

441692

PATENTE DE INVENCION



Armco 1279.

Int. Cl.: H01F

Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO PARA PROPORCIONAR DIRECTAMENTE UN REVESTI-
MIENTO AISLANTE SOBRE ACERO ELECTRICO.

=====

Solicitante: ARMCO STEEL CORPORATION, entidad norteamericana,
residente en 703 Curtis Street, Middletown, Ohio,
EE.UU. de A.

=====

Esta invención se relaciona con un procedimiento
para proporcionar revestimientos aislantes mejorados so-
bre aceros eléctricos, cuyos revestimientos aislantes
están caracterizados por tener una naturaleza dura,
5 lisa y vítrea, una resistencia a la humedad mejorada y



excelentes características de factor espacial, a la vez que mejoran las características magnéticas de los aceros eléctricos a los cuales se aplican.

5 Tal y como se utiliza en esta memoria y en las reivindicaciones, los términos "acero eléctrico" y "acero al silicio", se refieren a una aleación cuya composición típica en porcentaje en peso es el siguiente:

10	Carbono	0,060 % máximo
	Silicio	4 % máximo
	Azufre o selenio	0,03 % máximo
	Manganeso	0,02 % - 0,04 %
	Aluminio	0,4 % máximo
	Hierro	resto

15 Si bien los revestimientos aislantes de la presente invención son aplicables a aceros al carbono para usos eléctricos, los aceros al silicio no orientados y los aceros al silicio que tienen diversas orientaciones, se describirán, solamente con fines ejemplificativos, con respecto a su aplicación a acero al silicio de orientación cúbica centrada en
20 las aristas. Dicho acero al silicio es bien conocido en la técnica y se caracteriza por el hecho de que los cubos centrados en el cuerpo que constituyen los granos o cristales, están orientados en una posición destinada por (110)/001/ según los índices de Miller. El acero al silicio, de calibre
25 de tratadina, con orientación cúbica centrada en las aristas, tiene muchas aplicaciones, por ejemplo en la fabricación de núcleos magnéticos laminados para transformadores de energía y similares. En tales aplicaciones, las características magnéticas del acero al silicio con orientación cúbica centrada
30 en las aristas son importantes y entre estas se encuentran



principalmente las pérdidas de núcleo, resistividad de interlaminación, factor espacial y magnetoestricción.

5 En la técnica anterior ya se ha reconocido que + las características magnéticas del acero al silicio de orientación cúbica centrada en las aristas y en particular las mencionadas anteriormente, se realzan si el acero al silicio se dota con una película o cristal superficial. En la fabricación comercial de acero al silicio de orientación cúbica centrada en las aristas, se utiliza un separador de recocido 10 durante el recocido final al cual se somete el acero al silicio (es decir, aquel recocido durante el cual se consigue la orientación cúbica centrada en las aristas). Cuando se emplea un separador de recocido adecuado, por ejemplo separadores de recocido de magnesia o que contienen magnesia, se 15 forma una película cristalina que contiene silicato de magnesio sobre la superficie del acero al silicio. Este cristal o película se denomina generalmente en la industria como "cristal de laminación". Por consiguiente, se ha dedicado gran cantidad de trabajo para mejorar el cristal de laminación, tal y como se ejemplifica en las patentes USA Nos. 20 2.385.332 y 3.615.918.

25 En ciertas aplicaciones, es conveniente disponer de un revestimiento aislante aplicado en lugar de, en adición a, cristal de laminación formado durante el recocido a elevada temperatura que determina la orientación. Esto ha conducido al desarrollo de los revestimientos de fosfatos, tales como los indicados en las patentes USA Nos. 2.501.846, 2.492.095 y 3.840.378.

30 La técnica anterior ha prestado también mucha atención a la mejora de los revestimientos aislantes aplica-



dos. Se ha desarrollado cierto número de revestimientos a base de fosfato de magnesio y a base de fosfato de aluminio, tal y como se establece en las Patentes USA Nos. 2.743.203; 3.151.000; 3.594.240 y 3.687.742.

5 La Patente USA No. 3.649.372 muestra un reactivo para formar un revestimiento aislante aplicado, cuyo componente principal es fosfato monobásico de magnesio. El reactivo incluye también nitrato de aluminio y/o hidróxido de aluminio junto con anhídrido sódico.

10 La Patente belga No. 789.262 describe un revestimiento aislante aplicado que comprende el uso de una solución de fosfato de monoaluminio, solución de sílice coloidal y ácido crómico o cromato de magnesio. El revestimiento de esta referencia está proyectado para ejercer tensión sobre la
15 banda de acero al silicio al objeto de mejorar varias de sus propiedades magnéticas. Las Patentes USA Nos. 3.594.240 y 3.687.742, antes citadas, describen también los beneficios de una película impartidora de tensiones.

20 La presente invención está dirigida a mejorar los revestimientos aplicados que se pueden usar en adición o en lugar de un cristal de laminación. La invención está basada en el descubrimiento de que pueden producirse excelentes revestimientos aplicados, aislantes e impartidores de
25 tensiones, a partir de una solución acuosa que contiene concentraciones relativas adecuadas de Al^{+++} , Mg^{++} y $H_2PO_4^-$, como más adelante se describirá. Si el curado de los revestimientos se ejecuta en un horno de solera sobre rodillos para el aplanado térmico de la banda, se puede añadir sílice coloidal a las soluciones de revestimiento para evitar la adherencia
30 de los revestimientos a los rodillos del horno. También



5 se puede añadir anhídrido crómico a las soluciones de revestimiento en una cantidad específica para mejorar su humectabilidad, para realzar la resistencia a la humedad de los revestimientos finales y para mejorar la resistividad interlaminar después del recocido liberador de tensiones. Tras el curado, se forma una película o cristal, duro, vítreo, de superficie lisa, impartidor de tensiones, que tiene excelentes características de factor espacial y que mejora las características magnéticas del acero al silicio. Los revestimientos de la presente invención se pueden curar a una temperatura inferior a la requerida por los revestimientos usuales a base de fosfato.

