

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

⑩ ES	⑪ NUMERO	⑩ A1
	⑫ 452.675	
	⑬ FECHA DE PRESENTACION	
	⑭ 23-10-76	

PATENTE DE INVENCION

⑯ PRIORIDADES:	⑰ FECHA	⑱ PAIS
⑳ NUMERO		
75-11916-4	24-10-75	Suecia

㉔ FECHA DE PUBLICIDAD	㉕ CLASIFICACION INTERNACIONAL	㉖ PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C22C	

㉗ TITULO DE LA INVENCION
"UN METCDO DE FABRICAR POLVO DE ACERO QUE CCNTIENE FOSFORO"

㉘ SOLICITANTE (ES)	(69)E/L Linden/ bw)
HOGANAS AB.	

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Fack, 263 01 HOGANAS, Suecia

㉙ INVENTOR (ES)
Jan Robert Tengzelius, Lars-Erik Svensson y Per Folke Lindskog

㉚ TITULAR (ES)

㉛ REPRESENTANTE	(P.- 64381)
DON FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ	

1 La presente invención se refiere a mezclas de polvo de acero fosforoso a usar en pulvimetalurgia. Además de hierro y fósforo, estas mezclas de polvo pueden contener otros elementos de aleación comunes en esta técnica, tales como cobre, níquel, molibdeno, cromo y -  
5 carbono.

El uso de fósforo como elemento de aleación en pulvimetalurgia ha sido conocido desde los años cuarenta. El acero sinterizado aleado con fósforo tiene unas características de resistencia sustancialmente mejoradas en relación con un acero sinterizado no aleado. Ya  
10 en fecha temprana se usaban para este objeto mezclas de polvo de hierro puro y polvo de ferrofósforo. Sin embargo, el ferrofósforo primeramente usado tenía una composición que le hacía extremadamente duro, y causaba un considerable desgaste de las herramientas. Este inconveniente se ha -  
reducido hasta un grado aceptable usando un polvo de ferrofósforo que -  
15 tiene un contenido menor de fósforo, y reduciendo así la dureza; véase, por ejemplo, la patente sueca nº 372,293.

Sin embargo, las piezas sinterizadas manufacturadas por compresión y sinterización de tales mezclas de polvo de acero -  
tienen a veces una fragilidad inaceptable. Esto se revela, por ejemplo,  
20 por el hecho de que una población de barras de ensayo sinterizadas, hechas a partir de estas mezclas, puede comprender individuos que tienen -  
unas características mecánicas extremadamente reducidas, especialmente -  
respecto a resistencia al impacto y deformación permanente tras rotura -  
(alargamiento a la rotura). Dado que la ventaja de los aceros sinterizados aleados con fósforo es una resistencia alta en combinación con muy  
25 buenas características de deformación, los anteriores riesgos de fragilidad son muy serios.

Se ha mostrado que dicho riesgo de fragilidad está presente cuando el ferrofósforo tiene tal composición que se establece -  
30 una fase líquida a la temperatura de sinterización. A las temperaturas -

1 de sinterización usualmente utilizadas, 1040°C y por encima, este hecho  
hace que los contenidos de fósforo de más de 2,8% en el ferrofósforo den  
un material sinterizado que tiene un riesgo de fragilidad aumentado. El  
hecho de que se use ferrofósforo que tiene un contenido alto de fósforo,  
5 pese a este inconveniente, es consecuencia del favorable procedimiento -  
de sinterización proporcionado por la fase líquida, y de la favorable --  
distribución del fósforo, que a su vez proporciona una rápida difusión -  
del mismo al interior, obtenida debido al hecho de que el ferrofósforo -  
proporciona una fase líquida.

10 Así, el objeto de la presente invención es resol-  
ver dichos problemas respecto a la fragilidad de acero sinterizado manu-  
facturado a partir de una mezcla de polvo de hierro y un polvo de ferro-  
fósforo que tiene un contenido de fósforo mayor que 2,8%. Se ha hallado  
que la solución del problema consiste en el uso de un polvo de ferrofós-  
15 foro que tiene un tamaño máximo de partícula pequeño.

