

【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】令和 1 年 6 月 27 日 (2019.6.27)

【公表番号】特表 2018-522404 (P2018-522404A)

【公表日】平成 30 年 8 月 9 日 (2018.8.9)

【年通号数】公開・登録公報 2018-030

【出願番号】特願 2017-563135 (P2017-563135)

【国際特許分類】

H 0 1 L 43/08 (2006.01)

H 0 1 L 43/12 (2006.01)

G 0 1 R 33/09 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 43/08 Z

H 0 1 L 43/12

G 0 1 R 33/09

【手続補正書】

【提出日】令和 1 年 5 月 21 日 (2019.5.21)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の上に堆積される磁気抵抗効果素子であって、

第 1 の自由層構造及び第 2 の自由層構造を備える偶数個の自由層構造と、

第 1 のスペーサ層及び第 2 のスペーサ層を備える偶数個のスペーサ層と、

第 1 の固定層構造及び第 2 の固定層構造を備える偶数個の固定層構造と

を備え、前記偶数個の自由層構造、前記偶数個のスペーサ層及び前記偶数個の固定層構造が層のスタックで配置され、前記第 1 のスペーサ層が第 1 の厚さを有し、前記第 1 の厚さが、前記第 1 の固定層構造と前記第 1 の自由層構造の間の結合が反強磁性結合又は強磁性結合のうちの第 1 の選択された結合になるように選択され、前記第 2 のスペーサ層が前記第 1 の厚さとは異なる第 2 の厚さを有し、前記第 2 の厚さが、前記第 2 の固定層構造と前記第 2 の自由層構造の間の結合が反強磁性結合又は強磁性結合のうちの前記第 1 の選択された結合とは異なる第 2 の選択された結合になるように選択され、

少なくとも第 1 の固定化層、第 2 の固定化層及び第 3 の固定化層を備える奇数個の固定化層であって、前記第 1 の固定化層及び第 2 の固定化層がそれぞれ前記第 1 の固定層構造及び第 2 の固定層構造に磁氣的に結合され、前記第 1 の固定化層及び第 2 の固定化層の焼きなまし磁気方向が互いに平行であり、前記第 3 の固定化層の焼きなまし磁気方向が、前記第 1 の固定化層及び第 2 の固定化層の焼きなまし磁気方向と同じ方向にない、奇数個の固定化層

を備える磁気抵抗効果素子。

【請求項 2】

前記第 1 のスペーサ層及び前記第 2 のスペーサ層がそれぞれ R u からなる、請求項 1 に記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項 3】

前記第 1 の厚さが、1 . 0 n m から 1 . 7 n m の範囲であり、前記第 2 の厚さが、3 . 0 n m から 3 . 7 n m の範囲である、請求項 2 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 4】

前記第 2 の厚さが、1 . 0 n m から 1 . 7 n m の範囲であり、前記第 1 の厚さが、3 . 0 n m から 3 . 7 n m の範囲である、請求項 2 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 5】

前記第 1 の固定層構造及び前記第 2 の固定層構造が、それぞれ 1 つの個々の固定層からなる、請求項 2 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 6】

前記第 1 の固定層構造及び前記第 2 の固定層構造が、それぞれ個々の合成反強磁性体 ( S A F ) 構造を備える、請求項 2 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 7】

前記第 1 の固定層構造及び前記第 2 の固定層構造が、それぞれ 1 つの個々の固定層からなる、請求項 1 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 8】

前記第 1 の固定層構造及び前記第 2 の固定層構造が、それぞれ個々の合成反強磁性体 ( S A F ) 構造を備える、請求項 1 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 9】

前記偶数個の固定層構造が、第 3 の固定層構造及び第 4 の固定層構造をさらに備え、前記第 3 の固定化層が、前記第 3 の固定層構造及び第 4 の固定層構造の両方に磁気的に結合される共通固定化層である、請求項 1 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 10】

前記第 1 の固定化層及び前記第 2 の固定化層がそれぞれ P t M n からなる、請求項 1 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 11】

