tope solamente una contra otra en relación íntima en el punto de convergencia 18 sino que, además, debe existir al menos una fuerza de compresión nominal contra las bandas en tal lugar. Una total ausencia de presión dará como resultado un fallo total en la consecución de una soldadura continua entre las bandas en movimiento, incluso a velocidades sustancialmente reducidas con variables del proceso, por lo demás, óptimas. La magnitud de la fuerza de compresión no parece ser importante siempre que se aplique al menos una cierta presión positiva. Una presión excesiva constituye, de hecho, una desventaja y puede provocar una deformación física.

15 Debe entenderse que la soldadura que ha de formarse entre las bandas en movimiento, debe presentar continuidad durante el avance de las bandas. Una falta de continuidad de la costura, a los efectos de esta descripción, es equivalente a la ausencia total de soldadura. La continuidad de la soldadura puede establecerse, simplemente, por inspección visual o ensayando bajo presión la costura en busca de pérdidas. Evidentemente, la calidad de la soldadura dependerá de la satisfacción de, por lo menos, ciertos requisitos mínimos de presión, lo que dependerá a

20

25

30

1 su vez de la aplicación de las bandas soldadas.

Los rodillos de presión A y B son, de preferencia, rodillos de compresión usuales con una periferia circular y una elasticidad predeterminada. Pueden emplearse otros medios suponiendo que los mismos adopten un contorno curvilíneo a medida que cada uno se aproxime al punto de convergencia. Para conseguir una simetría bilateral de la soldadura, los diámetros de los rodillos de presión A y B son iguales.

10 Las figuras 2 y 3 indican la importancia del enfoque y del diámetro de los rodillos de presión A y B para la calidad de la soldadura.

Para realizar una soldadura, el rayo laser debe enfocarse en la V convergente, sustancialmente en torno al punto de convergencia. Como se ha señalado antes, puede suponerse que el punto de convergencia coincide con el punto de tangencia siempre que los rodillos de presión A y B sean esencialmente no compresibles. Sin embargo, en la práctica real, se prefiere emplear rodillos de compresión elásticos que se deformarán o aplanarán en o alrededor del punto en donde los rodillos hacen contacto con las bandas 10 y 12. Esta deformación o aplanamiento de los rodillos hace que el punto en el que convergen las bandas 10 y 12 se desplace o se sitúe realmente por sí mismo en una posición alejada del punto de tangencia, de modo que el punto de convergencia entre las bandas 10 y 12 queda realmente ahora en la dirección de aguas arriba.

La latitud que puede adoptarse en el enfoque del rayo laser depende principalmente de la distancia focal, del diámetro del rayo, del diámetro del rodillo de

1 -compresión y de la velocidad que ha de alcanzarse. Las fi-
guras 2 y 3a-e son el resultado de varios ensayos que fue-
ron realizados utilizando un laser de 10,6 micras de onda
continua, de CO₂ y de 1 kw, que tiene un rayo de salida en
5 modo TEM₀₀, con un diámetro de 12,7 mm, que se enfocó a
través de una lente óptica con una distancia focal de 6,35
cm y de otra lente con una distancia focal de 9,52 cm res-
pectivamente, hasta alcanzar un diámetro de traza focal de
aproximadamente 0,10 mm en los puntos focales f1, f2 y f3.
10 Se utilizaron varias posiciones de punto focal adicionales
con relación al punto de tangencia, para establecer el con-
torno para la representación gráfica de la figura 2. La ex-
trapolación de las figuras 2 y 3 establece la importancia
de los siguientes criterios para la soldadura con costura
15 continua a alta velocidad, de más de, por lo menos, 30 me-
tros por minuto:

(a) El rayo laser debe introducirse sustan-
cialmente a lo largo del "plano de simetría" que, en lo que
sigue, se define como el plano que pasa por el punto de tan-
20 gencia 18 entre los rodillos de presión A y B, y que es per-
pendicular a y biseca la línea más corta que puede trazarse
entre los centros de los ejes de los rodillos de presión
A y B. Cuando el rayo laser está desplazado del plano de si-
metría, pero se encuentra en un plano que es paralelo al
25 plano de simetría, se forma entre las bandas una soldadura
no simétrica. La magnitud de la asimetría es directamente
proporcional al desplazamiento. Sin embargo, la posición
del rayo dentro del plano de simetría es ajustable en un am-
plio margen, de hasta al menos $\pm 30^\circ$, siempre que el punto
30 focal se mantenga de manera relativamente precisa, como se

