


研究課題名		システム化技術の研究開発(細管群外部検査試作システム)(M20)		技術課題(ブレークスルーポイント)と解決法		M220
		① 減速・走行デバイスのシステム化研究(M22)		技術課題(ブレークスルーポイント)		解決法
研究機関名	松下電器産業(株)		①(メカニカルインタフェース技術) ・高減速比の実現 ・減速機構の高効率化		・最小モジュール0.03の微小歯車を用いた不思議遊星歯車減速機構+歯車列の採用 ・表面改質などによる摩耗と摩擦の低減、内部損失評価による軸受構造の最適化	
要約	<p>「減速・走行デバイス」は、モータの高速回転(40000rpm)を高減速比(1/200)で減速してトルクを増大させるもので、これらの機能を大きさ5×5(×幅1.5)mm程度までに集積化し、「細管群外部検査試作システム」に適用してマイクロマシンの走行を実現させた。このために、</p> <p>①メカニカルインタフェース技術(トライボロジを含めた微小メカニズムの設計技術)</p> <p>②高精度微細加工・計測技術</p> <p>③高精度アセンブリ技術</p> <p>等の要素技術の開発を行い、多数の均質なマイクロ部品の作製、減速機構の組み立て、動力伝達における低損失化を図った。</p> <p>①メカニカルインタフェース技術は、マイクロ領域に適した減速機構を構成するため、減速方式の検討と機構部品の接触面等の改善を通じ、稼働性能を向上させる技術である。モジュール0.03の微小歯車で構成された不思議遊星歯車減速部をもとに減速比1/200の減速機構を5×3.5×1.5mmの大きさに収めた。また動力伝達効率の向上を目指し、軸受構造の検討や歯車の表面改質などによる摩耗と摩擦係数の低減を図った。遊星歯車減速部での損失は10μW以下であり、0.1μN・m以上のトルクで駆動が可能である。</p> <p>②高精度微細加工・計測及び③高精度アセンブリ技術は、多数個のマイクロ部品を効率的に高精度かつ高均質に加工し、組み立てる技術である。微細放電加工技術を高度化し、「減速・走行デバイス」を構成する多様な微小機構部品の安定供給を実現した。また加工のさらなる高精度化を目指し、微小振動プローブ(最小径φ20μm×長さ1mm)を用いたオンマシンでの加工形状測定法の有用性を実証した。さらに、加工された部品で多数個のマイクロマシンを効率的に作製するため、エキシマレーザ加工による犠牲層エッチングを用いたセルフアライン・アセンブリ技術を開発し、効果を実証した。</p> <p>これらの技術を総合し、「減速・走行デバイス」を試作システムに搭載した結果、駆動デバイスの回転動力を試作システムの水平・垂直走行機能に変換できることを実証した。</p>		②(高精度微細加工・計測技術) ・微細加工技術の高速化、高精度化		・微細放電加工技術の高度化と他の加工法との融合	
			③(高精度アセンブリ技術) ・多数個のマイクロマシンの高精度かつ低コストなアセンブリの実現		・エキシマレーザ加工による犠牲層エッチングを用いたセルフアラインアセンブリ技術の開発	
			成果		第1期の静電型ウォブルモータの開発で培った3次元微細構造の精密加工技術、薄膜技術、組立技術、性能評価技術を継承またはさらに発展させ、微細金属部品からなる3次元マイクロマシンを実現、試作システム全体との整合性をとりながら、減速および走行機能を実証	
			③細管群外部検査試作システムへの組み込み:		  <p>・試作システムへ組み込み(図1)、単体での水平動作で10mm/sの直線走行と蛇行走行を、また複数個の連結動作で細配管上の垂直走行を実証</p>	
			各要素技術として以下①~③の成果を得た		 <p>図3 減速・走行デバイス</p>	
			①メカニカルインタフェース技術:		<p>・簡単な構造で高減速比が得られる不思議遊星歯車減速方式(図2)を採用し、全体形状寸法5×3.5×1.5mm、重さ0.15g、減速比約1/200の「減速・走行デバイス」(図3)を実現</p> <p>・摩耗と摩擦の低減を目的としたDLC、CrN、MoS2等の膜堆積による歯車表面改質実験、及び歯車の噛み合い実験による耐久性実験により、潤滑法などを含めたマイクロ領域に適した減速機構の基本設計手法を確立</p> <p>・減速機構の内部損失10μW(トルクに換算して0.1μN・m)以下、伝達効率最大9.7%を達成</p>	
			②高精度微細加工・計測技術:		<p>・微細放電加工の高度化及び他の加工法との融合を行うことで、多数個のマイクロ部品を高速かつ高精度に加工する最適な加工法を実現</p> <p>→結果、加工形状誤差0.4%以内で最小モジュール0.03、最小歯車直径0.47mm、厚さ0.25mmの不思議遊星歯車減速機構(図2)を多数個実現(試作システム1台あたり歯車18個)</p> <p>・微小振動プローブ(最小径φ20μm×長さ1mm)を使用して歯車形状などの計測機能を実証し、オンマシン計測への適応可能性を確認(図4)</p>	
			③高精度アセンブリ技術:		<p>・エキシマレーザ加工による犠牲層エッチングを用いたセルフアライン・アセンブリ方式(図5)を新たに考案し、減速・走行デバイス実機へ適用し、効果を実証</p>	
目的・背景	「細管群外部検査用試作システム」の機能を実現するための「減速・走行デバイス」を開発することが目的。					
	「減速・走行デバイス」の役割と機能は、駆動デバイスの微小トルクを高減速比の歯車減速機構を用いて増大し、走行機能に変換する。					
目標	<p>○駆動デバイスの動力を走行機能に変換する5×5(×幅1.5)mm程度の大きさの「減速・走行デバイス」の開発</p> <p>○多数の均質なマイクロ部品の作製と、減速機構としての加工・組立技術の確立</p>				  <p>図4 微小歯車の高精度加工と形状計測</p> <p>図5 犠牲層内にアセンブルされた遊星歯車減速部</p>	
	<p>上記目標と達成するために以下の3要素技術を確立</p> <p>①メカニカルインタフェース技術 高伝達効率を有し、信頼性の高い「減速・走行デバイス」の実現</p> <p>②高精度微細加工・計測技術 「減速・走行デバイス」を構成する多数個部品の高精度加工、及びそれらの高均質性確保と効率的な供給</p> <p>③高精度アセンブリ技術 「減速・走行デバイス」を構成する多数個部品の高精度かつ低コストなアセンブリ方式の実現</p>					
	<p>(減速ユニットの体格)／(減速比)の指標で比較すると、本デバイスは研究レベルを含めて世界に類のない小さな値を実現。また多くの微小部品、特に高精度な微小金属歯車群から構成される高信頼性マイクロデバイスは、設計、加工、計測、組立、評価の各要素技術を包含し、3次元マイクロマシンの集大成とも言える最先端の取組み。</p>					
今後の展開					<p>・複数のシステムが協調してタスクを行う新しい形のマイクロマシンシステムの可能性が示されたため、発電施設以外のインフラや家庭における各種モニタリングを能動的に行うシステムとして応用展開</p> <p>・高精度微細加工・組立や、ノズル等の精密形状測定など、微細加工分野へ応用展開</p> <p>・高性能のマイクロモータの普及と運動して、確立された「減速モジュール部品」として玩具やモバイル機器等へ応用展開</p> <p>・第1期に開発した超音波技術とあわせたカテーテルなど医療分野へ応用展開</p>	