

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://studservis.ru/gotovye-raboty/kursovaya-rabota/111741>

Тип работы: Курсовая работа

Предмет: Моделирование систем

ВВЕДЕНИЕ 3

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 6

1.1. Манипулирования намагниченностью магнетиков с помощью фемтосекундных лазерных импульсов 6

1.2. Динамика магнитных моментов: уравнение Ландау-Лифшица-Гильберта 9

1.3. Конечная температура: уравнение Ландау-Лифшица-Блоха 12

1.4. Взаимодействие фотонов и спинов 13

Глава 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНОЙ ДИНАМИКИ В Co 18

2.1. Динамика лазерно-индуцированной спиновой переориентации 18

2.2. Моделирование лазерно-индуцированного теплового профиля 21

2.3. Моделирование спиновой динамики, индуцируемой энергией лазерного импульса 23

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 28

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 29

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы.

Основной тенденцией современного научно-технического прогресса можно назвать быстрое и эффективное внедрение результатов фундаментальных исследований в практику или, по меньшей мере, постоянный поиск путей такого внедрения. Общая закономерность развития различных цифровых электронных устройств диктуется эмпирическим законом Мура, согласно которому плотность активных элементов процессора, скорость обработки информации, объем памяти компьютеров и другие характерные значения параметров растут экспоненциально и этот закон выполняется уже в течение более полувека (первую формулировку дал американский ученый и бизнесмен Гордон Е. Мур в 1965 году). Для исследований в области физики конденсированных сред такая тенденция, безусловно, — интеллектуальный вызов и огромный стимул в работе.

Физика магнетизма в этом отношении не исключение. Существенный прогресс в физике магнетизма, достигнутый за последнее десятилетие, и перспективы внедрения результатов исследований в практику связаны в первую очередь с переходом к изучению искусственных материалов, полученных методами нанотехнологий [1]. Прежде всего, речь идет о наноструктурах разной размерности, системах моноатомных слоев или субмикронных магнитных частиц и их упорядоченных массивов. Эта область прикладной физики магнетизма получила название наномагнетизм, и с ее развитием связываются перспективы создания новых магнитных систем записи и обработки информации с повышенной плотностью записи и скоростью работы. Повышение скорости записи и считывания информации для систем памяти, основанных на применении магнетиков, играет особо важную роль. Нужно заметить, что подходящий инструмент, лазер с излучением сверхкоротких импульсов, уже давно внедрен в практику. Сейчас имеются коммерческие лазеры с длиной импульса 100 фс и даже короче. По-видимому, они представляют наиболее быстрый источник излучения, имеющийся в распоряжении человечества. В последние годы сформировалась новая и перспективная область физики магнетизма, получившая название фемтомагнетизм [2], которая базируется на возможности манипулирования намагниченностью магнетиков с помощью фемтосекундных лазерных импульсов [3]. Такая возможность открывает перспективу сверхбыстрой записи и обработки информации для чисто магнитных приборов и создания чисто оптических систем памяти.

В рамках этой области физики получено много интересных результатов. В первых экспериментах на простых ферромагнитных металлах было найдено, что воздействие импульса на металлические ферромагнетики приводит к быстрому (за время порядка нескольких пикосекунд) изменению модуля намагниченности материала [4]. Этот эффект обусловлен поглощением энергии лазерного импульса магнетиком, и в те годы он ассоциировался с сильным и быстрым нагревом спиновой подсистемы. Далее наблюдали нетепловое возбуждение спиновых колебаний в прозрачных магнетиках с использованием обратного эффекта Фарадея [5-7]. Это наблюдение на несколько лет определило основное направление развития фемтомагнетизма.

Надо отметить, однако, что обнаруженные недавно для ферромагнитных сплавов нетривиальные эффекты эволюции моментов подрешеток снова возродили интерес к фемтомагнетизму металлов. Для ферромагнитного сплава редкоземельных и переходных металлов Gd Fe Co после воздействия фемтосекундного импульса наблюдалось «переключение» суммарного магнитного момента, причем в процессе этой пикосекундной эволюции возникало заведомо невыгодное состояние с параллельными моментами подрешеток [8]. Это явление еще не вполне понято, и различные его аспекты широко обсуждаются в литературе [9–11].

