Abstract
Applications of Graphene Metasurfaces for manipulation of electromagnetic waves scattering

By
Zahra Hamzavi Zarghani

In this thesis, several graphene-based metasurfaces have been designed using two commercial software: CST Microwave Studio and HFSS. In the considered projects, analytical and numerical results agree very well which verifies the correctness of analytical approaches presented in the thesis.

Firstly, mantle cloaking of a dielectric cylinder under the oblique illumination of an incident with TM_z polarized plane wave is considered. The required surface impedance of a covering metasurface is analytically obtained. By changing chemical potential of graphene, mantle cloaking is achieved for different frequencies and incident angles. In the next sections, dual-polarized tunable mantle cloaking for TM_z and TE_z incident wave is achieved by covering the dielectric cylinder with graphene strips. Scattering manipulation of dielectric and conducting cylinders are also studied. It is shown that by covering the cylinders with graphene nano-patches and by changing the chemical potential of graphene, the radar cross-sections of the cylinders transform to that of the smaller or larger cylinders.

A reconfigurable graphene-based metasurface lens is designed. By changing the chemical potential of the graphene, its operation frequency, and focal point change. Next, a tunable polarization converter based on graphene wires is designed which rotates the linear polarization of the incident wave with tunable operation. Finally a graphene-based leaky wave antenna is designed whose gain is increased by loading it with a dielectric slab.

Keywords: Cloaking, Graphene, Lens, Metasurface.

چکیده

کاربردهای فراسطوح گرافنی برای شکل دهی پراکندگی امواج الکترومغناطیسی

به کوشش
زهرا حمزوی زرقانی

در این رساله، چندین فراسطح بر پایه گرافن با استفاده از نرم افزارهای تجاری CST Microwave Studio و HFSS طراحی شده است. در پروژه های در نظر گرفته شده، نتایج شبیه سازی و تحلیلی بسیار به هم نزدیک هستند که نشان دهنده درستی روش های تحلیلی به کار برده شده در این رساله هستند.

ابتدا، نامرئی سازی یک استوانه عایق تحت موج برخوردی مایل با قطبی شدگی TM_z بررسی می شود. با تغییر پتانسیل شیمیایی گرافن، نامرئی سازی برای فرکانس ها و زوایای مختلف موج برخوردی امکانپذیر می باشد. در قسمت بعد، نامرئی سازی تنظیم پذیر برای دو قطبی شدگی TM_z و TE_z با پوشاندن استوانه عایق توسط نوارهای گرافنی به دست می آید. علاوه بر این، شکل دهی پراکندگی امواج پراکنده شده از استوانه عایق و فلزی بررسی می شود. نشان داده می شود که با پوشاندن استوانه ها توسط فراسطوح گرافنی و با تغییر دادن پتانسیل شیمیایی گرافن، سطح مقطع راداری آن ها به سطح مقطعی مربوط به استوانه ای با شعاع کوچکتر یا بزرگتر تبدیل می شود.

یک لنز کنترل پذیر بر پایه فراسطح گرافنی طراحی می شود. با تغییر در پتانسیل شیمیایی گرافن، فرکانس عملکرد و نقطه تمرکز نور تغییر می کند. یک تبدیل کننده قطبی شدگی بر پایه سیم های گرافنی طراحی می شود که قطبی شدگی خطی موج برخوردی را به صورت تنظیم پذیر میچرخاند و در نهایت یک آنتن موج نشتی گرافنی طراحی می شود که بهره آنتن با بارگذاری آن توسط یک تکه عایق افزایش می یابد.

واژگان کلیدی: فراسطح، گرافن، لنز، نامرئی سازی