

研究概要報告書

(1 / 3)

研究題目	超音波モータを用いた人工義手スーパーハンドの開発	報告書作成者	遠山茂樹
研究従事者	遠山茂樹 , 梅田倫弘 , 桑原利彦		
研究目的	<p>筆者らは , 球面超音波モータを用いて , きわめて軽量かつ運動性能に優れた人工義手を開発してきた .</p> <p>球面超音波モータは非常に簡単な構造であるが , 人間の肩や手首の関節と同じ様に 1 関節で 3 自由度を有する画期的なモータである . この球面モータを人工義手の手首に用い , また新たに開発したサンドイッチ型の強力超音波モータを肩とひじ関節に用いた人工義手を開発し , 下記の性能を得ている .</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 肩モータやひじモータは 100kgcm の高出力トルクモータであり , 減速器もなくなめらかな運動ができる . 2) 手首は 1 関節で 3 自由度ある球面モータであり , きわめてコンパクトにできている . 3) ほぼ , 成人男子と同じ腕の質量と全長を持ち , 義手として十分な運動性能と出力トルクを持つ . <p>従来の電動義手が , はるか人腕におよばなかったことを考えると , 本義手はきわめて画期的な成果であり多くの高い評価を得ている .</p> <p>そこで本研究では義手として完成し , 実用化するために多機能ハンド (3 本指) を開発する .</p> <p>ハンドは , これまでと同様に , 超音波モータを用いるが , これまでのモータとは異なり超小型のものを用いる .</p> <p>ひとつの指関節で 1kgcm のトルクを出力し , 人間の指と同じ大きさのモータを目指す (従来の電磁モータでは減速器を必要とするため小型化はきわめて難しい) .</p> <p>本ハンドの開発により義手を実用化することができ , 身障者も健常者なみの人工の腕を持つことができるようになる .</p>		

研究内容

超音波モータは楕円運動起こしているステータ表面とロータとの接触による摩擦力で駆動する。ステータがロータに衝突するときの力を浮力 N_0 とし、これが大きいことがトルクの向上につながる。浮力はステータ表面における振動振幅と振動部の質量に比例するため、質量の小さい小型モータでは如何に振動振幅を大きくするかがポイントである。

ステータ表面を櫛歯状に加工すると、櫛歯が振幅拡大機構として働く事が過去の研究より明らかになっている。そこで、有限要素法解析を用いてステータの動解析を行い、櫛歯形状について浮力が最大となるように最適化を行った。

超音波モータは摩擦駆動のモータであるため、ステータ-ロータ間の押し付け力を大きくすると摩擦力も大きくなり、トルクは向上する。しかし、ステータ-ロータ間の押し付け力を大きくすると、ロータが大きく変形し、ステータにロータが大きく押し込まれる形となる。ステータ表面振幅において、その山部と谷部とでは周方向の振動の向きが逆になっているため、押し込み量が大きすぎるとロータがステータ振動の谷部に接触してしまい、却ってトルクが低下する原因となる。そこで、接触まで考慮した非線形の有限要素法解析を用いることで、駆動時のステータとロータの接触範囲を求め、そこから最適な押し付け力を算出した。

過去の研究成果より、トルクの更なる増大には、複数のステータを層状に組み合わせる多層型モータが有効であることが分かっており、理想的な条件下ではステータ枚数に比例したトルクが得られる。そこで、写真のような2枚のステータを組み合わせた積層モータを作成し、その評価を行った。その結果、1枚のステータの時と比較して40%の出力トルク向上が得られた。

今回使用した多層型モータのケースは、軽量化のため樹脂製のケースを用いているため、その押し付け機構や放熱性に改善の余地があり、より適正な押し付け力を与えることが出来れば更に大きなトルクを得られる筈である。

