บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

บทนี้เป็นการอภิปรายและสรุปผลการศึกษาของงานวิจัยประกอบด้วย ผลของความดันย่อยแก๊สไนโตรเจน ผลของความหนาและผลของกำลังไฟฟ้า ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

อภิปราย

ผลของความดันย่อยแก๊สไนโตรเจน

ฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ชุดนี้เคลือบบนแผ่นซิลิกอน ด้วยระบบ รีแอคตีฟ ดีซี แมกนีตรอน สปัตเตอริง เมื่อแปรค่าความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนในกระบวนการเคลือบเท่ากับ 25% 50% และ 75% ตามลำดับ ผลการศึกษาโดยสรุปพบว่า เกิดฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ทุกความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนและพบว่าความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนมีผลต่อโครงสร้างและลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ ส่วนนี้เป็นการอภิปรายผลความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนต่อโครงสร้างผลึก ขนาดผลึก ค่าคงที่แลตทิซ ความหนา ลักษณะพื้นผิว และองค์ประกอบของธาตุทางเคมีของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

1. โครงสร้างของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

โครงสร้างผลึกของฟิล์ม จากรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบได้เมื่อแปรค่าความดันย่อยแก๊สไนโตรเจน พบรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ที่มุมต่าง ๆ ตรงกับรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของโครเมียมไนไตรด์ตามมาตรฐาน JCPDS เลขที่ 11-0065 โดยที่ความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนในกระบวนการเคลือบเท่ากับ 25% และ 50% มีรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ที่มุม 37.57°, 63.60° และ 76.23° ซึ่งตรงกับโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) (220) และ (311) ส่วนความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเท่ากับ 75% มีรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ที่มุม 37.57°, 43.77°, 63.60° และ 76.23° ซึ่งตรงกับโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111), (200), (220) และ (311) ตามลำดับ โดยเมื่อความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้น โครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) มีความเข้มของการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์เพิ่มขึ้นและมีการเลื่อนของโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) ขณะที่โครเมียมไนไตรด์ระนาบ (220) และระนาบ (311) มีความเข้มของการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wei et al. (2001) ที่พบว่าเมื่อความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้นในช่วง 20%-40% ของความดันรวมขณะเคลือบพบโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) มีการเลื่อน ซึ่งสามารถอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้ 2 เหตุผล คือ เมื่ออะตอมของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทำให้โครงสร้าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ผลึกขยายตัวและเมื่อความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเกิดแรงอัดทำให้เกิดความเค้นในฟิล์มเพิ่มขึ้น ซึ่งความเค้นที่เพิ่มขึ้น เป็นผลให้มุมของรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์เกิดการเลื่อนและสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shozo, Futami, and Keiji (2002) ที่พบโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) ที่มีความเข้มการเลี้ยวเบนสูงขึ้น เมื่อความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้น

จากรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ ในงานวิจัยนี้ ตรงกับมาตรฐาน JCPDS เลขที่ 11-0065 ระบุว่าเป็นโครเมียมไนไตรด์ที่มีโครงสร้างผลึกแบบคิวบิค โดยค่าคงที่แลตทิซ ของฟิล์มบางที่เคลือบด้วยความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนต่าง ๆ คำนวณจากระนาบ (111) และ (200) มีค่าคงที่แลตทิซ ในช่วง 4.14-4.17 Å ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าคงที่แลตทิซของโครเมียมไนไตรด์ตามมาตรฐาน JCPDS เลขที่ 11-0065 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.14 Å

สำหรับขนาดผลึกของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์หาจาก Seherrer equation เมื่อแปรค่าความดันย่อยแก๊สไนโตรเจน ขนาดของผลึกมีค่าต่าง ๆ โดยพบว่าความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้น โครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) มีขนาดผลึกเพิ่มขึ้นในช่วง 31 nm ถึง 36 nm และโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (220) มีขนาดผลึกลดลงในช่วง 8 nm ถึง 12 nm

2. ความหนา และลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

ความหนาและลักษณะพื้นผิวของฟิล์ม พิจารณาจากเทคนิค AFM ของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์เคลือบที่ความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนต่าง ๆ พบว่าที่ความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเท่ากับ 25% ผิวหน้าของฟิล์มมีเกรนขนาดใหญ่กระจายทั่วพื้นผิวของฟิล์ม เมื่อความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เกรนมีขนาดเล็กลง กระจายทั่วพื้นผิวของฟิล์ม สำหรับความหนา และความหยาบผิวของฟิล์มพบว่าเมื่อความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจาก 25%เป็น 50% และ 75% ฟิล์มที่เคลือบได้มีความหนาและความหยาบผิวลดลงจาก 2070 nm เป็น 1160 nm และ 37 nm เป็น 18 nm สอดคล้องกับงานวิจัยของ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Capotondi et al. (2007) ที่พบว่าเมื่อความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอัตราการเคลือบลดลงพฤติกรรมนี้เกิดจากรวมกัน 2 เหตุผล คือ โอกาสของการเกิดไอออไนเซชันของโมเลกุลไนโตรเจนต่ำกว่าอาร์กอนและแก๊สไนโตรเจนทำปฏิกิริยากับหน้าเป้าสารเคลือบ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zenghu et al. (2003) ที่พบว่าเมื่อความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบได้มีความหนาลดลง สาเหตุเกิดจากแก๊สไวกิริยา (reactive gas) ทำปฏิกิริยากับอะตอมของ Cr หน้าเป้าสารเคลือบ เกิดสารประกอบไนไตรด์ที่พื้นผิวของหน้าเป้า เป็นผลให้สปัตเตอริง ยีลด์ (sputtering yield) ต่ำลง เนื่องจากสารประกอบไนไตรด์มีอัตราการสปัตเตอร์ต่ำกว่าโลหะ ดังนั้น เมื่อแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอัตราเคลือบจึงไม่เปลี่ยนแปลงและมีค่าต่ำมาก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. องค์ประกอบของธาตุทางเคมีของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

การศึกษาองค์ประกอบของธาตุทางเคมีของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ โดยนำฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบด้วยความดันย่อยแก๊สไนโตรเจน เท่ากับ 25% 50% และ 75% ไปศึกษาอัตราส่วน Cr : N โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDX ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87, 0.85 และ 0.83 ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าฟิล์มบางที่เคลือบได้มีอัตราส่วนของ Cr : N ใกล้เคียง 1 : 1

ผลของความหนาฟิล์ม

ฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ชุดนี้เคลือบบนแผ่นซิลิกอน ด้วยระบบ รีแอคตีฟ ดีซี แมกนีตรอน สปัตเตอริง เมื่อกำหนดความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเท่ากับ 75% ระยะห่างระหว่างเป้าสารเคลือบกับวัสดุรองรับเท่ากับ 15 cm และแปรค่าความหนาจากเวลาเคลือบเท่ากับ 60 นาที, 90 นาที, 120 นาที, 150 นาที และ 180 นาที ตามลำดับ ผลการศึกษาโดยสรุปพบว่า เกิดฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ทุกเวลาเคลือบและพบว่าความหนาไม่มีผลต่อโครงสร้างและลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ ส่วนนี้เป็นการอภิปรายผลของความหนาต่อโครงสร้างผลึก ขนาดผลึก ค่าคงที่แลตทิซ ความหนา ลักษณะพื้นผิวและ องค์ประกอบของธาตุทางเคมีของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

1. โครงสร้างของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

โครงสร้างผลึกของฟิล์ม จากรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบได้เมื่อแปรค่าเวลาในกระบวนการเคลือบ พบรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ที่มุมต่าง ๆ ตรงกับรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของโครเมียมไนไตรด์ตามมาตรฐาน JCPDS เลขที่ 11-0065 โดยที่เวลาในกระบวนการเคลือบเท่ากับ 60 นาที, 90 นาที, 120 นาที, 150 นาที และ 180 นาที มีรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ที่มุม 37.57°, 43.77° และ 63.60° ซึ่งตรงกับโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111), (200) และ (220) ตามลำดับ โดยพบว่าฟิล์มบางที่เคลือบด้วยเวลาเท่ากับ 90 นาที พบโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) มีความเข้มการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์สูงสุด และเมื่อใช้เวลาในการเคลือบนานขึ้น โครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) มีความเข้มของการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ลดลง ขณะที่โครเมียมไนไตรด์ระนาบ (200) และ (220) มีความเข้มของการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์เพิ่มขึ้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ ที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ ตรงกับมาตรฐาน JCPDS เลขที่ 11-0065 ระบุว่าเป็นโครเมียมไนไตรด์ที่มีโครงสร้างผลึกแบบคิวบิค (cubic) โดยค่าคงที่แลตทิซ (lattice constant) ของฟิล์มบางที่เคลือบด้วยเวลาต่าง ๆ คำนวณจากระนาบ (111) และ (200) มีค่าคงที่แลตทิซ ในช่วง 4.14-4.22 Å ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าคงที่แลตทิซของโครเมียมไนไตรด์ตามมาตรฐาน JCPDS เลขที่ 11-0065 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.14 Å

ส่วนขนาดผลึกของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์หาจาก Seherrer equation เมื่อแปรค่าเวลาในกระบวนการเคลือบ ขนาดของผลึกมีค่าต่าง ๆ โดยพบว่าโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) มีขนาดผลึกเพิ่มขึ้นในช่วง 27 nm ถึง 32 nm ส่วนโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (200) มีขนาดผลึกใกล้เคียงกันในช่วง 17 nm ถึง 34 nm และโครเมียมไนไตรด์ที่ระนาบ (220) มีขนาดผลึกใกล้เคียงกันในช่วง 18 nm ถึง 21 nm

2. ความหนา และลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

ความหนาและลักษณะพื้นผิวของฟิล์ม จากเทคนิค AFM ของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบโดยแปรค่าความหนาจากเวลาเคลือบต่าง ๆ พบว่าที่เวลาเคลือบ 60 นาที ผิวหน้าของฟิล์มมีเกรนขนาดเล็กกระจายทั่วพื้นผิวของฟิล์ม และเมื่อใช้เวลาในการเคลือบนานขึ้น เกรนมีขนาดใหญ่ขึ้น กระจายทั่วพื้นผิวของฟิล์ม สำหรับความหนาของฟิล์มเมื่อเวลาเคลือบเพิ่มขึ้นความหนาฟิล์มเพิ่มขึ้นจาก 832 nm เป็น 2342 nm ส่วนความหยาบผิวเพิ่มขึ้นจาก 7 nm เป็น 34 nm ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเกิดฟิล์ม คือเมื่อใช้เวลาในการเคลือบนานขึ้นทำให้อะตอมของสารเคลือบตกลงบนวัสดุรองรับเพิ่มมากขึ้นทำให้ฟิล์มมีความหนามากขึ้น

3. องค์ประกอบของธาตุทางเคมีของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

การศึกษาองค์ประกอบของธาตุทางเคมีของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ โดยนำฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ที่เวลาเคลือบ เท่ากับ 60 นาที, 90 นาที, 120 นาที, 150 นาที และ 180 นาที ไปศึกษาอัตราส่วน Cr : N โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDX ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.74, 0.82, 0.81, 0.83 และ 0.86 ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าฟิล์มบางที่เคลือบได้มีอัตราส่วนของ Cr : N ใกล้เคียง 1 : 1

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ผลของกำลังไฟฟ้า

ฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ชุดนี้เคลือบบนแผ่นซิลิกอน ด้วยระบบ รีแอคตีฟ ดีซี แมกนีตรอน สปัตเตอริง เมื่อกำหนดความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเท่ากับ 75% ระยะห่างระหว่างเป้าสารเคลือบกับวัสดุรองรับเท่ากับ 15 cm และแปรค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 160 W, 260 W และ 360 W ตามลำดับ ผลการศึกษาโดยสรุปพบว่า เกิดฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ทุกกำลังไฟฟ้า และพบว่ากำลังไฟฟ้ามีผลต่อโครงสร้างและลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ ส่วนนี้เป็นการอภิปรายผลของกำลังไฟฟ้าต่อโครงสร้างผลึก ขนาดผลึก ค่าคงที่แลตทิซ ความหนา ลักษณะพื้นผิวและ องค์ประกอบของธาตุทางเคมีของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

1. โครงสร้างของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

โครงสร้างผลึกของฟิล์ม จากรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบได้เมื่อแปรค่ากำลังไฟฟ้า พบรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ที่มุมต่าง ๆ ตรงกับรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของโครเมียมไนไตรด์ตามมาตรฐาน JCPDS เลขที่ 11-0065 โดยที่กำลังไฟฟ้าในกระบวนการเคลือบเท่ากับ 160 W, 260 Wและ 360 W มีรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ที่มุม 37.57°, 43.77° และ 63.60° ซึ่งตรงกับโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111), (200) และ(220) ตามลำดับ โดยพบว่าเมื่อกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111), (200) และ(220) มีความเข้มของการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์เพิ่มขึ้น โดยพบว่าเมื่อกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ฟิล์มที่เคลือบได้ที่มุม 37.57° มีความเข้มของการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์เพิ่มขึ้น

จากรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ ที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ ตรงกับมาตรฐาน JCPDS เลขที่ 11-0065 ระบุว่าเป็นโครเมียมไนไตรด์ที่มีโครงสร้างผลึกแบบคิวบิค (cubic) โดยค่าคงที่แลตทิซ (lattice constant) ของฟิล์มบางที่เคลือบด้วยกำลังไฟฟ้าต่าง ๆ คำนวณจากระนาบ (111), (200) และ (220) มีค่าคงที่แลตทิซ ในช่วง 4.14-4.18 Å ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าคงที่แลตทิซของโครเมียมไนไตรด์ตามมาตรฐาน JCPDS เลขที่ 11-0065 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.14 Å

