



- 1 -

289469

289469

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

por VEINTE años en España, por "PROCESO DE FABRICATION DE UN CIRCUITO DOTADO DE RESISTENCIA Y CAPACITANCIA".

a favor de

PHILCO CORPORATION (Delaware)

domiciliado en Tioga and "C" Sts., Philadelphia 34, Pennsylvania, EE.UU.

PRIORIDAD: de la solicitud de patente estadounidense Nº 232.539 del 23 de Octubre de 1.962

INVENTORES: Thomas V. Sikina y Francis L. Murray Jr., ambos de nacionalidad estadounidense.



289469

Una actividad simultánea en el terreno de la microminiaturización de componentes electrónicos y elementos de circuitos ha precipitado numerosos avances y realizaciones dignas de destacarse. Esta invención se relaciona con uno de ellos, concretamente la construcción, mediante un proceso simple y económico, de una disposición o conjunto de resistores de estrecha tolerancia y capacitores de elevada Q, sobre un sólo sustrato, usando múltiples capas de delgadas películas.

Los anteriores elementos de un circuito en película delgada - de resistor-capacitor se construían anodizando sobre un sustrato común una sola película metálica a varios voltajes, un voltaje para los capacitores y uno o más voltajes diferentes para los resistores. Las desventajas de este procedimiento monometálico, expuestas en la solicitud copendiente de John G. Simmons, Nº 122.526, depositada el 7 de julio de 1961 y transferida al presente cesionario, incluyen:

(1) una placa para circuitos compuesta de microcircuitos provistos de resistores contruídos con el mismo material con que han de fabricarse los capacitores, de manera que cada circuito sea anodizado y controlado separadamente para controlar las tolerancias de los resistores;

(2) los capacitores monometálicos tienen una frecuencia relativamente pobre frente a las características de Q;

(3) se precisa un costoso y complejo proceso de fabricación - que requiere la interrupción de vacíos; y

(4) se tropieza con una relativa dificultad en la unión de las conexiones externas de los circuitos.

La utilización del proceso de la presente invención evita las citadas desventajas del plan monometálico. Con el presente proceso, los valores de resistencia para una placa de circuitos completa de 50 ó 60 microcircuitos pueden controlarse hasta un $\pm 7\%$ de una resistencia determinada sobre un depósito inicial, que se reduce a un $\pm 5\%$ -



289469

después del tratamiento térmico. Los capacitores de los circuitos tienen valores de Q de 50 a 100 a 3 mc. Además, el proceso es altamente compatible, puesto que el circuito básico puede construirse sin interrumpir vacío. Los conductores son fácilmente fijados, puesto que se disponen áreas conductoras de oro.

OBJETOS

Los objetos de la presente invención incluyen pues:

(1) la provisión de un nuevo y económico proceso de fabricación de circuitos de película delgada en microminiatura;

(2) la provisión de perfeccionados circuitos resistores-capacitores usando técnicas de películas delgadas;

(3) la provisión de múltiples circuitos de resistores-capacitores dotados de estrechas tolerancias y elevada Q, de una manera compatible y económica. Otros objetos y ventajas de la invención resultarán evidentes mediante una consideración del siguiente resumen y descripción de aquélla.

RESUMEN

De acuerdo con la versión preferida de la presente invención, se forman sobre un sustrato circuitos de resistores-capacitores en forma de película, usando un conjunto inicial de tres películas metálicas sucesivamente depositadas. Se usan técnicas fotolitográficas para trazar áreas resisoras de la primera película, áreas conductoras de contactos y electrodos capacitores de la segunda película, y áreas capacitores de la tercera película. Las áreas capacitores metálicas se hacen dieléctricas por anodización y se evaporan sobre ellas contactos - contraelectrodos. Puede reproducirse casi todo circuito de resistores-capacitores determinado, en forma de delgada película usando las anteriores técnicas.

DIBUJOS

En los dibujos:

La figura 1 ilustra varias fases en la fabricación de un cir-



289469

cuito ejemplificativo de películas delgadas de resistores-capacitores de acuerdo con la versión preferida de la invención.

La figura 2 ilustra otro modo de fabricación del circuito — ejemplificativo de la figura 1;

La figura 3 muestra un diagrama esquemático del circuito de resistores-capacitores de las figuras 1 y 2; y

La figura 4 muestra curvas relacionadas con la invención.

