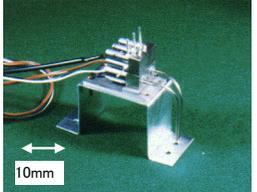
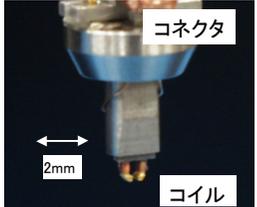


| 研究課題名 | | システム化技術の研究開発(マイクロ加工・組立用試作システム)(M400) | | 技術課題(ブレークスルーポイント)と解決法 | | M430 |
|-------|--|---|--|---|-----|---|
| | | マイクロ液体操作技術の研究(M430) | | 技術課題 (ブレークスルーポイント) | 解決法 | |
| 研究機関名 | | (株)日立製作所 | | 【マイクロ液体操作技術の研究開発】 ・超小型高出力集積化送液機構設計 ・超小型シール機構設計・加工 ・高耐食性送液機構設計・加工 【マイクロ部品把持機構の研究開発】 ・超小型高精度部品把持機構設計 | | ・回転駆動型機械式トロコイドポンプ採用 ・低表面エネルギー化処理(シャフト、ケーシングへの処理) ・PPS(ポリフェニレンサルファイド)及びフッ素樹脂ロータ ・スクロール真空ポンプと吸着ノズルパッドによる把持 ・超小型電磁コイル吸着による把持 |
| 要約 | | 【マイクロ液体操作技術の研究開発】 超小型高出力の腐食性液体選択供給用送液デバイスを開発した。本デバイスは外形寸法20×20×20mmで、機構体格あたりの出力が世界最高水準のトロコイドポンプに2方バルブとマニホールドを組み合わせた集積化流体デバイスである。高出力特性を有する回転駆動型機械式トロコイドポンプをマイクロ化するためのブレークスルー技術として、世界初の表面処理シール機構を開発した。また、腐食性液体に対応するために、高耐食性ステンレスSUS317Lケーシングと高精度射出成形PPS樹脂(ポリフェニレンサルファイド)及びフッ素樹脂ロータを採用した。本デバイスにより、試作システムにおいて6種類の腐食性加工液(PH0.5~10)と洗浄液を流量30~40mL/分で高速に選択供給する動作を確認した。 【マイクロ部品把持機構の研究開発】 マイクロ部品組立用マイクロ把持デバイスを開発した。本デバイスは微小歯車部品を高精度に把持する作業ツールで、歯車軸吸着用真空チャック、磁性体部品吸着用電磁チャック(高出力型及び超小型の2種類)、及び付帯デバイスから構成される。マイクロ部品の高精度把持と組立を可能にするために、デバイス全体機構を組立用マイクロロボットの先端に搭載できるようにマイクロ化した。真空チャックは外形寸法φ7×26mmで、世界最小のスクロール型真空ポンプと吸着ノズルからなり、把持力20~60μNを得た。超小型電磁チャックは本体寸法2×2×1mmと把持デバイスとしては世界最小寸法で、把持力0.5mNを得た。試作システムにおいて、部品組立用マイクロアームに装着し、微小歯車把持動作及び部品組立動作を確認した。 | | | | |
| 目的・背景 | | 【マイクロ液体操作技術の研究開発】 研究の目的は、マイクロ加工・組立用(マイクロファクトリ)試作システムの加工ユニット機能を実現するための送液デバイスの開発すること。送液デバイスの役割と機能は、マイクロ加工に必要なエッチング液やメッキ液などのマイクロ加工液(PH0.5~10)と洗浄液を必要に応じて選択し、マイクロ加工用加工液槽に高速供給すること。 【マイクロ部品把持機構の研究開発】 研究の目的は、マイクロ加工・組立用(マイクロファクトリ)試作システムの組立ユニット機能を実現するための把持デバイスを開発すること。把持デバイスの役割と機能は、組立用マイクロアームの先端に着脱自由な状態で搭載され、質量2mgから3g程度の微小歯車部品を高精度に把持すること。 | | 成果 【マイクロ液体操作技術の研究開発】 ・表面粗面化加工と撥水性表面処理からなる低表面エネルギー化処理プロセスを開発。水に対する接触角171度を達成(世界最高水準、容易に超撥水性表面が得られ、産業上のインパクト大)。 ・表面処理シール機構を開発。シール耐圧20kPaを達成。 ・第1期成果である高出力トロコイドポンプに表面処理シールを適用。 ・耐腐食性に優れたPPS樹脂(ポリフェニレンサルファイド)ロータを開発。 ・外形寸法20×20×20mmの6液切り替え送液デバイスを開発。 ・圧力差10kPaで流量30~40mL/分の高出力特性を達成(機構体格あたりの流量で世界最高水準)。 ・加工ユニット上で送液デバイスによる加工液の供給動作確認。 【マイクロ部品把持機構の研究開発】 ・超小型部品用把持デバイスとして、外形寸法φ7×26mmの真空チャック(世界最小のスクロール真空ポンプと吸着ノズル及びパッドから構成)を開発。把持力20~60μNを確認。 ・外形寸法2×2×1mmの超小型電磁チャック(超小型電磁コイル吸着機構)を開発。把持力0.5mNを達成。 ・重量部品用把持デバイスとして、高出力電磁チャックを試作。把持力66mNを達成。 ・試作システム上でマイクロアームによる把持デバイス持ち替え動作及び微小歯車把持・組立動作を確認。 | |  送液デバイス開発品外観 |
| 目標 | | 【マイクロ液体操作技術の研究開発】 加工液、洗浄液等を送液できる耐食性に優れた小型大容量の液体ポンプを本体とする液体操作機構で、大きさは20mm以下とし、複数個のポンプを有し、0.3mL/分程度の速度で多種溶液の送液が可能な送液デバイス。 マイクロ加工用加工液のような腐食性の液体に対して、限られた体格の中で6種類の液体を切替えて、大流量で送液するデバイスはこれまで前例がない。本デバイスの開発目標は、他方式のポンプと体格あたりの流量で比較して、マイクロマシニングによるダイヤフラム方式のマイクロポンプよりも高い世界最高水準に設定した。また、低表面エネルギー化処理プロセスによるシール機構の開発に世界で初めて取り組み、表面処理の技術水準(処理面の接触角で評価)を世界最高水準に設定した。 【マイクロ部品把持機構の研究開発】 組立ユニットで用いる各種形状・寸法のマイクロ部品を吸着・ハンドリングするための把持デバイスで、超小型のマイクロ部品(50mg(0.5mN)以下)及びマイクロ部品の型材料等の比較的重い部品(500mg(5mN))の把持が可能であること。 把持力0.5mN程度の動作性能を有する把持デバイスとして、機構全体の寸法並びに真空チャック用スクロールポンプ及び超小型電磁チャックはそれぞれ同類デバイスと比較して、世界最小寸法に設定した。 | | 今後の展開 【マイクロ液体操作技術の研究開発】 プロジェクトとしての研究開発は全て終了。 【マイクロ部品把持機構の研究開発】 プロジェクトとしての研究開発は全て終了。 【実用化への道】 医用・環境保全分野での化学分析装置には、液体用ポンプが多数使用されており、送液デバイスの重要な応用製品である。特に遺伝子操作に代表されるバイオ関連産業は年率10%以上の成長率が見込め、マイクロマシニング技術の導入が急速に進むといわれている。化学分析装置に送液デバイスが用いられるようになると、装置全体の集積化が進み、ポータブル化、その場診断、分析スルーアウト向上が可能になる。その結果、分析装置のユーザーも大病院から開業医さらに各個人にまで広がり、高齢化社会における医療診断が新たな局面を迎えることになる。 把持デバイスについては、微小部品組立ツールとしての応用以外に、真空チャック用スクロールポンプでは、気体操作デバイス及び冷媒ガス圧縮機としての展開が可能である。また、電磁チャックでは、例えば、微小ナリレーや光スイッチ機構等の駆動に用いる電磁アクチュエータとしての応用が重要である。ミリオオーダーの駆動系では、静電駆動よりも電磁駆動の方が体積効率の良い仕事をすると考えられ、それぞれ波及効果が期待できる。 実用化に向けた取組みとしては、信頼性向上のためマイクロ部品の三次元寸法をサブミクロン精度で測定する技術、低コスト化のため高精度転写加工技術の開発が必要である。 | |  電磁チャック開発品外観 |