หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

"แผ่นรองวงจรเนื้ออลูมินา" เป็นวัสดุอิเลกทรอนิกส์ที่มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมอิเลกทรอนิกส์ Abraham (1996) กล่าวถึงตลาดวัสดุอิเลคทรอนิกส์ของสหรัฐอเมริกาจากการสำรวจของ BCC (Business Communications Co.) ว่าในปี ค.ศ.1994 วัสดุอิเลคทรอนิกส์ทำเงินอยู่ในช่วง 3.9 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และคาดว่าจะเพิ่มถึง 6.6 พันล้านดอลลาร์ ในปี ค.ศ. 2000 ตารางที่ 1.1 และ 1.2 ได้แสดงสัดส่วนของสินค้าแต่ละประเภทไว้

ตารางที่ 1.1 วัสดุอิเลกทรอนิกส์ของตลาดสหรัฐอเมริกา

ประเภทสินค้า	1994 ($ million)	2000 ($ million)	AAGR*(%) (1994-2000)
Insulators	250	345	5.5
Substrate & IC packages	**2185**	**3655**	**9.0**
Capacitors	900	1600	10.0
Piezoelectric ceramics	128	226	10.0
Ferrite magnets	393	647	8.7
Superconductors	8	100	52.0
total	3864	6573	9.3

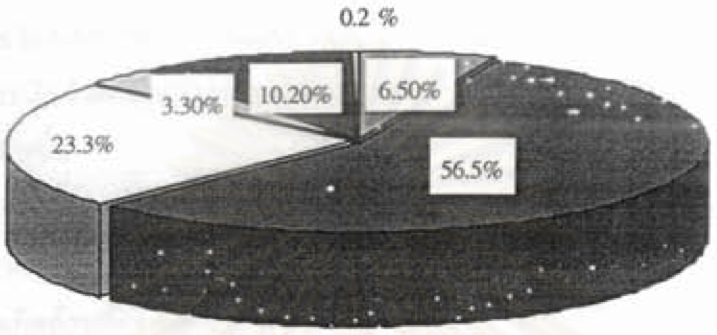
*Average annual growth rate. ที่มา : Business Communications Co.

ตารางที่ 1.2 ส่วนแบ่งตลาดของวัสดุอิเลกทรอนิกส์ของตลาดสหรัฐอเมริกา

ประเภทสินค้า	1994 (%)	2000 (%)
Insulators	6.5	5.3
Substrate & IC packages	**56.5**	**55.6**
Capacitors	23.3	24
Piezoelectric ceramics	3.3	3.5
Ferrite magnets	10.2	9.8
Superconductors	0.2	1.5
total	100.0	100.0

ที่มา : Business Communications Co.

แผ่นรองวงจรมีส่วนแบ่งตลาดมากที่สุด รองลงมาคือ ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (capacitors) ได้แสดงสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของวัสดุอิเลกทรอนิกส์ของตลาดสหรัฐอเมริกาในปี 1994 ในรูปที่ 1.1



56.5% substrate & IC packages
23.3% capacitors
10.2% ferrite magnets
6.5% insulators
3.3% piezoelectric ceramics
0.2% superconductors

รูปที่ 1.1 สัดส่วนของสินค้าอิเลกทรอนิกส์ประเภทต่างๆของสหรัฐอเมริกาของปี 1994
ที่มา : Business Communications Co.

จนถึงปัจจุบันนี้ มีการพัฒนาการผลิตแผ่นรองวงจรเนื้ออื่นๆขึ้นมาอีกหลายชนิด เช่น อลูมิเนียมไนไตรด์ (AlN) โบรอนไนไตรด์ (BN) รวมไปถึงเนื้อที่เป็นแก้วเซรามิก (glass ceramic) และอีกมากมาย (Sheppard, 1991) บางชนิดมีสมบัติบางอย่างดีกว่าเนื้ออลูมินา แต่โดยรวมแล้ว แผ่นรองวงจรเนื้ออลูมินาที่นิยมใช้กันมาตั้งแต่เริ่มแรกก็ยังครองพื้นที่ทั้งในด้านปริมาณการผลิต และการทำเงินได้มากที่สุดในตลาดสินค้าประเภทนี้อยู่เป็นเวลากว่า 20 ปีมาแล้ว ทั้งนี้เพราะมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์สูง ในขณะเดียวกันก็มีราคาที่เหมาะสมกับการแข่งขันในทางอุตสาหกรรม มีการศึกษาหาส่วนผสมที่ดียิ่งขึ้น รวมทั้งพยายามปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตอย่างต่อเนื่อง เห็นได้จากการที่มีรายงานการวิจัยทั้งในวารสาร และสิทธิบัตรต่างๆอย่างสม่ำเสมอจนถึงปัจจุบัน