Цели и задачи исследований.

Таким образом, тема данной работы представляет собой быстро развивающуюся область физики магнитных явлений. Поэтому целью данной работы было провести анализ материалов, которые уже изучены и по ним достигнуто определенное понимание.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи: систематически изложить механизмы воздействия фемтосекундного лазерного импульса на спиновую систему магнетиков в применении к кобальту.

Объект и предмет исследования. Объект исследования – группы ферромагнитных плёнок. Предметом исследования является выявление магнитных материалов и определение значений амплитуд и частот магнитных полей, при которых наблюдается переориентация векторов намагниченности в ансамблях ферромагнитных частиц и многослойных плёнок.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Манипулирование намагниченностью магнетиков с помощью фемтосекундных лазерных импульсов

С более практической точки зрения требования к постоянно увеличивающейся скорости хранения информации на магнитных носителях плюс внутренние ограничения, связанные с генерацией импульсов магнитного поля током, вызвали интенсивные поиски способов управления намагниченностью иными средствами, чем магнитные поля. С момента демонстрации субпикосекундной демагнетизации лазерным импульсом 60 фс Борепайром и др., манипулирование и управление намагничиванием с помощью ультракоротких лазерных импульсов стало сложной задачей.

Фемтосекундные лазерные импульсы предлагают интригующую возможность зондировать магнитную систему в масштабе времени, который соответствует неравновесному обменному взаимодействию, ответственному за существование магнитного порядка, будучи при этом значительно быстрее временной шкалы спин-орбитального взаимодействия (1–10 пс) или магнитной прецессии (100–1000 пс) (см. рис. 1). Поскольку считается, что последний задает предельную временную шкалу для реверсирования намагниченности, вариант фемтосекундного оптического возбуждения сразу же приводит к вопросу о том, можно ли было бы реверсировать намагниченность быстрее, чем в пределах половины прецессионного периода.

Область сверхбыстрой динамики намагниченности связана с исследованием изменений в магнитной системе при обмене энергией и угловым моментом между термодинамическими резервуарами системы [12]. Хотя такие исследования носят глубоко фундаментальный характер, они также весьма актуальны для технологических применений. Действительно, в то время как электронная промышленность успешно входит в наномир, следуя закону Мура, скорость манипулирования и хранения данных отстает, создавая так называемый сверхбыстрый технологический разрыв.

Рисунок 1 - Временные шкалы в магнетизме сравнения магнитного поля и лазерного импульса.

Кратковременность проведения лазерные импульсы делают их привлекательной альтернативой для манипулирования намагниченностью.

Это также очевидно в современных ПК, которые уже имеют тактовую частоту в несколько гигагерц, в то время как для хранения на магнитном жестком диске требуется несколько наносекунд. Аналогичная проблема возникает в связи с возникающим полем спинтроники, как, например, в магнитных запоминающих устройствах с произвольным доступом. Поэтому изучение фундаментальных и практических ограничений на скорость манипулирования направлением намагничивания, очевидно, также имеет большое значение для технологии магнитной записи и обработки информации [13].

Более пристальный взгляд на эту проблему показывает, что возбуждение фемтосекундным лазерным импульсом приводит магнитную среду в крайне неравновесное состояние, где традиционное макроспиновое приближение терпит неудачу и описание магнитных явлений в термодинамических терминах уже не является корректным. В субпикосекундной временной области типичные времена

сравнимы или короче характерного времени спин-орбитального взаимодействия, и магнитная анизотропия становится зависимым от времени параметром. Заметим, что, хотя спин-орбитальная связь является важным компонентом механизма магнитной ан

