# สารบัญ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| บทที่ 1 บทนำ | | 1 |
| 1.1 | ภูมิหลังของภาพที่เกิดจากพอลิเมอร์ | 1 |
| | 1.1.1 ขอบเขตทางเทคนิค | 2 |
| | 1.1.2 ชนิดของโฟโตพอลิเมอร์ | 3 |
| 1.2 | อันตรกิริยาระหว่างแสงและพอลิเมอร์ | 3 |
| | 1.2.1 กลไกสำคัญของอันตรกิริยาระหว่างแสงกับพอลิเมอร์ | 5 |
| | 1.2.2 อิทธิพลของออกซิเจน | 7 |
| | 1.2.3 ผลได้ทางควอนตัม (Quantum Yield) | 9 |
| | 1.2.4 แหล่งกำเนิดแสง | 10 |
| 1.3 | ชนิดของภาพทางการพิมพ์ที่เกิดจากพอลิเมอร์ไวแสง | 12 |
| | 1.3.1 แม่พิมพ์ | 12 |
| | 1.3.2 ชนิดของแม่พิมพ์ | 13 |
| | 1.3.2.1 แม่พิมพ์พื้นนูน หรือแม่พิมพ์เลตเตอร์เพรส | 13 |
| | 1.3.2.2 แม่พิมพ์พื้นราบ หรือโฟโตลิโทกราฟี | 14 |
| | 1.3.2.3 แม่พิมพ์ร่องลึก | 15 |
| | 1.3.3 ชนิดของภาพแม่พิมพ์ | 15 |
| | 1.3.3.1 ชนิดภาพเนกาทิฟ | 16 |
| | 1.3.3.2 ชนิดภาพพอซิทิฟ | 16 |
| 1.4 | หมึกพิมพ์ | 18 |
| | 1.4.1 สิ่งนำ หรือสารยึด | 19 |
| | 1.4.2 สารให้สี หรือรงควัตถุ | 20 |
| | 1.4.3 ตัวทำละลาย | 20 |
| | 1.4.4 สารเติมแต่ง | 21 |
| | 1.4.4.1 สารทำแห้ง | 21 |
| | 1.4.4.2 สารลื่นไถล | 21 |
| | 1.4.4.3 สารกันเกิดขี้หมึก หรือแผ่นหมึก | 22 |

1.4.4.4 สารเสริมสภาพพลาสติก 22
1.4.4.5 สารลด หรือสารเพิ่มความเหนียวหนืด 22
1.4.5 สูตรหมึกพิมพ์ 22
1.5 แม่พิมพ์ชนิดอื่นๆ 25
1.6 ระบบการเกิดภาพจากพอลิเมอร์ไวแสง 25
เอกสารอ้างอิง 32

**บทที่ 2 การเกิดภาพพอลิเมอร์ด้วยกระบวนการเกิดปฏิกิริยาเชื่อมขวาง** 33
2.1 การเชื่อมขวางด้วยแสง 34
2.2 คอลลอยด์ไดโครเมต 35
2.3 กลไกการเกิดปฏิกิริยาเคมีทางแสง 36
2.3.1 การเกิดปฏิกิริยารีดักชันของไอออนโครเมียม 36
2.3.2 การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 37
2.4 บทบาทของออกซิเจนในระบบไดโครเมต 39
2.5 อิทธิพลของความเป็นกรด-เบสต่อการแข็งตัวของสารไวแสงไดโครเมตเรซิน-พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 40
2.6 อิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพของภาพพอลิเมอร์ 40
2.6.1 สมบัติของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 40
2.6.2 วิธีการหาความยาวของโซ่ที่ถูกตัด 42
2.6.3 ระดับการทำไฮโดรไลซิสของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์และน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย 42
2.7 ข้อเสียเปรียบและขีดจำกัดของระบบไดโครเมต 46
2.8 ทางเลือกของพอลิเมอร์ชนิดอื่นๆ ที่ใช้ร่วมกับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 46
2.8.1 การปรับปรุงความเสถียรของสารไวแสงของโฟโตรีซิสต์และแม่พิมพ์ประเภทไดโครเมต 47
2.8.1.1 การปรับปรุงสมบัติของสารเคลือบไวแสงไดโครเมตอนินทรีย์ 48
2.8.1.2 สารไดโครเมตอินทรีย์ 49
2.8.1.3 ควอเทอร์นารีแอมโมเนียมไดโครเมต 50
2.8.1.4 สมบัติของสารรีซิสต์ที่มีสารไวแสงเป็นลอริลไดเมทิล-เบนซิลแอมโมเนียมไดโครเมต 53