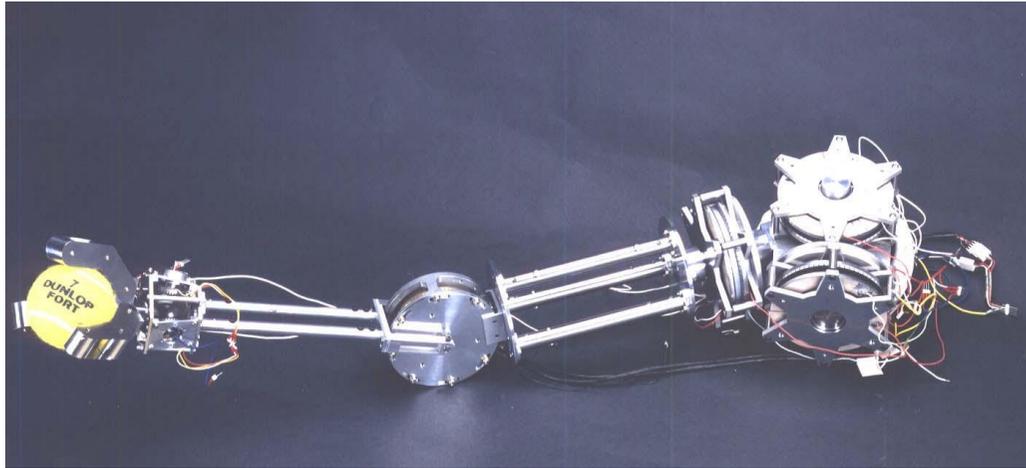
今後は更なるモータの高トルク化を図るとともに、モータの寿命についても研究を行う必要がある。また、今回開発した超小型積層モータを実際に人工義手に取りつけ、ものの把持やドアの開閉の実験を行い、実生活における多機能ハンドの有用性について検証する。

本ハンドは各指について2自由度、ハンド全体では6自由度を有し、複雑な動作をする事が可能であるが、それは同時に、6つのアクチュエータを制御しなければならないということでもある。そのため、今後は義手として効率よくハンドの制御を行うための方法についても十分検討が必要である。

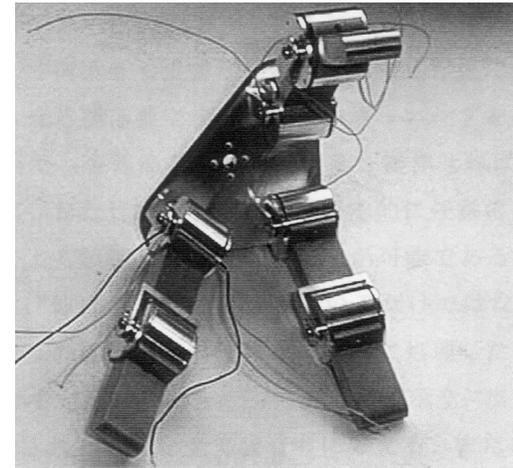
研究概要報告書

(3 / 3)

