(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2010-43530
(P2010-43530A)
(43)公開日　平成22年2月25日(2010.2.25)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
F03G 7/06	(2006.01)	F03G 7/06	D	

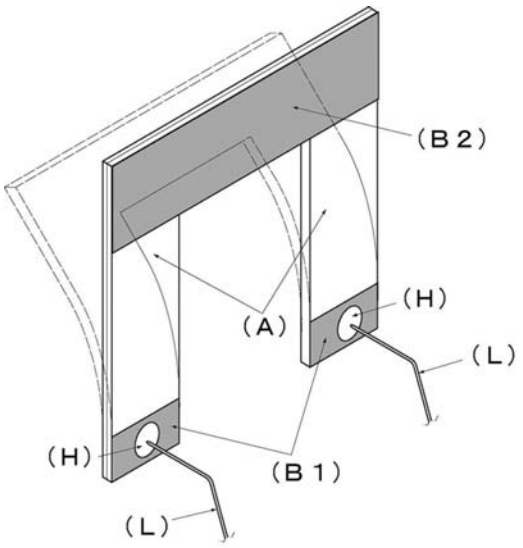
審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 7 頁）

(21)出願番号　特願2008-192437 (P2008-192437)
(22)出願日　平成20年7月25日 (2008.7.25)
(31)優先権主張番号　特願2008-183540 (P2008-183540)
(32)優先日　平成20年7月15日 (2008.7.15)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　301023238
独立行政法人物質・材料研究機構
茨城県つくば市千現一丁目２番地１
(72)発明者　石田　章
茨城県つくば市千現一丁目２番地１　独立行政法人物質・材料研究機構内
(72)発明者　佐藤　守夫
茨城県つくば市千現一丁目２番地１　独立行政法人物質・材料研究機構内

(54)【発明の名称】形状記憶合金アクチュエータ

(57)【要約】
【課題】
応答性の向上と消費電力の高効率化を目的とすると共に、余分なジグを使うことなく、直接、半田付けが可能な形状記憶合金アクチュエータを提供することを課題としている。
【解決手段】
本発明は、当該形状記憶合金アクチュエータの非作動部分における電力消費が、応答性やエネルギー消費に大きく影響していることを知見するに至り、本願発明を完成するに至ったものである。
【選択図】　図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
温度依存型形状記憶合金からなり、その電気抵抗による通電加熱にて所定の箇所が変形する形状記憶合金アクチュエータであって、前記合金で形成された非変形部分に、当該合金より電気抵抗が小さい低電気抵抗体が電気的に一体化して設けられていることを特徴とする形状記憶合金アクチュエータ。
【請求項２】
請求項１に記載の形状記憶合金アクチュエータにおいて、非変形部分に通電電極が配置され、当該電極の低電気抵抗体が、ロー付け可能な金属材料よりなることを特徴とする形状記憶合金アクチュエータ。
【請求項３】
請求項２に記載の形状記憶合金アクチュエータにおいて、前記ロー付け可能な金属材料が半田付け可能な金属材料であることを特徴とする形状記憶合金アクチュエータ。
【請求項４】
請求項１から３のいずれかに記載の形状記憶合金アクチュエータにおいて、前記温度依存型形状記憶合金が、フイルム状基材の表面に設けられた膜状であることを特徴とする形状記憶合金アクチュエータ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この出願の発明は、温度依存型形状記憶合金からなり、その電気抵抗による通電加熱にて所定の箇所が変形する形状記憶合金アクチュエータに関する。
【背景技術】
【０００２】
ＴｉＮｉ合金やＴｉＮｉ合金をベースにした多元系合金の線材や薄膜に通電加熱を行うことによって作動させる形状記憶合金アクチュエータが報告されている。
これらアクチュエータは、その応答性を如何に高速にするかが重要なテーマであるとともに、通電電力の削減によるエネルギー効率の向上は、マイクロマシンなどの消費電力に制限のあるものへの適用には欠かせない問題であった。
一方、通電用の電気回路設計の関係上、その作動部分以外の箇所にも形状記憶合金が存在するが、その一つとして、電気導線の接続端子部分がある。
当該箇所への外部からの電力供給のため、他の電気機器では、導線をロー付け、半田付けするのが通常であるが、上記形状記憶合金アクチュエータでは、形状記憶合金の主成分であるＴｉやＮｉはロー合金や半田と合金化しないために導線を接続する簡単な方法がなかった。そのため、導線の接続は、通常、ネジによる取り付けや圧着による機械的な取り付けを行っている。これらの方法では、端子部の形状が大きくなったり、重くなったりするためにアクチュエータの小型化や軽量化が困難であった。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
以上のような従来の問題点を解消し、応答性の向上と消費電力の高効率化を目的とすると共に、余分なジグを使うことなく、直接、半田付けが可能な形状記憶合金アクチュエータを提供することを課題としている。
【課題を解決するための手段】
【０００４】
本発明は、当該形状記憶合金アクチュエータの非作動部分における電力消費が、応答性やエネルギー消費に大きく影響していることを知見するに至り、本願発明を完成するに至ったものである。
【０００５】
発明１の形状記憶合金アクチュエータは、温度依存型形状記憶合金で形成された非変形

