

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4112054号
(P4112054)

(45) 発行日 平成20年7月2日(2008.7.2)

(24) 登録日 平成20年4月18日(2008.4.18)

(51) Int.Cl.

H01L 41/083 (2006.01)

F I

H01L 41/08

Q

請求項の数 9 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平9-323223	(73) 特許権者	597165054
(22) 出願日	平成9年11月25日(1997.11.25)		セラムテック アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公開番号	特開平10-229227		イノヴェイティヴ セラミック エンジニアリング
(43) 公開日	平成10年8月25日(1998.8.25)		CeramTec AG Innovative Ceramic Engineering
審査請求日	平成16年9月17日(2004.9.17)		ドイツ連邦共和国 プロヒンゲン ファブリクシュトラッセ 23-29
(31) 優先権主張番号	19648545.2		Fabrikstrasse 23-29, D-73207 Plochingen, Germany
(32) 優先日	平成8年11月25日(1996.11.25)	(74) 代理人	100061815
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		弁理士 矢野 敏雄
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モノリシックの積層型アクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

層間に介在している金属内部電極(3)を有する、圧電セラミックスからなる薄板の焼結された積層体(2)からなるモノリシックの積層型アクチュエータ(1)であって、該内部電極が交互に積層体(2)から導出されておりかつ外部電極によって電氣的に並列接続されており、この場合、金属内部電極(3)を並列接続するために、外部電極は、積層体(2)の、施与された基礎金属被覆(4)からなる接触側面に存在しており、この基礎金属被覆(4)が電気接続用素子(5)と結合しているモノリシックの積層型アクチュエータ(1)において、基礎金属被覆(4)と電気接続用素子(5)の間に三次元構造化された導電性の電極(6)が基礎金属被覆(4)を介する金属内部電極(3)との並列接続のために配置されており、この場合、該電極(6)が部分的な接触箇所(7)を介して基礎金属被覆と結合しておりかつこれら接触箇所(7)と接触箇所(7)の間で伸長可能な状態で形成されていることを特徴とする、モノリシックの積層型アクチュエータ(1)。

【請求項 2】

前記の導電性の電極(6)が接触箇所(7)の間で基礎金属被覆(4)から引き離されている、請求項1記載のモノリシックの積層型アクチュエータ。

【請求項 3】

前記の導電性の電極(6)が構造化された金属箔である、請求項1又は2記載のモノリシックの積層型アクチュエータ。

【請求項 4】

前記の導電性の電極(6)が波形の断面を有している、請求項1から3までのいずれか1項に記載のモノリシックの積層型アクチュエータ。

【請求項5】

前記の導電性の電極(6)が基礎金属被覆(4)との接触箇所(7)に突起部(8)を有している、請求項1から4までのいずれか1項に記載のモノリシックの積層型アクチュエータ。

【請求項6】

前記の導電性の電極(6)が基礎金属被覆(4)の洗浄過程のための開口部(9)を有している、請求項1から5までのいずれか1項に記載のモノリシックの積層型アクチュエータ。

10

【請求項7】

前記の導電性の電極(6)がニッテッド・ワイヤ/金網(10)又は連続気泡のスポンジ金属(11)である、請求項1から6までのいずれか1項に記載のモノリシックの積層型アクチュエータ。

【請求項8】

前記の導電性の電極(6)が接触箇所(7)でロウ付け、導電接着剤を用いた接着又は溶接によって基礎金属被覆(4)と結合している、請求項1から7までのいずれか1項に記載のモノリシックの積層型アクチュエータ。

【請求項9】

前記の導電性の電極(6)が青銅又は黄銅から製造されている、請求項1から8までのいずれか1項に記載のモノリシックの積層型アクチュエータ。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

層間に介在している金属内部電極を有する、圧電セラミックスからなる薄板の焼結された積層体からなるモノリシックの積層型アクチュエータ(Vielschichtaktor)であって、該内部電極が交互に積層体から導出されておりかつ外部電極によって電氣的に並列接続されており、この場合、内部電極(3)を並列接続するために、外部電極は積層体の、施与された基礎金属被覆からなる接触側面に存在しており、この基礎金属被覆が電気接続用素子と有利にロウ付けによって結合しているモノリシックの積層型アクチュエータに関する。

