

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-248483

(43)Date of publication of application : 06.11.1991

(51)Int.Cl.

H01L 41/09

(21)Application number : 02-045247

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 26.02.1990

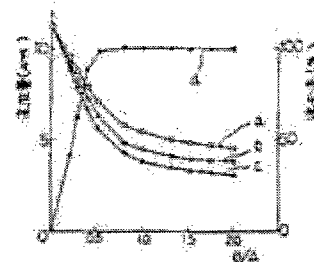
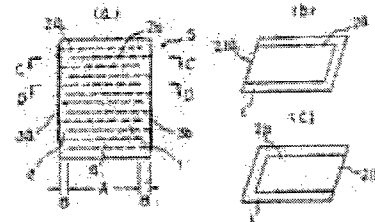
(72)Inventor : SADAMURA SHIGERU
WATANABE JUNICHI
SOMETSUGI TAKAHIRO
WATABE YOSHIYUKI

(54) LAMINATED DISPLACING ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent $B/A \geq 0.5$ migration perfectly and also to prevent the occurrence of cracks and others by forming the plane projection area of an inner electrode smaller than the plane projection area, and exposing only the connection to an outer electrode to the side of a laminate, and specifying the width dimension of a specified part.

CONSTITUTION: The plane projection area of an inner electrode is made smaller than the plane projection area of a thin plate 1, and only the connection to an outer electrode is exposed to the side of a laminate 5, and it is made in $B/A \geq 0.5$. But, A is the width dimension of the displacing part 8, which is formed by the projection of the inner electrode lying one upon the other, and B is the width dimension of the nondisplacing part, which is formed between the margin of the displacing part and the side of the laminate. In the region where B/A is less than 0.5, the width dimension B of the nondisplacing part is small, so that the phenomena that the strength to counter the stress arising at the boundary between the displacing part B and the nondisplacing part 9 runs short, and that the thin plate 1 cracks occur frequently. For this reason, giving consideration to that the quantity of displacement required as a laminated displacing element is $10 \mu\text{m}$ or less, it is to be desired that B/A should be rather 0.5 or more to improve durability and reliability.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-248483

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)11月6日

H 01 L 41/09

7210-5F

H 01 L 41/08

S

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 積層型変位素子

⑯ 特 願 平2-45247

⑰ 出 願 平2(1990)2月26日

⑱ 発 明 者 定 村 茂 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料
研究所内

⑲ 発 明 者 渡 辺 純 一 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料
研究所内

⑳ 発 明 者 染 次 孝 博 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料
研究所内

㉑ 発 明 者 渡 部 嘉 幸 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料
研究所内

㉒ 出 願 人 日立金属株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

㉓ 代 理 人 弁理士 森田 寛

明 細 書

一側面若しくは相隣る側面に形成した請求項(1)
記載の積層型変位素子。

1. 発明の名称

積層型変位素子

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

2. 特許請求の範囲

(1) 電気機械変換材料からなる薄板と導電材料からなる内部電極とを各々複数個交互に積層して積層体を形成し、この積層体の側面に前記内部電極と1層おきに接続すべき1対の外部電極を設けてなる積層型変位素子において、

本発明は、産業用ロボットのアクチュエータ、超音波モータ等に使用する電気機械変換素子に関するものであり、特に電気機械変換材料からなる薄板を、内部電極を介して複数枚積層することにより、所定の変位量を確保するように形成した積層型変位素子の改良に関するものである。

内部電極の平面投影面積を薄板の平面投影面積より小に形成し、外部電極との接続部のみを積層体の側面に露出させ、かつ $B/A \geq 0.5$

(従来の技術)

従来、X-Yステージの位置決め機構や制動ブレーキ等に用いられている変位用素子に使用する積層型圧電素子は、所定の形状に加工した圧電セラミック材料からなる薄板に電極を設けて分極した後、直接若しくは薄い金属を介して有機系の接着剤で接合する方法が使用されている。しかし上記のように接着剤を使用して積層したものは、使

