

# 微細成形加工技術及び評価技術に関する研究

## －第1報－

谷萩 雄一朗\*, 浅野 健治\*, 小石川 勝男\*

### 1. はじめに

日本は食料やエネルギーの大半を諸外国からの輸入に依存し、産業スキルによって付加価値を得ることで国力を維持してきた。近年、国内の主要産業が飛躍的に国際競争力を高めた海外へ生産拠点を移転し、産業の空洞化が懸念されている。国内産業を今後とも継続的に発展させるには、海外の技術では達成できないような高度な科学技術が必要となる。その技術の一つとして、微細成形加工技術；ナノテクノロジーが考えられる。ナノテクノロジーには、様々な分野と融合した新しい産業を生み出すだけでなく、既存の半導体やバイオなどの産業を飛躍的に再生させる可能性がある。本研究では、国際競争力のある産業の育成に向けて基盤技術の強化を目指す。

### 2. 目的

微細加工を行うにあたり、(株)日立ハイテクノロジー社の集束イオンビーム加工観察装置、FB-2100を導入した。本装置を使用して基礎的な加工データを収集することを目的とし、使用する基盤素材の検討と任意形状の加工を行った。

### 3. 実験

3.1 加工係数の導出 本装置では、使用する基盤素材によって加工量が異なる。その「加工量」を示すパラメーターとして加工係数が定義されている。加工深さを指定して加工するときには、素材に対する加工係数を使用する必要がある。イオンビーム電流： $I_B$ で、面積： $A$ 、深さ： $d$ のBOX加工を行うのに、時間： $T$ かかるすると、加工係数は式(1)のように表される。

$$\text{加工係数} \left[ \frac{\mu\text{m}^3}{nC} \right] = \frac{A \times d}{I_B \times T} \quad \dots (1)$$

$$\left( \begin{array}{l} A : \text{加工面積} [\mu\text{m}^2] \quad d : \text{加工深さ} [\mu\text{m}] \\ I_B : \text{イオンビーム電流} [\text{nA}] \quad T : \text{加工時間} [\text{s}] \end{array} \right)$$

基盤素材としてSiとCuを使用し、10検体について実験を行い加工係数を求めた。加工条件は、加工面積が15.5[ $\mu\text{m}$ ]×15.5[ $\mu\text{m}$ ]、イオンビーム電流が0.34[nA]で、Siでは30分間、Cuでは60分間加工した。

|    | 加工係数  | 標準偏差  |
|----|-------|-------|
| Si | 0.437 | 0.009 |
| Cu | 0.163 | 0.005 |

表3-1 加工係数の比較

表3-1より、SiのほうがCuよりも加工係数が大きいことが分かった。また、それぞれ標準偏差が小さいこと

から、検体間のばらつきはほとんどないと考えられる。

3.2 任意形状の加工 本装置では白黒ビットマップ形式の画像を読み込み、任意の形状に加工することができる。そこでSiとCuの基盤に県章を加工した。その結果を図3-1、図3-2に示す。加工条件はそれぞれ、加工面積が52.9[ $\mu\text{m}$ ]×52.9[ $\mu\text{m}$ ]、イオンビーム電流がSi加工時1.48[nA]、Cu加工時1.56[nA]で60分間加工した。

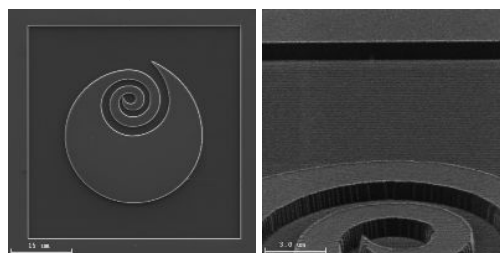


図3-1 県章 (Si) , 左: 正面図, 右: 拡大図

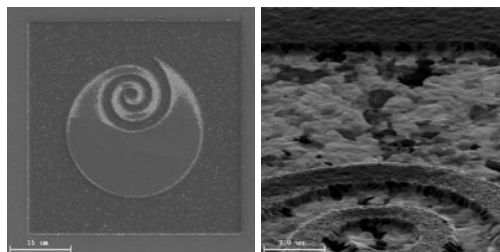


図3-2 県章 (Cu) , 左: 正面図, 右: 拡大図

図3-1、3-2より、県章の形状に加工できたことが確認された。また、拡大図で比較するとSi基盤のほうがCu基盤より深く加工されていることから、3.1で求めた加工係数の妥当性が示された。しかし基盤表面を比較すると、Siでは粗さがほとんどないのに対してCuでは非常に粗い。これはCuが導体であり、イオンビームによって組織中の電子が散乱され、表面にCu<sup>2+</sup>が残ったためだと考えられる。また未加工領域でも表面に加工された形跡があるが、これは散乱されたのち再び衝突することによって2次的な加工が生じたためだと考えられる。

### 4. まとめ

本実験によって加工の基礎となるデータが得られた。特に、導出した加工係数から加工深さを求めることが可能となった。任意の形状が加工できることと併せて、様々な基盤素材や形状に加工できる可能性が示された。

### 5. おわりに

今回は代表的な金属について加工を行った。今後は導体や絶縁体、原子量の大小などの様々な基盤に対して実験を行い、パラメーターのデータベースを構築し、共同研究に活用することを予定している。