

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 589**

51 Int. Cl.:

C23C 8/80	(2006.01) C21D 10/00	(2006.01)
B23K 9/235	(2006.01) C23C 8/26	(2006.01)
B23K 103/04	(2006.01) C23C 8/28	(2006.01)
B23K 26/00	(2014.01)	
B23K 26/21	(2014.01)	
B23K 26/32	(2014.01)	
B23K 26/352	(2014.01)	
B23K 26/60	(2014.01)	
B23K 9/167	(2006.01)	
B23K 9/23	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.07.2015** **PCT/FR2015/051944**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2016** **WO16012697**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2015** **E 15756195 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018** **EP 3172353**

54 Título: **Proceso de tratamiento de una pieza nitrurada/nitrocarburada**

30 Prioridad:

21.07.2014 FR 1457028

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

23.07.2018

73 Titular/es:

**H.E.F. (100.0%)
Rue Benoît Fourneyron
42160 Andrezieux-Bouthéon, FR**

72 Inventor/es:

**GRANDJEAN, STÉPHAN y
PROST, FABRICE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 676 589 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Proceso de tratamiento de una pieza nitrurada/nitrocarburada

5 La invención se refiere a un proceso de tratamiento de una pieza de acero nitrurada.

Se recuerda de manera perfectamente conocida por un experto en la materia, que la nitruración/nitrocarburation es una difusión del nitrógeno sobre una superficie metálica generalmente tratada previamente, por ejemplo, por temple y revenido. La inserción del nitrógeno y la formación de nitruros con los elementos de aleación del acero provocan un endurecimiento de superficie que aporta las propiedades deseadas, por ejemplo, una dureza superficial de 750 a 1100 HV para la mayoría de los aceros.

Se pueden utilizar distintos procesos para realizar una operación de nitruración como tal, entre los cuales se puede citar, gaseosos, de baja presión, baños de sal, iónico... En cuanto a la nitruración iónica, esta última se realiza en horno al vacío por un flujo controlado de gas activo, disociado por plasma.

En lo esencial, la capa nitrurada incluye en la superficie una capa llamada de combinación o capa blanca donde el nitrógeno puede combinarse en forma de nitruro de hierro de dureza muy alta con el fin de favorecer el frotamiento aumentando a la vez la resistencia al desgaste y al gripado. Debajo de la capa de combinación cuyo espesor puede ser del orden de 5 a 25 μm , aparece una capa de difusión subyacente que asegura una resistencia a la fatiga y que refuerza la resistencia al desgaste. La composición y el espesor de las capas dependen del matiz del acero considerado y de los parámetros de tratamiento.

La nitruración se busca particularmente para aumentar la resistencia a la fatiga, al desgaste, al gripado de una pieza de acero. No obstante, unos ensayos han demostrado que el nitrógeno es particularmente nefasto para la soldabilidad, dado que aparecen defectos de porosidad y de burbujas al nivel de la capa superficial. De este modo, unos ensayos realizados en TIG (técnica de soldadura en fusión) y de soldadura por haz láser sobre piezas XC48 sometidas previamente a una operación de nitruración, han demostrado que esta nitruración influye fuertemente en las operaciones de soldadura sea cual sea el proceso. Los cordones de soldadura son irregulares con la aparición de burbuja en cantidad y tamaño importantes.

se consideró importante para permitir realizar la soldadura de piezas nitruradas o nitrocarbadas en buenas condiciones, transformar la capa superficial al nivel de la parte de la pieza donde se hade realizar la soldadura.

35 Distintas soluciones, particularmente de ahorro, se han propuesto para realizar una soldadura sobre una pieza que ha ser nitrurada.

Por ejemplo, se ha propuesto realizar un enmascaramiento mecánico que, se realiza generalmente en dos fases, de las cuales una, se realiza aguas arriba del tratamiento de nitruración/nitrocarburation para posicionar una máscara y la otra, aguas abajo para retirarla. Un proceso de este tipo es difícil de implementar sobre formas complejas. Se señala igualmente el desgaste y el coste de las máscaras y el coste de las operaciones de montaje aguas arriba y de desmontaje aguas abajo.

Se propuso igualmente, siempre en los casos de nitruración y nitrocarburation un enmascaramiento por pintura a base de cobre que constituye una barrera eficaz para los compuestos de nitrógeno o de carbono. Se comprueba no obstante que un proceso de este tipo es oneroso, de implementación relativamente larga considerando el tiempo de secado necesario para el tratamiento y después para la supresión. Se observan igualmente tensiones residuales que pueden generarse y crear deformaciones. Se señala igualmente que este tipo de solución solo es realizable en el caso de nitruración gaseosa y/o iónica, pero no puede ser realizable en el caso de nitruración en baños de sal.

Se podría igualmente considerar efectuar, al nivel de la zona de la capa de combinación que conviene transformar, operaciones de mecanizado del tipo torneado, fresado. No obstante, estas operaciones son difícilmente aplicables en el caso de zonas complejas o de zonas múltiples.

55 Se observa igualmente que una simple supresión mecánica de la capa de combinación no permite una modificación de la concentración de nitrógeno en la zona de difusión y por lo tanto garantizar una buena calidad de soldadura.

Se puede citar igualmente la enseñanza del documento WO 2013/0508555 que se refiere a un sistema de limpieza por medio de una fuente de calor de energía elevada para suprimir un revestimiento de superficie sobre un sustrato para las operaciones de soldadura.

Este documento no se refiere al tratamiento de una pieza nitrurada y no alude al problema de realizar la transformación de una parte al menos de la capa de combinación con el fin de modificar la estructura de la pieza. El documento US2013/0087534 describe un proceso de tratamiento de una pieza, en particular, de acero nitrurada o nitrocarbada con un láser antes de realizar una soldadura al nivel de la parte de la pieza tratada de esta manera.

La invención se fija para el fin de remediar estos inconvenientes de manera simple, segura, eficaz y racional.

El problema que la invención se propone resolver es el de poder volver fácilmente compatible con la soldadura toda o parte de una pieza de acero nitrurada/nitrocarburada, modificando la estructura de la pieza al nivel de una zona de la capa superficial donde se ha de realizar la operación de soldadura como tal mediante un medio conocido y apropiado.

En lo sucesivo de la descripción, se entiende por capa superficial, al menos la capa de combinación, considerada en totalidad o en parte, y susceptible de comprender, igualmente en totalidad o en parte, la capa de difusión.

Para resolver un problema de este tipo se ha concebido y desarrollado un proceso de tratamiento de una pieza de acero nitrurada/nitrocarburada según el cual se somete una parte al menos de la pieza, a una primera etapa según la cual se desplaza un haz láser en al menos una pasada sobre dicha parte, hasta la transformación parcial o total de la capa superficial de la parte considerada y la modificación de la repartición de la concentración del nitrógeno en la zona de difusión.

Se deduce por lo tanto de estas características que el proceso de tratamiento permite en una primera etapa una transformación de la capa superficial y una modificación de la repartición de la concentración del nitrógeno en la zona de difusión, esta primera etapa siendo suficiente para volver la zona tratada compatible con la soldadura.

Se han obtenido resultados ventajosos cuando para la primera etapa se realizan varias pasadas con un interlineado entre las pasadas comprendido entre 0,01 mm y 0,05 mm. El interlineado es ventajosamente de 0,02 mm.

Ventajosamente, para resolver el problema planteado de transformar la capa superficial y de modificar la repartición de la concentración del nitrógeno en la zona de difusión, se utiliza un láser fibrado pulsado 20 W ajustado a aproximadamente 20 KHz y al 50 % de su potencia, desfocalizado de 5 mm y sometido a una velocidad de avance de aproximadamente 300 mm/s.

A partir de esta característica de base, se consideró que es igualmente posible asegurar una modificación importante de la concentración de nitrógeno en la capa de difusión. Con este objetivo, se somete la parte nitrurada al láser para transformar particularmente la capa superficial, en una segunda etapa según la cual se desplaza el haz o los haces láser según al menos una pasada sobre dicha parte para permitir disminuir la concentración de nitrógeno en la capa de difusión subyacente.

Para resolver el problema planteado de modificar la repartición de la concentración de nitrógeno reduciendo la tasa de nitrógeno en la capa de difusión, para esta segunda etapa, el láser fibrado pulsado 20 W se ajusta a aproximadamente 200 KHz y al 100 % de su potencia, desfocalizado de 5 mm y sometido a una velocidad de avance comprendida entre 1 mm/s y 10 mm/s.

