Fe 基アモルファス膜を用いた磁気弾性歪センサ

学生員 申 光 鎬 (東 北 大)

正 員 井 上 光 輝 (豊橋技科大)

正 員 荒 井 賢 一 (東 北 大)

Magnetoelastic Strain Sensors Fabricated with Fe-base Amorphous Films

Kwang-Ho Shin, Student Member (Tohoku University)

Mitsuteru Inoue, Member (Toyohashi University of Technology)

Ken-Ichi Arai, Member (Tohoku University)

Amorphous FeCoSiB films with high magnetomechanical coupling factors were studied to determine their strain sensitivities. In terms of the application of the magnetoelastic strain sensor element, we prepared the meander patterns of the films utilizing the photolithography and ion milling processes. The impedance change of the patterned films by a strain was measured in the frequency range from 1MHz to 1GHz. The film patterns were subjected to a strain by bending of their substrates, which caused the change in the magnetic anisotropy of films via magnetoelastic coupling. Reflecting the excellent magnetomechanical coupling properties, the high frequency impedance of films were changed considerably: the change in impedance of 110% was observed at 500MHz by strain. The film patterns exhibited the figure of merit $F=(\Delta Z/Z)/\epsilon$ (change in film impedance Z per unit strain ϵ) of 2.6×10^5 . It is also demonstrated that, utilizing the strain-dependent impedance, a small strain of 1×10^{-7} can be detected with the film pattern.

キーワード： FeCoSiB アモルファス薄膜， 磁気機械結合特性， 高周波インピーダンス， 磁気弾性歪センサ

1. まえがき

アモルファス磁性材料がもつユニークな特性として軟磁気特性と高磁歪の共存がある。この材料は本質的に結晶磁気異方性をもたずまたマクロな構造の均一性から磁壁ピンニングの原因となる結晶粒界，ポイド，析出などが存在しないので，優れた軟磁気特性を示す。さらに，これらの材料のうち鉄基のものは大きな磁歪($\sim 40 \times 10^{-6}$)を示す。即ち，材料に印加した小さい磁界によって大きい歪が発生するとともに，比較的小さな応力によって磁気特性が大きく変化する，いわゆる優れた磁気機械結合特性をもつ。これを最初見出したのは荒井らであった。彼らは FeSiB アモルファスリボンの磁気機械結合係数が結晶質磁歪材料の数倍に達する 0.75 という極めて大きい値を示すことを明らかにした⁽¹⁾⁽²⁾。その後，Modzelewski らによって 0.96 という極めて高い磁気機械結合係数が，FeSiBC アモルファスリボンで見出された⁽³⁾。これらの材料は優れた磁気機械結合特性をもつことで固体アクチュエータ，歪や圧力などを測る機械量センサ，磁界センサなどのセンシング材料として魅力あるといえる⁽⁴⁾。しかし，現在までは，その特質を利用した種々のデバイスの実用化には至っていない。この理由は，リボン材料の特性の制御が難しいこと，コイルの使用によって構

造が複雑となり，小型化が困難であることなどが考えられるが，最も主なのは鉄基アモルファス合金のもつ優れた磁気機械結合特性を用いた電子デバイスを実用化するための積極的考察が不充分であるためと考えられる。

一方，強磁性体のインピーダンスが外部磁界に依存することは約 60 年前から知られている現象であり⁽⁵⁾，この現象を利用した応用としてはインピーダンス制御回路⁽⁶⁾⁽¹²⁾，平行平板素子⁽¹³⁾等が報告されている。1992 年毛利ら⁽¹⁴⁾によってアモルファスワイヤにおけるインピーダンスの外部磁界依存性を用いたセンサの研究が行われて以来，この現象をマイクロ磁界センサに応用しようとする研究が行われている⁽¹⁵⁾⁻⁽¹⁹⁾。この現象の発生機構としては，磁性材料の高周波における表皮効果が透磁率に依存することで説明されてきた⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾。磁性材料の透磁率は外部磁界に依存するので，結局外部磁界により高周波における表皮効果が変わり，インピーダンスが変化する。磁歪を持つ材料の場合，歪が印加されると逆磁歪効果によってその透磁率が変わるので，高周波におけるインピーダンスが変化する。

本研究では，鉄基アモルファス磁性薄膜の磁気機械結合特性を積極的に利用したマイクロ磁気弾性歪センサを提案することを目的とし，アモルファス FeCoSiB 薄膜における高周波インピーダンスが歪に対して敏感な依存性をもつこ