2.8.2 วิธีการเตรียมแม่พิมพ์และรีซิสต์ 59
2.9 การเกิดโฟโตไดเมอไรเซชันของพอลิเมอร์ 60
2.9.1 พอลิไวนิลซินนาเมต 61
2.9.2 ระบบการเกิดภาพอื่นๆ 63
2.10 พอลิเมอร์ของแอไซด์ 65
2.11 ประโยชน์ของภาพพอลิเมอร์ที่เกิดจากกระบวนการเชื่อมขวาง 68
เอกสารอ้างอิง 71

**บทที่ 3 การเกิดภาพพอลิเมอร์ด้วยเคมีของไดแอโซ** 73
3.1 เคมีของสารไดแอโซ 74
3.1.1 เคมีของไดแอโซเนกาทิฟ 74
3.1.2 เคมีของไดแอโซพอซิทิฟ 78
3.2 กลไกการจัดเรียงตัวด้วยแสงของวอลฟฟ์ 79
3.3 สารไวแสงไดแอโซซัลโฟเนต 82
3.4 เคมีของสารไวแสงไดแอโซซัลโฟเนต 83
3.5 แม่พิมพ์ไดแอโซพื้นนูนและแม่พิมพ์ไดแอโซลิโทกราฟี 85
3.5.1 ระบบที่ใช้สารประกอบไดแอโซเนียมชนิดเดียว 85
3.5.2 ระบบที่ใช้สารประกอบไดแอโซเนียมสองชนิดที่มีความไวต่อ
พลังงานรังสี หรือแสงไม่เท่ากัน 85
3.5.3 ระบบที่ใช้สารประกอบไดแอโซเนียมลดความเหนียวหนืด 85
3.5.4 ระบบที่ใช้คัปเปลอร์ที่ถูกบล็อก 85
3.6 การเกิดภาพเนกาทิฟไดแอโซจากสารคู่ควบที่ได้รับการบล็อก 86
3.6.1 เคมีของการเกิดภาพของสารคู่ควบที่ได้รับการบล็อก 88
3.6.2 กระบวนการเกิดภาพจากสารคู่ควบที่ได้รับการบล็อก 89
3.6.3 Gain Chemistry 89
3.7 การปรับปรุงสมบัติของสารไวแสงไดแอโซ 93
3.7.1 สเปกตรัมดูดกลืนของสารเชิงซ้อน 94
3.7.2 ความเสถียรเชิงความร้อน 97
3.7.3 ความเสถียรของสารไวแสงขณะเก็บ 100
3.7.4 การสลายตัวเชิงแสง 101

3.7.5 ผลของการเร่งการสลายเชิงแสงด้วยความร้อน 101
3.8 ประโยชน์ของการเกิดภาพพอลิเมอร์ด้วยเคมีของไดแอโซ 103
เอกสารอ้างอิง 105