1 - explicará en lo que sigue;

(b) Si no se requiere una utilización ópti-
ma de la fuente del rayo laser, y éste tiene energía sufi-
ciente, entonces el punto focal puede situarse sustancial-
5 mente en torno al punto de convergencia 18. Sin embargo,
si se desea una utilización óptima, entonces el punto fo-
cal del laser debe mantenerse dentro de un estrecho margen
de puntos focales, que van desde esencialmente el punto de
convergencia hasta un lugar situado aguas abajo del mismo.
10 Como se ha señalado antes, la expresión "utilización ópti-
ma", para los fines de la presente memoria, significa la
posibilidad de conseguir una soldadura continua con la má-
xima velocidad posible, haciendo uso de la menor cantidad
de energía para el rayo laser. La posición focal relativa
15 al punto de tangencia en función de la presión, se ilustra
en la figura 2 para una lente de 6,35 cm y para una lente
de 9,52 cm de distancia focal, respectivamente, con un diá-
metro del rayo de 12,7 mm. Se comprenderá que el gráfico
mostrado en la figura 2 representa el caso en que los ro-
20 dillos de presión A y B son no compresibles y, por tanto,
el punto de tangencia y el punto de convergencia son equi-
valentes. Cuando no ocurra esto, la posición del punto fo-
cal no puede referirse al punto de tangencia como sucede
en la figura 2, sino que, por el contrario, ha de referir-
25 se directamente al punto de convergencia. El margen de pun-
to focal en el que se establece una costura soldada conti-
nua, no interrumpida, aceptable, entre las bandas en movi-
miento, variará con los cambios de los parámetros del pro-
cedimiento. Para el laser de CO_2 de 1 kw, descrito en lo
30 que antecede y enfocado dentro del plano de simetría en dos

1 - bandas de aluminio que se mueven a una velocidad de, por
lo menos, 120 metros por minuto, con rodillos de presión
A y B de 28,5 mm de diámetro, el margen de punto focal acep-
table es de sólo, aproximadamente, 1,77 mm de ancho para la
5 lente de 6,35 cm de distancia focal, y de aproximadamente
3,30 mm de ancho para la lente de 9,52 cm de distancia fo-
cal: De manera interesante y muy sorprendente, el margen
de punto focal se extiende desde aproximadamente el punto
de convergencia, solamente en dirección aguas abajo. El
10 margen de punto focal puede ampliarse reduciendo el diáme-
tro de los rodillos de presión A y B y/o la velocidad ope-
racional y/o aumentando la energía del rayo laser o la dis-
tancia focal, o ambas. Sin embargo, se postula que para
operación a alta velocidad, no puede establecerse una sol-
15 dadura aceptable entre las bandas sin enfocar el haz a un
punto focal que se encuentra, sustancialmente, en el punto
de convergencia o más allá de él, es decir, aguas abajo del
mismo, incluso con un rayo laser de energía sustancialmen-
te superior;

20 (c) El paso de un rayo laser, que tiene una
geometría cónica, a una geometría en V convergente, forma-
da entre las bandas de material 10 y 12 que avanzan, res-
pectivamente, puede provocar cierto recorte del rayo, de-
pendiendo el tamaño del cono de luz convergente, es decir,
25 distancia focal, posición del punto focal y diámetro de los
rodillos de presión. Para las posiciones del punto focal
indicadas en lo que antecede, resultó inevitable el recor-
te del rayo laser por los rodillos de presión. En ciertas
circunstancias, el recorte puede ser, de hecho, deseable.
30 Una vez que el rayo laser choca contra el rodillo de pre-

1 sión, una parte de la energía del rayo será reflejada a la
V convergente y, de allí, a la zona de soldadura activa,
una parte será absorbida por las bandas en movimiento y
aparece como calor, y una parte se dispersará de manera di-
5 fusa y se perderá. Cuanto más lejos del punto de convergen-
cia se produzca el recorte del rayo, mayor será la fracción
de energía del rayo laser que se pierda.

Las relaciones entre el recorte, si se pro-
duce, la posición del punto focal, el diámetro del rodillo
10 de presión y la distancia focal, se muestran en las figu-
ras 3a-3e, en donde el diámetro de ambos rodillos de pre-
sión A y B se cambió, partiendo de un diámetro de 28,5 mm
yendo hasta un diámetro de 50 mm, y la lente óptica 34 se
desplazó a lo largo del eje óptico y se varió la distancia
15 focal de 6,35 cm a 9,52 cm, para establecer las posiciones
f1, f2 y f3, respectivamente, del punto focal. Debe enten-
derse que la referencia al diámetro de los rodillos de pre-
sión A y B se pretende que abarque el espesor adicional pro-
porcionado por las bandas 10 y 12. En cada caso, el diáme-
20 tro del rayo laser fue de 12,7 mm. Para una posición f1 de
punto focal que termina aguas abajo del punto de tangencia
18, como se muestra en las figuras 3a y 3b, el recorte ocu-
rrió en el punto C, con los rodillos de presión A y B de
28,57 mm de diámetro y con una lente de 6,35 cm de distan-
25 cia focal, como se muestra en la figura 3a, y en el punto
D con los rodillos de presión A y B de 5 cm de diámetro y
con la lente de igual distancia focal, como se muestra en
la figura 3b. Con una posición f2 de punto focal que termi-
na en el punto de tangencia 18 como se muestra en la figu-
30 ra 3c utilizando la misma lente de 6,35 cm de distancia fo

1 cal y los rodillos de presión A y B de 5 cm de diámetro,
el recorte ocurre en el punto E. Con un rayo de 12,7 mm
de diámetro y una lente de 9,52 cm de distancia focal, en
5 focada en la posición f1 de punto focal, como se muestra
en la figura 3d, empleando rodillos de presión A y B de
28,57 mm de diámetro, el recorte ocurrió en el punto F,
que está más cerca del punto de tangencia que los puntos
C, D y E. Esto justifica el hecho de que la magnitud del
recorte del rayo pueda reducirse aumentando la distancia
10 focal. La evaluación empírica de las soldaduras de las fi-
guras 3 (a-d) establece que para una lente con una distan-
cia focal de 6,35 cm, se consiguió una soldadura de la me-
jor calidad utilizando los rodillos de presión de menor
diámetro y, para la lente con una distancia focal de 9,52
15 cm, se obtuvo una soldadura superior en un margen más am-
plio utilizando los rodillos de presión de menor diámetro.
De aquí que, en condiciones por lo demás dadas, los rodi-
llos de presión de diámetro menor darán como resultado un
mayor rendimiento de energía. Si el recorte se mantiene lo
20 suficientemente próximo al punto de convergencia, la geo-
metría en V canalizará efectivamente la energía del rayo
laser a la zona de soldadura. La tercera posición f3 de
punto focal, como se muestra en la figura 3e, fue estable-
cida con un rayo de 12,7 mm de diámetro, una lente de 6,35
25 mm de distancia focal y rodillos de presión A y B de 28,57
cm de diámetro y termina en un lugar que precede justamen-
te al punto de tangencia 18, es decir, ligeramente aguas
arriba del punto de tangencia. De aquí que, a pesar del he-
cho de que no se produzca recorte y no obstante la proxi-
30 midad del punto focal al punto de tangencia 18, no pueda

1 obtenerse una soldadura continua. En consecuencia, la energía del rayo laser no es casi tan importante para conseguir una soldadura continua, como la localización del punto focal, el tamaño del cono de luz convergente determinado por
5 la distancia focal y el diámetro del rayo, y el diámetro de los rodillos de presión, como se ha explicado en lo que antecede en los párrafos (a), (b) y (c), respectivamente, cuando se requiere una utilización óptima de la fuente de rayo laser. Además, las propiedades de la geometría de V
10 convergente, permiten una absorción más efectiva de la energía del rayo laser, dando como resultado velocidades de soldadura más elevadas, y actúa para inhibir el apelo-tonamiento del material soldado. Este último constituye un problema comúnmente asociado con las técnicas de soldadura
15 borde con borde en material de sección delgada.

La descripción anterior supone, naturalmente, que los rodillos de presión A y B son no elásticos. Si los rodillos son elásticos, el punto focal puede moverse
20 aguas arriba del punto de tangencia, lo que reducirá el recorte, pero el punto focal se puede mantener todavía en o aguas abajo del punto de convergencia. Se verá que esto ayuda a mantener el recorte suficientemente cerca del punto de convergencia de una forma muy parecida a aumentar la distancia focal o reducir el diámetro de los rodillos. Un recorte
25 excesivo es indeseable debido a que da por resultado un precalentamiento inútil de una gran cantidad de material que no se fundirá o derretirá nunca.

