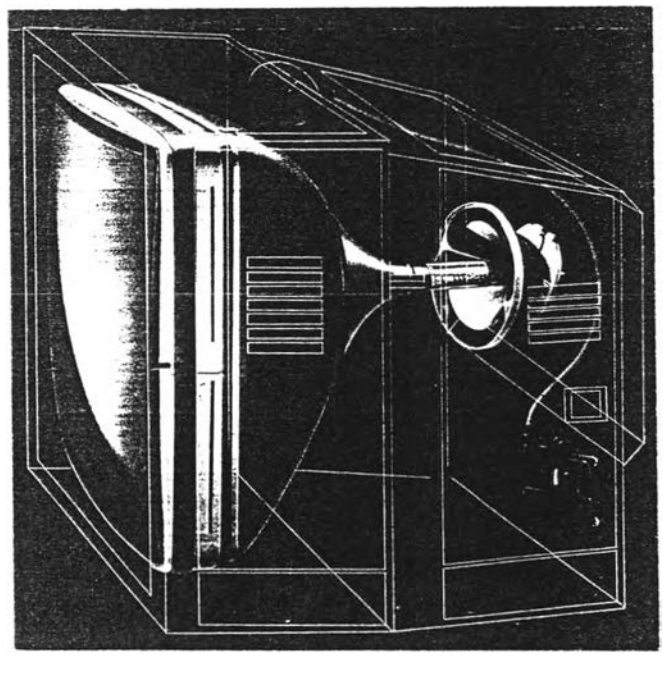
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ดิเฟล็คชันโยค(deflection yoke) จัดเป็นเซรามิก ทำมาจากเฟอร์ไรท์ (ferrites) เมื่อนำไปพันด้วยลวดทองแดงแล้วปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดทองแดงนี้ จะทำให้เกิดเป็นแม่เหล็กชั่วคราวขึ้นที่ดิเฟล็คชันโยค ใช้เป็นชิ้นส่วนที่ประกอบติดอยู่ด้านหลังหลอดภาพโทรทัศน์ ทำหน้าที่บังคับลำอิเล็คตรอน(beam electron) ส่งตรงไปยังจอภาพโทรทัศน์ และกวาดไปทั่วบริเวณจอภาพโทรทัศน์ ดิเฟล็คชันโยคนี้มีลักษณะรูปทรงคล้ายกับระฆัง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ดิเฟล็คชันโยคประกอบอยู่หลังหลอดภาพโทรทัศน์(Goldstar Co., Ltd.)

ชิ้นส่วนนี้ทำขึ้นด้วยวิธีการอัดขึ้นรูป ผงเฟอร์ไรท์ที่นำมาอัดขึ้นรูปไม่มีความเหนียวจึงต้องอาศัยเทคโนโลยีการขึ้นรูปผงเซรามิก(ceramic) ที่ไม่มีความเหนียว โดยใช้ตัวประสาน(binders) มาปรับสมบัติให้ได้ตามต้องการและคำนึงถึงแรงอัด(pressure) ที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปให้ได้ผลดี ในงานเซรามิกมักนิยมการขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดขึ้นรูป

สมบัติทางแม่เหล็กที่ต้องการนอกจากจะเป็นผลมาจากส่วนประกอบทางเคมีของสารตั้งต้นแล้ว ยังเป็นผลมาจากขบวนการผลิตด้วย ภายหลังจากผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูง (sintering) ควรมีโครงสร้างจุลภาค(microstructure)ที่ดีมีรูปร่างของอนุภาคแบบเดียวกัน และมีความสม่ำเสมอกัน(homogeneous) ซึ่งได้จากการเติมตัวประสาน และใช้แรงอัดที่เหมาะสม เพื่อให้ชิ้นงานมีความหนาแน่นสูง และมีความแข็งแรงเพียงพอ

การขึ้นรูปชิ้นงานทั่วไปนั้นเป็นรูปทรงเรขาคณิต แต่ดิเฟล็คชันโยคมีรูปทรงที่ไม่เป็นทรงเรขาคณิตจึงเป็นการยากต่อการขึ้นรูป และการเผาที่อุณหภูมิสูง ถ้าสามารถทำดิเฟล็คชันโยคโยคให้สามารถนำไปใช้งานได้ก็จะช่วยลดการนำเข้าของผลิตภัณฑ์นี้ นำไปเป็นพื้นฐานของการทำชิ้นส่วนเฟอร์ไรท์ชนิดต่างๆ และสามารถนำไปขึ้นรูปเซรามิกอื่นๆ ได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาลักษณะของดิเฟล็คชันโยคในท้องตลาด เพื่อเป็นแนวทางในการทำดิเฟล็คชันโยค
2. เพื่อศึกษาถึงผลของตัวประสาน และแรงอัดที่มีต่อความหนาแน่นและความแข็งแรงของเฟอร์ไรท์ที่อัดขึ้นรูป
3. เพื่อนำผลการศึกษามาประยุกต์ใช้กับการขึ้นรูปดิเฟล็คชันโยค

ขอบเขตของงานศึกษาวิจัย

เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวประสาน และแรงอัดที่มีผลกับโครงสร้างจุลภาคภายหลังการซินเตอร์เฟอร์ไรท์ที่อุณหภูมิสูง โดยไม่รวมถึงการศึกษาสมบัติทางแม่เหล็ก

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปี 1970 Chen และ Weisz ได้รายงานการขึ้นรูปเฟอร์ไรท์ ชนิดแมกนีเซียม แมงกานีส ซิงค์เฟอร์ไรท์ (magnesium manganese zinc ferrites) มีสูตรคือ $0.7\ MgFe_2O_4 + 0.15\ Mn_3O_4 + 0.15\ ZnFe_2O_4$ โดยทำเป็นทอรอยด์ (toroid) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 14-30 มิล(mil=1/1000 inch) เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 9-20 มิล ความสูง 3-8 มิล ซึ่งมีขนาดเล็กมากไม่สามารถนำมาทดสอบความแข็งแรงได้ จึงสร้างชิ้นงานจำลองขึ้นมาให้มีขนาดใหญ่กว่า และสร้างเครื่องมืออัดชิ้นงานจำลอง ทำด้วยโลหะปลอดสนิม ใช้สถิติมาเปรียบเทียบหาความแข็งแรงระหว่างชิ้นงานจำลองและชิ้นงานจริง การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้กล่าวถึงรายละเอียดการเตรียมสาร แต่เมื่อนำไปซินเตอร์(sinter) ที่ 1150 องศาเซลเซียส พบว่าโครงสร้างจุลภาคของผลิตภัณฑ์มีขนาดเกรน 2 ไมครอน(μm) มีความพรุนตัว 3-6 เปอร์เซนต์ จะให้ความแข็งแรงที่สูงคือ มีค่าความยืดหยุ่น (Young's modulus)เฉลี่ย 12.5×10^6 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และความเค้นเฉลี่ย 21×10^3 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ปี 1970 Teitaro Hiraga ได้เปรียบเทียบการทำดิเฟล็คชันโยคระหว่างวิธีการอัดผง(powder press method) และวิธีการหล่อจากน้ำสลิป(slip casting method) ปรากฏว่าการหล่อจากน้ำสลิปจะให้รูพรุนน้อยกว่าในการเผาที่อุณหภูมิเดียวกัน แต่ถ้าต้องการให้รูพรุนเท่ากัน การอัดผงจะต้องเผาอุณหภูมิที่สูงกว่า

ปี 1980 Joann และ David ทำวิจัยเกี่ยวตัวประสาน(binder) ในเฟอร์ไรท์ พวกโพลีไวนิลแอลกอฮอล์(polyvinyl alcohol) เตรียมเม็ดเฟอร์ไรท์โดยวิธีทำให้แห้งโดยการฉีดพ่น(spray dried) และอัดด้วยแรงอัดต่างๆ กัน พบว่าชิ้นงานที่มีปริมาณตัวประสานน้อย หลังจากอัดขึ้นรูปแล้วจะให้ความหนาแน่นสูงและชิ้นงานที่มีปริมาณตัวประสานมากจะให้ความหนาแน่นต่ำ เว้นแต่ว่าแรงอัดในการอัดขึ้นรูปสูงจะให้ความหนาแน่นเพิ่มสูงขึ้น แสดงว่าการเพิ่มความหนาแน่นนั้น แรงอัดจะมีบทบาทมากกว่าตัวประสาน

ปี 1980 Vandermeer และ Slijkerman ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงกับความหนาแน่นภายหลังการซินเตอร์ในการทำดิเฟล็คชันโยค ชนิดแมกนีเซี่ยมซิงค์เฟอร์ไรท์ มีสูตรคือ $Mg_{0.63}$ $Zn_{0.37}$ $Mn_{0.10}$ $Fe_xO_{1.15+1.5x}$ การทดลองใช้ค่า x อยู่ระหว่าง 1.6-2.05 เตรียมตัวอย่างโดย ผสมวัตถุดิบ เผาแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 1050 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง บดเปียกด้วยบอลล์มิล(ball mill) ทำเม็ดกลมโดยใช้สารละลายแอมโมเนียมอัลกิเนต(ammonium alginate) เผาซินเตอร์ในอากาศด้วยอุณหภูมิเพิ่มและลดในอัตรา 200 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง และเผาแช่นาน 2 ชั่วโมง ขนาดชิ้นทดสอบ 20x4x0.4 ลูกบาศก์มิลลิเมตร หาค่าความแข็งแรงของการดัดโค้งโดยเฉลี่ยจากชิ้นงาน 10 ชิ้น พบว่าใช้สูตร $Mg_{0.63}$ $Zn_{0.37}$ $Mn_{0.1}$ $Fe_{1.8}$ $O_{3.85}$ ให้ความหนาแน่นสูงสุด 4.7 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความแข็งแรงสูงสุด 165 เมกะปาสคาล และพบว่าเกรนที่ขยายโตขึ้น(grain growth)ให้ผลดีด้านความหนาแน่นสูงแต่ความแข็งแรงต่ำ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาความแข็งแรง และความหนาแน่นที่เปลี่ยนไปเมื่อผสมตัวเติมพิเศษ เช่น ผสมแคลเซี่ยมออกไซด์หรือแคลเซี่ยมออกไซด์และซิลิกา ตลอดจนเปลี่ยนแปลงปริมาณเหล็กให้มากหรือน้อยลง และพบว่าการผสมสิ่งเหล่านี้มีผลทำให้ความหนาแน่นและความแข็งแรงเปลี่ยนแปลงได้ ความหนาแน่นสูงกว่าให้ผลที่ดีกว่า แต่ถ้าสารที่ผสมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดเกรนให้ใหญ่ขึ้น ความแข็งแรงจะลดลง ในทางตรงข้ามถ้าทำให้เกรนเล็กลงความแข็งแรงก็จะเพิ่มขึ้น

ปี 1985 Alam Jaleel และ Venugopalan พูดถึงประสิทธิภาพการบดของผงเฟอร์ไรท์ว่า การผสมสารช่วยการกระจายตัว(dispersant) มีผลดีมากในด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการบดขึ้นอีก 35 เปอร์เซนต์ โดยใส่สารช่วยในการกระจาย 0.25 เปอร์เซนต์ต่อน้ำหนัก สารนี้จะช่วยให้น้ำสลิปมีความหนืดต่ำลง จึงง่ายในการทำให้แห้งโดยการฉีดพ่น ผลที่ตามมา คือลดต้นทุนในการผลิต เพราะลดการสูญเสียวัตถุดิบ

ปี 1985 Mosser Reed และ Varner ศึกษาถึงขนาดของแกรนูลที่มีผลต่อความแข็งแรง หลังการอัดขึ้นรูปของอลูมิน่า(alumina) ขนาดของแกรนูลที่ใหญ่กว่า 106 ไมครอน จะขึ้นรูปยากและความแข็งแรงต่ำเพราะรูพรุนมีขนาดใหญ่ ส่วนแกรนูลที่มีขนาด 38-63 ไมครอน จะขึ้นรูปได้ดีกว่า คือ ให้ความแข็งแรงสูง

ปี 1992 Yamamoto Kuriyama และ Makino ศึกษาสมบัติทางแม่เหล็กของเฟอร์ไรท์ พบว่าขนาดเกรนที่เล็กและความหนาแน่นมาก จะให้สมบัติทางแม่เหล็กที่ดี