とを明らかにした。本研究で提案した磁気弾性歪センサは、アモルファスリボンやワイヤなどのバルク材料をセンサ構成材料として利用すると電極処理やセンサ実装などの取り扱いが難しいことに注目して薄膜材料を用いているので、取り扱いが容易で、特性の再現性が高くかつ、小型化も可能である。また、作製したセンサは、高周波におけるインピーダンスの歪依存性をその動作原理とする新しい利用方法を用いた電気素子である。

2. 実験方法

磁気弾性歪センサ用磁歪薄膜は、小さな歪に対して磁気特性が敏感かつ大幅に変化するように、高磁歪と軟磁気特性を同時に有する、即ち磁気機械結合係数の大きいことと、分散の少ない一軸誘導磁気異方性が形成できることが要求される。Fe を多量含むアモルファス磁性材料は磁気機械結合特性が優れているとともに第 2 の遷移金属を適当に添加することで誘導磁気異方性の制御も可能である。本研究では磁気弾性歪センサ用の材料として $(\text{Fe}_{90}\text{Co}_{10})_{70}\text{Si}_{11}\text{B}_{13}$ アモルファス高磁歪薄膜を用いた。薄膜作製方法としては RF スパッタ法を用いた。スパッタターゲットには、99.99%の純度を持つ $\text{Fe}_{72}\text{Si}_{14}\text{B}_{14}$ 合金ターゲット(直径 75mm, 厚さ 4mm)に Co チップ(4mm×4mm, 厚さ 1mm)配した複合ターゲットを用い、3Pa の Ar 雰囲気中で製膜を行った。薄膜基板には厚さ $1\mu\text{m}$ の酸化シリコンが熱酸化法で形成された 0.2mm 厚の高抵抗シリコン基板($>1000\Omega\cdot\text{cm}$)を用いた。製膜中薄膜に形成されるランダムな応力をリリースし、鉄基アモルファス磁性材料本来の軟磁気特性を得るために磁界中熱処理を行った。薄膜の熱処理は 6.7×10^{-4} Pa 以下の真空中で、 350°C 、40kA/m の回転磁界中で 2 時間、 380°C 、40kA/m 静磁界中で 1 時間熱処理を施した。熱処理後、薄膜の飽和磁歪を光てこ法²⁰を用いて測定し、その値が約 32×10^{-6} であることを確認した。作製した薄膜素子の歪に対する高周波インピーダンス変化を評価する目的で、フォトリソグラフィ法とイオンミリング法により磁性膜を長さ 3mm, 幅 100 μm , 厚さ 1, 3, 5 μm の 7 ターン・ミアンダーライン状に加工した。

アモルファス FeCoSiB 薄膜を歪の印加による高周波インピーダンス変化を利用するセンサとして使う場合、出力電圧を大きくし、センサ感度を上げるために適当な電気抵抗値を付与する必要がある。薄膜を微細加工技術により、パターンニングすることが必須である。しかし、Fe 系アモルファス材料は磁性原子ペア - オーダリングによる誘導磁気異方性が小さく²¹、飽和磁化が比較的に大きい($\approx 1.5\text{T}$)ので熱処理中大きな反磁界が発生することで薄膜が厚く、膜パターン幅が狭い場合、薄膜パターンの幅方向に磁気異方性を誘導することは難しい。微細加工した磁気弾性歪センサにおいて磁気機械結合特性とともに静的磁化状態が歪検出感度に影響を及ぼす主なパラメータであるので、その感度を高めるために、誘導磁気異方性の制御が望ましい。従って、本研究では材料の持つ本来の誘導磁気異方性に加えて、

図 1 歪感度測定系

Fig.1 Experimental setup for measuring the strain sensitivity of films. The strain is introduced to the films by bending of the substrates.

図 2 歪測定に用いたインピーダンス検出回路

Fig. 2 Impedance detection circuit for the magnetoelastic strain sensor.

