

硬脆材料の切削 ～割れるガラスを割らずに削る～

東京電機大学工学部機械工学科教授の松村隆先生のシーズを紹介する。マイクロ検査基板などに使用するガラスにエンドミルで深く切り込んでも割らずに微細流路を削れる切削法を開発した。従来から使用されている化学エッチング加工法は、コストが高く、環境負荷も大きい。

開発技術はマスクの作製、化学溶液を不要とし、機械的に微細溝の切削が可能のため、加工コストの低減、自在に流路パターンに対応できるなど、マイクロ検査基板の汎用化および低価格化を促進する。

開発技術の特徴

- 脆いガラス材料へ平削り方式で切れ刃を $1\mu\text{m}$ 以上切り込み、割らずに切削することは不可能であった。微細流路の溝は $0.02\sim 0.2\text{mm}$ 程度の深さを必要とする。開発したエンドミル切削技術によると、一挙に深さ 0.02mm 以上の溝を加工できる。
- 2枚刃のエンドミルを送り方向に傾けると、2枚の切れ刃が材料に接触しない空転時間ある(図2)。この空転中に工具を水で冷却することにより工具の摩耗を抑えられる。このため超硬合金工具でも使用可能であり、工具費が低減する。
- 工具の切れ刃には凹凸があり、ガラスのような脆い材料では、図3(a)のように傾けずに切削すると、凹凸が仕上げ面に転写される。エンドミルを送り方向に傾けると図3(b)のように凹部で削り残した材料を凸部で除去でき、滑らかな仕上げ面が得られる。
- 数値制御(NC)切削加工機であれば流路をすべてNCデータにより制御し、深さを自在に変更できる3時限(？3次元)加工技術である。その一例を示すのが(図4)であり、DNAマイクロアレイのドレインとして使用できる。

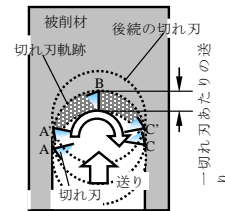


図1 エンドミルの切削機構

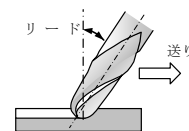
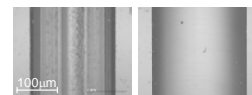


図2 工具姿勢



(a) 工具傾斜なし (b) リード角 45°
図3 工具傾斜の効果

研究の背景

これまでガラス製マイクロ検査基板の微細流路の加工には、①マスク作製に要するフォトリソグラフィ装置に大きな設備投資を要する②フッ酸を使用するため、取扱いに対する安全管理および排液処理設備が必要③流路をマスク作製時に設定するため、その後の流路修正が困難などのほか、納期、コストなど各種の問題が。

化学エッチングに対する優位性

- マスクや化学溶液を使用しないため、フォトリソグラフィ装置や廃液処理施設を不要とし設備投資の大幅低減。
- 機械的除去のため、マイクロ検査基板製造に要する納期の飛躍的な短縮。
- マイクロ流路の数値制御プログラム加工のため、流路の設計変更が容易となり、柔軟性の向上
- 機械的に流路深さを変更できるため、3次元の微細流路の加工が容易
- 特殊な工具を不要とし、市販の超硬合金

工具が使用可能。

用途のイメージ

(1) マイクロ検査基板の加工技術

マイクロ検査基板の仕様に応じて開発技術と化学エッチングを使い分けると効果的である。化学エッチング後に流路の修正や3次元的に深さを制御する付加的な加工。単品で短期納期が求められる注文に対し、開発技術は効果的である。

(2) 光学デバイスの1次加工

光学素子は、最終的にナノメートルスケールの仕上げ面が要求されるが、その前工程の概形加工に開発技術を使用すると、スルーブット短縮化が図れる。

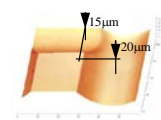
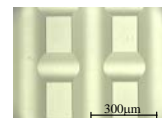


図4 マイクロ検査基板の加工

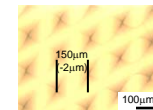


図5 斜方格子に光制御

開発技術に関心を示す中小企業への期待

開発技術は、あくまでも基礎技術だが、実用化段階にある。関心を持つ中小企業が、開発技術に基づいて新技術開発試みる場合、加工設備などについては、自社開発することが望ましい。今後、開発技術の応用・発展させる提案を期待したい。

【特許番号】特許第4928808(登録日:平成24年2月17日)

【発明の名称】硬脆性材料の切削加工法

【特許権者】東京電機大学

【発明者】松村隆