

บทคัดย่อ

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เล่มนี้ ได้นำเสนอการออกแบบโครงสร้างของวัสดุแม่เหล็กไฟฟ้าสังเคราะห์ประเภท ไรโรล ไอโซทรอปิก ที่มีดัชนีการหักเหของแสงติดลบ โดยได้ใช้ทฤษฎีกลุ่มเพื่อใช้ในการออกแบบและวิเคราะห์หาค่าประกอบทางแม่เหล็กไฟฟ้าของโครงสร้าง โดยได้เลือกโครงสร้างในกลุ่ม C_n ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่ต้องการข้างต้น ได้ใช้วิธีการวัดความต่อเนื่องของลักษณะสมมาตรและวิธีการแบ่งครึ่งมุมสมมาตร ในการตรวจสอบคุณสมบัติไรโรลิตีของโครงสร้างที่ได้ทำการออกแบบ ซึ่งพบว่าค่าดัชนีไรโรลิตีของโครงสร้างนั้นขึ้นอยู่กับมุมที่เกิดจากแกนหลักและแกนย่อยของโครงสร้าง และยังเพิ่มขึ้นตามจำนวนแกนของ C_n อีกด้วย ทฤษฎีการวิเคราะห์ห้วงจรถูกนำมาใช้เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ค่าความจุไฟฟ้าและค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้าซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการกำหนดตำแหน่งของค่ายังผลของพารามิเตอร์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งส่งผลไปถึงการกำหนดตำแหน่งของการเกิดค่าดัชนีการหักเหของแสงที่ติดลบของโครงสร้าง โดยได้แบ่งทำการศึกษาในการปรับแต่งโครงสร้างให้มีคุณสมบัติดัชนีการหักเหของแสงติดลบออกเป็น 3 ส่วน คือ การจัดวางโครงสร้างในลักษณะต่างๆ อัตราส่วนของแกนหลักและแกนย่อย และการเพิ่มแกนเสริมของโครงสร้าง ซึ่งพบว่าปัจจัยดังกล่าวล้วนส่งผลต่อลักษณะต่อคุณสมบัติของการส่งผ่านของสัญญาณ และค่ายังผลของพารามิเตอร์ทาง แม่เหล็กไฟฟ้าอื่นๆด้วย จาก การปรับแต่งโครงสร้างในกลุ่ม C_n ที่ได้ทำการออกแบบ พบว่าโครงสร้างมีคุณสมบัติที่สามารถแสดงคุณสมบัติไอโซทรอปิกได้ในหลายทิศทาง อีกทั้งยังมีค่าดัชนีการหักเหของแสงติดลบในย่าน ความถี่ที่ต้องการ โดยมีอัตราการสูญเสียของสัญญาณต่ำ และได้สร้างวัสดุโครงสร้างต้นแบบพร้อมทั้งวัดผล ซึ่งผลการวัดที่ได้และผลจากการออกแบบทางทฤษฎีและการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์สอดคล้องกัน

ABSTRACT

In this research chiral isotropic metamaterials with negative index of refraction design are proposed. Group theory was used in classifying and designing effective electromagnetic parameter of the structures. Containing all of the desired properties, C_n point group was selected. Chirality of the structures is then checked by continuous chiral measures and angular bisection method. The calculation results have shown that the chirality index is related to the orientation of the structure i.e. the angle between the main axis and the arm of the structure. Furthermore, by increasing the number of arms or the subscription “n” of the structure C_n , the chirality is improved. Circuit analysis is chosen to help with the analysis of the capacitance and inductance. They are important factors in designing the location of magnetic resonance. The resonance significantly affects the location of the negative index of refraction. Structure modification is divided into three major parts, which are: the structure’s orientation, a ratio of the main axis to the connected arm, and an extra arm of the structure. All of these factors affect the properties of transmission characteristics and effective material parameters. The proposed C_n point group structures present an isotropic property in many directions and also generate a negative index of refraction bandwidth with low losses. Furthermore, one of the designed structures are fabricated and measured. The measurement results agree well with those from analytical design and simulation.