逆磁歪効果を利用した磁気異方性の制御を可能とするバイアス応力による磁気異方性の制御法を提案し、薄膜パターンの磁区観察によってその有用性について検討を行った。

逆磁歪効果を用いた薄膜パターンの磁気異方性を制御するためのバイアス応力は、薄膜基板をベンディングした状態で膜パターンの幅方向に 40kA/m の磁界を印加しながら熱処理を行った後、基板の形状を元に戻すことで薄膜に掛けた。ここで、薄膜基板の長さは 18mm, 熱処理実施中基板中間部のたわみは 50 μm であった。基板ベンディングにより、薄膜にはパターンの長手方向に対して引張り応力が掛かり、その状態で熱処理を行うと薄膜の微細構造が安定化される。熱処理後、基板をベンディングからリリースすると薄膜にはパターンの長手方向に対して圧縮力が掛かり、磁化が幅方向を向くことになる。バイアス応力による磁気異方性の大きさは、基板をベンディングすることで掛けた応力による磁気弾性エネルギー ($1/2\lambda_s\sigma$: λ_s は薄膜の飽和磁歪値, σ は応力) を考慮するし、磁気異方性エネルギー ($1/2M_sH_k$: M_s は飽和磁化, H_k は異方性磁界) に換算するとバイアス応力が薄膜パターンの磁気異方性に寄与する分が分かる。それによって計算される応力による磁気異方

性の大きさは異方性磁界として約 560 A/m であった。

図 1 は FeCoSiB 薄膜の歪感度特性評価に用いた装置の概略図を示す。磁歪薄膜を形成したシリコン基板をカンチレバー状に固定し、その自由端にマイクロメータを用いて強制的に微小変位を加えた。図 1 に示したように、カンチレバー状に構成した薄膜基板の固定点からの位置を x とした場合、薄膜基板に加えた微小変位 δ によって薄膜の x 部分に発生する歪 ε は式(1)によって記述できる⁽²²⁾。

$$\varepsilon = \left[\frac{3h(L-2x)}{2L^3} \right] \delta \quad (1)$$

ここで、 h は薄膜基板の厚さ、 L は固定点から微小変位を加えた位置までの距離である。磁歪材料に歪を加えると応力による磁気異方性が誘導される。

作製した薄膜試料は、1 MHz から 1 GHz までの周波数範囲でネットワークアナライザにより、歪に対する高周波インピーダンス変化を測定した。また、薄膜素子と検出回路を一体化した歪センサシステムを構成するため、図 2 に示すインピーダンス検出回路を作製し、薄膜パターンの歪に対する出力信号変化を調べた。

3. 応力バイアスを用いた一軸磁気異方性の制御

図 3 (a) (b) はそれぞれ磁界中熱処理を行った薄膜パターンとバイアス応力を利用して熱処理を行った薄膜パターンの磁区を撮影した走査型顕微鏡 (SEM) 写真である。薄膜の厚さはいずれも $3 \mu\text{m}$ であった。図 3(a) の場合、試料の幅方向に磁界を印加しながら熱処理を行ったにも関わらず、試料

図 3 微細加工した膜パターンの磁区写真
Fig. 3 Magnetic domains of the film pattern annealed (a): in static magnetic field and (b): that of the film pattern annealed with bias stress.

の平均磁化方位が長手方向に向いていることがわかる。熱処理中磁界を印加した方向に磁気異方性が誘導されていないのは薄膜パターンの幅方向では形状異方性が大きいことと誘導磁気異方性が小さいことが主な原因であると考えられる。この結果からこの薄膜パターンに圧縮歪が印加されたとき磁化回転によってインピーダンスの敏感な変化が予想される。図 3(b) の場合、試料の幅方向に磁化の向きが揃っていることが分かる。磁界中熱処理によりアモルファス材料に圧力が加えた状態で熱的駆動力による原子の微小変位のみならず、機械的駆動力による構造の緻密化が起ることも考えられる。Shen ら⁽²³⁾は $(\text{Fe}_{10}\text{Co}_{55}\text{Ni}_{35})_{78}\text{Si}_8\text{B}_{14}$ アモルファス合金に等方的応力を加えながら熱処理を行い、キュリー温度の変化と微小構造の緩和における応力の及ぼす影響について調べた。その結果、キュリー温度が応力によって約 0.4%/GPa 低下することを確認し、応力が構造緩和に影響を及ぼすことを確かめた。しかし、本研究での応力熱処理では最高でも約 0.15 GPa の応力が熱処理中薄膜にかかることになるので、応力による磁気異方性が磁気特性に及ぼす影響に比べて応力によるアモルファス構造緩和の影響はほとんど無視できると考えられる。従って、本研究でのバイアス応力法による磁気異方性の制御は、薄膜基板がベンディ

(a)

(b)

図 4 膜インピーダンスの周波数特性
Fig. 4 Frequency dependence of the Impedance, changed by substrate deflection; (a): longitudinal anisotropy, (b): transverse anisotropy.

