บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและปัญหาของงานวิจัย

วัสดุหน้าสัมผัสไฟฟ้า (Electrical Contact Materials) ทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบวงจร มักพบในชิ้นส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิด เช่น สวิตช์ไฟฟ้า (Electrical Switches) และเบรคเกอร์ (Circuit Breaker) เป็นต้น ปัจจุบันวัสดุหน้าสัมผัสได้ถูกนำเข้าจากต่างประเทศทั้งสิ้น หากสามารถผลิตวัสดุหน้าสัมผัสไฟฟ้าที่มีสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมได้เอง จะเป็นการช่วยลดการนำเข้าวัสดุหน้าสัมผัสไฟฟ้าของอุตสาหกรรมด้านอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ วัสดุที่ใช้ทำหน้าสัมผัสไฟฟ้าต้องเป็นโลหะที่นำไฟฟ้าได้ดี และมีความแข็งสูงเพื่อทนต่อการสึกหรอจากการใช้งาน โดยทั่วไปนิยมใช้โลหะกลุ่มทองแดง เนื่องจากทองแดงบริสุทธิ์มีค่าการนำไฟฟ้า 0.58 x 10^8 ซีเมนต์ต่อเมตร ถูกจัดเป็นโลหะที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูง รองจากเงิน และใช้เป็นค่ามาตรฐานในการเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้า โดยกำหนดให้มีค่าเป็น 100 %IACS (International Annealed Copper Standard) [1] ทองแดงจัดเป็นโลหะอ่อน ขึ้นรูปได้ง่าย ดึงขึ้นรูปเป็นลวดได้ มีต้านทานการสึกหรอไม่ดี จึงมีงานวิจัยที่ผ่านมาได้พยายามพัฒนาด้านความแข็งของทองแดงโดยใช้เทคนิคการแข็งตัวของน้ำโลหะอย่างรวดเร็ว (Rapid Solidification) [2, 3] การปรับปรุงส่วนผสม [4] การทำให้อยู่ในรูปของสารประกอบออกไซด์ที่ผิว (Internal Oxidation) [5] นอกจากนี้โลหะทองแดงผสมยังสามารถเพิ่มความแข็งได้โดยการสร้างอนุภาคขนาดเล็กกระจายทั่วในโครงสร้าง เรียกวิธีนี้ว่า การบ่มแข็ง (Aging) แต่มักพบปัญหาการสูญเสียความแข็งที่อุณหภูมิใช้งานสูงประมาณ 500 องศาเซลเซียส เนื่องจากอนุภาคที่เกิดจากการบ่มแข็งเกิดการขยายตัว ทำให้ความแข็งและความต้านทานการสึกหรอลดลง

วัสดุหน้าสัมผัสกลุ่มทองแดงเป็นส่วนผสมหลัก ที่ใช้กันโดยทั่วไป เช่น ทองเหลือง ฟอสฟอรัสบรอนซ์ นิกเกิลซิลเวอร์ เป็นต้น [6] พบว่ามีปัญหาด้านความต้านทานการสึกไม่ดี จึงมีการเติมธาตุผสมชนิดอื่นที่มีความแข็งสูงเข้าด้วยกัน จากงานวิจัยของ Hamid และคณะ [7] ได้ผสมผงโลหะไนโอเบียมเข้ากับผงโลหะทองแดงแล้วขึ้นรูปผลิตเป็นลวดเพื่อเพิ่มความแข็ง Zhu และคณะ [8, 9] ศึกษาการผลิตวัสดุเชิงประกอบของโลหะทองแดงผสมซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) โดยกระบวนการอิเลกโตรฟอร์ม พบว่า ซิลิคอนคาร์ไบด์ช่วยเพิ่มความต้านทานการสึกกร่อนจากการเสียดสีได้ดีที่ซิลิคอนคาร์ไบด์ไม่เกินร้อยละ 21 โดยปริมาตร ซิลิคอนคาร์ไบด์สามารถเกิดการเผาไหม้ได้ง่ายในบรรยากาศที่เป็นออกซิเดชั่น นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่นได้ศึกษาการผสมผงอะลูมิน่าผงซิลิคอนคาร์ไบด์ และผงไทเทเนียมคาร์ไบด์ (TiC) เข้ากับผงทองแดง [10] การผสมไทเทเนียม

คาร์ไบด์ มีปัญหาความไม่เข้ากันของผงในการผสม จึงต้องเติมตัวประสานเพิ่มเข้า เพื่อเพิ่มความเข้ากันได้ของผงและให้ได้สมบัติที่ดีขึ้น

ทังสเตนคาร์ไบด์ (WC) นิยมนำไปใช้ในงานตัด เนื่องจากมีความแข็งสูงประมาณ 2,200 วิกเกอร์ มีความต้านทานการสึกหรอที่ดี และทนความร้อนได้ดี ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าประมาณ 5.23×10^6 ซีเมนต์ต่อเมตร (8.9%IACS) ไม่เกิดการเผาไหม้ในบรรยากาศออกซิเดชัน และไม่ต้องใช้โลหะประสานในการจับตัวขณะอัดขึ้นรูป จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการนำมาศึกษา จากงานวิจัยของ Findik และ Uzun [11] ได้ศึกษาค่าการนำไฟฟ้า ความแข็งและโครงสร้างจุลภาคของโลหะผงเงินผสมผงทังสเตนคาร์ไบด์ในปริมาณร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก พบว่าชิ้นงานที่ได้มีค่าความแข็งและความต้านการสึกหรอสูงกว่าชิ้นงานที่เป็นโลหะเงินผสมทังสเตนที่ปริมาณเท่ากัน เนื่องจากทังสเตนคาร์ไบด์มีความแข็งมากกว่าทังสเตน และไม่ถูกออกไซด์ได้ง่ายเท่ากับทังสเตน

