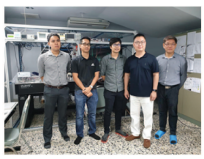
อินเตอร์เฟียโรมิเตอร์อะตอมสนามใกล้แบบทาล์บอท-เลา

หัวหน้าโครงการวิจัย : รองศาสตราจารย์ ดร.สรายุธ เดชะปัญญา[1,2]
นักวิจัยร่วมโครงการวิจัย : รองศาสตราจารย์ ดร.สรไกร ศรีสุกผล[1,2], ดร.ฐานวีร์ โชติจารุสวัสดิ์[1,2], ดร.กุลนารี วงศ์ราช[1,2], ดร.สิทธิ บัวทอง[1,2], รองศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ เชียงกา[3]



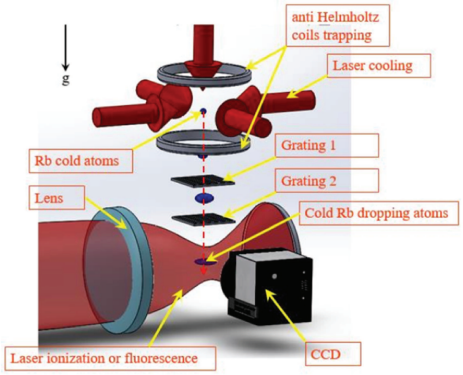
[1] ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
[2] หน่วยวิจัยทัศนศาสตร์ควอนตัมและนาโน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
[3] ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ความร่วมมือ : Xiaosong Ma's lab, School of Physics, Nanjing University, Nanjing 210093, China
Quantum Nanophysics Group, University of Vienna, Austria
โครงการจัดตั้ง "ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีควอนตัม" มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
contact: sarayut@buu.ac.th, qnolab.org

เป้าหมายของโครงการ

1.ศึกษาฟิสิกส์ของอินเตอร์เฟียโรมิเตอร์ของคลื่นสสาร รวมถึงพัฒนากฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2.สร้างแหล่งกำเนิดอะตอมเย็นสำหรับชุดทดลองอินเตอร์เฟียโรมิเตอร์ของคลื่นสสาร
3.สร้างชุดทดลองระดับห้องปฏิบัติการของเครื่องวัดค่า g บนพื้นฐานของชุดทดลองอินเตอร์เฟียโรมิเตอร์ของคลื่นสสาร หรือที่เรียกว่า กราวิมิเตอร์เพื่อประยุกต์ใช้ในการหาทรัพยากรธรรมชาติ รธณีวิทยา และการเฝ้าระวังภัยพิบัติธรรมชาติได้ในอนาคต

งบประมาณรวม และช่วงเวลาดำเนินโครงการ

งบประมาณ : 4,087,000 บาท
ช่วงเวลาโครงการ : มีนาคม 2560 – กุมภาพันธ์ 2563



แผนภาพแนวความคิดของชุดทดลองกราวิมิเตอร์เชิงควอนตัม (Quantum gravimeter)

ประสิทธิผล

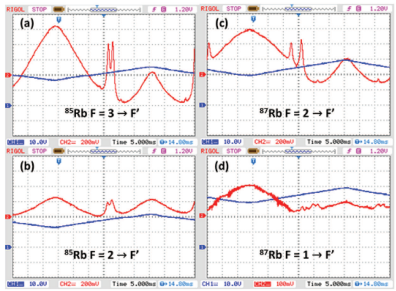
องค์ความรู้ :
1.ทฤษฎีการระบุตำแหน่งและขอบเขตของการแทรกสอดในพิสัยสนามใกล้และไกล เพื่อเป็นรากฐานของการสร้างสมการสำหรับเครื่องกราวิมิเตอร์ [1, 6]
2.เทคนิคการวัดคาบของเกรตติงที่ความแม่นยำสูง สามารถใช้วัดลักษณะพื้นผิวที่ความละเอียดสูงได้ [2]
3.เทคนิคการวัดและระบุขนาดของ optical vortex หรือ optical tweezers ด้วยวิธีการแม่นยำสูง และเป็นวิธีใหม่ไม่มีการทำมาก่อน อาจใช้เพิ่มความแม่นยำของเครื่องกราวิมิเตอร์ได้ [3]
4.เทคนิคใหม่ของการทำภาพที่คมชัดขึ้นของการแทรกสอดในพิสัยสนามใกล้ เพื่อเพิ่มความแม่นยำของการวัดเชิงแสงที่สูงขึ้น [4]
5.นวัตกรรมการสร้างเลเซอร์ไดโอดชนิดโพรงภายนอก (ECDL) ที่ปรับค่าความถี่ได้แม่นยำในระดับอะตอม เพื่อใช้ในงานฟิสิกส์ของอะตอม ในงานวิจัยนี้จะนำไปสร้างแหล่งกำเนิดอะตอมเย็น ทำให้สามารถลดต้นทุนการซื้อเลเซอร์เพื่อทำอะตอมเย็นได้ 1 เครื่อง [5]
ผลผลิต : 2 นักศึกษาระดับปริญญาเอก (จบการศึกษา 1 คน กำลังศึกษา 1 คน)
3 นักศึกษาระดับปริญญาโท (จบการศึกษา 1 คน กำลังศึกษา 2 คน)
6 บทความตีพิมพ์ในวารสาร Q1-2 [1-4] และ Q3 [5-6]
1 บทความตีพิมพ์ในงานประชุมวิชาการ [7]
ความก้าวหน้าโครงการ : โครงการได้ดำเนินการวิจัยถึงขั้นตอนการสร้างแหล่งกำเนิดอะตอมเย็นที่กำลังพัฒนาให้มีจำนวนอะตอมมากพอเพื่อใช้ประกอบกับชุดทดลองอินเตอร์เฟียโรมิเตอร์ของคลื่นสสาร (ซึ่งได้สร้างเสร็จสิ้นแล้ว) เพื่อประกอบสร้างกราวิมิเตอร์ในขั้นตอนสุดท้ายต่อไป

ผลกระทบ

ผลกระทบเชิงวิชาการ : มีการอ้างอิงของผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์จากต่างชาติไม่นานหลังจากมีการตีพิมพ์ผลงานวิจัยที่ได้
ผลกระทบในเชิงนวัตกรรม : ได้เทคนิคต่างๆที่พร้อมประยุกต์ใช้ในงานการวัดเชิงแสง และในการทำกราวิมิเตอร์ต่อไป
ผลกระทบเมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น : ได้เครื่องกราวิมิเตอร์ ที่สามารถมีผลกระทบในวงกว้างทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพการหาน้ำมัน และทำชธรรมชาติ รธณีวิทยา และการเฝ้าระวังภัยพิบัติธรรมชาติได้

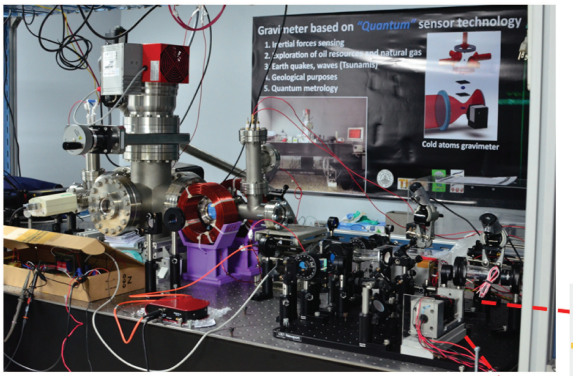
ความยั่งยืน

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างกราวิมิเตอร์เชิงควอนตัมซึ่งเมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นจะลดการนำเข้าของเครื่องมือราคาสูงนี้ และยังสามารถต่อยอดไปสู่การสร้างเพื่อขายเชิงพาณิชย์ต่อไปได้ด้วย รวมถึงทางคณะผู้วิจัยยังสามารถทำวิจัยและตีพิมพ์ผลงานวิจัยต่อเนื่องได้ในงานวิจัยนี้



สเปกโตรสโคปีการดูดกลืนของอะตอมรูบิเดียมที่ชั้นสถานะ hyperfine states จากการกระตุ้นของเลเซอร์ ECDL ที่สร้างขึ้นเอง

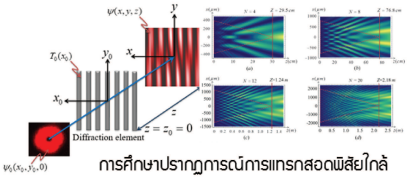
ผลงานวิจัย



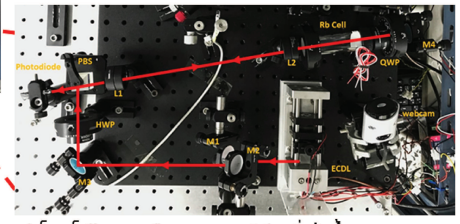
ต้นแบบชุดทดลองกราวิมิเตอร์เชิงควอนตัมในระดับห้องปฏิบัติการ

ความสอดคล้อง

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยในสาขาเทคโนโลยีควอนตัม คือการสร้างควอนตัมเซนเซอร์ซึ่งอยู่ในแผน flagship ของนโยบายวิจัย



การศึกษาปรากฏการณ์การแทรกสอดพิสัยใกล้



ชุดเลเซอร์ ECDL และชุดทดลองสเปกโตรสโคปีการดูดกลืนของอะตอมรูบิเดียมที่สร้างขึ้นเอง

ผลงานวิจัย:

[1] W. Temnuch, *et al.,* A simple description of near-field and far-field diffraction, **Wave Motion 78**, 60-67 (2018) (impact factor: 1.576) times cited by 3.
[2] T. Photia, *et al.,* High-precision grating period measurement, **Applied Optics 58(2)**, 270-273 (2019) (impact factor: 1.973) times cited by 1.
[3] P. Panthong, *et al.,* High-contrast optical vortex detection using the Talbot effect, **Applied Optics 57(7)**, 1657-1661 (2018) (impact factor: 1.973) times cited by 7.
[4] S. Srisuphaphon, *et al.,* A simple technique for producing 1D periodic intensity profile with a desired open fraction for optical sensor applications, **JOSA B, accepted 2020** (impact factor: 2.284).
[5] W. Temnuch, *et al.,* Low-cost external cavity diode laser for cold atom experiments, **J. Phys.: Conf. Ser., submitted 2020.**
[6] S. Srisuphaphon, *et al.,* Matter-wave interferometry from near-field to far-field diffraction, **J. Phys.: Conf. Ser. 1380,** 012083 (2019).
[7] S. Buathong, *et al.,* Precision Longitudinal Alignment of Matter-wave Near-field Interferometer, Proc. SPIE 11331, Fourth International Conference on Photonics Solutions (ICPS2019), 113310M (11 March 2020

โปสเตอร์สรุปโครงการวิจัย 2560
การประชุมศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ ประจำปี 2563
ณ โรงแรม เดอะ สุโกศล กรุงเทพมหานคร วันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2563
http://thep-center.org/