

INTISARI

Metamaterial adalah material buatan dengan indeks bias negatif dan secara simultan memiliki permitivitas elektrik dan permeabilitas magnetik bernilai negatif. Pengembangan metamaterial mengalami terobosan dengan munculnya struktur metamaterial baru yang disebut sebagai metamaterial struktur *chiral* sebagai sumber radiasi THz. Pengembangan desain metamaterial struktur *chiral* persegi dengan kedalaman berbeda, yang merupakan kebaruan dari penelitian ini, menjadi tujuan utama dalam penelitian S3 ini. Desain metamaterial yang dikembangkan dikaji melalui analisa rektifikasi optik dalam kaitannya dengan karakteristik gelombang THz serta analisa *chirality* dalam kaitannya dengan karakteristik *optical activity* dan *circular dichroism*.

Proses pengembangan metamaterial *chiral* persegi meliputi tahap desain, pengujian hingga fabrikasi sampel yang menggunakan sistem *Focused Ion Beam*. Pengukuran sinyal emisi THz dan karakterisasi *chirality* dilakukan menggunakan sistem spektroskopi emisi terahertz dengan sistem laser Ti:Sapphire femtosekon sebagai sumber radiasi. Sampel desain baru metamaterial *chiral* persegi dengan ukuran panjang 1,2 μm , lebar 0,3 μm dan kedalaman 0,3 μm . Fabrikasi yang dilakukan telah menghasilkan empat buah sampel berupa: dua buah sampel pola susunan 300 struktur dengan arah putar kanan-kiri, dan dua buah sampel pola susunan 1200 struktur juga dengan arah putar kanan-kiri. Keempat sampel mampu membangkitkan emisi gelombang THz dalam jangkauan frekuensi 0 – 2,24 THz dan sinyal THz terukur dengan waktu emisi ~ 2 ps.

Proses rektifikasi optik diperlihatkan oleh adanya pembangkitan gelombang THz pada sampel metamaterial *chiral* persegi oleh laser femtosekon. Hasil eksperimen memperoleh hubungan kuadratik antara energi laser pemompa dengan amplitudo gelombang THz. *Optical activity* sampel menyebabkan terjadinya pemutaran bidang polarisasi gelombang dalam jangkauan frekuensi 0 – 1,4 THz, baik untuk sampel metamaterial *chiral* persegi putar kanan maupun putar kiri. Sampel susunan 300 struktur *chiral* memperoleh putaran bidang polarisasi maksimal sebesar $+13^\circ$ dan -15° pada frekuensi 1,05 THz. Sampel 1200 struktur *chiral* memperoleh putaran bidang polarisasi maksimal sebesar $+13^\circ$ dan -18° pada frekuensi 1,35 THz. Karakteristik *circular dichroism* sampel metamaterial *chiral* persegi ditunjukkan dengan eliptisitas bahan yang bernilai positif untuk sampel putar kanan dan bernilai negatif untuk sampel putar kiri. Hasil pengukuran diperoleh nilai eliptisitas yang sama sebesar maksimal $+0,3$ dan $-0,3$ untuk susunan 300 struktur *chiral* pada frekuensi 1,17 THz, sementara untuk sampel susunan 1200 struktur *chiral* pada frekuensi 1,29 THz. Polaritas yang berlawanan menunjukkan perbedaan absorbansi antara sampel putar kanan dan sampel putar kiri. Dapat disimpulkan bahwa desain baru metamaterial struktur *chiral* persegi dengan kedalaman berbeda telah berhasil dibuat dengan karakteristik emisi gelombang THz yang terpolarisasi eliptik.

ABSTRACT

Metamaterial is an artificial material which has a negative refractive index. Both of permittivity and permeability have a negative value to possess negative refraction. The breakthrough of metamaterial development was present as the invention of chiral structure metamaterial, especially as a THz source. This doctoral research was focussed on the development of a new design of square chiral metamaterial with different depth. The developed metamaterial design was analyzed by optical rectification analysis in relation to the THz wave generation and chirality analysis in relation to the optical activity and circular dichroism characteristics.

The square chiral metamaterial development was following a design, a structure examination, and a fabrication process using a focused ion beam system. THz emission and chirality characterization were measured using a femtosecond Ti:Sapphire pumped terahertz emission spectroscopy system. The developed square chiral metamaterial samples have physical size as follows: length $1,2 \mu\text{m}$, width $0,3 \mu\text{m}$, and depth $0,3 \mu\text{m}$, as a novelty of this research. It has been produced four square chiral metamaterial samples, which are: two 300 periodic square pattern samples which consist of a clock-wise as a right-hand sample and a counter clock-wise as a left-hand sample, and two 1200 periodic square pattern samples which also consist of a clockwise and a counter-clockwise sample. The all of four samples were capable to generate a THz emission over a frequency range of 0 – 2,24 THz, while the THz signal was measured as ~ 2 ps.

THz signal was occurred due to the optical rectification process as a result of an intense femtosecond laser pulses radiation on a chiral metamaterial sample. The experiment result showed that the relation between the pumping laser energy and the generated THz amplitude was a second-order function. The sample optical activity was able to rotate the polarization plane on a frequency range of 0 – 1,4 THz for both of the clockwise and the counter-clockwise samples. The maximum polarization plane rotation for the 300 periodic square pattern sample was $+13^\circ$ and -15° at a frequency 1,05 THz, and $+13^\circ$ and -18° at a frequency 1,35 THz for the 1200 periodic square pattern sample. The circular dichroism characteristic of a square chiral metamaterial sample was shown by positive ellipticity value for the clock-wise sample and negative value for the counter clock-wise sample. The maximum ellipticity value was $+0,3$ and $-0,3$ at a frequency 1,17 THz for the 300 periodic square pattern sample, and frequency 1,29 THz for the 1200 periodic square pattern sample. The opposite polarity indicated that the clock-wise and the counter clock-wise sample absorbance was different. It can be concluded that the new design square chiral metamaterial with different depth has been successfully obtained with its elliptic polarized THz emission characteristic.