15 Según la presente invención, se proporciona una solución de revestimiento para formar sobre aceros eléctricos y sobre aceros eléctricos que tienen sobre los mismos un cristal de laminación, un revestimiento aislante, directamente, conteniendo dicha solución una concentración de Al^{+++} , Mg^{++} y $H_2PO_4^-$ en las siguientes proporciones relativas, sobre una base libre de agua. De 3 a 11 % en peso de Al^{+++} calculado como Al_2O_3 , de 3 a 15 % en peso de Mg^{++} calculado como MgO y de 78 a 87 % en peso de $H_2PO_4^-$ calculado como H_3PO_4 , siendo el 100 %, sobre una base libre de agua, el porcentaje en peso total de Al^{+++} (como Al_2O_3), Mg^{++} (como MgO) y $H_2PO_4^-$ (como H_3PO_4), comprendiendo dicha concentración de Al^{+++} , Mg^{++} y $H_2PO_4^-$ 100 partes en peso, calculado como Al_2O_3 , MgO y H_3PO_4 respectivamente, sobre una base libre de agua, y de 0 a 150 partes en peso de sílice coloidal, sobre una base libre de agua, siendo por lo menos el 45 % en peso de dicha solución de revestimiento, agua.

30 Como antes se ha indicado, se puede añadir una solución de sílice coloidal a la solución de aluminio-magne-



5 sio-fosfato. Si la concentración de Al^{+++} , Mg^{++} y $H_2PO_4^-$ (calculado nuevamente como MgO y H_3PO_4 , respectivamente) comprende 100 partes en peso sobre una base libre de agua, la sílice coloidal comprenderá de 0 a 150 partes en peso sobre una base libre de agua. Cuando está presente sílice coloidal, el porcentaje en peso total de Al^{+++} (como Al_2O_3), Mg^{++} (como MgO), $H_2PO_4^-$ (como H_3PO_4) y SiO_2 debe ser de 100 sobre una base libre de agua. Por lo menos el 45 % en peso de la solución es agua.

10 Se puede añadir anhídrido crómico a las soluciones de ambas formas de realización, para mejorar la humectabilidad de la solución, resistencia a la humedad de los revestimientos finales y resistividad interláminar después del recocido liberador de tensiones.

15 Las soluciones de revestimiento de la presente invención se pueden aplicar a aceros al silicio (con o sin un revestimiento a base de cristal de molturación) de cualquier modo adecuado y convencional. Los aceros al silicio revestidos se someterán luego a un tratamiento térmico a 20 370-870°C para secar la solución y formar la película o revestimiento aislante deseada sobre los mismos.

Se hace referencia a los dibujos adjuntos en donde:

25 La figura 1 es un gráfico di-dimensional que ilustra, sobre una base libre de agua, las proporciones relativas de Al^{+++} , Mg^{++} y $H_2PO_4^-$ (calculado como Al_2O_3 , MgO y H_3PO_4) en los revestimientos de la presente invención en ausencia de sílice coloidal.

30 La figura 2 es un gráfico di-dimensional que ilustra, sobre una base libre de agua, las proporciones rela-



tivas de Al^{+++} , (como Al_2O_3), Mg^{++} (como MgO), $H_2PO_4^-$ (como H_3PO_4) y sílice coloidal (SiO_2) en los revestimientos de la presente invención.

5 Si bien los revestimientos de la presente invención se pueden aplicar a aceros al carbono para uso eléctricos, aceros al silicio no orientados y aceros al silicio de diversas orientaciones, los mismos son particularmente adecuados para utilizarse como aceros al silicio de la variedad orientada de forma cúbica centrada en las aristas.

10 Si bien no se intenta introducir limitación alguna al respecto, los revestimientos se describirán en cuanto a su aplicación a aceros al silicio de orientación cúbica centrada en las aristas. Dicho acero al silicio tendrá normalmente un cristal de laminación formado sobre el mismo durante el

15 proceso de su fabricación, pudiéndose aplicar los revestimientos de la presente invención sobre dicho cristal, o pudiéndose aplicar al metal desprovisto (habiéndose eliminado el revestimiento a base de cristal de laminación).

20 La fabricación de acero al silicio de orientación cúbica centrada en las aristas es ya bien conocida en la técnica y generalmente comprende las etapas básicas de laminar en caliente a una banda caliente, decapar, laminar en frío al calibre final en una o más etapas, descarburizar y someter el acero a un recocido final a elevada temperatura,

25 en donde se presenta el crecimiento de granos secundarios produciendo la orientación cúbica centrada en las aristas deseadas.

Si los revestimientos de la presente invención han de ser aplicados sobre un cristal de laminación formado

30 durante el recocido a elevada temperatura del acero al sili-



5 cio, solo es necesario separa el exceso del separador de re-
 cocido de la superficie del acero mediante rascado, ligero de-
 capado o similares. Es preferible aplicar los revestimientos
 de la presente invención a la superficie metálica desnuda
 del acero al silicio, debiendo ser eliminado el cristal de
 laminación, formado durante el recocido a elevada temperatura,
 mediante un fuerte decapado o por cualquier otro medio adecua-
 do como ya es conocido. Cuando no se desea la presencia del
 cristal de laminación, se han desarrollado separadores de re-
10 cocido especiales que producen un cristal de laminación más
 facilmente separable, tal y como se indica en la Patente USA
 No. 3.375.144.

15 Los revestimientos de la presente invención se
 consiguen aplicando a un acero eléctrico una solución acuosa
 de aluminio-magnesio-fosfato y sometiendo el acero a un
 tratamiento térmico para formar sobre el mismo los revesti-
 mientos. La solución acuosa, en ausencia de sílice coloidal,
 debe contener Al^{+++} , Mg^{++} y $H_2PO_4^-$ en las siguientes propor-
 ciones relativas, sobre una base libre de agua: de 3 a 11 %
20 en peso de Al^{+++} calculado como Al_2O_3 , de 3 a 15 % en peso
 de Mg^{++} calculado como MgO y de 78 a 87 % en peso de $H_2PO_4^-$
 calculado como H_3PO_4 , siendo de 100 % el porcentaje en peso
 total de estos compuestos, sobre una base libre de agua.

25 La proporción anterior de Al^{+++} (como Al_2O_3),
 Mg^{++} (como MgO) y $H_2PO_4^-$ (como H_3PO_4) se ilustra en el diagrama
 ternario de la figura 1. El gráfico de la figura 1 se traza,
 sobre una base libre de agua, representando los vértices
 100 % en peso de Al_2O_3 , 100 % en peso de MgO y 100 % en peso
 de H_3PO_4 , respectivamente.

