

Title	Spin-Dependent Transport in MgO-Based Tunnel Junctions with Fe Nanoparticles
Author(s)	Thach, Pham Van
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/34502">https://hdl.handle.net/11094/34502</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> をご参照ください。

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 ( PHAM VAN THACH )	
論文題名	Spin-Dependent Transport in MgO-Based Tunnel Junctions with Fe Nanoparticles (Fe超微粒子を有するMgOトンネル接合におけるスピン依存伝導)
論文内容の要旨	
<p>Studying the magnetism and the transport properties of a system consisting of magnetic nanostructures such as ferromagnetic nanoparticles and magnetic adatoms are indispensable for miniaturized data storage and spintronics devices as well as for exploring the underlying physics in the field of condensed matter physics.</p> <p>In this dissertation, I investigated the transport properties in magnetic tunnel junctions with single crystalline Fe nanoparticles embedded in MgO barriers. The magnetic tunnel junction consists of an Fe under electrode layer / MgO under barrier layer / Fe nanoparticles / MgO upper barrier layer / Fe upper electrode layer. Particle diameters were varied from 1.3 nm to 3.5 nm by changing amount of deposited Fe. Since current only flows through Fe nanoparticles, I could observe magnetic and electronic properties of them, and found an increase in the tunnel magnetoresistance when the size of the Fe nanoparticles decreases. The effect is not understood as an influence of the Coulomb blockade effect but as an influence of an enhanced spin polarization in the single crystalline Fe particles. Bias voltage dependence of a dynamic conductance (<math>dI/dV</math>) and a voltage derivative of it (<math>d^2I/dV^2</math>) revealed the existence of Kondo effect at low temperature and particle size dependent spin wave excitations.</p> <p>The experiments using junctions with single crystalline Fe nanoparticles and non-magnetic counter electrodes showed a tunneling anisotropic magnetoresistive effect (TAMR) for the first time in nanoparticle systems. The effect may originate from single crystalline structure of the Fe nanoparticles. <math>dI/dV</math> and <math>d^2I/dV^2</math> spectra revealed an existence of the Kondo effect and absence of the spin wave excitations.</p> <p>The results showed new quantum effects in magnetic nanoparticle systems and may contribute to the development of the future spintronics device of sub-nm in size.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( PHAM VAN THACH )	
	(職) 氏 名
論文審査担当者	主 査 教 授 鈴 木 義 茂
	副 査 教 授 木 村 剛
	副 査 教 授 関 山 明

論文審査の結果の要旨

提出された論文は絶縁体であるMgO中にFeの微粒子を2次元的に分散し、さらにその分散面の上下に強磁性あるいは非磁性の対向電極を置いたトンネル接合系の電気伝導に関する研究について記述したものである。これまでも同様な研究の報告はあったが、本研究は対向電極・MgO絶縁層・Fe微粒子の全てがエピタキシャルに成長した単結晶である点に特徴がある。

Feを対向電極とした場合、微粒子系に特徴的な磁気抵抗効果が得られた。この効果はゼロ磁場で微粒子の磁化がランダムな方向を向いた状態から、磁場下において微視粒子の磁化と対向電力の磁化の向きがそろった状態との間のトンネル確率の差として説明された。低温において電気伝導特性にはクーロンブロッケイドに起因するギャップが観察されたが、これまでみられているようなコトンネリングによる磁気抵抗効果の増大は見られなかった。その一方で粒子が小さくなるほど磁気抵抗効果が大きくなる傾向がみられ、このことは、微粒子系におけるスピン偏極度の増大に起因するものであると解釈された。

非磁性金属を対向電極とした場合においても小さいながら磁気抵抗効果が観測された。この効果には磁化過程を直接反映する部分と、磁化が飽和した時の磁化の膜面に対する角度だけで決まる部分があることを見出した。前者は複数の強磁性微粒子を介したトンネル伝導として理解された。後者はスピン軌道相互作用に起因するトンネル異方性磁気抵抗効果(TAMR)であると考えられた。微粒子系でTAMR効果が観測されるのはこの実験が初めてであり、本研究に用いた微粒子が単結晶であることが重要な役割を果たしたものと推察される。

結晶成長・微細加工から低温での電気伝導スペクトルの測定まで全て本人が行っており、実験に関する質問によく答えていた。現象の物理的な解釈においてもその大要をよく理解して質問に答えていた。発表および質問に対する応答の態度は真摯であり、周りからすすんで学びとる態度がみられた。本論文では物理的な機構解明が完全になされたわけではないが、自らこれまでになく良質な試料を作製し、精度の高い測定により新現象を発見・提示したこと学術的価値は高く、学位を授与するにふさわしいものと判断した。