

電子ビームを用いた造形システムの検討

小幡 陸憲
機械電子部

Study of StereoLithography System with Electron Beam

Mutsunori OBATA
Mechanics & Electronics Division

要旨

微細な立体形状を作成するために、電子ビームを用いた造形システムについて検討を行った。モノマー樹脂に電子ビームを照射する場合、いくつか問題点がある。実際に立体物を作成するためには、1層ずつ積層していく必要があり、積層面をどのように形成するかを考えなくてはならない。また、モノマー樹脂が絶縁物であるため、電子ビームにより帯電が生じる。この防止方法についても考慮する必要がある。実際の造形システムについて、検討したので報告する。

1. はじめに

最近、マイクロマシンなど、微細な装置の検討が進められている。このような微細な装置を作製するためには、微細な部品が必要となる。半導体分野での加工技術を応用した微細な部品は、既に報告されている。これにより、マイクロモーターなどの作製が行われている。しかし、3次元の部品の作成例はまだ少ない。

3次元の部品形成には、いろんな方法が考えられるが、データ変換や作成方法が簡単な積層法が、注目されている。光による造形システムは、この積層法の1つとして、複雑な立体形状の作成に使用されている。一方、電子ビームは半導体などの微細パターン形成に既に幅広く使用されており、電子ビームが優れた微細加工のツールであることは言うまでもない。このため、微細な立体形状の作成ツールとして、電子ビームの検討を行うことは、重要であると考えられる。このようなシステムが完成すれば、光造形システムでは形成できない微細な立体形状作成用に、幅広く使用されることが期待できる。

このような観点から、微細加工のための造形システムについて検討したので、それについて述べる。

2. 電子ビームを用いた造形システム

2.1 電子ビームを用いた造形システムの特徴

光造形システムでは、モノマー樹脂を硬化させるために、光開始剤が必要となる。このため、光開始剤とモノマー樹脂の相溶性を考慮する必要性があり、使用するモノマー樹脂に制限がある。一方、電子ビームを用いるシステムでは、電子ビームのエネルギーが十分高いために、光開始剤が不要となる。つまり、幅広い樹脂の使用が可能となる。

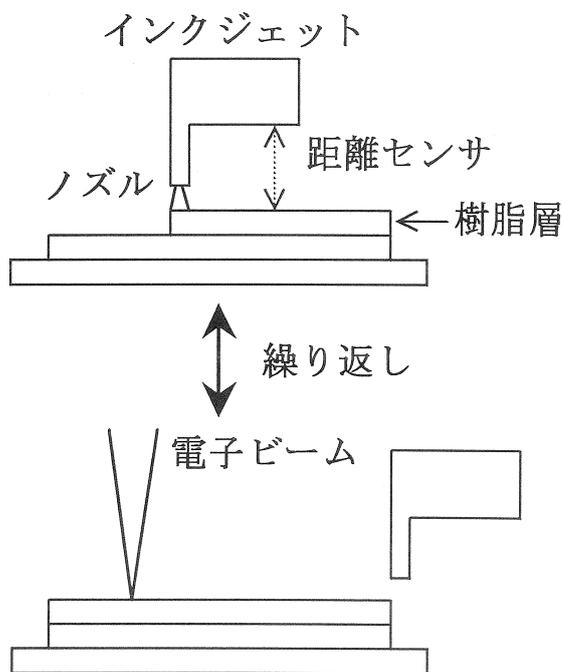


Fig.1 インクジェット積層法

しかし、電子ビームを用いるために、真空装置などが必要となり、装置が大型化したり、電子ビームによる帯電等の問題が発生する。以上の点を考慮して、積層方法と帯電防止について検討した。

2.2 積層方法の検討

光造形システムでは自由液面方式と呼ばれる、1層硬化するごとに、液層のなかにステージを降下させて、徐々に積層していく方式を取っている。モノマー樹脂は比較的粘度が高いため、自由液面方式では、薄い層を形成することができない。このため、Fig.1に示すような、樹脂層をイ