ตลอดช่วงเวลาหลายปีที่เริ่มมีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านอิเลกทรอนิกส์ ประเทศไทยนำเข้าแผ่นรองวงจรทั้งหมดจากต่างประเทศ ส่วนที่ผลิตได้ในประเทศก็อยู่ในลักษณะที่ใช้วิธีการผลิตจากประเทศญี่ปุ่น โดยการนำเข้าผงวัสดุซึ่งได้รับการผสมสารปรับปรุงสมบัติและพร้อมจะขึ้นรูปแผ่น

ซึ่งขณะนี้มีอยู่เพียงโรงงานเดียวคือบริษัท Electro Ceramics (Thailand) (E.C.T.) ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรม จังหวัดลำพูน ทำการผลิตแผ่นรองวงจรเนื้ออลูมินาเพื่อการส่งออกเพียงอย่างเดียว

ด้วยเหตุนี้ทำให้ความรู้และเทคโนโลยีด้านนี้ยังไม่เป็นที่รู้จักหรือแพร่หลายในประเทศไทย หากเริ่มงานวิจัยด้านนี้ขึ้นก็จะช่วยเอื้อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแผ่นรองวงจร ต่อไปในอนาคตจะสามารถเริ่มอุตสาหกรรมด้านนี้ขึ้นได้เองในประเทศ สร้างความมั่นใจให้ผู้ประกอบการ และสามารถลดการนำเข้าแผ่นรองวงจรจากต่างประเทศ รวมทั้งต่อไปอาจเพิ่มปริมาณการส่งออกได้เมื่อมีการผลิตเพิ่มขึ้น

มีปัจจัยสำคัญหลายประการที่มีผลต่อการผลิตแผ่นรองวงจรเนื้ออลูมินา ทั้งวัตถุดิบที่ใช้และกระบวนการผลิตล้วนมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้าย วัตถุดิบประกอบด้วย ผงวัสดุหลักคือผงอลูมินา นอกจากนี้ยังมีสารเติมแต่งอื่นๆประกอบด้วย สารช่วยการยึดเกาะ (binder) สารเพิ่มความยืดหยุ่น (plasticizer) สารช่วยการกระจายตัว (dispersant) และ สารลดฟอง (defoamer) นอกจากนี้ยังมีสารปรับปรุงสมบัติ (doped materials) เพื่อช่วยลดอุณหภูมิในการเผา และควบคุมการโตของเกรนให้เป็นปกติ ทั้งหมดนี้ผสมอยู่ด้วยกันในตัวทำละลาย (solvent) อันเป็นตัวแบ่งว่าเป็นการผลิตในระบบน้ำ (water-based system) หรือระบบสารอินทรีย์อื่นๆ เช่นแอลกอฮอล์ หรือโทลูอีน แผ่นรองวงจรคุณภาพดีต้องมาจากสารตั้งต้นที่มีคุณภาพดี และได้รับการผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม ส่วนเทคโนโลยีการผลิตที่ใช้คือ **"กระบวนการด็อกเตอร์เบลด (doctor blade process)"** หรือที่เรียกอีกอย่างว่า กระบวนการ เทปคาสติง (tape casting process)

ระบบที่จะศึกษาในครั้งนี้คือแผ่นรองวงจรเนื้ออลูมินาระบบน้ำ เมื่อใช้ดินขาวนิวซีแลนด์และทัลคัมเป็นสารปรับปรุงสมบัติ โดยขึ้นรูปเป็นแผ่นชนิดหนา (thick film) อ้างตามรายงานของการศึกษาทางด้านการขึ้นรูปแผ่น ได้มีการแยกประเภทตามความหนาดังนี้คือ แผ่นชนิดบางมีความหนาอยู่ในช่วงน้อยกว่า 1 ไมครอน ส่วนแผ่นชนิดหนาจะอยู่ในช่วงมากกว่า 1 ไมครอนขึ้นไป (Mistler, 1991) โดยจะใช้อลูมินาที่มีความบริสุทธิ์สูงถึง 99.97 เปอร์เซ็นต์ ใช้ดินขาวคุณภาพสูง ในที่นี้คือ **"ดินขาวนิวซีแลนด์ เกรด พรีเมียม"** สาเหตุที่เลือกใช้ดินขาวนิวซีแลนด์เพราะมีสมบัติที่ดีหลายประการคือ มีอลูมินาสูงถึง 35.5 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์ความขาวสูง นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบที่สามารถทำให้เกิดเฟสของแก้วที่อุณหภูมิสูง ซึ่งคาดว่าจะทำให้เกิดลิควิด เฟส ซินเทอริง (liquid phase sintering) และช่วยลดอุณหภูมิในการเผา (Anderson, Marra และ Mistler, 1997) โดยทั่วไปในการผลิตแผ่นรองวงจรจะใช้สารปรับปรุงสมบัติตัวใดบ้างนั้นขึ้นอยู่กับความบริสุทธิ์ของอลูมินา และชนิดของแผ่นว่าเป็นแผ่นชนิดหนา (thick film) หรือแผ่นชนิดบาง (thin film) โดยส่วนใหญ่ในการทำแผ่นชนิดหนาจะนิยมใช้ดินขาวกับทัลคัมผสม

