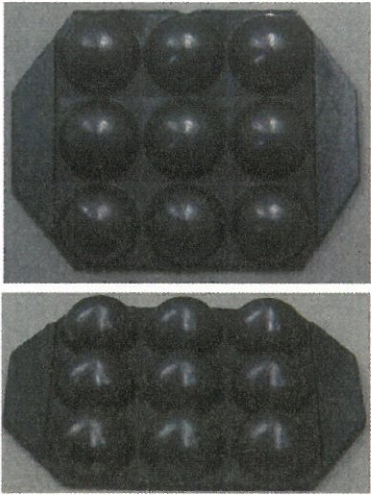
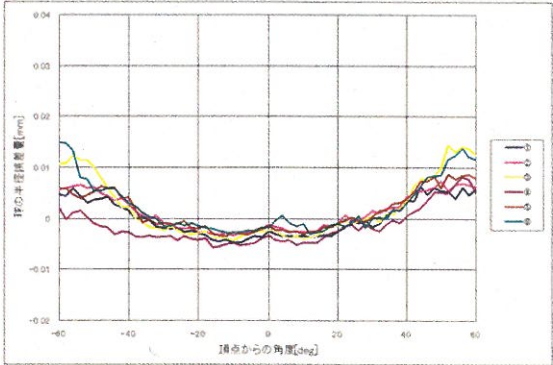
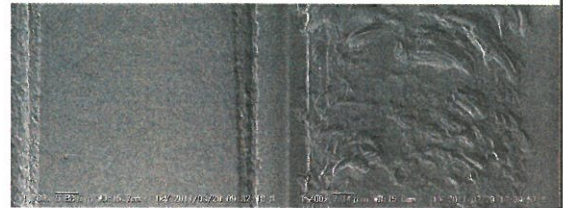
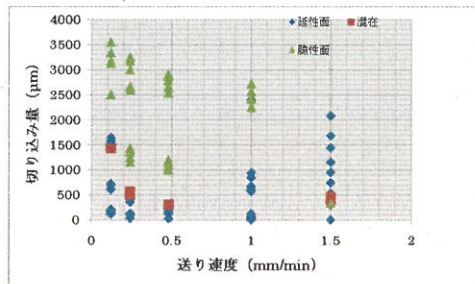


平成22年度国立天文台共同開発研究実績報告書

研究者 又は 研究代表者	氏 名	(ふりがな) すずい みつかず 鈴木 光一
	所属研究機関 部局・職	自然科学研究機構 分子科学研究所技術課 課長 電話 0564 (55) 7248
研究テーマ	超精密非球面加工機を用いた脆性材料の高速ミーリング3次元創成加工による光学素子および微量分析デバイスの製作	
研究実績	これまで当共同開発で実施してきたZnSイマージョングレーティングの精密切削加工技術をさらに発展させ、複雑な3次元創成加工への展開を目的に、先端技術センターに設置されている超精密非球面加工機およびそれに付帯した同期型高速スピンドルを利用して以下の2件の共同開発を行った。 (1) 高純度多結晶シリコン製レンズアレイおよびガラス製マイクロミキサーの試作。 (2) 超精密加工を実現するうえで重要となる加工面及び工具寿命に影響を及ぼす切削振動および機械振動の測定。 高純度多結晶シリコン製レンズアレイの製作では、同期型高速スピンドルを使用し2.6mmのシリコン基板から半径2.045mmの半球3×3の合計9個を削り出す加工に挑戦した。半球と半球の隙間が最小で0.3mmと狭いため工具サイズは半径0.15mmのボールエンドミルを採用した。また、工具の材質は超硬合金と超硬合金にTiAlNコーティングを施したものを使用した。超硬合金のものは切削抵抗が大きく加工の途中で破損してしまった為、コーティングを施したものが有用であった。この工具を使用し、回転数40000rpm、回転バランス残差10nm、送り速度100mm/min、切込量20μmの条件で加工したところ目標の形状を得ることができた。このサンプルを三次元測定器ミットヨLEGEX910にて断面測定したところ、形状誤差は約40μm程度となり目標精度50μmを満足することができた。さらに、この測定結果をもとに補正量を見積もり別のシリコン基板に再度同様の加工を施したところ、形状誤差20μmに到達した。  製作したシリコンレンズアレイ  断面形状測定結果 ガラス製マイクロミキサーの試作では、φ0.1mm単結晶ダイヤモンドエンドミルを用いて、延性モード切削が可能な切削条件の検討を行った。工具スクイ角度を0度、15度、25度、また切込量および送り速度を変化させテスト加工を行った。その	