Se desprende de estas características que la invención se refiere igualmente a un proceso de soldadura de una pieza nitrurada/nitrocarburada según el cual:

- se somete una parte al menos de la pieza a una primera etapa según la cual se desplaza al menos un haz láser según al menos una pasada sobre dicha parte, hasta la transformación parcial o total de la capa superficial de la parte considerada y la modificación de la repartición de la concentración del nitrógeno en la zona de difusión.
- se somete la parte al menos tratada por láser para transformar la capa superficial, a una segunda etapa según la cual se desplaza al menos un haz láser según al menos una pasada sobre dicha parte para permitir disminuir la concentración de nitrógeno en la capa de difusión subyacente.
- se realiza una soldadura al nivel de la parte tratada de la pieza.

La invención se expone a continuación con más detalle con la ayuda de las figuras de los dibujos anexos en los cuales:

- La Fig. 1 muestra un ejemplar de una pieza cuya cara de arriba es nitrurada y presenta una zona (A) tratada según la primera etapa de proceso según la invención y una zona (B) tratada según las primera y segunda etapas del proceso según la invención.
- Las Figs. 2, 2A y 2B presentan curvas que muestran el porcentaje de nitrógeno con respecto a la profundidad del nivel de la zona nitrurada de la pieza (figura 2), de la zona (A) tratada según la primera etapa (figura 2A) y de la zona (B) tratada según las dos etapas del proceso (figura 2B).
- Las Figs. 3 y 4 muestran el aspecto de una soldadura TIG, una en el caso de una superficie nitrurada (figura 3) y la otra en el caso de una superficie nitrurada en la cual una zona se ha tratado según la primera etapa del proceso (figura 4).
- Las Figs. 5 y 6 son vistas endoscópicas que muestran una soldadura TIG en el caso de una superficie nitrurada (figura 5), en el caso de la superficie nitrurada en la cual una zona se ha tratado según la primera etapa del proceso (figura 6).

- Las Figs. 7 y 8 son vistas endoscópicas que muestran una soldadura láser en el caso de una superficie nitrurada (figura 7), en el caso de la superficie nitrurada en la cual una zona se ha tratado según la primera etapa del proceso (figura 8).

Se ilustra (figura 1), un ejemplo de una pieza dado a título enunciativo y de ninguna manera limitativo, designada en su conjunto (1) y que comprende una cara nitrurada (1a). Sobre esta cara nitrurada (1a) una zona (A) se ha tratado según una primera fase del proceso según la invención y una zona (B) según la primera fase y una segunda fase del proceso de tratamiento. Un cordón de soldadura (2) se realiza sobre la totalidad de la longitud de la pieza (1) tanto al nivel de la zona nitrurada (1a) como de las zonas tratadas según el proceso en una o dos fases de la invención, caracterizado respectivamente por las zonas (A) y (B).

Se recuerda que, según la invención, el objetivo buscado es modificar la estructura de la pieza (1) por transformación de la capa superficial con el fin de permitir realizar cualquier tipo de soldadura al nivel de la zona tratada de esta manera.

De esta manera la zona (A) se somete a una primera etapa según la cual se desplaza al menos un haz láser según al menos una pasada hasta la retirada total de la capa superficial de esta zona (1a). Estos resultados ventajosos se han obtenido cuando se realizan varias pasadas con un interlineado entre las pasadas comprendidas entre 0,01 mm y 0,05 mm y, preferentemente con un interlineado de 0,02 mm. Este proceso se implementa por medio de un láser fibrado y pulsado 20 W ajustado a aproximadamente 20 kHz y al 50 % de su potencia, desfocalizado de 5 mm y sometido a una velocidad de avance de aproximadamente 300 mm/s.

Para el caso de una soldadura TIG, se remite a las curvas de las figuras 2, 2A y 2B y a los cortes metalográficos, (figuras 5 y 6). Esta figura 6 muestra una soldadura TIG al nivel de la zona (A) tratada según la primera etapa del procedimiento de tratamiento, para comparar con la figura 5 que muestra una soldadura TIG al nivel de la superficie nitrurada no tratada.