ングされた状態で熱処理を行いアモルファス構造が安定化されることと熱処理後ベンディングした基板を元の状態に戻すことにより、バイアス応力が薄膜に掛かることが薄膜パターンの異方性が制御できる機構であると考えられる。この結果からバイアス応力を用いた熱処理によって磁気異方性の制御が可能であることが分かる。この薄膜の場合、磁化が薄膜パターンの幅方向に向いているので、引っ張り歪が印加されたとき、磁化回転によりインピーダンスの敏感な変化が予想される。

4. 歪による高周波インピーダンスの変化

図4(a), (b) は1MHz から1GHz までの駆動周波数における薄膜パターンのインピーダンスを測定した結果で、印加した終端変位をパラメータとして示したものであり、それぞれ図3(a)に示したように長手方向に磁気異方性を形成したものと図3(b)に示したように幅方向に磁気異方性を形成したものである。歪によるインピーダンス変化は薄膜基板を図1に示したように固定し、マイクロメータを用いて微細変位を加えながらネットワークアナライザを用いて測定し

図5 歪によるインピーダンスの変化

Fig. 5 Impedance change of the film pattern by deflection and/or strain; (a): longitudinal anisotropy, (b): transverse anisotropy.

た。同図から分かるように、歪により、約10MHz以上の周波数では終端の変位あるいは薄膜の歪によってインピーダンスが変化する。このような歪の印加によるインピーダンスの変化は、歪によって薄膜の磁気異方性が変わること、高周波における表皮効果の表皮厚さが変わり、その高周波インピーダンスが変化したものと説明できる。即ち、歪による磁歪薄膜のインピーダンス変化は高周波における表皮効果の透磁率依存性 $\delta = (2\rho/\omega\mu_0\mu)^{1/2}$ によるものである。ここで、 δ は表皮深さ、 ρ 電気抵抗率、 μ は透磁率、 ω は駆動角周波数である。高磁歪材料の場合加えた歪 ε によって透磁率が敏感に変化するので高周波電流をキャリアとした場合、薄膜の磁気弾性結合と表皮効果を通じてインピーダンスは歪により敏感な変化を示す。図5(a), (b)は歪に対する磁歪薄膜パターンのインピーダンス変化を示したものである。図5(a)から分かるように、長手方向に磁気異方性を形成した場合、圧縮歪の約100ppmに対するインピーダンスの変化 $(\Delta Z/Z_0) = (|Z_0| - |Z_\varepsilon|)/|Z_0|$ (Z_ε と Z_0 は其々歪が加えられた状態と加えられてない状態のインピーダンス)は500MHzの駆動周波数において約6%である。図5(b)に示したように幅方向に磁気異方性を形成した場合、引っ張り歪の100ppmに対するインピーダンスの変化は500MHzの駆動周波数において約22%である。この結果を図3の結果と比較すると試料の幅方向に磁気異方性を形成することによって薄膜パターンのインピーダンスにおける歪感度が高くなったことがわかる。

図6は薄膜パターンの単位歪に対するインピーダンスの変化で定義する歪センシングにおける性能指数 $F = (\Delta Z/Z)/\varepsilon$ の周波数特性を示したもので、パターンの長手方向に磁気異方性を形成したものと幅方向に磁気異方性を形成したものを比較したものである。歪によるインピーダンスの変化は約10MHz以上の周波数において周波数が高くなると高い性能指数が得られることが分かる。パターンの長手方向に磁気異方性を形成したものは500MHzの駆動周波数において約500の性能指数が得られているのに対して、

図6 歪センシングにおける性能指数

Fig. 6 Figure of merit in a strain sensing; $\bullet$: longitudinal anisotropy, $\circ$: transverse anisotropy.

図7 200ppmの歪によるインピーダンス、電気抵抗、インダクタンスの変化

Fig. 7 Changing ratio of the impedance, resistance and inductance in the film pattern; (a): 1 μ m, (b): 3 μ m, and (c): 5 μ m.

