

УДК 537.622

DOI: 10.17223/00213411/63/1/17

Б.А. БЕЛЯЕВ^{1,2}, Н.М. БОЕВ^{1,2}, А.В. ИЗОТОВ^{1,2}, Г.В. СКОМОРОХОВ¹, П.Н. СОЛОВЬЕВ^{1,2}

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ МАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВБЛИЗИ КРАЕВ ТОНКИХ ПЕРМАЛЛЮЕВЫХ ПЛЕНОК *

С помощью сканирующего спектрометра ферромагнитного резонанса (ФМР) изучены магнитные свойства нанокристаллических тонких пленок, изготовленных методом магнетронного распыления мишеней пермаллоя различного состава $\text{Ni}_x\text{Fe}_{1-x}$ ($x = 0.6-0.85$). Проведен анализ особенностей поведения основных магнитных характеристик вблизи краев тонких пленок. Показано, что вблизи краев пленок не только значительно отклоняется величина поля одноосной магнитной анизотропии от среднего значения, но и резко уширяется линия ФМР, а также уменьшается эффективная намагниченность насыщения.

Ключевые слова: тонкая магнитная пленка, ферромагнитный резонанс, краевые эффекты, магнитная анизотропия.

Введение

В последние годы нанокристаллические тонкие магнитные пленки привлекают большое внимание исследователей, что связано, в первую очередь, с быстрорастущим технологическим спросом на магнитные материалы с высокой магнитной восприимчивостью [1]. В частности, нанокристаллические тонкие магнитные пленки, обладающие большой магнитной восприимчивостью в сверхвысокочастотном диапазоне, имеют важное прикладное значение в ряде перспективных радиотехнических устройств, таких, как датчики магнитных полей [2, 3], градиентометры [4], фазовращатели, умножители частоты [5]. Уникальные магнитомягкие свойства нанокристаллических магнитных пленок обусловлены их микроструктурой. В случае, когда размеры случайно ориентированных кристаллитов меньше, чем радиус корреляции обменного взаимодействия, энергия обмена начинает доминировать над энергией магнитокристаллической анизотропии. Это приводит к нивелированию влияния разброса осей магнитной анизотропии кристаллитов, в результате чего пленка демонстрирует очень низкую коэрцитивную силу [6] и высокую магнитную восприимчивость [7–9]. Однако существует ряд факторов, которые приводят к образованию пространственных вариаций магнитных характеристик по площади пленок. Увеличение дисперсии магнитной анизотропии, намагниченности насыщения и ширины линии ФМР существенно снижает магнитную восприимчивость пленки и увеличивает ее магнитные шумы, что, очевидно, будет негативно сказываться на рабочих характеристиках устройств, использующих такие пленки в качестве активных сред. В частности, нами было показано [10], что с ростом амплитудной и угловой дисперсии поля анизотропии магнитной пленки коэффициент преобразования датчика слабых магнитных полей, в котором данная пленка используется в качестве чувствительного элемента, монотонно уменьшается, причем угловая дисперсия оказывает более сильное влияние. Опыт показывает, что наиболее сильные неоднородности в распределении магнитных характеристик по площади тонких магнитных пленок наблюдаются, как правило, у их краев. При этом краевые эффекты могут иметь различную природу. В случае, когда намагниченность пленки не параллельна ее краю, вблизи этого края возникают неоднородные размагничивающие поля, которые, в частности, создают условия для возбуждения неоднородных мод колебаний намагниченности, локализованных на краях пленок [11]. В то же время, нарушение симметрии на краях пленки приводит к образованию градиентов механических напряжений [12], которые посредством магнитострикции влияют на магнитные свойства пленки [13]. Важно отметить, что градиенты напряжений могут приводить и к образованию однонаправленной магнитной анизотропии [14]. Кроме того, условия роста пленки вблизи краев часто отличаются от условий роста в ее центральной части [15], что может привести к формированию неоднородной микроструктуры у краев образца.

Недавно различными методами были подробно измерены распределения магнитных характеристик по площади нанокристаллических тонких пленок пермаллоя [16]. В результате исследова-

* Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ, соглашение № 02.G25.31.0313.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>