部分に、当該合金より電気抵抗が小さい低電気抵抗体が電気的に一体化して設けられていることを特徴とする。

【０００６】

発明２は、発明１の形状記憶合金アクチュエータにおいて、非変形部分に通電電極が配置され、当該電極の低電気抵抗体が、ロー付け可能な金属材料よりなることを特徴とする。

【０００７】

発明３は、発明２の形状記憶合金アクチュエータにおいて、前記ロー付け可能な金属材料が半田付け可能な金属材料であることを特徴とする。

【０００８】

発明４は、　発明１から３のいずれかの形状記憶合金アクチュエータにおいて、前記温度依存型形状記憶合金が、フイルム状基材の表面に設けられた膜状であることを特徴とする。

【発明の効果】

【０００９】

発明１により、電流は変形部分で殆どが消費されることになり、他の非変形部分では電気消費を実質的に無くすようなことになる。

その結果、消費電力の削減は無論のこと、非変形部分での余分な発熱による変形部分での冷却遅れなどがなく、高い応答性を発揮することができた。

【００１０】

さらに、発明２、３により、ロー付け、半田付けによる導線との接続が可能になり、その使用における簡便性とコンパクト化が実現できることとなった。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

本発明の形状記憶合金アクチュエータは、薄膜、棒状、板バネ状、コイルバネ状などの各種形状に対応可能なものである。

温度依存型形状記憶合金によりこれの形状全体若しくはその主要部分が構成されているものであれば本発明の範疇にある。

温度依存型形状記憶合金としては、ＴｉＮｉＣｕ、ＴｉＮｉ、若しくはＴｉＮｉＰｄ等が一般に知られているが、いずれの組成であっても、通電による加熱により所定の箇所が変形し、通電を止めれば、冷却して、変形前の形状に戻ることができる合金であれば良い。

【００１２】

本発明でいう非変形部分とは、アクチュエータとしての機能を果たす上で変形を要しない箇所のことをいい、単に形状や構造上の制約により非変形となっている部分のみならず、低電気抵抗体の設置により、変形が阻止された箇所をも含む意味である。

また、低電気抵抗体は、形状記憶機能を有する必要がないので、前記形状記憶合金と同様な元素成分でその電気抵抗を形状記憶合金よりも少なくするように比率を変更し、あるいは、他の電気抵抗低減元素を混入するなどして、物理的並びに電気的に前記形状記憶合金に付着しやすいものとすることも容易である。

さらに、実施例では、スパッタリングなどの蒸着技術を用いて、低電気抵抗体を形状記憶合金に固定したが、溶剤分散した低電気抵抗体粉末を塗布して乾燥して一体化する、あるいは、低電気抵抗体の板材をプレス加工にて形状記憶合金表面に圧着するなど、従来より知られた各種積層技術を、アクチュエータの形状や大きさにより適宜適用することに何らの困難はない。

