

シリコン系アモルファス新材料の物性制御に関する研究

研究代表者 工学部 荻原 千聡

研究の目的

水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)薄膜に照射を行うと、光誘起欠陥生成、具体的にはシリコンのダングリングボンドの生成がおこることが知られており、このことはデバイスとしての特性の劣化の原因となる。この問題の解決のためには、光誘起欠陥生成の原因に関する研究は大変重要である。本研究では、照射および欠陥生成に伴うフォトルミネッセンスの強度と寿命分布の変化を測定することにより、欠陥生成の原因を調べるとともに、人工的なナノ構造などを導入して、欠陥生成を抑制する可能性を探ることを目的とした。

研究成果

1. 実験方法

モノシランと水素の混合ガスを原料とし、グロー放電分解法により、a-Si:H膜を作製した。YAG-OPOレーザーシステムからの可視または近赤外のパルス光をa-Si:Hに照射した。照射前および照射後のa-Si:Hについて、フォトルミネッセンス強度、寿命分布の測定を行った。また、照射後のa-Si:Hの欠陥密度は、電子スピン共鳴により求められた。

2. 実験結果と考察

可視、近赤外のパルス照射について、いずれも欠陥生成によるルミネッセンス強度の減少が起こることを確認した。厚さ1μm程度の膜では、可視照射後にマイクロ秒からミリ秒領域のルミネッセンス寿命分布は長寿命へシフトするが、厚さ0.1μm程度

の膜ではシフトしない。励起光強度の減少に伴い発光寿命は長くなることが知られており、そのため膜の内部からの発光は表面からの発光に比べ長寿命であることを考慮すると、可視照射による欠陥生成は表面付近でおこり、内部へは拡散しないと考えられる。欠陥密度は、近赤外照射で10¹⁸cm⁻³程度、可視照射で10¹⁹cm⁻³程度まで増加しているが、ルミネッセンス強度はこの欠陥密度から予想される程度には減少しておらず、マイクロ秒からミリ秒領域の寿命分布にも、照射そのものによる顕著な変化は観測されていない。その原因として、照射により生成された欠陥の空間的な分布が不均一であることが考えられる。

産業技術への貢献

アモルファスシリコンを太陽光発電に用いた際の耐久性を向上させるため、光誘起欠陥生成を抑制する有効な手段を確立することに、本研究の成果が貢献することが期待される。

研究発表

- (1) 竹村仁志, 吉村泰一, 瀬戸康彰, 荻原千聡, 森垣和夫: 「a-Si:H系薄膜におけるサブバンドギャップ照射後の発光寿命分布」日本物理学会講演概要集、第55巻、第2号、p.582、2000.9.
- (2) 竹村仁志, 吉村泰一, 瀬戸康彰, 荻原千聡, 森垣和夫: a-Si:H系薄膜における照射による発光寿命分布の変化日本物理学会講演概要集、第56巻、第1号、印刷中.

- (3) 荻原千聡, 吉村泰一, 瀬戸康彰, 竹村仁志, 森垣和夫: 「a-Si:H系膜におけるサブバンドギャップパルス照射に伴うダングリングボンド生成」日本物理学会講演概要集、第56巻、第1号、印刷中.

グループメンバー

氏名	所属	職 (学年)
荻原 千聡	工・共通講座	助教授
末岡 修	工・共通講座	教授
竹村 仁志	理工・物質工学	D2

連絡先

山口大学工学部 荻原千聡
TEL 0836-85-9811
FAX 0836-85-9801

新規金属人工格子材料の創製と評価

研究代表者 工学部 中山 則昭

研究の目的

次世代の薄膜磁性材料として有用な特性を示す金属人工格子は、金属のナノ超薄膜を交互に積み重ねた人工的周期構造を有する多層膜である。本研究では、これまで主としてスパッタリング法を用いて作製されてきた合金・金属間化合物からなる金属人工格子を、超高真空蒸着法を用いて作製し、新規な構造および物性を示す金属人工格子磁性材料を創製することを目指した研究を進めている。

昨年度までに、単原子層に相当する厚さ2ÅのMnとNiの交互蒸着層と、fcc-NiあるいはCoからなる一軸配向性エピタキシャル人工格子膜が作製できることを明らかにしてきた。今年度は、Mn/Ni交互蒸着層の組成を制御した試料の作製について検討した。反強磁性NiMn合金と強磁性金属からなる人工格子は、界面における磁気的結合が強く、特異な磁性を示すことが期待される。

研究成果

まず、NiおよびMnの厚さが3ML(monolayer)以下の短周期多層膜をAu(111)下地層上に作製し、X線回折およびTEMによる構造評価とRBS法による組成分析を行った。[Ni(2Å)/Mn(2Å)]₂₅多層膜を作製して得られるfcc[111]一軸配向膜の(111)面間隔d=2.119Åを、単原子層の厚さ(1ML)と定義した。つまり、この値に対応する格子定数をもちfcc-Niとfcc-Mnの(111)原子面を単原子層とみなし、水晶振動子膜厚計の膜厚表示値2Åが単原子層となるような密度の値を膜厚計に入力した。作製した試料の格子定数は、全組成範囲でバルクのfcc Ni-Mn合金の値とほぼ対応しており、組成も数at.%の誤差範囲内で制御できていることが判明した。また、Ni/Mn短周期多層膜はAu(111)下地層上にエピタキシャ

ル成長しており、ミスフィットが大きいためかなり多量の転位を含む構造となっている。

上記の条件で作製したNi(3ML)/Mn(1ML)交互蒸着層と膜厚50ÅのCo層からなる人工格子膜を作製した。Ni/Mn交互蒸着層の厚さが12-40Åの試料では、fcc[111]一軸配向性のエピタキシャル人工格子が生成されることが判明した。(Fig.1) 現在、磁気的性質の検討を進めている。

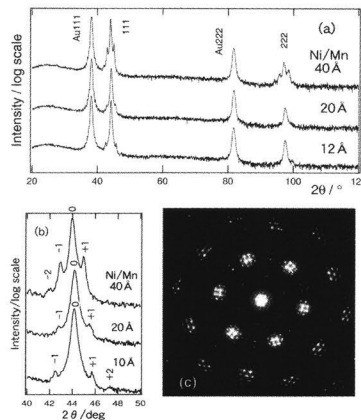


Fig.1 [Co/(Ni/Mn)_n]人工格子のXRDパターンおよび(Ni/Mn)_n/Au多層膜のEDパターン(Ni: 3ML, Mn: 1ML)

産業技術への貢献

超高真空蒸着法を用いた短周期交互蒸着法による合金層を含む人工格子膜の作製が可能であることを示すことが出来た。反強磁性NiMn合金以外の強磁性合金などにも適用が可能と考えられる。

研究発表

- 1) 中山則昭, 林 甲一, 溝田忠人, 上田 寛; Co/NiM人工格子の面内磁気異方性; 日本金属学会第126回大会

グループメンバー

氏名	所属	職 (学年)
中山 則昭	工・機能材料	助教授
溝田 忠人	工・機能材料	教授
久米 幸臣	理工・機能材料	M2
荒木 邦彦	理工・機能材料	M1
栗村 泰久	理工・機能材料	M1

連絡先

電話 0836-85-9651 (ダイヤルイン)
FAX 0836-85-9601 (学科事務室)
E-mail: nakayamn@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp