

19p-PG3-9

PZT 薄膜を用いた並列接続型スパイラルアクチュエータ

Parallel-connected Spiral Actuator with PZT thin film

兵庫県立大学 佐野 良, 井上 純一, 神田 健介, 藤田 孝之, 前中 一介

University of Hyogo R. Sano, J. Inoue, K. Kanda, T. Fujita, K. Maenaka

E-mail: eo09x049@steng.u-hyogo.ac.jp

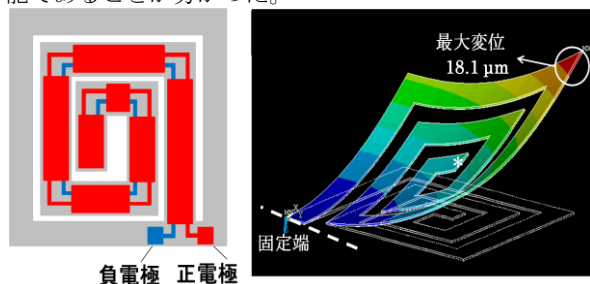
1. はじめに

MEMS アクチュエータには小型で大変位、または発生力大きいものが求められる。先行研究では、スパイラル構造の片持ちはりを用い、大変位を実現した静電駆動型アクチュエータを報告した[1]。本研究では、より低電圧で駆動することが可能な圧電型スパイラルアクチュエータの提案、試作を行った。圧電体には圧電特性に優れた薄膜 PZT ($\text{Pb}[\text{Zr,Ti}]\text{O}_3$)を用いた。

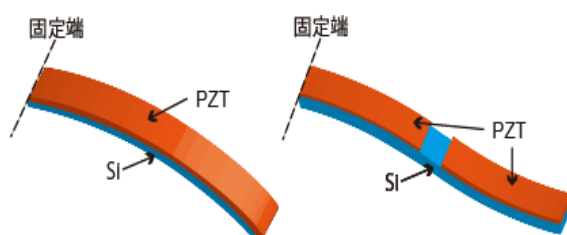
2. 圧電駆動型スパイラルアクチュエータの設計

圧電駆動型スパイラルアクチュエータの設計を行った。スパイラル構造は、一定の面積に対して固定端から先端までの距離を大きくとることができるため、大変位が期待できる。ただし、圧電薄膜の曲げモードをアクチュエータに適用した場合、Fig. 1 (a)のように PZT を直線部に配置して電圧を印加すると、Fig. 1(b)のように、スパイラルはりの先端(*)が最大変位とはならない。単純片持ちはりをスパイラル構造の要素と考え、この原因を Fig. 2 に示す単純片持ちはりを用いて説明する。Fig. 2(a)に示すように PZT が配置された片持ちはり先端は固定端に対し角度を持ち変位する。その先端から続く次の単純片持ちはりは、その角度を初期位置として変位するため Fig. 1(a)のスパイラルはりの先端は各単純片持ちはりの和とはならず最大変位を示さない。そこで各単純片持ちはり先端が固定端に対し角度を持たないように変形する構造を設計する必要がある。

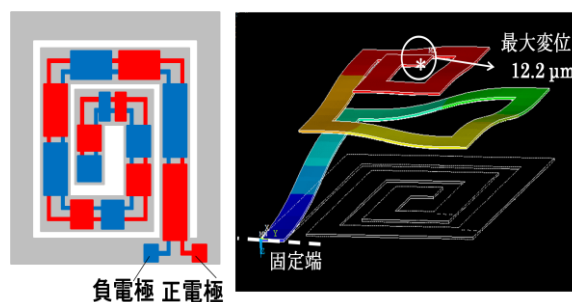
本研究では、各直線部において、Fig. 2(b)のように要素を分割してそれぞれを逆方向の曲げ応力を生じるように電圧を印加する。さらに、このような電圧の印加を実現しつつ、配線による PZT の占めるフィルファクタ低下を防ぐため、PZT 要素同士を Fig. 3(a)のように並列接続した。ここで全ての隣接する要素は上部電極と下部電極がお互いに接続された並列接続となっており (Fig. 4)、交互に逆方向の曲げ応力を生じるようになっている。このモデルに対して、圧電解析を行った結果、アクチュエータは先端で最大変位を示し、かつ固定端と先端が平行に変位し、所望の変形形状を実現可能であることが分かった。



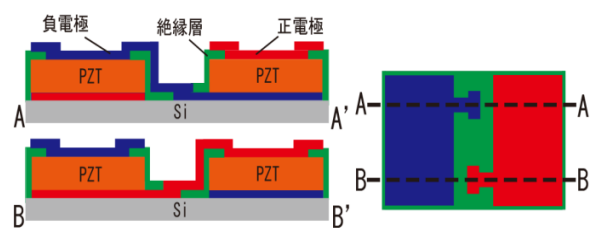
(a)model of actuator (b)result of piezoelectric analysis
Fig. 1 Spiral actuator with non-divided PZT thin film



(a)Conventional actuator (b)Generating different stress
Fig. 2 Schematic of parallel actuator



(a)model of actuator (b)result of piezoelectric analysis
Fig. 3 Spiral actuator with divided PZT thin film



(a) sectional view (b) upper figure
Fig. 4 parallel-connected PZT elements

3. 圧電駆動型スパイラルアクチュエータの試作

梁幅 300 μm とした Fig. 3 に示すような圧電型スパイラル構造の 4 mm 角チップのデバイスを作製した。RF マグネトロンスパッタリングにより PZT と電極となる Pt/Ti をそれぞれ成膜し、ドライエッチングによりパターンニングを行った。また、CVD(化学気相成長)法により上部電極と下部電極の絶縁層となる SiO_2 を成膜した。

完成したスパイラル型圧電アクチュエータの SEM 像を Fig. 5 に示す。また、現在評価中である。

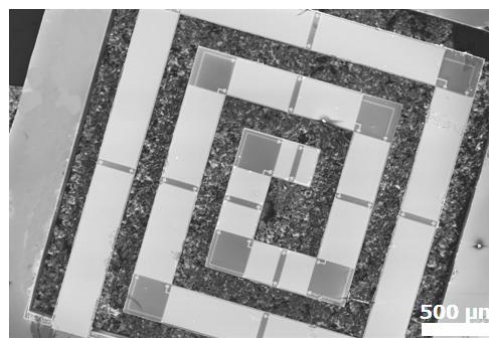


Fig. 5 SEM image of fabricated device

4. まとめ

低電圧で駆動可能なスパイラル型圧電アクチュエータを提案、試作した。有限要素解析より、このアクチュエータがはり先端で最大変位を示し、先端が固定端と平行に動作することができることを確認した。

5. 参考文献

[1] 島本延亮, 電気学会全国大会一般講演論文集(2005), 3-122