ンクジェットで形成する方式が適していると考え。ただし、実際にシステムに組み込むには、距離センサ等によってノズル位置と樹脂層の距離を一定に保つ必要がある。

2.3 帯電防止に関する検討

電子ビームを絶縁物であるモノマー樹脂に照射する場合、樹脂上に電荷が溜まり、帯電が生じる問題がある。昨年度の検討により、加速電圧が1.4kV時に、入射電子量と樹脂表面から発生する2次電子量が等しくなることが分かった。しかし、加速電圧が1.4kVと低くなると、ビーム径が大きくなり、微細な加工に適さない。また、ノイズ等による影響も大きくなり、できれば、より高い加速電圧を用いるのが望ましい。

電子顕微鏡では、絶縁物などを帯電の発生なしに観測するために、低真空システムが、すでに実用化されている。Fig. 2にその原理を示す。これは、真空中にアルゴンガス等を導入して、電子ビームによりアルゴンガスをイオン

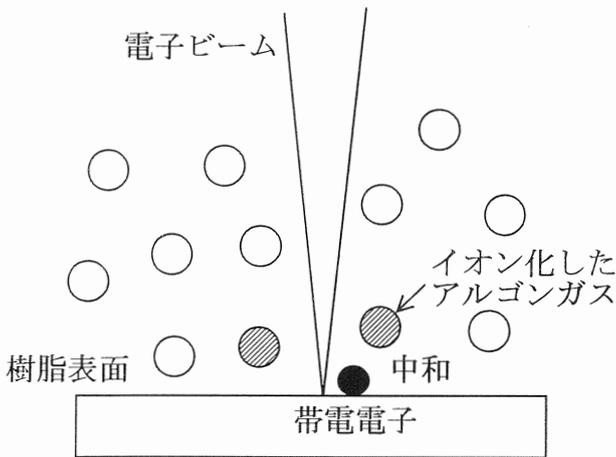


Fig. 2 中和の原理図

化(正イオン)し、そのイオン化したガスによって、樹脂表面の帯電を中和させる方法である。

実際に、どのくらいの真空度までガスを導入すればよいかを検討した。Fig. 3はアルゴンガスの平均自由行路を示している。導入するガス圧は、電子ビームが適度なアルゴンガスの散乱の影響を受ける必要がある。ガス圧が大きすぎると散乱の影響によって、電子ビームが樹脂表面まで到達できない。また、ガス圧が低すぎると、アルゴンガスのイオン化量が少なくなり、十分な中和ができなくなる。このため、平均自由行路が5mm程度の圧力が最適と考える。実際には、ガス圧と帯電電荷量の関係を測定して、最適圧力を決定する必要がある。

3. まとめ

電子ビームを用いた造形システムの検討を行った。その内容をまとめると次のようになる。

- 1) 薄い樹脂層の形成のために、インクジェット方式が望ましいと考える。実際のシステムにおいては、ノズル位置と樹脂層の距離を一定に保つ距離センサが必要となる。
- 2) 電子ビームによる帯電を避けるには、アルゴンガス等の導入して、その導入ガスのイオン化による中和方法が最適と考える。

今回は、基本的な概念設計までしか検討していない。実際のシステムの構築には、ある程度実用化が可能な内容について検討する必要がある。

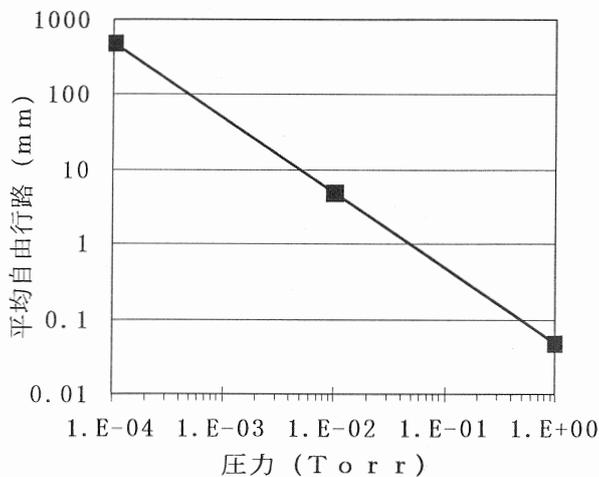


Fig. 3 平均自由行路