【００１３】

このような低電気抵抗層の厚さとしては、０．１μｍ～１００μｍが望ましい。

電気抵抗層が厚すぎると、形状記憶合金との一体化や層自体の一体性に問題が生じやすくなり、作動中に剥落などの問題を生じる恐れがある。

低電気抵抗層を構成する材料やその製造方法にもよるが、10μｍ単位で薄くすることに

よりこれらの一体性は向上する。
また、形状記憶薄膜などでは、その本来有する柔軟性を阻害せずに用いれるという観点から、５μｍ以下にするのが好ましく、このような薄い膜厚とするにはスパッタリング等の蒸着による成膜が最適である。
スパッタリングで成膜する場合には、密着性の向上を目的として成膜前に逆スパッタリングによる形状記憶合金薄膜の表面クリーニングを行っても良く、そのことは従来周知の蒸着技術より類推可能な事項である。
また、コーティングの方法としては、スパッタリングのような乾式めっきだけでなく通常の電気めっきなども利用可能である。
変形部分に低電気抵抗体を存在させないようにする方法としては、以下のような方法が考えられる。
１）　下記実施例のように、形状記憶合金や基材（必要に応じ）を溶解しない溶媒に対して溶解する材質のテープや塗料などのマスク材で変形部分を予め覆い、その後に低電気抵抗体をコーティングし、最期に前記溶媒にて、マスク材を溶解除去する方法。
なお、最終的に基材を不要とする形状記憶合金アクチュエータでは、溶媒に対する性質が前記マスク材と同様な材質の基材を用いることで、マスクとともに溶解除去することもできる。
２）　非変形部分に該当する透孔を有した型板を用いて、上記のようなコーティングを行うことで、非変形部分のみに低電気抵抗層を形成する方法。
３）形状記憶合金の非変形部分にマスキングテープなどを貼って、上記のようなコーティングを行った後にテープを剥がして、非変形部分のみに低電気抵抗層を形成する方法。
【実施例】
【００１４】
３００℃（５０℃単位、以下同じ）に加熱保持した２５μｍ厚さのカプトン・ポリミド膜（Ｐ）に厚さ８μｍのＴｉ４８．５Ｎｉ３３．５Ｃｕ１８（原子％）合金薄膜（Ｍ）をスパッタ成膜することにより、５０℃で作動する形状記憶合金薄膜アクチュエータを作製した（図１Ｓ１）。ポリミド膜（Ｐ）の厚さと合金薄膜（Ｍ）の厚さは、形状記憶合金薄膜アクチュエータとして機能するものであれば特に限定されることはなく、極端な例としてはポリミド膜が無く、形状記憶合金（Ｍ）だけでも良く、形状も低電気抵抗膜（Ｂ）がコーティングできるものであれば細線形状でも構わない。形状記憶合金（Ｍ）の組成は、合金に耐硝酸性が必要なために、ＴｉあるいはＮｉが含有されている必要がある。本発明ではＴｉ４８．５Ｎｉ３３．５Ｃｕ１８合金上に１．５μｍ厚さのＣｕ層（Ｂ）を室温でスパッタリング法によってコーティングした。（図１Ｓ２）。
【００１５】
コーティング層（Ｂ）は、形状記憶合金よりも低い電気抵抗を持ち、硝酸によって溶解除去ができるものであれば何でも良く、例えばＣｕやＡｇなどが考えられる。層の厚さは、半田付け（Ｈ）ができる程度に厚ければよく、一般的には０．１μｍ～１００μｍの範囲である。またコーティングの方法としては、スパッタリングのような乾式めっきだけでなく通常の電気めっきなども利用できる。この三層で構成された薄膜を、残したいＣｕ層（Ｂ）の部分にポリミドテープ（Ｃ）を貼り付けて（図１Ｓ３）硝酸に浸漬するとＣｕ層（Ｂ）の部分はポリミドテープ（Ｃ）で保護された箇所を除いて、簡単に溶けて消失する。一方、形状記憶合金薄膜アクチュエータを構成するＴｉ－Ｎｉ－Ｃｕ合金薄膜とポリミド膜は溶解しない。
【００１６】
形状記憶合金薄膜が２０％程度のＣｕを含むにも係らず、硝酸に対して全く溶解しないのは合金薄膜の表面に形成されたＴｉの酸化膜が不働態膜になって保護されるからである。その結果、保護のために貼り付けたポリミドテープ（Ｃ）を剥がすと、形状記憶合金薄膜の加熱をさせたくない部分（Ｂ２）と端子の部分（Ｂ１）にＣｕのコーティング層が残る（図１Ｓ４）。ハサミを用いてコの字型に形状記憶合金薄膜を切り抜いたものが、図２ｄ、ｅ（図３、図１Ｓ５）であり、端子部分（Ｂ１）には図２ｅ（図３）に示すように半田

