

脆性材料の超精密切削

機械加工は重要な製造技術であり、その極限の追求が産業をさらなる発展へと導く。機械加工がチャレンジすべき課題の一つとして、複雑形状を有した光学素子の創成があげられる。精密光学素子においては、プラスチックよりガラスが適している。また量産性より機能を重視する分野では、金型を用いるより素材への直接加工が望まれている。そこでファイナクトリー研究グループでは、光学ガラスをダイヤモンド単刃工具で微細加工するための研究を行っている。

ガラスに代表される脆性材料は容易に破壊するため、機械加工は難しいとされている。しかし、このような材料であっても切削痕深さが $0.1 \mu\text{m}$ 以下となるように切込みを与えると、脆性破壊をおこさない延性モード切削と呼ばれる加工が可能となる。本研究では、ナノメートルオーダーの工具切り込みが可能な高速ツールサーボを搭載した超精密旋盤で、延性モード切削を実現している。

このような微小なスケールにおいては、加

工雰囲気の影響が無視できない。そこで各種の加工雰囲気下で切削実験を行い、その効果を調べた。図1に結果の一例を示す。加工雰囲気によって延性モード加工の可能な工具送り量が大きくなっていることが分かる。

これらの実験によって得られた知見により、形状創成を行った結果を図2に示す。これらは白色光干渉顕微鏡によって測定したものである。実験はいずれもソーダライムガラスに対し、リノレン酸エタノール中50%濃度の加工雰囲気で行った。(a)は $\phi 200 \mu\text{m}$ 深さ30nmのマイクロピット配列の一つである。この加工例では、このようなピットを $\phi 20\text{mm}$ の加工範囲一面に $0.5 \mu\text{m}$ 間隔で創成した。また(b)は文字の部分を残した微小パターンの例である。一文字の大きさは、 $300 \sim 500 \mu\text{m}$ 程度で高さは15nm程度であった。

今後は繰り返し切削によって、より深い形状の加工実験を行い、光学的機能を持った微細形状の創成を目指す。

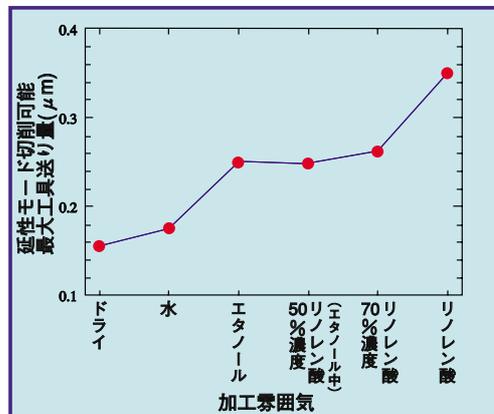


図1 (上) 加工雰囲気と延性モードが可能な切り込み量の関係

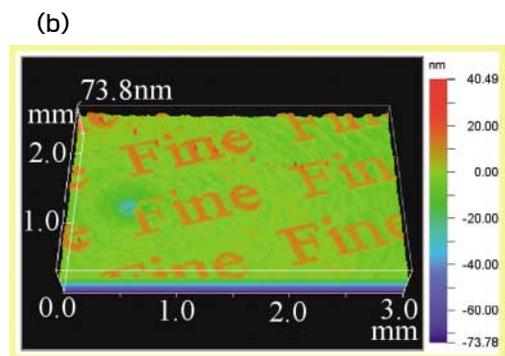
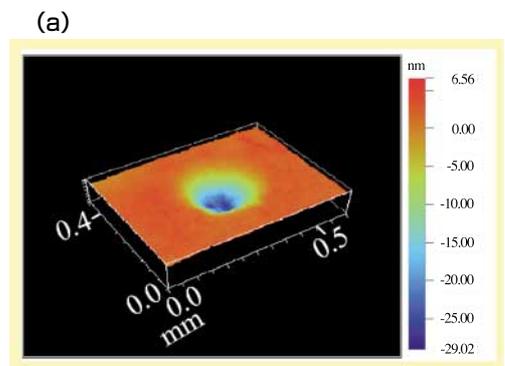


図2 (右) 形状創成の例(a)(b)



おぐら いちろう
小倉 一郎
ogurai.i@aist.go.jp
機械システム研究部門

関連情報

- <http://unit.aist.go.jp/imse/finemfg/index.htm>
- 小倉 一郎, 岡崎 祐一: シングルポイントダイヤモンド旋削による光学ガラスの延性モード切削加工に関する研究: 精密工学会誌, 66, (9), 1431-1435 (2000).