30 Debe observarse que las gamas antes establecidas



para Al^{+++} (como Al_2O_3), Mg^{++} (como MgO) y $H_2PO_4^-$ (como H_3PO_4), en donde el porcentaje en peso total de estos componentes es 100, abarca un área A-B-C-D-E en el gráfico de la figura 1. La solución de revestimiento debe prepararse con una proporción de Al^{+++} , Mg^{++} , $H_2PO_4^-$ (sobre una base libre de agua) representada por cualquier punto dentro del área A-B-C-D-E de la figura 1. La concentración de Al^{+++} , Mg^{++} y $H_2PO_4^-$ se puede conseguir a través del empleo de cualquier combinación adecuada de compuesto que pongan a estos iones en solución (por ejemplo, fosfato de aluminio, hidróxido de aluminio, fosfato de magnesio, magnesia, hidróxido de magnesio, ácido fosfórico y similares).

Cuando está presente sílice coloidal en la solución, debe mantenerse, sobre una base libre de agua, una proporción particular entre Al^{+++} , Mg^{++} , $H_2PO_4^-$ y sílice coloidal (SiO_2). Sobre esta base, las proporciones de Al^{+++} , Mg^{++} y $H_2PO_4^-$ se calculan de nuevo como Al_2O_3 , MgO y H_3PO_4 , respectivamente. El contenido en sílice puede variar de 0 a 60 % en peso del sistema Al_2O_3 , MgO , H_3PO_4 , SiO_2 , sobre una base libre de agua. La adición de una cantidad superior al 60 % en peso aproximadamente de SiO_2 , se puede traducir en una solución que tiene tendencia a gelificar.

Calculado sobre una base libre de agua, los porcentajes en peso de Al^{+++} (como Al_2O_3), Mg^{++} (como MgO) y $H_2PO_4^-$ (como H_3PO_4), dependerán del contenido en sílice, según las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} \% \text{ en peso de } Al^{+++} \text{ (como } Al_2O_3) &= \sqrt[3]{\frac{100\% - \% SiO_2}{100\%}} \\ \% \text{ en peso de } Mg^{++} \text{ (como } MgO) &= \sqrt[3]{\frac{100\% - \% SiO_2}{100\%}} \end{aligned}$$



$$\% \text{ en peso de } H_2PO_4^- \text{ (como } H_3PO_4) = \frac{78 \text{ a } 87 \%}{100 \% - \%SiO_2} \times 100 \%$$

en donde el % en peso total de SiO_2 , Al^{+++} (como Al_2O_3), Mg^{++} (como MgO) y $H_2PO_4^-$ (como H_3PO_4) es igual a 100.

5 La proporción (sobre una base libre de agua) entre Al^{+++} (como Al_2O_3), Mg^{++} (como MgO), $H_2PO_4^-$ (como H_3PO_4) y SiO_2 , se ilustra en el gráfico tri-dimensional de la figura 2. En éste gráfico, los cuatro vértices del tetrahedro representan 100 % en peso de Al_2O_3 , 100 % en peso de MgO , 100 % en peso de H_3PO_4 y 100 % en peso de SiO_2 . La base del gráfico es
10 idéntica al de la figura 1, como es el área A-B-C-D-E. El nivel de 60 % en peso de sílice está representado por el triángulo indicado generalmente en F-G-H paralelo a la base del tetrahedro. Debe observarse que a medida que aumenta el porcentaje de sílice, permanece igual la forma original del
15 área A-B-C-D-E pero el área misma disminuye de tamaño hasta que intersecta el nivel del 60 % en peso de sílice (triángulo F-G-H) en el área A'-B'-C'-D'-E'. Según la presente invención, la solución de revestimiento puede prepararse con un porcentaje en peso de SiO_2 , Al^{+++} (como Al_2O_3), Mg^{++} (como MgO), y
20 $H_2PO_4^-$ (como H_3PO_4) representado, sobre una base libre de agua, por cualquier punto de cualquier plano paralelo a la base del tetrahedro de la figura 2 dentro del volumen representado en dicha figura por A-B-C-D-E-A'-B'-C'-D'-E'.

25 La solución de sílice coloidal comprende preferiblemente 20 a 40 % en peso aproximadamente de sílice coloidal, siendo el resto agua. Las soluciones de sílice coloidal que satisfacen esta norma, se encuentran en el comercio. La composición de la solución de sílice coloidal puede tener una repercusión sobre la vida en almacenamiento de la solución de revesti-
30



miento de la presente invención. Se han conseguido excelentes resultados por el empleo de LUDOX TYPE AS, vendido por E.I. Du Pont De Nemours & Co. Inc., Industrial Chemicals Department, Industrial Specialties Division, Wilmington, LUDOX es una marca registrada de E.I. Du Pont De Nemours & Co, Inc. Igualmente, se han obtenido excelentes resultados con el empleo de NALCOAG-1034A, vendido por Nalco Chemical Co., Chicago, Illinois, NALCOAG es una marca registrada de Nalco Chemical Co.

Las soluciones de revestimiento de la presente invención pueden aplicarse al acero al silicio de orientación cúbica centrada en las aristas, de cualquier modo adecuado, incluyendo los sistemas de pulverización, inmersión o lampaqueo. También se pueden utilizar rodillos de dosificación y cuchillas fijas. Cuando se aplican al acero al silicio sobre un cristal de laminación, debe eliminarse el exceso de separador de recocido del recocido final del acero al silicio. Cuando se aplican al acero desnudo, debe eliminarse el cristal de laminación mismo. En cualquier caso, la superficie del acero a revestir deberá estar libre de aceites, grasas y costras.

Las soluciones de revestimiento se pueden diluir a la medida necesaria para la aplicación controlada a las superficies de la chapa o banda de acero eléctrico. Se ha determinado que, en ausencia de sílice coloidal, las soluciones concentradas que contienen menos de 45 % aproximadamente del peso de la solución total, como agua, tienden a producir revestimientos bastos que no se aplican fácilmente mediante rodillos escurridores granulados. Por otra parte, se ha encontrado que si la sílice coloidal está presente en las soluciones de revestimiento, las soluciones concentradas que con-



tienen sílice en una cantidad superior al 24 % en peso de la solución total (es decir, soluciones que contienen menos del 60 % del peso total de la solución como agua) tienden a ser inestables y a gelificar.