Un polvo de acero al fósforo según la invención,  
para manufacturar piezas sinterizadas que tienen una tendencia extremada  
mente pequeña a roturas por fragilidad, consiste en polvo de hierro o -  
acero sustancialmente exento de fósforo, mezclado con un polvo de fósfo-  
20 ro caracterizado por un tamaño máximo de partícula de 20  $\mu\text{m}$ , preferible-  
mente un tamaño máximo de partícula de 10  $\mu\text{m}$ . El contenido de fósforo -  
en el polvo de ferrofósforo excederá del 2,8% y, para reducir el desgase-  
te de las herramientas, el contenido de fósforo será menos del 17%. Si  
el polvo de ferrofósforo se manufactura por molienda de material en tro-  
25 zos, el contenido de fósforo excederá del 12%, y preferiblemente estará  
comprendido entre 14 y 16%. El contenido de fósforo en la mezcla preferi  
da está comprendido entre 0,2 y 1,5%.

En este caso hay gran diferencia entre los tamaños  
de partícula de los componentes de polvo de la mezcla, que conduce a un  
30 riesgo especialmente grande de segregación, y por tanto de distribución

1 discontinua de los elementos de aleación. Para reducir la tendencia de la  
mezcla a segregarse tras la operación de mezcla, se pueden añadir duran-  
te la operación de mezclado 50 - 200 g de un aceite mineral ligero por -  
tonelada métrica de polvo. Así se hace que las partículas de aleación -  
5 finas se adhieran sobre las partículas de polvo más bastas.

Para mejorar la protección contra la segregación,  
la mezcla de hierro-ferrofósforo se calienta, con o sin adición de acei-  
te, en una atmósfera reductora, hasta una temperatura entre 650 y 900°C  
durante un periodo de 15 min a 2 horas. Así se sinteriza el polvo de ma-  
10 nera suelta, de manera que se ha de efectuar después una cauta desinte-  
gración para volver al tamaño de partícula original. El polvo proporci-  
onado de esta manera tiene partículas de hierro con partículas del polvo  
de ferrofósforo, de grano fino, sinterizadas a ellas.

Los métodos antes descritos para evitar la segrega-  
15 ción se pueden efectuar en una mezcla que tenga un contenido aumentado -  
del polvo fosforoso. El concentrado así obtenido se puede mezclar con el  
polvo de hierro, para proporcionar el contenido deseado de fósforo en el  
producto final.

La ventaja de una mezcla de polvo según la inven-  
20 ción aparece en los ejemplos siguientes.

#### Ejemplo 1

Un polvo de ferrofósforo que tenía un contenido de  
fósforo de 15,8% en peso se dividió en las clases de tamaño 0-5  $\mu\text{m}$ , 5-10  
 $\mu\text{m}$ , 10-20  $\mu\text{m}$  y 20-40  $\mu\text{m}$ , mediante un dispositivo de tamizado con aire.  
25 Las diferentes fracciones de polvo se mezclaron con polvo de hierro muy  
puro que tenía un tamaño máximo de partícula de 150  $\mu\text{m}$ . El contenido de  
fósforo en la mezcla era 0,6% en peso, ya que este contenido ha resultado  
dar una evidencia clara en cuanto a la tendencia a la fragilidad de los -  
materiales sinterizados. Se manufacturaron con cada mezcla siete barras -  
30 de ensayo de resistencia al impacto, a 588 MPa. Se sinterizaron en amonia

1 co craqueado a 1120°C durante 60 minutos. Las barras no estaban perjudi-  
cadas por ninguna indicación de fractura, y se trataron en un aparato -  
Charpy a temperatura ambiente. El valor medio de la resistencia al impac-  
to (I) de estas siete barras, en función del tamaño de partícula del - -  
5 fósforo, se muestra en la Fig. 1. La desviación normal ( $\sigma_I$ ) para los -  
valores establecidos se da en la Fig. 2.

El Ejemplo 1 muestra evidentemente que el material  
manufacturado a partir de la mezcla que tiene un tamaño de partícula del  
polvo de ferrofósforo de 5 a 10  $\mu\text{m}$  tiene la mayor robustez. El material  
10 que tiene partículas de ferrofósforo de tamaño mayor que 15  $\mu\text{m}$  propor-  
ciona, sin embargo, piezas sinterizadas frágiles.

