

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成18年11月9日(2006.11.9)

【公開番号】特開2000-340859(P2000-340859A)

【公開日】平成12年12月8日(2000.12.8)

【出願番号】特願平11-324037

【国際特許分類】

H 01 L	43/08	(2006.01)
G 11 B	5/39	(2006.01)
G 11 C	11/15	(2006.01)
H 01 F	10/14	(2006.01)
H 01 F	10/16	(2006.01)

【F I】

H 01 L	43/08	Z
G 11 B	5/39	
G 11 C	11/15	
H 01 F	10/14	
H 01 F	10/16	

【手続補正書】

【提出日】平成18年9月22日(2006.9.22)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】非磁性層を介して積層された二つの磁性層の積層膜を主構成要素とする磁気抵抗効果素子であって、

一方の前記磁性層が磁化回転抑制層と磁気的に結合して固定層を構成し、

前記一方の磁性層が2層の界面磁性膜と前記2層の界面磁性膜に挟まれたMFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>磁性膜(MはFe,Co,Niから選ばれる1種もしくは2種以上の元素)との積層膜より構成され、

一方の前記界面磁性膜が[磁性膜/非磁性膜/磁性膜]から成り、前記非磁性膜を介して前記二つの磁性膜が反強磁性的に結合し、

前記非磁性層を介して積層された二つの磁性層の積層膜の膜面の主に垂直方向に電流を流す、

磁気抵抗効果素子。

【請求項2】前記一方の磁性層が外部磁界に対して磁化回転し難く、他方の磁性層が磁化回転し易い、請求項1に記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項3】他方の前記界面磁性膜がFe,Co,Niから選ばれる1種もしくは2種以上の元素より成る、請求項1に記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項4】前記磁化回転抑制層がP-Mn系(PはPt,Ni,Pd,Ir,Rh,Ru,Crから選ばれる1種もしくは2種以上の元素)合金より成る、請求項1に記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項5】請求項1~4のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子に、更にシールド部を具備してなる磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項6】請求項1~4のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子に、更に検知すべき磁界を磁気抵抗素子部に導入するヨ-クを具備してなる磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項7】情報を記録するための磁界を発生させる導体線、

情報を記録するために設けられた磁気抵抗効果素子、及び

前記磁気抵抗効果素子の磁気抵抗変化より情報読み出しするための導体線を主構成要素とするメモリ素子において、

前記磁気抵抗効果素子が請求項1に記載の磁気抵抗効果素子である、メモリ素子。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の非磁性層に高抵抗の酸化物膜を用いた従来のTMR膜とは全く異なり、本発明は、非磁性層(2)を介して積層された二つの磁性層の積層膜を主構成要素とする磁気抵抗効果素子であって、一方の前記磁性層が磁化回転抑制層(4)と磁気的に結合して固定層を構成し、前記一方の磁性層が2層の界面磁性膜(5)と前記2層の界面磁性膜に挟まれたM<sub>2</sub>Fe<sub>18</sub>O<sub>4</sub>磁性膜(3)、MはFe,Co,Niから選ばれる1種もしくは2種以上の元素との積層膜より構成され、一方の前記界面磁性膜が[磁性膜(5-1)/非磁性膜(5-2)/磁性膜(5-3)]から成り、前記非磁性膜を介して前記二つの磁性膜(5-1,5-3)が反強磁的に結合し、前記非磁性層を介して積層された二つの磁性層の積層膜の膜面の主に垂直方向に電流を流す。MがFeの場合は比較的低抵抗となり、MがNi,Coとなるに従って比較的高抵抗となるので、組成を適当に選ぶことにより素子のインピ-ダンスの調整が可能である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

図1に参考例の磁気抵抗効果素子の構成を示す断面図の一例を示す。図1は、非磁性層2によって磁気的に隔離された二つの酸化物磁性層1,3より成る磁気抵抗効果素子を示す。酸化物磁性層1,3は主としてM<sub>2</sub>Fe<sub>18</sub>O<sub>4</sub>(MはFe,Co,Niから選ばれる1種もしくは2種以上の元素)より構成される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

