การวิจัยเชิงทฤษฎีของการเกิดแสงเซ็คกันฮาร์โมนิคจากผลึกเคดีพี และเอดีพีที่มุมนอนลิเนียร์บริวสเตอร์

(Theoretical Investigation of Second Harmonic Generation from KDP and ADP Crystals at Nonlinear Brewster Angle)

ศาสตราจารย์ ดร. วุฑฒิ พันธุมนาวิน
สาขาวิชาเทคโนโลยีเลเซอร์และโฟตอนนิกส์

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทฤษฎีของวิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาการเกิดแสงเซ็คกันฮาร์โมนิค (Second Harmomic Generation, SHG) โดยใช้ทฤษฎีของ Bloembêrgen และ Pershan [24] จากผลึกเคดีพี (KH_2PO_4, KDP) และเอดีพี ($NH_4H_2PO_4$, ADP) ที่วางตัวอยู่ในของเหลว 1-Bromonaphthalene ทั้งนี้ได้ใช้แสงคิวสวิตช์เลเซอร์จากระบบ Nd : YAG เลเซอร์ที่มีโพลาไรเซชันของสนามไฟฟ้าอยู่ในแนว $[1\bar{1}0]$ ในการวิจัยนี้ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดแสงเซ็คกันฮาร์โมนิคในแนวสะท้อน (Reflection) ที่มุมนอนลิเนียร์บริวสเตอร์ (Nonlinear Brewster Angle) โดยปกติพบว่าความเข้มของแสงเซ็คกันฮาร์โมนิคในแนวสะท้อน $I^R(2\omega)$ มีค่าน้อยที่สุดที่มุมนอนลิเนียร์บริวสเตอร์ และมีค่ามากที่มุมวิกฤต (Critical Angle) แต่ในการวิจัยเชิงทฤษฎีนี้เราได้พบเป็นครั้งแรกว่าในสภาวะมุมตกกระทบวิกฤตนั้น เราสามารถทำให้ที่มุมนอนลิเนียร์บริวสเตอร์ในการสะท้อนกลับหมด (Nonlinear Brewster Angle at Total Reflection) มีค่าเข้มแสงเซ็คกันฮาร์โมนิคน้อยมาก (Null Intensity) $I^R(2\omega) = 0$ นอกจากนี้การศึกษาการเกิดมุมนอนลิเนียร์บริวสเตอร์ θ_i^{NL} ในแนวสะท้อนพบว่ามุมนอนลิเนียร์บริวสเตอร์ θ_i^{NL} ของเคดีพีมีได้หลายค่าอาทิเช่น เคดีพีให้ $\theta_i^{NL} = 42.91°, 68.51°$ และเอดีพีให้ $\theta_i^{NL} = 42.61°, 70.03°$ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการวางตัวของผลึก (Crystallographic Orientation) และโพลาไรเซชันของสนามไฟฟ้าตกกระทบ ซึ่งผลการวิจัยเชิงทฤษฎีกรณีนี้สอดคล้องเป็นอย่างดีกับการวิจัยเชิงปฏิบัติของผลึกเคดีพีและเอดีพีที่ได้เผยแพร่แล้วในเชิงทฤษฎีและมีการทดลองสนับสนุนของผลึก KDP [28] [29] [31] [32] ที่มีการวางตัวของผลึกและแสงตกกระทบมีโพลาไรเซชันของสนามไฟฟ้าเช่นเดียวกันนั้นพบว่า ผลการวิจัยนี้สอดคล้องเป็นอย่างดียิ่งกับผลวิจัยดังกล่าว ผลการวิจัยนี้จึงเป็นการสนับสนุนและสอดคล้องกับทฤษฎีของ Bloembergen และ Pershan เป็นอย่างดียิ่ง

Abstract

Theoretical investigation of second harmonic generation (SGH) from Pottasium Dihydrogen Phosphate, (KH_2PO_4, KDP) and Ammonium Dihydrogen Phosphate, ($NH_4H_2PO_4$, ADP) using Q-switched Nd : YAG Laser as an incident beam was performed basing on Bloembergen and Pershan Theory [24]. The intensity of reflected second harmonic light generated form KDP and ADP crystal immersed in an optically denser fluid 1-Bromonaphthalene have been calculated as function of incidence angle θ_i of the incident beam of Q-switched Nd:YAG Laser. The laser pulses have the polarization in $[1\bar{1}0]$ direction with respect to KDP/ADP crystallographic axes. The reflected second harmonic generation in the neighborhood of critical angle is calculated under phase matching condition at total reflection. Furthermore, It is for the first time in theoretical discovery of a Nonlinear Brewster Angle at total reflection. From this study, it is found out that in the same crystal KDP/ADP, Nonlinear Brewster Angles can have many values depending upon the crystallographic orientations and the polarization of $\overline{E}(\omega)$ of the incident beam. The Nonlinear Brewster Angles are found to be $\theta_i^{NL} = 42.91^\circ, 68.51^\circ$ for KDP and $\theta_i^{NL} = 42.61^\circ, 70.03^\circ$ for ADP. Furthermore, under the same crystallographic and polarization of the incident laser beam. The result of investigation of SHG in KDP/ADP crystal agree well with the previous experimental results of SHG in KDP [28] [29] [31] [32] The theoretical study of the thesis verifies very well to the Bloemergen and Pershan Theory [24].