FIGURA 1 - VERSION PREFERIDA

La fabricación del circuito de resistores-capacitores que ejemplificativamente se muestra en la figura 3 se inicia, de acuerdo con la versión preferida de la invención, con la estructura mostrada en la figura 1A. Se cubre un sustrato vítreo con una primera capa de tantalio (Ta 1), una capa de oro intermedia (Au 1) y una segunda capa de tantalio (Ta 2). Esta estructura inicial puede formarse sin interrumpir vacío en un proceso de chisporroteo sucesivo, a exponer más adelante. Usando técnicas fotolitográficas, la mayor parte de la capa superior de tantalio en la estructura de la figura 1A es atacada dejando la sección de la misma que se muestra en la figura 1B, cuya sección — formará finalmente el dieléctrico del capacitor. Luego se ataca selectivamente la capa intermedia de oro para dejar las cuatro áreas — mostradas en la figura 1C; que forman los contactos para la placa de circuitos. La capa inferior de tantalio es atacada seguidamente para dejar las dos tiras resisteras mostradas en la figura 1D. Luego se — anodiza el bloque de Ta 2 (siendo cubierto el resto del circuito) para desarrollar un óxido (Ta_2O_5) sobre él. Este óxido formará el dieléctrico del capacitor. Los conductores externos son ultrasónicamente — soldados a las áreas de contacto de oro. Finalmente, se evapora un — contraelectrodo de cromo cubierto con oro sobre la mayor parte del — dieléctrico de pentóxido de tantalio, como se muestra. Este contraelectrodo forma también un puente con el área de contacto de oro supe



rior izquierda, como se muestra, para formar el circuito de resistores-
capacitores de la figura 3. Los conductores externos pueden fijarse -
después de que los contraelectrodos son evaporados, cuando los conducto
res estarían de otro modo demasiado cerca para obtener una buena defini
ción del contraelectrodo.

FIGURA 2 - OTRO MODO DE FABRICACION

El circuito ejemplificativo de resistores-capacitores de la -
figura 3 puede fabricarse de otra manera usando la estructura inicial
mostrada en la figura 2A. Dicha estructura puede formarse de igual --
manera que el circuito de la figura 1A, con la excepción de que se chis
porrotea sobre Ta 2 una segunda capa de oro, Au 2. Las tres capas su
periores, Au 2, Ta 2 y Au 1, son atacadas luego selectivamente para de
jar las cuatro áreas de contacto mostradas en la figura 2B. Luego se
ataca la capa inferior de tantalio para formar las tiras resisoras --
mostradas en la figura 2C. Luego se retira parte del parche inferior
izquierdo de Au 2 para exponer una sección de Ta 2, como se muestra.
En la fase C, se anodiza la parte de este Ta 2 situado dentro de las -
líneas discontinuas (resto del circuito cubierto) para formar un óxido
(Ta₂O₅) sobre ella, que forme el dieléctrico del capacitor. Este óxi
do puede desarrollarse hasta un nivel superior a la película de Au 2,
como se muestra en las vistas laterales de las figuras 2D y 2F. Final
mente, se evapora un contraelectrodo de Cr cubierto de Au sobre la Ma
yor parte del dieléctrico de Ta₂O₅, como se muestra. Como antes, el -
contraelectrodo forma también un puente con el área de contacto de oro
superior izquierda para formar el circuito de resistores-capacitores de
la figura 3.

DETALLES DE FABRICACION

Debe indicarse entre paréntesis que las dimensiones vertica--
les de las películas en los diagramas de las figuras 1 y 2 están extre
madamente exageradas. De hecho, el espesor y longitud combinados del



289469

sustrato de vidrio puede oscilar aproximadamente entre 10 y 100 milésimas de pulgada y 200 a 1.000 milésimas de pulgada respectivamente.

Los conjuntos iniciales de capas múltiples de las figuras 1 y 2 pueden formarse por el proceso de chisporroteo, en el que un sólo sistema de vacío provisto de cátodos de Au y Ta y un soporte de sustrato giratorio permitirá el depósito de capas alternas de diferentes metales sin interrumpir el vacío. Otros detalles de este proceso de chisporroteo sucesivo se exponen en la solicitud de Simmons antes mencionada. Otros procesos, tales como el de evaporación en vacío, pueden usarse también para formar los conjuntos de partida. Detalles adicionales de los procesos de chisporroteo y evaporación en vacío por sí mismos pueden obtenerse con referencia a la patente Nº 2.993.266, concedida a R.W. Berry el 25 de julio de 1961.

