

## MEMSカンチレバーデバイスの形成

<sup>a</sup>山形大学大学院理工学研究科

峯田 貴<sup>a</sup>, 川島 健太<sup>a</sup>, 西方 孝志<sup>a</sup>

### 【目的】

磁気アクチュエータおよび磁気センサへの応用を目的とし、多層Si基板(SOI: Silicon on insulator)上へ、磁性形状記憶合金(磁歪)薄膜を積層したMEMSカンチレバー構造の磁気アクチュエータ、磁気センサを試作し、磁場による変形挙動を評価解析した。

### 【成果】

磁歪膜(FePd膜)厚 $4\mu\text{m}$ /Si厚 $10\mu\text{m}$ 、および、FePd膜厚 $0.4\mu\text{m}$ /Si厚 $2\mu\text{m}$ の2種類の構造のカンチレバーを試作した。デバイスの形成プロセスを以下に示す。(a)  $\phi 6$ インチのSOI基板を用い、熱酸化炉により絶縁層となるSi熱酸化膜を成膜した。(b) 基板を20mm角にカットした後に、FePd膜をスパッタ成膜してリフトオフパターンニングした。(c) 熱酸化膜をエッチング、 $\text{SF}_6$ プラズマエッチングで、Siデバイス層をカンチレバー形状に加工した。(d) 基板層を裏面からSi-DeepRIE 装置により貫通加工した。(a)および(d)の工程は東北大学の微細加工PFの装置を利用して実施し、(b)および(c)の工程は山形大学の研究室内の装置を用いて行った。

Si熱酸化膜表面上へスパッタ成膜したFePd膜(膜厚 $0.2\sim 1.1\mu\text{m}$ )について、X線回折により結晶構造を評価し、いずれの膜厚でもfcc (111)およびオーステナイト相fcc (111)が混在した回折ピークのみが見られ、PZT基板上にFePbを成膜した場合と比べ、高い配向性をもって薄膜形成されることがわかった。断面SEM観察より、いずれの膜厚の場合も針状の緻密な結晶が成長し、薄膜表面は鏡面に近い平滑な状態になることを確認した。

試作したFePd膜/Si積層MEMSカンチレバーへ静磁場を印加し、たわみ変形特性を評価した。また、外部励振した際のカンチレバーの共振特性を調べ、磁場印加による影響について評価した。FePd膜/Si積層MEMSカンチレバー構造のデバイス試作例を図1に示す。膜厚 $0.4\mu\text{m}$ の薄いFePd膜を形成したカンチレバーでは磁歪効果が見られず、磁場に引かれる効果によってカンチレバーが逆方向にたわむ共動を示すことがわかった。FePd膜厚 $4\mu\text{m}$ の場合は、約150 Gaussまでの静磁場(磁束)印加により、磁歪効果が発現して変位が増加していく特性が得られた。さらに高い磁束密度では磁歪効果が飽和したが、 $1000\mu\text{m}$ 長のカンチレバーでは $3\mu\text{m}$ 程度の変位が得ることができた。また、カンチレバーの先端の変位は長さの2乗に比例し、力学的な試算結果と一致する挙動であるが確認された。

FePd膜 $4\mu\text{m}$ /Si  $10\mu\text{m}$  ( $1000\mu\text{m}$ 長、 $200\mu\text{m}$ 幅)の積層カンチレバーでは、10kHzに共振周波数を持ち、約1000のQ値が得られた。磁束密度100~150 Gaussの領域では、共振周波数は1 Hz程度増加することがわかった。

以上の結果より、静磁場駆動による磁気アクチュエータおよび共振駆動による磁気センサへ応用していく設計上の指針を得ることができた。

東北大学の微細加工PFの装置と研究室内の装置を使い分けることにより、デバイス試作を短期間で実施することが可能となった。

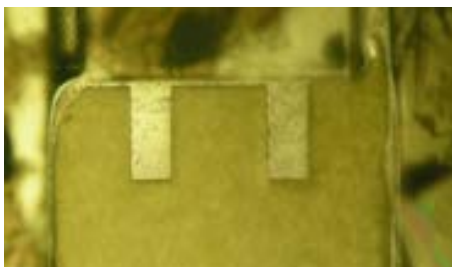


Fig.1 試作したFePd/Si MEMSカンチレバーデバイス