但し、A：内部電極の投影が積層方向に重合して形成される変位部の幅寸法

B：変位部の端縁と積層体側面との間に

形成される非変位部の幅寸法

に形成したことを特徴とする積層型変位素子。

(2) 外部電極との接続部を積層体の対向側面、同

用条件により、圧電素子の振動による変位を接着剤層が吸収したり、高温の環境若しくは長期間の使用により接着剤が劣化する等の欠点がある。

このため、最近では積層チップコンデンサ構造方式の積層型圧電素子が実用化されている。すなわち、例えば特公昭59-32040号公報に記載のように、原料粉末にバインダーを添加、混練したペースト状の圧電セラミック材料を、所定の厚さの薄板に形成し、この薄板の一方の面若しくは両面に銀-パラジウム等の導電材料を塗布して内部電極を形成する。上記薄板を所定枚数積層して圧着し、更に所定の形状に加工した後、焼成することによってセラミック化し、積層体の両側面に外部電極を形成したものである。上記構成の積層型圧電素子は、圧電セラミック材料からなる薄板と内部電極の接合部の密着性に優れると共に、熱的特性も安定であるため高温環境においても充分に使用可能であり、また長期間に亘って劣化が極めて少ない等の利点がある。

第4図は上記積層型圧電素子の構成の例であり、

いて、内部電極2a、2bの端縁に一層おきに（例えば内部電極2bのみに絶縁材料からなる被覆4を設けると共に、被覆4の上から導電性材料からなる外部電極3aを被着させる。一方積層体5の他の側面においては、上記被覆4を設けなかった内部電極（例えば2a）の端縁に前記と同様に被覆4を設け、その上から外部電極3bを被着させるのである。以上の構成による作用は前記第4図におけるものと同様である。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記構成の積層型圧電素子においては、電子部品のように電極間に直流高電圧を連続印加して変位を得るといった使用形態の場合には、電極材料として銀系の材料を使用すると、高湿度雰囲気において所謂マイグレーションを生じ、遂には絶縁破壊に至るといった問題がある。すなわち電極を構成するAgは酸化しやすい元素であるが、高湿度雰囲気においてイオン化(Ag+)し、印加電圧によって負電極に吸引され、負電極側に堆積する。

所謂交互電極型と称されるものである。第4図において、1は薄板であり圧電セラミック材料によって形成し、正負の内部電極2a、2bを交互に挟着して積層し、積層体5を形成する。内部電極2a、2bは各々一方の端縁部が外方に突出若しくは露出するように形成し、各々積層方向に延設した外部電極3a、3bと接続し、はんだ7を介してリード線6を接続する。

以上の構成により、外部電極3a、3bに正負の電圧を印加すると、前記内部電極2a、2b間に電界が発生し、薄板1は圧電セラミック材料の縦効果により厚さ方向に伸びて変位を生ずる。

次に第5図に示すものは他の積層型圧電素子の例であり、圧電変位効率を向上させた所謂全面電極型と称されるものである（例えば特開昭58-196068号公報等参照）。第5図において同一部分は前記第4図と同一の参照符号で示すが、内部電極2a、2bは薄板1の表面全域に及ぶように形成して、所要枚数を前記同様に積層する。次に上記のようにして形成した積層体5の一方の側面にお

このような堆積物は時間の経過と共に杉葉状に成長して、電極間の絶縁抵抗を低下させ、遂には短絡するのである。このようなマイグレーションを防止する手段として、電極を例えばPt、Pdのような高融点の貴金属材料によって形成することも考えられるが、性能の向上はともかくとして、コストが高騰する結果となるので好ましくない。また銀系材料によって形成した内部電極の露出部分を、銀より小さなマイグレーション特性を有する金属からなる膜によって被覆するという提案がされている（例えば特開昭62-62571号公報参照）。しかしながら積層体に形成した後において露出部分を被覆する作業は極めて煩雑であると共に、金属膜によって必ずしも完全に被覆することができず、例えばピンホール等を介して外部の湿気の侵入を許容することがあり、信頼性の点で未だ不満足な点がある。以上の他にも高湿度の雰囲気における水分の侵入を防止する手段として、例えば樹脂材料からなる被膜によるコーティング手段、金属製容器内に密封する手段等が試みられている。

しかしながら樹脂材料からなる被膜でコーティングしても、被膜は必ずしも非透水性が完全でないのみならず、素子の作動により微小なクラックを生じ、若しくはリード線との境界部に若干の隙間を生じ、これらを介して水分が侵入する場合がある。また金属製容器内に密封した場合には、素子の変位量が抑制されるのみならず、全体の体積の増大を招来し、更にコスト高となる欠点がある。何れにしても上記従来の構成のものではマイグレーションを完全に防止することが困難であり、寿命が著しく短いという問題点がある。近年における光応用、半導体製造装置等の用途においては、変位量が小さくても耐湿性、耐久性の向上に対する要請が一段と厳しくなっており、従来の構成のものによってはこれらの要請に応えられない状況となってきた。