La primera capa depositada sobre el sustrato de vidrio (Ta 1) se hace suficientemente delgada (por ejemplo 375 Å) para constituir una película de elevada resistividad de manera que sea adecuada para resistores de pequeño área.

La segunda capa (Au) se hace relativamente gruesa (por ejemplo 2.000 Å) para formar vías conductoras de baja resistencia y buenas áreas de unión para conexiones externas y elementos activos. Esta capa sirve también de electrodo básico de escasa resistividad para el dieléctrico de Ta anodizado, resultando en el montaje de capacitores dotados de elevada Q.

La tercera capa depositada (Ta 2) es suficientemente gruesa (por ejemplo 2.500 Å) para permitir una anodización electroquímica standard con la que se obtenga una gruesa capa de Ta₂O₅ que sirva de dieléctrico para los capacitores.

Los contraelectrodos de los capacitores pueden evaporarse convenientemente sobre el tantalio anodizado a través de máscaras metálicas y pueden estar compuestos de una capa de cromo seguida de una



289469

capa de oro. Sin embargo, los contraelectrodos pueden construirse también con oro sólo, aluminio sólo o cualquier otro metal adecuado, como es bien sabido por los expertos en el arte.

5 Se ha observado que el contraelectrodo, que forma también una conexión con el contacto de Au superior izquierdo, no forma puente con la película de Au 1 (por debajo de Ta 2) para acortar el capacitor. Se teoriza, pero no se supone, que esto se debe a: (1) que los bordes de ambas capas de Ta (Ta 1 y Ta 2) pueden desarrollar un óxido proyectado durante la anodización impidiendo que el contraelectrodo evaporado alcance la película Au 1; o (2) que el contraelectrodo puede no llenar por completo el hueco durante la evaporación, de manera que las paredes y Au 1 no formen contacto, o (3) que durante la anodización puede retirarse todo oro potencialmente nocivo cuando los adyacentes átomos de Ta resulten oxidados.

15 En la práctica pueden producirse simultáneamente sobre una sola placa grande de circuitos 50 ó 60 diferentes microcircuitos del tipo aquí expuesto. Los valores de resistencia pueden controlarse hasta un $\pm 7\%$ de un determinado valor de ohmios/pulgada cuadrada en el depósito inicial, que puede reducirse a un $\pm 5\%$ después del tratamiento térmico. Los valores de los resistores individuales pueden ajustarse también individualmente a una tolerancia más estrecha cuando se requiera. Los detalles relativos a la técnica de ajuste para la fabricación de resistores de precisión que sea aplicable a la presente invención se exponen en la solicitud copendiente de Mauro J. Walker, N° 214.382, depositada el 2 de agosto de 1962, y transferida al presente cesionario.

FIGURA 4

30 Las características de Q frente a frecuencia de los capacitores de la presente invención son superiores a las obtenidas de acuerdo con el proceso de la citada solicitud de Simmons, debido a la baja - -



1963

289469

resistencia en serie proporcionada por el oro subyacente. Por ejemplo, se han obtenido unos valores de Q de 50 a 100 a 3 mc con capacitores producidos de acuerdo con la invención. La figura 4 muestra una comparación representativa con la característica de Q frente a frecuencia de un capacitor del arte anterior producido mediante la anodización de tantalio sobre un sustrato y evaporando un contraelectrodo sobre él.

Los circuitos construidos de acuerdo con la presente invención son también susceptibles de interconexión con elementos transistores de acuerdo con la técnica expuesta en la solicitud copendiente de Thomas V. Sikina y John A. Hall, Jr., Nº 229.329, depositada el 9 de octubre de 1962 y transferida también al cesionario de la presente invención.

El proceso de la invención ha sido específicamente descrito utilizando tantalio y oro como metales para los circuitos. El tantalio es preferible porque puede depositarse en películas estables de elevada resistividad laminar, tiene un bajo coeficiente térmico de resistividad, es resistente a la corrosión y es un excelente metal valvular, pudiéndose anodizar por consiguiente para formar buenos capacitores. El oro es preferido debido a su baja resistividad laminar y resistencia a la corrosión. Sin embargo, pueden usarse otros metales en lugar de estos dos. Por ejemplo, en lugar del tantalio pueden emplearse tungsteno, titanio, cromo, molibdeno y nicromio; en lugar del oro, pueden usarse el platino, rodio, paladio, iridio, plata, níquel, aluminio y cobre.

