

ПАВ в ниобате лития. Кроме того, благодаря зависимости частоты M . в. от внеш. магн. поля, устройства на M . в. допускают электронное управление амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) микроволновых сигналов, а также превосходят устройства на ПАВ менее жёсткими требованиями к размерам возбуждающих и принимающих устройств.

Для фильтрации, изменения фазовых и амплитудно-частотных характеристик микроволновых сигналов в устройствах на M . в. применяют периодич. решётки в виде металлизиров. полосок, протравленных канавок, конно-имплантированных структур, на к-рых M . в. отражаются в соответствии с условиями *брезговского отражения*. Для тех же целей применяют многослойные планарные структуры (феррит — диэлектрик — металл, феррит — диэлектрик — феррит и др.), изменяющие АЧХ M . в. в зависимости от типа структуры и толщины составляющих слоёв.

Дисперсионные характеристики M . в. измеряются по времени задержки импульсов M . в. в зависимости от частоты и внеш. магн. поля. Для измерения спектральных зависимостей M . в. используют интерференцию сигналов быстрой эл.-магн. волны наводки и принимаемой M . в. Для диагностики M . в. применяют индукц. и магнитооптич. методы зондирования, основанные на эффекте *Мандельштама — Бриллюэна* рассеяния света на M . в. Спектральные и амплитудно-частотные характеристики M . в. используются для измерения параметров магн. релаксации, анализа данных ферромагн. резонанса, определения степени «закрепления» спинов на поверхности, магн. однородности планарных структур и др. величин.

Лит.: Walker L. R., Magnetostatic modes in ferromagnetic resonance, «Phys. Rev.», 1957, v. 105, p. 390; Барьяхтар В. Г., Каганов М. И., Неоднородный резонанс и спиновые волны, в сб.: Ферромагнитный резонанс, под ред. С. В. Вонсовского, М., 1961; Dаmоl R. W., Eshbach J.R., Magnetostatic modes of a ferromagnet slab, «J. Phys. Chem. Solids», 1961, v. 19, № 3/4, p. 308; Гуревич А. Г., Магнитный резонанс в ферритах и антиферромагнетиках, М., 1973, с. 322; Гуляев Ю. В., Зильберман П. Е., Взаимодействие СВЧ-спиновых волн и электронов в слоистых структурах полупроводник — феррит, «Радиотехника и электроника», 1978, т. 23, в. 5, с. 897; Дебедь В. М., Лонатин В. П., Магнитостатические колебания в ферритах и их использование в технике СВЧ, «Обзоры по электронной технике. Сер. I — Электроника СВЧ», 1978, в. 12; Вапн А. Г. М., СВЧ-устройства на магнитостатических волнах, там же, 1984, в. 8, с. 1060; Звездин А. К., Попков А. Ф., Магнитостатические волны в электронике, в кн.: Итоги науки и техники, А. Ф. Попков, т. 19, М., 1987.

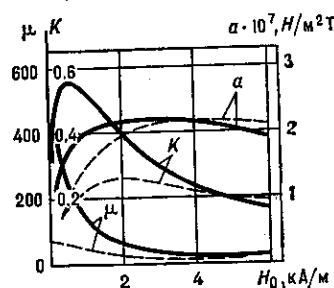
МАГНИТОСТРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ — ферромагнитные металлы и сплавы (см. *Ферромагнетик*) и ферримагнитные *ферриты*, обладающие хорошо выраженными магнитоотриц. свойствами (см. *Магнитоотрицательная преобразователи*). Существуют металлич. и ферритовые M . м.

