MWCNTs/PDMS による電熱アクチュエータの形状比較
Shape comparison of electrothermal actuators based on MWCNTs/PDMS composites

○(M)川上 翔太郎 [1]、中村 篤志 [1] （1. 静大院工）
○(M) Shotaro Kawakami[1] , Atsushi Nakamura[1] (1. Grad. School of Eng., Shizuoka Univ.)
E-mail: ranakam@ipc.shizuoka.ac.jp

1. はじめに

近年ポリマーを用いたソフトな生体模倣アクチュエータの研究が盛んに行われている．特に電熱アクチュエータやイオン性ポリマーを用いたアクチュエータに注目が集まっている．本研究で着目した電熱アクチュエータは高い応答速度を持つ反面，高い動作電圧が課題となっている．そこで，アクチュエータの形状工夫から電圧低減を図り，2 つの形状の違いによる動作電圧，変位量，応答速度を比較した．本研究ではポリジメチルシロキサン（PDMS）と多層カーボンナノチューブ（MWCNT）のコンポジット（CNTC）を使用した．

2. 実験

電熱アクチュエータは CNTC と PDMS の 2 層から成り，ジュール熱による熱膨張で動作する．本実験で比較する形状は Fig. 1 の（a）（b）に示すように，U 字型にして 2 つの端に電圧を印加する場合と，2 本の Ni ワイヤーを CNTC 層に埋め込みこれらに電圧を印加することで CNTC に電流を流す場合の 2 通りである．この 2 つの場合で動作電圧とそれに対する変位，応答速度を比較する．

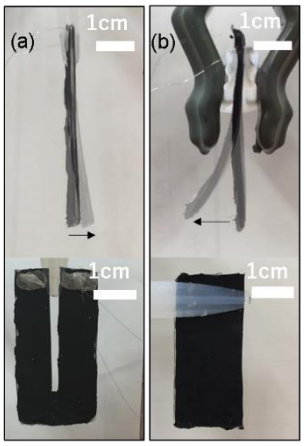

Fig. 1 Actuation of actuators
(a)U-shaped, (b)Ni wires embedded

3. 結果と考察

動作の様子を Fig. 1 に示す．両サンプルは左面が CNTC となっているが動作の方向が逆である．U 字型のサンプルについてはすでに報告されているように CNTC 面に熱がかかり熱膨張による両層の長さの差で変形が生じる[1]．一方 Ni ワイヤー使用のサンプルは動作原理が解明されていないが，Ni ワイヤーを使用したことで全体に熱が分散されるようになり今度は CNT を混ぜ込んだことによるヤング率の上昇で両層間に伸びの差が生じ変形が得られていると推察される．したがって，Fig. 2 (b)のグラフで電圧印加直後に一度逆方向に変形する現象は，全体に熱が拡散される前に U 字型のサンプルと同じ原理で変形が起こっているためであると考えられる．

また，Fig. 2 で立ち上がり速度の比較では約 5 倍の差が見られ U 字型の方が優れる．これは（a）では CNTC が伸びているのに対し，(b)は両層とも伸びるためであると考えられる．一方，変位量の比較では約 4 倍の差が見られ，電圧が低減されたにもかかわらず Ni ワイヤー使用の方が優れる．また，Ni ワイヤー使用アクチュエータは動作原理が異なるイオン性ポリマーを用いたアクチュエータと比較すると約 2 倍の応答速度で変位量は同程度と優位性が示されている[2]．

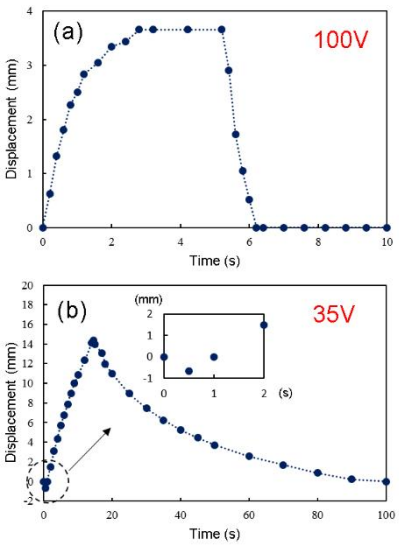

Fig. 2 Actuation displacement versus time for actuators
(a) U-shaped, (b) Ni wires embedded

4. まとめ

電圧印加に Ni ワイヤーを使用しアクチュエータ全体に熱を拡散させたことで，従来の U 字型アクチュエータと比べ動作電圧が約 1/3 になり変位量は約 4 倍に改良された．

5. 参考文献

[1] Qingwei Li, et al., “Large-Strain, Multiform Movements from Designable Electrothermal Actuators Based on Large Highly Anisotropic Carbon Nanotube Sheets”, 2015. [2] Seong J Kim, et al., “A bio-inspired multi degree of freedom actuator based on a novel cylindrical ionic polymer–metal composite material”, 2014