El específico circuito de resistores-capacitores de la figura 3, cuya fabricación ha sido expuesta aquí, es sólo de carácter ejemplificativo. De acuerdo con la invención puede producirse casi cualquier circuito determinado de resistores-capacitores, y por consiguiente el circuito mostrado no ha de considerarse en modo alguno



1963

289469

como limitativo o indicativo del ámbito de la invención. Lo mismo ca-
be decir de otros aspectos específicos de la descripción. En consecuen-
cia, la invención queda definida sólo por las adjuntas reivindicacio-
nes.

REIVINDICACIONES

En resumen: La Patente de Invención que se solicita deberá —
recaer sobre las siguientes reivindicaciones:

1. Proceso de fabricación de un circuito dotado de resisten-
cia y capacitancia, que comprende las operaciones de (a) formar sobre
un sustrato una primera película metálica; (b) formar una segunda pelí-
cula metálica sobre dicha primera película; (c) formar una tercera pe-
lícula metálica sobre dicha segunda película; (d) retirar una porción
de la citada tercera película para exponer una porción de la segunda -
película; (e) retirar parte de dicha porción expuesta de la segunda pe-
lícula para exponer una porción de la primera película; (f) retirar —
parte de la porción expuesta de la primera película para exponer una -
porción de dicho sustrato y formar también un resistor de la porción -
restante de dicha primera película; (g) oxidar la porción restante de
la tercera película, formando así una zona dieléctrica; y (h) colocar
un contraelectrodo sobre una porción de dicho área dieléctrica para for-
mar un capacitor.

2. El proceso de la reivindicación 1, en el que dichas pelí-
culas metálicas primera y tercera están formadas de tantalio, la segun-
da película metálica está formada de oro y el citado contraelectrodo -
comprende cromo y oro.

3. El proceso de la reivindicación 1, en el que la operación
(g) se realiza por anodización.

4. Proceso de fabricación de un circuito dotado de resisten-
cia y capacitancia, que comprende las operaciones de: (a) aplicar una
primera película metálica a un sustrato; (b) aplicar una segunda pelí-



5 5
10 10
15 15
20 20
25 25
30 30

cula metálica sobre dicha primera película; (c) aplicar una tercera -
película metálica sobre la segunda; (d) aplicar una cuarta película -
metálica sobre la tercera; (e) retirar porciones análogas de dichas -
películas segunda, tercera, y cuarta para exponer una porción de la -
primera película; (f) retirar parte de dicha porción expuesta de la -
primera película para exponer una porción del citado sustrato y formar
también un resistor de la porción restante de dicha primera película;
(g) retirar una parte de la porción restante de la citada cuarta pelí-
cula para exponer una parte de la porción restante de dicha tercera -
película; (h) oxidar un área de la parte expuesta de la tercera pelí-
cula para formar un dieléctrico en ella; y (i) colocar un contraelec-
trodo sobre una porción de dicha área oxidada para formar un capaci-
tor de ella.

5. El proceso de la reivindicación 4, en el que dichas capas
metálicas primera y tercera están formadas de tantalio, y las citadas
capas metálicas segunda y cuarta están formadas de oro.

6. El proceso de la reivindicación 4, en el que dicha terce-
ra capa es oxidada por anodización y el referido contraelectrodo está
formado por una capa de oro rematada por una capa de oro.

7. Proceso de fabricación de un circuito dotado de resisten-
cia y capacitancia de delgadas películas en microminiatura, que com-
prende las operaciones de: (a) chisporrotear una primera película de
tantalio sobre un sustrato de vidrio; (b) chisporrotear una segunda -
película de oro sobre la primera película citada; (c) chisporrotear -
una tercera película de tantalio sobre dicha segunda película; (d) ata-
car fotolitográficamente una porción de dicha tercera película a fin
de dejar un trozo de tantalio y exponer una porción análoga de dicha
segunda película de oro; (e) atacar fotolitográficamente una parte de
la citada porción expuesta de la segunda película de oro para exponer
una parte análoga de dicha primera película de tantalio; (f) atacar



289469

5 fotolitográficamente por lo menos una porción de la citada parte expues-
ta de la primera película de tantalio a fin de exponer una porción aná-
loga de dicho sustrato de vidrio y dejar por lo menos una tira resis-
tencia de dicha primera película de tantalio; (g) anodizar dicho trozo -
10 restante de la tercera película de tantalio para desarrollar un óxido
superficial de pentóxido de tantalio sobre él y formar así un dieléct-
rico capacitor; (h) evaporar una capa de cromo sobre una porción de -
dicho óxido, formando así un capacitor de la segunda película de oro,
del óxido citado y de la capa de cromo mencionada; y (i) evaporar una
capa de oro sobre dicho cromo, formando así un contacto para dicho ca-
pacitor.

8. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de -
recaer la Patente de Invención que se solicita por: "PROCESO DE FABRI-
CACION DE UN CIRCUITO DOTADO DE RESISTENCIA Y CAPACITANCIA".

15 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente me-
moria descriptiva que consta de once páginas mecanografiadas y dibujos
adjuntos.

Madrid, 27 de Junio de 1.963

ALFONSO UNGRIA
P.P.

20

25

30

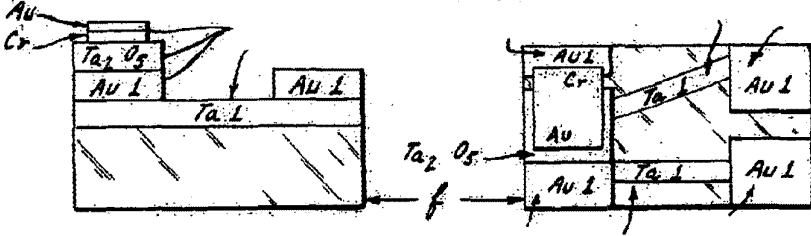
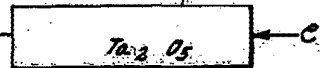
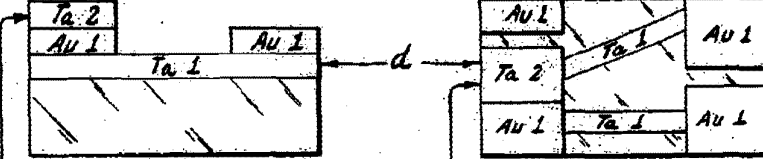
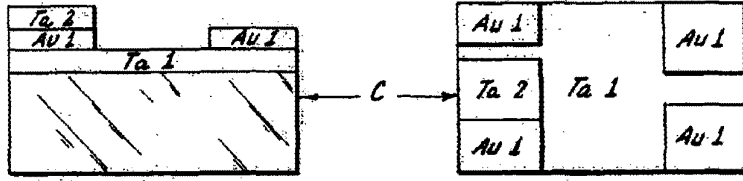
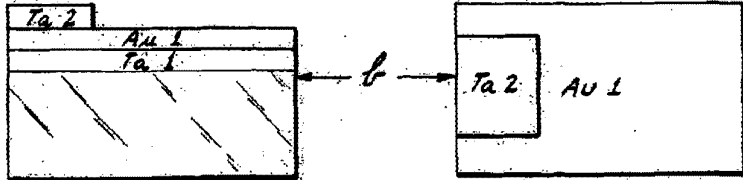
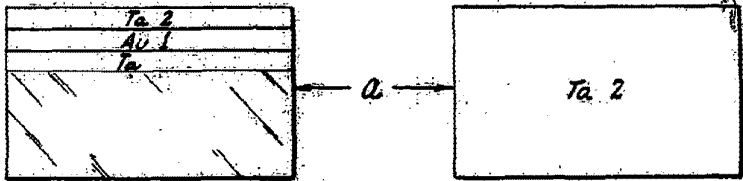


FIG. 1.

ESCALA VARIABLE
 MADRID, 27 DE JUNIO DE 1918
 IMPRESA NACIONAL

P.P. [Signature]

289469

INTECO CORPORATION (Delaware)

JUN 27 1963

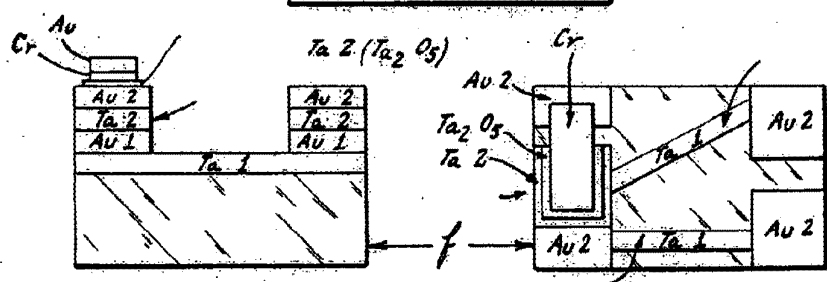
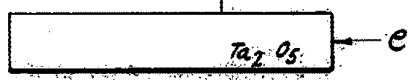
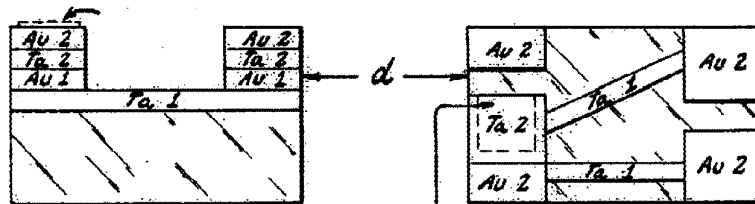
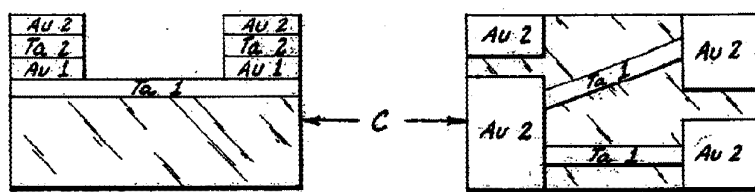
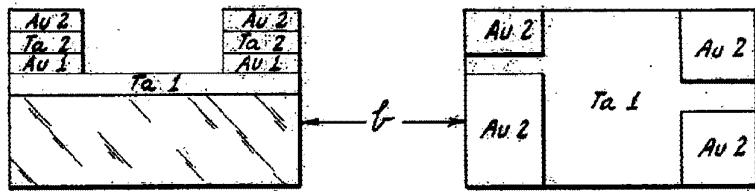
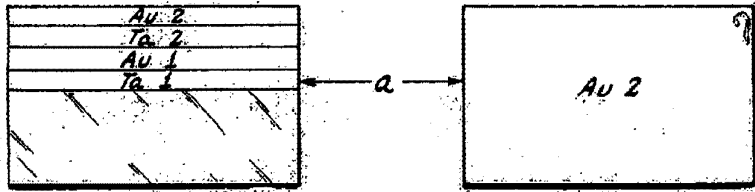


FIG. 2.

ESCALA VARIABLE
MADRID, 27 JUN 1963 DE 19...

ALFONSO UGUELA
P.B. [Signature]

ESCALA VARIABLE
 MAGNITUD DE 10
 P. 12

FIG. 4

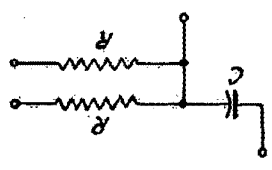
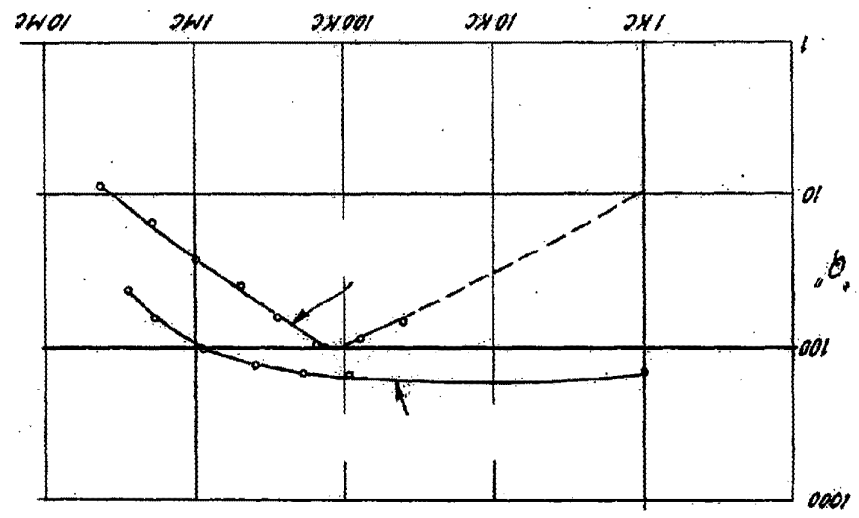


FIG. 3



27 JUN 1953

289469

PATENT OFFICE (MAGNITUDE)