



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36877 (13) A

(51) 6 H01P1/32

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ СТВОРЕННЯ НЕВЗАЄМНИХ ПОЛЯРИТОНІВ

(21) 2000020928

(22) 18.02.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Чупис Ірина Євгенівна, Мамалуй Денис Олександрович

(73) Чупис Ірина Євгенівна, Мамалуй Денис Олександрович

(57) Спосіб одержання невзаємних поляритонів шляхом дії електромагнітної хвилі на твердотільну систему в присутності постійного магнітного поля, який відрізняється тим, що електромагнітним випромінюванням діють на контактну твердотільну систему діелектрик - ідеальний метал або надпровідник, при цьому магнітне поле спрямовують у площині контакту.

Винахід відноситься до інфрачервоної (14) та оптичної електроніки, саме до способів створення невзаємних поляритонів 14 та оптичного діапазонів, і може бути використаний у хвильоводній техніці як випрямляч, вентиль, фільтр тощо.

Існує спосіб створення невзаємних поляритонів у НВЧ техніці [1] шляхом дії електромагнітної хвилі на твердотільну систему, яка містить діелектричний та феритовий хвильоводи, постійний магніт та металеве поглинаюче навантаження для усунення зворотної хвилі.

Як і цей винахід, у відомому способі невзаємні поляритони створюють шляхом дії електромагнітного випромінювання на твердотільну систему, розміщену у магнітному полі. Причиною, яка перешкоджає одержанню технічного результату, є створення як результат здійснення способу магнетонних поляритонів, які існують у НВЧ діапазоні, що обмежує можливості використання способу.

В основу винаходу поставлене завдання створити такий спосіб одержання невзаємних поляритонів, в якому дія електромагнітного випромінювання на твердотільну систему діелектрик - ідеальний метал або надпровідник, розміщену у магнітному полі, забезпечує робочі частоти поляритонів у 14 та оптичних діапазонах спектру.

Суть винаходу полягає в тому, що у способі створення невзаємних поляритонів шляхом дії електромагнітної хвилі на твердотільну систему в присутності магнітного поля електромагнітним випромінюванням діють на двошарову систему діелектрик - ідеальний метал або надпровідник, при цьому магнітне поле спрямовують у площині контакту.

Винахід відрізняється від прототипу тим, що електромагнітним випромінюванням діють на

двошарову систему діелектрик - ідеальний метал або надпровідник, при цьому магнітне поле спрямовують у площині контакту.

Досягнення технічного результату засновано на тому, що авторами винаходу була теоретично обґрунтована можливість існування поверхневих поляритонів на межі масивного діелектрика та ідеального металу або надпровідника. Раніше [2] вважали, що поверхневі поляритони у діелектрику, який контактує з ідеальним металом чи надпровідником, не існують. Своєю появою поверхневі поляритони зобов'язані магнітоелектричній взаємодії електричної поляризації \vec{P} з постійним магнітним полем \vec{H} . Ця магнітоелектрична енергія має вигляд $W = \xi \vec{P} [\vec{P} \times \vec{H}]$, де \vec{P} - імпульс заряду. Ця енергія - скаляр, тобто вона існує у кристалі будь якої симетрії, і є енергією взаємодії електричної поляризації \vec{P} (яка має електронну та йонну частини) з ефективним електричним полем

$\vec{E}_{ef} = -\frac{1}{c} [\vec{v} \times \vec{H}]$, створеним рухом електричного

заряду e з швидкістю \vec{v} у магнітному полі \vec{H} .

Постійна $\xi = V_0 / mc$, де V_0 - об'єм елементарної ячейки, m - маса заряду, c — швидкість світла. Вказана магнітоелектрична енергія зумовлює появу недиагональної компоненти діелектричного тензора ϵ' , пропорційної зовнішньому магнітному полю H , і внаслідок цього - існування поверхневих поляритонів. У ІЧ регіоні спектру ефективно збуджується йонна частина електричної поляризації, тому e - заряд йону, m - маса йону. У оптичному діапазоні превалує збудження електронної поляризації і, відповідно, e - заряд електрону, m - маса

електрону.