5 El límite superior del porcentaje del peso total de solución como agua, viene gobernado solamente por el peso deseado del revestimiento y por el método de revestimiento empleado, y puede evaluarse fácilmente por cualquier persona experta en la técnica, para satisfacer esta necesidad particular.

10

Después del revestimiento, el acero al silicio se somete a un tratamiento térmico para secar o curar la solución de revestimiento sobre el mismo y formar el revestimiento aislante deseado. La etapa de secado o curado se puede efectuar a una temperatura de 370 a 870°C durante un periodo de medio minuto a 3 minutos, en una atmósfera adecuada, tal como aire. Igualmente, cae dentro del alcance de la invención el llevar a cabo el secado o curado como una parte de otro tratamiento térmico, tal como un tratamiento térmico de aplanación convencional.

15

20

Si bien puede que no se requiera, el anhídrido crómico puede añadirse a las soluciones de revestimiento para mejorar la humectabilidad de las soluciones, para disminuir la tendencia higroscópica de los revestimientos finales y para mejorar la resistividad interlaminar después del recocido liberador de tensiones. El anhídrido crómico se puede añadir en una cantidad de 10 a 25 partes en peso aproximadamente por cada 100 partes en peso de $H_2PO_4^-$, calculado como H_3PO_4 en la solución.

25

30 Cuando un revestimiento de la presente invención,



que tiene poca o ninguna cantidad de sílice coloidal, se cura en el laminador de un horno de solera sobre rodillos convencional para el aplanado térmico de la banda de orientación cúbica sobre las aristas, el revestimiento se puede pegar y acumular sobre los rodillos del horno durante el curado. La sílice coloidal en la solución puede evitar dicho pegado. La cantidad de sílice coloidal dependerá del tipo particular de horno y de las temperaturas usadas para el curado del revestimiento. Cuando el revestimiento se cura como una parte de la operación térmica de aplanado, es preferible utilizar sílice coloidal (SiO_2) en una cantidad de por lo menos 25 % en peso del sistema Al^{+++} (como Al_2O_3), Mg^{++} (como MgO), H_2PO_4^- (como H_3PO_4) y SiO_2 , sobre una base libre de agua. En otras palabras, si la concentración de Al^{+++} , Mg^{++} y H_2PO_4^- , calculado como Al_2O_3 , MgO y H_3PO_4 respectivamente, comprende 100 partes, sobre una base libre de agua, es preferible que la sílice coloidal (SiO_2) esté presente en una cantidad de por lo menos 33 partes en peso sobre una base libre de agua.

EJEMPLO 1

Se llevan a cabo ensayos en planta para comparar las propiedades magnéticas de acero al silicio de orientación cúbica centrada en las aristas comercial que tiene un cristal de laminación y el mismo acero al silicio de orientación cúbica dentrada en las aristas comercial que tiene un cristal de laminación y está revestido con un revestimiento aislante de la presente invención. Todas las bobinas usadas en este ensayo, procedían de la misma carga y se procesaron en acero al silicio de orientación cúbica centrada en las aristas con un cristal de laminación por la misma vía comercial.

A partir de cinco de las bobinas revestidas con



5 cristal de laminación, se obtuvieron muestras frontales y traseras que se comparan en 10 muestras Epstein. Las muestras fueron sometidas a un recocido liberador de tensiones a 788°C durante 1 hora y en una atmósfera de 95 % N₂ - 5 % H₂, tras lo cual se ensayaron con respecto a la pérdida de núcleo y permeabilidad en H=10 oersteds. La resistividad media fue debida a partir de las bobinas antes del recocido liberador de la tensión. La Tabla I siguiente proporciona los resultados del ensayo, representando cada valor, excepto la resistividad media, un valor medio para todas las muestras Epstein, de las muestras frontales y un valor medio para todas las muestras Epstein de las muestras traseras. La resistividad media es el valor medio global de las cinco bobinas.

15 Se revisten cuatro bobinas más revestidas con cristal de laminación, procedentes de la misma carga, con una solución de revestimiento de la presente invención, cuya solución contiene 46,4 % SiO₂, 45,3 % H₃PO₄, 3,6 % MgO y 4,7 % Al₂O₃ sobre una base libre de agua y 64 % de agua. En adición, se añade CrO₃ en una cantidad de 25 g de CrO₃ por 100 g de H₃PO₄ en la solución anterior. Esta solución se obtiene mezclando: 208 l de una solución al 50 % de fosfato de monoaluminio (conteniendo 33 % de P₂O₅, 8,6 % de Al₂O₃ y el resto agua y una densidad específica, a 21°C, de 1,48); 208 l de una solución de fosfato de magnesio (conteniendo 27,4 % de P₂O₅, 6,9 % de MgO y el resto agua y teniendo una densidad específica, a 21°C, de 1,43); 208 l de agua; 63 kg de CrO₃; y 624 l de sílice coloidal (vendida con la marca registrada NALCOAG-1034A).

30 La banda revestida se somete a un tratamiento térmico a 832,5°C durante 40 segundos aproximadamente en un



horno al aire libre y llama libre, para formar el revestimiento aislante de la presente invención.

Se toman muestras delanteras y traseras de cada bobina y se corta cada una de ellas en una muestra Epstein.

5 Las muestras Epstein se ensayan con respecto a la pérdida de núcleo, $H=10$, permeabilidad, resistividad, factor espacial y magnetoestricción. A continuación, las muestras Epstein se someten a un recocido liberador de tensiones a 788°C durante
10 1 hora en una atmósfera de $95\% \text{N}_2 - 5\% \text{H}_2$ y se vuelven a ensayar a continuación. Los valores dados para estas muestras en la Tabla I representan los valores medios para todas las muestras Epstein de las muestras delanteras y los valores medios de todas las muestras Epstein de las muestras traseras, excepto la resistividad media que constituye la media global
15 de las muestras Epstein de tanto las muestras delanteras como traseras.

En la Tabla I, el término "AS CUT" se refiere, en cada caso, a las muestras revestidas, secadas y cortadas. El término "SRA" se refiere a las mismas muestras después de
20 haber sido sometidas a un recocido liberador de tensiones.

Los datos de la Tabla I demuestran que la resistividad media del revestimiento de la invención sobre cristal de laminación es significativamente mayor que la de revestimiento de cristal de laminación solo.