付けが可能であり、端子部を小型、軽量化することができた。

【００１７】

さらに、Ｃｕコーティング層を全て取り去って、図２ｅと同じ形状の形状記憶合金薄膜アクチュエータを作製し、端子間の電気抵抗を測定した結果、Ｃｕコーティング層のある図２ｅのアクチュエータでは０．２８Ωであるのに対してＣｕ層コーティングのないアクチュエータでは０．６５Ωを示した。このことは、Ｃｕコーティング層（図２ｄのＢ２）が電流のバイパス経路として働いていることを示す。

次に得られた抵抗値を基に省電力の効果を考察する。形状記憶合金薄膜を作動させるのに必要な電力は、電流×（図３のアクチュエータ部（Ａ）の抵抗）^{2}で表されることを考えると、両者で形状記憶合金のアクチュエータ部（Ａ）の大きさが同じであれば作動させるために必要な電流値も同じはずである。同じ電流が流れた場合、上記の抵抗値の比較から、本発明に基づいて作製した形状記憶合金薄膜アクチュエータは、Ｃｕの電流バイパス層のないアクチュエータに比べて必要な電力が０．２８／０．６５＝０．４３倍になることを意味しており、省電力化ができることがわかった。

【００１８】

さらに、Ｃｕコーティング層の有るアクチュエータと無いアクチュエータで応答速度を比較した。応答速度の測定は１．５Ｖの電池を繋いでＯＮ，ＯＦＦを行い、薄膜の繰り返しの変形をビデオで撮影して、加熱時と冷却時の変形に要するコマ数（１コマは０．０３４秒に相当）を数えることで求めた。その結果、コーティング層のあるアクチュエータでは、加熱時が０．１７秒、冷却時が１．２５秒で作動しており、コーティング層の無いアクチュエータの場合の加熱時０．５秒、冷却時４秒に比べておよそ３倍程度、応答速度が速くなっていることがわかった。

【産業上の利用可能性】

【００１９】

以上の通り、本発明は、温度依存型形状記憶合金からなるアクチュエータとして、その応答速度、消費電力及び製造工程のいずれにおいても有用なものであり、また、本願発明は、記憶合金の組成やアクチュエータの形状に依存しない技術であるから、上記実施例に記載された形状と異なったものであったとしても、容易に適用できるものである。

【図面の簡単な説明】

【００２０】

【図１】実施例の形状記憶合金薄膜アクチュエータを製造する工程を示す縦断模式図

【図２】実施例の形状記憶合金薄膜アクチュエータを製造する工程を示す中間品及び完成品の平面写真。写真（ａ）は図１のＳ３段階に、写真（ｂ）は図１のＳ４段階に、写真（ｃ）（ｄ）（ｅ）は図１のＳ５段階に相当する。

