

Title	リング型磁性メモリセルの研究
Author(s)	佐々木, 勲
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/23437
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	佐々木 勲
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 22021 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科マテリアル科学専攻
学位論文名	リング型磁性メモリセルの研究
論文審査委員	(主査) 教授 中谷 亮一 (副査) 教授 白井 泰治 教授 掛下 知行

論文内容の要旨

本論文は、超高集積磁性メモリセルを実用化するための要素技術を確認することを目的としたものであり、磁性体ドットの磁化反転過程および交換磁気異方性について検討し、得られた成果をまとめたもので、以下の 7 章より構成される。

第 1 章では、本研究の背景および本研究の目的について述べた。

第 2 章では、磁性体ドットの作製方法および各種評価方法について述べた。

第 3 章では、磁化自由層に対応する、Ni-Fe 非対称リングドットの *onion state* と *vortex state* の間で起こる磁化反転過程について検討した。この検討により、磁場を掃引すると、非対称リングドットの磁化状態は *onion state* から *vortex state*、さらに最初とは逆向きの磁化を有する *onion state* へと変化することがわかった。非対称リングドットの磁化状態が *onion state* である時、リング上部のドメインでは、リング下部のドメインよりも、単位体積当たりの静磁エネルギーが高い。このため、*onion state* から *vortex state* へと磁化反転が進行する際、単位体積当たりの静磁エネルギーが高いリング上部のドメインを減少させるため、磁壁はリング上部へと移動することがわかった。

第 4 章では、磁化自由層に対応する、Ni-Fe 非対称リングドットの *vortex state* から *onion state* への磁化状態の遷移過程について検討した。その結果、リングの幅が 260 nm~460 nm である場合、*vortex state* から *onion state* への磁化反転過程において、リング下側の内周部で *vortex core* が発生し、リング外周部へ向けて移動し、消滅することが明らかになった。また、リングの幅が 260 nm~460 nm である場合、非常に狭い磁場の範囲で、*vortex core* が発生し、消滅することが明らかになった。

第 5 章では、磁化固定層に対応する、Ni-Fe/Fe-Mn 正方形ドットにおいて、ドットサイズが交換磁気異方性に及ぼす影響について検討した。この検討により、ドットサイズが減少すると、反強磁性体スピンの熱ゆらぎが顕著となり、交換バイアス磁場およびブロッキング温度が低下することが明らかになった。

第 6 章では、磁化固定層に対応する、Ni-Fe/Mn-Ir 非対称リングドットの、*onion state* と *vortex state* の間で起こる磁化反転過程について検討した。その結果、非対称リングドットの磁化状態が *onion state* から *vortex state* へと変化する際、強磁性層と反強磁性層の界面に働く交換バイアス磁場により、磁場を掃引する向きに依存して、磁壁の移動する向きおよび移動量が変化することが明らかになった。

第 7 章では、本研究で得られた結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、超高集積磁性メモリセルを実用化するための要素技術を確立することを目的としたものであり、磁性体ドットの磁化反転過程および交換磁気異方性について検討し、メモリセル構造による磁化反転過程の変化について明確にしたものであり、以下の知見を得ている。

(1) 磁化自由層に対応する Ni-Fe 非対称リングドットの onion state と vortex state の間で起こる磁化反転過程について検討し、磁場を掃引すると、非対称リングドットの磁化状態は onion state から vortex state、さらに最初とは逆向きの磁化を有する onion state へと変化することを明らかにしている。

(2) 非対称リングドットの磁化状態が onion state である時、リング上部のドメインでは、リング下部のドメインよりも、単位体積当たりの静磁エネルギーが高く、このため、onion state から vortex state へと磁化反転が進行する際、単位体積当たりの静磁エネルギーが高いリング上部のドメインを減少させるため、磁壁はリング上部へと移動することを明らかにしている。

(3) 磁化自由層に対応する Ni-Fe 非対称リングドットの vortex state から onion state への磁化状態の遷移過程について検討している。リングの幅が 260 nm～460 nm である場合、vortex state から onion state への磁化反転過程において、リング下側の内周部で vortex core が発生し、リング外周部へ向けて移動し、消滅することを明らかにしている。また、リングの幅が 260 nm～460 nm である場合、非常に狭い磁場の範囲で、vortex core が発生し、消滅することを明らかにしている。

(4) 磁化固定層に対応する Ni-Fe/Fe-Mn 正方形ドットにおいて、ドットサイズが交換磁気異方性に及ぼす影響について検討し、ドットサイズが減少すると、反強磁性体スピンの熱ゆらぎが顕著となり、交換バイアス磁場およびプロッキング温度が低下することを明らかにしている。

(5) 磁化固定層に対応する Ni-Fe/Mn-Ir 非対称リングドットの onion state と vortex state の間で起こる磁化反転過程について検討し、非対称リングドットの磁化状態が onion state から vortex state へと変化する際、強磁性層と反強磁性層の界面に働く交換バイアス磁場により、磁場を掃引する向きに依存して、磁壁の移動する向きおよび移動量が変化することを明らかにしている。

以上のように、本論文は、超高集積磁性メモリセルにおける磁化反転過程および交換磁気異方性について明らかにし、また、将来の磁性メモリセル実用化に向けた要素技術を明確にしたものである。従って、本論文は、学術的知見のみならず、超高集積磁性メモリセルの実用化に寄与する材料学的知見を多く含んでおり、材料工学の進展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。