以上述べたような参考例の磁気抵抗効果素子を用いて、磁気抵抗効果型ヘッドを構成することができる。図に示したものはセンサ-等の磁気抵抗効果素子として使用できるし、ヨ-クの形状により読み取るべき信号磁界の領域を規制することにより磁気抵抗効果型ヘッドともなるものである。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0039】

(参考例1)

多元スパッタリング装置を用いて図1に示した構成の磁気抵抗効果素子を作製した。基板にはSiを用い、磁性層用のターケットには焼結したNi<sub>0.5</sub>Fe<sub>2.5</sub>O<sub>4</sub>、Co<sub>0.5</sub>Fe<sub>2.5</sub>O<sub>4</sub>を用

い、又非磁性層用にはCuタ - ゲットを用いた。真空チャンバー内を $1\times10^{-8}$ Torr以下まで排気した後、Arガスを0.8mTorrになるように流しながら、スパッタリング法を用いて、下記の構成の磁気抵抗効果素子を作製した。

試料A  $\text{Ni}_{0.5}\text{Fe}_{2.5}\text{O}_4$ (30)/Cu(25)/ $\text{Co}_{0.5}\text{Fe}_{2.5}\text{O}_4$ (20) (( )内は膜厚nmを示す)

試料Aの磁化曲線を室温で200kA/mの磁界を印可して磁界振動磁力計で測定したところ、保磁力が異なる2種類の磁性層からなる積層膜特有の2段曲線を示した。この磁気抵抗効果素子の上下に電極を設けて、そのMR特性を室温で最高200kA/mの磁界を印可して測定した。その結果MR比は30%と極めて高い値を示した。

#### 【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0040】

(参考例2)

参考例1と同様に多元スパッタリング装置を用いて図2に示した構成の磁気抵抗効果素子を作製した。基板にはSiを用い、磁性層用のタ - ゲットには焼結した $\text{Ni}_{0.1}\text{Fe}_{2.9}\text{O}_4$ 、 $\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{2.8}\text{O}_4$ を用い、又非磁性層用にはCuを、磁化回転抑制層にはIrMnタ - ゲットを用いた。真空チャンバー内を $1\times10^{-8}$ Torr以下まで排気した後、Arガスを0.8mTorrになるように流しながら、スパッタリング法を用いて、下記の構成の磁気抵抗効果素子を作製した。

試料B  $\text{Ni}_{0.1}\text{Fe}_{2.9}\text{O}_4$ (50)/Cu(22)/ $\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{2.8}\text{O}_4$ (20)/IrMn(15)

この磁気抵抗効果素子の上下に電極を設けて、そのMR特性を室温で最高200kA/mの磁界を印可して測定した。その結果MR比は28%と極めて高い値を示した。

#### 【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

(参考例3)

参考例1と同様に多元スパッタリング装置を用いて図3に示した構成の磁気抵抗効果素子を作製した。基板にはSiを用い、磁性層用のタ - ゲットには焼結した $\text{Ni}_{0.1}\text{Fe}_{2.9}\text{O}_4$ 、 $\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{2.8}\text{O}_4$ を用い、又非磁性層用にはCuタ - ゲットを、磁化回転抑制層にはIrMnを、界面磁性層には $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ を用いた。真空チャンバー内を $1\times10^{-8}$ Torr以下まで排気した後、Arガスを0.8mTorrになるように流しながら、スパッタリング法を用いて、下記の構成の磁気抵抗効果素子を作製した。

試料C  $\text{Ni}_{0.1}\text{Fe}_{2.9}\text{O}_4$ (50)/ $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ (2)/Cu(22)/ $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ (2)/ $\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{2.8}\text{O}_4$ (20)/ $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ (2)/IrMn(15)

この磁気抵抗効果素子の上下に電極を設けて、そのMR特性を室温で最高200kA/mの磁界を印可して測定した。その結果MR比は32%と極めて高い値を示した。

#### 【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

(参考例4)

参考例1と同様に多元スパッタリング装置を用いて類似の構成の磁気抵抗効果素子を作製した。基板にはSiを用い、磁性層用のタ - ゲットには焼結した $\text{Fe}_3\text{O}_4$ を用い、又非磁性層用にはCuタ - ゲットを、磁化回転抑制層にはPtMnを、界面磁性層には $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ と $\text{Ni}_{0.1}$

