

416138

F.C. 23-6-75



Int. Cl.: C21D 25

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a una solicitud de patente de invención por veinte años, para España y sus Posesiones, por

PROCEDIMIENTO DE RECOCIDO CONTINUO PARA LA OBTENCION DE LAMINAS DE ACERO REDUCIDAS EN FRIO.

Solicitante : NIPPON KOKAN KABUSHIKI KAISHA

Nacionalidad : Japonesa

Residencia : Tokio, Japón.

Domicilio : Nº 1-3, 4-Chome, Ootemachi, Chiyoda-ku.

Prioridad : Solicitud de patente japonesa nº 61813/72 de 22 de junio de 1972.

416138

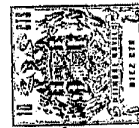
MEMORIA DESCRIPTIVA



5 La presente invención se refiere a un perfeccionamiento en el método de recocido continuo para obtención de láminas de acero reducidas en frío, adecuado para trabajos generales de estampación y más especialmente se refiere a un ciclo de calentamiento basado en la temperatura de arranque más adecuada del rápido enfriamiento con objeto de proporcionar a la lámina de acero buena conformación en la prensa, es decir, un índice superior de endurecimiento por acritud, e índice inferior apropiado.

10 El recocido continuo se caracteriza principalmente por su productividad extremadamente elevada si se compara con el recocido llamado en caja. Ello se debe a su permanencia más corta en el horno o al ritmo más rápido de enfriamiento. Sin embargo, el método puede llegar a no ser efectivo en la resistencia al envejecimiento o a la conformación en prensa, por tal causa. Así era corriente que este método no se emplease en un proceso de recocido para láminas de acero destinadas a trabajos de estirado. No obstante es cierto que tal proceso de recocido continuo puede incorporar una productividad mayor y una superior calidad más uniforme en la lámina de acero, que no se consiguen con el procedimiento convencional del recocido continuo. Es obvio señalar, por tanto, que ello presenta un valor de utilización inesperado y sin precedentes, si este proceso pudiera emplearse realmente en la obtención de láminas de acero para servicios de estirado.

15 Se han hecho hasta ahora varios ensayos en vista de lo que se acaba de exponer. Un ejemplo demostrativo y básico se conoce en EE.UU. del cual se derivan otros métodos y perfeccionamientos. El ciclo de calentamiento es tal que la banda de acero recocida en frío se calienta hasta 1.250°C - 1.300°C (677-705°F) y es rápidamente enfriada por debajo de los 1.000 ° F.(538°C) manteniéndose luego entre 427 - 538 ° C durante más de 30 segundos. Sin embargo, la lámina de acero así obtenida fue innegablemente inferior a las de



35 acero convencional obtenidas por el proceso del recocido discontinuo, en su aptitud para la conformación en prensa, particularmente en el índice de endurecimiento por acritud, es decir, valor n. Ello
40 fué atribuible a lo inesperado del ritmo de enfriamiento establecido, de la temperatura de arranque del rápido enfriamiento correspondiente al citado ritmo, y al tratamiento de precipitación al carbono. Otros muchos perfeccionamientos hechos sobre este procedimiento presentaron también defectos similares, desviando así la
45 aplicación práctica del proceso en la producción real de láminas de acero.

La presente invención tiene por finalidad romper con tal situación estanca, y se caracteriza porque la temperatura de arranque del enfriamiento rápido, tras el calentamiento, y el ritmo del
45 rápido enfriamiento a partir de dicha temperatura, se controlan en forma óptima. El ciclo de calentamiento según la invención varía considerablemente, dependiendo del ritmo de enfriamiento rápido establecido. Es decir, cuando se establece $300^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}/\text{seg.}$ como el citado ritmo de enfriamiento, la mencionada temperatura de arranque debe estar entre la gama de $600 - 850^{\circ}\text{C}$. Si dicho ritmo se
50 estableció por encima de los $200^{\circ}\text{C}/\text{seg.}$ por segundo, entonces dicho rápido enfriamiento debe comenzarse a una temperatura entre los 500°C á 600°C .

55 Así, una finalidad de esta invención consiste en proporcionar un método de recocido continuo para una banda reducida en frío, para darla aptitud para la conformación en prensa, no siendo en absoluto inferior al proceso usual de recocido discontinuo.

Otro objeto de esta invención es proporcionar un método de recocido continuo para banda reducida en frío, que muestre una
60 cualidad de buena uniformidad en calidad, cubriendo la longitud total de dicha banda, lo cual no se obtiene mediante el proceso de recocido tipo continuo.

Otras ventajas más de desprenden de la presente memoria,

416138

-4-



65 para cuya mejor comprensión se acompañan los dibujos adjuntos que muestran un ejemplo ilustrativo del método según la invención y en los que:

La fig. 1 muestra un ejemplo típico del ciclo de recocido continuo en que se basa la invención.

70 La fig. 2 muestra la correlación entre un ritmo rápido de enfriamiento y una temperatura de arranque del citado enfriamiento.

La fig. 3 muestra variedades del valor n y de YPEL con la temperatura de arranque de cicho enfriamiento.

75 La fig. 4 muestra variedades del valor n con ritmos rápidos de enfriamiento,

La fig. 5 muestra variedades del valor Y.P. y de Y.P.EL con ritmos rápidos de enfriamiento,

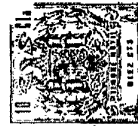
80 La fig. 6 muestra variaciones de Y.P. con tiempo de tratamiento de precipitación al carbono, dependiendo de los varios ritmos rápidos de enfriamiento.

Es conocido que muchas propiedades mecánicas se proponen y presentan concretamente para indicar la aptitud para la conformación en la prensa de las láminas de acero reducidas en frío, es decir, límite de esturado, resistencia a la tracción, límite de elasticidad, alargamiento, valor Lankford, C.C.V., valor Erichsen, dureza, granulometría, etc. En la presente invención el índice de endurecimiento por acritud (valor de n) y el alargamiento del límite de elasticidad (%), en vez de las propiedades anteriormente mencionadas se usan para indicar la aptitud para la conformación en la prensa, del acero según esta invención, y el acero comparado. El uso de estas propiedades se debe al hecho de que el índice de endurecimiento por encima o por acritud, es un factor importante para representar directamente la conformación en comparación y juicio de la misma, y al mismo tiempo, el alargamiento del límite de elasticidad indica claramente el cambio en la calidad del mate-

85

90

95



rial cuando éste lo utilizan los usuarios.

100 Genralmente han de pasar dos o tres meses después de la
fabricación para que las láminas de acero reducidas en frío se usen
realmente. Naturalmente es cierto que el posible deterioro de los
materiales originado por el envejecimiento natural durante el tra-
105 bajo en frío ejerza su influencia en el valor del producto como
tal. En otros términos, una lámina de acero dotada de excelente
aptitud para la conformación en la prensa es la lámina de acero
que puede mantener un índice elevado de endurecimiento por acritud
(valor n) límite bajo de elasticidad (Y-P-) y alargamiento peque-
ño del límite de elasticidad (Y.P.El.) en el momento en que la
lámina se pone realmente en uso.

110 Según se ha explicado se han hecho muchas propuestas en
cuanto al proceso de recocido continuo, pretendido para la lámina
de acero, para trabajos de estampación. La fig. 1 es un diagrama
que muestra un tipo característico es un esquema donde se represen-
ta un ciclo común a todos estos procesos. Tal ciclo térmico está
constituido por las tres siguientes fases:

115 1 - Lapso desde la temperatura ambiente (T_0) hasta la
máxima temperatura de calentamiento (T_1) y la temperatura a la que
comienza el rápido enfriamiento (T_2), es decir ($t_0 - t_1 - t_2$). Aquí
la banda se calienta por encima de la temperatura de recristaliza-
ción, tendiendo a la recristalización de la estructura laminada
en frío y en la solución del carbono precedente del carburo, a tra-
120 vés del enfriamiento lento, o manteniéndola hasta haber comenzado
el citado rápido enfriamiento,

125 2 - Rápido enfriamiento, desde la citada temperatura T_2
de arranque del enfriamiento rápido hasta la temperatura T_3 pre-
viamente determinada, durante el citado tiempo de enfriamiento
 $t_2 - t_3$. Este proceso pretende formar un gran número de núcleos
de carbono de precipitación y originar una gran cantidad de carbono
disuelto en el acero. Esto tiene una gran repercusión sobre el

416138



tratamiento de precipitación al carbono en la fase siguiente.

130

3 - A continuación se calienta nuevamente la banda partiendo de la citada temperatura T_3 en la que se detiene dicho enfriamiento y alcanza la temperatura T_4 previamente determinada. Durante el periodo $t_3 - t_4 - t_5$, hasta la temperatura t_5 cuando ha comenzado el segundo temple forzado por enfriamiento rápido, los citados carbonos de solución se precipitan y, finalmente después, la banda es enfriada a la fuerza hasta la temperatura T_6 ambiente. De esta manera la aptitud para la conformación en prensa, no inferior a la del material obtenido mediante el prodeso de recocido de tipo discontinuo, se imparte a la banda de acero.

135

140

Fácilmente se comprende que la fase 2 antes citada, es el requerimiento más crucial respecto a la calidad de la banda en el ciclo de calentamiento, según se dijo anteriormente. El ajuste del citado ritmo rápido de enfriamiento determinará el ciclo de calentamiento que se ha de poner en práctica en la fase 1. Los máximos efectos de la fase 3 anterior se obtienen solamente tras un control adecuado de las fases 1 y 2.

145

150

Tales propuestas impracticables según se han hecho hasta ahora, han fallado al estudiar los mecanismos de la fase 2 citada antes en su relación con las fases 1 y 3 habiendo soslayado por completo tal posibilidad. Si tal facultad de endurecimiento por acritud (valor n) y resistencia al envejecimiento ($V.P.El$) representando los dos valores la aptitud para la conformación en la prensa, siendo contrarios el uno al otro, es decir, bajando el primero a medida que el segundo sube, se habrían de tomar en consideración, entonces resulta obvio que debían prevalecer la determinación y consideración cuidadosas, en vez de una determinación sin variación de valores, tal como se ha visto en las varias propuestas citadas. Se han realizado numerosas experiencias para solucionar la cuestión y lo que sigue es un ejemplo representativo de ello.

155



416138

160

En el experimento A la influencia sobre la propiedad de endurecimiento por acritud (valor n) y el alargamiento del límite de estirado (Y.P.El) se estudiaron en el caso en que el citado enfriamiento rápido fué constante y se produjeron variaciones en la temperatura de arranque (T_2) del enfriamiento rápido. La banda usa

165

da en el experimento fué un acero corriente efervescente o semicalamado y el ritmo del enfriamiento rápido entre los citados calores $T_2 - T_3$ fué de 1.000°C/seg. constante. El resultado del experimento se representa en la fig.3. Según la misma, el vértice del citado

170

índice de endurecimiento por acritud (valor n) se indica en dicha temperatura de arranque de unos 600°C a 500°C y se ve que dicho valor es estable en la gama de 0.200. Por otra parte se observó que la recuperación del alargamiento del límite de estirado aumentó radicalmente desde unos 500°C de la citada temperatura de arranque.