なおセラミックコンデンサの分野において、内部電極を積層体の内部に密封すると共に、外部電極により積層体の外側面を被覆する構成のものが開示されている（例えば電子情報通信学会誌別刷、

より小に形成し、外部電極との接続部のみを積層体の側面に露出させ、かつ $B/A \geq 0.5$

但し、A：内部電極の投影が積層方向に重合して

形成される変位部の幅寸法

B：変位部の端縁と積層体側面との間に形

成される非変位部の幅寸法

に形成する、という技術的手段を採用した。

本発明において、内部電極の外部電極との接続部を積層体の対向側面、同一側面若しくは相隣る側面に形成することができる。

〔作用〕

上記の構成により、例えば銀系材料からなる内部電極を積層体内に完全に密封し、外気との接触を遮断することができるから、外気中に含まれる水分の積層体内への侵入を阻止することができる。

また積層体の側面部近傍に形成される非変位部の幅寸法を変位部の幅寸法の0.5以上に形成したことにより、非変位部の強度が確保され、非変位部と変位部との境界に発生する応力に充分対抗す

第70巻1号、昭和62年1月）。しかしながらこのようなセラミックコンデンサにおいては、積層方向の変位は殆ど0であるため、積層型変位素子における変位部と非変位部との境界部応力に起因するクラック発生についての配慮は全く考慮されてはいない。

本発明は、上記従来技術に存在する問題点を解決し、コストの高騰を招来することなく、マイグレーションを完全に防止し得ると共に、クラックその他の発生のない耐久性の高い積層型変位素子を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明においては、電気機械変換材料からなる薄板と導電材料からなる内部電極とを各々複数個交互に積層して積層体を形成し、この積層体の側面に前記内部電極と1層おきに接続すべき1対の外部電極を設けてなる積層型変位素子において、

内部電極の平面投影面積を薄板の平面投影面積

ることができる。

〔実施例〕

第1図(a)は本発明の実施例を示す要部側面図、第1図(b)(c)は各々第1図(a)におけるC-C断面図およびD-D断面図であり、同一部分は前記第4図および第5図と同一の参照符号で示す。これらの図において、薄板1を次のようにして形成する。まず重量比でPbO 62.36%、SrCO₃ 4.54%、TiO₂ 11.38%、ZrO₂ 20.60%、Sb₂O₃ 1.12%からなる原材料を24時間ボールミルで混合後、800℃で1時間仮焼する。仮焼粉末を粉砕後、この仮焼粉末にポリビニルブチラールを添加し、トリクレン中に分散させてスラリー化し、この混合材料をドクターブレード法により、厚さ100μmのシート状の薄板に形成する。次にこの薄板1の表面に内部電極2a、2bを形成する白金導電ペースト若しくは銀-パラジウムペーストをスクリーン印刷する。この場合内部電極2a、2bは第1図(b)(c)に示すように、それらの

平面投影面積を薄板1の平面投影面積より小に形成し、外部電極3a, 3b(第1図(a)参照)との接続部21a, 21bのみを薄板1の端縁まで設ける。上記のように形成した内部電極2a, 2bを有する薄板1を交互に例えば100枚積層して圧着した後、所定の寸法形状に切断して積層体とし、500℃で脱バインダーを行った後、酸素中1050~1200℃で1~5時間焼結して、所定寸法に切断して積層体5を形成する。この積層体5の寸法は例えば3×3×10ℓ(mm)若しくは50×50×10ℓ(mm)である。次に外部電極3a, 3bを設けるのであるが、この場合内部電極2a, 2bの接続部21a, 21bの幅寸法全体に亘るように設けるのが望ましい。上記のようにして形成した積層体5の側面部は、薄板1および外部電極3a, 3bが露出するのみで、内部電極2a, 2bは積層体内に完全に密閉された状態となる。なお第1図(a)において、Aは内部電極2a, 2bの投影が積層方向に重合して形成される変位部8の幅寸法であり、Bは変位部8の端縁