На відміну від прототипу, де хвильова невзаємність існує у НВЧ діапазоні спектру, винахід забезпечує невзаємність у 14 та оптичному діапазонах.

На відміну від прототипу одержання невзаємних поляритонів може бути здійснено за допомогою більш простого устрою.

На фіг.1 зображена блок-схема винаходу, на фіг.2 – залежність поляритонної частоти від хвильового вектору \vec{k} (поляритонний спектр).

Відповідно фіг.1 винахід містить масивний діелектрик 1 та тонкий шар 2 металу з високою електропровідністю (ідеальний метал) або надпровідника. Ця двошарова система розташована у постійному магнітному полі \vec{H} , спрямованому у площині контакту. Від джерела 3 подається електромагнітне випромінювання з частотою ω та хвильовим вектором \vec{q} на шар 2 під кутом падіння θ . Це випромінювання трансформується у поверхневі поляритонні хвилі вздовж осі X, які надходять до приймача 4.

Принцип роботи винаходу такий.

На поверхні контакту діелектрика з ідеальним металом або надпровідником тангенціальні компоненти електричного поля дорівнюють нулю ($e_x=0$, $e_y=0$), тангенціальні компоненти магнітного поля та z-компонента електричної та магнітної індукцій є неперервними. У нашому випадку $b_z=h_z=0$.

Без постійного магнітного поля у одновісному діелектрику існують лише об'ємні поляритони. В присутності магнітного поля існують лише поверхневі фононні поляритони з законом дисперсії

$$k_x^2 = \frac{\omega^2}{c^2} \varepsilon_{zz} = \frac{\omega^2}{c^2} \frac{(\omega^2 - \Omega_1^2)(\omega^2 - \Omega_2^2)}{(\omega^2 - \omega_1^2)(\omega^2 - \omega_2^2)} \quad (1)$$

що описує три гілки спектру на фіг. 2. У формулі (1)

ω_1, ω_2 – частоти збуджень P_x, P_y .

Ω_1, Ω_2 – частоти антирезонансу.

Глибина проникнення δ дається формулою

$$\delta = \frac{c^2 k_x}{\omega^2 \varepsilon'} \quad , \quad \varepsilon' = \frac{8\pi\omega g H \bar{\omega}_0^2}{(\omega^2 - \omega_1^2)(\omega^2 - \omega_2^2)} \quad (2)$$

У формули (2)

$g = \frac{e}{mc}$ - гіромагнітне відношення,

$$\bar{\omega}_0^2 = \frac{e^2}{mV_0}$$

З умов позитивності k_x^2 (1) та δ (2) виходить, що частотний інтервал існування поверхневих поляритонів залежить від напрямку розповсюдження та напрямку постійного магнітного поля $H = H_y$. На оптичних частотах (при $g \leq 0$) у магнітному полі $\vec{H} \uparrow \uparrow Y$ та на ІЧ частотах ($g \leq 0$) у полі $\vec{H} \uparrow \downarrow Y$ поляритонним модам відповідають суцільні лінії на фіг.2. Для $k_x \leq 0$ частотних гілок дві, а для $k_x \geq 0$ - одна. Суттєво, що ці гілки не є близькими. Для протилежного напрямку \vec{H} спектральні гілки зображені пунктирними лініями. Для даного напрямку магнітного поля спектр є ідеально невзаємним: поляритони з даною частотою розповсюджуються тільки в один бік. Зворотні хвилі є відсутніми.

