



ESPAÑA

10	ES	11	NUMERO	10	A1
		21	430301		
		22	FECHA DE PRESENTACION		
			23-9-1974		

PATENTE DE INVENCION

P.- 58.474
Case A-75

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
31	NUMERO				
	400.242		24-9-73		E.U.A.

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			H01G		

54	TITULO DE LA INVENCION
"UN PROCEDIMIENTO PARA FORMAR CUERPOS CERAMICOS UNITARIOS QUE TIENEN ELECTRODOS O CONDUCTORES INTERNOS"	

71	SOLICITANTE (S)
NL INDUSTRIES, INC.	

DOMICILIO DEL SOLICITANTE	
111, Broadway, Nueva York, Nueva York 10006, Estados Unidos de América	

72	INVENTOR (ES)
James Albert Stynes	

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
DON FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ	

4 OCT. 1976
CONCEDIDA

Antecedentes de la Invención

La invención que constituye el objeto de la presente solicitud de patente se refiere a condensadores cerámicos y cuadros cerámicos para circuitos. Particularmente, se refiere a la producción de matrices para aquéllos que tienen cuerpos cerámicos unitarios sinterizados, cada uno de los cuales comprende una pluralidad de estratos delgados superpuestos de material cerámico adecuado unidos integralmente en una pluralidad de porciones de borde de los mismos y que tienen porciones sustanciales de sus superficies adyacentes separadas unas de otras para proporcionar una pluralidad de espacios delgados prácticamente no obstruidos entre aquéllas, no estando dichos estratos soportados excepto en dichas porciones de borde unidas y teniendo dicho cuerpo una abertura que conduce a cada uno de dichos espacios existentes entre los estratos adyacentes. Por medio de la introducción de un material conductor adecuado, preferiblemente un metal, en los espacios existentes entre los estratos de los cuerpos cerámicos y haciendo las conexiones eléctricas adecuadas a los mismos, pueden producirse condensadores, cuadros para circuitos tales como los que se utilizan en los circuitos integrados híbridos, y similares.

En su forma más simple, un condensador cerámico se compone de una pastilla relativamente delgada de forma y tamaño deseados, formada por calcinación de una composición

dieléctrica cerámica, con electrodos en las caras opuestas de la pastilla. En muchos casos, sin embargo, se desean condensadores que comprenden un cuerpo unitario o monolítico formado por una pluralidad de capas dieléctricas y una pluralidad de capas conductoras alternantes con dichas capas dieléctricas, estando expuestas al descubierto las capas sucesivas de dichas capas conductoras en caras extremas diferentes del condensador y estando unidas eléctricamente a ellas, p.ej., por medio de electrodos terminales.

5
10
15
20
25

En un método típico en uso para la producción de tales condensadores cerámicos monolíticos, una pasta de electrodo constituida por un metal noble tal como platino o paladio se aplica a la cara superior de una hoja delgada y pequeña, usualmente fundida, de una composición cerámica dieléctrica adecuada aglutinada con un aglutinante orgánico temporal, realizándose la aplicación de tal manera que el depósito de pasta de electrodo se prolonga hasta uno de los bordes de la hoja pero se deja un margen alrededor de tres de los lados de la misma. Una pluralidad de las pequeñas hojas con el depósito de pasta de electrodo se apilan después, dándose un giro a las hojas sucesivas alrededor de un eje normal al plano de la hoja, con lo cual los depósitos de pasta de electrodo sucesivos se prolongan hacia bordes opuestos de la pila. La pila de hojas revestidas con pasta se consolida luego y se calienta para expulsar o descomponer

los aglutinantes orgánicos de la hoja cerámica y de la pasta de electrodo y para sinterizar la composición dieléctrica cerámica formando un cuerpo unitario de capas múltiples que tiene los electrodos sucesivos al descubierto en extremos opuestos del mismo. Los electrodos de cada extremo se conectan después eléctricamente con un electrodo terminal de la manera conocida.

Debido a la necesidad de la utilización de electrodos internos de metal noble en el procedimiento que se acaba de describir, los condensadores cerámicos monolíticos son caros. Los electrodos de plata de menor coste, tales como los que se utilizan corrientemente con otros condensadores cerámicos, son por lo general inadecuados para condensadores monolíticos debido a que la plata aplicada como pasta de electrodo se vería sometida a una temperatura elevada durante la calcinación para el envejecimiento del cuerpo cerámico y, como consecuencia, se vería afectada perjudicialmente. De acuerdo con ello, se ha hecho deseable un método de producción de condensadores monolíticos que no requiera el uso de metales nobles o muy costosos.

Un tal método se ha descrito en la Patente de los EE.UU. Núm. 3.679.950, concedida en fecha 25 de julio de 1972. En dicha patente se describen cierto número de procedimientos que implican la formación de matrices cerámicas que tienen estratos de un material dieléctrico denso que al

ternan con estratos de un material cerámico poroso, y la de
posición de un material conductor, que puede estar consti-
tuido por metales de bajo coste, en dichos estratos poro-
sos. Se proveen después electrodos terminales que conectan
5 estratos conductores alternados de los estratos así forma-
dos, a fin de producir condensadores monolíticos.

Si bien se han fabricado condensadores cerámicos
monolíticos relativamente baratos y muy satisfactorios por
métodos descritos en la patente arriba mencionada, se ha
10 encontrado que es un problema en ocasiones el mantenimiento
de la continuidad del metal en los electrodos internos. Asi-
mismo, es deseable, en particular cuando se producen conden-
sadores para utilización a frecuencias elevadas, mantener
la resistencia del electrodo lo más baja posible y, por tan-
15 to, es deseable una película ininterrumpida de metal.

De acuerdo con ello, es un objeto de la presente
invención proporcionar una mejora en los procedimientos des-
critos en la patente arriba mencionada que dará como resul-
tado la producción de matrices cerámicas en las cuales pueden
20 formarse electrodos internos por introducción de un material
conductor, tal como un metal, para formar condensadores en
los que se puede lograr fácilmente la continuidad de tales
electrodos y una baja resistencia de electrodo y en los que
no se requieren en absoluto estratos porosos cerámicos.

Resumen de la Invención

El objeto que antecede se consigue proporcionando como matriz cuerpos cerámicos que tienen una pluralidad de capas o estratos delgados de material dieléctrico denso, 5 teniendo las capas adyacentes entre ellas espacios o cavidades delgadas y sustancialmente no obstruidos, abiertos por una región de borde, que son esencialmente planos. De este modo existe un impedimento mínimo a la entrada de material conductor en las cavidades delgadas o planas para proporcionar un cuerpo que tiene estratos conductores continuos alternantes con los estratos dieléctricos y que no tiene necesidad alguna de una composición cerámica porosa compatible. De un modo más específico, la invención de la presente solicitud de patente comprende un condensador, cuya formación incluye la introducción de un material conductor, 15 siendo preferido como regla general un metal, en uno o más espacios delgados, esencialmente planos, entre estratos delgados de un material dieléctrico denso en un cuerpo cerámico sinterizado unitario, estando dichos estratos unidos integralmente en una pluralidad de porciones de borde y estando soportados, antes de la introducción de dicho material conductor, únicamente en dichas porciones de borde a fin de dejar dichos espacio o espacios no obstruidos. Esto da como resultado un condensador en el que, debido a que los espacios entre los estratos dieléctricos contienen en esencia 20 25

sólo material de electrodos, los electrodos tienen una resistencia baja. La invención comprende también la producción de dispositivos cerámicos similares que tienen conductores internos, tales como estructuras de circuito de capas múltiples, por un procedimiento sustancialmente similar. En la producción, tanto de los condensadores como de las estructuras de circuito de capas múltiples, el procedimiento incluye el uso de pseudo-conductores formados por un material térmicamente fugaz que se elimina cuando se calienta la masa cerámica, proporcionándose así las cavidades o los canales en los que se introduce el material conductor. La forma, el tamaño y la localización de los conductores y/o de los electrodos son esencialmente los mismos que los del material pseudo-conductor en la masa cruda sin calcinar a la que reemplazan aquéllos.