TABLA I

ESTADO DE LA MUESTRA	POSICION DE ENSAYO	PERJIDA DE NUCLEO 15 kg AS CUT SRA	17 kg AS CUT SRA	PERM. A H=10	RESISTIVIDAD MEDIA (AMPS) (AS CUT)	FACTOR ESPACIAL	MAGNETOESTRICCION AS CUT	SRA	CALIBRE EPSTEIN
CRISTAL	F	---	0,478	1838	0,534	---	---	---	10,2
	B	---	0,477						10,4
REVESTIMIENTO DE LA INVENCION SOBRE CRISTAL	F	0,510	0,490	1829	0,173	97,1	-115	-153	10,7
	B	0,505	0,498						10,6

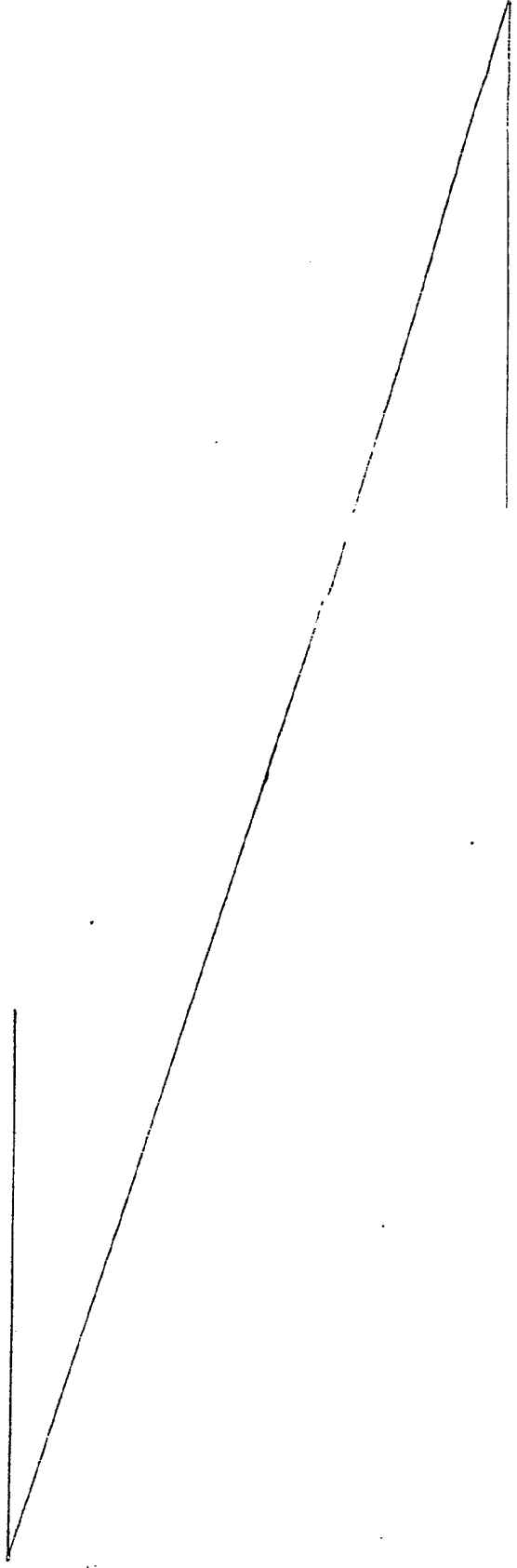
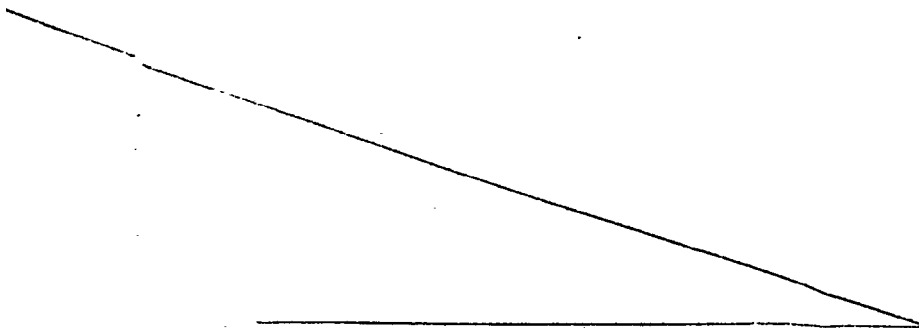


TABLA I

ESTADO DE LA MUESTRA	POSICION DE ENSAYO	PERDIDA DE NUCLEO				PERM. A H=10	RESISTIVIDAD MEDIA (AMPS) (AS CUT
		15 kg		17 kg			
		<u>AS CUT</u>	<u>SRA</u>	<u>AS CUT</u>	<u>SRA</u>		
CRISTAL	F	---	0,478	---	0,703	1838	0,534
	B	---	0,477	---	0,704		
REVESTIMIENTO DE LA INVENCION SOBRE CRISTAL	F	0,510	0,490	0,741	0,698	1829	0,173
	B	0,505	0,498	0,732	0,697		



	RESISTIVIDAD MEDIA (AMPS) (AS CUT)	FACTOR ESPACIAL	MAGNETOESTRICCION		CALIBRE EPSTEIN
			<u>AS CUT</u>	<u>SRA</u>	
	0,534	---	---	---	10,2 10,4
	0,173	97,1	-115 -100	-153 -135	10,7 10,6





EJEMPLO 2

Se llevan a cabo otros ensayos en el laboratorio utilizando varias composiciones de revestimiento. Se revisten muestras de acero eléctrico de grano orientado, de alta permeabilidad, con las diversas soluciones indicadas en la Tabla 2. Las bandas revestidas se someten a un tratamiento térmico a 832,5°C durante 70 segundos en un horno electricamente calentado que tiene una atmósfera de aire, para formar los revestimientos de la invención.