前記第 3 の固定化層が P t M n からなる、請求項 10 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 12】

前記第 1 の固定化層及び前記第 2 の固定化層の焼きなまし磁気方向が互いに平行であり、前記第 3 の固定化層の焼きなまし磁気方向が、前記第 1 の固定化層及び第 2 の固定化層の焼きなまし磁気方向に対して 90 度である、請求項 11 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 13】

前記磁気抵抗効果素子の少なくとも一部がヨーク形状を有する、請求項 9 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 14】

前記ヨーク形状の長さ ( L ) 及び前記ヨーク形状の横方向のアームの長さ ( d ) が、それぞれ前記ヨーク形状の幅 ( w ) の少なくとも 3 倍であり、前記ヨーク形状の前記幅 ( w ) が 1  $\mu$  m と 20  $\mu$  m の間であり、前記長さ ( L ) が前記ヨーク形状の最も長い寸法である、請求項 13 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 15】

磁気抵抗効果素子を製造する方法であって、

前記磁気抵抗効果素子を基板の上に堆積させるステップであって、前記磁気抵抗効果素子が、

第 1 の自由層構造及び第 2 の自由層構造を備える偶数個の自由層構造と、

第 1 のスペーサ層及び第 2 のスペーサ層を備える偶数個のスペーサ層と、

第 1 の固定層構造及び第 2 の固定層構造を備える偶数個の固定層構造と

を備え、前記偶数個の自由層構造、前記偶数個のスペーサ層及び前記偶数個の固定層構造が層のスタックで配置され、前記第 1 のスペーサ層が第 1 の厚さを有し、前記第 1 の厚さが、前記第 1 の固定層構造と前記第 1 の自由層構造の間の結合が反強磁性結合又は強磁性結合のうちの第 1 の選択された結合になるように選択され、前記第 2 のスペーサ層が前記第 1 の厚さとは異なる第 2 の厚さを有し、前記第 2 の厚さが、前記第 2 の固定層構造と前記第 2 の自由層構造の間の結合が反強磁性結合又は強磁性結合のうちの前記第 1 の選択された結合とは異なる第 2 の選択された結合になるように選択され、前記磁気抵抗効果素子

子がさらに、

少なくとも第 1 の固定化層、第 2 の固定化層及び第 3 の固定化層を備える奇数個の固定化層であって、前記第 1 の固定化層及び第 2 の固定化層がそれぞれ前記第 1 の固定層構造及び第 2 の固定層構造に磁氣的に結合される、奇数個の固定化層を備える、前記磁気抵抗効果素子を基板の上に堆積させるステップと、

前記磁気抵抗効果素子を焼きなますステップであって、

前記第 1 の固定化層及び第 2 の固定化層の磁気方向が互いに平行になるように焼きなますステップ、並びに、

前記第 3 の固定化層の磁気方向を、前記第 1 の固定化層及び第 2 の固定化層の焼きなまし磁気方向と同じ方向にないように焼きなますステップ

を含む、前記磁気抵抗効果素子を焼きなますステップと

を含む方法。

【請求項 16】

前記第 1 のスペーサ層及び第 2 のスペーサ層が Ru からなる、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記第 1 の厚さが、1.0 nm から 1.7 nm の範囲であり、前記第 2 の厚さが、3.0 nm から 3.7 nm の範囲である、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記第 2 の厚さが、1.0 nm から 1.7 nm の範囲であり、前記第 1 の厚さが、3.0 nm から 3.7 nm の範囲である、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】

前記第 1 の固定層構造及び前記第 2 の固定層構造が、それぞれ 1 つの個々の固定層からなる、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 20】

前記第 1 の固定層構造及び前記第 2 の固定層構造が、それぞれ個々の合成反強磁性体 (SAF) 構造を備える、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 21】

前記第 1 の固定層構造及び前記第 2 の固定層構造が、それぞれ 1 つの個々の固定層からなる、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 22】

前記第 1 の固定層構造及び前記第 2 の固定層構造が、それぞれ個々の合成反強磁性体 (SAF) 構造を備える、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 23】

前記偶数個の固定層構造が、第 3 の固定層構造及び第 4 の固定層構造をさらに備え、前記第 3 の固定化層が、前記第 3 の固定層構造及び第 4 の固定層構造の両方に磁氣的に結合される共通固定化層である、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 24】

前記第 1 の固定化層及び前記第 2 の固定化層がそれぞれ PtMn からなる、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 25】

前記第 3 の固定化層が PtMn からなる、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 26】

前記第 3 の固定化層の磁気方向を焼きなますステップが、  
前記第 3 の固定化層の磁気方向が前記第 1 の固定化層及び第 2 の固定化層の焼きなまし磁気方向に対して 90 度になるように焼きなますステップ  
を含む、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 27】

ヨーク形状を有するよう前記磁気抵抗効果素子をパターン化するステップ  
をさらに含む、請求項 23 に記載の方法。

## 【請求項 28】

前記ヨーク形状の長さ（ $L$ ）及び前記ヨーク形状の横方向のアームの長さ（ $d$ ）が、それぞれ前記ヨーク形状の幅（ $w$ ）の少なくとも3倍であり、前記ヨーク形状の前記幅（ $w$ ）が  $1\ \mu\text{m}$  と  $20\ \mu\text{m}$  の間であり、前記長さ（ $L$ ）が前記ヨーク形状の最も長い寸法である、請求項 27 に記載の方法。

## 【請求項 29】

磁気抵抗効果素子であって、  
基板と、

前記基板の上に配置される第1の固定層構造と、  
前記第1の固定層構造の上に配置される第1のスペーサ層と、  
前記第1のスペーサ層の上に配置される第1の自由層構造と、  
前記第1の自由層構造の上に配置される反強磁性層と、  
前記反強磁性層の上に配置される第2の自由層と、  
前記第2の自由層構造の上に配置される第2のスペーサ層と、  
前記第2のスペーサ層の上に配置される第2の固定層構造と

を備え、前記第1のスペーサ層が、前記第1の固定層と前記第1の自由層の間の結合が反強磁性結合又は強磁性結合のうちの第1の選択された結合になるよう、第1の厚さを有し、前記第2のスペーサ層が、前記第2の固定層と前記第2の自由層の間の結合が反強磁性結合又は強磁性結合のうちの前記第1の選択された結合とは異なる第2の選択された結合になるよう、前記第1の厚さとは異なる第2の厚さを有し、前記第1の固定層構造及び第2の固定層構造の焼きなまし磁気方向が互いに平行であり、前記反強磁性層の焼きなまし磁気方向が、前記第1の固定層構造及び第2の固定層構造の焼きなまし磁気方向と平行でない、磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 30】

前記第1のスペーサ層及び前記第2のスペーサ層がそれぞれ  $R_u$  からなる、請求項 29 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 31】

前記第1の厚さが、 $1.0\ \text{nm}$  から  $1.7\ \text{nm}$  の範囲であり、前記第2の厚さが、 $3.0\ \text{nm}$  から  $3.7\ \text{nm}$  の範囲である、請求項 30 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 32】

前記第2の厚さが、 $1.0\ \text{nm}$  から  $1.7\ \text{nm}$  の範囲であり、前記第1の厚さが、 $3.0\ \text{nm}$  から  $3.7\ \text{nm}$  の範囲である、請求項 30 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 33】

前記第1の固定層構造及び前記第2の固定層構造が、それぞれ1つの個々の固定層からなる、請求項 30 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 34】

前記第1の固定層構造及び前記第2の固定層構造が、それぞれ個々の合成反強磁性体（SAF）構造を備える、請求項 30 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 35】

前記第1の固定層構造及び前記第2の固定層構造が、それぞれ1つの個々の固定層からなる、請求項 29 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 36】