ข้อมูลจากมาตรฐาน ASTM B663-94 (2006) [12] ระบุว่า วัสดุหน้าสัมผัสไฟฟ้าของโลหะเงินที่มีอนุภาคผงทังสเตนคาร์ไบด์ผสมอยู่ร้อยละ 35-65 โดยน้ำหนัก มีค่าการนำไฟฟ้า 30-60 %IACS และมีความแข็ง 90-250 รอคเวลส์สเกลบี ความแข็งมีค่ามากขึ้นและการนำไฟฟ้ามีค่าต่ำลงเมื่อมีปริมาณผงทังสเตนคาร์ไบด์มากขึ้น จากมาตรฐาน ASTM B702-93 (2004) [13] ระบุว่า วัสดุหน้าสัมผัสไฟฟ้าของโลหะทองแดงที่มีอนุภาคผงทังสเตนผสมอยู่ร้อยละ 50-80 โดยน้ำหนัก มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ 25-56 %IACS และมีความแข็งอยู่ที่ 69-106 รอคเวลส์สเกลบี แต่ยังไม่พบมาตรฐานของวัสดุหน้าสัมผัสไฟฟ้าที่มีส่วนผสมของโลหะทองแดงผสมกับผงทังสเตนคาร์ไบด์

ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นที่มาของการศึกษาอิทธิพลของทังสเตนคาร์ไบด์ที่มีผลต่อการนำไฟฟ้าและความแข็งของวัสดุหน้าสัมผัสกลุ่มที่มีทองแดงเป็นส่วนผสมหลัก เพื่อให้ได้วัสดุหน้าสัมผัสไฟฟ้าที่มีส่วนผสมของทองแดงที่สามารถนำไปใช้ทดแทนหน้าสัมผัสไฟฟ้าที่มีส่วนผสมของเงินที่มีราคาสูง และให้ได้แนวทางในการพัฒนาวัสดุหน้าสัมผัสไฟฟ้าต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของทังสเตนคาร์ไบด์ที่มีผลต่อการนำไฟฟ้าและความแข็งของวัสดุหน้าสัมผัสที่ผลิตจากทองแดงเป็นส่วนผสมหลัก

2 เพื่อศึกษาค่าการนำไฟฟ้า ความแข็งและความหนาแน่นหลังการทุบขึ้นรูป

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1 วัสดุผงหน้าสัมผัสที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย ผงโลหะทองแดงบริสุทธิ์ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์โลหะและวัสดุแห่งชาติ ผงมีขนาด 1-5 ไมครอน ผงโลหะทังสเตนคาร์ไบด์บริสุทธิ์ร้อยละ 99.98 จาก บริษัท Aldich ผงมีขนาด 1-2 ไมครอน และผงโลหะทังสเตนคาร์ไบด์ผสมโคบอลต์ร้อยละ 12

2 ส่วนผสมของวัสดุหน้าสัมผัสที่ศึกษาประกอบด้วยผงโลหะทองแดงเป็นส่วนผสมหลัก และผงทังสเตนคาร์ไบด์บริสุทธิ์หรือผงโลหะทังสเตนคาร์ไบด์ผสมโคบอลต์ร้อยละ 12 ปริมาณร้อยละ 20, 35 และ 50 โดยน้ำหนัก

3 การผสมผงทองแดงกับผงทังสเตนคาร์ไบด์ใช้เครื่องกลิ้งแนวนอน เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และ 9 ชั่วโมง

4 การขึ้นรูปชิ้นงาน ใช้วิธีการอัดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิค ใช้ความดันประมาณ 500 บาร์ โดยใช้แม่พิมพ์เหล็กกล้าเครื่องมือ ชิ้นงานมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร

5 การอบผนึกทำในเตาควบคุมบรรยากาศด้วยก๊าซอาร์กอน ใช้อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

6 การทุบขึ้นรูปร้อนและทุบขึ้นรูปเย็น ใช้เครื่องทุบขนาด 400 ตัน เพื่อลดความหนาของชิ้นงาน

7 วัดความหนาแน่นของชิ้นงานหลังการอบผนึก และหลังการทุบขึ้นรูป โดยหลักการของอาร์คีมิดีส

8 การทดสอบความแข็งของชิ้นงานโดยวิธีการทดสอบความแข็งแบบรอคเวลส์สเกลบีตามมาตรฐาน ASTM B277-95 (2006) [14]

9 การทดสอบค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุหน้าสัมผัส ตามมาตรฐาน ASTM E1004-09 โดยวิธีกระแสไหลวน (Eddy Current) [1]

10 ทดสอบการสึกกร่อนจากการสปาร์คหยาบ (C190) และสปาร์คละเอียด (C300) โดยใช้เครื่อง CNC EDM และศึกษาโครงสร้างจุลภาคของการสึกกร่อน

11 ศึกษาโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด

12 เปรียบเทียบผลการทดลองกับมาตรฐาน ASTM B663-94

13 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

14 เสนอผลงาน และเขียนวิทยานิพนธ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1 ทำให้ทราบถึงอิทธิพลของวัสดุทนไฟที่มีผลต่อการนำไฟฟ้าและความแข็งของวัสดุหน้าสัมผัสที่ผลิตจากทองแดงเป็นส่วนผสมหลัก

2 ทำให้ทราบถึงโครงสร้างจุลภาคและความแข็งของวัสดุหน้าสัมผัส

3 ทำให้ได้องค์ความรู้เพื่อที่จะนำไปใช้ในการทำวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์