

課題番号 : F-14-NM-0050  
利用形態 : 技術補助  
利用課題名 (日本語) : 光学ガラスのエンドミル切削において切れ刃稜線の粗さが脆性損傷に及ぼす影響  
Program Title (English) : Effects of the cutting edge roughness on the brittle fracture in the glass milling  
利用者名 (日本語) : 大野 威徳  
Username (English) : Takenori ONO  
所属名 (日本語) : 帝京大学理工学部機械・精密システム工学科  
Affiliation (English) : Department of Mechanical and Precision System, Teikyo University

## 1. 概要 (Summary)

本研究では切れ刃稜線上に一定周期の三角波状微細構造を生成した一枚刃の単結晶ダイヤモンド製小径ボールエンドミルを用いてソーダライムガラスに対して切削試験を行い、切れ刃稜線の輪郭形状による脆性破壊への影響について検証した。本稿では、切削試験の概要と試験結果を示す。

## 2. 実験 (Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・ FIB-SEM ダブルビーム装置

### 【実験方法】

切れ刃稜線上に一定周期で振幅のみが異なる三角波状の微細構造を成形した刃数 1 枚の工具ノーズ半径  $0.5 \mu\text{m}$  の単結晶ダイヤモンド製ボールエンドミルを用いてソーダライムガラス基盤に対して溝切削を行い仕上げ面性状の観察により稜線輪郭粗さの振幅による脆性損傷への影響を比較する。Fig. 1 に試験に使用した各工具の微細構造を示す。FIB (Focused Ion Beam) により切削時に仕上げ面生成に寄与する領域に一定の周期  $2 \mu\text{m}$ 、また三角波山頂部の頂角が  $90$  度および  $120$  度となるよう振幅を  $0.58 \mu\text{m}$ 、 $1.0 \mu\text{m}$  とした三角波状微細構造を工具切れ刃稜線上に生成する。これを縦型マシニングセンタに取り付け、ソーダライムガラスに対し軸方向切込み  $20 \text{mm}$  一定として溝切削を行う。切削速度  $62.8 \text{ m/min}$ 、一刃送り (理論値)  $6, 12 \text{ nm/edge}$  とし、切削液に蒸留水を使用する。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 2 に各条件で切削した仕上げ面底部の性状および 3 次元プロファイルを示す。同図各画像とも、仕上げ面が画像中央に縦方向に向かって配置されており、切削において工具は画像上部に向かって進行し切れ刃は左側か

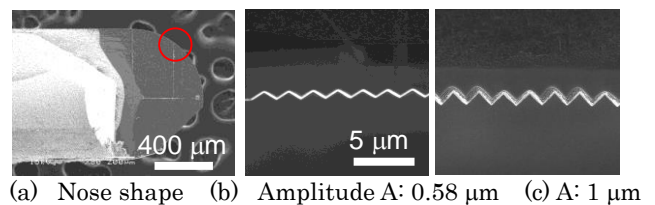
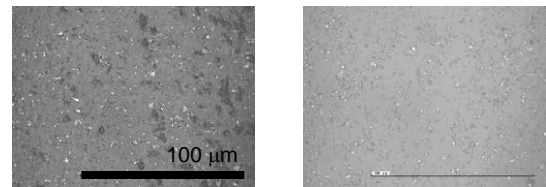


Fig. 1 Single crystal diamond tools



(a) Amplitude A:  $0.58 \mu\text{m}$  (b) A:  $1 \mu\text{m}$

Fig. 2 Machined surface

Cutting conditions: Tool, R0.5 single crystal diamond ball endmill; material cut, soda lime glass; feed rate,  $0.24 \text{ mm/min}$ ; rotational speed,  $20000 \text{ rpm}$ ; feed rate per edge,  $12 \text{ nm/edge}$ ; cutting speed,  $62.8 \text{ m/min}$ ; depth of cut,  $0.05 \text{ mm}$ ; and lubrication, water.

ら右側に向かって回転しながら材料に切り込んでいる。同図に示すように切れ刃稜線形状に応じて脆性損傷の形態が大きく変化し、同図(b)に示すように振幅  $1.0 \mu\text{m}$  の結果において亀裂が抑制される。これは、微細構造の山頂頂角による亀裂進展挙動の変化と三角波切れ刃稜線の切削時における運動軌跡による影響が考えられる。

## 4. その他・特記事項 (Others)

その他の支援機関：九州大学超高压電子顕微鏡室

## 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) T. ONO, 4M/ICOMM2015 (3月31日発表予定)
- (2) 大野, 2015年精密工学会春季大会学術講演会 (3月17日発表予定)
- (3) 大野, 2015年精密工学会春季大会学術講演会 (3月17日発表予定)

## 6. 関連特許 (Patent)

なし