ร่วมกับอลูมินาด้วย (Southern, 1990) จึงได้นำมาเป็นหัวข้อศึกษาเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมและศึกษาเปรียบเทียบกันเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์อลูมินาที่ผสมสารปรับปรุงสมบัติสำหรับใช้ในงานที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการด็อกเตอร์เบลด (doctor blade process) และ กระบวนการอินเจคชันโมลดิง (injection moulding process) ของบริษัท Isekyu เหตุที่เลือกใช้น้ำเป็นตัวทำละลายเพราะมีราคาถูก ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม และลดอันตรายที่อาจเกิดจากการปฏิบัติงาน

ในการผลิตเซรามิกที่เป็นแผ่นบางนั้นต้องการสมบัติที่ดีคือมีผิวเรียบ และไม่เกิดการหักงอหรือบิดเบี้ยวเมื่อเผา เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมที่สุดคือกระบวนการด็อกเตอร์เบลด ซึ่งเป็นกระบวนการที่นิยมใช้กันมากที่สุดในอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นรองวงจร (Mistler, Shanefield และ Runk, 1978) เพราะมีข้อดีหลายประการคือ สามารถขึ้นรูปงานลักษณะเป็นแผ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยสามารถทำแผ่นได้หลายขนาดและควบคุมความหนาได้อย่างแม่นยำและคงที่ การขึ้นรูปแบบนี้จะเตรียมสารตั้งต้นทั้งหมดให้อยู่ในรูปสารแขวนลอยเรียกว่า สเลอรี (slurry) สิ่งที่สำคัญที่สุดคือต้องมีสมบัติการไหลตัว (rheological property) ที่ดี เพื่อให้ได้ความหนืด (viscosity) พอดี และอนุภาคมีการกระจายตัว (dispersion) อย่างเหมาะสม อันจะนำไปสู่การได้แผ่นงานที่มีสมบัติที่ดีทั้งขณะเป็นแผ่นก่อนเผา (green sheet) และแผ่นที่ผ่านการซินเทอริงแล้ว (sintered sheet)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 วัตถุประสงค์และขอบเขตงานวิจัย

1.1.1 เพื่อศึกษาและวิจัยผลของการเติมดินขาวนิวซีแลนด์ และ ทัลคัมเป็นสารปรับปรุงสมบัติในการผลิตแผ่นรองวงจรเนื้ออลูมินาเมื่อใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย และ ขึ้นรูปด้วยกระบวนการด็อกเตอร์เบลด

1.1.2 เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อแผ่นรองวงจรอันได้แก่อัตราส่วนของดินขาวนิวซีแลนด์กับทัลคัม เมื่อใช้อลูมินาที่เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ 99.97 และ 94.59 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารเติมแต่งต่างๆ อุณหภูมิการซินเทอริง รวมทั้งผลของ pH

1.1.3 เพื่อศึกษาสมบัติของแผ่นรองวงจรที่เตรียมได้จากการปรับอัตราส่วนระหว่างอลูมินากับสารปรับปรุงสมบัติอันได้แก่ ดินขาวนิวซีแลนด์ และทัลคัม เปรียบเทียบกับเมื่อใช้แมกนีเซียเป็นสารปรับปรุงสมบัติ และเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดได้แก่อลูมินาที่ผสมสารปรับปรุงสมบัติพร้อมใช้งาน

1.2 ความสำคัญหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.2.1 ได้แผ่นรองวงจรเนื้ออลูมินาจากการขึ้นรูปด้วยกระบวนการด็อกเตอร์เบลดและใช้ระบบน้ำทำให้ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและมีต้นทุนถูกลง

1.2.2 ได้แผ่นรองวงจรเนื้ออลูมินาที่มีสารปรับปรุงสมบัติคือดินขาวนิวซีแลนด์และทัลคัมผสมอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย