

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007～2010

課題番号：19560708

研究課題名 (和文) 有機磁性材料の研究

研究課題名 (英文) Study of carbon-based magnetic materials

研究代表者

齋藤 哲治 (SAITO TETSUJI)

千葉工業大学・工学部・教授

研究者番号：10296311

研究代表者の専門分野：工学

科研費の分科・細目：材料工学・構造・機能材料

キーワード：磁性、有機物

1. 研究計画の概要

現在、永久磁石や磁心材料などの磁性材料はトランスやモータだけではなく、幅広く電気・情報機器に使用されており、現代社会においては必須の工業材料のひとつになっている。また現在使用されている電気エネルギーの約半分はモータ類に使用されており、省エネルギーや環境問題からもこれらの磁性材料の高性能化が望まれている。しかし、これらの磁性材料は主に鉄などをベースとした金属材料やセラミック材料が使用されており、それらの磁気特性はまだ向上しておりこれからの研究開発によりこれらの磁性材料の磁気特性がどこまで向上できるかはまだ見極められていないが、いずれ限界に突き当たるであろうと推測されている。

そこで、本研究では新しい磁性材料として金属よりも軽量で耐食性が優れている炭素などの有機材料に注目した。これらの有機材料は磁性材料として注目されていないが、もし有機材料の磁気特性を付与した有機磁性材料として開発できれば、有機材料である特徴を生かし、素晴らしい磁性材料になるのではないかと思われる。そこで、これらの有機材料の磁気特性について調べることを目的とする。

2. 研究の進捗状況

磁性の根源は電子である。すべての物質は原子の集合体であり、原子は原子核と電子からなるため、基本的には磁性を発現できる可

能性がある。しかし、実際に磁性を示すには不対電子を持つことが必須条件である。本研究では、不対電子を持つ有機磁性材料としてダイヤモンドライクカーボン(DLC)に注目し、高周波プラズマCVD装置でダイヤモンドライクカーボン(DLC)の作製して、その磁気特性を調べたところ、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)の磁気特性は作製条件により大きく変化することがわかってきた。そこで、磁性を示すDLC試料と磁性を示さないDLC試料の電子スピン解析(ESR)を行い、不対電子の量について調べた。また、磁性を示すDLC試料と磁性を示さないDLC試料の構造についてラマン分析やXPS分析で調べたが大きな違いは見られなかった。しかし、磁性を示すDLC試料と磁性を示さないDLC試料の水素量の定量を弾性反跳散乱分析(ERDA)などで行ったところ、磁性を示すDLC試料の含有水素量が磁性を示さないDLC試料に比べて多いことがわかってきた。

そこで、水素を含有する有機材料としてポリ塩化ビニル(PVC)を熱分解した試料の磁気特性についても調べたところ、ポリ塩化ビニル(PVC)を熱分解した試料も作製条件によっては磁性を示すことがわかった。また、得られた試料の構造と磁気特性を、さらには含有水素量について調べたところ、PVCを熱分解した試料も適当に水素を含有するときに磁性を示すが、水素を含まない試料は磁性を示さないことがわかった。

得られた成果は電気学会で発表すると同時に、研究論文としてまとめてJ. Appl. Phys.に投稿し、受理されている。

3. 現在までの達成度

③やや遅れている。

(理由)

DLC 試料やポリ塩化ビニル(PVC)を熱分解した試料を調べたところ、適当に水素を含有する試料は不対電子の量が多く、磁性を示すことを明らかにすることができた。

しかし、これらの試料の分析が難しかったため評価に費用と時間を費やした。また、有機磁性材料は磁性材料として実用化されていないため、得られた成果が学会等で十分に理解されず、論文として成果をまとめることに多大な時間と労力を費やし、新しい有機磁性材料の探索に十分な時間を費やすことができていないのが現状である。

4. 今後の研究の推進方策

現在までの研究で有機磁性材料を探求する指針が確立したので、今後は様々な試料の磁気特性の評価を中心に、新しい磁性材料の探索に十分な時間を費やしていきたい。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① T. Saito, K. Terashima, and Y. Utsushikawa, "Relationship between hydrogen content and magnetic properties of diamondlike carbon produced by the rf plasma-enhanced chemical vapor deposition method", J. Appl. Phys., vol.107, pp. 073522-1-5 (2010). (査読：有)
- ② T. Saito, "Magnetic properties of carbon materials prepared from polyvinyl chloride", J. Appl. Phys., vol.105, pp. 013902-1-4 (2009). (査読：有)

[学会発表] (計 2 件)

- ① 齋藤哲治、寺島慶一、移川欣男、DLCの構造と磁気特性、平成 21 年度電気学会基礎・材料・共通部門大会、2009. 9. 10、静岡大学 (静岡県)
- ② 齋藤哲治、ダイヤモンドライクカーボンの磁気特性、平成 20 年度電気学会基礎・材料・共通部門大会、2008. 8. 21、千葉工業大学 (千葉県)