30

【0002】

【従来の技術】

圧電セラミックスの場合には、該圧電セラミックスが機械的な圧縮下ないしは引張下に帯電され、かつ他方で帯電の場合には伸長ないしは収縮する効果が利用される。この効果を増強するために、層間に介在している金属内部電極を有する圧電セラミックス(例えばジルコン酸チタン酸鉛)からなる薄板の焼結された積層体からなるモノリシックの積層型アクチュエータは、使用される。該内部電極は、交互に積層体から導出されかつ外部電極によって電氣的に並列接続される。積層体の接触側面には、このために基礎金属被覆(Grundmetallisierung)が施与されており、この基礎金属被覆は、各内部電極と結合している。ロウによる基礎金属被覆の全面的ないしは部分的な被覆によって該基礎金属被覆は、補強される。一方で、積層型アクチュエータの動作の際に発生する高い電流量(約20~80アンペア)に耐えるために、この補強によって必要な材料断面が形成される。他方では電気リード線のロウ付けが可能となる。

40

【0003】

外部電極に電圧が印加される場合には、この圧電性薄板は、電界の方向に伸長する。各圧電性薄板の機械的な直列連結によって、圧電セラミックス全体の公称伸長は、既に低い電圧で達成される。

【0004】

上記のモノリシックの積層型アクチュエータは、ドイツ国特許出願公開第4036287号明細書に詳細に記載されている。このドイツ国特許出願公開明細書の場合にも流量 - 調

50

整弁における使用が記載されている。

【 0 0 0 5 】

圧電セラミックスは、本来脆性であり、かつ僅かな引張強さ（約 $80 \times 10^6 \text{ Pa}$ ）を有するのみである。この引張強さは、モノリシックの積層型アクチュエータの場合には、内部電極の積層配置によって、及び分極の際に生じる強さの異方性によってさらに減少される。最大許容引張応力は、しばしば既に分極の際に越えられ、その結果、絶対的な亀裂形成が生じる。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、この種の亀裂形成が通常の動作条件下でアクチュエータ(Aktor)の破壊に至ることについての示唆はない。

10

【 0 0 0 7 】

その上、セラミックス内部の亀裂の成長は、粒度、粒界の組成及び気孔率によって良好に影響が与えられることができる。有利に調整された条件下で、亀裂は、結晶を横断して進行せず、かつエネルギー低下によって粒界及び気孔のところで急速に停止される。既に約 1000 回の帯電サイクルで亀裂の成長は、十分に完結しており、かつ長い動作時間（ 10^9 サイクル）の後にもきわめて僅かに増加する。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、積層型アクチュエータの高い動荷重の場合に、即ちセラミックス内の亀裂が基礎金属被覆及び施与されたロウ層を切断する場合には、この亀裂は、危険である可能性がある。この場合には、最も有利な場合には各圧電性薄板のみが分離されている。しかしながら、本質的によりしばしば亀裂縁部において積層型アクチュエータの破壊に至る電圧のフラッシュオーバーが生じ、それというのも、この箇所を流れる全ての動作電流が切断されるからである。

20

【 0 0 0 9 】

【 発明が解決しようとする課題 】

従って本発明の課題は、層間に介在している金属内部電極を有する、圧電セラミックスからなる薄板の焼結された積層体からなるモノリシックの積層型アクチュエータ(Vielschichtaktor)であって、該内部電極が交互に積層体から導出されておりかつ外部電極によって電氣的に並列接続されており、この場合、外部電極は積層体の、施与された基礎金属被覆からなる接触側面に存在しており、この基礎金属被覆が電気接続用素子と有利にロウ付けによって結合しているモノリシックの積層型アクチュエータを、高い動荷重の場合にも積層型アクチュエータの破壊が生じない程度に改善することである。

30

【 0 0 1 0 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明によれば上記課題は、基礎金属被覆と接続用素子の間に三次元構造化された導電性の電極が基礎金属被覆（4）を介する内部電極（3）との並列接続のために配置されており、この場合、該電極が部分的な接触箇所を介して基礎金属被覆と結合しておりかつこれら接触箇所の間で伸長可能な状態で形成されていることによって解決される。この装置によってアクチュエータの動作電流は、二次電流に分配される。二次電流は、接触箇所から基礎金属被覆を介して金属内部電極へと流れ、かつ典型的に 0.5 アンペアである。この電流に対して基礎金属被覆の補強は、必要ない。