175

Así cuando se usa tal ritmo elevado de enfriamiento que puede compararse al enfriado en agua, debe seleccionarse la temperatura de arranque del ritmo de enfriamiento rápido entre la gama de 500°C a 600°C. El envejecimiento o normalización térmica aplicado en el presente ejemplo se llevó al cabo mediante un tratamiento de 380°C en 8 días (equivalente al envejecimiento o normalización térmica

180x

de 2 meses a temperatura ambiente) y después de haber terminado por completo el alargamiento del límite de estirado mediante el endurecimiento por laminación en frío. Después, se cambió el citado ritmo de enfriamiento rápido a 200°C/seg. usando un sistema de pulverización de aire, en el que se mezclaron agua y gas, y el resultado fué idéntico al primer experimento usando ritmo de 1.000°C/seg. Resumiento, se confirmó que el comienzo del citado enfriamiento

185

rápido debía seleccionarse dentro de la gama de 500°C - 600°C en el caso de ritmo elevado de enfriamiento por sobre 200°C/seg. En la forma antes citada es posible obtener con facilidad la facultad de endurecimiento por acritud y la resistencia al envejecimiento de tan buena calidad como la de las láminas convencionales de

190

416138

-8-



acero, mediante el proceso conocido del recocido de tipo discontinuo.

195 Se realizó en experimento B para examinar la influencia del ritmo de enfriamiento rápido. En este experimento se mantuvo la temperatura de arranque constantemente a 700°C. El cambio del valor n originado por la variación en el citado ritmo de enfriamiento se muestra en la fig. 4, mientras que los cambios de valor n y de Y.P. e Y.P.El. después de acelerar la normalización térmica (lo mismo que lo empleado en el experimento A) se representa en la 200 fig. 5. De conformidad con las figs. 4 y 5 es claro que el ritmo de enfriamiento rápido debe establecerse dentro de la gama de unos 30°C/seg hasta 200°C/seg., cuando el enfriamiento ha comenzado a 700°C. Particularmente interesante es el hecho de que el valor n 205 desciende rápidamente por bajo de los 30°C/seg. mientras que los valores de Y.P. y de Y.P.El. aumentan radicalmente. Cuando el ritmo del enfriamiento rápido es mayor de 200°C/seg., se consigue el descenso del valor de n y el aumento de Y.P. Tal ritmo de enfriamiento debe, naturalmente, evitarse. Se observó la misma tendencia cuando 210 el comienzo del citado enfriamiento se hizo a 650°C ó a los 800°C. En otras palabras, se observa que el citado enfriamiento rápido debe comenzar dentro de la gama entre 650°C . 850°C cuando dicho ritmo de enfriamiento se establece en 30°C/seg. - 200°C/seg. Después resulta posible obtener láminas de acero reducidas en frío 215 dotadas de ambos valores excelentes de n y de Y.P.El.

Además, se examinó la relación existente entre el ritmo de enfriamiento rápido antes citado y el tiempo de tratamiento se estableció respectivamente en 10°C/seg., 25°C/seg., 45°C/seg., 100°C/seg. y 1.000°C/seg. mientras que el tiempo $t_4 - t_5$ de tratamiento de la precipitación al carbono se varió desde 0 segundos 220 hasta 450 segundos. Y en este ejemplo se mantuvo constante la temperatura de arranque a 690°C. La forma de cambio, después de acelerar la normalización térmica (la misma que la empleada en el ex-

4 16 138



225 perimento A) se muestra en la fig. 6. De acuerdo con ello se comprenderá que por lo menos se precisan 300 (300) segundos o más como tiempo de tratamiento para bajar el citado límite de estirado, cuando el ritmo de enfriamiento rápido es tan lento como de 100C/seg. ó de 250C/seg. Ello es atribuible a hacer lentos los núcleos de precipitación y la fuerza motriz de la precipitación del carbono soluble en el acero cuando el citado ritmo en enfriamiento es tan lento como el antes citado. Por el contrario, cuando el citado ritmo está sobre 450C/seg. la precipitación del carbono lleva un periodo de tiempo extremadamente corto y apenas se aprecia cambio alguno una vez que se ha precipitado, sin que tenga importancia la duración del tratamiento, siendo evidente que la gama es completamente estable. Sin embargo, el ritmo de enfriamiento rápido, de 1.000C/seg. presenta un límite de estirado superior, de 23 Kg/mm² algo superior que el anterior, aunque la precipitación del carbono finaliza pasados 10 segundos o así. Esto es a causa de que la precipitación se endurece de una gran cantidad de carburo fino precipitado y muestra que el enfriamiento comenzado desde la temperatura de 690C/seg. según este ejemplo, no es deseable en ritmo tan elevado de enfriamiento. En otros términos, cuando se establece el ritmo de enfriamiento rápido en un lado tan elevado como el mencionado anteriormente debe seleccionarse la temperatura de arranque dentro de la gama de 500 - 600C en el experimento A. Después resulta posible obtener un resultado deseable y el obviar el endurecimiento de la precipitación antes mandionado.