Las muestras revestidas y curadas de los ejemplos 2-1 a 2-10 fueron cortadas en 8 muestras Epstein en tiras y ensayadas con respecto a la resistividad Franklin a 21 kg/cm². Las muestras revestidas y curadas de los ejemplos 2-11 a 2-14 fueron cortadas en 8 muestras Epstein en tiras y ensayadas con respecto a la resistividad Franklin a 21 kg/cm². A continuación, las muestras Epstein de los ejemplos 2-1 a 2-10 y de los ejemplos 2-11 a 2-14 fueron sometidas a un recocido liberador de tensiones a 788°C durante 4 horas y a 816°C durante 2 horas, respectivamente, en una atmósfera seca de 90 % N₂ - 10 % H₂ y a continuación se ensayaron con respecto a la pérdida de núcleo a 17 KGa y con respecto a la resistividad Franklin a 21 kg/cm². Estos resultados de ensayo se muestran en la Tabla 2.

Los ejemplos de la Tabla 2 indican que las resistividades Franklin "as cut" de los revestimientos de la invención son significativamente mayores que las resistividades del revestimiento de cristal de laminación. En adición, los ejemplos 2-11 a 2-14 demuestran que la adición de CrO₃ a soluciones de revestimiento que tienen elevados niveles de sílice aumenta grandemente la resistividad Franklin del reves-



5 timiento después del recocido liberador de tensiones, en comparación con el mismo revestimiento sin CrO_3 . Las muestras que tienen un cristal de laminación tienen valores de magneto-estricción menos negativos que las muestras revestidas, lo cual es indicativo de los efectos de tensión aplicados por los revestimientos.

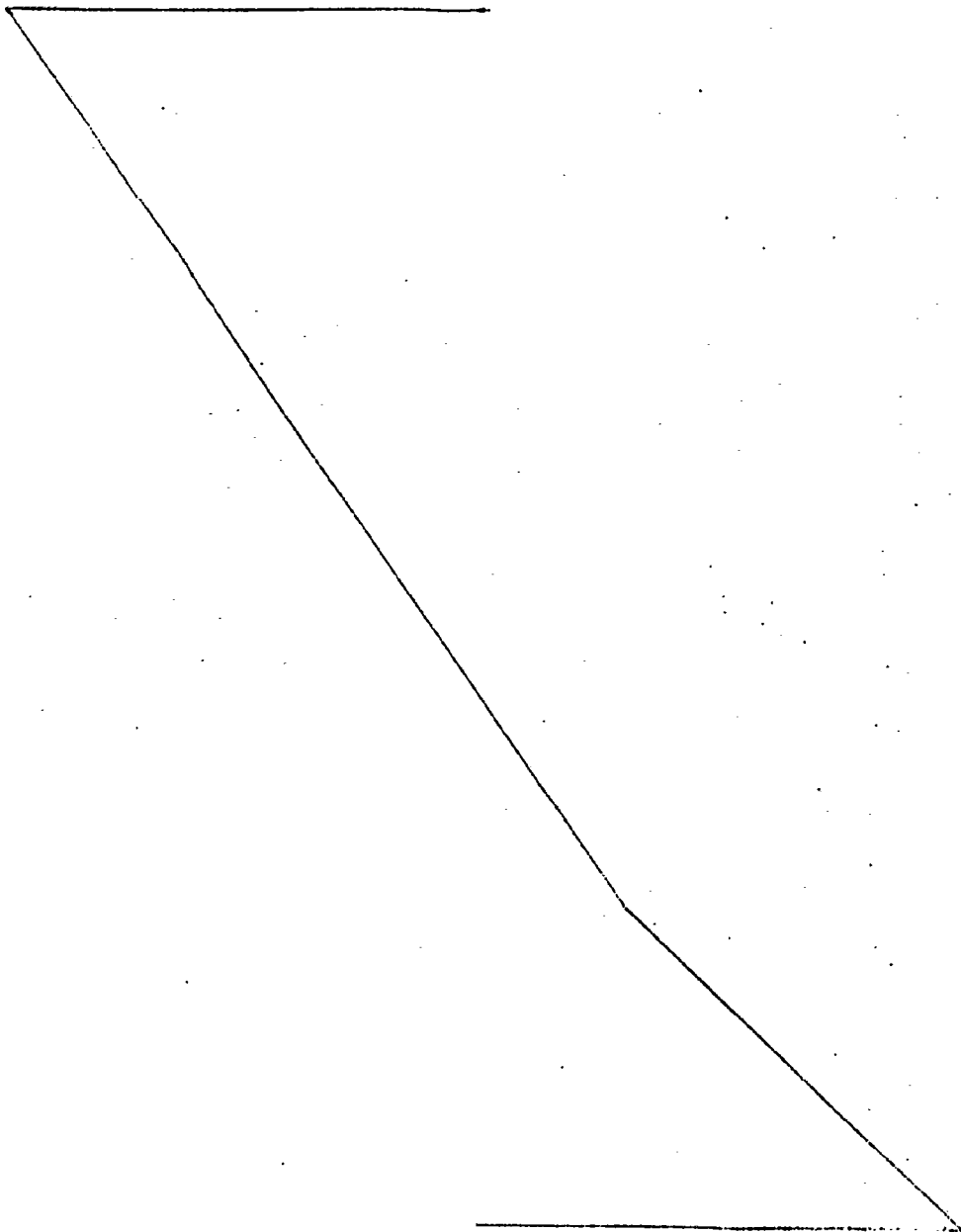


TABLA II

EJEMPLO	COMPOSICION DE LA SOLUCION DE REVESTIMIENTO SOBRE UNA BASE EN SECO						PROPIEDADES MAGNETICAS DESPUES DE SRA		
	%H ₂ PO ₄	%MgO	%Al ₂ O ₃	%SiO ₂	%H ₂ O	Perdida de núcleo 17/60			
2-1	82,1	9,3	8,5	0	50	0,664	1920	-52	
2-2	83,3	12,1	4,6	0	53	0,678	1927	-49	
2-3	82,5	6,7	10,9	0	49	0,695	1901	-53	
2-4	83,3	8,0	8,6	0	50	0,655	1920	-48	
2-5	81,0	10,6	8,4	0	50	0,670	1897	-54	
2-6	80,7	9,2	8,4	1,7	49	0,639	1919	-53	
2-7	83,0	8,1	8,6	0	50	0,658	1912	-55	
2-8	81,0	13,2	5,8	0	51	0,679	1907	-60	
2-9	80,7	11,7	5,8	1,8	51	0,651	1915	-58	
2-10	83,3	10,7	6,0	0	52	0,606	1914	-51	
2-11	40,2	5,2	4,2	50,4	62	0,481	1924	-62	
2-12	40,2	5,2	4,2	50,4	62	0,021	1916	-62	
2-13	40,5	7,3	2,2	50,0	62	0,024	1922	-53	
2-14	40,5	7,3	2,2	50,0	62	0,011	1920	-47	
2-15	solo cristal de laminación						0,64	1920	-44

