

УДК:539

МЕТАМАТЕРІАЛИ

студ. Новікова А.О., к.ф.-м.н., доц. Печерська- Громадська К.Ю.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Метаматеріали – це спеціальні композиційні матеріали, які виходять штучної модифікацією впроваджуваних в них елементів. Зміна структури здійснюється на нанорівні, що дає можливість змінювати розміри, форми і періоди решітки атома, а також інші параметри матеріалу. Роботи в даному напрямку можуть привести до появи абсолютно нових пристроїв і винаходів, які будуть вражати уяву. Це плащі невидимки, суперлінзи і багато іншого. На сьогоднішній день, гостро стає питання про створення нових метаматеріалів, зі специфічними властивостями, з можливістю створення на основі їх нових технологічних розробок і пристроїв.

Метаматеріали, а точніше їх створення, було передбачене радянським вченим В. Веселаго. У 1967 р В. Веселаго теоретично обґрунтував ідею, що матеріал, здатний зробити об'єкт невидимим, повинен володіти рядом характеристик, таких як зворотний ефект Доплера і негативний показник заломлення.

Дослідники в Китаї та Австралії, змогли штучно створити унікальну фотонну суперлінзу, що представляє собою наноструктурний кристал кремнію і експериментально довести можливість спостереження в ній зворотного ефекту Доплера.

Метаматеріали поділяють на одновимірні, двовимірні, тривимірні.

Одновимірні. У них ступінь заломлення постійно змінюється лише в єдиному напрямку простору. Подібні матеріали виконані з шарів елементів, розташованих паралельно і які мають інші ступені заломлення. Вони здатні демонструвати унікальні властивості лише в єдиному напрямку простору.

Двовимірні. У них ступінь заломлення постійно змінюється лише в 2-х напрямках простору. Подібні матеріали в більшості випадків виконані з прямокутних структур, що мають заломлення n_1 , і розташовуються в середовищі з заломленням n_2 . У той же час елементи з заломленням n_1 розташовуються в 2-х мірної решітці з кубічної основою. В результаті подібні матеріали здатні демонструвати свої властивості в 2-х напрямках простору. Але двовимірні матеріали не обмежується тільки прямокутною формою, вони можуть бути створена за допомогою кола, еліпса або іншою довільною формою.

Тривимірні. У них ступінь заломлення постійно змінюється в 3-х напрямках простору. Подібні матеріали умовно можна представити у вигляді

масиву областей в об'ємному значенні еліпс, куб, тощо), розташованих у тривимірній решітці.

Яскравим прикладом метаматеріалу є суперлінза. Такі лінзи мають дозволяють здатність, що в рази перебільшує дифракційну межу. Простіше кажучи, мікроскопи та інші прилади, оснащені такими лінзами, зможуть показати нам такі дрібні частинки, які раніше були недоступні для аналогічних приладів. Наприклад, мікроскопічні бактерій і вірусів, які теоретично існують, але побачити їх не вдалося ще нікому.

Завдяки метарозробкам китайські вчені придумали невидимість навпаки, а саме ілюзорну стіну. Нові метаматеріали створюють ілюзію того, що предмети більше, ніж вони є насправді. З їх допомогою можна візуально збільшити стіну і закрити їй реально існуючий дверний отвір. Ще одна варіація даної технології називається Блеф-стіною. Вона дозволяє створювати стіну або копію неіснуючої військової техніки, для того щоб обдурити радари противника. Наприклад, поряд з однією ракетою може летіти ще з десяток «віртуальних». Такий варіант вже застосовується в ЗС Росії.

Найяскравішим прикладом використання метаматеріалів є казковий плащ-невидимка. Вченим Девіду Сміту, Девіду Шуригу зі школи інжинірингу Пратта університету Дюка і Джону Пендри з Імперського коледжу Лондона вдалося створити щось подібне. Плащ з такого метаматеріалу відхиляє електромагнітні хвилі, так, щоб створити ілюзію, ніби його не існує. Але поки це діє тільки в двовірному просторі при опроміненні об'єкта мікрохвилями, невиразними для людського ока.

У майбутньому застосування метаматеріалів може сприяти створенню нових 3d принтерів, здатних створювати якісні предмети. Поява потужних лазерів і подальший розвиток цієї технології може стати поштовхом до появи лазерної зброї, такої, як показано у фантастичних фільмах. Використання властивостей метаматеріалів ймовірно в недалекому майбутньому стане основою антивідблискової покриття, яке можна буде використовувати у військовій промисловості, щоб зробити невидимими військову техніку для радарів і сенсорів противника. Також, метаматеріали можуть стати ключем до технології, яка дозволить нам бачити через перешкоди.

Перелік посилань:

1. А.Потапов (Метаматериалы – миф или реальность? "Обратный" показатель преломления. <http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article1153>
2. Манцызов Б.И. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов. — М.: Физматлит, 2009. — 206 с. <https://postnauka.ru/video/73758>