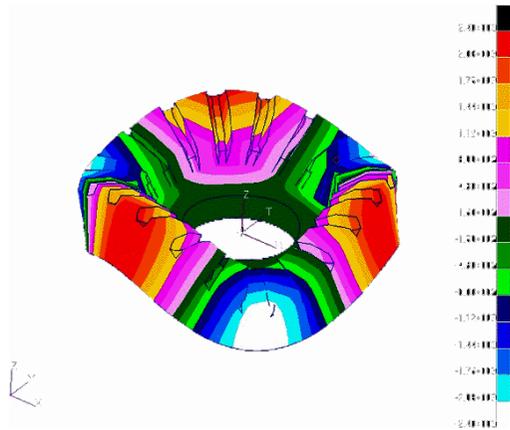
<p>研究のポイント</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 8.8mm の超小型ステータについて , その櫛歯形状について有限要素法による動解析を行い , 定量的な評価を行った . その結果を踏まえステータの最適設計を行った . ・ 接触現象まで考慮した非線形の有限要素法を用い , ステータ-ロータ間の押し付け力と両者の接触面積について解析を行った . その結果をもとに , 最適な押し付け力の算出を行った . ・ ロータ材質を検討し , その材料特性と得られる最大トルク , 寿命について検討を行った . ・ 複数のステータを用いた多層モータを開発し , 更なる高トルク化を図った .
<p>研究結果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ステータの表面に櫛歯を設けることで , その振動振幅を拡大することが出来る . この櫛歯による振幅拡大に着目し , 櫛歯形状が振幅に与える影響について解析を行った . その際 , ステータ面に垂直方向の振動によりロータに与える力が最大となるように有限要素法で解析を行い , 最適化を図った . その結果をもとに , 4 種類のステータを製作した . ・ ロータの材質検討を摩擦係数 , 硬さについて行った . ・ これらの結果 , 8.8 のステータで 1 枚で 3mmNm の出力トルクを得られた . ・ この超小型ステータを複数用いて多層モータとすることでトルクの向上を図り , その結果 1 枚のステータと比較し 40% の出力トルク向上を得られた .
<p>今後の課題</p>	<p>以上の研究から , 多機能ハンドの指関節駆動用アクチュエータとして , 超小型多層モータが十分なトルクを出力出来る可能性を確認できた . 今後は更なるモータの高トルク化を図るとともに , モータの寿命などより実用的な面についても更なる研究を行う必要がある .</p> <p>また , 今回開発した超小型積層モータを実際に人工義手に取りつけ , ものの把持やドアの開閉の実験を行い , 実生活における多機能ハンドの有用性を評価する .</p> <p>本ハンドは各指について 2 自由度 , ハンド全体では 6 自由度を有し , 複雑な動作をする事が可能であるが , それは同時に , 6 つのアクチュエータを制御しなければならないということでもある . そのため , 今後は義手として効率よくハンドの制御を行うための方法についても検討が必要である .</p>



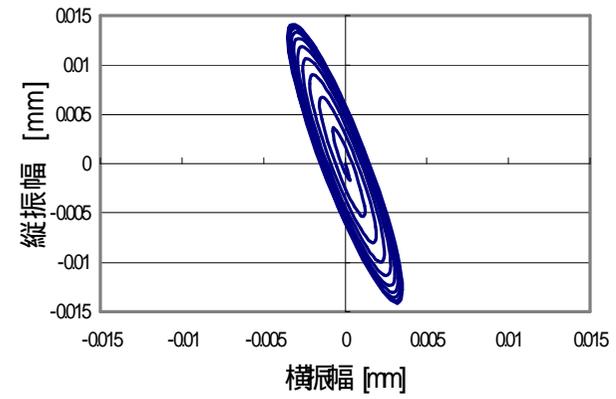
超音波モータを用いた人工義手



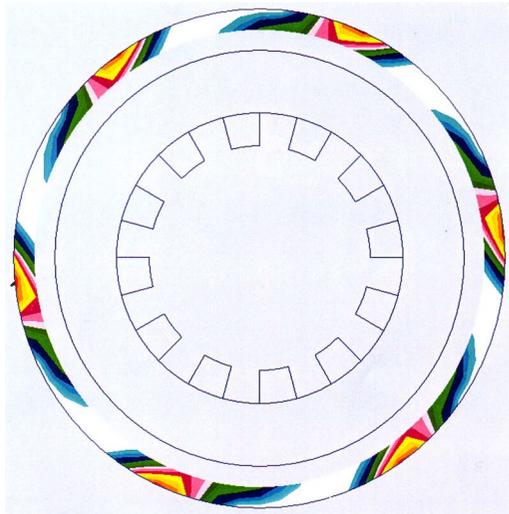
スーパーハンド



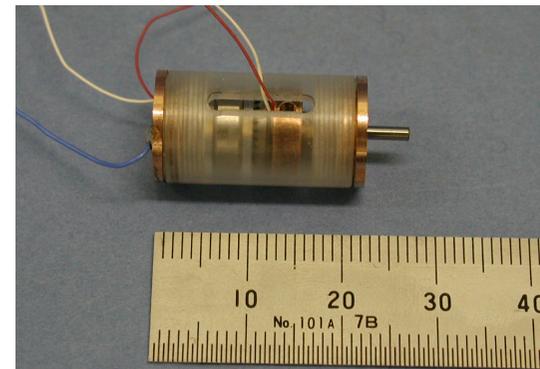
共振モード



ステータ表面振動解析



ステータ-ロータ接触部解析



積層モータ