230

235

240

245

250 Como resumen de los numerosos experimentos realizados se obtiene lo siguiente: Primero, el ritmo de enfriamiento rápido debe proporcionarse separadamente para el ritmo elevado con enfriado en agua, y para el ritmo lento, con enfriamiento por chorro de gas. En este caso el ritmo elevado se refiere a ritmo de enfriamiento por encima de 200C/seg. sin límite superior, pero dentro de la gama industrialmente apreciable. El ritmo lento se refiere

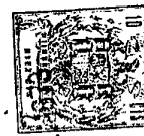
255



416138

a no más de 200°C/seg. estableciendo el límite inferior en por lo
menos 30°C/seg. Esto determina el ciclo térmico incluyendo el cita-
do ritmo de enfriamiento rápido. Segundo: cuando se establece el
citado ritmo de enfriamiento rápido en el lado citado de ritmo ele-
vado, debe seleccionarse la temperatura de arranque del citado en-
friamiento rápido dentro de la gama de 500 - 600°C. Cuando se esta-
blece en el lado del ritmo lento, debe seleccionarse la temperatura
de arranque del citado enfriamiento rápido dentro de la gama de
650°C - 850°C. Tercero: el tratamiento de precipitación del carbono
no precisamente después del enfriamiento mencionado anteriormente
se realiza fácil y establemente. El tiempo de precipitación se ha-
ce más corto a medida que aumenta el ritmo rápido de enfriamiento,
pero una vez que ha terminado la precipitación el límite de estura-
do alcanza su límite más bajo y ya no cambia. Esto indica que debe
variarse el planteamiento del tratamiento de la precipitación del
carbono correspondiente al ritmo de enfriamiento rápido y que debe
plantearse el tratamiento de la precipitación del carbono de más
de 30 segundos hasta a lo sumo de 300 segundos para que el trata-
miento resulte eficaz en cada caso. Si se hubiera de tratar de es-
ta forma la banda de acero, la fabricación de las láminas de acero
con excelente aptitud para la conformación, se hace muy fácil. Las
características de esta invención se apoyan en este hecho.

La fig. 2 es un diagrama que representa la manera del
enfriamiento rápido en la presente invención. La línea A se deter-
minó teniendo en cuenta la facultad de endurecimiento por acritud
(valor n). Si se tuviese que elevar la temperatura de arranque del
enfriamiento rápido por encima de esto, en relación con el ritmo
de enfriamiento, el valor n se deteriora rápidamente. Esto es pre-
sumible debido a la introducción del desplazamiento numeroso en
el acero originado por el termoesfuerzo basado en el enfriamiento
rápido y los carburos finos aumentados después del tratamiento de
la precipitación, debido al número aumentado de los núcleos de pre-



precipitación del carbono. Las líneas B y C se determinaron a la vista de la resistencia por relación a la normalización térmica. Bajo las condiciones por debajo de B y a la izquierda de C los núcleos de precipitación del carbono disminuyen haciendo más difícil la siguiente precipitación del carbono porque disminuyen los núcleos de precipitación del carbono y el envejecimiento natural durante el trabajo en frío se ve impulsado por el carbono soluble que aún permanece en el acero. No existe restricción especial en cuanto al límite superior del ritmo de enfriamiento rápido de la línea D. Se puede aplicar el ritmo más elevado. Sin embargo se supone que el límite máximo industrialmente aplicable es de 4.000°C/seg. para la banda de acero de 0.8 mm de espesor. El alcance de la presente invención, conforme a lo indicado en la parte rayada de la fig. 2 puede expresarse en los términos siguientes: Cuando se establece el ritmo del enfriamiento rápido en el lado elevado, por encima de 200°C/seg. la temperatura, cuando ha comenzado el enfriamiento rápido, debe seleccionarse explícitamente dentro de la gama de 500 a 600°C/seg. Cuando el ritmo de enfriamiento rápido se establece dentro de la gama de 30°C/seg - 200°C/seg. la temperatura de arranque que se obtiene partiendo de la siguiente fórmula y así cubre la mitad izquierda de la parte rayada de la fig. 2. La temperatura T_2 en la que se comienza el citado enfriamiento en su relación respecto al ritmo del enfriamiento rápido S se obtiene partiendo de:

$$T_2 = (920^\circ\text{C} - 79 \ln s)^\circ\text{C} - (1.140^\circ\text{C} - 79 \ln s)^\circ\text{C}$$

En la presente invención, su ciclo térmico para la banda de acero comprende desde calentar a ésta a la temperatura ambiente T_0 hasta por encima de la temperatura de recristalización. Esto es para eliminar el esfuerzo en la fase de la reducción en frío. La temperatura de recristalización para la banda de acero en este ejemplo se determina tomando varios factores tales como la composición del acero, relación desmultiplicadora, el ritmo de calentamiento, etc. pero se supone que es de 600°C o aproximada, para acero común en

416138



320 grado bajo de carbono, con ritmo de reducci3n de 70 3 80%, y el
 ritmo de calentamiento del recocido continuo. El l3mite superior
 para T_1 se establece en 850°C teniendo en cuenta el hecho de que
 el calencamiento por encima de la citada temperatura har3 que el
 carburo sea grueso y origine una estructura inferior e indeseable
 325 para la estampaci3n. Se usan varios ciclos t3rminos que van desde
 T_1 hasta T_2 , que es la temperatura en la cual comenz3 dicho en-
 friamiento r3pido, incluyendo el simple remojado o el enfriado len-
 to variado.

