

การศึกษาอันตรกิริยาระหว่างระบบสองสถานะในวงจรควอนตัมแบบสภาพยวดยิ่ง

โดย

ณัฐมาศ ทับศรีนวน*, Gustav Andersson และ Per Delsing

*ผู้รับผิดชอบหลัก nuttamas@student.chalmers.se

คำสำคัญ

คอมพิวเตอร์ควอนตัมแบบสภาพนำยวดยิ่ง, วงจรควอนตัม, ระบบสองสถานะ, เครื่องสะท้อนคลื่นพื้นผิว, การแปรปรวนของความถี่สั่นพ้อง

บทคัดย่อ

คอมพิวเตอร์ควอนตัมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาศักยภาพด้านการคำนวณและแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนสูง การสร้างคอมพิวเตอร์ควอนตัมจึงเป็นงานวิจัยที่ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน หน่วยความจำที่เล็กที่สุดของคอมพิวเตอร์ควอนตัมเรียกว่า คิวบิต (qubit) การสร้างคิวบิตนั้นสามารถทำได้หลายวิธี หนึ่งในวิธีที่ได้รับความนิยมคือ การสร้างคิวบิตจากตัวนำสภาพยิ่งยวด (superconducting qubit) เนื่องจากสามารถสร้างได้ครั้งละหลายๆและสามารถใช้ระบบควบคุมที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม การใช้คิวบิตจากตัวนำสภาพยิ่งยวดยิ่งนั้น มีข้อจำกัดคือ การสูญเสียพลังงานจากอันตรกิริยาของคิวบิตและระบบสองสถานะ (two-level systems) ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ในวัสดุที่ใช้ทำวงจรควอนตัม ปัจจุบันยังไม่มีคำอธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวได้อย่างชัดเจน การสูญเสียพลังงานจากอันตรกิริยานี้ จึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้

งานวิจัยขั้นนี้ศึกษาอันตรกิริยาของระบบสองสถานะ โดยใช้อุปกรณ์สะท้อนคลื่นพื้นผิว (surface acoustic wave resonator) ซึ่งสามารถเกิดการสั่นพ้องได้ ณ หลายความถี่ แทนการใช้อุปกรณ์สะท้อนคลื่นไมโครเวฟ (microwave resonator) ซึ่งเกิดการสั่นพ้องที่ความถี่เดียว ทำให้สามารถศึกษาอันตรกิริยาของระบบสองสถานะระหว่างความถี่ต่างๆพร้อมกันได้

จากการวัดสัญญาณคลื่นสะท้อนจากอุปกรณ์ในสภาพตัวนำยิ่งยวดและวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความแปรปรวนของความถี่สั่นพ้อง ณ แต่ละความถี่ของอุปกรณ์ มีความสัมพันธ์กัน ทั้งนี้ค่าความสัมพันธ์ขึ้นอยู่กับความต่างของความถี่แต่ละคู่ และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับอุปกรณ์ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับสมมติฐานของแบบจำลองระบบสองสถานะ (TLS model)

ผลที่ได้รับจากการวิจัย คือความเข้าใจอันตรกิริยาระหว่างระบบสองสถานะกับวงจรควอนตัม ความรู้ดังกล่าวสามารถนำไปสู่การแก้ไขปัญหาความไม่เสถียรของคอมพิวเตอร์ควอนตัมแบบสภาพนำยวดยิ่ง อันเป็นหนึ่งในก้าวสำคัญของการสร้างคอมพิวเตอร์ควอนตัมชนิดดังกล่าว ประเทศไทยสามารถนำความรู้จากงานวิจัยนี้ มาช่วยสร้างและพัฒนาคอมพิวเตอร์ควอนตัมซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการคำนวณและแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในงานวิจัยทุกสาขาในอนาคต

ประวัตินักวิจัย

นางสาวณัฐมาศ ทับศรีนวน เป็นนักเรียนทุน Erasmus Mundus สาขา Nanoscience and Nanotechnology ความเชี่ยวชาญพิเศษด้านการคำนวณเชิงควอนตัม ปัจจุบันเป็นนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัย KU Leuven ประเทศเบลเยียม และ Chalmers University of Technology ประเทศสวีเดน ที่ปรึกษางานวิจัยได้แก่ Gustav Andersson และ Professor Per Delsing งานวิจัยนี้ทำที่ห้องปฏิบัติการ Quantum Technology สังกัด Chalmers University of Technology และ Wallenberg Center for Quantum Technology (WACQT) ประเทศสวีเดน