

研究テーマ	微細工具によるガラス基板加工技術に関する研究		
担当者 (所属)	米山陽・萩原義人・石黒輝雄・坂本智明 (機械)・佐野正明 (材料・燃料電池) 清水毅・石井孝明 (山梨大)		
研究区分	経常研究	研究期間	平成 30～31 年度

### 【背景・目的】

近年、電子基板の高機能化に伴い、新たにガラス材料を使用した電子基板が研究開発されてきている。基板には配線用のスルーホール（貫通穴）や電極用の溝が必要となる。ガラス材料には従来のエッチングプロセスが使用できず、新たな加工方法が求められている。そこで環境負荷が低く、広く普及している機械加工技術にて対応が可能となれば、既存機械加工において新たな高付加価値加工となり得る。

本研究では、汎用的な既存加工機としてマシニングセンタによる加工を想定し、ガラス材料に対して $\phi 0.1\text{mm}$ 以下の高品位な穴加工技術の開発を目標として実験を実施した。ガラス材料は難削性を有するため通常は切削加工が困難な材料であり、加工時には工具折損等の不具合が発生する。本課題については、これまでに行ったガラス材料への機械加工において良好な加工結果が得られている超音波振動援用加工法を用いて課題解決を図った。

### 【得られた成果】

本報では、極小径ドリルによる加工特性の把握および超音波振動援用の効果を検証するため、 $\phi 0.1\text{mm}$ のドリルを使用した穿孔加工実験を行い、切削抵抗等の測定を行った。加工実験は、マシニングセンタに超音波振動切削装置を取り付けて行い、被削材はソーダライムガラスを使用した（図1）。

基板加工への適用時には、安定した品質での多数穴加工が求められる。そのため、工具摩耗の把握が重要となるが、一般的な評価指標である逃げ面摩耗幅 $V_B$ 値では、本工具の評価は困難であることがわかった。そこで、新たな摩耗量評価法を検討するため、共焦点顕微鏡による刃先の3次元形状取得を試みた。その際に得られた工具先端の観察画像を図2に示す。

次に図3および4に、 $\phi 0.1\text{mm}$ で深さ $0.1\text{mm}$ まで加工した際の切削抵抗を示す。慣用加工では、加工進行に伴い切削抵抗 $F_z$ が徐々に上昇したが、 $0.1\text{mm}$ まで加工可能であることが確認された。しかし $F_x$ 、 $F_y$ 値には変動が発生し、穴淵には欠けが発生した。一方、超音波援用時は、スラスト抵抗値が慣用加工より約80%減少し、 $\phi 0.3\text{mm}$ 工具より超音波援用効果が大きく得られることがわかった。今後は、定量的な工具摩耗評価を取り入れ、目標深さ $0.5\text{mm}$ を目指した加工実験を行う。

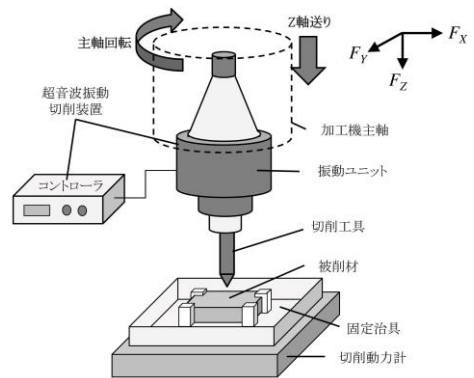


図1 実験装置概要

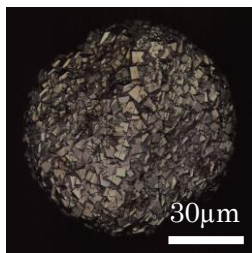


図2 工具先端観察画像

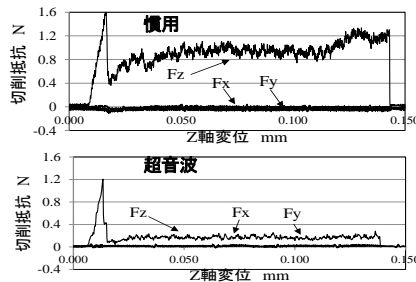


図3 加工時の切削抵抗推移

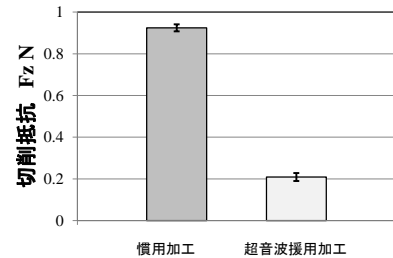


図4 切削抵抗（スラスト力）比較

### 【成果の応用範囲・留意点】

ガラス以外の脆性材料にも応用が期待できる。発振可能な工具形状があるため留意する必要がある。