$\text{Fe}_{0.2}$ を用いた。真空チャンバー内を $1\times 10^{-8}$ Torr以下まで排気した後、Arガスを0.8mTorrになるように流しながら、スパッタリング法を用いて、下記の構成の磁気抵抗効果素子を成膜し、280°で磁界中熱処理を行った。

試料C' Ni<sub>0.8</sub>Fe<sub>0.2</sub>(2)/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(1)/Co<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>(0.5)/Cu(2.2)/Co<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>(2)/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(1)/Co<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>(2)/PtMn(15)

この磁気抵抗効果素子の上下に電極を設けて、そのMR特性を室温で最高200kA/mの磁界を印可して測定した。その結果MR比は40%と極めて高い値を示した。

#### 【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

##### (参考例5)

参考例1と同様に多元スパッタリング装置を用いて図1と図2に示した構成の2種類の磁気抵抗効果素子を作製した。基板にはSiを用い、磁性層用のターケットには焼結したNi<sub>0.2</sub>Fe<sub>2.8</sub>O<sub>4</sub>、Co<sub>0.2</sub>Fe<sub>2.8</sub>O<sub>4</sub>を用い、又非磁性層用にはCuを、磁化回転抑制層としてはPtMnターゲットを用いた。真空チャンバー内を $1\times 10^{-8}$ Torr以下まで排気した後、Arガスを0.8mTorrになるように流しながら、スパッタリング法を用いて、下記の構成の磁気抵抗効果素子を作製した。

試料D Ni<sub>0.2</sub>Fe<sub>2.8</sub>O<sub>4</sub>(50)/Cu(25)/Co<sub>0.2</sub>Fe<sub>2.8</sub>O<sub>4</sub>(20)

試料E Ni<sub>0.2</sub>Fe<sub>2.8</sub>O<sub>4</sub>(50)/Cu(25)/Co<sub>0.2</sub>Fe<sub>2.8</sub>O<sub>4</sub>(20)/PtMn(20)

成膜後試料Eは280°で磁界中熱処理を施し、PtMnの規則化を行った。

#### 【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0045】

##### (参考例6)

参考例1と同様に多元スパッタリング装置を用いて図3に示した構成の磁気抵抗効果素子を作製した。基板にはSiを用い、磁性層用のターゲットには焼結したNi<sub>0.1</sub>Fe<sub>2.9</sub>O<sub>4</sub>、Co<sub>0.1</sub>Fe<sub>2.9</sub>O<sub>4</sub>を用い、又非磁性層用にはCuターゲットを、磁化回転抑制層にはPtMnを、界面磁性層にはCo<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>を用いた。真空チャンバー内を $1\times 10^{-8}$ Torr以下まで排気した後、Arガスを0.8mTorrになるように流しながら、スパッタリング法を用いて、下記の構成の磁気抵抗効果素子を作製した。

試料F Ni<sub>0.1</sub>Fe<sub>2.9</sub>O<sub>4</sub>(50)/Co<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>(2)/Cu(22)/Co<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>(2)/Co<sub>0.1</sub>Fe<sub>2.9</sub>O<sub>4</sub>(20)/Co<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>(2)/PtMn(20)

この磁気抵抗効果素子を用いて図に示すようなシールド型の磁気抵抗効果ヘッドを作製した。基板としてはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC基板を用い、シールド材にはNi<sub>0.8</sub>Fe<sub>0.2</sub>合金を用い、絶縁膜にはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用いた。電極にはAuを用いた。自由層Ni<sub>0.1</sub>Fe<sub>2.9</sub>O<sub>4</sub>(50)/Co<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>(2)の磁化容易方向が検知すべき信号磁界方向と垂直になるように、固定層Co<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>(2)/Co<sub>0.2</sub>Fe<sub>2.8</sub>O<sub>4</sub>(20)/Co<sub>0.9</sub>Fe<sub>0.1</sub>(2)/IrMn(15)の磁化容易軸の方向が検知すべき信号磁界方向と平行になるように磁性膜に異方性を付与した。この方法は、磁気抵抗効果素子を作成後、まず、磁界中280°で熱処理して、固定層の容易方向を規定した後、更に、200°で上記と直交する方向に磁界を印加して熱処理し、自由層の容易軸を規定した。