ส่วนขนาดผลึกของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์หาจาก Seherrer equation เมื่อแปรค่ากำลังไฟฟ้า ขนาดของผลึกมีค่าต่าง ๆ โดยพบว่าเมื่อกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) มีขนาดผลึกเพิ่มขึ้นในช่วง 25 nm ถึง 29 nm ส่วนโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (200) มีขนาดผลึกเพิ่มขึ้นในช่วง 21 nm ถึง 24 nm และโครเมียมไนไตรด์ที่ระนาบ (220) มีขนาดผลึกลดลงในช่วง 18 nm ถึง 21 nm

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ความหนา และลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

ความหนาและลักษณะพื้นผิวของฟิล์ม จากเทคนิค AFM ของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบเมื่อแปรค่ากำลังไฟฟ้าต่าง ๆ พบว่าที่กำลังไฟฟ้า 160 W ผิวหน้าของฟิล์มมีเกรนขนาดเล็กกระจายทั่วพื้นผิวของฟิล์ม และเมื่อกำลังไฟฟ้าในกระบวนการเคลือบมากขึ้น เกรนมีขนาดใหญ่ขึ้น กระจายทั่วพื้นผิวของฟิล์ม สำหรับความหนาของฟิล์มมีความหนาเพิ่มจาก 700 nm เป็น 1332 nm ส่วนความหยาบผิวเพิ่มขึ้นจาก 3 nm เป็น 11 nm

3. องค์ประกอบของธาตุทางเคมีของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

การศึกษาองค์ประกอบของธาตุทางเคมีของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ โดยนำฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบด้วยกำลังไฟฟ้า เท่ากับ 160 W, 260 W และ 360 W ไปศึกษาอัตราส่วน Cr : N โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDX ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.74, 0.82, 0.81, 0.83 และ 0.86 ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าฟิล์มบางที่เคลือบได้มีอัตราส่วนของ Cr : N ใกล้เคียง 1 : 1

สรุปผล

1. ผลของความดันย่อยแก๊สไนโตรเจน

1.1 ฟิล์มโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบได้มีโครงสร้างผลึกแบบคิวบิค ทุกเงื่อนไขการเคลือบ เมื่อความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้น โครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) มีความเป็นผลึกสูงขึ้น ส่วนโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (220) และ (311) มีความเป็นผลึกลดลง สรุปได้ว่าความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนที่ใช้ในกระบวนการเคลือบมีผลต่อโครงสร้างของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

1.2 เมื่อความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ฟิล์มโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบได้มีความหนาและความหยาบผิวลดลงจาก 2070 nm เป็น 1160 nm และ 37 nm เป็น 18 nm ตามลำดับ

2. ผลของความหนาฟิล์ม

2.1 ฟิล์มโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบได้มีโครงสร้างผลึกแบบคิวบิค ทุกเงื่อนไขการเคลือบ เมื่อเคลือบด้วยเวลาเท่ากับ 90 นาที โครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) มีความเป็นผลึกสูงสุด เมื่อใช้เวลาในการเคลือบนานขึ้น โครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111) มีความเป็นผลึกลดลง ส่วนโครเมียมไนไตรด์ระนาบ (200) และ (220) มีความเป็นผลึกสูงขึ้น เมื่อใช้เวลาในการเคลือบนานขึ้น สรุปได้ว่าความหนาไม่มีผลต่อโครงสร้างของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

2.2 ฟิล์มที่เคลือบเวลานานขึ้นจะมีความหนาและความหยาบผิวเพิ่มมากขึ้นจาก 832 nm เป็น 2342 nm และ 7 nm เป็น 34 nm ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. ผลของกำลังไฟฟ้า

3.1 ฟิล์มโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบได้มีโครงสร้างผลึกแบบคิวบิค ทุกเงื่อนไขการเคลือบ เมื่อกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โครเมียมไนไตรด์ระนาบ (111), (200) และ (220) มีความเป็นผลึกสูงขึ้น สรุปได้ว่ากำลังไฟฟ้าในกระบวนการเคลือบมีผลต่อโครงสร้างของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

3.2 เมื่อกำลังไฟฟ้าในกระบวนการเคลือบเพิ่มมากขึ้น ฟิล์มโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบได้มีความหนาและความหยาบผิวเพิ่มขึ้นและมีความเป็นผลึกมากขึ้นจาก 700 nm เป็น 1332 nm และ 3 nm เป็น 11 nm ตามลำดับ

4. องค์ประกอบของธาตุทางเคมีของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบทุกเงื่อนไข เมื่อแปรค่าความดันย่อยแก๊สไนโตรเจน ความหนาและ กำลังไฟฟ้าพบว่าอัตราส่วนของ Cr : N มีค่าใกล้เคียง เท่ากับ 1 : 1

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University