

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเทคนิคใหม่สำหรับการเคลือบฟิล์มบางสารแม่เหล็ก โดยแบ่งการพัฒนาเป็นสามส่วน คือ การประดิษฐ์หัวเคลือบฟิล์ม (หรือหัวเพนนิ่ง) การประดิษฐ์แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า และการศึกษาลักษณะและสมบัติฟิล์มนิกเกิล หัวเพนนิ่ง [พิชญ พูลเจริญศิลป์ และคณะ อนุสิทธิบัตร เลขที่ 12521 ออกให้ ณ วันที่ 3 มีนาคม 2560] จัดอยู่ในกลุ่มอุปกรณ์ $E \times B$ ดิสชาร์จ มีลักษณะเฉพาะคือ เป้าสารเคลือบที่ขึ้นรูปจากวัสดุสารแม่เหล็ก เช่น นิกเกิล มีช่องเปิดแนววงกลมสำหรับการกักเก็บ อิเล็กตรอนพลังงานสูงด้วยสนามแม่เหล็กที่วางตัวตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า ซึ่งจำเป็นต่อกระบวนการแตกตัวของแก๊สในบริเวณดังกล่าว จากการทดสอบพบว่า หัวเพนนิ่ง สามารถทำงานได้ทั้งในโหมดไฟตรงและโหมดไฟอิมพัลส์ แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยสามารถควบคุมระดับศักย์ไฟฟ้าที่จ่ายให้หัวเพนนิ่ง ได้อย่างเที่ยงตรง ซึ่งเป็นผลจากการผสมผสานความโดดเด่นของวงจรเชิงเส้นและวงจรแบบสวิตช์ นอกจากนี้ แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ามีช่องทางการจ่ายไฟ ได้ทั้งในโหมดไฟตรงและไฟอิมพัลส์ ทำให้หัวเพนนิ่งสามารถดิสชาร์จได้ในย่านความดันต่ำ $1 - 10 \text{ mTorr}$

จากการตรวจวัดพารามิเตอร์ของพลาสมาด้วยหัววัดแสงเมียร์และหัววัดพลังงานจลน์ [Poolcharuansin et al. Vacuum 141 (2017) 41-48] พบว่า ความหนาแน่นของไอออนจากการขับหัวเพนนิ่งด้วยกำลังไฟ 50 W มีค่าอยู่ในย่าน 10^{16} m^{-3} ในขณะที่พลังงานจลน์ของไอออนมีค่า $\sim 200 \text{ eV}$ สูงมากกว่า 100 เท่า เมื่อเทียบกับค่าพลังงานของไอออนในระบบแมกนีตรอนสปัตเตอร์แบบดั้งเดิม ไอออนพลังงานสูงดังกล่าวถือเป็นปัจจัยหลักต่อลักษณะฐานเชิงผิวของฟิล์มนิกเกิล ที่มีลักษณะต่อเนื่อง ราบเรียบ และไม่ปรากฏรอยแตกร้าว โดยไม่ต้องพึ่งพาเทคนิคการไปแอสซิงงาน หรือการให้ความร้อนขึ้นงานระหว่างกระบวนการเคลือบ การศึกษาสมบัติทางแม่เหล็กของฟิล์มนิกเกิลได้ชี้ให้เห็นว่า พารามิเตอร์ของกระบวนการเคลือบฟิล์ม เช่นความดันขณะดำเนินการเคลือบ ซึ่งโยงไปถึงพลังงานของไอออนในกระบวนการเคลือบ มีอิทธิพลโดยตรงต่อ ค่าสภาพแม่เหล็กอิ่มตัว, สภาพแม่เหล็กคงค้าง และสภาพลบล้างแม่เหล็ก ซึ่งเป็นปริมาณพื้นฐานสำคัญที่กำหนดสมบัติและลักษณะเฉพาะทางแม่เหล็กของฟิล์มนิกเกิล

Abstract

An inverted gapped-target magnetron sputtering device has been developed for deposition of ferromagnetic thin films under energetic conditions. The main feature of this technique is that the discharge is driven by a positive voltage relative to a grounded target situated away from the magnetic field. As a result, it is possible to efficiently sputter ferromagnetic materials and have a source of energetic plasma ions available in the ion-assisted deposition process at the substrate. Electrical probe measurements have shown that the density and the most likely energy of the ions arriving to the grounded substrate is approximately 10^{16} m^{-3} and 200 eV, respectively. In the sputtering of nickel films, no cracking of the film surfaces was observed, without substrate heating or biasing. The energetic ions available with this inverted configuration are thought to be the main contributor to the observed enhancement in overall film qualities.