

18. Метаматеріали: їх створення та можливе застосування

Віктор Антонов, Богдан Марченко, Анатолій Король, Наталія Медвідь
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останні роки активно розробляються та досліджуються мета-матеріали – мікро- та нано- композитні середовища, які виділені в окремий клас матеріалів, оскільки їх властивості обумовлені не стільки індивідуальними фізичними характеристиками та хімічним складом, скільки мікроструктурою, впорядкованою особливим чином. Такі системи можуть мати від'ємні діелектричну (ϵ) та магнітну (μ) проникності, від'ємний показник заломлення ($n < 0$) та інші унікальні властивості.

Матеріали та методи. Від'ємні ϵ та μ можна одержати у тому випадку, коли електрони в матеріалі рухаються у напрямку, протилежному силам, створеним електричним та магнітним полями. Ключем до створення такого роду поведінки заряджених частинок є явище резонансу. Резонанс створюється в метаматеріалі штучно за допомогою дуже малих резонансних контурів, що імітують відгук речовини на магнітне та електричне поля електромагнітної хвилі. Наприклад в розірваному кільцевому резонаторі магнітний потік, що проходить крізь металеве кільце, наводить в ньому колові струми, аналогічні молекулярним мікрострумам, які обумовлюють магнітні властивості матеріалів. А в решітці із прямих металевих стрижнів електричне поле створює направлені вздовж цих стрижнів струми. Тому метаматеріали синтезують, вставляючи в природний матеріал подібні періодичні структури, які і модифікують ϵ та μ початкового матеріалу.

Результати та обговорення. У 1968р. радянський фізик В.Г. Веселаго передбачив існування речовин із від'ємним показником заломлення. У 2000 році фізиками Університету Каліфорнії (D.R. Smith and R.A. Shelby) був синтезований такий матеріал із від'ємним показником заломлення у мікрохвильовому діапазоні. Це був масив мікроскопічних кілець та мідних дротинок, поміщених в основу із скловолокна (див. фото). Послідовно зменшуючи розміри структурних елементів створили метаматеріали з $n < 0$ для терагерцового та інфрачервоного діапазонів, заявлено про створення метаматеріалів для видимого діапазону світла.



З погляду фізики метаматеріали є антиподами звичайних матеріалів з $n > 0$. В них фазова та групова швидкості протилежно направлені, доплерівське зміщення відбувається в протилежний бік, збірні лінзи стають розсіювальними і т.п. Тому потенційне використання таких матеріалів буде базуватись на цих їх унікальних властивостях. Зокрема їх можна буде використовувати для створення зображень високої чіткості, комп'ютерних технологій на основі фотонного чіпа, в антенній та маскувальній техніці (матеріали – невидимки) і т.д.

Висновки. На сьогоднішній день вчені досягли немалих успіхів на шляху створення метаматеріалів, але поки що говорити про їх широке застосування рано. Основна проблема – мінітюаризація технологій.

Література

<http://gadget-explorer.com/articles/10-neymovirnih-materialiv-maybutnogo>