Breve Descripción de los Dibujos

La Figura 1 es una vista en corte de un condensador producido de acuerdo con la presente invención;

la Figura 2 es una vista en corte tomada por la línea 2-2 de la Figura 1 de dicho condensador;

la Figura 3 es una vista en perspectiva ampliada de una pluralidad de hojas de una composición dieléctrica cerámica aglutinada, teniendo cada hoja sobre sí una capa de un material térmicamente fugaz;

la Figura 4 es una vista en planta fragmentaria

de una hoja o lámina aglutinada de una composición dieléctrica cerámica que tiene sobre sí una capa dispuesta según un patrón de un material térmicamente fugaz;

5 la Figura 5 es una vista en corte fragmentaria y ampliada adicional de un cuerpo cerámico de acuerdo con la presente invención después del montaje, consolidación y sinterización de una pluralidad de hojas revestidas tales como las que se muestran en la Figura 3;

10 la Figura 6 es una vista en corte ampliada de una estructura de circuito cerámica de capas múltiples de acuerdo con la presente invención; y

15 la Figura 7 es una vista ampliada en despiece ordenado que muestra las varias hojas cerámicas que forman la estructura ilustrada en la Figura 6 con pseudo-conductores sobre ellas.

Debe observarse que en los dibujos ciertas dimensiones relativas están exageradas.

Descripción de la Invención

20 De acuerdo con la presente invención, puede producirse un condensador de la manera siguiente.

25 Se fabrica una pluralidad de hojas delgadas de una composición cerámica finamente dividida mediante el uso de un material aglutinante adecuado térmicamente fugaz, por ejemplo, una resina o derivado de celulosa, siendo la composición cerámica tal que forme una capa dieléctrica densa

una vez sinterizada. Tales composiciones, muchas de las cuales son bien conocidas, incluyen titanato de bario, con o sin la adición de modificadores de la constante dieléctrica y/o de otras propiedades de aquél, así como muchos otros tipos de composiciones cerámicas. Se aplica después a todas y cada una de una pluralidad de dichas hojas una capa delgada constituida por un material térmicamente fugaz. Estas capas pueden estar preformadas, pero preferiblemente se producen por deposición de una composición líquida o pastosa sobre las hojas, por ejemplo, mediante pintado o estampado por serigrafía. El material térmicamente fugaz del que se componen dichas capas puede ser un material adecuado formador de película combustible y/o volátil, pero preferiblemente es una mezcla de partículas finas, combustibles y/o volátiles, aglutinadas con un tal material formador de película.

Las capas de material térmicamente fugaz (pseudoc-conductoras) son más pequeñas en área superficial y preferiblemente más delgadas que las hojas a las que se aplican, y cada capa tiene una forma tal que deja que un margen de la hoja asociada se extienda alrededor de una porción principal del perímetro de la capa mientras que una porción de ésta última se prolonga hasta un borde de la hoja sobre la cual está depositada. Preferiblemente, las capas son iguales en tamaño.

Una pluralidad de las hojas de la composición cerá

mica aglutinada se apilan después, con las capas térmicamente fugaces intercaladas, y se consolidan. La consolidación puede efectuarse por medios adecuados a los materiales particulares empleados y puede llevar consigo prensado, calentamiento, y/o el empleo de un disolvente. Las hojas y las capas térmicamente fugaces que forman la pila están dispuestas de tal manera que las capas sucesivas se prolongan hasta regiones de borde diferentes de la pila consolidada, pero una parte principal de los bordes de cada una de dichas hojas está en contacto con los bordes de las hojas adyacentes de la pila. La pila consolidada de hojas y capas intercaladas se calcina después para eliminar los materiales térmicamente fugaces y para sinterizar la composición cerámica. De este modo se forma un cuerpo cerámico sinterizado e integral que tiene una pluralidad de hojas o estratos delgados de material dieléctrico denso, estando separadas(os) las hojas o los estratos adyacentes en porciones sustanciales de sus superficies adyacentes y unidas solamente en las porciones de borde de las mismas.

En las regiones de borde del cuerpo sinterizado hasta las que se prolongan las capas de material térmicamente fugaz, existen aberturas que comunican con los espacios existentes entre los estratos adyacentes. A través de tales aberturas puede introducirse un material conductor, tal como un metal, en dichos espacios por un método adecuado, por

ejemplo uno de los métodos descritos en la Patente de los EE.UU. N°m. 3,679,950. El resultado es un cuerpo al que pueden aplicarse los electrodos terminales por cualquier procedimiento deseado para formar un condensador y que puede, si se desea, encapsularse adecuadamente después de unir los conductores a los electrodos terminales.

Evidentemente, pueden hacerse diversas modificaciones y variaciones del procedimiento indicado arriba, y cierto número de éstas se describirá más adelante en esta memoria.

Descripción Detallada de una Realización

Aunque, como se ha indicado en esta memoria, existe cierto número de variaciones y modificaciones posibles, un procedimiento preferido cuando se produce un pequeño número de condensadores monolíticos de tamaño apreciablemente grande es esencialmente el descrito arriba. Una descripción completamente detallada del procedimiento es como sigue:

EJEMPLO 1

Se prepara una dispersión moliendo en molino de bolas durante 4 horas la composición siguiente:

400 g de polvo dieléctrico *

4 g de laurato de dietilenglicol

30 g de ftalato de butilbencilo

120 ml de tolueno

* 96 partes de BaTiO_3 , 4 partes de $\text{CeO}_2 \cdot \text{ZrO}_2$; teniendo

el total un tamaño medio de partícula comprendido entre 1 y 2 micras.

Después de tal molienda, se añade la dispersión a una solución formada disolviendo 37 g de etil-celulosa en 180 ml de tolueno con agitación para obtener un mezclado perfecto. Se elimina luego el aire de la mezcla, y se forma una película de la mezcla, de un tamaño aproximado de 100 mm por 1500 mm, con una rasqueta sobre una hoja lisa de vidrio. La película, que después del secado tiene un espesor aproximado de 0,045 mm, se desprende y se corta en pequeñas láminas u hojas rectangulares, cada una de las cuales mide aproximadamente 10 mm por 20 mm.

Una composición térmicamente fugaz para la deposición de pseudo-conductores sobre las hojas preparadas como se ha descrito arriba puede prepararse mezclando, por ejemplo, en un molino de 3 rodillos, 25 g de carbono finamente dividido con 50 g de una solución al 50% de una resina de éster de colofonia modificada con resina fenólica (PENTALYN[®] 858) en una nafta de petróleo alifática que hierve a temperatura elevada y que tiene un índice de butanol de Kauri de 33,8 (Disolvente Núm. 460). La viscosidad de la composición se hace adecuada para la serigrafía mezclando con ella una cantidad adicional de disolvente de tipo nafta. Para el empleo de un tamiz de 44 micras de abertura se requieren aproximadamente 2,5 ml. Esta composición o tinta,

tal como se denomina frecuentemente, se estampa por serigrafía sobre una cara de cada una de una pluralidad de hojas de la composición dieléctrica en una capa de aproximadamente 0,01 mm de espesor una vez seca. Se observará que debe tenerse precaución a fin de utilizar componentes en estas composiciones que no disuelvan o reblandezcan indebidamente el material aglutinante que forma parte de las hojas de material dieléctrico. Preferiblemente, los disolventes utilizados son naftas de petróleo alifáticas con un bajo índice de butanol de Kauri (aproximadamente 35) y con una velocidad de evaporación suficientemente baja a fin de que la tinta no obture el tamiz serigráfico utilizado entre los ciclos de estampación. La capa pseudo-conductora y térmicamente fugaz se aplica a cada una de las hojas o láminas del material dieléctrico aglutinado de tal modo que la capa se prolonga hasta uno de los bordes de la hoja, pero deja un margen sustancial alrededor de ella en sus otros lados.

Las hojas estampadas se clasifican después y se apilan en grupos de diez de tal modo que en hojas alternas de cada grupo los bordes de las hojas hasta los que se prolongan las capas estampadas estén alineados y las hojas intercaladas se hacen girar horizontalmente 180°, con lo que las capas estampadas sobre ellas quedan al descubierto en la región del extremo opuesto de la pila. En los extremos superior e inferior de la pila se ponen hojas no estampadas.

La pila se consolida después por aplicación de una presión de aproximadamente 104 kg/cm^2 a la misma a una temperatura de aproximadamente 80°C durante 1 minuto para obtener un cuerpo o pastilla crudos, como se denominan con frecuencia
5 estos cuerpos. Las pastillas se calientan luego para eliminar los materiales térmicamente fugaces contenidos en ellas y para sinterizar la composición cerámica.

Para evitar una posible rotura de las pastillas durante la calcinación, éstas se calientan en primer lugar
10 lentamente al aire para eliminar los materiales térmicamente fugaces y posteriormente se calcinan a una temperatura superior para formar matrices o pastillas sinterizadas pequeñas y coherentes, cada una de las cuales tiene una pluralidad de estratos delgados de material dieléctrico denso
15 que están unidos integralmente en una pluralidad de porciones de borde solamente, de tal manera que entre los estratos hay espacios o cavidades pequeños y prácticamente no obstruidos que son esencialmente planos, es decir, que tienen una altura muy pequeña en comparación con su área superficial. Todas y cada una de las cavidades tienen una abertura en una de las regiones de borde de la pastilla debido
20 a la prolongación de cada una de las capas estampadas térmicamente fugaces hasta uno de los bordes de una hoja de la composición dieléctrica cuando se formó la pastilla cruda.
25 Como las hojas estampadas se apilaron de tal manera que las

capas térmicamente fugaces alternadas se prolongasen hasta la misma región de borde de la pila, las aberturas correspondientes a las cavidades adyacentes en la pastilla sinterizada se encuentran en regiones de borde opuestas de dicha pastilla sinterizada.

Un programa de calentamiento adecuado para la eliminación de los materiales térmicamente fugaces es como sigue, expresándose todas las temperaturas en grados C:

	hasta 160	- 2 horas	de 310 a 314	- 4 horas
10	de 160 a 220	- 10 horas	a 400	- 1 hora
	de 220 a 225	- 12 horas	a 500	- 1 hora
	de 225 a 310	- 20 horas	a 600	- 1 hora

Una vez completado el programa precedente, la temperatura se eleva a 1370°C y se mantiene en dicho valor durante 1,25 horas para sinterizar las pastillas.

Después de enfriar las pastillas sinterizadas, las cavidades existentes en las mismas se llenan con material conductor, siendo preferido un metal, y siendo adecuado para ello cualquiera de los métodos descritos en la patente de los EE.UU. arriba mencionada. Se aplican después electrodos terminales por cualquier medio adecuado, siendo bien conocida la aplicación de tales electrodos. Alternativamente, pueden aplicarse los terminales de los extremos y llenarse después las cavidades con metal de acuerdo con la descripción que se da en la solicitud de patente de los EE.UU.

Núm. de Serie 274.668.

Las Figuras 1 y 2 de los dibujos que se adjuntan representan, en escala ampliada y exagerada, un condensador monolítico tal como el que se produce por el procedimiento arriba descrito. El número 11 designa de modo general el condensador, el cual tiene estratos 13 de material dieléctrico cerámico con capas 15 de material conductor entre aquéllos que se comportan como electrodos internos. Estos últimos están formados de tal manera, como resultado del tamaño y la disposición de las cavidades en las que se introdujo el material conductor, que los electrodos alternos se prolongan hasta la misma cara extrema del condensador, estando unido eléctricamente el grupo de electrodos que llegan a cada cara extrema por medio de electrodos terminales 17 en los extremos. En los lugares en que no existe material conductor intercalado, las capas dieléctricas están unidas como se muestra en 19.

En la Figura 3 se muestran, ampliadas, dos hojas o láminas delgadas 31 y 33 de material dieléctrico cerámico aglutinadas con un aglutinante térmicamente fugaz, cada una de las cuales tiene sobre sí una capa 35 constituida por un material térmicamente fugaz. Se verá que la capa 35 existente sobre la hoja 31 se prolonga hasta el borde delantero de la hoja, mientras que deja un margen alrededor de los lados y del borde posterior de la misma, en tanto que la capa

35 existente sobre la hoja 33 se prolonga hasta el borde posterior de la hoja y deja un margen alrededor de los lados y del borde delantero de la hoja. Así, cuando una pluralidad de hojas 31 y 33 con las capas 35 sobre ellas se apilan de modo alternado, se consolidan, y se calcinan, las cavidades producidas en el cuerpo sinterizado resultante por la eliminación de las capas 35 de material térmicamente fugaz estarán abiertas en extremos opuestos del cuerpo.

La Figura 5 representa, en una escala todavía más ampliada, la estructura de un cuerpo o pastilla cerámico calcinado, adecuado como matriz para la producción de un condensador monolítico, el cual se ha fabricado de acuerdo con la presente invención. Los estratos 37 son de material dieléctrico, y las cavidades o espacios 39 existentes entre ellos, resultantes de la eliminación de las capas 35 pseudo-conductoras y térmicamente fugaces, están prácticamente no obstruidos.

Se entenderá que los condensadores monolíticos de acuerdo con la presente invención pueden producirse individualmente como se ha descrito en el ejemplo precedente. No obstante, cuando ha de producirse un número considerable de condensadores o cuando los condensadores individuales son muy pequeños, se prefiere emplear un procedimiento en el que una pluralidad de pastillas crudas se produzca simultáneamente.

te y se sinterice al mismo tiempo. Un tal procedimiento se describe en el ejemplo que sigue.