330 En la presente invenci3n se recomienda enfriar lentamen-
 te, pr3ximo al punto de transformaci3n de A_{II} para evitar la pro-
 bable formaci3n de la estructura de perlita. Cuando T_1 est3 deba-
 ajo del punto de transformaci3n de A_1 debe mantenerse el acero duran-
 te alg3n tiempo para impulsar el desarrollo de granos de cristal
 que mejorar3n la aptitud para la conformaci3n en la prensa.

335 T_3 -que es la temperatura obtenida despu3s de terminar
 el citado enfriamiento r3pido- debe preferentemente controlarse
 respecto a T_4 -que es la temperatura en la que empieza el trata-
 miento del carbono de la precipitaci3n. Cuando el templado se ha
 realizado a gran velocidad mediante el procedimiento de enfriado
 340 en agua, el control del mismo se hace muy dif3cil y T_3 est3 ine-
 vitablemente por debajo de T_4 . Espec3ficamente hablando, T_3 se
 convierte en temperatura ambiente (es decir, temperatura del agua)
 cuando el citado ritmo de enfriamiento est3 por encima de 200°C/
 seg. y la banda de acero se recalienta hasta T_4 .

345 Se conciben varios tipos de ciclos de calentamiento en
 la fase del tratamiento de precipitaci3n del carbono en soluci3n.
 Uno de ellos es aqu3l en que el calentamiento hasta 500°C (T_4)
 viene seguido de un enfriamiento lento, hasta los 300°C o alrede-
 dor de esta temperatura (T_5) manteni3ndola durante un tiempo pre-
 350 determinado de ($t_4 - t_5$). El proceso de la presente invenci3n pro-
 porciona ($t_4 - t_5$) al m3nimo valor de 30 segundos y la elecci3n

1416138



355 adecuada puede hacerse dependiendo del valor de T_4 previamente de-
 terminado. Después del tratamiento de la precipitación del carbono
 la banda se enfría forzosamente desde T_5 hasta la temperatura am-
 biente de T_6 . No hay límite para el tiempo requerido de t_5 a t_6 .

360 El proceso de esta invención, según se ha descrito, pue-
 de aplicarse eficazmente a tipos tales de acero como el acero efer-
 vescente o semicalnado, de escaso carbono, el acero reposado-Al de
 escaso carbono, y el acero reposado-Si de escaso carbono. Estos ti-
 pos de acero no requieren restricciones específicas en cuanto a
 sus composiciones; esto es, no hay necesidad de bajar los conteni-
 dos de C, Mn, S, P ni proporcionar específicamente la correlación
 existente entre ellos. No hay límite no en cuanto al método de fa-
 bricación de planchas, teniendo tal gama corriente de composicio-
 nes.

370 Los lingotes corrientes que hacen el proceso de lamina-
 do, los procesos de fundido continuo, u otros procesos cualesquie-
 ra, pueden aplicarse. Lo mismo sucede en las condiciones de lami-
 nado en frío o en caliente. Sin embargo, la temperatura de enfria-
 miento de la fase de laminado en caliente es preferentemente supe-
 rior que la temperatura generalmente empleada, es decir, de unos
 680°C para obtener láminas de acero más blandas, con valores Lan-
 ford superiores.

375 En la siguiente tabla se indica la aptitud para la con-
 formación en la prensa del acero efervescente o semicalmado de
 escaso carbono, para uso general, fabricado en recocido del tipo
 discontinuo corriente:

	Inmediatamente tras endureci- miento por la- minación en frío	Tras aceleración normalización tér- mica 380°C x 8 días
380 Límite estirado (Kg/mm ²)	21,2	22,8
Alargamiento del límite estirado (%)	0	1,2
385 Índice de endurecimiento por acritud (n)	0,220	0,201.

1416138



Estos valores se comparan al acero de la presente invención explicando la versión para la misma.

EJEMPLO I

Composición química de la banda de acero:

390 C: 0,045% MN: 0,36%
P: 0,011% S: 0,020%

Condiciones de fabricación:

El acero fué fabricado según el proceso ordinario de obtención de acero en el que la temperatura de enfriamiento entre la fase de laminación en caliente es 690°C; el espesor de la lámina es 3,2 mm y después del laminado en frío es 0.8 mm.

Condiciones del recocido continuo:

400 Temperatura máxima de calentamiento: T_1 : 720°C
Id arranque del enfriamiento rápido T_2 : 690°C
Tiempo de enfriamiento lento entre $T_1 - T_2$, t_1 á t_2 : 40 segundos

Método del enfriamiento rápido: Chorro de gas, con gas atmosférico.

Ritmo del enfriamiento rápido ($T_2 - T_3$): 35°C/segundo.

Temperatura término de enfriamiento rápido ($T_3 - T_4$) 470°C

Tiempo de enfriamiento lento $T_4 - T_5$: 70 seg.

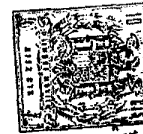
Temperatura arranque de enfriamiento forzado: 400°C

405 Propiedades del material:

	inmediatamente tras endurecimiento por laminación en frío	Tras aceleración normalización térmica 380°C x 8 días
Límite de estirado (Kg/mm ²)	20.6	22,6
410 Alargamiento del límite del estirado (%)	0	0,8
Índice del endurecimiento por acritud (n)	0.219	0.206

415 En el presente ejemplo el acero es remarcable en propiedades tales como límite de estirado, alargamiento del límite de estirado e índice de endurecimiento por acritud, antes y después del proceso de la normalización térmica por aceleración, viéndose claramente que el acero así obtenido no es inferior al tipo común de materiales obtenidos por el recocido discontinuo, como antes se indicó.

