

مواد جاذب امواج الکترومغناطیس

مصنف:

دکتر علی قاسمی

سرشناسه:	قاسمی، علی، ۱۳۵۶ -
عنوان و نام پدیدآور:	مواد جاذب امواج الکترومغناطیس / مصنف علی قاسمی
مشخصات نشر:	تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۴
مشخصات ظاهری:	ج. ۵۱۰ ص: مصور، نمودار (بخشی رنگی)
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۷۳۶-۱۱-۱
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا.
یادداشت:	واژه‌نامه.
یادداشت:	کتابنامه.
موضوع:	امواج الکترومغناطیس.
موضوع:	جاذب‌ها.
موضوع:	نانو چندسازه‌های.
شناسه افزوده:	دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
ردمبندی کنگره:	۱۳۹۴ م ۶۶۱/ق QC
ردمبندی دیویی:	۵۳۹/۳
کتابشناسی:	۳۹۱۹۰۲۵



دانشگاه صنعتی مالک اشتر
واحد مهندسی

عنوان کتاب:	مواد جاذب امواج الکترومغناطیس
مصنف:	علی قاسمی
ناشر:	دانشگاه صنعتی مالک اشتر
طرح روی جلد:	فریناز عسگری
لیتوگرافی، چاپ و صحافی:	انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
صفحه‌آرایی رایانه‌ای:	امین پژوهش جهرمی
ویراستار ادبی:	امین پژوهش جهرمی
شمارگان:	۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ:	اول، پاییز ۹۴
قیمت:	۱۹۵.۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-7736-11-1

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب و با اشاره به نام ناشر مجاز است.

آدرس: تهران، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مرکز فناوری اطلاعات و مدیریت دانش،

مدیریت انتشارات. تلفن: ۲۲۹۳۲۸۹۱

پیش‌گفتار مصنف

این‌جانب به‌خصوص دروس متعددی را در زمینه مواد مغناطیسی و جاذب‌ها در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی مواد تدریس نمودم و تعداد زیادی پایان‌نامه ارشد و دکتری در زمینه جاذب‌های امواج الکترومغناطیس تحت راهنمایی این‌جانب به اتمام رسیده است. با توجه به تمایلات کسب شده در سال‌های اخیر در داخل و خارج از کشور بر خود لازم دیدیم که در حوزه «مواد جاذب امواج الکترومغناطیس» کتابی به رشته تصنیف در آید.

امروزه فناوری جاذب‌های امواج الکترومغناطیس در باندهای فرکانسی مختلف به عنوان یک موضوع مهم مطرح است. جاذب، ماده طراحی شده مخصوص برای جلوگیری از بازتاب انرژی موج الکترومغناطیس ورودی توسط سازوکارهایی از قبیل تشدید و پراکنده‌سازی میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی موج است. جاذب‌ها را می‌توان به جاذب‌های مغناطیسی و الکتریکی با توجه به نوع ناهات آن‌ها تقسیم‌بندی کرد. جاذب‌های مغناطیسی که به‌صورت پوشش استفاده می‌شوند، از مخلوط کردن رزین‌های پلیمری با پرکننده‌های مغناطیسی از قبیل فریت‌های اسفند، فریت‌های هگزاگونالی و یا مواد مغناطیسی فلزی ساخته می‌شوند، که در آن‌ها پرکننده‌های مغناطیسی برای واریاسیون نفوذپذیری مغناطیسی مختلط به‌کار می‌روند. به‌طور کلی پرکننده‌های مغناطیسی ترکیبات به‌نسبت سنگینی از فلزات یا سرامیک‌ها بوده که بیش‌تر در نسبت‌های مخلوط بالا به‌کار می‌روند. اغلب جاذب‌های مغناطیسی دارای نفوذپذیری الکتریکی مختلط کمی بوده و برای افزایش قابلیت جذب نیاز به ترکیب شدن با مواد دیگر دارند؛ در حالی که جاذب‌های رسانا برای واریاسیون گذردهی

الکتریکی مختلط به کار می‌روند. به آن علت که جاذب‌ها معمولاً در سطوح خارجی اجسام به کار می‌روند، بنابراین نیاز به مشخصه‌هایی نظیر چگالی و ضخامت کم، استحکام و مقاومت شیمیایی بالا دارند.

