

2. โพลาริสโคป (Polariscope)

โพลาริสโคปเป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบลักษณะทางแสงของอัญมณีโดยไม่มี
การทำลายตัวอย่าง โดยใช้หลักการของการเดินทางของแสงผ่านแผ่นโพลาไลเซอร์
และเดินทางผ่านตัวกลางของวัตถุที่มีรูปแบบผลึกต่างๆ สามารถตรวจวิเคราะห์
รูปแบบของผลึกอัญมณี โดยจำแนกอัญมณีหักเหเดี่ยว (Single Reflection)
หรือหักเหคู่ (Double Reflection) แบบแกนเดี่ยว (Uniaxial) และแกนคู่
(Biaxial) หรืออัญมณีผลึกกลุ่ม (Aggregates) (ศิวาพร สหวัฒน์ อัญมณี
ศาสตร์. นนทบุรี: โรงพิมพ์ nudear, 2549.)

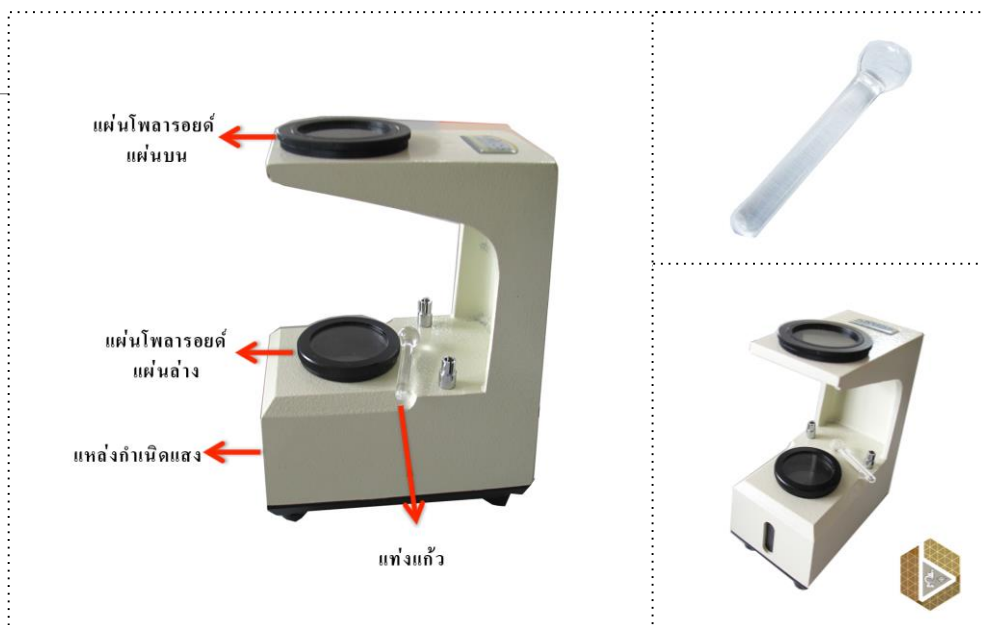


รูปที่ 1 เครื่องโพลาริสโคป (Polariscope)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณี

ส่วนประกอบของ โพลาริสโคป ประกอบด้วย

- แหล่งกำเนิดแสง ติดอยู่ที่ฐานเพื่อให้แสงเดินทางผ่านแผ่นโพลาลิเซอร์เข้าสู่วัตถุ
- แผ่นโพลารอยด์แผ่นล่าง เรียกว่าแผ่นโพลาลิเซอร์ (polarizer) เป็นแผ่นกรองแสงที่วางอยู่ด้านบนของแหล่งกำเนิดแสง ทำให้แสงเกิดการโพลาไรซ์ (Polarize) แสงที่ผ่านแผ่นกรองแสงจะมีการเดินทางเพียงทิศทางเดียว
- แผ่นโพลารอยด์แผ่นบน เรียกว่า แผ่นแอนนาไลเซอร์ (Analyzer) เป็นแผ่นกรองแสงแผ่นที่สองที่วางอยู่ด้านบนของเครื่อง ทำหน้าที่เช่นเดียวกับแผ่นโพลารอยด์แผ่นล่าง สามารถหมุนได้รอบ เมื่อหมุนในทิศทางที่ตั้งฉากกับแผ่นโพลารอยด์แผ่นล่าง จะทำให้แสงที่มีการเดินทางแนวเดียวไม่สามารถผ่านแผ่นแอนนาไลเซอร์ขึ้นมาได้
- แท่งแก้ว (Condensing Sphere) เป็นแท่งแก้วปลายกลม ใช้ในการรวมแสงสำหรับการตรวจหาภาพการแทรกสอด (Interference Figure) ตามแนวแกนผลึก