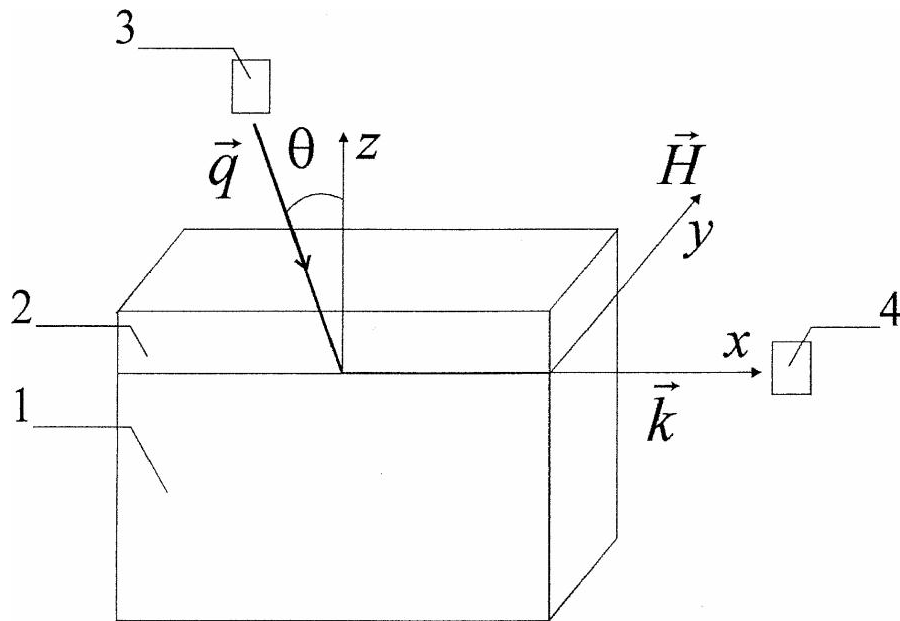
Поверхневі поляритони двох верхніх гілок на фіг.2 відповідають збудженням P_z та належать радіаційній області. Ці поляритони можуть бути збудженими шляхом резонансної взаємодії з електромагнітною хвилею з частотою ω та хвильовим вектором \vec{q} , що падає під кутом θ до поверхні контакту, так що виконується умова збереження імпульсу

$$q \sin \Theta = k_x \quad (3)$$

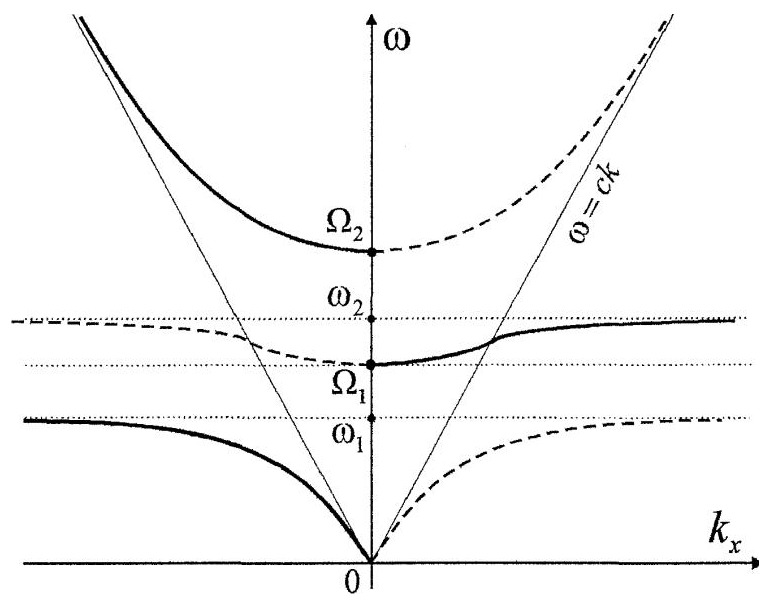
Така електромагнітна хвиля резонансно збуджує поверхневий ідеально невзаємний поляритон з частотою ω та хвильовим вектором k_x .

Джерела інформації

1. Патент SU 1356058 ,кл.Н01Р1/32 от 06.05.86
2. В.М.Агранович, Д.Л.Милс. Поверхностные поляритоны,-М.,Наука,1985,-С.34.



Фіг. 1



Фіг. 2

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22