**บทที่ 4 การเกิดภาพพอลิเมอร์จากปฏิกิริยาโฟโตพอลิเมอไรเซชันแบบอนุมูลอิสระ** 107
4.1 กลไกการเกิดปฏิกิริยาเคมีเชิงแสง 109
4.1.1 การเกิดโฟโตพอลิเมอไรเซชันแบบอนุมูลอิสระ 109
4.1.2 อัตราของการเกิดปฏิกิริยาโฟโตพอลิเมอไรเซชัน 114
4.2 แหล่งกำเนิดพลังงาน 115
4.2.1 หลอดไฟคาร์บอนอาร์ก 116
4.2.2 หลอดไฟเมอร์คิวรีอาร์ก 116
4.2.3 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 117
4.2.4 หลอดไฟพัลส์ซีนอน 117
4.2.5 แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ 117
4.3 เคมีเชิงแสงและวัสดุไวแสงของโฟโตพอลิเมอร์ 121
4.3.1 องค์ประกอบและหน้าที่ของวัสดุไวแสงโฟโตพอลิเมอร์ 122
4.3.1.1 สารโฟโตอินิชิเอเตอร์และสารเพิ่มความไวเชิงสเปกตรัม 122
4.3.1.2 การควบคุมออกซิเจนและสารยับยั้ง 131
4.3.1.3 ความว่องไวและหน้าที่ของมอนอเมอร์ 135
4.3.1.4 องค์ประกอบของสารไวแสงโฟโตพอลิเมอร์ที่ไม่ไวต่อแสง 137
4.4 กลไกและลักษณะของภาพแฝงโฟโตพอลิเมอร์ 140
4.4.1 ธรรมชาติของภาพแฝงโฟโตพอลิเมอร์ 140
4.4.2 ปรากฏการณ์ของพลาสติไซเซชันวิกฤติ 142
4.4.3 โครงสร้างจุลภาคของโฟโตพอลิเมอร์ 144
4.4.4 การเชื่อมขวางและการเกิดโครงข่าย 147
4.5 เทคโนโลยีการเกิดภาพโฟโตพอลิเมอร์ 148
4.5.1 การเปลี่ยนแปลงสมบัติต่าง ๆ และการทำให้เห็นภาพ 148
4.5.2 ผลของเซนซิโทเมทรีและการทำให้เห็นภาพ 150
4.5.3 ผลของการตอบสนองของการฉายแสงสารโฟโตพอลิเมอร์ 151
4.5.4 ผลของการสร้างภาพแม่พิมพ์โดยการชะล้าง 156

4.5.5 กระบวนการล้างภาพแบบแห้ง 157
4.5.6 การแยกความละเอียดของแม่พิมพ์ 157
4.5.7 ช่วงสมบัติของสารโฟโตพอลิเมอร์ 157
4.5.8 ระบบการเกิดภาพพอซิทิฟและเนกาทิฟของแม่พิมพ์ 158
4.5.9 กระบวนการเกิดน้ำหนักสีต่อเนื่อง 164
4.5.10 แผ่นฟิล์มโฟโตพอลิเมอร์ที่ถ่ายโอนได้ 165
4.6 การผลิตผลิตภัณฑ์สารโฟโตพอลิเมอร์ 166
4.6.1 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ 166
4.6.2 การตรวจลักษณะเฉพาะของวัสดุ 166
4.6.3 การตรวจลักษณะเฉพาะของสมรรถนะ 167
4.6.4 ความปลอดภัยและนิเวศวิทยา 168
4.7 ประโยชน์ใช้สอยของโฟโตพอลิเมอร์ทางการพิมพ์ 169
4.7.1 ฟิล์มผลิตซ้ำเชิงวิศวกรรม 169
4.7.2 ฟิล์มผลิตซ้ำลิโทกราฟี 170
4.7.3 ฟิล์มรีซิสต์กราวัวร์ควบคุมด้วยการแพร่ของสารกัดลึก 170
4.7.4 ระบบการปรู๊ฟสีแบบวางซ้อนสีภาพ 172
4.7.5 ระบบเซอร์พรินต์สี 173
4.7.6 ระบบเซอร์พรินต์สีพิเศษ 173
4.7.7 ระบบโฟโตพอลิเมอร์ที่บรรจุสารคัปเปลอร์ 174
4.8 สารโฟโตพอลิเมอร์ที่มีความไวแสงของกล้องถ่ายภาพ (ความไวมากกว่า 10 ISO) 176
4.8.1 การเร่งการตอบสนองของสารโฟโตพอลิเมอร์ 177
4.9 บทบาทของออกซิเจนในการเร่งปฏิกิริยาโฟโตพอลิเมอไรเซชันของเมทิลเมทาคริเลตในไทรเอทิลแอมีน 179
4.10 ตลาดของโฟโตพอลิเมอร์ 185
เอกสารอ้างอิง 187

