

【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30年2月8日 (2018.2.8)

【公表番号】特表2017-504208(P2017-504208A)

【公表日】平成29年2月2日 (2017.2.2)

【年通号数】公開・登録公報2017-005

【出願番号】特願2016-545809(P2016-545809)

【国際特許分類】

H 0 1 L 43/08 (2006.01)

G 0 1 R 33/09 (2006.01)

H 0 1 L 43/10 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 43/08 Z

G 0 1 R 33/06 R

H 0 1 L 43/10

【手続補正書】

【提出日】平成29年12月22日 (2017.12.22)

【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】

磁気抵抗素子であって、

基板と、

前記基板の上に配置された第 1 の層であって、シード層を含む、第 1 の層と、

前記第 1 の層の上に配置された第 2 の層であって、第 1 の反強磁性固定化層を含む、第 2 の層と、

前記第 2 の層の上に配置された第 3 の層であって、前記第 3 の層は第 1 の固定層を含み、前記第 2 の層の位置は前記第 3 の層の磁化に影響を与えるように選択される、第 3 の層と、

前記第 3 の層の上に配置された第 4 の層であって、第 1 の非磁性スペーサ層を含む、第 4 の層と、

前記第 4 の層の上に配置された第 5 の層であって、前記第 5 の層は自由層を含み、前記自由層は複数の磁区を有し、前記複数の磁区は、

第 1 の方向を指す磁界を有する第 1 の複数の磁区と、

第 1 の方向とは異なる 1 つ又は複数の方向を指す磁界を有する第 2 の複数の磁区とを含む、第 5 の層と、

前記第 5 の層の上に配置された第 6 の層であって、第 2 の固定層を含み、単一の強磁性層からなる、第 6 の層と、

前記第 6 の層の上に配置された第 7 の層であって、前記第 7 の層は第 2 の反強磁性固定化層を含み、前記第 7 の層の位置は前記第 6 の層の磁化に影響を与えるように選択され、前記第 6 の層は前記第 5 の層に対して選択された位置にあり、前記第 5 の層に対する前記第 6 の層の前記選択された位置は、前記第 5 の層を完全に固定することなく、前記第 5 の層における前記第 2 の複数の磁区内の磁区の量の選択された減少をもたらす、第 7 の層と、

前記第 5 の層と、一緒に考慮した前記第 6 及び第 7 の層との間に配置された第 8 の層で

あって、前記第 8 の層は第 2 の非磁性スペーサ層を含み、前記第 8 の層の材料は、前記第 5 の層と前記第 6 の層との間での所望の部分的な固定を可能にしながら、前記第 8 の層の厚さが 0.5 nm よりも大きくなることを可能にするように選択される、第 8 の層と

を備え、前記第 1 の固定層は、

前記第 2 の層に近接して配置された第 1 の強磁性固定層と、

前記第 1 の強磁性固定層の上に配置された第 3 の非磁性スペーサ層と、

前記第 3 の非磁性スペーサ層の上に配置された第 2 の強磁性固定層と

から構成され、

前記第 1 及び第 2 の固定層における磁界方向は、90 度離れるようにアニールされ、前

記第 2 の固定層における磁界方向は、前記第 2 の反強磁性固定化層における磁界方向と平行であり、

前記第 1 及び第 2 の反強磁性固定化層の両方が PtMn から構成される磁気抵抗素子。

【請求項 2】

前記第 2 の非磁性スペーサ層の材料は、前記第 5 の層と前記第 6 の層との間の磁気結合が最大の強磁性結合と最大の反強磁性結合との間となることを可能にするように、前記第 2 の非磁性スペーサ層の厚さが 0.5 nm より大きいことを可能にするように選択される、請求項 1 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 3】

前記第 2 の非磁性スペーサ層は、前記第 5 の層と前記第 6 の層との間の調整可能な RKKY 結合を提供するように選択された材料から構成される、請求項 1 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 4】

前記第 2 の非磁性スペーサ層は Ru から構成される、請求項 1 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 5】

前記第 2 の非磁性スペーサ層の厚さは約 0.9 nm と約 2 nm の間である、請求項 4 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 6】

前記第 2 の非磁性スペーサ層が、Ru、Ag 又は Au のうちの選択された 1 つから構成される、請求項 1 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 7】

前記第 2 の非磁性スペーサ層の厚さは約 0.9 nm と約 2 nm の間である、請求項 6 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 8】

前記第 2 の非磁性スペーサ層の厚さは約 0.9 nm と約 2 nm の間である、請求項 1 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 9】

前記第 2 の非磁性スペーサ層の材料及び厚さは、前記第 5 の層の部分的な固定をもたらすように選択され、前記部分的な固定は、前記第 6 の層と前記第 5 の層との間の磁気結合が前記第 3 の層と前記第 5 の層との間の磁気結合よりも小さいことに対応する、請求項 1 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 10】

前記第 2 の非磁性スペーサ層は Ru から構成され、前記第 2 の非磁性スペーサ層の厚さは約 0.5 nm から約 1.7 nm の間である、請求項 1 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 11】

前記第 2 の反強磁性固定化層の材料は、両方が 300 より上の、ネール温度及びブロッキング温度を有するように選択される、請求項 1 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 12】

前記第 1 及び第 2 の固定層の両方が CoFe から構成される、請求項 1 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 13】

前記第 1 及び第 2 の強磁性固定層は C o F e から構成され、前記第 3 の非磁性スペーサ層は R u から構成される、請求項 1 2 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 1 4】

