

【助成 40-23】

反力可変触覚ディスプレイ用触知ピンアクチュエータ

研究者 名古屋大学工学研究科 准教授 櫻井 淳平

〔研究の概要〕

高成形性 SMA 製触知ピンアクチュエータを作製し、ホットプレートによる外部加熱とアクチュエータ自身に通電加熱した際の駆動特性を評価した。いずれの場合でも、超弾性特性の駆動原理通りの挙動を示し、抵抗値計測によって温度と反力の関係が線形関係を示すことから、温度、反力の制御が可能であることが分かった。今後は、温度制御プログラムの作成を行う。また、断熱、絶縁膜の被覆を行い、実際に触ることができるデバイスの作製を目指す。

〔研究経過および成果〕

【背景・目的】

触覚ディスプレイとは、皮膚の感覚受容器を刺激することで触覚情報を伝達するデバイスである^①。これまでに、我々は、新しい触覚ディスプレイ用アクチュエータピンとして、高成形性形状記憶合金(High formable Shape Memory Alloy: HFSMA)を用いた反力可変触覚ディスプレイ用アクチュエータを開発してきた。高成形性 SMA を使用することで凸形 3 次元形状の触知ピンが製作でき、小型化が可能になる。本アクチュエータは触知ピンを押し込む力に対して、ピンからの反力をアクチュエータの温度制御により、変えることができる。

【成果】

作製した触知ピンアクチュエータを図 1 に示す。半導体微細加工プロセス及び金属ガラスの粘性流動特性を利用したマイクロ成形加工により、中央が凸形状の十字はり構造を作製した。作製した触知ピンの高さは 123 μm であった。

触知ピン中心部の押し込み実験の結果を図 2 に示

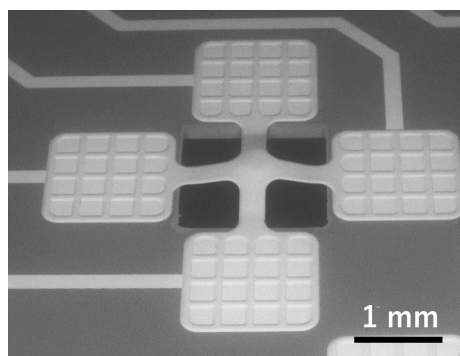


図 1 触知ピンアクチュエータ

す。基板全体をホットプレートで加熱し逆変態温度 A_f 以上の温度 (70, 80, 90 $^{\circ}\text{C}$) で、触知ピン高さ h と同値になるまで 5 μm ずつ押し込み、反力測定を行った。

押し込み量がある値を超えると反力が一定となるプラトー領域が確認できた。また、除荷後の残留ひずみも見られず塑性変形していないことが確

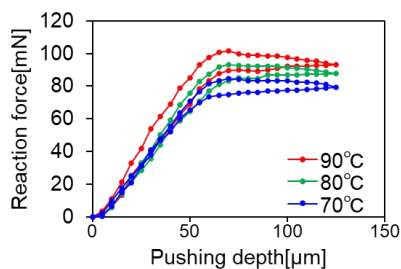


図 2 反力と押し込み量の関係

認できた。また、温度変化に伴い反力が増大する特性を示した。

次に、デバイス応用時に通電加熱によって触知ピンの温度を変化させ反力の制御が可能であるかを評価するため、触知ピンに直流電流を 100~800 mA までの範囲で流し、その時の反力を測定した。触知ピン温度については、図 3 のホットプレート加熱時のデバイスの抵抗値とホットプレート温度の関係より算出した。図 4 は各電流値に対する反力と押し込み量の関係を表している。いずれのサンプルでも、反力が一定になるプラトー領域が確認でき、通電加熱時においても駆動原理通りの挙動を示すことが確認できた。図 5 は、通電加熱時とホットプレート加熱時の最大押し込み点 (120 μm) における反力と温度の関係である。通電加熱時もホットプレート加熱時と同等の反力値を示しており、抵抗値測定による触知ピンの温度制御が可能であることが示された。

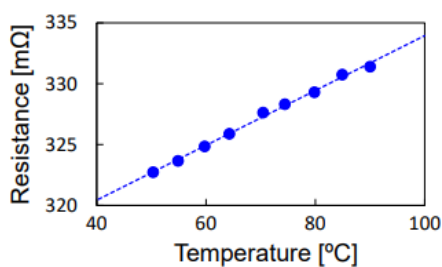


図 3 デバイスの抵抗値と温度の関係

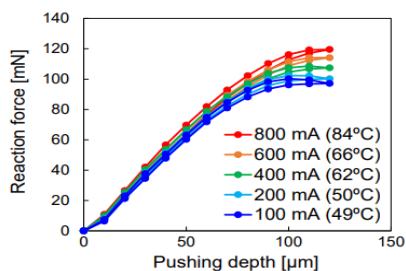


図 4 各電流値に対する反力と押し込み量の関係

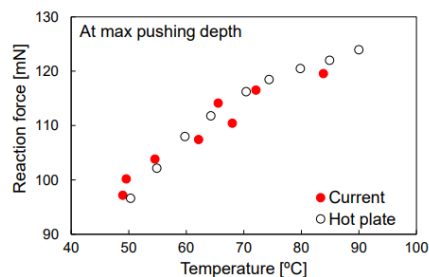


図 5 通電加熱, ホットプレート加熱時の最大押し込み時における反力と温度の関係

【まとめ】

高成形性 SMA 製触知ピンアクチュエータを作製し、ホットプレートによる外部加熱とアクチュエータ自身に通電加熱した際の駆動特性を評価した。いずれの場合でも、超弾性特性の駆動原理通りの挙動を示し、抵抗値計測によって温度、反力の制御が可能であることが分かった。今後は、温度制御プログラムの作成を行う。また、断熱、絶縁膜の被覆を行う。

〔発表論文〕

1. 村瀬 正憲, 南原圭汰, 岡智絵美, 秦誠一, 櫻井淳平, 反力可変触覚ディスプレイ用アクチュエータの反力特性に及ぼす触知ピン形状の影響, 電気学会論文誌 E, Vol.143 (2023) 236-241
2. N. INUI, M. MURASE, C. OKA, S. HATA, J. SAKURAI, Driving Characteristics of Highly Formable Shape Memory Alloy Pin Actuators for Tactile Displays, 8th ISBE, P3-2 (2023.11 Hiroshima, Japan)
3. M. Murase, K. Nambara, T. Yamazaki, C. Oka, S. Hata, J. Sakurai, Effect of tactile pin height on driving characteristics using high formable shape-memory alloy for reaction force variable tactile displays, ICM&P 2022, P1-17, (2022.11. Naha, Japan)