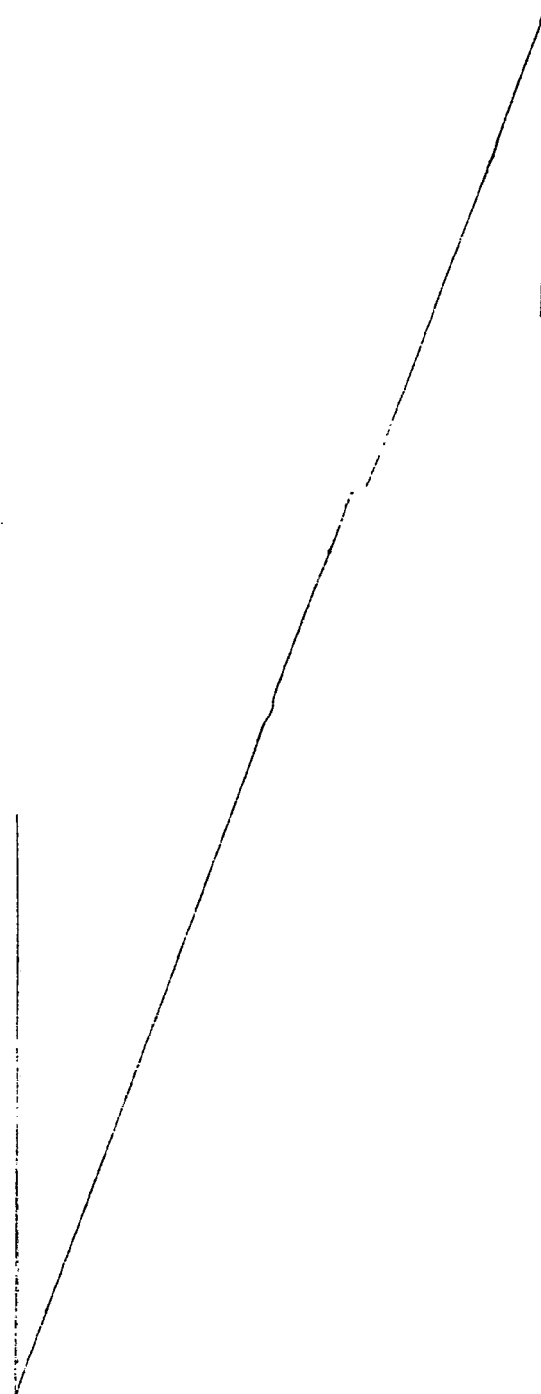
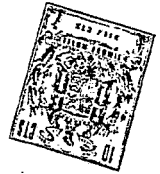


TABLA II

EJEMPLO	COMPOSICION DE LA SOLUCION DE REVESTIMIENTO SOBRE UNA BASE EN SECO					GMS CrO 100GMS
	%H ₂ PO ₄	%MgO	%Al ₂ O ₃	%SiO ₂	%H ₂ O	
2-1	82,1	9,3	8,5	0	50	0
2-2	83,3	12,1	4,6	0	53	0
2-3	82,5	6,7	10,9	0	49	0
2-4	83,3	8,0	8,6	0	50	0
2-5	81,0	10,6	8,4	0	50	0
2-6	80,7	9,2	8,4	1,7	49	0
2-7	83,0	8,1	8,6	0	50	1
2-8	81,0	13,2	5,8	0	51	0
2-9	80,7	11,7	5,8	1,8	51	0
2-10	83,3	10,7	6,0	0	52	3
2-11	40,2	5,2	4,2	50,4	62	0
2-12	40,2	5,2	4,2	50,4	62	24
2-13	40,5	7,3	2,2	50,0	62	0
2-14	40,5	7,3	2,2	50,0	62	24
2-15	Solo cristal de laminación					



10

GMS CrO ₃ POR 100GMS H ₃ PO ₄	RESISTIVIDAD FRANKLIN		PROPIEDADES MAGNETICAS DESPUES DE SRA		
	AMPS AS CUT	AMPS SRA	Perdida de núcleo 17/60	PERM. H=10	15KGa 1/L
0	0,01	0,56	0,664	1920	-52
0	0,00	0,80	0,678	1927	-49
0	0,04	0,60	0,695	1901	-53
0	0,01	0,72	0,655	1920	-48
0		0,51	0,670	1897	-54
0		0,60	0,639	1919	-53
1		0,54	0,658	1912	-55
0		0,50	0,679	1907	-60
0		0,61	0,651	1915	-58
3		0,60	0,675	1914	-51
0	0,006	0,481	0,670	1924	-62
24	0,021	0,119	0,674	1916	-62
0	0,024	0,390	0,662	1922	-53
24	0,011	0,065	0,684	1920	-47
	0,64	0,593	0,673	1920	-44



NOTA

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con el No. de Ser. 513.951 de 11 de octubre de 1.974; acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre:
PROCEDIMIENTO PARA PROPORCIONAR DIRECTAMENTE UN REVESTIMIENTO AISLANTE SOBRE ACERO ELECTRICO; caracterizándose por lo siguiente:

1.- Procedimiento para proporcionar directamente un revestimiento aislante sobre acero eléctrico y sobre acero eléctrico que tiene sobre el mismo un cristal de laminación, caracterizado porque comprende las etapas de aplicar a dicho acero una solución de revestimiento que contiene una concentración de Al^{+++} , Mg^{++} y $H_2PO_4^-$ en las siguientes proporciones relativas, sobre una base libre de agua: de 3 a 11 % en peso de Al^{+++} calculado como Al_2O_3 , de 3 a 15 % en peso de Mg^{++} calculado como MgO y de 78 a 87 % en peso de $H_2PO_4^-$ calculado como H_3PO_4 , siendo del 100 %, sobre una base libre de agua, el porcentaje en peso total de Al^{+++} (como Al_2O_3), Mg^{++} (como MgO) y $H_2PO_4^-$ (como H_3PO_4), comprendiendo dicha concentración de Al^{+++} , Mg^{++} y $H_2PO_4^-$ 100 partes en peso calculado como Al_2O_3 , MgO y H_3PO_4 , sobre una base libre de agua, y de 0 a 150 partes en peso de sílice coloidal, sobre

5

10

15

20

25

30

mCe



una base libre de agua, siendo agua por lo menos el 45 % en peso de dicha solución de revestimiento; y someter dicho acero revestido a un tratamiento térmico a una temperatura comprendida entre 370 y 870°C.