磁気抵抗素子の製造方法であって、

基板上に二重固定磁気抵抗素子を堆積させるステップを含み、

前記二重固定磁気抵抗素子は、

前記基板の上に配置された第 1 の反強磁性固定化層と、

前記反強磁性固定化層の上に配置された第 1 の固定層と、

前記第 1 の固定層の上に配置された第 1 の非磁性スペーサ層と、

前記第 1 の非磁性スペーサ層の上に配置された自由層と、

前記自由層の上に配置され、単一の強磁性層からなる第 2 の固定層と、

前記第 2 の固定層の上に配置された第 2 の反強磁性固定化層と、

前記第 2 の固定層と前記自由層との間に配置された第 2 の非磁性スペーサ層であって、前記第 2 の非磁性スペーサ層の材料は、前記第 2 の固定層と前記自由層との間の所望の部分的な固定を可能にしながら、前記第 2 の非磁性スペーサ層の厚さが 0 . 5 n m よりも大きくなることを可能にするように選択される、第 2 の非磁性スペーサ層と

を含み、前記第 1 の固定層は、

前記第 2 の層に近接して配置された第 1 の強磁性固定層と、

前記第 1 の強磁性固定層の上に配置された第 3 の非磁性スペーサ層と、

前記第 3 の非磁性スペーサ層の上に配置された第 2 の強磁性固定層と

から構成され、

前記第 1 及び第 2 の固定層における磁界方向は、90 度離れるようにアニールされ、前記第 2 の固定層における磁界方向は、前記第 2 の反強磁性固定化層における磁界方向と平行であり、

前記第 1 及び第 2 の反強磁性固定化層の両方が P t M n から構成される、方法。

【請求項 1 5】

前記第 2 の非磁性スペーサ層の材料は、前記第 2 の固定層と前記自由層との間の磁気結合が最大の強磁性結合と最大の反強磁性結合との間になることを可能にするように、前記第 2 の非磁性スペーサ層の厚さが 0 . 5 n m より大きいことを可能にするように選択される、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 6】

第 1 のアニーリング温度、第 1 のアニーリング磁界、第 1 のアニーリング磁界方向及び第 1 のアニーリング時間で、前記第 1 の固定層及び前記第 1 の反強磁性層をアニールするステップと、

第 2 のアニーリング温度、第 2 のアニーリング磁界、第 2 のアニーリング磁界方向及び第 2 のアニーリング時間で、前記第 2 の固定層及び前記第 2 の反強磁性層をアニールするステップと

を含み、

前記第 1 のアニーリング磁界方向は選択された磁化方向にあり、

前記第 2 のアニーリング磁界方向は前記第 1 のアニーリング磁界方向と直交し、

前記第 1 のアニーリング磁界は前記第 2 のアニーリング磁界より高く、前記第 2 のアニーリング磁界は、前記第 1 の固定層のアニーリング又は前記第 1 の反強磁性層のアニーリングに影響を与えることなく、前記第 2 の固定層のアニーリング及び前記第 2 の反強磁性層のアニーリングをもたらすように選択される、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記第 1 のアニーリング磁界は約 1 テスラであり、前記第 2 のアニーリング磁界は約 2 0 ミリテスラから約 1 0 0 ミリテスラの範囲にある、請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記第 1 のアニーリング温度は約 2 9 5 であり、前記第 2 のアニーリング温度は約 3 0 0 であり、前記第 1 のアニーリング時間は約 1 時間であり、前記第 2 のアニーリング

時間は約 1 時間である、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記第 1 及び第 2 の固定層の両方が C o F e から構成される、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記第 1 及び第 2 の固定層の両方が C o F e から構成される、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 21】

前記第 2 の非磁性スペーサ層は R u から構成され、前記第 2 の非磁性スペーサ層の厚さが約 0.9 nm と約 2 nm の間である、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 22】

前記第 2 の非磁性スペーサ層は R u から構成され、前記第 2 の非磁性スペーサ層の厚さが約 0.5 nm と約 1.5 nm の間である、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 23】

前記二重固定磁気抵抗素子を堆積させるステップは、前記二重固定磁気抵抗素子の少なくとも一部をヨーク形状に堆積させるステップを含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 24】

前記ヨーク形状の長さ ( L ) 及び前記ヨーク形状の横方向アームの長さ ( d ) は、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、前記ヨーク形状の幅 ( w ) は、約 1  $\mu$  m と約 20  $\mu$  m の間であり、前記長さ ( L ) は前記ヨーク形状の最長の寸法である、請求項 23 に記載の方法。

【請求項 25】

前記磁気抵抗素子の少なくとも一部はヨーク形状を有する、請求項 1 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 26】

前記ヨーク形状の長さ ( L ) 及び前記ヨーク形状の横方向アームの長さ ( d ) は、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、前記ヨーク形状の幅 ( w ) は、約 1  $\mu$  m と約 20  $\mu$  m の間であり、前記長さ ( L ) は前記ヨーク形状の最長の寸法である、請求項 25 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 27】

前記第 2 の非磁性スペーサ層は、約 - 50 m T と約 50 T の間の、前記第 5 の層と前記第 6 の層との間の R K K Y 結合を提供する、請求項 10 に記載の磁気抵抗素子。

【請求項 28】

前記第 2 の非磁性スペーサ層は、約 - 50 m T と約 50 T の間の、前記自由層と前記第 2 の固定層との間の R K K Y 結合を提供する、請求項 22 に記載の方法。