パターンの幅方向に磁気異方性を形成したものは 500MHz の駆動周波数において約 2600 の性能指数が得られている。このことからバイアス応力により、パターンの幅方向に磁気異方性を形成するのは磁気弾性歪センサの歪感度を向上する上で有用であるといえる。

図7(a)(b)(c)は長手方向に磁気異方性を持つ薄膜パターンの歪センシングにおける 200ppm の圧縮歪に対するインピーダンス、抵抗、インダクタンスの変化を示したもので、それぞれ薄膜の厚さが 1, 3, 5 μ m のパターンの特性を比較したものである。歪によるインピーダンスの変化は歪によって透磁率あるいは高周波における表皮効果の変化から起因するので、薄膜の厚さが厚いほど比較的に低周波でインピーダンスの変化が得られることが分かる。性能指数が最大となる周波数は厚さ 1 μ m の試料の場合約 620MHz, 厚さ 3 μ m の試料の場合約 450MHz, 厚さ 5 μ m の試料の場合、約

図8 (a): 歪による出力電圧特性, (b): 1×10^{-6} の歪による出力信号の変化

Fig. 8 (a): Output voltage obtained with the film pattern and the substrate the strain detection circuit shown in Fig. 2, the strain induced by mechanical deformation of substrate, (b): Output voltage change by 1×10^{-6} strain.

300MHz であり、薄膜パターンが厚いほど性能指数が最大となる周波数が低くなることが分かる。最大性能指数は厚さ 1 μ m の試料の場合約 220, 厚さ 3 μ m の試料の場合約 500, 厚さ 5 μ m の試料の場合、約 920 であった。このことから本研究で提案する磁気弾性歪センサの歪感度を向上するためには駆動周波数によって薄膜パターンの寸法を設計する必要があるといえる。

図8(a)は図7(c)でその特性を示した厚さ 5 μ m の薄膜パターンと図2に示したインピーダンス検出回路を利用して素子に加えた終端変位に対する出力の変化を示したもので、終端変位に対して出力が連続的、かつ大きく変化しており、作製した磁歪薄膜パターンが電圧信号を出力する歪センサとして動作することが分かる。図8(b)は作製した磁歪薄膜パターンとインピーダンス検出回路を用いて 1×10^{-6} の歪を測定した結果で、出力信号の変化をオシロスコープで表示したものである。 1×10^{-6} の歪に対して約 8 mV の出力が得られた。この場合、ノイズレベルは 0.7 mV であるので、今回作製した磁歪薄膜とインピーダンス検出回路を用いて 1×10^{-7} の歪検出が可能である。

5. まとめ

微細加工した FeCoSiB アモルファス薄膜パターンのインピーダンスの歪依存性を評価し、磁気弾性効果を用いた歪センサへの応用を試みた。微細加工した薄膜試料は歪の印加によってインピーダンスは、薄膜パターンの長手方向に磁気異方性を誘導した場合、駆動周波数 500 MHz で約 74%、薄膜パターンの幅方向に磁気異方性を誘導した場合、駆動周波数 500 MHz で約 110% の変化率を示し、素子はインピーダンスの変化からその歪を測定することができる電気素子として動作することが分かった。歪によるインピーダンスの変化から評価した歪センシングにおける性能指数は薄膜パターンの幅方向に磁気異方性を誘導した場合、駆動周波数 500 MHz で約 2600 の値を示し、作製した磁気弾性歪センサが、半導体歪センサより 10 倍以上高い歪感度特性を持つことが明らかになった。磁気弾性歪センサ検出用として作製した検出回路と磁歪薄膜パターンを用いて 1×10^{-7} の歪のセンシングが達成できた。本研究で提案した磁気弾性歪センサは高感度と同時に、高周波キャリアを用いるので高速度であることと薄膜電気素子として小型も可能であるので、新しい機械量を測るセンサやマイクロ電気機械システム(MEMS: microelectromechanical systems)を構成するセンサ素子として魅力あるといえる。

(平成 11 年 6 月 14 日受付, 平成 11 年 10 月 4 日再受付)

