บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันมีการใช้กลาสกันอย่างกว้างขวาง โดยมากใช้ในการทำกระจก ขวด แจกัน และกลาสบางชนิดยังถูกใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิต อุปกรณ์ไฟฟ้า หลอดไฟ และส่วนประกอบของวงจรอิเลคโทรนิคส์ เนื่องจากสามารถกำหนดคุณสมบัติของกลาส จากสารประกอบที่ใช้ และมีราคาถูก สามารถขึ้นรูปได้หลายแบบตามลักษณะการใช้งาน

กลาสเป็นผลิตภัณฑ์ของสารอนินทรีย์ ซึ่งผ่านการหลอมให้เป็นเนื้อเดียวกันและให้เกิดการเย็นตัวเป็นของแข็งอย่างรวดเร็วโดยปราศจากการเป็นผลึก[5] ทำให้อะตอมภายในไม่สามารถเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบหรือเป็นระเบียบได้ในบริเวณสั้นๆ ดังนั้นจึงจัดอยู่ในพวกวัสดุอสัณฐาน (amorphous material) เราสามารถแบ่งกลาสออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆได้ 2 กลุ่มคือ[11]

1. กลาสที่มีส่วนประกอบเป็นพวกออกไซด์ เช่น ซิลิเกต กลาส (silicate glass) ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็น ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) โซเดียมไดออกไซด์ (Na_2O) แคลเซียมออกไซด์ (CaO)
2. กลาสที่มีส่วนประกอบไม่เป็นพวกออกไซด์ เช่น แชลโคจีไนด์ กลาส (chalcogenide glass)ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็น ซัลเฟอร์ (S) เซเลเนียม (Se) เทลลูเรียม (Te)

สำหรับกลาสที่มีส่วนประกอบเป็นพวกออกไซด์เป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด และมีมากมายหลายองค์ประกอบขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การใช้งาน สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 แบบ ดังนี้

1. โซดา ไลม์ ซิลิกา กลาส (soda lime silica glass) มีส่วนประกอบหลักเป็นซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) โซเดียมไดออกไซด์ (Na_2O) แคลเซียมออกไซด์ (CaO) กลาสกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญทางการค้ามาก เนื่องจากมีราคาถูก การหลอมและการขึ้นรูปสามารถทำได้ง่าย มีการเติมสารอื่นลงไปเพื่อให้ได้คุณสมบัติตามต้องการ เช่นการเติมโบเรท (borate) เพื่อลดการขยายตัวทางความร้อน และ การเติมอาเซนิค (As) หรือ แอนติโมนีออกไซด์ (SbO) เพื่อกำจัดฟองอากาศ โดยมากกลาสกลุ่มนี้จะถูกผลิตเป็น กระจก ขวด แจกัน

2. โบโรซิลิเกต กลาส (borosilicate glass) มีส่วนประกอบหลักเป็น ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ไตรโบรอนไดออกไซด์ (B_2O_3) และไตรอลูมิเนียมไดออกไซด์ (Al_2O_3) กลาสกลุ่มนี้จะมีการขยายตัวทางความร้อนต่ำ และสามารถทนต่อการเปลี่ยนความร้อนอย่างฉับพลันได้ดี มีความ

คงทนทางเคมีสูง ดังนั้นจึงถูกใช้ในการผลิต ภาชนะทำอาหาร อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

3. อลูมิโนซิลิเกต กลาส (aluminosilicate glass) มีส่วนประกอบหลักเป็น ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ไตรอลูมิเนียมไดออกไซด์ (Al_2O_3) และแคลเซียมออกไซด์ (CaO) กลาสกลุ่มนี้มีความคงทนทางเคมีสูง สามารถต้านการจัดเรียงตัวเป็นผลึกได้ ทนอุณหภูมิสูงจึงมักถูกใช้ในการผลิตภาชนะทำอาหาร กลาสเซรามิกส์ ไฟเบอร์กลาส

4. เลด ซิลิเกต กลาส (lead silicate glass) มีส่วนประกอบหลักเป็น ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) โซเดียมไดออกไซด์ (Na_2O) หรือ โปตัสเซียมไดออกไซด์ (K_2O) และเลดออกไซด์ (PbO) กลาส กลุ่มนี้มีค่าดรรชนีหักเห (refractive index) สูง มีความต้านทานสูง แต่มีราคาแพงเนื่องจากราคาของวัตถุดิบและหลอมยาก ดังนั้นจึงใช้กับงานที่มีจุดประสงค์พิเศษ เช่น การตกแต่งพื้นผิว เครื่องแก้วบนโต๊ะที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากมีค่าดรรชนีหักเหสูง จึงให้ประกายแวววาว นอกจากนั้นยังใช้สำหรับการอุด (seal)โลหะในการผลิตหลอดไฟฟ้า และวาวล์ อิเลคโทรนิคส์

สำหรับกลาสโดยทั่วไป จะมีความต้านทานไฟฟ้าสูง จึงถือว่าเป็นฉนวนที่อุณหภูมิห้อง แต่กลาสบางชนิดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความต้านทานไฟฟ้าจะต่ำลง ซึ่งมีคุณสมบัตินำไฟฟ้าได้ โดยมีกลไกในการนำไฟฟ้าในกลาสได้ 2 แบบ คือ[5]

1. การนำไฟฟ้าโดยอิเลคตรอน (electronic conduction) ซึ่งเกิดในกลาสที่มีองค์ประกอบเป็นไอออนของโลหะทรานซิชั่นที่มีอิเลคตรอนชั้นนอกหลายตัว(multivalent transition metal ion) เช่น วานาเดียม ฟอสเฟต กลาส (vanadium phosphate glass) ไอรอน ฟอสเฟต กลาส (iron phosphate glass) แชลโคจีไนด์ กลาส (chalcogenide glass) โดยอุณหภูมิปกติจะมีความต้านทานประมาณ 10^2-$10^6\Omega$-m
2. การนำไฟฟ้าโดยไอออน (ionic conduction) ซึ่งเกิดในกลาสที่มีเกลือเป็นองค์ประกอบ เช่น เกลือฮาไลด์ (halide) ไนเทรต (nitrates) ซัลเฟต (sulfates) โดยการนำไฟฟ้าส่วนมากเกิดจากการเคลื่อนที่ของแคทไอออน (cation) โดยอุณหภูมิปกติจะมีความต้านทานประมาณ 10^8-$10^9\Omega$-m

สำหรับ เลด ซิลิเกต กลาส เมื่อฟอร์มตัวเป็นกลาสแล้ว พันธะยึดเหนี่ยวของอะตอมภายในจะมีความแข็งแรงสูง อิเลคตรอนที่อยู่วงนอกจะมีการจับตัวเป็นพันธะหมดจึงไม่มีอิเลคตรอนอิสระเลย เมื่อมีการเติมพวกแคทไอออนที่มี อิเลคตรอนชั้นนอกตัวเดียว (monovalent cation) เช่น โซเดียมไอออน (Na^+) ลงไป ซึ่งโซเดียมไอออนจะไปอยู่ในตำแหน่ง แทรกระหว่างไอออน (interstitial site) โดยไม่มีพันธะเคมีกับโครงสร้างเครือข่ายของซิลิกา (silica network) ดังนั้น

เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้โซเดียมไอออน สามารถเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเดิม ไปอยู่ที่ตำแหน่งใหม่ ทำให้เกิดโฮล(hole) และไอออนแทรก (interstitial ion) จึงเกิดการนำไฟฟ้าได้

เนื่องจาก เลด ซิลิเกต กลาส เป็นพวกวัสดุอสัณฐาน การจัดเรียงตัวของอะตอมภายในจึงไม่เป็นระเบียบ ด้วยโครงสร้างแบบนี้จึงมีจุดหลอมเหลวในช่วงกว้าง โดยที่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกลาสจะค่อยๆอ่อนตัวโดยมีความหนืดและความต้านทานไฟฟ้าลดลง ในขณะที่อุณหภูมิต่ำลงกลาสจะค่อยๆแข็งตัว โดยมีความหนืดและความต้านทานไฟฟ้ามากขึ้น ด้วยความสัมพันธ์นี้เองทำให้เราสามารถประมาณจุดเริ่มหลอมเหลวของกลาส โดยดูจากความต้านทานที่วัดได้

สำหรับงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาถึงอุณหภูมิ ที่มีผลต่อ ความต้านทานของเลด ซิลิเกต กลาส โดยใช้ซิลิกอนไดออกไซด์ เลดออกไซด์ และโปตัสเซียมคาร์บอเนต เป็นสารประกอบสำหรับหลอมเป็นกลาส โดยทำการวัดความต้านทาน ตั้งแต่เริ่มทำการหลอมสารประกอบอนินทรีย์ โดยให้ความร้อนถึง 1100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้สารประกอบหลอมเป็นเนื้อเดียวกัน เริ่มแรกจะมีการระเหยของน้ำที่อยู่ในสารประกอบ และมีการแยกตัวออกของคาร์บอเนต ซึ่งจะให้คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกมา จากนั้นสารประกอบจะเริ่มคายความร้อนออก และเริ่มหลอมรวมกัน โดยสามารถประมาณจากความต้านทานได้ว่าสารประกอบเริ่มหลอมรวมกันที่อุณหภูมิใด จากนั้นจึงนำกลาสที่ได้ มาศึกษาความต้านทานต่ออุณหภูมิอีกครั้งหนึ่ง เพื่อที่จะหาพลังงานกระตุ้น (activation energy)