Se realizaron microfotografías de la soldadura producida por el procedimiento del presente invento em
30 pleando un laser de CO₂ de 1 kw, como se ha definido hasta

1 ahora y en condiciones que satisfacen los criterios defi-
nidos en lo que antecede, en bandas de aluminio en chapa
de 0,15 mm de espesor, y a una velocidad de 120 metros por
5 tros por minuto en otro caso. Las microfotografías se to-
maron utilizando un microscopio óptico usual, con un aumen-
to de 100x. La soldadura, en cada caso, tiene una microes-
tructura que es característica de todas las soldaduras por
10 fusión, pero no evidencia una zona afectada por calor bajo
tal aumento. Una zona afectada por calor, como se explicó
en lo que antecede, es visible a simple vista. Las micro-
fotografías citadas mostraban la soldadura longitudinalmen-
te para ilustrar la continuidad de la misma a lo largo de
la costura, así como en sección transversal. La soldadura
15 obtenida a 120 metros por minuto es más circular, en sec-
ción transversal, que la obtenida a 150 metros por minuto,
como resulta evidente de una comparación de las microfoto-
grafías. Ambas soldaduras son simétricas y tienen un espe-
sor de sólo una fracción del espesor de la banda. De hecho,
20 el espesor de la soldadura es esencialmente independiente
del espesor de la banda.

Los ejemplos antes referidos se relacionan
con material de aluminio en banda. Se ensayaron otros com-
posiciones de material en banda, que justifican la aplica-
25 bilidad del procedimiento a acero al carbono, acero inoxi-
dable, cobre, latón y materiales no similares, representa-
dos por combinaciones de los metales especificados aquí,
todas las cuales dieron como resultado soldaduras continuas,
igualmente satisfactorias. En consecuencia, el invento, tal
30 como se ha descrito y se reivindica en esta memoria, no de

1 be considerarse como limitado a cualquier composición es-
pecífica de material en banda. Además, la soldadura produ-
cida para cada caso, excepto el acero inoxidable y el ace-
ro al carbono, se caracterizaba por la ausencia de zona
5 afectada por calor.

Ha de entenderse que son posibles muchas va-
riaciones al poner en práctica el presente invento. Por
ejemplo, aunque la figura 1 describe el sistema preferido
con el rayo laser dirigido sustancialmente dentro del pla-
10 no de simetría y con un componente vectorial principal en
la dirección de desplazamiento, una realización alternati-
va sería situar en posición las bandas para formar una con-
figuración en V y, luego, mover las bandas con relación al
rayo laser de tal manera que, vectorialmente, la componen-
15 te principal del rayo fuese perpendicular a la dirección de
desplazamiento.

20

25

30

REIVINDICACIONES

1
5
Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10
15
20
1.^a.- Un método perfeccionado para la soldadura continua con costura de bandas de material en chapa mientras las bandas se encuentran en movimiento, que comprende las operaciones de: (a) dirigir por lo menos una de las bandas en movimiento hacia la otra para formar una V convergente entre las bandas en movimiento; (b) aplicar una fuerza superior a 0 kg en un lugar contiguo al punto en que convergen dichas bandas en movimiento, de tal modo que las bandas en movimiento se superpongan en íntimo contacto en el punto de convergencia; y (c) dirigir un rayo laser de energía a dicha V convergente, de tal modo que se establezca una costura soldada entre las bandas sobrepuestas.

2.^a.- Un método según la reivindicación 1.^a, en el que dicho rayo laser es enfocado sustancialmente dentro del plano de simetría.

25
3.^a.- Un método según la reivindicación 2.^a, en el que dicha presión se aplica introduciendo dichas bandas en movimiento entre dos rodillos de presión, siendo el punto de convergencia igual al punto de tangencia entre dichos rodillos.

30
4.^a.- Un método según la reivindicación 3.^a, en

1 el que el rayo laser se dirige de manera sustancial aproximadamente al punto de convergencia.

5 5^a.- Un método según la reivindicación 4^a, en el que las bandas se desplazan a una velocidad de, por lo menos 30 metros por minuto.

6^a.- Un método según la reivindicación 5^a, en el que las bandas son de aluminio.

7^a.- Un método según la reivindicación 5^a, en el que las bandas son de acero inoxidable.

