



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 177 881**

51 Int. Cl.:
H01L 41/047 (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

96 Número de solicitud europea: **97119858 .5**
96 Fecha de presentación : **13.11.1997**
97 Número de publicación de la solicitud: **0844678**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.05.1998**

54 Título: **Electrodo externo para un actuador monolítico multicapa.**

30 Prioridad: **25.11.1996 DE 196 48 545**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **16.12.2002**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **26.01.2012**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **26.01.2012**

73 Titular/es:
Ceramtec AG Innovative Ceramic Engineering
Fabrikstrasse 23 - 29
73207 Plochingen, DE

72 Inventor/es: **Bindig, Reiner;**
Günther, Andreas;
Helke, Günther y
Schmieder, Jürgen

74 Agente: **De Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 177 881 T5

DESCRIPCIÓN

Electrodo exterior para un actuador monolítico multicapa.

5 La invención se refiere a un actuador monolítico multicapa.

10 En cerámicas piezoeléctricas se aprovecha el efecto de que estas, por una parte se cargan bajo una compresión o tracción mecánicas, y por otra parte al cargarse eléctricamente se dilatan o se contraen. Para la amplificación de este efecto se utilizan actuadores monolíticos multicapa, que se componen de una pila sinterizada de láminas delgadas de cerámica piezoeléctrica (por ejemplo, circonato titanato de plomo) con electrodos metálicos interiores intercalados. Los electrodos interiores salen al descubierto alternativamente de la pila, y se conectan eléctricamente en paralelo mediante electrodos exteriores. En los costados de contacto de la pila, se ha aplicado para ello una metalización de base que está unida con los electrodos interiores individuales. Mediante recubrimiento superficial o parcial de la metalización de base con soldadura de estaño, se refuerza aquella. Por una parte, mediante este refuerzo se produce la necesaria sección transversal del material, para soportar las altas corrientes que se presentan durante el funcionamiento del actuador (unos 20 - 80 amperios). Por otra parte se posibilita la soldadura de conductores eléctricos.

20 Si se somete a una tensión eléctrica a los electrodos exteriores, las láminas piezoeléctricas se dilatan en la dirección del campo. Gracias a la conexión mecánica en serie de las láminas piezoeléctricas individuales, se consigue ya la dilatación calculada de toda la cerámica piezoeléctrica, para tensiones eléctricas bajas.

25 Los citados actuadores monolíticos multicapa, están descritos detalladamente en el documento DE 40 36 287 C2. Aquí está indicada también la utilización en una válvula reguladora del paso de corriente.

30 Por naturaleza la cerámica piezoeléctrica es frágil y solamente tiene una pequeña resistencia a la tracción (unos $80 \cdot 10^6$ Pa). Esta se reduce todavía más en los actuadores multicapa por la disposición laminar de los electrodos interiores y por la anisotropía de la resistencia, que aparece en la polarización. El esfuerzo máximo permisible de tracción se rebasa ya muchas veces en la polarización, de manera que aparece una formación innegable de grietas.

35 No obstante, no hay ninguna indicación de que este tipo de formación de grietas, conduzca a un fallo de los actuadores en condiciones funcionales normales.

40 El crecimiento de las grietas en el interior de la cerámica, puede influenciarse bien a mayor abundamiento, mediante el tamaño del grano, composición de los límites del grano y porosidad. En condiciones ajustadas favorablemente, las grietas no discurren a través de los cristales y son detenidas rápidamente por sumideros de energía en los límites del grano y en los poros. Ya después de unos 1.000 ciclos de carga, el crecimiento de las grietas ha concluido ampliamente, y crece también todavía tan sólo insignificadamente después de largos periodos de funcionamiento (10^9 ciclos).

45 No obstante, estas grietas pueden llegar a ser críticas en caso de altas cargas dinámicas de los actuadores multicapa, cuando realmente las grietas en la cerámica cortan la metalización de base y la capa de soldadura aplicada. En el caso más favorable sólo se separan láminas piezoeléctricas individuales. Sin embargo, se llega con frecuencia esencialmente en la arista de la grieta, a descargas de tensión que conducen a una destrucción del actuador multicapa, puesto que se secciona la corriente total de trabajo que fluye en este punto.

50 El documento EP 0 569 235 A1 describe un elemento piezoeléctrico en forma de un vibrador en el que las conexiones eléctricas no están unidas mediante una soldadura de estaño con una superficie conductora del elemento, puesto que esto debe de conducir a problemas mecánicos. Por este motivo se lleva a cabo la unión mediante un tipo de acoplamiento de fricción.

55 El documento US 4.012.588 describe un sistema para la transmisión de la posición de un objeto con relación a un sistema predeterminado de referencia. Además, para este sistema se describe un transformador especial. Este se compone de un cilindro hueco de material piezoeléctrico, que presenta una capa conductora delgada en cada una de sus caras, interior y exterior. La unión eléctrica de los hilos de conexión con la capa conductora delgada, se lleva a cabo en la cara exterior, mediante un elemento elástico de forma ondulada. Este elemento elástico se apoya flojo en la capa conductora delgada, y está unido con esta en los puntos de contacto, no por soldadura de estaño, pegado con pegamento conductor o soldadura, por ejemplo, soldadura láser. El elemento elástico en esta forma de realización, sirve únicamente para desacoplar las vibraciones. A causa de la falta de una unión "fijada", no puede transmitir corrientes intensas y no es apropiado para un actuador multicapa.

60 Por consiguiente, la misión de la invención se basa en mejorar un actuador monolítico multicapa de tal manera que para fuertes cargas dinámicas, no se presente destrucción ninguna del actuador multicapa.

65 Según la invención se resuelve esta misión mediante las notas características de la reivindicación 1, estando dispuesto entre la metalización de base y los elementos de conexión, un electrodo estructurado tridimensional, conduc-

tor de la electricidad, que está unido mediante puntos parciales de contacto con la metalización de base, y está configurado dilatado entre los puntos de contacto. Gracias a esta disposición la corriente de trabajo del actuador, se subdivide en corrientes secundarias. Las corrientes secundarias fluyen desde los puntos de contacto a través de la metalización de base, hasta los electrodos metálicos interiores, y ascienden en forma típica a 0,5 amperios. Para estas corrientes no es necesario un refuerzo de la metalización de base.

Mediante esta configuración según la invención, se acepta que durante el funcionamiento dinámico del actuador, la metalización de base puede recibir grietas. No obstante, estas grietas no se pueden difundir en el electrodo estructurado tridimensional, puesto que este solamente está unido mediante puntos parciales de contacto con la metalización de base, y está configurado dilatado entre los puntos de contacto. De este modo el contacto eléctrico se conserva siempre, puesto que la corriente de trabajo que fluye en el electrodo tridimensional, no se interrumpe en ningún caso. Las grietas que aparecen en la metalización de base solamente conducen a una desviación de las corrientes secundarias a través del electrodo tridimensional.

Se entiende por carga dinámica la aplicación de una tensión alterna. La intensidad de la carga dinámica es función de la inclinación de los flancos de los impulsos individuales, y de la frecuencia. En caso de altas cargas dinámicas, la inclinación de los flancos se sitúa típicamente de 10 a 500 μ s, la frecuencia, típicamente entre 10 a 1000 Hz. Ensayos, incluso ensayos de larga duración, han demostrado que en caso de estas cargas dinámicas, no hubo que anotar fallo ninguno del actuador multicapa según la invención.

El electrodo se levanta entre los puntos de contacto de la metalización de base, y por conveniencia es una lámina metálica estructurada. Estas láminas con un espesor de 50 μ m pueden dilatarse y son excelentemente apropiadas para el electrodo según la invención.

El levantamiento de la metalización de base es fácil de conseguir cuando el electrodo presenta una sección transversal de forma ondulada. También es excelentemente apropiada una figura —vista desde arriba— de forma de espina de pescado.

Para que el electrodo se distancie algo de la metalización de base, el electrodo está provisto con ventaja en los puntos de contacto, con botones. Asimismo es conveniente cuando el electrodo está provisto con aberturas para procesos de lavado de la metalización de base. Mediante los procesos de lavado puede eliminarse sin problemas, el fundente utilizado.

En forma preferente de realización el electrodo está configurado como disipador de calor. Esto disminuye la carga térmica del actuador.

Por conveniencia el electrodo puede ser también un tejido metálico, tela metálica o una esponja metálica de poros abiertos.

Según la invención el electrodo está unido en los puntos de contacto con la metalización de base, mediante soldadura de estaño, pegado con pegamento conductor o soldadura, por ejemplo, soldadura láser.

Como material para el electrodo se ha demostrado como especialmente ventajoso, el bronce o el latón.

Otras notas características de la invención, se deducen de las figuras que se describen a continuación. Se muestran:

- Figura 1 esquemáticamente un actuador multicapa según el estado actual de la técnica,
- Figura 2 un corte transversal de un actuador multicapa según el estado actual de la técnica, que ha quedado inservible por una grieta.
- Figura 3 un corte de un actuador según la invención, con un electrodo de forma ondulada, estructurado.
- Figura 4 un actuador con un tejido metálico como electrodo,
- Figura 5 un actuador con una espuma metálica como electrodo,
- Figura 6 una vista en planta desde arriba de un electrodo de forma ondulada, en corte transversal, similar al de la figura 3,
- Figura 7 una vista en planta desde arriba de un electrodo con una figura de forma de espina de pescado,
- Figura 8 un corte a lo largo de la línea A - A en un valle de la onda en la figura 6.

La figura 1 muestra esquemáticamente un actuador multicapa según el estado actual de la técnica. La pila 2 se

compone de láminas sinterizadas de una cerámica piezoeléctricas con electrodos 3 metálicos interiores intercalados. Los electrodos 3 salen al descubierto alternativamente de la pila, y se conectan eléctricamente en paralelo mediante electrodos exteriores.

5 La figura 2 muestra en corte un detalle del actuador multicapa. Para la conexión en paralelo, está aplicada en los costados de contacto de la pila 2, una metalización 4 de base. Sobre esta metalización 4 de base están fijados los elementos 5 de conexión mediante soldaduras o puntos 12 de estaño. Al aplicar una tensión a los elementos 5 de conexión, se dilata la pila 2 en la dirección de las flechas 13. Si se aplica una tensión alterna de potencia correspondiente, la pila efectúa un movimiento de dilatación y contracción con el ritmo de la frecuencia alterna.

10 Debido a esta carga dinámica, aparecen en la cerámica grietas 14 ligeras, que en el caso más desfavorable cortan la metalización 4 de base y la capa 12 aplicada de soldadura.

15 La figura 3 muestra un corte similar al de la figura 2, de un actuador multicapa según la invención, con un electrodo 6 tridimensional de forma ondulada, unido con la metalización 4 de base. La figura 6 muestra una vista en planta desde arriba de este electrodo 6, que se compone de valles de la onda y crestas de la onda, dispuestos paralelos. Este electrodo 6 está unido conduciendo la electricidad, en puntos 7 de contacto, con la metalización 4 de base, por ejemplo, mediante una soldadura láser. Para la limpieza de la metalización 4 de base, en el electrodo 6 están dispuestas aberturas 9. En la figura 3 se muestran algunas de estas aberturas 9 a título de ejemplo. El electrodo 6 se compone de preferencia de una lámina metálica, por ejemplo, de bronce o de latón. Aquí es importante que la zona entre los puntos 7 de contacto puede dilatarse de manera que no puede aparecer ninguna rotura en el electrodo 6 por causa de grietas 14 en la cerámica. Gracias a la gran superficie del electrodo 6, puede utilizarse este con ventaja como disipador de calor para el actuador multicapa. Los elementos 5 de conexión pueden unirse con el electrodo 6 en cualquier punto.

25 La figura 4 muestra un actuador con un tejido 10 metálico como electrodo 6. Los puntos individuales de conexión o soldaduras de latón del tejido 10 metálico con la metalización de base, están designados de nuevo con el símbolo 7 de referencia. Se reconoce bien que una grieta 14 no conduce a ningún corte del electrodo 6, puesto que la grieta 14 se puentea eléctricamente mediante el electrodo 6.

30 La figura 5 muestra un actuador con una espuma 11 metálica como electrodo 6. La espuma 11 metálica está configurada preferentemente de poros abiertos. Aquí por simplificar, los puntos de contacto o los puntos individuales de soldadura no están dibujados. Por lo demás, los mismos símbolos de referencia, designan objetos iguales.

35 La figura 6 muestra, como ya se ha descrito, en vista en planta desde arriba un electrodo 6 de forma ondulada. Los trazos de las ondas discurren aquí en línea recta, y están dispuestos paralelos.

40 En la figura 7 se muestra un electrodo 6 con una figura de espina de pescado. También aquí, contigua a cada valle de la onda, está dispuesta una cresta de la onda.

La figura 8 muestra un corte a lo largo de la línea A - A en un valle de la onda en la figura 6. Aquí el electrodo 6 hace contacto con botones 8 en la metalización de base.

45 Para un especialista cabe imaginar otras diversas formas del electrodo, teniendo que estar siempre seguro que el electrodo sólo toca la metalización de base mediante un número de puntos de contacto, es decir, no en toda la superficie, y que la zona intermedia entre dos puntos de contacto, puede efectuar en relación con la dilatación y contracción de la capa, una cierta dilatación, de manera que el electrodo 6 no se corte en esta zona al aparecer una grieta en la cerámica.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Actuador (1) monolítico multicapa de una pila (2) sinterizada de láminas delgadas de cerámica piezoeléctrica con electrodos (3) metálicos interiores intercalados que salen al descubierto alternativamente de la pila (2) y están conectan eléctricamente en paralelo mediante electrodos exteriores, componiéndose los electrodos exteriores en los costados de contacto de la pila (2), de una metalización (4) aplicada de base, y estando unidos con elementos (5) eléctricos de conexión, de preferencia mediante una soldadura de estaño, estando dispuesto entre la metalización(4) de base y los elementos (5) de conexión, un electrodo (6) estructurado tridimensional, conductor de la electricidad, el cual está unido mediante puntos (7) parciales de contacto con la metalización de base, y estando configurado dilatado entre los puntos (7) de contacto, y estando unido el electrodo (6) con la metalización (4) de base en los puntos de (7) de contacto, mediante soldadura de estaño, pegado con pegamento conductor o soldadura, por ejemplo, soldadura láser.
- 10
- 15 2. Actuador multicapa según la reivindicación 1, caracterizado porque el electrodo (6) es una lámina metálica estructurada.
3. Actuador multicapa según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el electrodo (6) presenta una sección transversal de forma ondulada.
- 20 4. Actuador multicapa según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el electrodo (6) está provisto con botones (8) en los puntos (7) de contacto con la metalización (4) de base.
5. Actuador multicapa según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el electrodo (6) está provisto con aberturas (9) para procesos de lavado de la metalización (4) de base.
- 25 6. Actuador multicapa según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el electrodo (6) está configurado como disipador de calor.
- 30 7. Actuador multicapa según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el electrodo (6) es un tejido metálico / tela metálica (10) o una esponja (11) metálica de poros abiertos.
8. Actuador multicapa según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el electrodo (6) está fabricado de bronce o de latón.

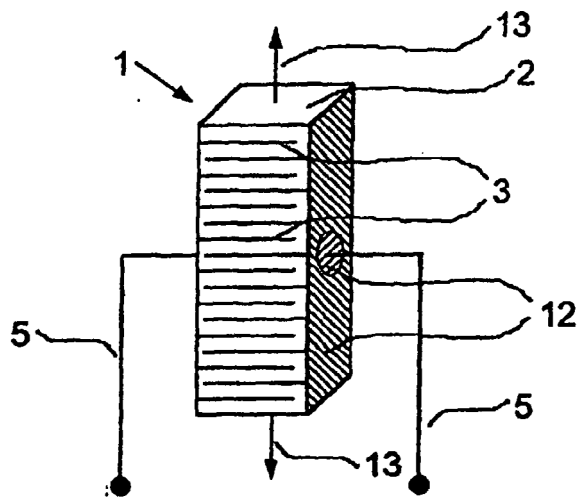


Fig. 1

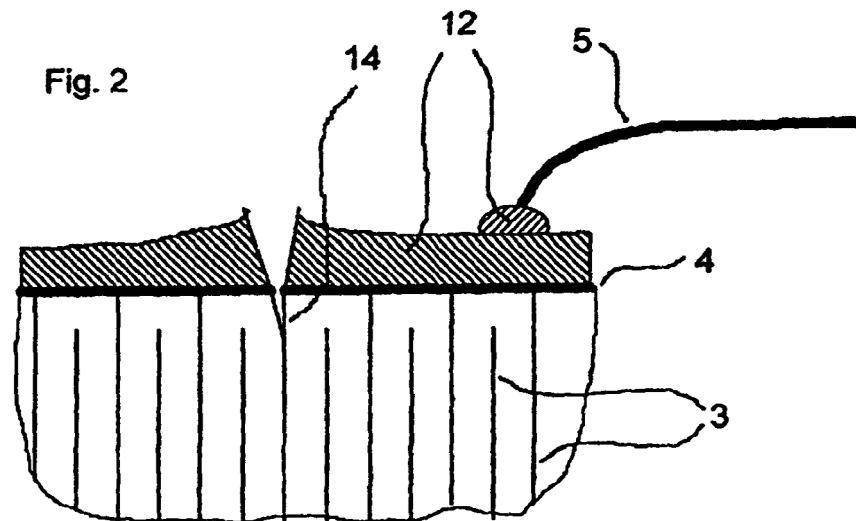


Fig. 2

Fig. 3

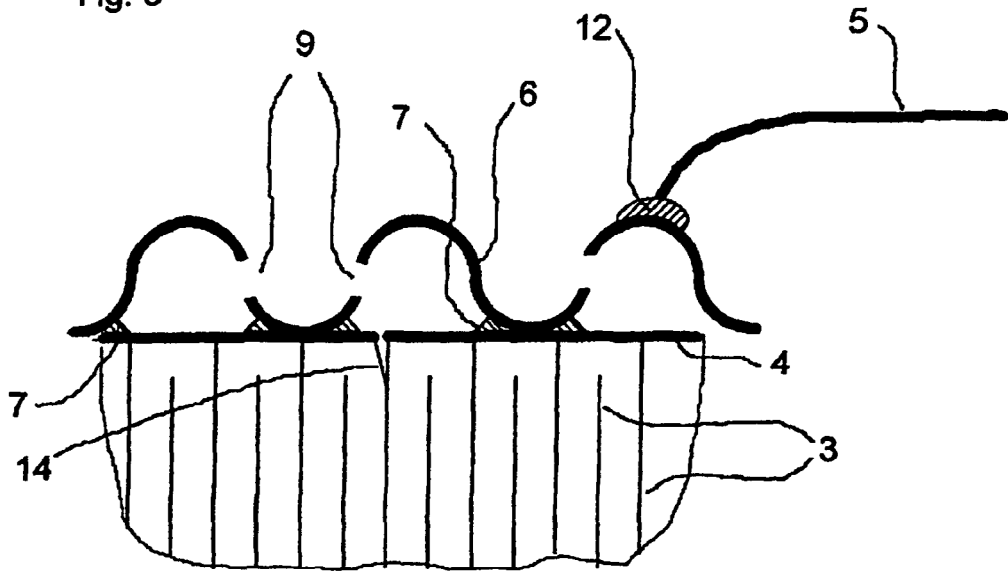


Fig. 4

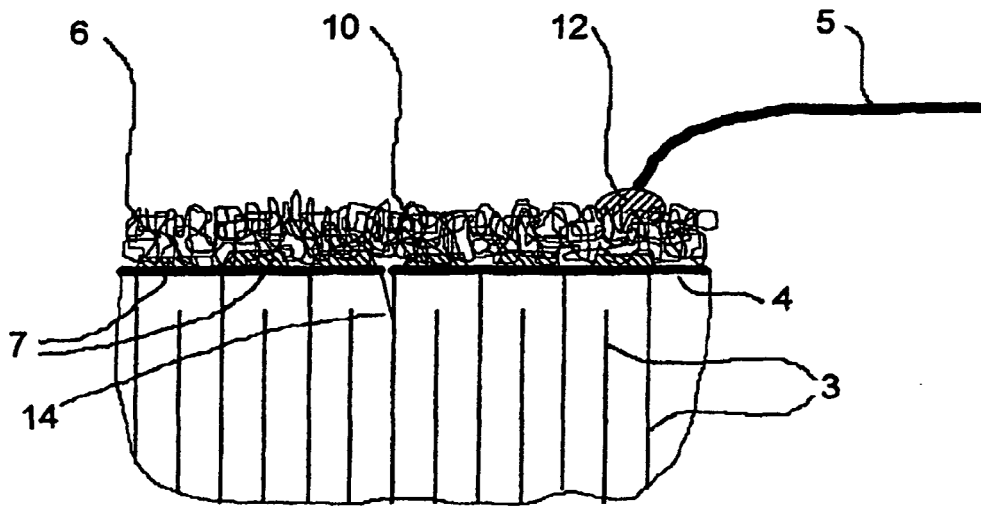


Fig. 5

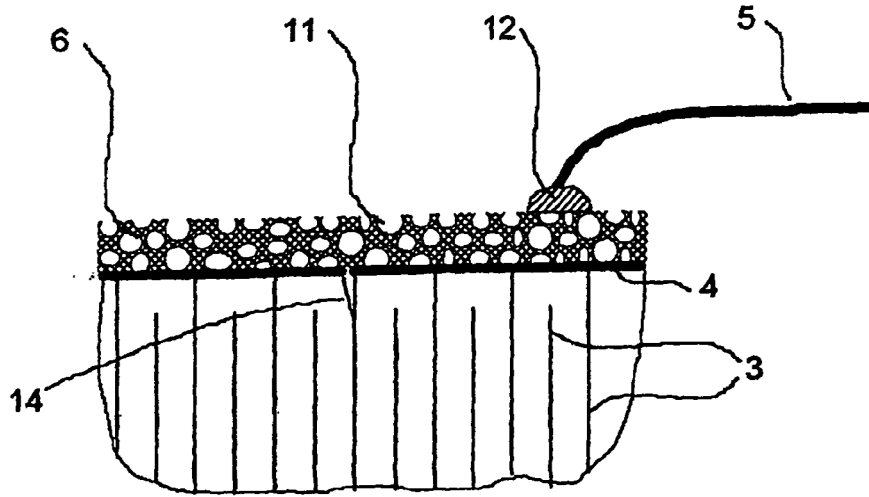


Fig. 6

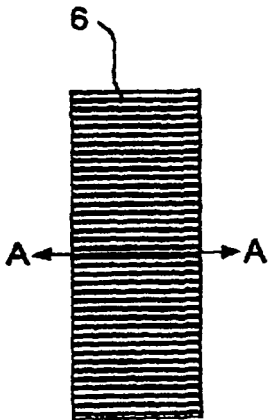


Fig. 7

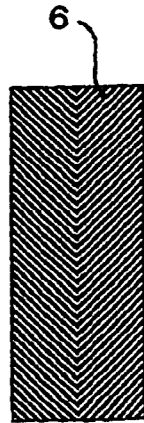


Fig. 8