420



1416138
Ejemplo 2

425 Se fabricó la bahda de acero temiendo idéntica composi-
ción química que la del acero del ejemplo 1, con idénticas disposi-
ción y condiciones que las del citado acero, y tratada con el si-
guiente ciclo térmico:

Condiciones del recocido continuo:

- 430 Temperatura máxima de calentamiento T_1 : 720°C
- Id de arranque de enfriamiento rápido T_2 : 550°C
- Tiempo enfriamiento lento T_1-T_2 , t_1 a t_2 : 100 seg.
- Método de enfriamiento rápido: al agua
- tempa término enfriamiento rápido T_3 : 25°C aprox.
- Ritmo de enfriamiento rápido T_2-T_3 : Unos 1.000°C/segundo.
- Temp. de recalentamiento T_4 : 480°C
- Temp. arranque enfriamiento forzado T_5 : 300°C
- 435 Tiempo enfriamiento lento entre T_4-T_5 , t_4-t_5 : 180 segundos.

Propiedades del material:

	Inmediatamente tras endurecimiento por laminación en frío	Tras aceleración normalización tér- mica 380°C x 8 días
440 Límite estirado Kg/mm ²	21.1	23,0
Alargamiento del límite de estirado (%)	0	1.
Índice del endurecimiento por acritud (n)	0.217	0.201

445 Incluso si se desciende la temperatura de arranque a
550°C como en el presente ejemplo, el material obtenido no es in-
ferior en nada a los materiales convencionales fabricados en el
método de recocido discontinuo.

Ejemplo 3

450 En el presente ejemplo la temperatura máxima de calenta-
miento T_1 se eleva a una por encima del punto de transformación
 A_1 mientras que la temperatura de enfriamiento en la fase del la-
minado en caliente se disminuyó y se aumentó.

Composición química de la banda de acero

455 C: 0,053%	Mn: 0,28%
P: 0.009%	S: 0.21%

416138



Temperatura de enfriamiento: (Otras condiciones de fabricación son las mismas que el ejemplo 1)

460	Temperatura de enfriamiento grande	680°C
	Id. de enfriamiento corriente	600°C

Condiciones del recocido continuo:

465	Temp. máxima de calentamiento T_1 :	800°C
	Temp. arranque enfriamiento rápido T_2 :	690°C
	Tiempo de enfriamiento lento entre T_1-T_2 , t_1-t_2	40 seg.
	Método de enfriamiento rápido: Chorro con gas atmosférico.	
	Ritmo del enfriamiento rápido $T_2 - T_3$:	350°C/seg.
	Temp. de término de enfriamiento rápido T_3 :	470°C ($=T_4$)
	Temp. arranque de enfriamiento forzado T_5 :	400°C
	Tiempo de enfriamiento lento entre T_4 y T_5 , t_4-t_4	70 seg.

470 Propiedades del material:

Material de enfriamiento a elevada temperatura

	<u>inmediatamente tras endurecimiento por laminación en frío</u>	<u>Tras aceleración normalización térmica ca 380°C x 8 días</u>	
475	Límite del estirado (Kg./mm ²)	20,5	21,7
	Alargamiento del límite es estirado (%)	0	0.5
480	Índice de endurecimiento por acritud	0.212	0.201

Material de enfriamiento corriente:

	<u>Inmediatamente tras endurecimiento por laminación en frío</u>	<u>Tras aceleración nor- malización térmica 380°C x 8 días</u>	
485	Límite del estirado (Kg./mm ²)	23.3	24.5
	Alargamiento del límite de estirado	0	1.5
490	Índice del endurecimiento por acritud	0.220	0.207

En los procedimientos convencionales, el enfriamiento a gran temperatura, del material continuamente recocido, se realiza más bajo que el límite de estirado, y para aminorar la cantidad de recuperación del alargamiento del límite estirado; en el ejemplo presente se ha confirmado que se obtuvieron mejores límites

495



25 JUN

de estirado y alargamiento del límite de estirado en el material de enfriamiento a elevada temperatura a 680°C que en el material de enfriamiento convencional a 600°C. Sin embargo, incluso tal material de enfriado convencional presentó valores tales que no fueron inferiores a los del material de recocido tipo discontinuo en su alargamiento del límite de estirado e índice de endurecimiento por acritud, poniéndose así de manifiesto elocuentemente la excelente utilidad del proceso de la invención.

Ejemplo 4

En el ejemplo 4 se usaron temperaturas de calentamiento y temperaturas de arranque del enfriamiento rápido superiores a las del ejemplo 1, y se estudió el cambio resultante en la aptitud para conformación en la prensa. Las composiciones químicas y las condiciones de fabricación del espécimen de muestra fueron las mismas que en el ejemplo 3.

Condiciones del recocido continuo:

Temp. máxima de calentamiento T_1 :	820.°C
Temp. arranque enfriamiento rápido	800.°C
Tiempo enfriamiento lento T_1 y T_2 , t_1 a t_2 :	20 seg.
Método de enfriamiento rápido:	Chorro de gas atmosférico.
Ritmo de enfriamiento rápido $T_1 - T_2$:	35.°C/segundo
Temp. término enfriamiento rápido T_3 :	470°C (= T_4)
Tem. arranque enfriamiento forzado T_5 :	400°C.
Tiempo enfriamiento lento T_4 y T_5 , $t_4 - t_5$:	60 seg.