Para el caso de una soldadura láser, se remite a las curvas de las figuras 2, 2A y 2B y a los cortes metalográficos, (figuras 7 y 8). Esta figura 8 muestra una soldadura láser al nivel de la zona (A) tratada según la primera etapa del procedimiento de tratamiento, para comparar con la figura 7 que muestra una soldadura láser al nivel de la superficie nitrurada no tratada.

La zona (B) de la pieza (1) se trata previamente según la primera etapa del proceso de la invención tal como se ha indicado anteriormente.

Esta zona se somete a continuación a una segunda etapa según la cual se desplaza el haz láser según al menos una pasada para permitir una modificación de la repartición de la concentración de nitrógeno al nivel de esta zona en la capa de difusión subyacente. Para esta segunda etapa se utiliza siempre el mismo láser fibrado pulsado 20 W con ajustes diferentes.

De este modo, el láser se ajusta a aproximadamente 200 kHz y al 100 % de su potencia desfocalizado de 5 mm y sometido a una velocidad de avance comprendida entre 1 mm/s y 10 mm/s. Esta segunda etapa se realiza en una sola pasada.

Se remite a la curva de la figura 2B que evidencia la reducción suplementaria de la tasa de nitrógeno entre las dos etapas del proceso. Esta pérdida significativa de nitrógeno siendo difícil de lograr con los ajustes de la primera etapa.

Se deduce de estos diferentes ensayos que la soldadura sobre una superficie nitrurada genera un aspecto perturbado irregular que presenta orificios en la superficie (figura 3), Se trata de burbujas de gas (figura 5).

Estos cortes metalográficos muestran resultados eficaces en el caso de la soldadura TIG, e igualmente en una medición menor en el caso de la soldadura por láser.

Asociando según la invención una segunda etapa del proceso, se constató igualmente una modificación de la repartición de la concentración de nitrógeno. Esta modificación se caracteriza por la reducción de la tasa de nitrógeno en la capa de difusión subyacente.

Se deduce de las características del proceso según la invención que el tratamiento modifica la estructura de la pieza por transformación de la capa superficial que permite, por consiguiente, soldar una pieza nitrurada.

Esta operación por láser permite tratar todo tipo de piezas con una precisión muy grande, incluso de las zonas específicas o de formas complejas.

En resumen y teniendo en cuenta el hecho de que la nitruración no es compatible con una operación de soldadura, el proceso de tratamiento permite, en una primera etapa, la transformación de la capa superficial y la modificación de la repartición de la concentración del nitrógeno en la zona de difusión. De ello se desprenden resultados eficaces en

la soldadura TIG pero igualmente en la soldadura láser. Esta primera etapa es suficiente para volver la zona compatible con la soldadura.

5 Según la segunda etapa del proceso de tratamiento según la invención, es posible modificar la repartición de la concentración del nitrógeno reduciendo la tasa de nitrógeno en la capa de difusión. A este respecto, de manera sorprendente e inesperada, se consideró que una disminución de la concentración de nitrógeno en la zona de difusión da un resultado inverso, a saber, que la soldadura es de calidad inferior. Esta reducción de la tasa de nitrógeno en la capa de difusión puede resultar importante para determinadas aplicaciones, por ejemplo, para disminuir la fragilidad de las piezas.

10

REIVINDICACIONES

1. Proceso de tratamiento de una pieza de acero nitrurada/nitrocarburada, según el cual:

- 5 - se somete una parte al menos de la pieza a una primera etapa según la cual se desplaza al menos un haz láser según al menos una pasada sobre dicha parte, hasta la transformación parcial o total de la capa superficial de la parte considerada y la modificación de la repartición de la concentración del nitrógeno en la zona de difusión,
10 - se somete la parte al menos tratada por láser para transformar la capa superficial, a una segunda etapa según la cual se desplaza al menos un haz láser según al menos una pasada sobre dicha parte para permitir disminuir la concentración de nitrógeno en la capa de difusión subyacente.

2. Proceso según la reivindicación 1, *caracterizado* por que para la primera etapa se realizan varias pasadas con un interlineado entre las pasadas comprendido entre 0,01 mm y 0,05 mm.

15 3. Proceso según la reivindicación 2, *caracterizado* por que el interlineado es ventajosamente de 0,02 mm.

4. Proceso según la reivindicación 1, *caracterizado* por que para la primera etapa se utiliza un láser fibrado pulsado 20 W ajustado a aproximadamente 20 KHz y al 50 % de su potencia, desfocalizado de 5 mm y sometido a una velocidad de avance de aproximadamente 300 mm/s.

