

【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 17 年 8 月 4 日 (2005.8.4)

【公開番号】特開 2003-229543 (P2003-229543A)
 【公開日】平成 15 年 8 月 15 日 (2003.8.15)
 【出願番号】特願 2002-26909 (P2002-26909)
 【国際特許分類第 7 版】

H 0 1 L 27/105
 G 1 1 C 11/14
 G 1 1 C 11/15
 H 0 1 L 43/08

【F I】

H 0 1 L 27/10 4 4 7
 G 1 1 C 11/14 A
 G 1 1 C 11/15
 H 0 1 L 43/08 Z

【手続補正書】

【提出日】平成 17 年 1 月 5 日 (2005.1.5)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項 1】

トンネル磁気抵抗効果によりデータを記憶する磁気記憶装置であって、
差動検出可能なように積層された少なくとも 2 つのトンネル磁気抵抗効果素子を備えた
 、磁気記憶装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 0】

文献 8 : R. Scheuerlein et al., "A 10ns Read and Write Non-Volatile Memory Array Using a Magnetic Tunnel Junction and FET Switch in each Cell", 2000 IEEE International Solid-State Circuits Conference

上記文献 8 で提案されたアーキテクチャは、図 29 に示す構成を有している。図 29 を参照して、このアーキテクチャでは、2 つの素子選択用トランジスタ 206 a、206 b と 2 つの強磁性トンネル接合素子 201 a、201 b とが 1 ビットとされる。そして、常に 2 つの強磁性トンネル接合素子 201 a、201 b の一方は平行に、他方は反平行になるように書込みが行なわれ、その記憶状態が差動検出法で読出される。つまり 2 つの強磁性トンネル接合素子 201 a、201 b の一方の出力信号に対する他方の出力信号の差により記憶状態が判定される。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 2 1 】

このように差動検出法でデータを読出しているため、TMR効果に伴う抵抗変化 | $R_{ap} - R_p$ | の全体を用いて記憶状態の判定がなされていることになる。よって、出力信号の大きさを図 28 に示すアーキテクチャの場合の 2 倍以上と大きくでき、S/N 比を改善することが可能となる。しかし、2 素子で 1 ビットを構成するため、1 ビット当りのセルサイズが大きくなり、大容量の MRAM を実現するにあたって問題となる。

【 手続補正 4 】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 2 4 】

【課題を解決するための手段】

本発明の磁気記憶装置は、トンネル磁気抵抗効果によりデータを記憶する磁気記憶装置であって、差動検出可能なように積層された少なくとも 2 つのトンネル磁気抵抗効果素子を備えている。

【 手続補正 5 】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 2 5 】

本発明の磁気記憶装置によれば、積層された 2 つのトンネル磁気抵抗効果素子だけで差動検出可能であるため、メモリセルにトランジスタは不要となり、微細なセル面積を実現することができる。また差動検出により記憶データを読出すことができるため、十分な S/N 比を得ることができる。よって、十分な S/N 比と微細なセル面積との双方を満たす磁気記憶装置を実現することができる。

【 手続補正 6 】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 2 7 】

このように第 1 配線が、積層された 2 つのトンネル磁気抵抗効果素子の間に延びるように配置されているため、第 1 配線に電流を流すことにより生ずる磁界で、2 つのトンネル磁気抵抗効果素子の各磁性層を互いに逆向きに磁化することができる。これにより、2 つのトンネル磁気抵抗効果素子の一方は平行に、他方は反平行に磁化して書込みを行なうことができる。よって、2 つのトンネル磁気抵抗効果素子を用いて差動検出法によるデータの読出を行なうことが可能となる。

【 手続補正 7 】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 5 8 】

次に、本実施の形態の磁気記憶装置の読出し動作について説明する。

図 3 を参照して、読出し時には、所定のトランジスタ 5 がオンされて、そのオン状態のトランジスタ 5 に接続されたワード線 3 が選択される。これにより、選択されたワード線 3 に接続されたトンネル磁気抵抗効果素子 1 a、1 b の各々にワード線 3 からトンネル電流が流される。その際の各トンネル電流あるいは各負荷電圧がビット線 2 a、2 b とトラ

ンジスタ 8 a、8 b とを經由してアンプ 4 に入力される。そして、2 つのトンネル磁気抵抗効果素子 1 a、1 b の一方のトンネル電流あるいは負荷電圧に対して他方のトンネル電流あるいは負荷電圧が高いか、低いかにより差動方式で記憶状態が判定される。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0060】

本実施の形態では、差動方式で記憶状態を読み出しているため、TMR 効果に伴う抵抗変化 $|R_{ap} - R_p|$ の全体を用いて記憶状態の判定がなされることになる。よって、図 28 に示すアーキテクチャの場合と比較して信号電圧は 2 倍以上大きくなる。さらに、メモリセル MC には素子選択用トランジスタは含まれていないため、そのトランジスタによるノイズの影響を受けない。このため、図 28 に示すアーキテクチャの場合と比較して、S/N 比は 10 倍以上大きくなる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0068

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0068】

このようにワード線 3 とビット線 2 a とにより書込む方式においても、ワード線 3 単独で書込む方式と同様、ワード線 3 の下にある記録層 13 a と上にある記録層 13 b とを互いに逆向きに磁化することができるため、同様に差動検出を行なうことができる。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0073

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0073】

本実施の形態の書込み時には、ワード線 3 に接続されたトランジスタ 5 をオフ状態にしておき、互いに直交する 2 本のビット線 2 a、2 b の各々に電流が流される。これにより、ビット線 2 a で生じた磁場とビット線 2 b で生じた磁場との合成磁場により図 6 および図 7 で説明した原理と同様の原理に基づき、記録層 13 a、13 b の各々は互いに同じ方向に磁化される。この磁化により、トンネル磁気抵抗効果素子 1 a、1 b の一方の固着層と記録層との磁化方向は互いに平行となり、他方の固着層と記録層との磁化方向は互いに反平行となる。したがって、実施の形態 1 と同様、差動方式の読み出しが可能となる。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0077

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0077】

本実施の形態の書込み時には、ワード線 3 に接続されたトランジスタ 5 をオフ状態にしておき、互いに直交する 2 本のビット線 2 a、2 b の各々に電流が流される。これにより、ビット線 2 a で生じた磁場とビット線 2 b で生じた磁場との合成磁場により図 6 および図 7 で説明した原理と同様の原理に基づき、記録層 13 a、13 b の各々は互いに同じ方向に磁化される。この磁化により、トンネル磁気抵抗効果素子 1 a、1 b の一方の固着層と記録層との磁化方向は互いに平行となり、他方の固着層と記録層との磁化方向は互いに反平行となる。したがって、実施の形態 1 と同様、差動方式の読み出しが可能となる。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 8 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 8 2】

本実施の形態の書込時には、ワード線 3 に接続されたトランジスタ 5 をオフ状態にしておき、互いに直交する 2 本のビット線 2 a、2 b の各々に電流が流される。これにより、ビット線 2 a で生じた磁場とビット線 2 b で生じた磁場との合成磁場により図 6 および図 7 で説明した原理と同様の原理に基づき、記録層 1 3 a、1 3 b のうち磁化しやすい一方が先に所定方向に磁化し、磁化しにくい他方が一方とは逆側に磁化することになる。この磁化により、トンネル磁気抵抗効果素子 1 a、1 b の一方の固着層と記録層との磁化方向は互いに平行となり、他方の固着層と記録層との磁化方向は互いに反平行となる。したがって、実施の形態 1 と同様、差動方式の読出しが可能となる。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 8 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 8 7】

ここで、記録層 1 3 a には矢印 5 3 a で示す向きの磁場と矢印 5 8 a で示す向きの磁場との合成磁場が印加されることになる。また、記録層 1 3 b には矢印 5 3 b で示す向きの磁場と矢印 5 4 b で示す向きの磁場との合成磁場が印加されることになる。これらの合成磁場により図 6 および図 7 で説明した原理と同様の原理に基づき、トンネル磁気抵抗効果素子 1 a、1 b の一方の固着層と記録層との磁化方向は互いに平行となり、他方の固着層と記録層との磁化方向は互いに反平行となる。したがって、実施の形態 1 と同様、差動方式の読出しが可能となる。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 0 4】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の磁気記憶装置によれば、積層された 2 つのトンネル磁気抵抗効果素子だけで差動検出可能であるため、メモリセルにトランジスタは不要となり、微細なセル面積を実現することができる。また差動検出により記憶データを読出すことができるため、十分な S / N 比を得ることができる。よって、十分な S / N 比と微細なセル面積との双方を満たす磁気記憶装置を実現することができる。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 0 5】

上記の磁気記憶装置において好ましくは、積層された 2 つのトンネル磁気抵抗効果素子の間に延び、かつ 2 つのトンネル磁気抵抗効果素子の双方に電氣的に接続された第 1 配線がさらに備えられている。このように第 1 配線が、積層された 2 つのトンネル磁気抵抗効果素子の間に延びるように配置されているため、第 1 配線に電流を流すことにより生ずる磁界で、2 つのトンネル磁気抵抗効果素子の各磁性層を互いに逆向きに磁化することがで

きる。これにより、2つのトンネル磁気抵抗効果素子の一方は平行に、他方は反平行に磁化して書込みを行なうことができる。よって、2つのトンネル磁気抵抗効果素子を用いて差動検出法によるデータの読出を行なうことが可能となる。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図29

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図29】 差動検出を行なう従来の磁気記憶装置の回路図である。