

研究テーマ名 小型軽量で高エネルギー効率・高出力密度・高応答なアクチュエータの開発

機関名：ストローク株式会社

プロジェクト概要

【目的】

今後、宇宙と地上のいずれのフィールドにおいても、より生物に近い柔軟でスマートな動きができ、かつ低エネルギー消費のロボットが求められる。

例えば、宇宙では、様々な不整地でも難なく移動できる探査ロボットが求められており、地上では、農業、食品、介護等のサービスロボット分野で人に近い動きのできるロボットが求められている。いずれのロボットも生物のような環境に柔軟に対応できるスマートな手足が必要である。

これを実現するため、本提案では、材料、駆動機構が従来のアクチュエータとは全く異なる、静電力を利用したアクチュエータを開発し、これまでに無い、小型、軽量、高効率かつ高応答特性を持つアクチュエータ技術を獲得することを目指す。これにより、ロボットの高機能化に貢献する。

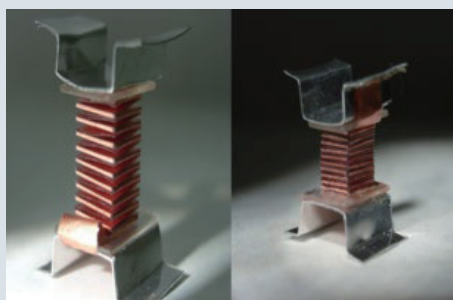
【成果】

静電アクチュエータの高出力密度化に向けて、製造の各工程：①アクチュエータの構成材料であるフィルム電極の作成、②フィルム電極の接合、③フィルム電極の積層、の要素技術を開発した。

①では数umと非常に薄い電極を絶縁層でラミネートした3層フィルム電極の製造技術を確認、②ではフィルム電極同士をパターニングした接合技術を構築し、他社で量産されていない極薄フィルム電極の製造とハンドリング技術を獲得した。次いで③では、接合部のパターニング工程と折り目付け工程を自動化した半自動製作装置を作製。均質な多層化のための要素技術を獲得した。

以上の各要素技術を組み合わせて20層プロトタイプを製作し、ストローク16.3%と発生力0.3kgf/cm²の実測に成功、従来比で発生力を10倍化した。今後、更なる発生力向上（1kgf/cm²以上）によって出力密度0.5W/gを達成することで、生体筋並の特性となり、地上実装、宇宙適用が可能になる見込みである。

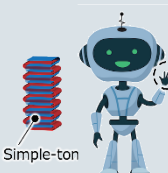
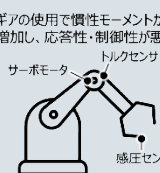
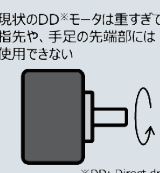
エンジン、モータに次ぐ第三世代のアクチュエータ ～次世代を彩るロボットの人工筋肉として～
さらに、自身のもつキャパシタ成分を活用した、自己調整力のある 高効率「蓄・発電素子」として



開発アクチュエータ Simple-ton®

- 軽量・高出力密度
生体筋肉以上の発生力とストローク。高分子を主材料として軽量化を実現。
- 柔軟・高バックドライバビリティ
外力に対して柔軟になじむバネ構造。
- 高応答・高効率：
電気エネルギーを力に瞬間的・効率的に変換。
- 静粛
ギアや軸受摺動などの機械摩擦騒音無し。
- 負荷保持時のエネルギー消費ゼロ
電流ではなく電荷で力を生むため、どんな重い負荷でも保持時はジュール熱ゼロ。
- 「モータ = L成分」に対して「Simple-ton = C成分」
電流ではなく電荷でエネルギーを貯めるため、蓄電が可能。

本開発アクチュエータをロボットの手足・指趾機構に適用するメリット

 Simple-ton	 Simple-tonが感圧メントも兼ね、構造がシンプルに！ Simple-ton	 ギアの使用で慣性モーメントが増加し、応答性・制御性が悪化 サーボモータ トルクセンサ 感圧センサ	 現状のDD*モータは重すぎて、指先や、手足の先端部には使用できない ※DD: Direct drive
タイプ	静電型	電磁型 1	電磁型 2
アクチュエータ	Simple-ton	電磁モータ+ギア	DD*電磁モータ
感圧センサ	不要 静電容量の変化を利用。 センサレス化が可能。	必要 モータが感じるトルク小。 センサレス制御不可。	不要 負荷がモータに直接伝わる。 トルク制御でセンサレス化可能。
出力密度	● (> 0.5 kW/kg)	△ (~ 0.1 kW/kg, ギア含む)	NG (< 0.1 kW/kg)
高効率制御	● 保持時の電力消費ゼロ。 高効率な受動歩行可能。	△ ギアのイナーシャが大きく 高効率・受動歩行不可能。	NG 駆動時の銅損が大きい。

- 1 生体筋肉のように、直動で軽量。大出力密度かつギアが不要。
- 2 感圧センサレスでリアルハプティクスに適用可。高効率把持可能。
- 3 生物の手足の振子運動を再現可。高効率な受動歩行が可能。