Propiedades del material.

Material de enfriamiento a temperatura elevada:

	Inmediatamente tras endurecimiento por laminación en frío	Tras aceleración normalización térmica 38°C x 8 días
Límite de estirado (Kg/mm ²)	21.2	21.8
Alargamiento del límite de estirado (%)	0	0.2
Índice endurecimiento por acritud (n)	0.210	0.200

En la página siguiente se muestra el cuadro del material de enfriamiento corriente.

416138



Material de enfriamiento corriente.

535

Inmediatamente tras endurecimiento por laminación en frío Tras aceleración normalización térmica 380C x 8 días

Límite de estirado (Kg/mm2)	23,8	24,0
Alargamiento de límite de estirado (%)	0.0	0.9
Índice de encurecimiento por acritud (n)	0,215	0,202

540

545

De conformidad con el resultado de estas pruebas se ve que la cantidad recuperada del alargamiento del límite de estirado de los dos materiales está notablemente perfeccionada comparada con el ejemplo 3. Estos valores no tienen comparación con los materiales recocidos por el citado método discontinuo.

550

555

560

Si tuviera que seleccionarse una temperatura de arranque del enfriamiento rápido, correspondiente al ritmo previamente determinado del enfriamiento rápido, resultaría ahora por primera vez posible la fabricación de láminas de acero para trabajos de estampación corrientes, mediante el proceso del recocado continuo. El hecho de que la gama de temperaturas óptimas, muy amplia, en la que se comienza el enfriamiento rápido, se establezca entre los 500C y los 850C o en sus proximidades, y los resultados obtenidos, hablan de la utilidad del proceso de la presente invención que, sin duda alguna, ocasionará un gran impacto en esta materia. No es excesivo afirmar que la aplicación práctica del proceso de recocado continuo para la lámina de acero, teniendo aptitud para la conformación en prensa buena y uniforme, así como gran productividad, ha sido posible por primera vez mediante el método de la presente invención en el que cabrán cuantas variantes de realización como sean posibles sin que se altere su esencia.

- - - - -

565

NOTA - Descrito suficientemente lo que antecede sólo resta señalar

1416138



que lo que se declara propio y nuevo del solicitante es lo contenido en las siguientes:

REIVINDICACIONES

570

1 - Procedimiento de recocido continuo para la obtención de láminas de acero reducidas en frío, que comprende una fase de calentamiento hasta su temperatura de recristalización; una rápida fase de enfriamiento hasta por debajo de los 500°C; una fase de mantenimiento dentro de una gama de los 300°C a los 500°C durante más de 30 segundos; y una fase de enfriamiento forzado a temperatura ambiente; caracterizándose por el hecho de que la temperatura de arranque del enfriamiento rápido se selecciona en la gama de entre 920°C y -79 lns., y 1.140°C -79 lns. y en caso de que se establezca un ritmo rápido de enfriamiento, se sitúa dentro del orden de 30°C/seg. á 200°C/seg. manteniéndose la relación de temperatura y tiempo para que la banda de acero rápidamente enfriada se halle dentro de la gama de 300°C á 500°C y por un tiempo de 30 a 300 segundos.

575

580

585

2 - Procedimiento, según reivindicación 1ª caracterizado porque la temperatura de arranque inicial del enfriamiento rápido se selecciona en la gama de los 500°C á los 600°C en el caso de que el ritmo de enfriamiento rápido se establezca por encima de los 200°C/segundo.

590

3 - Procedimiento, según reivindicación 1ª caracterizado porque la temperatura de término del enfriamiento rápido se controla hasta la temperatura de mantenimiento.

4 - Procedimiento, según reivindicación 2 caracterizado porque la banda de acero rápidamente enfriada, es sometida a un nuevo calentamiento hasta la temperatura de mantenimiento.

595

5 - PROCEDIMIENTO DE RECOCIDO CONTINUO PAEA LA OBTENCION DE LAMINAS DE ACERO REDUCIDAS EN FRIO.



14.16138



Todo según se describe en la presente memoria que consta de veinte hojas foliadas y mecanografiadas por una cara con quinientas noventa y ocho líneas y dibujo anexo.

Madrid 20 junio 1973

p.e.a.