مواد جاذب باید دو ویژگی را با هدف تضعیف شدت موج فراهم آورند: نخست تطبیق مشخصه‌های امپدانس است (به نحوی که امپدانس ذاتی ماده جاذب با امپدانس محیط یکسان باشد. این موضوع باعث می‌شود تراوایی الکتریکی و نفوذپذیری مغناطیسی ماده جاذب با یکدیگر معادل شوند)؛ دوم موج الکترومغناطیس پس از ورود به درون ماده جاذب به سرعت تضعیف شود.

کتاب حاضر شامل شش فصل است. در فصل نخست رفتار محافظ‌های الکترومغناطیس به کمک معادلات مختلف مطرح می‌شود. فصل‌های دوم تا پنجم رفتار مغناطیسی و مایکروویو جذب‌های فرکانس پایین تا فرکانس‌های محدوده تراهرتز^۱ به همراه سازوکارهای مربوطه بررسی می‌شود. به این منظور در فصل دوم رفتار فریت‌های اسپینلی در فرکانس‌های کیلوهرتز و مگاهرتز، در فصل‌های سوم و چهارم فریت‌های هگزائگونال و کامپوزیت‌های آن‌ها به عنوان جاذب‌های محدوده مایکروویو معرفی می‌شوند. فصل پنجم به بحث پیرامون جاذب‌ها در محدوده تراهرتز، جاذب‌های پلی‌مری و سایر جاذب‌های کامپوزیتی می‌پردازد. در فصل ششم مشخصه‌یابی مواد جاذب امواج الکترومغناطیس توسط روش‌های متعدد بررسی شده است.

لازم است از تمام دانشمندان و محققانی که در سال‌های اخیر در ارتقای علمی اینجانب در این حوزه نقش مهمی ایفا نمودند تشکر نمایم. دانشمند فرهیخته مرحوم دکتر اردشیر حسین‌پور مهم‌ترین و مؤثرترین استاد در زندگی اینجانب بودند. روحش شاد و یادش گرامی باد.

علی قاسمی

دوم اسفند نود و دو

^۱ Terahertz

فهرست مطالب

فصل نخست: سازگاری امواج الکترومغناطیس ۳

۱-۱- میدان موج ۹

۲-۱- محافظ الکترومغناطیس تک لایه ۱۶

۳-۱- عمق پوسته ۲۹

۴-۱- تراوایی الکترومغناطیس ۳۳

۵-۱- تلفات جذب موج تحت ۳۵

۶-۱- تلفات انعکاس، جذب و ازتاب شدن گانه ۳۸

۷-۱- امپدانس موج ۴۱

۸-۱- مفهوم فاصله از منبع انتشار موج ۴۸

۹-۱- محافظ های امواج الکترومغناطیس لایه ای ۵۱

۱۰-۱- محافظ امواج الکترومغناطیس با فاصله هوایی ۵۶

۱۱-۱- پوشش های فلزی محافظ ۷۲

۱۲-۱- محافظ با شکل هندسی انحنا دار ۷۹

۱۳-۱- معادله های اتلاف امواج الکترومغناطیس ۸۱

۱۴-۱- امواج اسپینی ۸۳

۱۵-۱- تشدید در کریستال ها با ناهمسانگردی بالا ۸۵

۱۶-۱- تشدید فری مغناطیس ۸۹

مراجع ۹۴

فصل دوم: جاذب های امواج الکترومغناطیس در فرکانس های پایین ۱۰۱

۱-۲- معرفی فریت های مغناطیسی ۱۰۲

۱۰۲.....	۱-۱-۲- فریت‌های اسپینلی
۱۰۴.....	۲-۱-۲- فریت‌های هگزآگونال
۱۰۷.....	۳-۱-۲- گارنت‌ها
۱۰۸.....	۲-۲- فریت‌های اسپینلی: جاذب‌های محدوده کیلوهرتز و مگاهرتز
۱۷۳.....	۳-۲- حفاظت از امواج الکترومغناطیس در ناحیه MHz
۱۸۵.....	مراجع

فصل سوم: جاذب‌های فریتی امواج الکترومغناطیس در محدوده گیگاهرتز.... ۱۹۷

۱۹۷.....	۱-۳- نقش کاتیون‌های جانشینی در منحنی‌های تلفات انعکاس
۲۲۳.....	۲-۳- تروایی الکتریکی و نفوذپذیری مغناطیسی جاذب‌های محدوده گیگاهرتز
۲۳۵.....	۳-۳- تأثیر رخت‌شاسه ذرات جاذب بر جذب امواج الکترومغناطیس
۲۵۵.....	۴-۳- اثر جانشینی رختی از کاتیون‌ها بر سازوکار جذب
۲۷۸.....	مراجع

فصل چهارم: نانوکامپوزیت‌ها، جاذب امواج الکترومغناطیس در محدوده

گیگاهرتز..... ۲۸۹

۲۸۹.....	۱-۴- تأثیر درصد حجمی نانولوله کربنی بر تلفات بازتاب نانوکامپوزیت‌ها
.....	۲-۴- نقش نفوذپذیری مغناطیسی و تروایی الکتریکی در جذب امواج الکترومغناطیس
۳۰۶.....	
۳۱۹.....	۳-۴- اثر رفتار آرایه نقطه‌ای بر جذب امواج الکترومغناطیس
۳۲۳.....	۴-۴- تأثیر ضخامت و فرکانس بر عملکرد جاذب
۳۲۸.....	۵-۴- مطالعه ویژگی‌های ساختاری نانوکامپوزیت‌های جاذب
۳۴۱.....	مراجع

فصل پنجم: جاذب‌های ساختاری..... ۳۴۷

۳۴۷.....	۱-۵- جاذب‌های امواج الکترومغناطیس در محدوده فرکانسی THz
۳۷۰.....	۲-۵- جاذب‌های پلیمری
۳۷۲.....	۳-۵- رفتار پلی‌آنیلین در محدوده مایکروویو

۳۸۴.....	۴-۵- رفتار گرماترم طبیعی
۳۸۸.....	۵-۵- تلفات بازتاب پلی دی فنیل دی فنیل ونیل
۳۹۰.....	۶-۵- آلیاژهای جاذب امواج الکترومغناطیس
۴۲۳.....	۷-۵- مواد جاذب دی الکتریک
۴۳۰.....	۸-۵- جاذب های دی الکتریک چند لایه
۴۳۷.....	۹-۵- ساختار جاذب های هیبریدی
۴۴۰.....	۱۰-۵- پوشش های دی الکتریکی و مغناطیسی جهت اتلاف امواج
۴۴۳.....	مراجع

فصل ششم: ماکما های اندازه گیری و مشخصه یابی جذب امواج الکترومغناطیس

۴۴۹.....	
۴۵۰.....	۱-۶- پارامترهای الکترو مغناطیسی مواد جاذب
۴۵۴.....	۲-۶- معادلات کلی خط انتقال
۴۶۲.....	۳-۶- بازتاب از N لایه پوستش هگام که رویه برخورد موج عمود باشد
۴۶۵.....	۴-۶- ماتریس های پراکندگی امواج
۴۶۸.....	۵-۶- تحلیل گر آنالیز برداری
۴۶۹.....	۶-۶- خطوط TEM و موج برها
۴۷۸.....	۷-۶- آرچ NRI
۴۸۱.....	۸-۶- روش سطح مقطع راداری
۴۹۰.....	۹-۶- موج برهای بزرگ
۴۹۲.....	۱۰-۶- تداخل سنج مایکروویو
۴۹۵.....	۱۱-۶- تونل ادمیتانس
۴۹۹.....	مراجع

پیوست ۱: علائم اختصاری..... ۵۰۱

پیوست ۲: واژه نامه..... ۵۰۵