10 8^a.- Un método según la reivindicación 5^a, en el que las bandas son de cobre.

9^a.- Un método según la reivindicación 5^a, en el que las bandas son de latón.

15 10^a.- Un método según la reivindicación 5^a, en el que las bandas son de acero al carbono.

11^a.- Un método según la reivindicación 5^a, en el que las bandas son de metales diferentes, seleccionados del grupo consistente en: aluminio, cobre, latón, acero al carbono y acero inoxidable.

20 12^a.- Un método según la reivindicación 1^a, en el que dicho rayo laser se encuentra sustancialmente dentro del plano de simetría entre las bandas en movimiento, con su componente principal en la dirección de desplazamiento.

25 13^a.- Un método según la reivindicación 12^a, en el que dicho rayo laser se encuentra sustancialmente dentro del plano de simetría entre las bandas en movimiento, con su componente principal perpendicular a la dirección de desplazamiento.

30 14^a.- Un método perfeccionado para la solda

1 - dura continua con costura de bandas de material en chapa.

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.

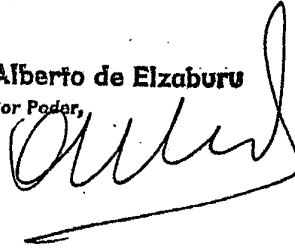
5 Esta Memoria consta de veintiuna hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 01.OCT.1977

P.A.