5

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la etapa de añadir, a dicha solución, de 10 a 25 partes en peso de anhídrido crómico por cada 100 partes en peso de $H_2PO_4^-$ calculado como H_3PO_4 en dicha solución.

10

3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque dicha solución contiene de 33 a 150 partes en peso de sílice coloidal sobre una base libre de agua, siendo agua por lo menos el 60 % en peso de dicha solución de revestimiento.

15

4.- Procedimiento para proporcionar directamente un revestimiento aislante sobre acero eléctrico, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

20

Esta Memoria consta de 21 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 29 DIC. 1975

ARMCO STEEL CORPORATION.

L. GOMEZ ACEBO Y RUDEZ

p. p. Firmado: L. Gomez Acebo y Rudez

ME

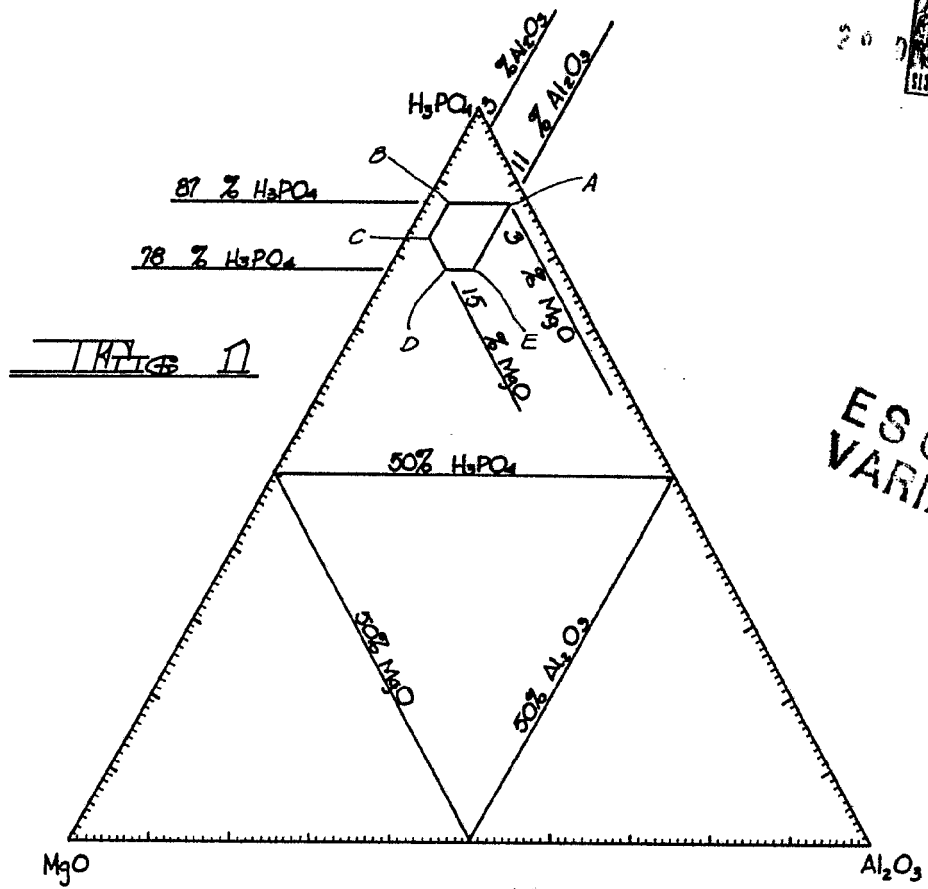


FIG 1

ESCALA VARIABLE

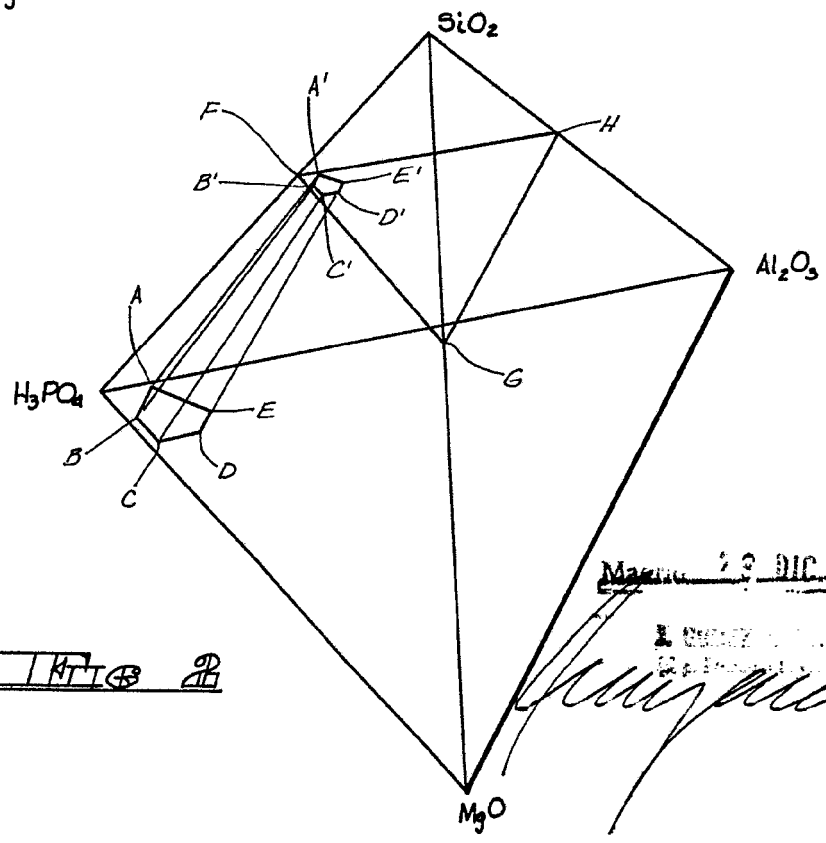


FIG 2

MAGNUM 23 DIC 1978

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

[Handwritten signature]