前記第1の固定層構造及び前記第2の固定層構造が、それぞれ個々の合成反強磁性体（SAF）構造を備える、請求項 29 に記載の磁気抵抗効果素子。

## 【請求項 37】

基板の上に堆積される磁気抵抗効果素子であって、

第1の自由層構造及び第2の自由層構造を備える偶数個の自由層構造と、  
第1のスペーサ層及び第2のスペーサ層を備える偶数個のスペーサ層と、  
第1の固定層構造及び第2の固定層構造を備える偶数個の固定層構造と

を備え、前記偶数個の自由層構造、前記偶数個のスペーサ層及び前記偶数個の固定層構造

造が層のスタックで配置され、前記第 1 のスペーサ層が第 1 の厚さを有し、前記第 1 の厚さが、前記第 1 の固定層構造と前記第 1 の自由層構造の間の結合が反強磁性結合又は強磁性結合のうちの第 1 の選択された結合になるように選択され、前記第 2 のスペーサ層が前記第 1 の厚さとは異なる第 2 の厚さを有し、前記第 2 の厚さが、前記第 2 の固定層構造と前記第 2 の自由層構造の間の結合が反強磁性結合又は強磁性結合のうちの前記第 1 の選択された結合とは異なる第 2 の選択された結合になるように選択され、

少なくとも第 1 の固定化層、第 2 の固定化層及び第 3 の固定化層を備える奇数個の固定化層であって、前記第 1 の固定化層及び第 2 の固定化層がそれぞれ前記第 1 の固定層構造及び第 2 の固定層構造に磁気的に結合され、前記偶数個の固定層構造が第 3 の固定層構造及び第 4 の固定層構造をさらに備え、前記第 3 の固定化層は前記第 3 の固定層構造及び前記第 4 の固定層構造の両方に磁気的に結合される共通固定化層であり、前記第 1 の固定化層及び前記第 2 の固定化層はそれぞれ P t M n からなる、奇数個の固定化層を備える、磁気抵抗効果素子。

【請求項 38】

前記第 3 の固定化層は P t M n からなる、請求項 37 に記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項 39】

磁気抵抗効果素子を製造する方法であって、

前記磁気抵抗効果素子を基板の上に堆積させるステップであって、前記磁気抵抗効果素子が、

第 1 の自由層構造及び第 2 の自由層構造を備える偶数個の自由層構造と、

第 1 のスペーサ層及び第 2 のスペーサ層を備える偶数個のスペーサ層と、

第 1 の固定層構造及び第 2 の固定層構造を備える偶数個の固定層構造と

を備え、前記偶数個の自由層構造、前記偶数個のスペーサ層及び前記偶数個の固定層構造が層のスタックで配置され、前記第 1 のスペーサ層が第 1 の厚さを有し、前記第 1 の厚さが、前記第 1 の固定層構造と前記第 1 の自由層構造の間の結合が反強磁性結合又は強磁性結合のうちの第 1 の選択された結合になるように選択され、前記第 2 のスペーサ層が前記第 1 の厚さとは異なる第 2 の厚さを有し、前記第 2 の厚さが、前記第 2 の固定層構造と前記第 2 の自由層構造の間の結合が反強磁性結合又は強磁性結合のうちの前記第 1 の選択された結合とは異なる第 2 の選択された結合になるように選択され、

少なくとも第 1 の固定化層、第 2 の固定化層及び第 3 の固定化層を備える奇数個の固定化層であって、前記第 1 の固定化層及び第 2 の固定化層がそれぞれ前記第 1 の固定層構造及び第 2 の固定層構造に磁気的に結合され、前記偶数個の固定層構造が第 3 の固定層構造及び第 4 の固定層構造をさらに備え、前記第 3 の固定化層は前記第 3 の固定層構造及び前記第 4 の固定層構造の両方に磁気的に結合される共通固定化層であり、前記第 1 の固定化層及び前記第 2 の固定化層はそれぞれ P t M n からなる、奇数個の固定化層

を備える、前記磁気抵抗効果素子を基板の上に堆積させるステップと、

前記磁気抵抗効果素子を焼きなますステップと

を含む方法。

【請求項 40】

前記第 3 の固定化層は P t M n からなる、請求項 39 に記載の方法。