結果、工具スキイ角0度において、送り速度0.12mm/minで切込量0.8 μ m程度以下、0.24mm/minで切込量0.4 μ m程度以下、0.48mm/minで切込量0.2 μ m程度以下と延性加工が可能な切込量が小さくなる傾向が表れたが、送り速度が1mm/min、1.5mm/minの時は、その切込量は、それぞれ1 μ m程度以下、2 μ m程度以下と送り速度が大きくなると切込量も大きくなった。15度においては、すべての送り速度について切込量1 μ m程度以下で延性加工が可能であった。また、25度においては、送り速度0.48mm/min以下で切込量1 μ m程度以下、送り速度が1mm/min以上になると0.3 μ m程度以下と延性加工が可能な切込量が小さくなった。すなわち、本実験においては、延性加工が可能な臨界切削条件は、工具スキイ角0度、送り速度1.5mm/min、切込量2 μ m程度となった。



延性加工面

脆性加工面

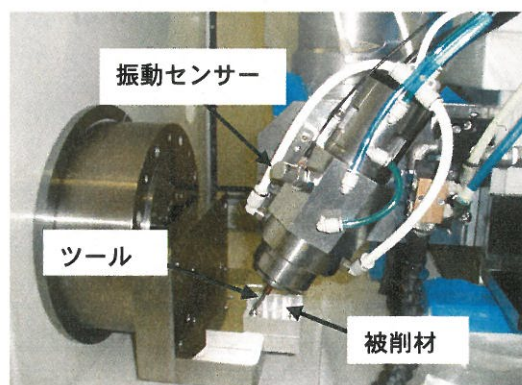
スキイ角0度の臨界加工条件

今後様々なマイクロ流体デバイスの製作を実現するためには、より効率的な加工方法の適用が重要である。そのため本課題で行ったミーリング加工とフライカット加工を組み合わせた加工を可能とするため、東京工科大に設置されている超精密5軸加工機を利用した製作テストによりマイクロ流体デバイスの製作を行った。

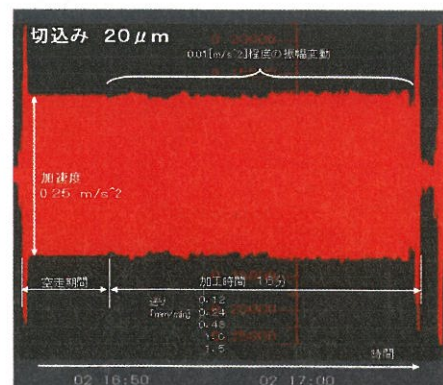


マイクロ流体デバイス試作

また、超精密加工では、加工中の機械的振動が加工品の面粗度などに大きく影響することがわかっている。今回、高感度の振動センサー（ウィルコクソン model1728A）を用いて、超精密加工機の機械振動を測定した。その結果、被削材（パイレックスガラス）を ϕ 0.1mmのエンドミルで加工したとき、刃物の切削状態変化に起因すると思われる、0.01 [m/s^2] 程度の振動を検出することができた。加工時の振動波形図で示したように、高速スピンドルの回転に起因する0.25 m/s^2 の加速度振幅に重畳した0.01 m/s^2 の振幅変動が確認された。これは加工工具が材料に切り込むと同時に発生していることから、加工工具から発生した振動であると考えている。今後、データの詳細な解析を行い、機械振動と加工工具の状態変化の関係を調べていく予定である。



ガラス加工時の振動測定



加工時の振動波形

研究の活用	本課題は、これまで当共同開発研究で実施してきたZnSイマージョングレーティングの試作を通じて蓄積してきた超精密加工技術を、さらに広範なデバイスの製作応用を目的に向上と深化を目指した。また、今後各研究機関で超精密加工により研究支援を担う中堅・若手技術職員の育成に配慮し実施してきた。高純度多結晶シリコン製レンズアレイの試作では加工ノウハウを確立し、実機の製作に取り掛かっている。またマイクロ流体デバイスの製作では、バイレックスガラスの延性モード加工を実現した。機械振動測定に於いて加工時の微小な振動変化を明らかにする事が可能となり、高品位なデバイス製作実現への適用が期待できる。 現在、超精密マイクロ・ナノ加工が宇宙・化学・医療・バイオなど各研究分野におけるキーデバイスの製作に欠かせないものとなっている。本研究で実施した技術開発は、これらの先進的なデバイスの製作に活用しうるものと考えている。
-------	--