



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40781 (13) U  
(51) МПК (2009)  
G01B 7/00  
G01R 33/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ЧАРУНКА ПАМ'ЯТІ ДЛЯ ЗАПИСУ, ЗБЕРІГАННЯ І ЗЧИТУВАННЯ ОДНОБІТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

1

(21) u200813410

(22) 20.11.2008

(24) 27.04.2009

(46) 27.04.2009, Бюл. № 8, 2009 р.

(72) БІЛОГОЛОВСЬКИЙ МИХАЙЛО ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, БОЙЛО ІРИНА ВІКТОРІВНА, UA, ЛАРКІН СЕРГІЙ ЮРІЙОВИЧ, UA, МОСКАЛЕНКО МИХАЙЛО АНДРІЙОВИЧ, UA

2

(73) ЗАКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ КОНЦЕРН "НАУКА", UA, ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ЦЕНТР "ФОНОН", UA

(57) Чарунка пам'яті для запису, зберігання і зчитування однобіткової інформації, що включає плівку манганіту, яка відрізняється тим, що плівка манганіту виконана наноструктурованою з розміром гранул від 10 до 50 нм.

Корисна модель відноситься до області електронних пристроїв і призначена для створення ефективних чарунок пам'яті з довільним доступом на основі наноструктурованих плівок манганіту.

Об'єм світового ринку мікросхем пам'яті в даний час складає близько 50 млрд. доларів США і продовжує безперервно зростати. До найбільш поширених видів комп'ютерної пам'яті відносяться динамічна (DRAM) і статична (SRAM) пам'ять з довільним доступом, які є енергозалежними. До того ж, перша вимагає частотої регенерації однобіткових чарунок пам'яті, а друга не дозволяє створювати пам'ять значного об'єму із-за їх низької щільності. Створена останніми роками магніторезистивна пам'ять з довільним доступом (MRAM) вважається сьогодні одним з основних претендентів на заміну повільній динамічній DRAM-пам'яті і дорогій статичній SRAM-пам'яті [див. статтю М.Соколова і А.Грішина в журналі «Електронні компоненти» №1, с.88-93, 2007р.]. MRAM-пристрої позбавлені недоліків, властивих вказаним двом типам пам'яті, забезпечуючи високу щільність розміщення інформації і не вимагаючи підведення енергії для зберігання даних - споживана електроенергія йде тільки на запис/перезапис і читання інформації.

На відміну від традиційних технологій інформація в MRAM-пам'яті, прийнятий як аналог, зберігається не у вигляді електричних зарядів або струмів, а за допомогою магнітних чарунок однобіткової інформації, які складаються з двох феромагнітних шарів, розділених нанорозмірним ізолюючим прошарком. Один з двох шарів є постійним

магнітом, намагніченим в певному напрямку, а намагніченість іншого шару змінюється під дією зовнішнього поля. Внаслідок ефекту тунельного магнітоопору електричний опір окремої чарунки залежить від взаємної орієнтації намагніченостей в шарах. Вимір результуючого струму дозволяє визначити опір даної чарунки і, як наслідок, поляризованість перезаписуваного шару. Зазвичай однакова орієнтація намагніченості в шарах інтерпретується як «0», тоді як протилежний напрямок їх намагніченості, що характеризується вищим опором, - як «1».

Найбільш близьким по технічній суті запропонованої корисної моделі є чарунка пам'яті для запису, зберігання і зчитування однобіткової інформації, виконаний на основі плівки манганіту складу  $R_{1-x}A_xMnO_3$  (R і A - рідкоземельний і лужноземельний метали, x зазвичай змінюється в межах від 0.15 до 0.5) [див. РСТ/US 2004/04220 від 15.12.2004р., пр. по заявці США №60/529,676 від 15.12.2004р.]. Манганіти рідких земель із структурою перовскіта проявляють так званий ефект колюсального магнітоопору, який спостерігається поблизу температури переходу з парамагнітного у феромагнітний стан і полягає в зміні опорів зразка на десятки відсотків в зовнішньому магнітному полі. Для зменшення числа шарів в MRAM-комірці і підвищення її ефективності в даному технічному рішенні пропонується замінити тришарову тонкоплівкову гетероструктуру феромагнетик - ізолятор-феромагнетик шаром манганіта.

Проте при проектуванні магніторезистивної пам'яті на базі плівок манганітів, придатної для

(19) UA (11) 40781 (13) U

серійного виробництва, неминуче виникне проблема випадкового намагнічення манганітової плівки, що знижує достовірність запису, зберігання, зчитування однітової інформації [див. статтю М.Соколова і А.Грішина в журналі «Електронні компоненти» №1, с.88-93, 2007р.].

Завданням корисної моделі є підвищення достовірності запису, зберігання, зчитування однітової інформації за рахунок запобігання впливу випадкового намагнічення манганітової плівки.

Це завдання вирішується тим, що в ячійці пам'яті для запису, зберігання і зчитування однітової інформації, що включає плівку манганіта, згідно корисної моделі, плівка манганіта виконана наноструктурованою з розміром гранул від 10 до 50нм.

Завдяки застосуванню наноструктурованої плівки з розміром гранул від 10 до 50нм. усуваються швидкоперемінні наведення від сусідніх ячеек пам'яті.

Ця обставина пов'язана з особливою роллю поверхні нанорозмірних гранул, на якій, по-перше, присутні забруднення різної природи, по-друге, порушується стехіометричний склад з'єднання і, по-третє, міняється орієнтація зв'язків марганець - кисень - марганець. В результаті внутрішня частина гранул зберігає властивості об'ємного стану манганіта, тоді як в приповерхневому дефектному шарі феромагнітні характеристики погіршуються, а, крім того, можливе антиферомагнітне впорядкування спінів марганцю із-за зміни зарядового стану його іонів [M.J.Calderon, L.Brey, F.Guinea, *Physical Review B*, vol. 60, p.6698, 1999]. Таке поєднання топологічного розупорядкування з конкуруючими магнітними взаємодіями приводить до магнітно-разупорядкованого стану на поверхні нанорозмірних гранул, внаслідок чого в приповерхневій області наночасток стабілізується так звана фаза спінового скла, тобто виникає стан з орієнтованими хаотичним чином спінами іонів перехідного металу [P.Dey, T.K.Nath, *Physical Review B*, vol. 73, p.214425, 2006]. Добре відомо, що для стану спінового скла характерні великі часи релаксації, що набагато перевищують відповідні величини для об'ємного зразка. Роль приповерхневих магнітних властивостей визначається відношенням поверхні

часток до їх сумарного об'єму [A.e.berkowitz, R.H.Kodama, S.A.Makhloul, F.T.Parker, F.E.Spada, E.J.McNiff Jr., S.Foner, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, vol. /96, p.591, 1999], тому, міняючи середній діаметр наночасток, можна контролювати ефективним чином динаміку магнітних властивостей плівок манганітів.

Запропоноване технічне рішення дозволяє збільшувати час релаксації намагніченості манганітових шарів при середніх розмірах нано-гранул від 10 до 50 нанометрів. Це обумовлено наступним: представимо гранули у вигляді кульок радіусу  $R$ . Згідно з роботою [J.W.Freeland, J.J.Kavich, K.E.Gray, L.Ozyuzer, H.Zheng, J.F.Mitchell, M.P.Warusawithana, P.Ryan, X.Zhai, R.H.Kodama, J.N.Eckstein, *Journal of Physics: Condensed Matter*, vol. 19, p.315210, 2007], товщина приповерхневого шару а манганітів, в якому істотно змінюються їх магнітні властивості, складає близько 2 нм. Об'єм цього приповерхневого шару дорівнює  $4\pi R^2 a$ , а об'єм внутрішньої частини гранул -  $4\pi R^3/3$ . Відмінність об'ємних властивостей манганіта від поверхневих зникає, коли об'єм приповерхневого шару перевищує відповідну величину для внутрішньої частини. Таким чином, нижня межа для радіусу гранул складає  $R=3a \approx 5\text{нм}$ . Їх діаметр, тобто найменша товщина плівки манганіта складає, відповідно, біля  $2R=10\text{нм}$ . З іншого боку, у тому випадку, коли об'єм шару манганіта поблизу поверхні складає менше 20 відсотків [J.W.Freeland, J.J.Kavich, K.E.Gray, L.Ozyuzer, H.Zheng, J.F.Mitchell, M.P.Warusawithana, P.Ryan, X.Zhai, R.H.Kodama, J.N.Eckstein, *Journal of Physics: Condensed Matter*, vol. 19, p.315210, 2007], його вплив стає неістотним. У нашому випадку це означає, що верхня межа товщини плівки манганіта може бути знайдена із співвідношення  $R=3a/0.2=25\text{нм}$ , тобто діаметр гранул повинен не перевищувати 50нм. Звідси знаходимо, що верхня межа товщини манганітової плівки складає 50нм.

Використання запропонованої корисної моделі дозволить істотно удосконалити технологію магніторезистивної пам'яті на базі плівок манганітів, значно понизивши число помилок при її роботі.