

Е.А. Ковалёв, А.Н. Купо

УО «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА СПЕКТРОВ ФЕРРОМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Введение

Метод ферромагнитного резонанса (ФМР) широко используется для исследований дислокационной структуры. Влияние дислокаций на магнитные свойства ферромагнетиков, а именно на ширину линии (ΔH), обусловлено тем, что при наличии линейных дефектов в кристалле в электронном энергетическом спектре возникают полосы локализованных спиновых возбуждений, которые можно рассматривать, как плоские волны (так называемы – «спиновые волны») [1, 2]. При этом разность энергий уровней таких возбуждений соизмерима с величиной энергии кванта, соответствующей диапазону сверхвысоких частот (СВЧ). Поэтому СВЧ электромагнитные колебания (сантиметрового и миллиметрового диапазонов) обладают способностью вызывать резонанс при взаимодействии с веществом, в результате которого происходит интенсивное поглощение энергии электромагнитной волны спиновой системой.

В настоящей работе описан способ повышения точности метода ФМР путём увеличения чувствительности и разрешающей способности, что достигается автоматизацией изменения характеристик постоянного магнитного поля с последующим цифровым представлением аналогового сигнала, с использованием разработанного программного обеспечения для регистрации изменения ширины линии ФМР, и последующей оценки плотности дислокационной структуры поверхностного слоя никеля, а так же её кинетики при последующей фрикционной нагрузке.

1. Методика эксперимента и результаты

Принцип работы и составные узлы радиоспектрометра ФМР построены на основе аппаратуры волноводной мостовой схемы [3]. Для объяснения влияния плотности дислокаций на ширину линии ФМР используется спин-волновая теория [1]. Метод ФМР является наиболее эффективным в исследовании рассеяния спиновых волн на линейных дефектах (дислокациях), поскольку при частоте внешнего электромагнитного поля $\nu \approx 9400$ МГц, уширение линии резонансного по-

глощения в деформированном ферромагнетике обуславливается механическими микронапряжениями, порождаемыми именно дислокациями, в то время, как мелкомасштабные дефекты (такие как вакансии, внедрённые атомы) и крупномасштабные (трещины, поры, поликристаллические зёрна и др.) не влияют на спектр поглощения.

Для тестирования автоматизированной установки по определению плотности дислокаций методом ФМР использовались образцы двух типов, результаты исследования которых описаны в ряде работ (см. например [3]):

- поли- и монокристаллический Ni повышенной чистоты (99,99 %);
- пермаллой (сплав никеля с железом 78% Ni, 22% Fe).

Особенностью указанного сплава является равенство нулю константы магнитострикции ($\lambda = 0$), следовательно, уширение линии ФМР при деформации отсутствовало.

С целью повышения точности измерений указанным методом, расширения функционала измерительной установки, ускорения обработки полученных данных (спектров), а также для обеспечения монотонности изменения напряжённости (H) магнитного поля в процессе исследования был предложен модуль автоматизации, схема которого представлена на рисунке 1.

Разработанная электрическая схема предназначена для реализации двух задач (см. рисунок 1): канал «А» – регистрация линии поглощения ферромагнитным материалом; 2) канал «В» – монотонное увеличение напряжённости магнитного поля на катушке путём увеличения напряжения в диапазоне (1 – 300) В.

Вход схемы представляет собой 16-битный аналогового-цифровой преобразователь (АЦП) типа AD7792 имеющего два входных канала для каналов «А» и «В». Входной сигнал, поступающий на вход АЦП, находится в диапазоне 2,7 – 5,25 В. Кроме того используется аппаратный фильтр подавления «наводки» на частоте 50 Гц, что получает получить выходной сигнал высокого разрешения, который можно использовать для получения информации с различного рода датчиков. АЦП одновременно регистрирует напряжения каналов «А» и «В» с частотой 0,5 Гц и передает цифровые данные сигналов в контроллер C8051F410 Silicon Lab, в свою очередь указанный контроллер обрабатывает сигналы и передает на компьютер через USB интерфейс, исполненный на базе микросхемы FT232RL.

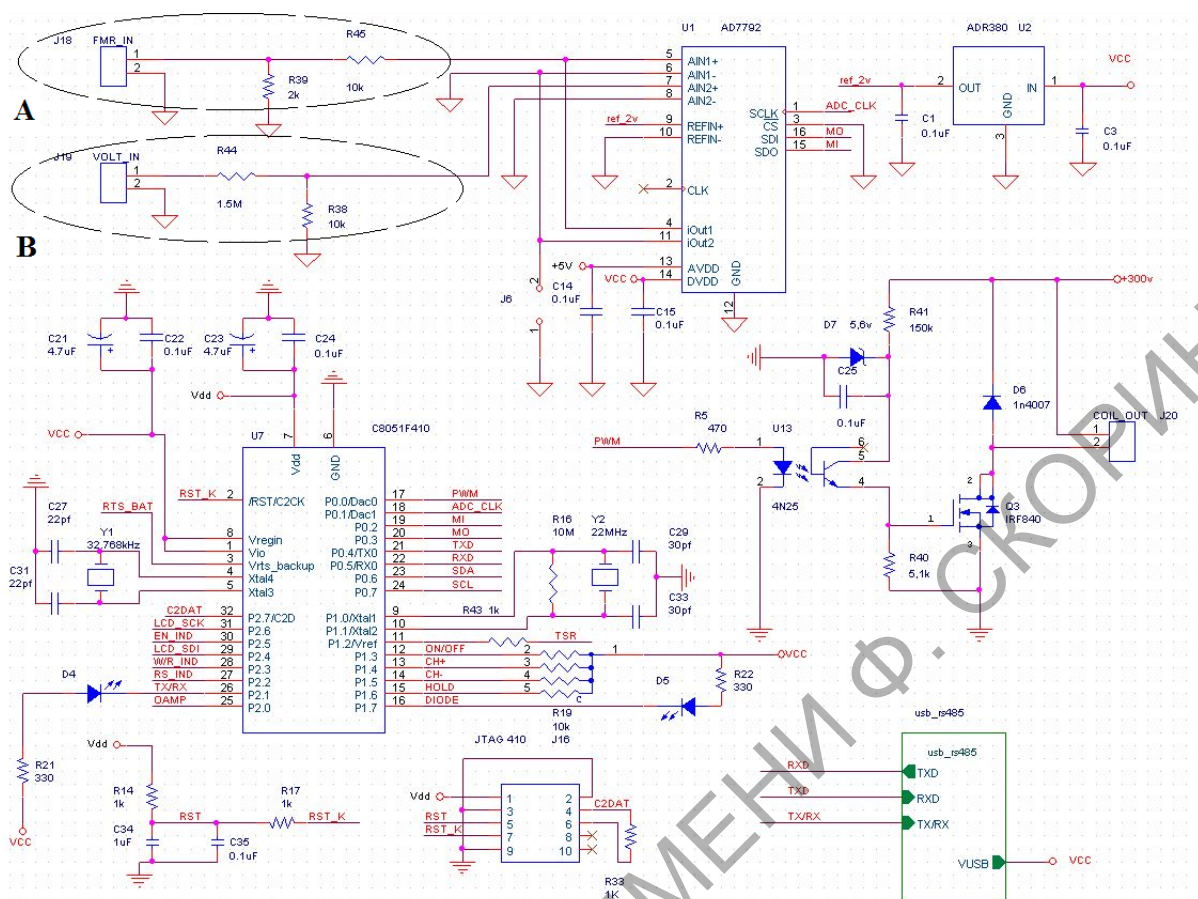


Рисунок 1 – Электрическая схема автоматизации ФМР-спектрометра

С помощью оригинального программного обеспечения разработанного на базе «Labwindows CVI» ведётся регистрация линии поглощения ферромагнитным образцом в зависимости от величины напряжённости магнитного поля. Программа осуществляет регистрацию и расчёт коэффициента ослабления энергии магнитного поля ферромагнетиком, ширину линии поглощения, величину напряжённости внешнего магнитного поля, при котором интенсивность поглощения поля максимальна. Расчёт уширения линии ФМР осуществляется путём определения разницы ширины линий ФМР исходного и деформированного образцов.

2. Основные результаты

Обоснована методика изучения дислокационной структуры поверхности ферромагнетиков на глубине $10^{-6} - 10^{-7}$ м методом ФМР. Представлена принципиальная электрическая схема разработанного спектрометра ФМР, позволяющая проводить измерения при монотонном изменении напряжённости магнитного поля соленоида путём

изменения напряжения в диапазоне (1 – 300) В. Разработано программное обеспечение и осуществлена автоматизация измерений.

Литература

1. Барьяхтар, В.Г. Влияние дислокаций на ширину линий однородного ферро и антиферромагнитного резонансов / В.Г. Барьяхтар, М.А. Савченко, В.В. Тарасенко // ЖЭТФ. – 1968. – Т. 54. – Вып. 5. – С. 1603–1612.
2. Morkowski, I. Broadening of ferromagnetic resonance line at dislocation / I. Morkowski // Acta Physica Polonica. – 1969. – Vol. 36, № 35. – P. 565–583.
3. Пинчук, В.Г. Исследование дислокационной структуры ферромагнетиков методом ферромагнитного резонанса / В.Г. Пинчук, С.В. Короткевич, С.О. Бобович, Ю.М. Плескачевский // Приборы, инструменты, материалы. – 2010. – Т. 15, № 4. – С. 108–112.

В.Н. Кулинченко, А.И. Кучеров

УО «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ НА КАЧЕСТВО ПЕРЕДАВАЕМОГО СИГНАЛА В ДИАПАЗОНЕ РАДИОЧАСТОТ ОТ 2 ДО 5 ГГц

Введение

В современных беспроводных сетях в качестве среды распространения сигнала используются радиоволны (радиоэфир), и работа устройств и передача данных в сети происходит без использования кабельных соединений, что на данном этапе развития сетей весьма привлекательно с точки зрения мобильной связи. В связи с этим на работу беспроводных сетей воздействует большее количество различного рода помех и препятствий, которые мешают распространению радиосигналов Wi-Fi.

Поэтому необходимо знать, что влияет на работу беспроводных сетей Wi-Fi и может привести к прерывистой или нестабильной работе беспроводного подключения.