Свойства M . м. Связанные с преобразованием энергии свойства M . м. характеризуются коэф. магнито-механич. связи K , магнитоотриц. постоянной a и постоянной чувствительности μ . Величина K равна отношению преобразованной энергии (механической или магнитной) к подводимой (соответственно магнитной или механической) без учёта потерь; $a = \sigma_m/V_m$ определяет чувствительность электроакустич. преобразователя в режиме излучения, а $\Lambda = V_m/\sigma_m$ — его чувствительность в режиме приёма. Относит. магн. проницаемость $\mu = V_m/H_m$ характеризует электр. импеданс преобразователя в отсутствие механич. колебаний, к-рый необходимо учитывать при согласовании преобразователя с электр. схемой (σ_m, V_m, H_m — соответственно амплитуды механич. напряжения, магн. индукции, магн. поля). Величины a, Λ, K связаны соотношениями, в к-рые входят магн. проницаемость μ (в общем случае комплексная) и константа упругой податливости. Динамич. постоянные упругости — модуль Юнга и модуль сдвига — в комбинации с плотностью материала определяют скорость продольных и сдвиговых волн и соот-

ветственно резонансные частоты сердечников заданных размеров при заданной форме колебаний.

Эффективность преобразования, или КПД, определяется наряду с коэф. K магн. и механич. потерями. Магн. потери в M . м. обусловлены вихревыми токами, зависящими от уд. электр. сопротивления ρ , и *гистерезисом магнитным*, косвенно определяемым величиной коэрцитивной силы H_c . Характеризуются магн. потери величиной $\text{tg}\delta$, представляющей отношение мнимой и действит. части μ . Механич. потери зависят от добротности материала Q .

Динамич. характеристики M . м. сильно зависят от величины пост. поля подмагничивания H_0 (рис.). В таблице приведены динамич. характеристики основных M . м., отвечающие малым амплитудам $H_m \ll H_0$.



Температурная стабильность свойств M . м., особенно важная при использовании их в фильтрах, стабилизаторах час-

Зависимость K, a, μ от поля подмагничивания H_0 для никеля (пунктир) и пермендюра (сплошная линия) при малой амплитуде переменного поля.

тоты и др., тем больше, чем выше темп-ра Кюри T_c . Для магнитоотриц. излучателей звука большое значение имеют величина магнитоотриц. насыщения λ_s , к-рая определяет их предельную мощность в условиях значит. нагрузки, и динамич. усталостная прочность $\sigma_{пр}$, ограничивающая предельную амплитуду колебаний слабо нагруженных преобразователей. Величина λ_s , а также крутизна статич. кривой зависимости магнитоотриц. от магн. поля являются определяющими параметрами M . м. при их использовании в оптико-механич. системах, создающих управляемые статич. или НЧ-перемещения.

Из металлических M . м. наиб. употребительны никель и сплавы на его основе, а также железокобальтовые и железоалюминиевые сплавы. Их используют в поликристаллич. форме и изготавливают по обычной металлургич. технологии, прокатывая в виде полос толщиной 0,1—0,3 мм для уменьшения потерь на вихревые токи. В сплавах на основе никеля, напр. введением добавок кобальта, компенсируют магнитоотриц. анизотропию и соответственно повышают динамич. характеристики K, a, μ , а также снижают потери на гистерезис, добавки же кремния или хрома повышают ρ и соответственно уменьшают потери на вихревые токи. Созданием кристаллич. ориентации в никеле и его сплавах (т. н. кристаллографич. текстуры) достигается увеличение λ_s на 20—30%. Железокобальтовый сплав — пермендюр — обладает большей λ_s и более высокими магн. и магнитоотриц. константами, чем никель, благодаря чему он применяется в мощных излучателях звука. Однако этот сплав легко корродирует, отличается невысокой временной и технол. стабильностью свойств, непластичен и поэтому неудобен в обработке. Железоалюминиевые сплавы обладают достаточно высокими магнитоотриц. характеристиками и электросопротивлением; их недостаток — низкая коррозионная стойкость, повыв. хрупкость, затрудняющая их механич. обработку. Электроакустич. и электроакустич. преобразователи из металлич. M . м. применяют на частотах до 20—40 кГц, практически без ограничения прочности.

Редкоземельные M . м. Особую группу металлич. M . м. составляют материалы на основе соединений редкоземельных элементов [тербия (Tb), диспрозия (Dy)] с железом. Магнитоотриц. их очень велика — до