EJEMPLO 2

5 Utilizando la misma composición dieléctrica cerá
mica y el mismo aglutinante temporal para aquélla que en
el ejemplo anterior, se preparan hojas de 50 mm x 75 mm y
de un espesor aproximado de 0,05 mm después de secas, de la
manera que se describe en dicho ejemplo. Utilizando la mis
ma composición o tinta térmicamente fugaz que se ha emplea
10 do en el Ejemplo 1 para formar las capas térmicamente fuga
ces, se deposita luego un patrón repetitivo sobre todas y
cada una de dichas hojas, preferiblemente por serigrafía.
Una vez que se ha secado el depósito, formando una pelicu
la de aproximadamente 0,01 mm de espesor, las hojas estampa
15 das se clasifican y se apilan en grupos de diez de tal modo
que el patrón de película estampado sobre cada hoja sucesi
va esté desfasado con respecto al patrón estampado sobre la
hoja precedente. Se forman luego bloques por consolidación
de las hojas apiladas, poniéndose preferiblemente una o más
20 hojas sin estampar en los extremos superior e inferior de
la pila, y produciéndose la consolidación por aplicación de
una presión de aproximadamente 104 kg/cm^2 a aquélla a una
temperatura de aproximadamente 85°C durante aproximadamente
un minuto. Se obtiene así un bloque sólido crudo que seccio
25 na o corta, por medios adecuados tales como cuchillos, en

bloques o pastillas crudos(as) de menor tamaño.

La manera en que se hace esto se comprenderá más fácilmente haciendo referencia a la Figura 4 de los dibujos que se adjuntan. En dicha figura, el número 51 representa (algo ampliada y en forma diagramática) una lámina u hoja grande de material dieléctrico cerámico aglutinada temporalmente con un material aglutinante térmicamente fugaz. Los elementos rectangulares y separados 53 existentes sobre aquélla son capas o películas del material térmicamente fugaz que se han depositado sobre la misma, p.ej., por serigrafía. Durante el montaje de una pila de tales láminas estampadas para su consolidación en un bloque de gran tamaño, todas las láminas se clasifican a fin de que los elementos 53 existentes sobre ellas estén alineados verticalmente a lo largo de dos bordes opuestos; pero en las láminas sucesivas los elementos se disponen defasados de tal modo que solamente en las láminas alternadas estén los elementos 53 completamente en alineación vertical. Esto se indica en la Figura 4 por las áreas 55 (representadas en líneas de trazos) que representan las porciones defasadas que sobresalen de los elementos 53 en las hojas 51 localizadas en la pila encima y debajo de la hoja 51 representada. Después de la consolidación de las hojas estampadas en un bloque grande crudo (no representado), el bloque se secciona, p.ej., por cortado, a lo largo de las líneas 57 y 59, para

formar una pluralidad de bloques o pastillas cerámicos crudos más pequeños en los que los elementos 53 se prolongan alternativamente hasta extremos opuestos de las pastillas.

5 Estas pastillas se calientan de la misma manera que se ha descrito en el Ejemplo 1 para eliminar los materiales térmicamente fugaces y para sinterizar la composición dieléctrica de cada a fin de formar un cuerpo unitario que tiene estratos dieléctricos cerámicos con espacios planos vacíos entre ellos. Por procedimientos adecuados se introduce después un material conductor, preferiblemente un
10 metal, en dichos espacios o cavidades y se proveen electrodos terminales en cada extremo para conectar eléctricamente las capas conductoras prolongadas hasta cada uno de dichos extremos. De este modo se producen condensadores monolíticos muy satisfactorios.
15

Un procedimiento ligeramente modificado para la formación de una pluralidad de pastillas simultáneamente se describe a continuación.

EJEMPLO 3

20 Se emplean los mismos materiales y el mismo procedimiento que se han indicado arriba en el Ejemplo 2 para formar bloques a partir de hojas de una composición dieléctrica que soportan películas o elementos delgados de materiales térmicamente fugaces. Después de ello, en lugar de cortar el bloque en una pluralidad de pastillas crudas, el blo
25

que completo se calienta para eliminar el material térmica
mente fugaz y para sinterizar el material cerámico. Las con
diciones de calentamiento y sinterización pueden ser sustan-
cialmente las mismas que se han descrito arriba. Sin embar-
5 go, debido a la mayor masa de los bloques grandes, puede ser
necesario un tiempo de termodifusión algo más largo para que
se consiga una sinterización correcta. Una vez que se han
sinterizado los bloques, se seccionan, por ejemplo mediante
una sierra de diamante, en las pastillas de matriz cerámica
10 deseadas cortándolos a lo largo de líneas correspondientes
a las líneas 57 y 59 de la Figura 3.

Aún cuando en los ejemplos que anteceden los ma-
teriales dieléctricos utilizados son composiciones de tita-
nato de bario modificadas, está claro que existen muchas
15 otras composiciones dieléctricas cerámicas conocidas que pue
den ser también utilizadas. Por ejemplo, pueden emplearse
 TiO_2 , vidrio, esteatita, y niobato de bario y estroncio,
así como el propio titanato de bario solo, efectuándose cam
bios adecuados bien conocidos en la técnica, en caso reque-
20 rido, en los procedimientos de calcinación y análogos a fin
de lograr una sinterización adecuada. Evidentemente, la ca-
pacitancia de los condensadores resultantes variará como re
sultado de la utilización de materiales con constantes di-
eléctricas mayores o menores.

25 Los condensadores de acuerdo con la presente in-

vención pueden variar ampliamente en tamaño. Por ejemplo, pueden fabricarse fácilmente condensadores tan pequeños como de 2,0 mm x 3,0 mm x 0,9 mm con 20 estratos dieléctricos, cada uno de ellos tan delgado como de aproximadamente 0,03 mm y con 19 electrodos internos, cada uno de ellos tan delgado como de aproximadamente 0,01 mm; y por supuesto, es posible fabricar condensadores de mayor tamaño. No sólo se pueden modificar las dimensiones del condensador, sino que pueden variarse también el número y el espesor de los estratos existentes en ellos. Pueden obtenerse condensadores de cualquier capacitancia deseada de acuerdo con la invención por una elección adecuada del material dieléctrico y del tamaño, espesor, y número de los estratos y de las capas pseudo-conductoras intercaladas. Por lo general, es deseable formar los estratos dieléctricos y los electrodos tan delgados como sea factible, dado que se utilizará así una menor cantidad del material dieléctrico costoso y que aumentará la capacitancia por unidad de volumen de los condensadores, reduciéndose así el espacio requerido en los circuitos. Se entenderá que la delgadez de los estratos dieléctricos está limitada por la necesidad de que tales estratos sean compactos y no porosos y tengan un espesor tal que soporten el voltaje aplicado durante su empleo. Aunque las irregularidades en la superficie o en el espesor de las hojas de material dieléctrico pueden dar lugar a problemas en

la formación de los condensadores cuando se aplican capas o películas extremadamente delgadas de material pseudo-conductor debido a que una o más de las cavidades existentes entre tales hojas irregulares pueden quedar bloqueadas después de la calcinación, por regla general se prefiere hacer los electrodos o capas conductoras más delgadas que los estratos dieléctricos. Se entenderá también que una o más hojas o láminas dieléctricas suplementarias o adicionales pueden disponerse en la base y/o en la parte superior de una pila de hojas o láminas dieléctricas y capas térmicamente fugaces alternadas. Esto se hace con frecuencia para dar resistencia mecánica adicional a los condensadores y/o para ajustar su espesor. Pueden utilizarse hojas no estampadas de una composición cerámica dieléctrica. No obstante, la presencia de un depósito térmicamente fugaz sobre la película u hoja dieléctrica superior de una tal pila no será perjudicial, por lo general.

La calcinación de los bloques, unidades, o pastillas cerámicas crudas para sinterizarlas en cuerpos unitarios o monolíticos se lleva a cabo preferiblemente en un horno en atmósfera oxidante, tal como en atmósfera de aire. Se prefiere un horno de túnel u hornillo calentado eléctricamente, pero pueden emplearse otros hornos u otros medios de calentamiento. La temperatura y el tiempo de calcinación dependerán de las composiciones cerámicas empleadas. Los ex

5 pertos en la técnica están familiarizados con tales detalles, como se ha indicado arriba, y con el hecho de que, en general, el tiempo de sinterización necesario varía inversamente con la temperatura. Tal como se utiliza en esta memoria el término "temperatura de sinterización", se refiere a la temperatura necesaria para obtener las propiedades cerámicas deseadas en el cuerpo o cuerpos. Como se ha indicado arriba, se prefiere un período prolongado de calentamiento a temperaturas relativamente bajas para la eliminación de los materiales térmicamente fugaces existentes en las hojas y en los pseudo-conductores. La eliminación de los materiales térmicamente fugaces de las hojas y capas depositadas debe ser lo suficientemente lenta para que la expansión de los gases formados en la descomposición o vaporización de aquéllos no rompa las pastillas.

10 En la descripción general y en los ejemplos, se supone que las hojas de material aislante o dieléctrico, las capas o depósitos térmicamente fugaces, y los condensadores o las estructuras de circuito de capas múltiples formados a partir de aquéllas, son rectangulares. No obstante, la presente invención comprende condensadores y estructuras de circuito de otras formas. En tales casos, evidentemente, las cavidades delgadas alternadas y los electrodos o conductores introducidos en el interior de las mismas pueden no

25 prolongarse hasta caras de borde opuestas. Por consiguiente,

se entenderá que en las reivindicaciones del apéndice el término "región de borde" se utiliza en forma generalizada para indicar un área correspondiente a la superficie de un cuerpo de cualquier conformación, formado como se describe en esta memoria, la cual superficie coincide o corta al plano de uno o más espacios o cavidades planos(as) existentes en dicho cuerpo.

En la Figura 6 se ilustra una estructura cerámica típica 81 de circuito de capas múltiples tal como la utilizada para circuitos integrados híbridos. La estructura o cuerpo 81 tiene una matriz cerámica 83 y una pluralidad de conductores 85 que se extienden hacia el interior y/o a través de la matriz. El espesor, tanto de los conductores como de la matriz, está exagerado en la Figura 6 para comodidad de la apreciación. Hasta ahora, tales estructuras han sido costosas de producir y normalmente se fabricarían por serigrafado de una pasta de electrodo metálica que contuviese un metal noble tal como paladio o platino conforme a los patrones de los conductores deseados sobre una pluralidad de hojas temporalmente aglutinadas de espesor deseado de un material cerámico eléctricamente aislante tal como polvo de alúmina fino, apilado y consolidación de las varias hojas estampadas por serigrafía con una hoja no estampada en el extremo superior, y sinterización de las hojas consolidadas para formar un cuerpo unitario.

Como se ha mencionado arriba, tales estructuras
cerámicas para circuitos de capas múltiples pueden produ-
cirse también por técnicas esencialmente similares a los
procedimientos descritos en esta memoria para la produc-
5 ción de condensadores, evitándose así la necesidad de uti-
lizar metales nobles costosos como conductores. La produc-
ción de una tal estructura como la que se muestra en la Fi
gura 6 por la técnica de la presente invención se describi-
rá brevemente con referencia a la Figura 7. Se entenderá
10 que el procedimiento descrito es únicamente ilustrativo y
que pueden utilizarse también otros procedimientos tales,
por ejemplo, como la formación de bloques cerámicos grandes
como los del Ejemplo 2 que pueden cortarse para producir
cuerpos de estructuras de circuitos individuales.

15 Las hojas o láminas A, B, y C, que se representan
en la Figura 7, se forman con el tamaño, forma, y espesor
deseados por colada, moldeo, o técnicas similares, de una
composición cerámica de aislamiento eléctrico deseada, por
ejemplo, alúmina finamente dividida, utilizando un material
20 térmicamente fugaz tal como una resina, etil-celulosa, o si-
milares como aglutinante temporal para la misma. Se estampan
después por serigrafía pseudo-conductores térmicamente fu-
gaces 87 que siguen la trayectoria de los conductores desea-
dos 85 de la estructura representada en la Figura 6 sobre
25 las hojas o películas B y C utilizando una composición o tin

ta de serigrafía térmicamente fugaz. Se entenderá que los patrones de los pseudo-conductores 87 ilustrados son únicamente ilustrativos y que pueden utilizarse cualesquiera patrones deseados. Las hojas estampadas se apilan, se cubren con una o más hojas de tapa sin estampar, y la pila se consolida luego de manera adecuada y se calienta para eliminar los materiales térmicamente fugaces y sinterizar el material cerámico de las hojas en un cuerpo unitario, todo ello sustancialmente de la misma manera que se ha descrito arriba en la producción de condensadores. Como en el caso de tales condensadores, la matriz unitaria o monolítica producida por la calcinación comprende un cuerpo denso constituido por la composición cerámica aislante que tiene en su interior cavidades o canales que están sustancialmente interrumpidos en toda su longitud. Cada uno de dichos canales se comunica al menos con una región de una cara, p.ej., una cara de borde, de dicho cuerpo. Se forman conductores en el interior y a través de dichos cuerpos introduciendo en los canales un material conductor adecuado, siendo preferido un metal.

Será evidente que, excepto por el hecho de que la matriz así producida puede contener cierto número de canales vacíos entre dos estratos adyacentes de material cerámico no conductor en lugar de una sola cavidad vacía, la estructura es esencialmente la misma que la de las matrices para

condensadores descritas anteriormente en esta memoria. En
ambos casos, los cuerpos en estado crudo comprenden hojas
de material cerámico no conductor con un aglutinante tempo
ral térmicamente fugaz, tienen depósitos o capas intercala
5 dos de material térmicamente fugaz que sirven como pseudo-
-conductores, y las matrices, después de la sinterización,
comprenden estratos densos sustancialmente paralelos con
áreas vacías intercaladas y sustancialmente no obstruidas
en las que puede introducirse un material conductor tal co
10 mo un metal. Debido a la posible variación en los materia-
les térmicamente fugaces y en los materiales cerámicos uti-
lizados en la producción de los cuerpos, pueden variar tam-
bién los procedimientos de calentamiento y sinterización.
Se cree, no obstante, que los expertos en la técnica pueden
15 seleccionar tiempos y temperaturas satisfactorios.

Puede utilizarse un procedimiento apropiado de en-
tre los arriba mencionados para la introducción del mate-
rial conductor. Pueden fijarse conductores por medios cono-
cidos adecuados a conductores expuestos seleccionados o a
20 electrodos terminales cuando se utilizan éstos, y pueden sol-
darse pequeños componentes tales como transistores, diodos,
etc., en puntos predeterminados, prolongándose conductores
desde los mismos, si se desea, hasta conductores subyacen-
tes 85 a través de orificios 89 provistos en localizaciones
25 deseadas en uno o más de los estratos cerámicos aislantes.

Tales orificios pueden servir también, cuando contienen ma
terial conductor, para conectar eléctricamente conductores
en dos o más niveles del cuadro de circuito.

Se entenderá que, en la producción de estructuras
5 de circuito de capas múltiples de acuerdo con la presente
invención, puede utilizarse cualquier número deseado de ho-
jas o láminas de la composición aislante cerámica temporal
mente aglutinada con el patrón deseado de pseudo-conducto-
res térmicamente fugaces estampado o aplicado de cualquier
10 otro modo sobre aquella. Así, pueden obtenerse estructuras
con conductores en varios niveles diferentes en su interior.
El espesor de las hojas cerámicas y de los revestimientos
pseudo-conductores puede variar dentro de un intervalo re-
lativamente amplio. En general, sin embargo, las hojas ten-
15 drán un espesor comprendido dentro del intervalo que va des-
de aproximadamente 0,05 mm a aproximadamente 0,25 mm, y los
pseudo-conductores tendrán un espesor comprendido dentro del
intervalo que va desde aproximadamente 0,007 mm a aproxima-
damente 0,04 mm. Se verá, por tanto, que estructuras relati
20 vamente delgadas pueden contener muchos conductores. La an-
chura de los pseudo-conductores, y por tanto la de los cana
les para el material conductor, puede variar según se desee.
Sin embargo, tales canales tendrán sustancialmente en todos
los casos secciones transversales que son pequeñas en rela-
25 ción con el cuerpo de la matriz y, por regla general, serán

normales a la dirección delgada del cuerpo. Debido a la delgadez relativa de los canales con relación a la anchura y la longitud de los mismos, aquéllos se pueden considerar como cavidades planas.

5 Como se ha indicado anteriormente, existe un cierto número de posibles variaciones y/o modificaciones del procedimiento expuesto en los Ejemplos 1 y 2. Por ejemplo, en lugar de estampar por serigrafía una capa constituida por material térmicamente fugaz sobre las hojas cerámicas
10 pequeñas aglutinadas tales como las que se emplean en el Ejemplo 1, se pueden extender pequeñas piezas de una película plástica adecuada y preformada, susceptible de descomponerse térmicamente, de tamaño y forma apropiados, que contiene un material combustible fino, en posición adecuada entre las hojas a medida que se dispone la pila de hojas. Asimismo, las capas de material térmicamente fugaz se pueden
15 aplicar por pintado o pulverización, si se desea. Como un procedimiento alternativo adicional, puede aplicarse una capa constituida por un material térmicamente fugaz por medios
20 adecuados a ambos lados de una hoja de material cerámico dieléctrico o aislante aglutinado, eliminándose así la necesidad de tales capas sobre las hojas situadas encima y debajo de ella cuando se apilan las hojas. Con el fin de proporcionar protección física a las pastillas delgadas y aumentar
25 su resistencia a la rotura, pueden incluirse una o más hojas

adicionales, sin capa o depósito alguno de material térmicamente fugaz, en la pila formada. Aun cuando en la formación de estructuras de circuito de capas múltiples los patrones conductores pueden ser y habitualmente son diferentes en cada uno de los diversos niveles existentes en aquellas, por regla general es deseable que todos los electrodos internos tengan sustancialmente iguales tamaño y forma en los condensadores producidos de acuerdo con la presente invención. Tal uniformidad hace más fácil la producción y contribuye a asegurar que los productos resultantes tengan una capacitancia uniforme.

Se entenderá que las composiciones utilizadas en la formación de las hojas dieléctricas o aislantes y de los pseudo-conductores utilizados en la producción de matrices cerámicas de acuerdo con la presente invención, pueden variar ampliamente. Se han indicado arriba numerosos materiales cerámicos utilizables. Existe también un número muy grande de medios o vehículos utilizables que se pueden emplear como materiales aglutinantes térmicamente fugaces para dichos materiales cerámicos. Muchos de éstos pueden adquirirse en el comercio o pueden ser preparados con facilidad por los expertos en la técnica. En esencia, el objeto de tales medios y vehículos es suspender y dispersar las partículas empleadas para formar las hojas y/o capas y proporcionar un aglutinante temporal térmicamente fugaz para aquéllas durante

te la formación de las hojas y/o capas a partir de las mismas y la producción de cuerpos cerámicos crudos a partir de una pluralidad de hojas y capas. En los cuerpos cerámicos sinterizados, el aglutinante temporal ha desaparecido.

5 De acuerdo con ello, el medio y/o vehículo utilizado es en gran parte cuestión de elección o conveniencia.

Como la finalidad de las capas pseudo-conductoras es proporcionar soporte para las hojas o capas que contienen componentes cerámicos y separar las mismas hasta que
10 estas últimas se soportan por sí mismas a fin de que queden las cavidades o canales deseados en las matrices sinterizadas durante el ciclo de calentamiento utilizado para eliminar los materiales térmicamente fugaces, los pseudo-conductores no deberían afectar desfavorablemente a las hojas cerámicas aglutinadas temporalmente y deberían permanecer hasta
15 que la plasticidad de dichas hojas haya disminuido en tal grado que las hojas sean rígidas y no se deformen ni se pandeen de tal manera que puedan cerrar la entrada de las cavidades o canales. Si el material formador de película utilizado
20 para la estampación de los pseudo-conductores no cumple esta condición, será necesario añadir un material térmicamente fugaz constituido por partículas que la cumpla, añadiéndose suficiente cantidad de tal material a la composición pseudo-conductora para que se obtenga el resultado deseado. En la elección de tal material térmicamente fugaz
25

constituido por partículas, no obstante, es importante evitar aquéllos que, por combustión, dejen cenizas apreciables que contengan elementos perjudiciales para la composición dieléctrica o aislante utilizada en las hojas o estratos cerámicos. Por regla general, son adecuadas para tal fin partículas finas de carbono o de un material carbonizable tal como, por ejemplo, almidón y celulosa. Entre el gran número de materiales formadores de película y térmicamente fugaces que se pueden utilizar adecuadamente con tales materiales constituidos por partículas en la formación de las capas o depósitos térmicamente fugaces, se encuentran la etil-celulosa, las resinas acriloides y el poli(alcohol vinílico). Un disolvente adecuado para el material formador de película se emplea en una cantidad tal que dé a la composición la viscosidad deseada.

Como se ha indicado arriba, en algunos casos las cavidades o canales entre las capas cerámicas pueden producirse mediante el uso de películas preformadas térmicamente fugaces, siendo utilizable una película delgada de resina que contenga partículas finas de carbono, por ejemplo. Asimismo, es utilizable para dicha finalidad un depósito delgado de una mezcla de un material combustible granular fino tal como carbono, sin aglutinante alguno, dispuesto conforme al patrón o dibujo deseado sobre las hojas cerámicas. Tal como se utiliza en esta memoria, un material "térmicamente

fugaz" o "fugaz al calor" es uno que, en las condiciones de los procedimientos que se describen en esta memoria, se volatiliza como tal o se convierte totalmente, con o sin oxidación, en productos que se volatilizan.

5 Como también se ha indicado arriba, el material conductor introducido en las cavidades delgadas para formar electrodos internos en la producción de condensadores o en los canales para formar conductores en las estructuras de circuitos es preferiblemente un metal. Debe entenderse que este término incluye tanto metales simples como aleaciones, y en algunos casos puede incluir semi-metales o metaloides, p.ej., germanio. Metales adecuados incluyen plomo, estaño, zinc, aluminio, plata, y cobre. El metal empleado debería tener un punto de fusión más bajo que la temperatura máxima empleada en la sinterización de la composición cerámica de la matriz, y no debería reaccionar perjudicialmente con los ingredientes de la matriz.

10

15

Tal como se utiliza en esta memoria el término "denso" significa que el material no absorbe sustancialmente cantidad alguna de agua cuando se sumerge en ésta, y el término "delgado" es un término relativo que, con referencia por ejemplo a los estratos cerámicos, indica un espesor del orden de 0,5 mm o inferior. Tales estratos pueden, sin embargo, para fines específicos, ser más gruesos.

20

25 Los términos "más alto", "más bajo", "extremo su

5 perior", "extremo inferior", "derecha", "izquierda", "arriba", "abajo", y términos similares de posición y/o dirección que se utilizan en esta memoria, hacen referencia a las ilustraciones contenidas en los dibujos adjuntos, pero se emplean sólo por razones de conveniencia en la descripción o referencia. Tales términos no deberían interpretarse en el sentido de que impliquen una disposición obligada de las estructuras o porciones de las mismas, ni de que limiten el alcance de esta invención.

10 En la memoria descriptiva que antecede y en las reivindicaciones del apéndice, las partes y los porcentajes están expresados en peso.

15 Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 24 de Septiembre de 1.973, bajo el N^o 400.242, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

REIVINDICACIONES

20 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 reco-
25 gen en las reivindicaciones siguientes:

1ª.- Un procedimiento para formar cuerpos cerámicos unitarios que tienen electrodos o conductores internos, adecuados para uso en la fabricación de conductores o estructuras de circuito de capas múltiples, que comprende disponer una pluralidad de hojas delgadas de composición cerámica finamente dividida aglutinada con un aglutinante térmicamente fugaz, formando dicha composición cerámica una capa densa, eléctricamente aislante o dieléctrica cuando se calcina a temperaturas de sinterización, formar una pila consolidada constituida por una pluralidad de dichas hojas que tienen interpuesta entre al menos dos de dichas hojas una región o capa delgada que consiste en material térmicamente fugaz, teniendo dicha región o capa un área menor que la de las hojas adyacentes, estando dichas hojas dispuestas y localizadas de modo que porciones principales de los bordes de las hojas adyacentes a dicha región o capa están en contacto entre sí, calcinar dicha pila consolidada en condiciones adecuadas a temperaturas suficientemente altas para eliminar dichos materiales térmicamente fugaces y sinterizar dicha composición cerámica para formar así un cuerpo cerámico sinterizado integral que tiene una pluralidad de estratos delgados de material denso eléctricamente aislante o dieléctrico, estando separadas porciones sustanciales de las superficies adyacentes de al menos dos de dichos estratos para proporcionar

uno o más espacios vacíos sustancialmente ininterrumpidos entre ellas y estando unidos dichos estratos separados por lo menos en partes de borde de los mismos, e introducir material eléctricamente conductor en dicho espacio o espacios vacíos.

5
10
15
20
25

2ª.- Un procedimiento según la reivindicación 1ª, que comprende disponer una pluralidad de dichas capas delgadas, cada una entre un par de hojas adyacentes, teniendo cada una de dichas capas un área menor que la de dichas hojas adyacentes, estando dichas hojas dispuestas y localizadas de modo que porciones principales de los bordes de las hojas adyacentes a dichas capas estén en contacto y capas sucesivas de entre dichas capas se extienden hasta regiones de borde diferentes de dicha pila consolidada, con lo que, durante la sinterización, se forma un cuerpo cerámico sinterizado integral que tiene una pluralidad de estratos delgados de material dieléctrico denso, estando separados una pluralidad de dichos estratos para proporcionar espacios vacíos sustancialmente ininterrumpidos entre ellos y estando unidos solamente en porciones de borde de los mismos, e introducir material eléctricamente conductor en dicho espacio o espacios vacíos.

25

3ª.- Un procedimiento según las reivindicaciones 1ª ó 2ª, que comprende disponer una pluralidad de láminas delgadas de una composición cerámica finamente divi

dida aglutinada con un aglutinante térmicamente fugaz, pudiendo sinterizarse dicha composición cerámica para formar una capa dieléctrica densa, disponer sobre una pluralidad de áreas en cada una de una pluralidad de dichas láminas un revestimiento que consiste en material térmicamente fugaz, formar una pila que comprende una pluralidad de dichas láminas revestidas, estando parcialmente superpuestas al menos algunas de dichas áreas revestidas sobre dichas láminas revestidas, consolidar dicha pila, calcinar dicha pila consolidada en condiciones adecuadas a temperaturas suficientemente altas para eliminar dichos materiales térmicamente fugaces y sinterizar dicha composición cerámica en forma de un bloque monolítico, seccionar dicho bloque en cuerpos más pequeños cada uno de los cuales comprende una pluralidad de estratos delgados de material dieléctrico denso, estando separadas porciones sustanciales de las superficies adyacentes de una pluralidad de dichos estratos para proporcionar espacios vacíos sustancialmente no obstruidos entre ellas, extendiéndose cada uno de dichos espacios hasta una región de borde de dicho cuerpo y extendiéndose uno diferente de entre dichos espacios hasta una de una pluralidad de regiones de borde diferentes, e introducir material eléctricamente conductor en dichos espacios vacíos.

25 4ª.- Un procedimiento según la reivindicación 3ª,

que comprende consolidar dicha pila constituida por una pluralidad de dichas láminas revestidas en forma de un bloque crudo, seccionar dicho bloque crudo por cortes verticales a su través a fin de obtener así una pluralidad de pequeños cuerpos o pastillas en cada uno de los cuales se deja al descubierto al menos una de dichas áreas revestidas en una de una pluralidad de regiones de borde, calcinar dichas pastillas en condiciones adecuadas a temperaturas suficientemente altas para eliminar dichos materiales térmicamente fugaces y sinterizar dicha composición cerámica, con lo que se forman pastillas cerámicas sinterizadas integrales cada una de las cuales comprende una pluralidad de estratos delgados de material dieléctrico denso, estando separadas porciones sustanciales de las superficies adyacentes de una pluralidad de dichos estratos en cada pastilla para proporcionar entre ellas espacios vacíos sustancialmente no obstruidos que se extienden hasta regiones de borde de dicha pastilla, estando unidos dichos estratos separados únicamente en porciones de borde de los mismos, e introducir material eléctricamente conductor en dichos espacios vacíos.

5^a.- Un procedimiento según la reivindicación 1^a, que comprende formar una pila consolidada que consta de una pluralidad de láminas relativamente delgadas de material cerámico finamente dividido aglutinado con un agluti

nante térmicamente fugaz, llevando una pluralidad de dichas láminas un diseño predeterminado sobre ellas, estando formados dichos diseños por una composición que consta de materiales térmicamente fugaces y estando separados por dichas láminas, calentar dicha pila para eliminar los materiales térmicamente fugaces y formar una matriz cerámica sinterizada que tiene en ella espacios vacíos delgados o canales que corresponden a dichos diseños, e introducir material eléctricamente conductor en dichos espacios vacíos.

6ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho material eléctricamente conductor es un metal o una aleación de metal.

7ª.- Un procedimiento para formar cuerpos cerámicos unitarios que tienen electrodos o conductores internos.

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.

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

Madrid, 30 JUN 1976

P.A. **Fernando de Elizaburu**

Por Poder



Fig. 1.

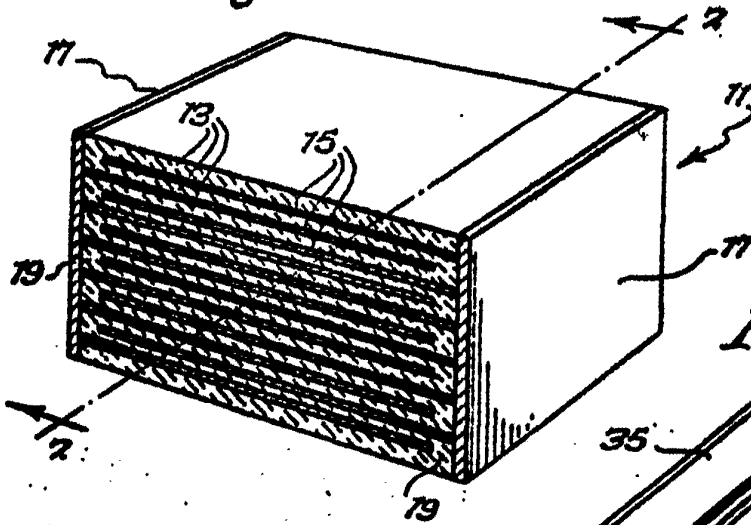


Fig. 3.

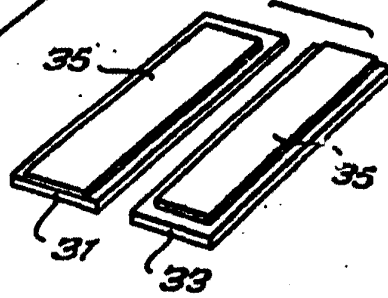


Fig. 2.



Fig. 5.

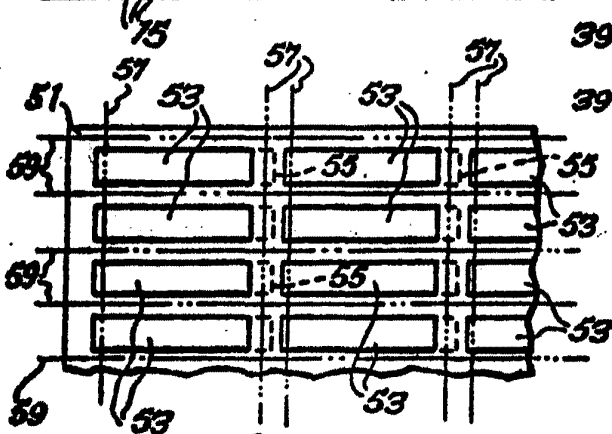
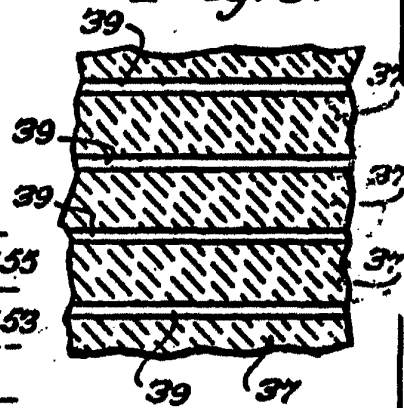
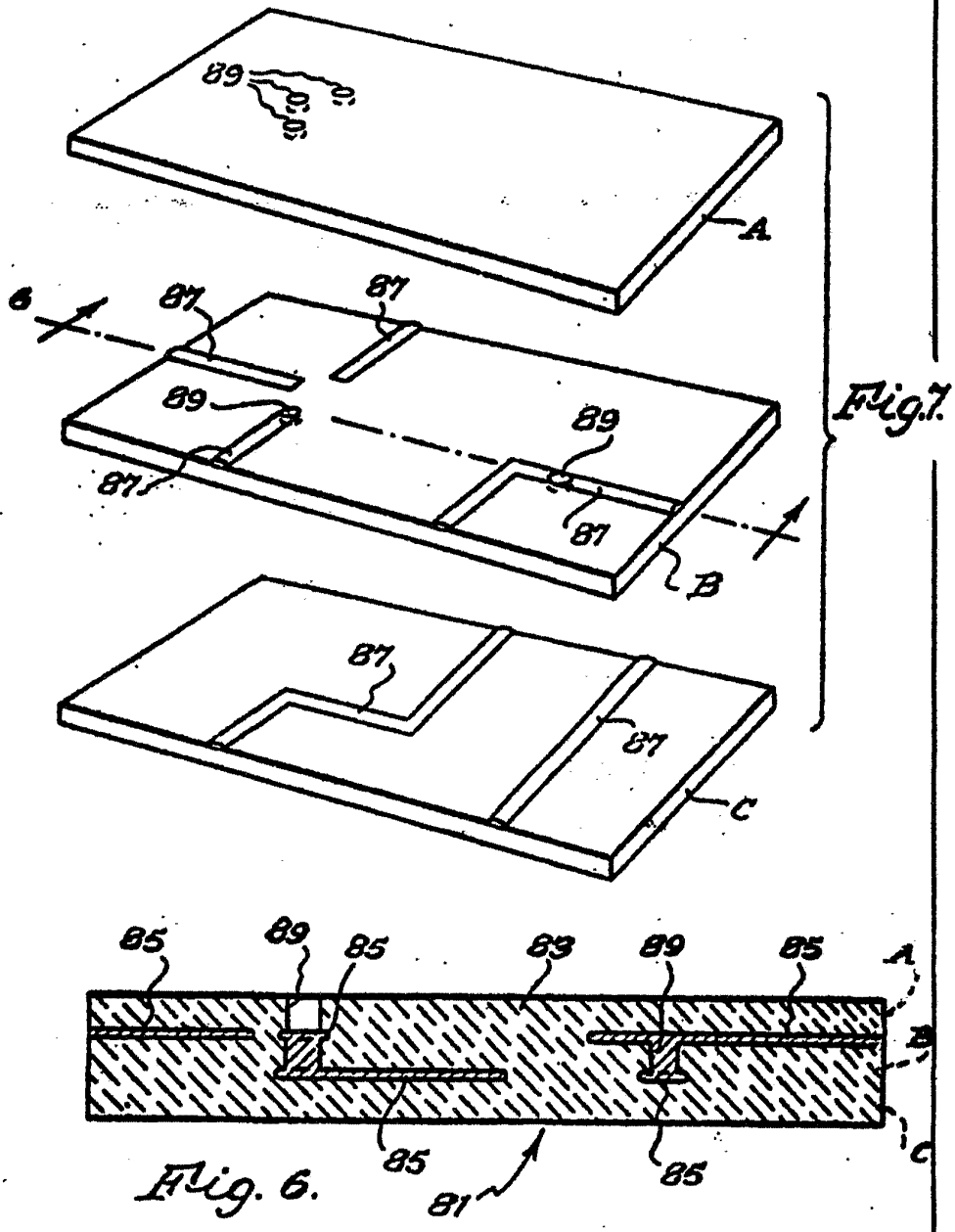


Fig. 4.

Formed by the process of
For Patent
NL Industries, Inc.



Fernando de Elizaburu.
Por Poder
[Signature]