

## บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5280177

ชื่อโครงการ: การวิเคราะห์สัญญาณวิทยาของวัสดุในระดับจุลภาคด้วยแสงอาพันธ์ต่ำ

ชื่อนักวิจัย: ดร. มนต์เทียน เทียนประทีป จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: [Montian.T@chula.ac.th](mailto:Montian.T@chula.ac.th)

ระยะเวลาโครงการ: 16 มีนาคม 2552 ถึง 15 มีนาคม 2554

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดเชิงแสงสำหรับวัดความขรุขระและสร้างโครงสร้างพื้นผิวของวัสดุในระดับจุลภาค โดยพัฒนาขึ้นจากระบบการสร้างภาพอาพันธ์เชิงแสง (OCT) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการใช้อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ชนิดโมเดลสันแบบปรับระยะ (VSI) และซูปเปอร์ลูมิเนสเซนส์ไดโอด (SLD) งานวิจัยนี้เลือกปรับลำแสงที่ใช้ในระบบ VSI ให้เป็นลำแสงขนานและกล้องซีซีดีเก็บภาพวีรรอยการแทรกสอดที่เกิดขึ้นเพื่อลดเวลาการเก็บข้อมูล ด้วยวิธีการนี้แต่ละพิกเซลของกล้องซีซีดีจะทำหน้าที่เป็นตัวตรวจวัดแสงที่แยกกันอย่างเป็นเอกเทศ ทำให้อินเตอร์เฟอแกรมซึ่งได้จากพิกเซลแต่ละจุดของกล้องซีซีดีจะถูกนำไปวิเคราะห์สัญญาณด้วยวิธีวิเคราะห์สัญญาณแบบการแปลงเวฟเลตแบบต่อเนื่อง (CWT) จากการเปรียบเทียบผลการวัดพื้นผิวของชิ้นงานมาตรฐานขนาดความลึก  $1.8 \mu\text{m}$  ของบริษัท VLSI กับการวิเคราะห์สัญญาณแบบการแปลงฟูเรียร์แบบไม่ต่อเนื่อง (DFT) พบว่า ภาพพื้นผิวที่สร้างจาก CWT มีลักษณะใกล้เคียงกับพื้นผิวจริงของชิ้นงานมาตรฐานมากกว่าภาพพื้นผิวที่สร้างขึ้นจาก DFT เมื่อนำวิธี VSI และ CWT ทดสอบวัดความขรุขระของพื้นผิวสแตนเลส 316 จำนวน 3 ชิ้น และเทียบกับผลการวัดความขรุขระที่ได้จากเครื่องมือมาตรฐานรุ่น SP-500 ของบริษัท TORAY พบว่าค่าอัตราส่วนอีเอ็น ( $E_n$ ) ซึ่งเป็นค่าแสดงระดับการยอมรับตามมาตรฐาน ISO/IEC Guide 43-1 ของความขรุขระที่ได้จากการวัดตัวอย่างทั้ง 3 ชิ้น ด้วยวิธีทั้งสองมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จาก VSI และ CWT จึงยอมรับได้ในตอนท้ายของงานวิจัยนี้ยังนำวิธี VSI และ CWT ไปสร้างภาพพื้นผิวของตัวอย่างทั้งสามชิ้นในกรณีที่พื้นผิวของตัวอย่างทั้งหมดมีแผ่นปิดชิ้นตัวอย่างปิดทับ เมื่อเปรียบเทียบภาพพื้นผิวที่ถูกปิดทับกับพื้นผิวที่ไม่ถูกปิดทับแล้วพบว่าภาพพื้นผิวของตัวอย่างทั้งสองชนิดมีผลที่สอดคล้องกัน

คำหลัก: ความขรุขระ, ซูปเปอร์ลูมิเนสเซนส์ไดโอด, อินเตอร์เฟอเมตรีแบบปรับระยะ, วิธีการแปลงเวฟเลตแบบต่อเนื่อง

## Abstract

---

**Project Code:** MRG5280177

**Project Title:** Analysis of Material Morphology in Microscopic Scale Using Low Coherent Light

**Investigator:** Dr. Montian TIANPRATEEP; Chulalongkorn University

**E-mail Address:** [Montian.T@chula.ac.th](mailto:Montian.T@chula.ac.th)

**Project Period:** Mar. 16<sup>th</sup>, 2009. – Mar. 15<sup>th</sup>, 2011.

An objective for this research is to develop an optical measurement tool for measuring the surface roughness and constructing the surface profile of materials in microscopic scale. This tool is developed from an optical coherence tomography (OCT), based on a vertical scanning Michelson interferometer (VSI) with a superluminescent diode (SLD). To reduce time-consuming process, a parallel light beam is set in this VSI and a CCD camera is used to take an interference fringe. With this technique, each pixel of CCD camera acted as a separated light detector. Interferogram, taken by each pixel of CCD camera, was finally analyzed by a continuous wavelet transform (CWT) analysis method. By comparing the result from measuring a 1.8  $\mu\text{m}$  step-height standard plate of VLSI with the one, analyzed by a discrete Fourier transform (DFT), the surface profile, constructed by CWT, was more closed to a real sample surface than the one constructed by DFT. By applying this VSI and CWT to measure the surface roughness of three 316-stainless steel artifacts and comparing their results with ones measured from standard equipment (TORAY's SP-500). According to the measuring results of these three samples, the calculated values of  $E_n$  ratio, which is an acceptable level based on ISO/IEC Guide 43-1, between surface roughness of these two methods were less than or equal to 1. Therefore, the results of this VSI with a CWT algorithm technique are acceptable. Finally, this VSI and CWT are applied to construct surface profiles of these three samples, while their surfaces were covered with a cover slide. By comparing the profiles of covered surfaces with the uncovered ones, consistencies of their surface profiles were existed.

**Keywords:** Roughness, Superluminescence Diode (SLD), Vertical Scanning Interferometry (VSI), Continuous Wavelet Transform (CWT)