が制限されることから当然の理である。なお、 $B/A=0$ は所謂全面電極型(第5図参照)であり、内部電極2a, 2bの積層体5側面部への露出防止のため例えばポリイミド系樹脂被膜を設けたものである。次に曲線dにて示されるように、 B/A が0.5未満の領域においては、第1図(a)に示す非変位部9の幅寸法Bが小さいため、変位部8と非変位部9との境界部に発生する応力と対抗すべき強度が不足し、薄板1が割れる現象が多発し、健全率が大幅に低下することが認められる。このため光応用、半導体製造装置等の用途においては、積層型変位素子として要求される変位量は10μm以下であることを勘案すれば、むしろ耐久性および信頼性を向上させるために、 B/A を0.5以上とするのが好ましい。

第3図(a)ないし(d)は夫々本発明における内部電極の平面投影輪郭形状の例を示す平面図であり、同一部分は前記第1図(a)ないし(c)と同一の参照符号で示す。第3図(a)に示すものは内部電極2a, 2bの接続部21a, 21bを薄板1の相隣る側

と積層体5の側面との間に形成される非変位部9の幅寸法である。

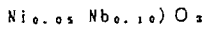
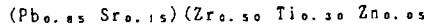
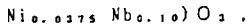
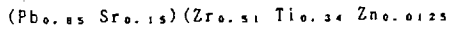
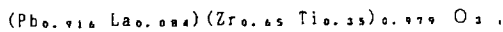
次に上記のようにして作製した積層体5について、 B/A と変位置および健全率について測定および評価を行った。この場合第1図(a)における変位部8の幅寸法Aを夫々10mm, 5mmおよび3mmとし、夫々について非変位部9の幅寸法Bを変化させた。健全率は、夫々の積層体5を20個宛、0-150Vを4HzにてON-OFFし、5×10⁶回後において変位部8と非変位部9との境界部応力に起因するクラックを発生することなく残存した個数比率である。

第2図は B/A と変位置および健全率との関係を示す図である。図において曲線a, b, cは夫々変位部の幅寸法Aが10mm, 5mm, 3mmの積層体に対応する変位置であり、曲線dは健全率を示す。第2図から明らかなように、 B/A の増大と共に曲線a, b, cにて示されるように変位置が漸減する。これは第1図(a)からも明らかなように、非変位部9の比率が大になる程変位部8の変位置

面に露出させたものである。第3図(b)ないし(d)は接続部21a, 21bを内部電極2a, 2bの幅寸法より小なる幅寸法に形成したものであり、このように形成することにより、外部電極3a, 3bの幅寸法を小さくすることができる。なお第3図(c)(e)は何れも接続部21a, 21bを薄板1の同一側面に露出させたものであり、このように形成することにより、外部電極3a, 3bと接続するリード線(図示せず)の取り回しが容易となる。なお第3図(e)に示すように形成すると、接続部21a, 21b間および外部電極3a, 3b間の沿面距離を大に形成することができる。第3図(f)図に示すものは、内部電極2a, 2bの平面投影輪郭形状を各々円形および八角形に形成したものである。

本実施例においては、積層体を構成する薄板の平面投影輪郭形状が正方形の場合について記述したが、矩形、多角形、円形、楕円形その他の幾何学的形状とすることができ、また内部電極についても同様である。また上記の実施例においては、

内部電極および外部電極の形成手段としてスクリーン印刷法を使用した例について記述したが、これに限定せず、メッキ、蒸着、塗布等の他の手段によっても作用は同一である。更に前記の実施例においては、電気機械変換材料が圧電材料である場合について記述したが、キュリー温度が室温より低いため、分極の必要がなく、かつ変位量が大きいと共にヒステリシスが少ない等の特徴を有する電歪材料についても、前記と全く同様な作用を期待できる。このような電歪材料としては、例えば、



等を使用することができる。

〔発明の効果〕

本発明は以上記述のような構成および作用であ

るから、内部電極を完全に密封することができ、マイグレーションを完全に防止し、耐湿性を飛躍的に向上させることができ、高湿度環境においても十分に機能を発揮することができる。また非変位部の強度を確保し得る構成であるため、特に変位量が小であっても高度の耐久性および信頼性を要求される光応用、半導体製造装置等の用途に好適であり、応用範囲を拡大し得るという効果がある。

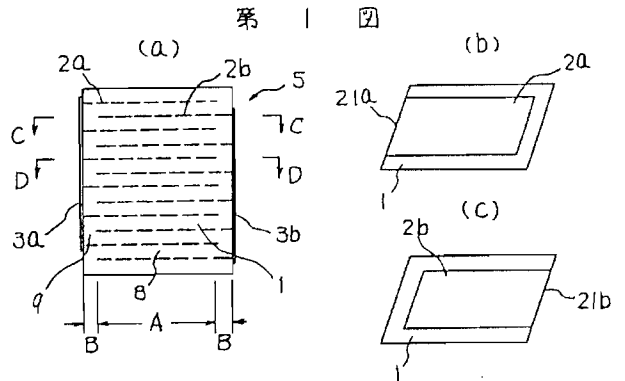
4. 図面の簡単な説明

第1図(a)は本発明の実施例を示す要部側面図、第1図(b)(c)は各々第1図(a)におけるC-C断面図およびD-D断面図、第2図はB/Aと変位量および健全率との関係を示す図、第3図(a)ないし(c)は夫々本発明における内部電極の平面投影輪郭形状の例を示す平面図、第4図および第5図は各々従来の積層型変位素子の例を模式的に示す要部側面図である。

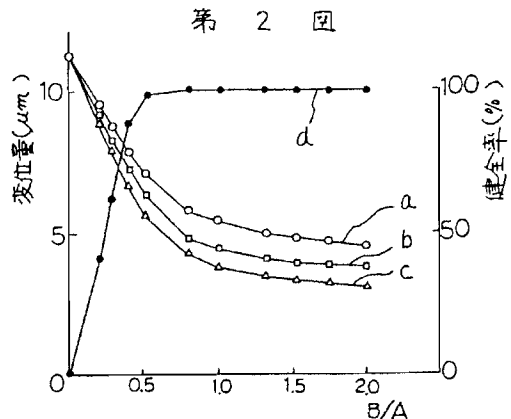
1:薄板, 5:積層体, 8:変位部, 9:非変

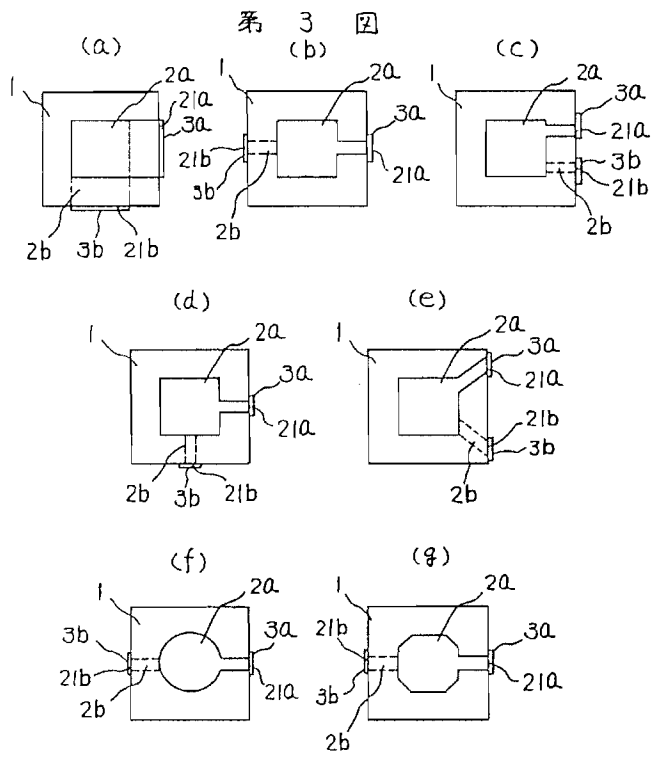
位部, 21a, 21b:接続部。

特許出願人 日立金属株式会社
代理人 弁理士 森田 寛

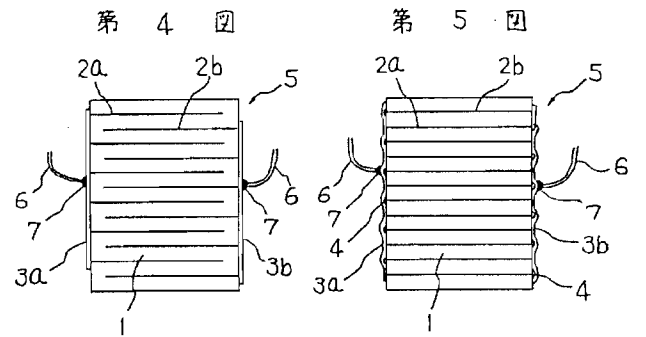


1:薄板, 5:積層体, 8:変位部, 9:非変位部
21a, 21b:接続部





1:薄板, 21a, 21b:接続部



1:薄板, 5:積層体