40

【 0 0 1 1 】

この本発明による上記形成によって、積層型アクチュエータの動的運転中に基礎金属被覆に亀裂が生じうることは許容される。しかしながらこの亀裂は、三次元構造化された電極中に伝わらず、それというのも該電極が部分的な接触箇所を介して基礎金属被覆と結合しておりかつこれら接触箇所の間で伸長可能な状態で形成されているからである。このことによって電氣的接続は、常に維持され、それというのも三次元電極中に流れる動作電流がまったく中断されないからである。基礎金属被覆中に生じる亀裂は、三次元電極を介した二次電流の方向転換を生じさせるのみである。

【 0 0 1 2 】

50

動荷重とは、交流電圧の印加のことである。動荷重の強度は、各インパルス及び周波数の立ち上がりの険しさ(Flankensteilheit)に依存している。高い動荷重の場合には、典型的に $10 \sim 500 \mu s$ であり、周波数は、典型的に $10 \sim 1000 Hz$ である。試験によって、長時間の試験によっても、上記の動荷重の場合に本発明による積層型アクチュエータの破壊が記録されえなかったという結果が得られた。

【0013】

有利な実施態様の場合には電極は、接触箇所の間で基礎金属被覆から引き離されており、かつ有利に、構造化された金属箔である。約 $50 \mu m$ の厚さを有する該箔は、伸長可能でありかつ本発明による電極に特に適当である。

【0014】

電極が波形の断面を有している場合には、基礎金属被覆からの引き離しは、簡単に達成することができる。上から見て、ヘリンボーン模様もまた特に適当である。

【0015】

電極が基礎金属被覆から若干離れているために、有利に電極は、接触箇所に突起部(Noppen)を有している。同様に、電極が基礎金属被覆の洗浄過程のための開口部を有していることは、有利である。該洗浄過程によって、使用された融剤は、問題なく除去することができる。

【0016】

有利な実施態様の場合には電極は、ヒートシンクとして形成されている。このことによって積層型アクチュエータの熱負荷は、回避される。

【0017】

電極は、有利にニッテッド・ワイヤ(Drahtgewirk)、金網(Drahtgeflecht)又は連続気泡のスポンジ金属(Metallschaum)であることもできる。

【0018】

有利に電極は、接触箇所でロウ付け、導電接着剤を用いた接着又は溶接、例えばレーザ溶接によって基礎金属被覆と結合される。

【0019】

電極のための材料として青銅又は黄銅は、特に有利であることが判明している。

【0020】

本発明の更なる特徴は、以下に記載されている図に明らかである。

【0021】

【実施例】

図1は、公知技術水準による積層型アクチュエータを概略的に示している。積層体2は、層間に介在している金属内部電極3を有する圧電セラミックスからなる焼結された薄板からなる。電極3は、交互に積層体から導出されておりかつ外部電極によって電氣的に並列接続されている。

【0022】

図2は、積層型アクチュエータの断面図で示している。並列接続のために積層体2の接触側面に基礎金属被覆4が施与されている。基礎金属被覆4上にロウ付け即ちロウ12によって接続用素子5が固定されている。接続用素子5への電圧の印加の場合には、積層体2は、矢印13の方向に伸長する。相応する電力の交流電圧が印加される場合には、積層体2は、交番周波数の周期で伸長 - 及び収縮運動を行なう。

【0023】

この動荷重によってセラミックスに、最悪の場合には基礎金属被覆4及び施与されたロウ層12が切断する浅い亀裂14が生じる。

【0024】

図3は、本発明による、基礎金属被覆4と結合した波形の三次元電極6を有する積層型アクチュエータの、図2と同様の断面図を示している。図6は、平行に配置された波の谷及び波の山からなる電極6の上面図を示している。該電極6は、接触箇所7において基礎金属被覆4と、例えばレーザ溶接によって導電的に結合している。基礎金属被覆4の清浄化

10

20

30

40

50

のために、電極 6 中に開口部 9 が配置されている。図 3 の場合には例示的にこれら開口部 9 のいくつかが示されている。電極 6 は、有利に、例えば青銅又は黄銅からなる金属箔からなる。この場合には、接触箇所 7 の間の領域が伸長可能であることが重要であり、その結果、セラミックスの亀裂 14 が原因で破断が電極 6 に生じることはいえぬ。大きな表面積によって電極 6 は、積層型アクチュエータのためのヒートシンクとして使用することができる。接続用素子 5 は、任意の箇所で電極 6 と結合させることができる。

【 0 0 2 5 】

図 4 は、電極 6 としてニッテッド・ワイヤ(Drahtgewirk) 10 を有するアクチュエータを示している。基礎金属被覆とのニッテッド・ワイヤ 10 の個々の接触箇所ないしは口ウ付けは、参照番号 7 で示されている。亀裂 14 によって電極 6 の切断がもたらされず、それ

10

【 0 0 2 6 】

図 5 は、電極 6 としてスポンジ金属 11 を有するアクチュエータを示している。スポンジ金属 11 は、有利に連続気泡の形で形成されている。接触箇所ないしは個々の口ウ付け位置は、ここでは簡易化のため示されていない。他の点については同じ参照番号は、同じ対象を示している。

【 0 0 2 7 】

図 6 は、既述のとおり、波形の電極 6 を上面図で示している。波列は、この場合には直線に進みかつ平行に配置されている。

【 0 0 2 8 】

20

図 7 にはヘリンボーン模様を有する電極 6 が上面図で示されている。この場合にもそれぞれ 1 つの波の谷は、1 つの波の山に隣接して配置されている。

【 0 0 2 9 】

図 8 は、図 6 の波の谷の線分 A - A に沿った断面図を示している。電極 6 は、この場合には突起部 8 で基礎金属被覆に接触している。

【 0 0 3 0 】

当業者にとって種々の他の電極の形状を考えることは可能であり、この場合、電極が多数の接触箇所によってのみ、即ち全面においてではなく基礎金属被覆に接触しておりかつ 2 つの接触箇所間の中間領域が積層体の伸長及び収縮に関係して一定の伸長を実施することができ、その結果、電極 6 がこの領域内で、セラミックスで生じた亀裂によって切断されないことが常に保証されなければならない。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】公知技術水準による積層型アクチュエータの概略図である。

【図 2】亀裂によって使用不可能になった公知技術水準による積層型アクチュエータの断面図である。

【図 3】本発明による、構造化された波形の電極を有する積層型アクチュエータの断面図である。

【図 4】電極としてニッテッド・ワイヤを有する積層型アクチュエータの断面図である。

【図 5】電極としてスポンジ金属を有する積層型アクチュエータの断面図である。

【図 6】図 3 の場合に類似の、断面が波形の電極の上面図である。

40

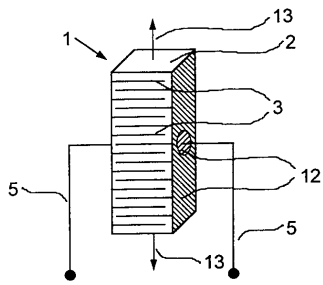
【図 7】ヘリンボーン模様を有する電極の上面図である。

【図 8】図 6 の波の谷の線分 A - A に沿った断面図である。

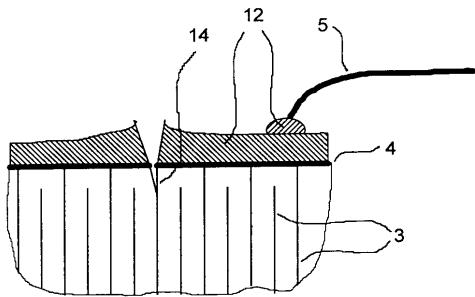
【符号の説明】

1 積層型アクチュエータ、 2 積層体、 3 内部電極、 4 基礎金属被覆、 5 接続用素子、 6 電極、 7 接触箇所、 8 突起部、 9 開口部、 10 ニッテッド・ワイヤ/金網、 11 スポンジ金属

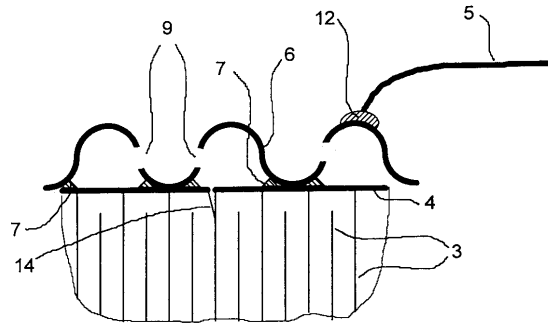
【図 1】



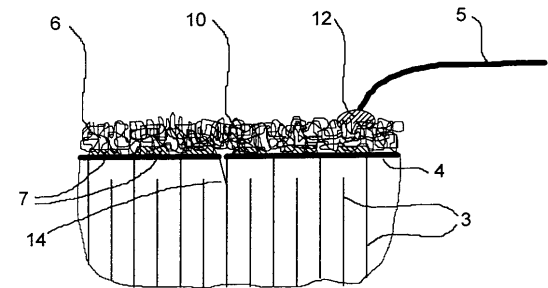
【図 2】



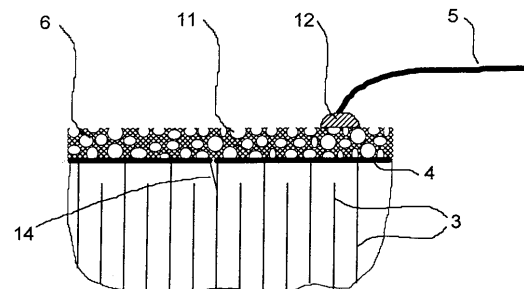
【図 3】



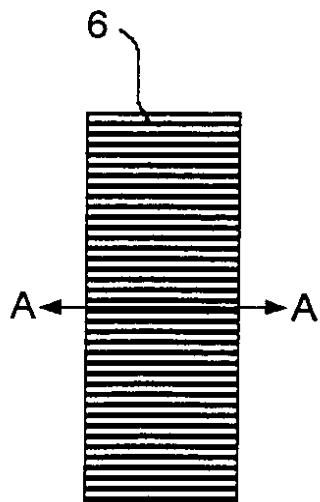
【図 4】



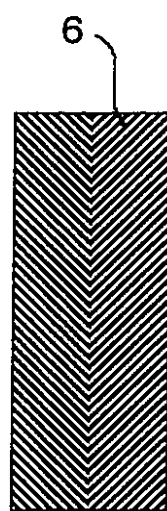
【図 5】



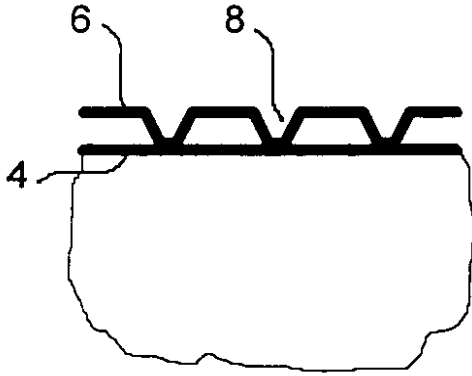
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(74)代理人 100094798

弁理士 山崎 利臣

(74)代理人 100099483

弁理士 久野 琢也

(72)発明者 ライナー ビンディッヒ

ドイツ連邦共和国 ビントラッハ ヒンターレーエン 2 0

(72)発明者 アンドレアス ギュンター

ドイツ連邦共和国 シュパイケルン ケルテンリング 1 5

(72)発明者 ギュンター ヘルケ

ドイツ連邦共和国 ラウフ ブライテ シュトラーセ 2 9

(72)発明者 ユルゲン シュミーダー

ドイツ連邦共和国 ラウフ ヴィラッハー シュトラーセ 4

審査官 河合 俊英

(56)参考文献 実開平03 - 116058 (JP, U)

特開平07 - 226544 (JP, A)

特開平02 - 206185 (JP, A)

特開平07 - 283453 (JP, A)

特開平07 - 226541 (JP, A)

特開昭63 - 153870 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 41/083