

# レーザー加工による医療用マイクロ構造の作製

機械工学科 60245 松本 憲幸 指導教員 鷲津正夫教授

## 1. 背景

近年、医療用マイクロ器具の開発に対するニーズが高まっている。その一つに狭窄した血管の再狭窄を防ぐのに用いられるステントがある。ステントはステント留置療法において血管に挿入し、拡張させ、そのまま留置することによって血管の再狭窄を防ぐ器具である。この治療法の網膜静脈閉塞症や脳動脈瘤への応用が期待されている。だが、心臓の血管内径が2~3mmであるのに対して、網膜や脳の極小の血管内径が0.1~0.2mmであるため、血管内治療には極小のステントが必要である。ここで、ステント作製のためにレーザー加工が期待されている。

従来の研究ではYAGレーザーの第三高調波を用いて、現在ステントの材料としても使われているニッケル・チタン合金に模擬したNiへレーザー加工が行われた。網膜用ステントを模擬した外径97 $\mu\text{m}$ -内径80 $\mu\text{m}$ 、厚さ8.5 $\mu\text{m}$ のNiマイクロチューブへの加工が実証されているが、最適化が不十分であった。

## 2. 目的と実験方法

本研究の最終目的はレーザーによる医療用マイクロ構造の作製であり、レーザー加工によるNi平板への最適加工条件を模索しマイクロ構造を作製した。先行研究と同様にYAGレーザーの第三高調波(355nm)を用いてNi平板へ加工し、SEMにより加工形状を観察することにより、加工条件の最適化を行った。

## 3. 対物レンズの比較

レーザー加工において、対物レンズ性能値であるNAは加工特性へ影響する重要な要因である。NAは以下の式で表され、 $n$ は屈折率、 $\theta$ は半角である。

$$NA = n \sin \theta$$

加工幅に影響するレーザーのスポット径はNAに反比例<sup>[1]</sup>し、加工深さに影響する焦点径はNAの二乗に反比例<sup>[2]</sup>する。そのためNAが大きいと加工幅は小さくなるが加工深さが浅く、NAが小さいと加工幅は大きくなるが加工深さが浅くなる。そこで、NAの異なる2つのレンズを用いて厚さ10 $\mu\text{m}$ のNiへレーザー照射実験を行った。結果を比較した。

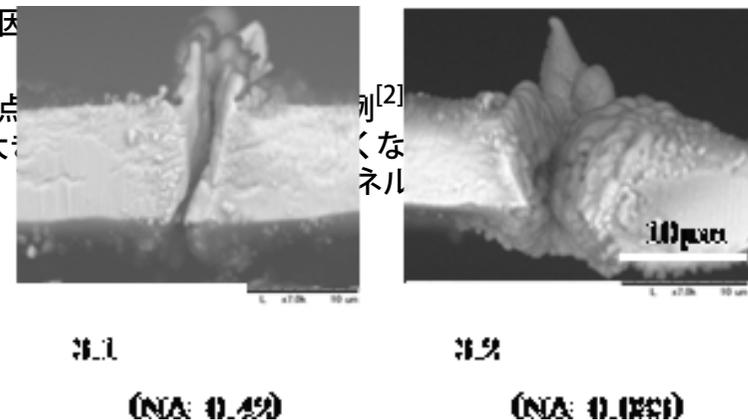


図3.1の対物レンズ(NA=0.42)での加工は図3.2の平凸レンズ(NA=0.083)の加工に比べ、NAが大きいため加工幅が狭く微細な加工をすることに成功した。10 $\mu\text{m}$ のNiを融解による加工により貫通することができ、焦点深度も問題がないため、使用するレ

レンズは対物レンズ(NA=0.42)に決定した。

#### 4. 各条件における加工形態

対物レンズを使用し, 出力50, 100mWの各出力においてスキャン速度10, 50, 100, [ $\mu\text{m}/\text{sec}$ ]で直線状に加工を行った。観察により, 出力が低くスキャン速度が高い場合は融解加工がおき、出力が高くスキャン速度が低い場合には蒸発と融解の加工が起きた。Niへのマイクロ構造の加工においてはNiを切断する必要があるので, 出力100mW,加工速度10[ $\mu\text{m}/\text{sec}$ ]での蒸発加工が必要である。



図4.1 蒸発加工

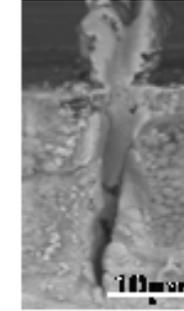


図4.2 融解加工

#### 5. マイクロスリットの作製

最適条件である出力100mW,加工速度10[ $\mu\text{m}/\text{sec}$ ]で厚さ10 $\mu\text{m}$ のNiに2回レーザーを照射することにより, 幅5 $\mu\text{m}$ , 長100 $\mu\text{m}$ ,ピッチ40 $\mu\text{m}$ のマイクロスリットを作製した。その後ピンセットにより下から力を加え変形を確認した。

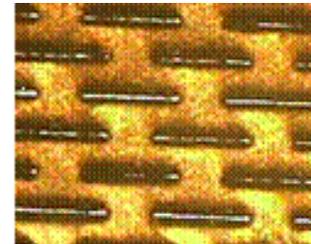


図4.3

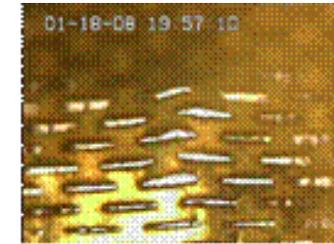


図4.4

#### 6. 結論

本研究の結果, レーザー加工における最適条件を求めNi平板に従来よりも高効率でマイクロスリットを作製することに成功した。

#### 参考文献

[1] 金岡 優 「レーザー加工」 日刊工業新聞社

[2] 川澄 博通 「レーザー加工技術」 日刊工業新聞社