文 献

- (1) K. I. Arai, N. Tsuya, M. Yamada, and T. Masumoto, *IEEE Trans. Magn.*, Mag-12, (1976) 936.
- (2) K. I. Arai, and N. Tsuya, *J. Appl. Phys.*, 49 (1978) 1718.
- (3) C. Modzelewski, H. T. Savage, L. T. Kabacoff, and A. E. Clark, *IEEE Trans. Magn.*, Vol. MAG-17, (1981) 2837.
- (4) P. T. Squire, *Meas. Sci. Technol.*, 5 (1994) 67.
- (5) A. Hernando, M. Vazquez, and J. M. Barandiaran, *J. Phys., E:Sci. Instrum.*, 21 (1988) 1129.
- (6) M. D. Mermelstein, *IEEE Trans. Magn.*, Vol. 28, (1992) 36.
- (7) M. Wun-Fogle, H. T. Savage, and A. E. Clark, *InTech*, (1987) 51.
- (8) E. P. Harrison, G. L. Turney, H. Rowe, and H. Gollop, *Proc. Roy. Soc.*, 157 (1937) 172.
- (9) 今津信吾, 強磁性体の表皮効果によるインピーダンス制御回路, 特願, 昭 36-41615.
- (10) 津屋昇, 荒井賢一, インダクタンスを含む電子装置, 特願, 昭 52-66609.
- (11) D. F. Othmer, *J. Pipeline*, 1, (1981) 113.
- (12) 沼沢茂, 村上孝一, 北條博行, 日本応用磁気学会誌, 9, (1985) 263.
- (13) M. Yamaguchi, H. Matsuki, K. I. Arai, and K. Murakami, *IEEE Tans. Magn.*, 25 (1989) 3824.
- (14) K. Mohri, T. Kohzawa, K. Kawashima, H. Yoshida, and L. V. Panina, *IEEE Trans. Magn.*, 28, (1992) 3150.
- (15) X. L. Yang, J. X. Yang, G. Chen, G. T. Shen, B. Y. Hu, and K. Y. Jiang, *J. Magn. Magn. Mater.*, Vol. 175, (1997) 285.
- (16) K. V. Rao, F. B. Humphrey, and J. L. Costa-Kramer, *J. Appl. Phys.*, Vol. 76, (1994) 6204.
- (17) L. V. Panina, K. Mohri, K. Bushida, and Noda, *J. Appl. Phys.*, Vol. 76, (1994) 6198.
- (18) J. Velazquez, M. Vasquez, D. X. Chen, and A. Hernando, *Phys. Rev., B*, Vol. 50, (1994) 16737.
- (19) D. Mernard, M. Britel, V. P. Paramonov, A. S. Antonov, P. Ciureanu, P. Rudkowski, J. O. Strom-Olsen and A. Yelon, *J. Appl. Phys.*, Vol. 81, (1996) 4678.
- (20) H. Fujimori, H. Morita, Y. Obi, and S. Ohta, in *Amorphous Magnetism II*, edited by R. A. Levy and R. Hasegawa, (1977) 393.
- (21) A. C. Tam and H. Schroeder, *J. Appl. Phys.*, 64, (1988) 5422.
- (22) I. Taher, M. Aslam, M. A. Tamor, T. J. Potter, and R. C. Elder: *Sensors and Actuators*, A45 (1994) 35.
- (23) Zhong-Yi Shen, Jing-Xin Hong, Xiu-Jun Yin, Yun Zhang, and Shou-An He, *J. Appl. Phys.*, 67 (1990) 3655.

申 光鎭

(学生員) 平成 5 年韓国東亜大学電気校工学科卒業。平成 7 年韓国東亜大学電気校工学科修士課程修了。平成 11 年東北大学大学院工学研究課電気通信工学専攻博士課程修了。現在、医薬品副作用被害救済・研究振興調査機構派遣研究員。磁性薄膜工学および磁気デバイスに関する研究に従事。応用磁気学会学術奨励賞(武井賞)受賞。工博。

井上 光輝 (正員) 昭和 58 年豊橋技術科学大学大学院修士課程了, 同年大阪府立高専講師, 同助教授を経て, 平成 5 年豊橋技術科学大学工学部電気・電子工学系講師, 平成 6 年同助教授, 現在に至る。この間平成 9, 10 年東北大学電気通信研究所助教授。磁性薄膜工学および磁気デバイスに関する研究に従事。安藤博学術奨励賞受賞。工博。

荒井 賢一 (正員) 昭和 41 年東北大学工学部電子工学科卒業, 昭和 46 年同学大学院工学研究科博士課程修了, 同年同学電気通信研究所助手, 昭和 50 年同助教授, 昭和 51 年同教授, 現在に至る。主として軟質磁性材料の研究およびマイクロ磁気デバイス, マイクロ磁気センサ・アクチュエータなどのスピニクスデバイスの研究に従事。