**บทที่ 5 การเกิดภาพพอลิเมอร์จากปฏิกิริยาโฟโตพอลิเมอไรเซชันแบบแคตไอออน** 191
5.1 การเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบแคตไอออน 193
5.1.1 ลักษณะจำเพาะของมอนอเมอร์และการกำเนิดพอลิเมอไรเซชันแบบแคตไอออน 193

5.1.2 ลักษณะจำเพาะของปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบแคตไอออน 195
5.1.3 การเริ่มปฏิกิริยา 196
5.1.4 การแพร่พันธุ์ของปฏิกิริยา 198
5.1.5 การถ่ายโอนโซ่จลน์พอลิเมอร์และการสิ้นสุดปฏิกิริยา 199
5.2 เกลือแอริลไดแอโซเนียม 202
5.2.1 การเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบแคตไอออน 203
5.3 เกลือไดแอริลไอโอโดเนียม 207
5.3.1 การสลายตัวด้วยแสงแฟลชเลเซอร์ 210
5.3.2 สภาพของกลุ่มกระตุ้นที่ว่องไวและกลุ่มที่เริ่มปฏิกิริยา 210
5.4 เกลือไทรแอริลซัลโฟเนียม 211
5.4.1 การสลายตัวด้วยแสงแฟลชเลเซอร์ 212
5.4.2 สภาพของกลุ่มกระตุ้นที่ว่องไวและกลุ่มที่เริ่มปฏิกิริยา 213
5.5 การเพิ่มความไวแสงของเกลือโอเนียม 213
5.5.1 เกลือไทรแอริลซัลโฟเนียม 218
5.5.2 เกลือไดแอริลไอโอโดเนียม 221
5.5.3 เคมีของโฟโตรีซิสต์ที่ใช้เกลือโอเนียมเป็นสารโฟโตอินิชิเอเตอร์ 224
5.6 ระบบลูกผสม-การใช้กรดเลวิสจากปฏิกิริยาเคมีเชิงแสงร่วม
กับระบบอนุมูลอิสระ 230
5.6.1 การแตกตัวของเกลือของโลหะที่มีลิแกนด์ผสมของ
ไซโคลเพนตะไดอินิลแอเรน 231
5.6.1.1 สารโฟโตอินิชิเอเตอร์ชนิดออร์แกนโนเมทัลลิก 231
5.6.1.2 ความไวแสงเชิงสเปกตรัมและความไวแสงเชิงเคมี 233
5.6.2 ความไวแสงเชิงสเปกตรัมในระบบของเกลือของ
โลหะที่มีลิแกนด์ผสมของไซโคลเพนตะไดอินิลแอเรน 234
5.6.3 การตอบสนองของระบบโฟโตพอลิเมอร์ที่มีสารเชิงซ้อนเหล็กแอเรน
และสีย้อมเพิ่มความไวแสง 235
5.7 ประโยชน์ใช้สอยของสารโฟโตอินิชิเอเตอร์ชนิดแคตไอออน 240
เอกสารอ้างอิง 241

**บทที่ 6 การเกิดภาพพอลิเมอร์ของการพิมพ์อิเล็กทรอโฟโตกราฟี** 245

6.1 กระบวนการเกิดภาพของอิเล็กทรอโฟโตกราฟี 246

6.2 แม่พิมพ์อิเล็กทรอโฟโตกราฟี 249

6.3 โฟโตพอลิเมอร์ที่ใช้ในการเกิดภาพอิเล็กทรอโฟโตกราฟี 254

6.3.1 มาสเตอร์โฟโตพอลิเมอร์สำหรับกระบวนการปรู๊ฟภาพ 257

6.3.2 เคมีเชิงแสงของมาสเตอร์โฟโตพอลิเมอร์ชนิดฉายแสงเนกาทิฟเพียงครั้งเดียว 257

6.4 หน้าที่ของสารยึดและมอนอเมอร์ และการเปลี่ยนของมอนอเมอร์ไปเป็นพอลิเมอร์ 259

6.5 เคมีเชิงแสงของการเปิดรับแสง 260

6.6 กลไกของการนำไฟฟ้า 266

6.6.1 ผลของอุณหภูมิต่อกลไกของการนำไฟฟ้าของแผ่นมาสเตอร์โฟโตพอลิเมอร์ 266

6.7 ความไวของแม่พิมพ์มาสเตอร์โฟโตพอลิเมอร์ต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 271

6.8 ละติจูดของการเปิดรับแสงและช่วงของเม็ดสกรีนในระบบสารยึดโฟโตพอลิเมอร์ผสม 275

6.9 สมบัติของโฟโตรีเซปเตอร์ 278

6.10 วิวัฒนาการของโฟโตรีเซปเตอร์ในระบบการพิมพ์อิเล็กทรอโฟโตกราฟี 279

6.11 โฟโตคอนดักเตอร์ชนิดอินทรีย์ 281

6.12 สารสร้างภาพชนิดสององค์ประกอบและชนิดหนึ่งองค์ประกอบ 288

6.13 องค์ประกอบของโทนเนอร์ หรือหมึกผง 290

6.13.1 เรซิน 291

6.13.2 สารสี 293

6.13.3 สารเติมแต่งประจุ 294

6.13.4 สารเติมแต่งผิวหน้า 296

6.13.5 สารเติมแต่งแม่เหล็ก 296

6.13.6 สารเติมแต่งอื่น ๆ 297

6.13.7 ตัวพาหะ 297

6.14 สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์สำหรับหมึกผง 299

6.14.1 สมบัติเชิงพื้นผิว 301

6.14.2 สมบัติเชิงไฟฟ้า 302
6.14.3 สมบัติเชิงความร้อนและสมบัติเชิงวิทยากระแส 308
6.14.4 สมบัติเชิงกล 323
6.15 การยึดติดและการกระโดดของหมึกผง 325
6.16 การพิมพ์ระบบอิเล็กทรอโฟโตกราฟีสี่สีแบบแห้ง 325
6.16.1 หลักการทั่วไป 326
6.16.2 การกระจายตัวของอนุภาค 327
6.16.3 การกระจายตัวของประจุในหมึกผง 328
6.16.4 การควบคุมการไหลภายในหมึกผงและสารสร้างภาพ 331
6.16.5 พฤติกรรมการหลอมเหลวของภาพหมึกผง 332
6.17 แผ่นแม่พิมพ์ลูกผสมระหว่างเทคโนโลยีของแผ่นแม่พิมพ์พรีเซนซิไทซ์และเทคโนโลยีของแม่พิมพ์อิเล็กทรอโฟโตกราฟี 335
6.18 แนวโน้มของการพิมพ์อิเล็กทรอโฟโตกราฟี 336
เอกสารอ้างอิง 339

ดรรชนีค้นเรื่อง 347
ดรรชนีค้นผู้แต่ง 361
ดรรชนีค้นบริษัท หรือผลิตภัณฑ์ 367

ซื้อ

# พอลิเมอร์ทางภาพ
# (Imaging Polymers)

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
1110005530

สุดา เกียรติกำจรวงศ์

ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการผลิตตำราและหนังสือ
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2543

เลขหมู่ 541.35
ส44
ส543
เลขทะเบียน 11333
วันที่ 3 ก.ย. 46
0031 - 00160

สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2543

290.-

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี