

Recent Progress and Prospects of Two-Dimensional Materials for Electromagnetic Interference Shielding

Abstract

The rapid increase in electronic device usage has intensified electromagnetic interference (EMI), necessitating the development of shielding materials that are flexible, lightweight, cost-effective, and highly efficient. Two-dimensional (2D) materials have emerged as promising candidates for next-generation EMI shielding solutions due to their unique properties, such as low weight, mechanical flexibility, and affordability. This review explores the origins of electromagnetic responses and the shielding mechanisms, emphasizing photon-matter interactions. We also examine the instruments, methods, and standards for measuring shielding effectiveness, along with the underlying formulas for shielding efficiency (SE) calculation. Recent advancements in 2D materials for EMI shielding are analyzed, comparing their performance across various frequency ranges to other composites. In addition, the challenges ahead and their prospects are highlighted. We provide insight into forthcoming challenges in finding solutions for the next generation of shielding applications. The findings of this review provide valuable insights into the development of novel materials for EMI shielding and can guide future research in this field.

پیشرفت های اخیر و چشم انداز مواد دو-بعدی در زمینه محافظ تداخل امواج الکترومغناطیسی

استفاده روزافزون و گسترده از دستگاه های الکترونیکی منجر به تشدید تداخل امواج الکترومغناطیسی (EMI) شده است به طوری که نیاز به توسعه مواد سبک، منعطف، ارزان و کارآمد به شدت حس می شود. مواد دو-بعدی (2D) با ویژگی های منحصر به فردی چون وزن کم، انعطاف پذیری مکانیکی با قابلیت دسترسی فراوان، کاندیداهای بالقوه ای برای نسل بعدی مواد محافظ تداخل امواج الکترومغناطیسی هستند.

این مقاله، منشأ پاسخ های الکترومغناطیسی ماده محافظ به امواج فرودی و مکانیزم های تضعیف امواج الکترومغناطیسی را بررسی می کند و برای نخستین بار بر تعامل فوتون-ماده بر اساس انرژی فوتون فرودی تأکید می کند. علاوه بر آن، ابزارها، روش ها و استانداردهای مربوط به اندازه گیری اثربخشی مواد محافظ همراه با فرمول های زیربنایی برای محاسبه کارایی محافظت (SE) بررسی شده است. پیشرفت های اخیر در زمینه مواد 2D در زمینه محافظ EMI مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و عملکرد آنها در طیف های فرکانسی مختلف با سایر کامپوزیت ها مقایسه شده است.

یافته های این مقاله، بینش های ارزشمندی را در مورد توسعه مواد نوآورانه محافظ EMI و چگونگی فائق آمدن بر مشکلات پیش رو ارائه می دهد و می تواند راهنمای تحقیقات آینده در این زمینه باشد.