

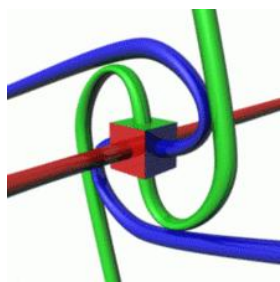
СПИТРОНІКА: БУДУЧЫНЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРЫЛАД

Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт інфарматыкі і радыёэлектронікі
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь

Былинович У.М., Дзікі А.О.

Смірнова Г.Ф. - к. ф. - м. н., дацэнт

Традыцыйныя электронныя прылады пакладаюцца на транспарціроўку электрычных носьбітаў зарадаў (электронаў) у паўправядніках, напрыклад, у крэмніі. Аднак, зараз фізікі спрабуюць паставіць на службу чалавецтва спін электрона, а не яго зарад, каб стварыць новае пакаленне прылад, якія будуць менш па памеры, больш універсальныя, і больш надзейныя, у параўнанні з тымі, што выкарыстоўваюць крэмніевыя чыпы і інтэгральныя схемы.



Мал. 1 - Аб'ект са спінам $\frac{1}{2}$

Спітроніка (спінавая электроніка) - раздзел квантавай электронікі, які займаецца вывучэннем спінавага токапереноса (спін-палярызаванага транспарту) у цвёрдацельных рэчывах, у прыватнасці ў гетэраструктурах ферамагнетык-парамагнетык або ферамагнетык-звышправяднік.

Спін - уласны момант імпульсу элементарных часціц, які мае квантавую прыроду і не злучаны з перамяшчэннем часціцы як цэлага. Спін вымяраецца ў адзінках \hbar (прыведзенай пастаяннай Планка, альбо пастаяннай Дзірака) і роўны $\hbar J$, дзе J - характэрнае для кожнага гатунку часціц цэлы (у тым ліку нулявы) альбо паўцэлы станоўчы лік - так званы спінавы квантавы лік, які звычайна называюць проста спінам. Згодна прынцыпу квантавання праекцыі спіна на выбраную вось, электроны падзяляюць на два тыпа носьбітаў току: электроны са спінам-уверх і электроны са спінам-уніз ($\frac{1}{2}$ або $-\frac{1}{2}$).

У канцы 1988 года было выяўлена, што паток спін-палярызаваных электронаў у наслоенай канструкцыі пакрыцця (два тонкіх пласта феррамагнетыка, падзеленыя пластам немагнітнага металу) можна значна змяняць, перакідаючы на супрацьлеглую палярнасць знешняга магнітнага поля. Гэты эфект, які атрымаў назву GMR, альбо гіганцкае магнітасупраціўленне, дазволіў ствараць нашмат больш адчувальныя магнітныя галоўкі і, адпаведна, памяншаць памеры магнітных даменаў, кадавальныя двайковыя дадзеныя на пласцінах. Інакш кажучы, была значна павялічана інфармацыйная ёмістасць назапашвальнікаў у цвёрдых магнітных дысках.

Маніпуліраванне спінавымі характарыстыкамі - перанос электронных спінаў паміж двума металамі – лёг ў аснову MRAM, магнітарэзістыўнай памяці адвольнага доступу - новага тыпу камп'ютэрных запамінальных прылад, якія захоўваюць інфармацыю без электрасілкавання.

Фізіка работы MRAM заснавана на эфекце, вядомым як тунэльнае магнітасупраціўленне (TMR), які нагадвае GMR. Тут два пласты феррамагнітнага металу, падзеленыя тонкім пластом ізалявальнага матэрыялу, такога як аксід алюмінія або аксід магнію. Калі ў GMR адбываецца павольнае, за кошт класічнай дыфузіі, перасоўванне спін-палярызаваных электронаў з аднаго феррамагнітнага пласта на іншы, то ў канструкцыі TMR мае месца асабліва квантавы тунэльны пераход праз пласт, які іх падзяляе (класічны забаронены працэс, пры якім часціца праходзіць праз патэнцыйны бар'ер, які перавышае яе кінэтычную энергію). Такого роду прылады называюцца магнітнымі тунэльных пераходамі, або MTJ (magnetic tunnel junctions).

Іншай сферай ужывання тэорыі спіна з'яўляецца спінавы дыёд. Ідэя спінавага двухкантактнага дыёда ўпершыню была прапанавана Мэцьюсам. Дыёд складаецца з пяціпластовай магнітнай сістэмы, у якой тры феррамагнітных пласты падзелены пластамі парамагнетыка. У будучыні плануецца выкарыстоўваць спінавыя дыёды як элементарныя ячэйкі MRAM-памяці.

Даследчыкі прадказваюць шырокае выкарыстанне распрацовак спітронік ў сферы квантавага камп'ютынга. Лічыцца, што наступным сур'ёзным этапам развіцця спітронікі стануць прылады, у якіх інфармацыя будзе перадавацца не пасродкам спінаў электронаў, а з выкарыстаннем складаных кубітавых пар. Напрыклад, шматкантактныя спінавыя прылады, якія могуць быць заснаваны на патоках забытаных кубітаў. Практычна рэалізаваць падобную прыладу можна на базе спін-электронных транзістараў.

У артыкуле прадстаўлены агляд цяперашняга становішча і перспектывы спітронікі. Камерцыйны патэнцыял, закладзены ў спінавай электроніцы, стымулюе актыўнасць даследаванняў у гэтай галіне фізікі ва ўсім свеце, і поспехі, дасягнутыя ў спітроніке, магчыма, будуць вызначаць тэхналогіі XXI ст.

Спіс выкарыстаных крыніц:

1. А.В.Огнев, А.С.Самардак Спитроника: физические принципы, устройства, // Вестник ДВО РАН. 2006.№4.
2. Данилов Ю.А., Демидов Е.С., Ежевский А.А. Основы спитроники. Учебное пособие. Нижний Новгород, 2009, 173 с.