#### Ejemplo 2

Un polvo de ferrofósforo que tiene un contenido -  
de fósforo de 15,8% en peso se dividió en las clases de tamaño 0-5  $\mu\text{m}$ ,  
15 5-10  $\mu\text{m}$  y 10-40  $\mu\text{m}$ , mediante un dispositivo de tamizado con aire. Las  
diferentes fracciones de polvo se mezclaron con polvo de hierro muy puro  
que tenía un tamaño máximo de partícula de 150  $\mu\text{m}$ . El contenido de fós-  
foro en las mezclas era 0,6% en peso. Se comprimieron con cada mezcla -  
siete barras de ensayo de tracción, a 588 MPa. Las barras se sinteriza-  
20 ron en amoníaco craqueado a 1120°C durante 60 minutos. Luego se cargaron  
las barras de ensayo para romperlas, y después se examinaron respecto a  
la deformación permanente tras rotura (alargamiento a la rotura) ( $\delta$ ),  
que es una buena indicación de la tenacidad de un material. Un material  
tenaz tiene un valor grande del alargamiento, mientras que un material  
25 frágil tiene un valor bajo del alargamiento. Además, se calculó la des-  
viación normal ( $\sigma_\delta$ ) respecto a los valores de alargamiento, para las  
siete barras. Una desviación normal alta significa gran desviación de -  
los valores, mientras que una desviación normal baja significa una des-  
viación pequeña. El resultado del ensayo se muestra en las Figs. 3 y 4.

30 Resulta del ejemplo anterior que un tamaño de par-

tícula grande del ferrofósforo proporciona una rotura debida a fragilidad, mientras que un tamaño de partícula pequeño proporciona una rotura debida a tenacidad insuficiente. Ambas características ensayadas indican inequívocamente este hecho.

Así, la presente invención representa una solución a los problemas de roturas debidas a fragilidad que presenta en ciertos casos el acero sinterizado manufacturado a partir de una mezcla de polvo de hierro y polvo de ferrofósforo. La solución consiste en el uso de un polvo de ferrofósforo que tiene un tamaño de partícula menor que 20  $\mu\text{m}$ , preferiblemente menor que 10  $\mu\text{m}$ .

#### REIVINDICACIONES

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:

1ª.- Un método de fabricar polvo de acero que contiene fósforo, destinado a la manufactura de piezas de moldeo sinterizadas que tienen gran tenacidad y resistencia, caracterizado porque un polvo básico de un polvo de acero sustancialmente exento de fósforo, y que tiene buena compresibilidad, se mezcla íntimamente con un polvo de fe-

14127

m/c

5 rrofósforo que funde a baja temperatura, que tiene un con-  
tenido de fósforo de al menos 2,8%, preferiblemente entre  
12, y 17%, en cantidad tal que el contenido de fósforo en  
la mezcla sea 0,2 a 1,5%, donde el polvo de ferrofósforo  
tiene un tamaño máximo de partícula de 20  $\mu\text{m}$ , preferible-  
mente un tamaño máximo de partícula de 10  $\mu\text{m}$ .

10 2ª.- Un método según la reivindicación 1ª,  
caracterizado porque las partículas del polvo de ferrofós-  
foro se adhieren a las partículas del polvo de acero aña-  
diendo 0,005 a 0,02% de un aceite mineral fluyente.

3ª.- Un método según la reivindicación 1ª,  
caracterizado porque las partículas del polvo de ferrofós-  
foro se adhieren mediante sinterización a las partículas  
del polvo de acero.

15 4ª.- Un método según la reivindicación 1ª,  
caracterizado porque el polvo de ferrofósforo se mezcla  
primero con una porción del polvo de acero hasta dar un  
concentrado, posiblemente con adición de 0,005 a 0,02% de  
aceite mineral fluyente, y al concentrado se somete a sin-  
20 terización y desintegración, tras lo cual el concentrado,  
posiblemente junto con lubricantes y, si el polvo de ace-  
ro no es aleado, posiblemente junto con polvo de aleación,  
se añade al resto del polvo de acero.

25 5ª.- Un método de fabricar polvo de acero  
que contiene fósforo

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

30

14127

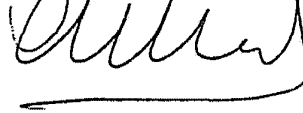
Esta Memoria consta de ocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 16.DIC.1977

5

P.A.

**Fernando de Elzaburu**  
Por Poder.



10

15

20

25

30

14127

MPB.--



FIG.-1

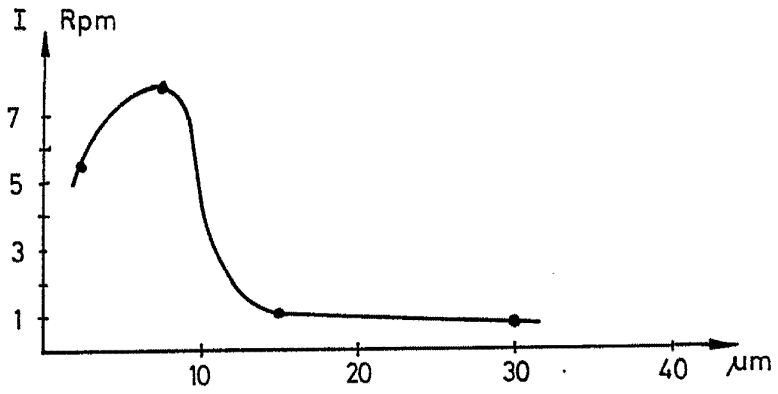


FIG.-2

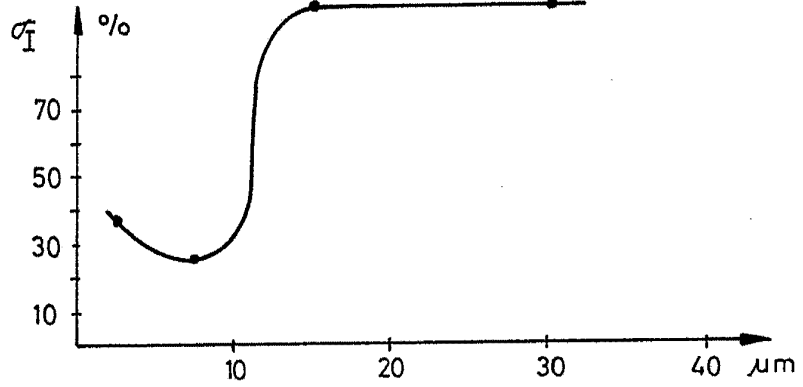


FIG.-3

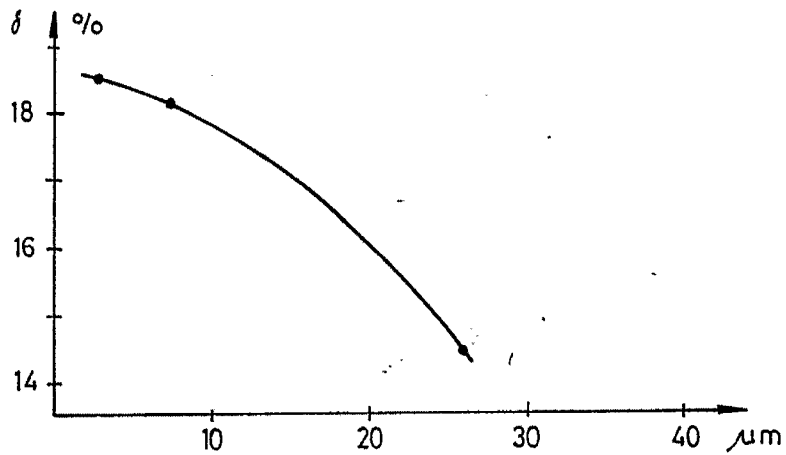
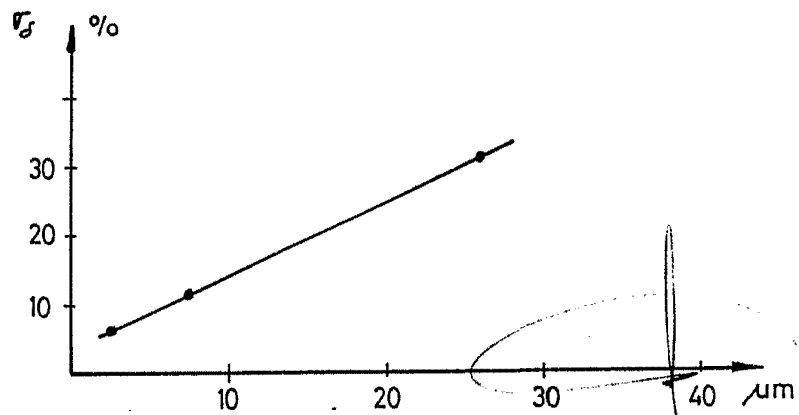


FIG.-4



Fernando de Elizaburu  
Per Fedex.