20 5. Proceso según la reivindicación 1, *caracterizado* por que para la segunda etapa, el láser fibrado pulsado 20 W se ajusta a aproximadamente 200 KHz y al 100 % de su potencia, desfocalizado de 5 mm y sometido a una velocidad de avance comprendida entre 1 mm/s y 10 mm/s.

25 6. Proceso según la reivindicación 1, *caracterizado* por que para la segunda etapa se realiza una sola pasada.

7. Proceso de soldadura de una pieza nitrurada/nitrocarburada según el cual:

- 30 - se somete una parte al menos de la pieza a una primera etapa según la cual se desplaza al menos un haz láser según al menos una pasada sobre dicha parte, hasta la transformación parcial o total de la capa superficial de la parte considerada y la modificación de la repartición de la concentración del nitrógeno en la zona de difusión,
35 - se somete la parte al menos tratada por láser para transformar la capa superficial, a una segunda etapa según la cual se desplaza al menos un haz láser según al menos una pasada sobre dicha parte para permitir disminuir la concentración de nitrógeno en la capa de difusión subyacente,
- se realiza una soldadura al nivel de la parte tratada de la pieza.

8. Proceso según la reivindicación 7, *caracterizado* por que la soldadura se realiza para la soldadura TIG.

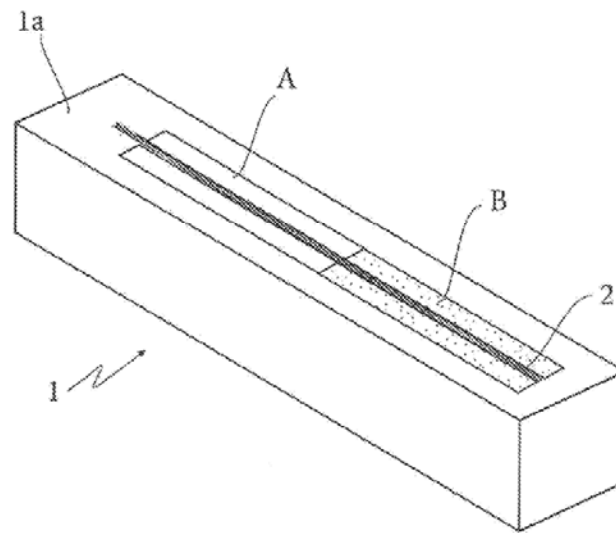
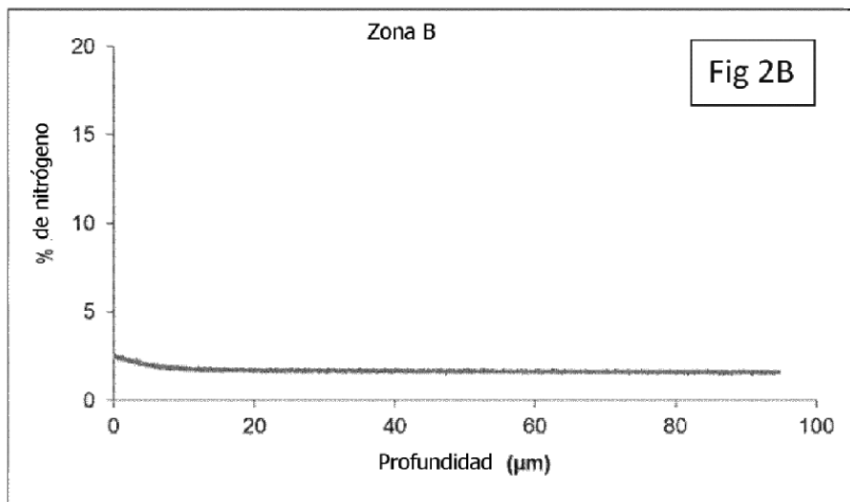
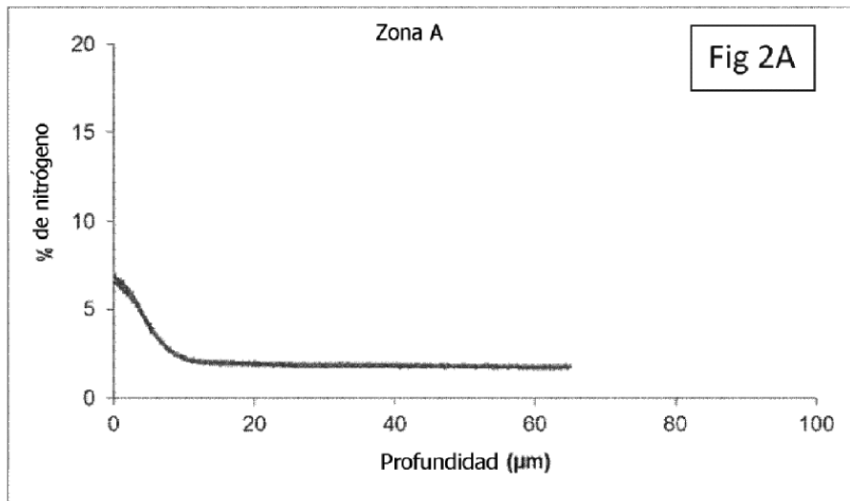
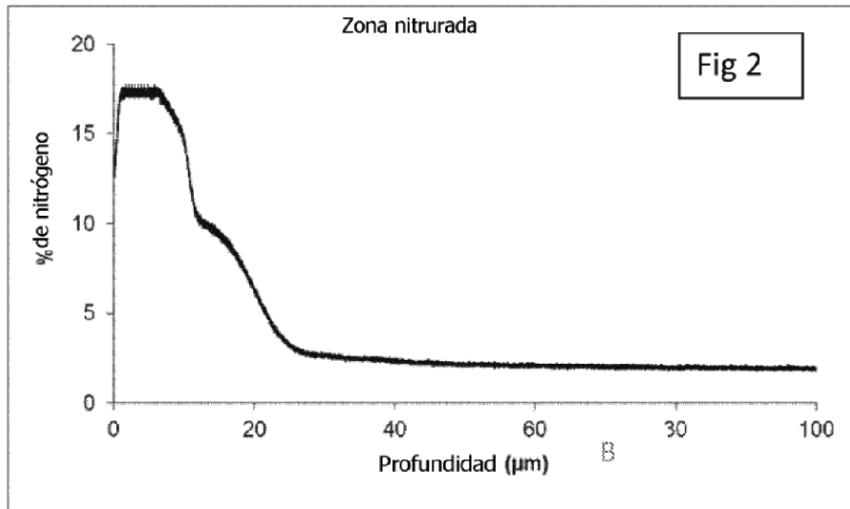


Fig. 1



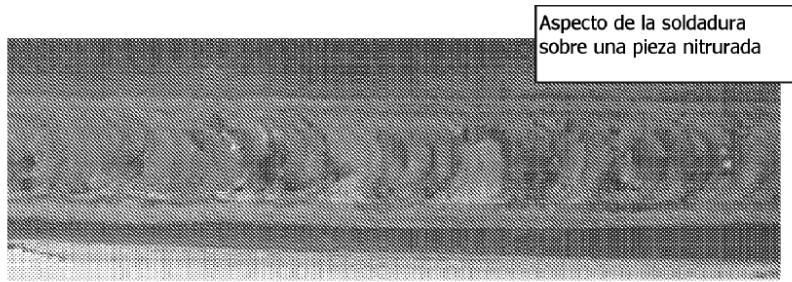
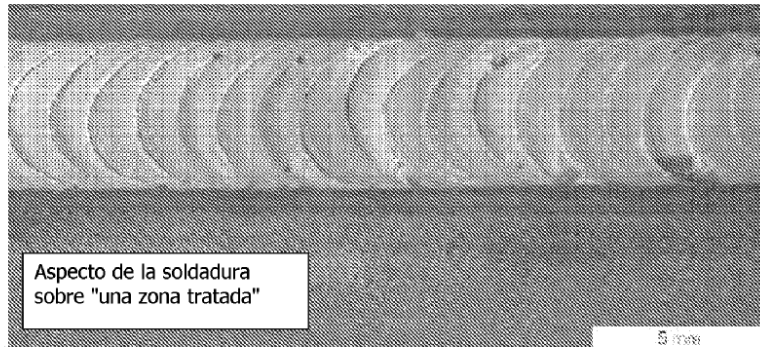