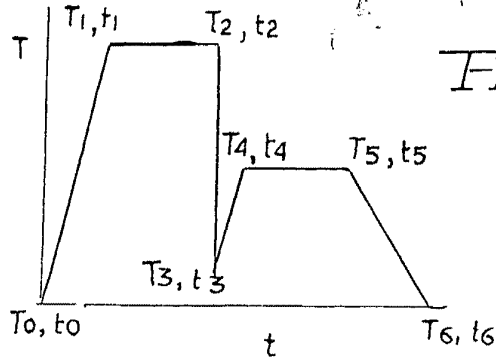


FIG 1

FIG 2

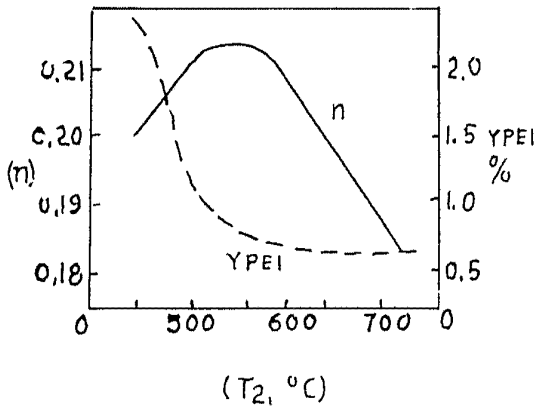
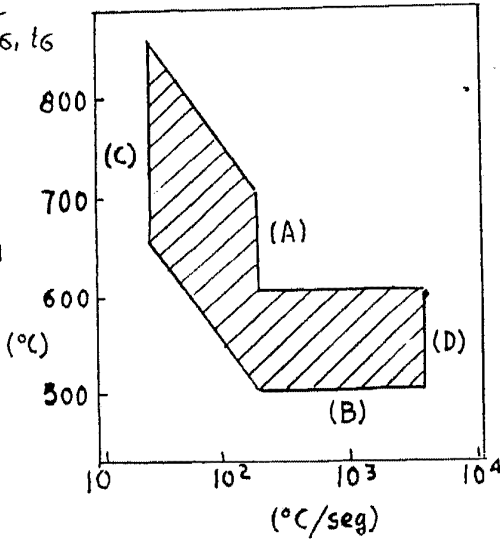
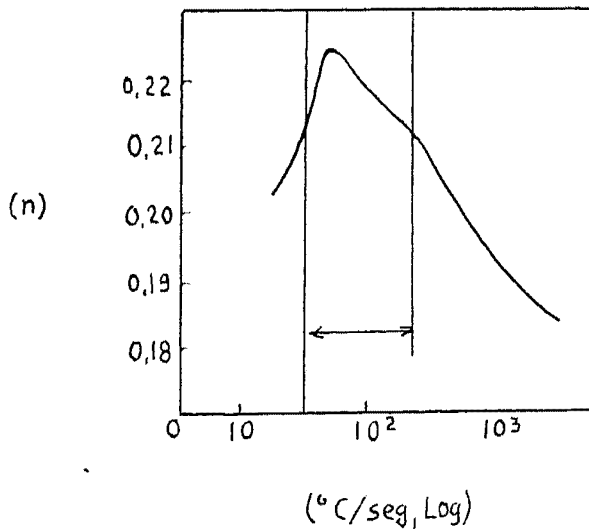


FIG 3

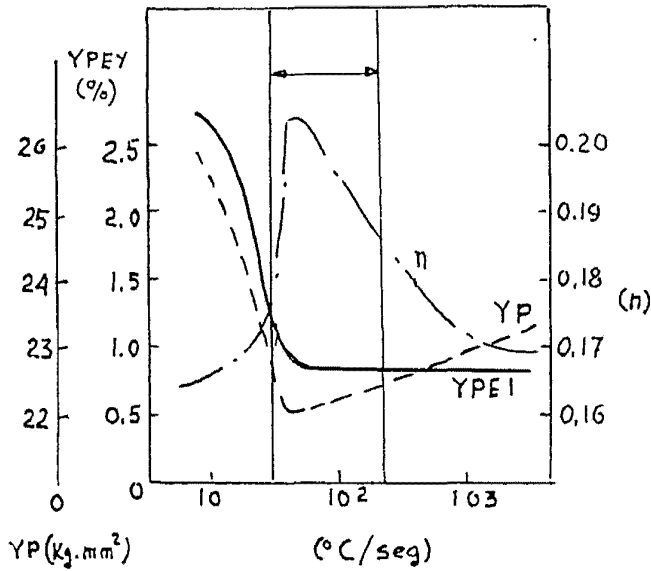
FIG 4



G. E. R.	val. n
20°C/seg	0,204
30 "	0,210
40 "	0,221
45 "	0,225
50 "	0,224
100 "	0,218
200 "	0,211
1000 "	0,191

MADRID 20 JUNIO 1973

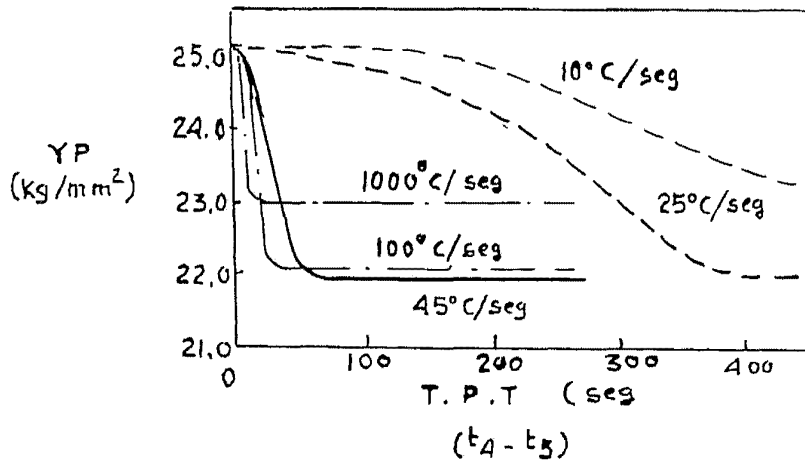
138



G.E.R.	YP	YPEI	val. η
20°/seg	24.0	2.7	0.171
30 "	23.1	1.3	0.184
40 "	22.0	1.1	0.205
45 "	22.1	0.8	0.205
50 "	22.2	0.8	0.203
100 "	22.3	0.7	0.195
200 "	22.6	0.7	0.180
1000 "	23.0	0.7	0.171

FIG 5

FIG 6



MADRID 20 JUNIO 1973

ESCALA VARIABLE