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. J. Stöhr and H.C. Siegmann, Magnetism: from Fundamentals to Nanoscale Dynamics, Springer, Berlin (2006).
2. G. Zhang, W. Hubner, E. Beaurepaire, and J.-Y. Bigot, Laser-induced Ultrafast Demagnetization: Femtomagnetism, a New Frontier In: Spin Dynamics in Confined Magnetic Structures I, B. Hillebrands and K. Ounadjela (eds.), Topics Appl. Phys. 83, 245, Springer, Berlin (2002).
3. A. Kirilyuk, A.V. Kimel, and Th. Rasing, Rev. Mod. Phys. 82, 2731 (2010).
4. E. Beaurepaire, J.-C. Merle, A. Daunois, and J.-Y. Bigot, Phys. Rev. Lett. 76, 4250 (1996).
5. L.P. Pitaevskii, Sov. Phys. JETP 12, 1008 (1961).
6. J. P. van der Ziel, P.S. Pershan, and L.D. Malmstrom, Phys. Rev. Lett. 15, 190 (1965).
7. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Электродинамика сплошных сред, Издание второе, переработанное и дополненное Е.М. Лифшицем и Л.П. Питаевским, Наука, Москва (1982).
8. I. Radu, K. Vahaplar, C. Stamm, T. Kachel, N. Pontius, H.A. Dürr, T.A. Ostler, J. Barker, R.F.L. Evans, R.W. Chantrell, A. Tsukamoto, A. Itoh, A. Kirilyuk, Th. Rasing, and A.V. Kimel, Nature 472, 205 (2011).
9. T.A. Ostler, J. Barker, R.F.L. Evans, R. Chantrell, U. Atxitia, O. Chubykalo-Fesenko, S. ElMoussaoui, L. Le Guyader, E. Mengotti, L.J. Heyderman, F. Nolting, A. Tsukamoto, A. Itoh, D.V. Afanasiev, B.A. Ivanov, A.M. Kalashnikova, K. Vahaplar, J. Mentink, A. Kirilyuk, Th. Rasing, and A.V. Kimel, Nat. Commun. 3, 666 (2012).
10. J.H. Mentink, J. Hellsvik, D.V. Afanasiev, B.A. Ivanov, A. Kirilyuk, A.V. Kimel, O. Eriksson, M.I. Katsnelson, and Th. Rasing, Phys. Rev. Lett. 108, 057202 (2012); В.Г. Барьяхтар, В.И. Бутрим, Б.А. Иванов, Письма ЖЭТФ 98, 327(2013).
11. V. López-Flores, N. Bergeard, V. Halté, C. Stamm, N. Pontius, M. Hehn, E. Otero, E. Beaurepaire, and C. Boeglin, Phys. Rev. B 87, 214412 (2013); A.J. Schellekens and B. Koopmans, Phys. Rev. B 87, 020407(R) (2013); S. Wienholdt, D. Hinzke, K. Carva, P.M. Oppeneer, and U. Nowak, Phys. Rev. B 88, 020406(R) (2013).
12. Stöhr, J., and H. C. Siegmann, 2006, Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics _Springer, Berlin_.
13. Landau, L., and E. Lifshitz, 1935, Phys. Z. Sowjetunion 8, 153.
14. M. Battiato, K. Carva, and P. M. Oppeneer, Phys. Rev. Lett. 105, 027203 (2010).
15. Kirilyuk, A. V. Kimel, and Th. Rasing, Rev. Mod. Phys. 82, 2731 (2010).
16. D. Landau, E. M. Lifshitz, and L. P. Pitaevskii, Electrodynamics of Continuous Media (Butterworth-Heinemann, Oxford, 1984).
17. L. Stamps, J. Phys. D: Appl. Phys. 33, R247 (2000).
18. Radu and H. Zabel, in Magnetic Heterostructures, Springer Tracts in Modern Physics, Vol. 227, edited by H. Zabel and S. Bader (Springer, Berlin, Heidelberg, 2008), pp. 97–184.
19. Fiebig, N. P. Duong, T. Satoh, B. B. V. Aken, K. Miyano, Y. Tomioka, and Y. Tokura, J. Phys. D: Appl. Phys. 41, 164005 (2008).
20. K. Ohta and H. Ishida, Appl. Opt. 29, 2466 (1990).

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://studservis.ru/gotovye-raboty/kurosovaya-rabota/111741>