



高アスペクト比微細構造体製作のための技術開発

櫻井 郁也¹, 岡田 育夫¹, 山口 明啓²

1 名古屋大学, 2 東洋大学

キーワード：LIGA, 微細加工, 放射光光化学反応

1. 背景と研究目的

コンピュータの性能向上に伴い、半導体の微細加工技術の進展が目覚ましい。機械部品に関しても、より複雑なロボットなどへの展開から微細化が進められている。3次元造形技術の発展は、高いアスペクト比を持つ構造体を任意に造形できるようになってきた。しかし、数十 nm 程度の加工精度でアスペクト比を気にせずに構造を創出できるように技術革新が起きているが、スループットやコスト面での課題が多く、製造プロセスとしての利用には至っていない。一方、X線リソグラフィーを基盤とした LIGA プロセスでは、従来通りの固体材料の加工だけではなく、液体からの造形が放射光光化学反応によって可能になる一面があり、最近、注目されている。^{1,2} 市販の 3D プリントでも光造形型プリンタがお手頃な価格で販売されており、マイクロ流路などの構造体であれば比較的すぐに造形したり、金型への転用などが可能になっている。しかし、加工精度はそれほど高くなく、またナノ構造を大規模で造形できるような特性を得られない。LIGA プロセスの根幹にある放射光光化学反応による造形プロセスに関する研究開発は、基本的なプロセスの原理実証にもなり、光アスペクト比微細構造体制作のための技術開発として重要な研究開発であると考えられる。

そこで、本技術開発では、液相からの微細構造体の造形を行うための実験基盤の整備と基本実験を行った。

2. 実験内容

チオ硫酸金ナトリウム水溶液と酢酸銅水溶液を準備した。チオ硫酸金ナトリウム水溶液は、市販の調整済みのものを用い、酢酸銅水溶液には添加剤として放射光光化学反応を促進させるためのエタノール添加した物を照射用治具内に密封した。照射実験は、あいちシンクロトロン光センターのビームライン BL8S2 で室温・大気中にて実施し、X線照射を行いながら溶液に浸漬したシリコン基板を X線透視することで、どのように粒子生成が進展していくかのリアルタイムモニターを行った。後日、X線照射後の治具から取り出した基板の観察を行い、粒子が固着した基板について、走査型電子顕微鏡 (SEM) やエネルギー分散型 X線分析 (EDX) 等を用いて分析することで、生成粒子の形状や組成の評価を行った。

3. 結果および考察

液中での X線照射中の液体および粒子の分散状態などを直接観察し、その後の基板の固着した粒子などを分析するための基本的な実験治具の整備や実験条件などの整備に成功した。リアルタイムモニターでは、X線照射時間が経過するとともに、粒子生成が進行している様子がよくわかった。さらに、泡の発生なども同時に起きることが確認できた。この泡の主成分については、今後も研究を行う必要があるが、放射光光化学反応機構に由来するので、プロセス条件にとっても重要な分析要素になると考えられる。また、水溶液に浸漬したシリコン基板に固着した粒子の SEM 観察や EDX 分析については現在進めているので、結果がまとまり次第、報告する。

4. 参考文献

1. S. Saegusa et al., Mater. Sci. Eng. B 287 (2023) 116093.
2. A. Yamaguchi et al., J. Synchrotron Rad. 27 (2020) 1008.