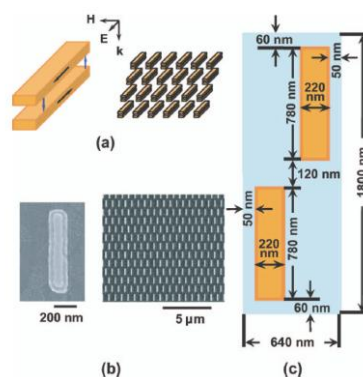


Metamateriāli un to izmantošanas iespējas optiskajos sakaros

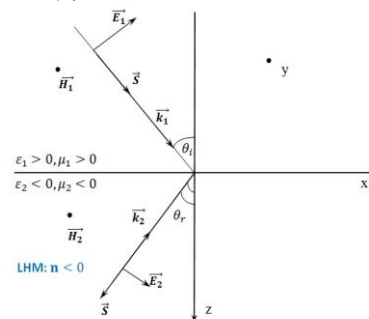
Straujā šķiedru optikas telekomunikāciju sistēmas attīstība notiek pateicoties strauji augošajam pieprasījumam pēc datu apmaiņas no vienas puses un dažādu tehnoloģiju attīstībai no otras. Informācijas pārraides apjoma palielināšanai tiek meklēti dažādi tehnoloģiski risinājumi. Kā viens no perspektīvajiem risinājumiem ir jaunu materiālu izmantošana informācijas optiskajā apstrādē un pārraidē, piemēram, metamateriāli. Metamateriāli ir atsevišķa materiālu klase, jo to īpašības nav atkarīgas no vielas ķīmiskā sastāva, bet gan no to mikrostrukturā, kas sakārtotā īpašā veidā negatīvā efektīvā laušanas koeficienta iegūšanai. Pirmo reizi metamateriālu izdevās sintezēt tikai 2000.gadā.

Metamateriāliem piemīt vairākas neparastas īpašības, kas netiek novērotas nevienā no zināmajiem dabiskajiem materiāliem, piemēram, apgrieztais Doplera un Čerenkova efekti, Pointinga un viļņa vektori ir pretēji vērsti, kamēr vektoram \vec{S} saglabājas labējā orientācija attiecībā pret \vec{E} un \vec{H} . Šīs, iepriekš nosauktās īpašības, var atrast plašu pielietojumu ne tikai optiskajos sakaros, bet to ieviešanu ierobežo vairāki faktori. Optisko sakaru gadījumā to izmantošanu ierobežo lieli absorbcijas zudumi un metamateriālu masīvam jāizveido ļoti sarežģīta struktūra, lai iegūtu vajadzīgas dielektriskās un magnētiskās caurlaidību vērtības, kurām vienlaicīgi jābūt arī mazākām par nulli pie noteiktām optiskā diapazona frekvencēm. 1.att. parādīta optiskā diapazona metamateriāls, kura izveidei tika izmantota speciāli izskaitļota „sviestmaizes” struktūra, kas sastāvēja no Ti(5 nm)/ Au(50 nm)/ Ti(5 nm)/ SiO₂(50 nm)/ Ti(5 nm)/ Au(50 nm) slāņiem. Šāda struktūra ļauj iegūt $n=-0.3$ pie $\lambda=1.5$ μm . Viena no iespējamām absorbcijas zudumu kompensācijas metodēm optiskajā diapazonā ir optiskais parametriskais pastiprinājums, kura mehānisms ir sekojošais: „kreisā” trijnieka vidē tiek izvadīti divi viļņi – signāla vilnis ω_1 (NID, $n_1 < 0$) un pumpējošais vilnis ω_3 (PID, $n_3 > 0$) – starpības harmonikas ģenerācijas rezultāta rodas trešais vilnis $\omega_2 = \omega_3 - \omega_1$, un tad triju viļņu mijiedarbes rezultātā enerģija no pumpējošā viļņa tiek pārpumpēta uz signāla vilni, kura frekvence atrodas negatīvā laušanas koeficienta diapazonā.

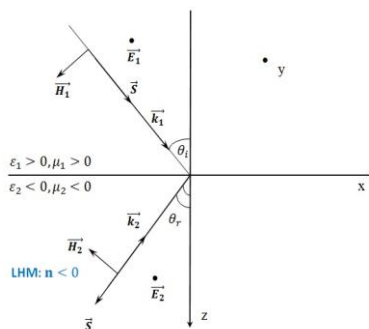
Izmantojot Maksvela vienādojumus, pētījuma gaitā tika pierādīts, ka negatīvs laušanas koeficients n atbilst vielām, kurām dielektriskās caurlaidības ϵ un vienlaicīgi magnētiskās caurlaidības μ vērtības ir mazākas par nulli ($\epsilon < 0$ un $\mu < 0$). Pierādījums tiks veikts, izmantojot plakana viļņa vienādojumu, un iegūti rezultāti tika attēloti p- un s-polarizācijas gadījumā (skat. 2. un 3. att.), jo vispārējā gadījumā elektromagnētiskā viļņa polarizācija ir abu šo polarizāciju summa.



1.att. (a) Nanostieņu pāru masīvs (b) mikroskopa attēls (c) elementāra šūna



2.att. P-polarizācija



3.att. S-polarizācija