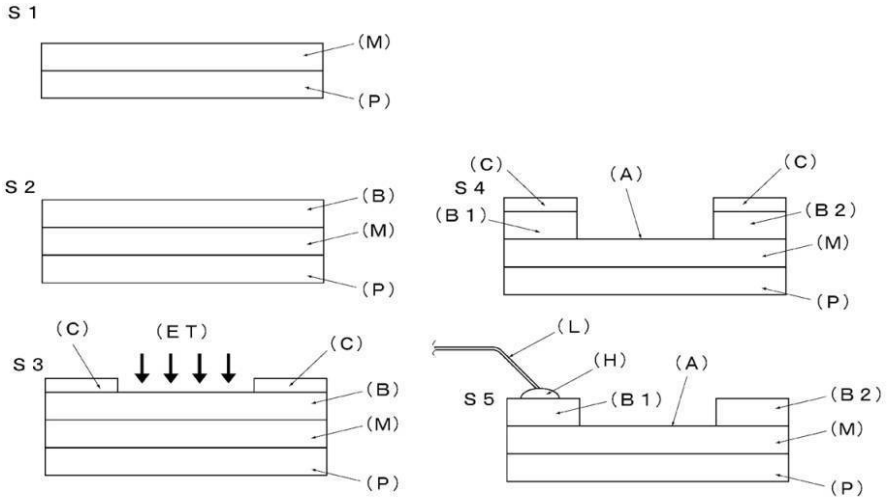
【図３】アクチュエータの動作を模式的に示した斜視図。

【符号の説明】

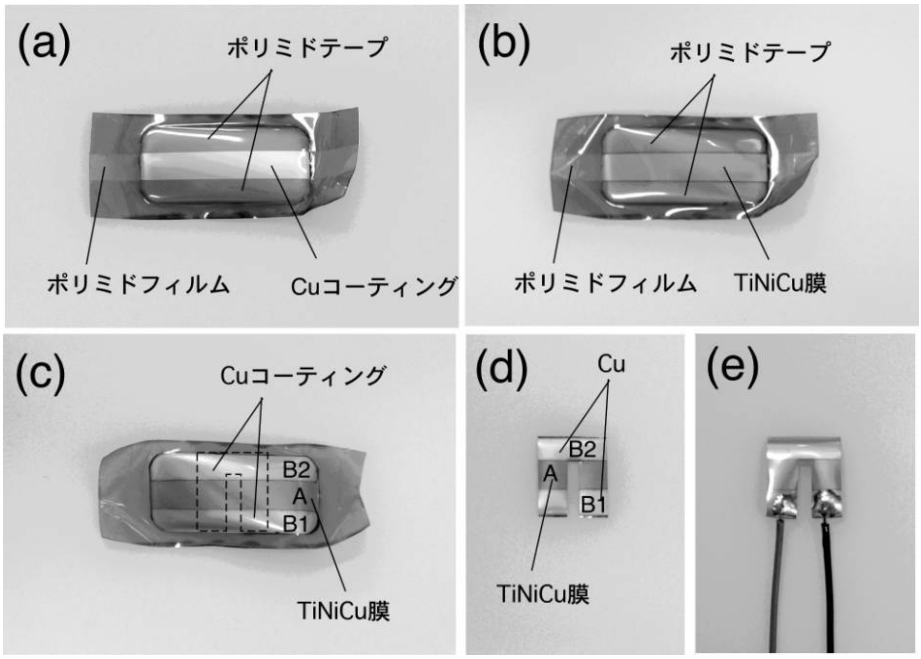
【００２１】

（Ａ）アクチュエータ部（変形部分）
（Ｍ）形状記憶合金膜
（Ｐ）ポリイミドフィルム
（Ｂ）低電気抵抗膜（Ｃｕ）
（Ｂ１）通電端子部分
（Ｂ２）非変形部分
（Ｃ）耐酸膜（ポリイミドフィルム）
（ＥＴ）酸エッチングによる導電体膜（Ｂ）の除去
（Ｈ）半田接続部
（Ｌ）リード線

【図１】


S１
(M)
(P)
S２
(B)
(M)
(P)
S３
(C)
(ET)
(C)
(B)
(M)
(P)
S４
(C)
(A)
(C)
(B１)
(B２)
(M)
(P)
S５
(L)
(H)
(A)
(B１)
(B２)
(M)
(P)

【図２】


(a)
ポリミドテープ
ポリミドフィルム
Cuコーティング
(b)
ポリミドテープ
ポリミドフィルム
TiNiCu膜
(c)
Cuコーティング
B2
A
B1
TiNiCu膜
(d)
Cu
B2
A
B1
TiNiCu膜
(e)

【図３】