#### 【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0047】

## (参考例7)

参考例1と同様に多元スパッタリング装置を用いて図1と図2に示した構成の2種類の磁気抵抗効果素子を作製した。基板にはSiを用い、磁性層用のターケットには焼結した $\text{Ni}_{0.1}\text{Fe}_{2.9}\text{O}_4$ と $\text{Co}_{0.1}\text{Fe}_{2.9}\text{O}_4$ を用い、又非磁性層用にはCuを、磁化回転抑制層としてはIrMnを、界面磁性層用として $\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}$ , $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ をターゲットを用いた。真空チャンバー内を $1\times 10^{-8}\text{Torr}$ 以下まで排気した後、Arガスを $0.8\text{mTorr}$ になるように流しながら、スパッタリング法を用いて、下記の構成の磁気抵抗効果素子を作製した。

試料G  $\text{Ni}_{0.1}\text{Fe}_{2.9}\text{O}_4$ (50)/ $\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}$ (2)/Cu(25)/ $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ (1)/ $\text{Co}_{0.1}\text{Fe}_{2.9}\text{O}_4$ (50)

試料H  $\text{Ni}_{0.1}\text{Fe}_{2.9}\text{O}_4$ (50)/ $\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}$ (2)/Cu(25)/ $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ (1)/ $\text{Ni}_{0.1}\text{Fe}_{2.9}\text{O}_4$ (20)/ $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ (2)/IrMn(15)

これら磁気抵抗効果素子G,Hを用いて、図7に示したようなメモリ-素子を作製した。導体線にはAuを用い、情報読出用導体線と磁気抵抗効果素子部とを接合する電極にはPtを用いた。又情報記録用導体線と磁気抵抗効果素子部及び情報読出用導体線部との絶縁には $\text{Al}_2\text{O}_3$ を用いた。

## 【手続補正12】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0051

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0051】

## (実施例1)

参考例1と同様に多元スパッタリング装置を用いて図4の構成の磁気抵抗効果素子を作製した。基板にはSiを用い、磁性層用のターゲットには焼結した $\text{Fe}_3\text{O}_4$ を用い、又非磁性層用にはCuターゲットを、磁化回転抑制層にはPtMnを、界面磁性層にはRuを介して反強磁的に交換結合した $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ と $\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}$ を用いた。真空チャンバー内を $1\times 10^{-8}\text{Torr}$ 以下まで排気した後、Arガスを $0.8\text{mTorr}$ になるように流しながら、スパッタリング法を用いて、下記の構成の磁気抵抗効果素子を成膜し、280°Cで磁界中熱処理を行った。

試料I  $\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}$ (2)/Ru(0.7)/ $\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}$ (1)/ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (0.6)/ $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ (1)/Cu(2.2)/ $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ (2)/ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ (0.6)/ $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ (2)/Ru(0.7)/ $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ (2)/PtMn(15)

この磁気抵抗効果素子の上下に電極を設けて、そのMR特性を室温で最高 $200\text{kA/m}$ の磁界を印可して測定した。その結果MR比は36%と極めて高い値を示した。

## 【手続補正13】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0052

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0052】

作製したこの素子を用いて実施例5と同様な方法で磁気ヘッドを作製し、センス電流として約 $1\text{kA/m}$ の交流信号磁界を印加してこの膜を用いたヘッドと実施例5のヘッドの出力を比較した。その結果このヘッドの出力は、参考例5のヘッドよりも更に感度が高くなることがわかった。

## 【手続補正14】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0053

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0053】

又この膜を用いて参考例6と同様な方法でメモリ-素子を作製した。このメモリ-素子

と参考例6のメモリ-素子の反転磁界を測定したところ、同じ形状の素子であれば、このメモリ-素子の反転磁界は参考例6のそれより小さくなることがわかった。