Alberto de Elzaburu

Por Poder,



10

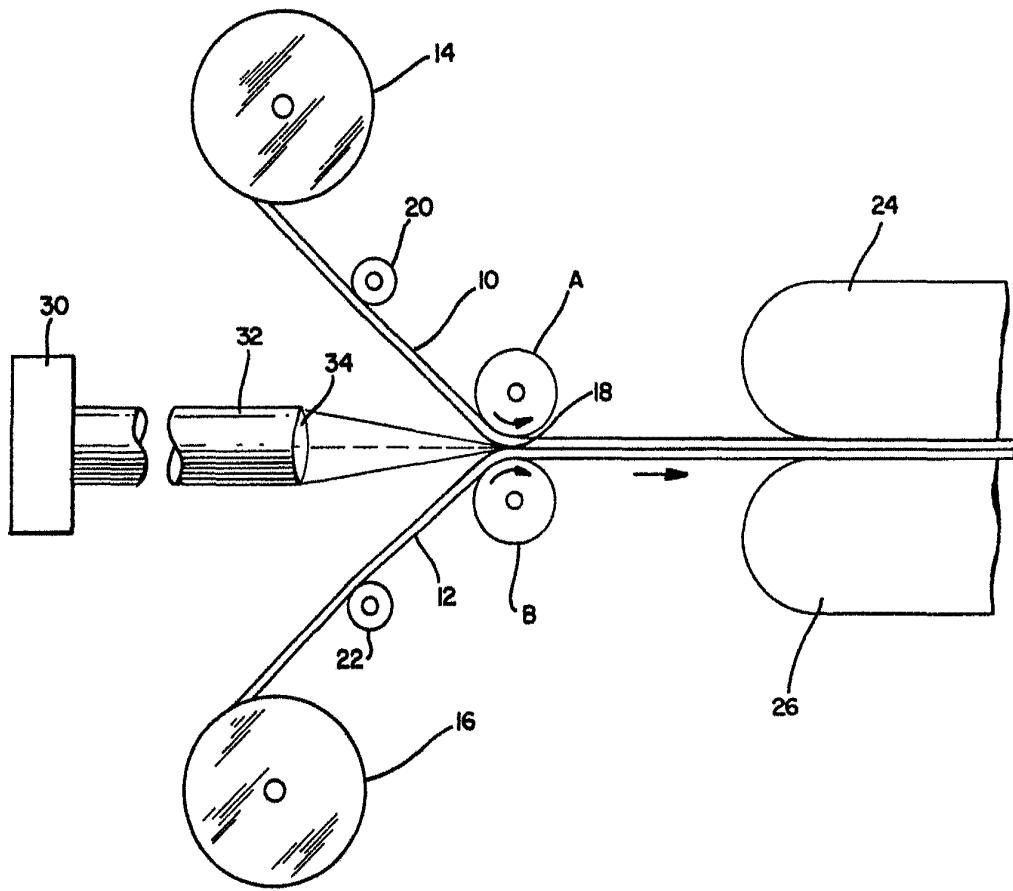
15

20

25

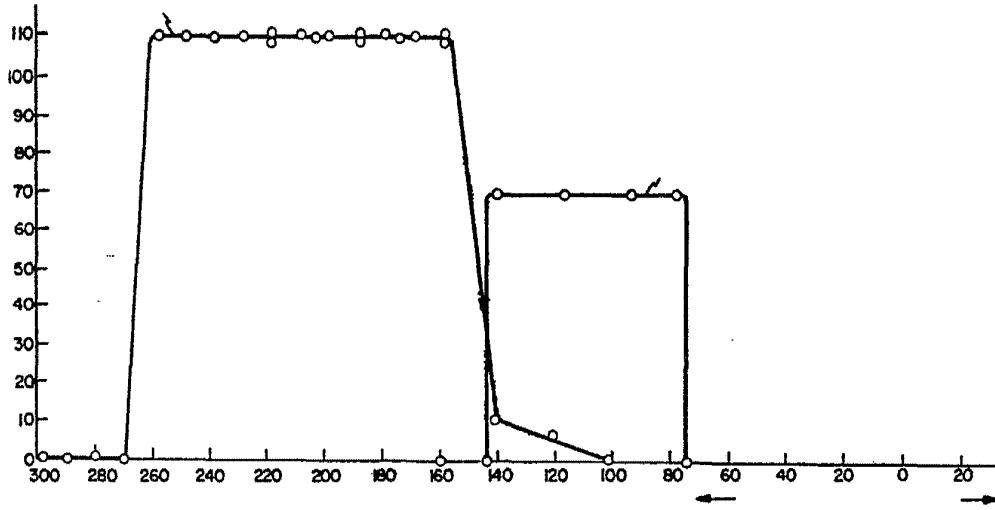
30

FIG. 1



Alberto de Elzoburu
Por Poder

FIG. 2



Alberto de Elzaburu
For Podex

FIG. 3a

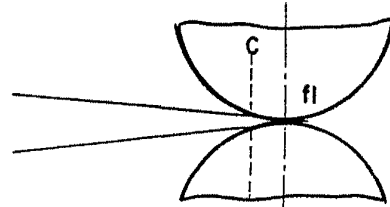


FIG. 3b

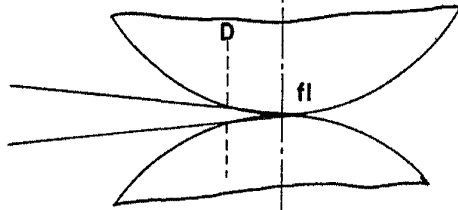


FIG. 3c

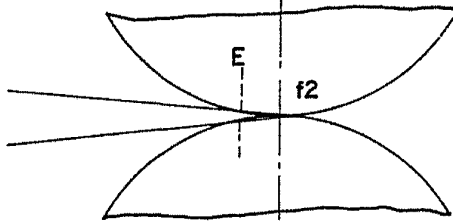


FIG. 3d

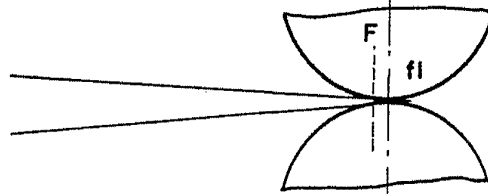
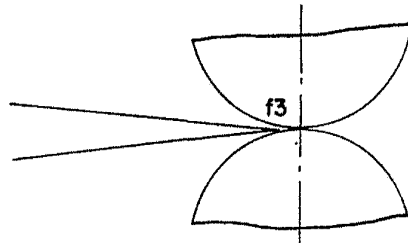


FIG. 3e



Alberto de Elzaburu
Por Poder
Alberto de Elzaburu
1964

Alberto de Eizaburu
Por Párrafo

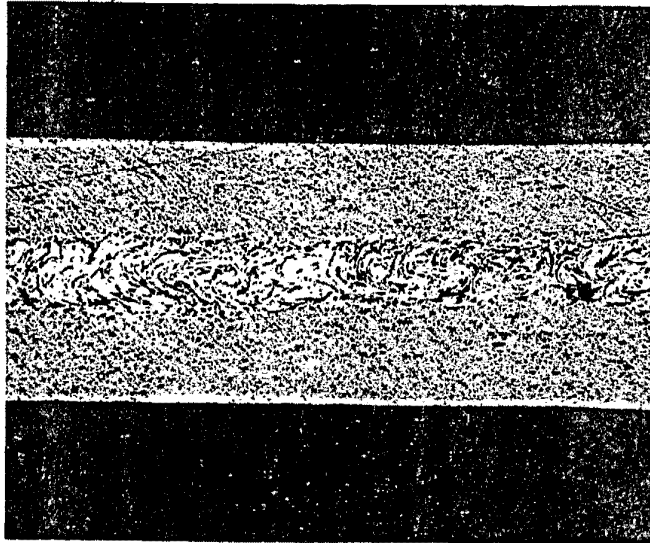
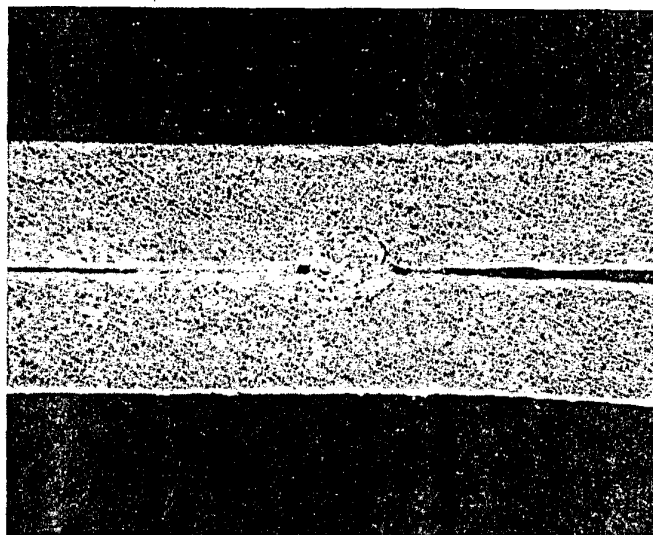


FIG. 4a

FIG. 4b



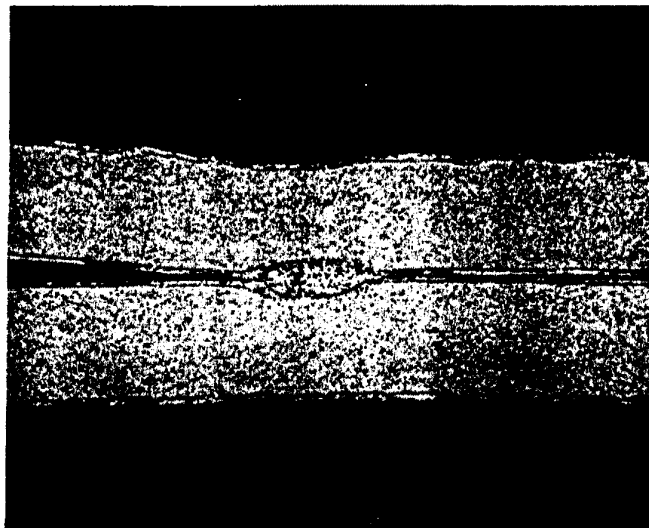
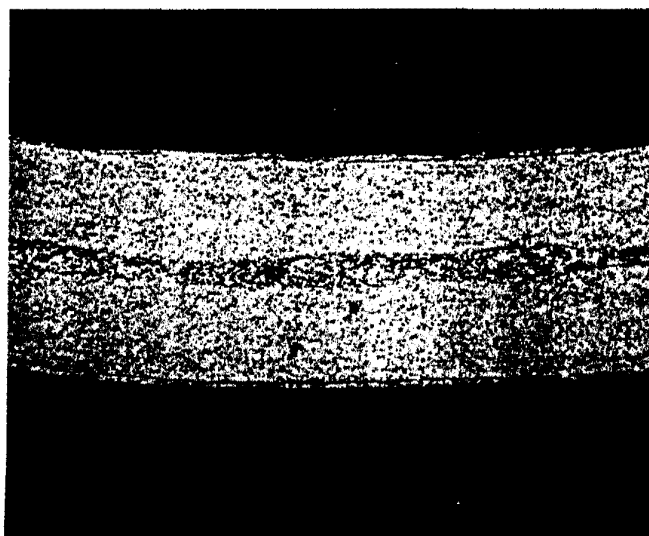


FIG. 5b

FIG. 5a



Alberto de Elizabetu
For Poder