Fig 3

Fig 4



Soldadura sobre una pieza nitrurada

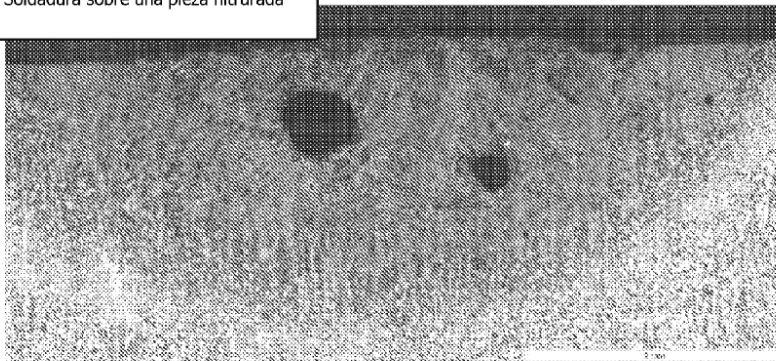
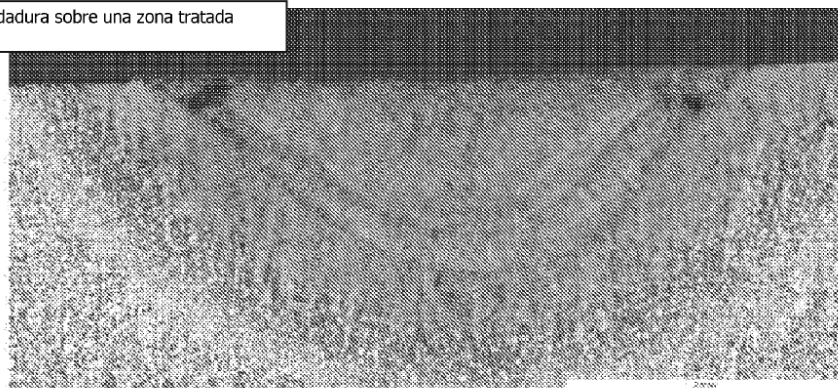


Fig 5

Soldadura sobre una zona tratada

Fig 6



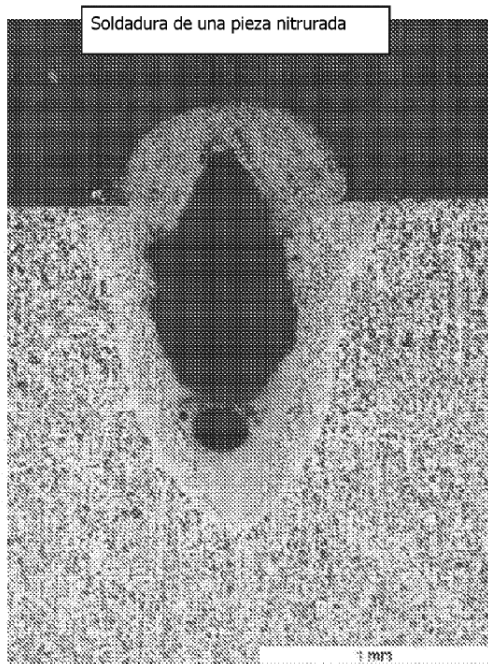


Fig 7

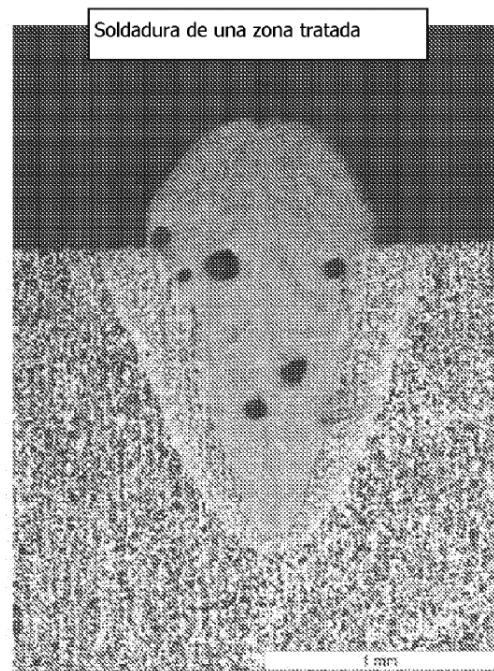


Fig 8