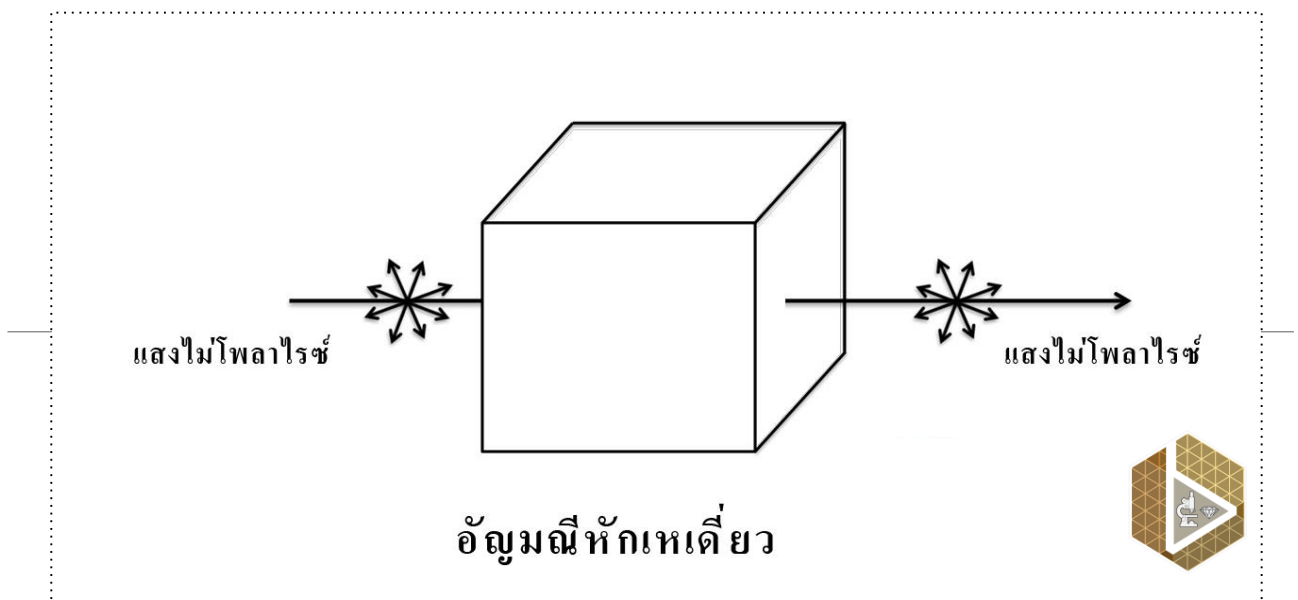
รูปที่ 1 ส่วนประกอบของต่างๆของเครื่องโพลาริสโคป (Polariscope)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณี

ลักษณะทางแสงของอัญมณี

อัญมณีแต่ละชนิดมีระบบผลึกเฉพาะตัว เมื่อแสงเดินทางผ่านอัญมณี ทางเดินของแสงในแต่ละระบบผลึกจะมีลักษณะต่างกัน ซึ่งจะเรียกว่า ลักษณะทางแสง (Optic Character) ขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในของอัญมณีนั้นๆ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. ลักษณะทางแสงของอัญมณีหักเหเดียว (Single Reflective Gemstone) คือ อัญมณีอยู่ในระบบคิวบิกเช่น เพชร (Diamond), สปิเนล (Spinel) , โกเมน (Garnet) และ ฟลูออไรท์ (Fluorite) เป็นต้น เมื่อแสงเดินทางจากอากาศผ่านอัญมณีในระบบผลึกนี้ แสงจะมีการหักเหในผลึกเพียงแนวเดียว มีสมบัติเหมือนกันทุกทิศทาง เรียกลักษณะทางแสงนี้ว่า **ไอโซทรอปิก (Isotropic)**



รูปที่ 2 ลักษณะทางแสงของอัญมณีหักเหเดียว
(Single Reflective Gemstone)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณี

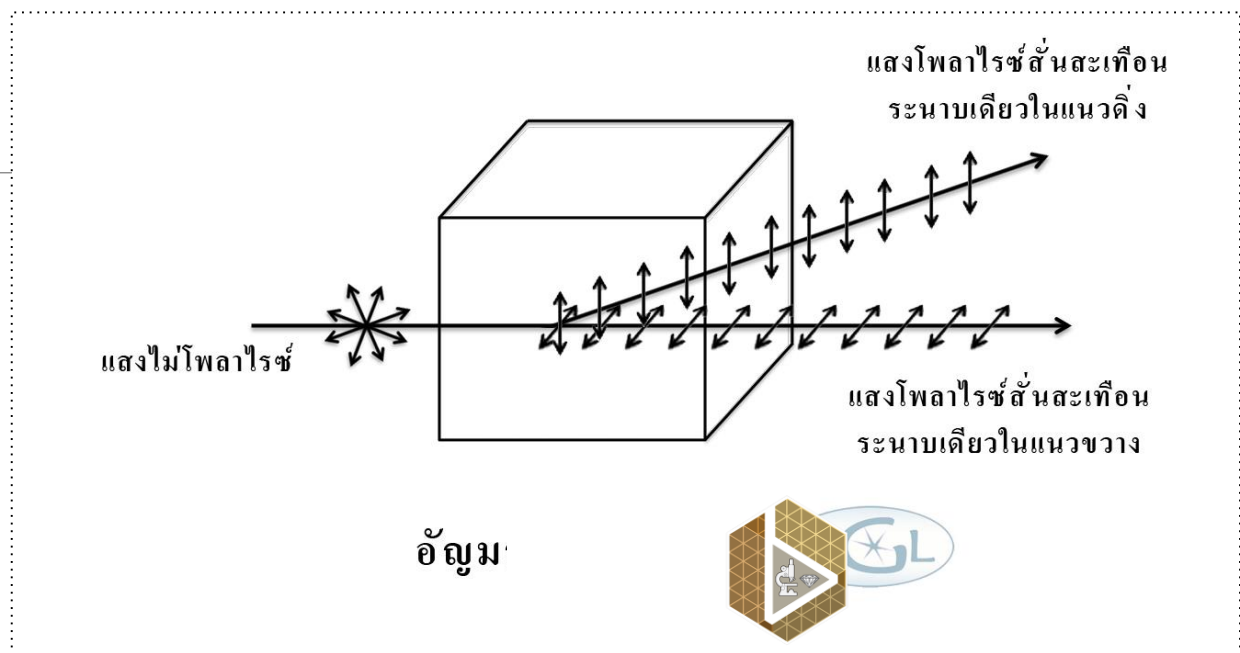
ลักษณะทางแสงของอัญมณี

2. ลักษณะทางแสงของอัญมณีหักเหคู่ (Double Reflective Gemstone) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

2.1 อัญมณีหักเหคู่แกนเดียว (Uniaxial) ใช้ตัวย่อว่า DR U ได้แก่ อัญมณีในระบบผลึกเตตระโกนอล ไทรโกนอลและ เฮกซะโกนอล เนื่องจากมีแกนที่ไม่เท่ากันเพียง 1 แกน แกนแสงจะขนานกับแกนในแนวตั้งของผลึก (แกน C)

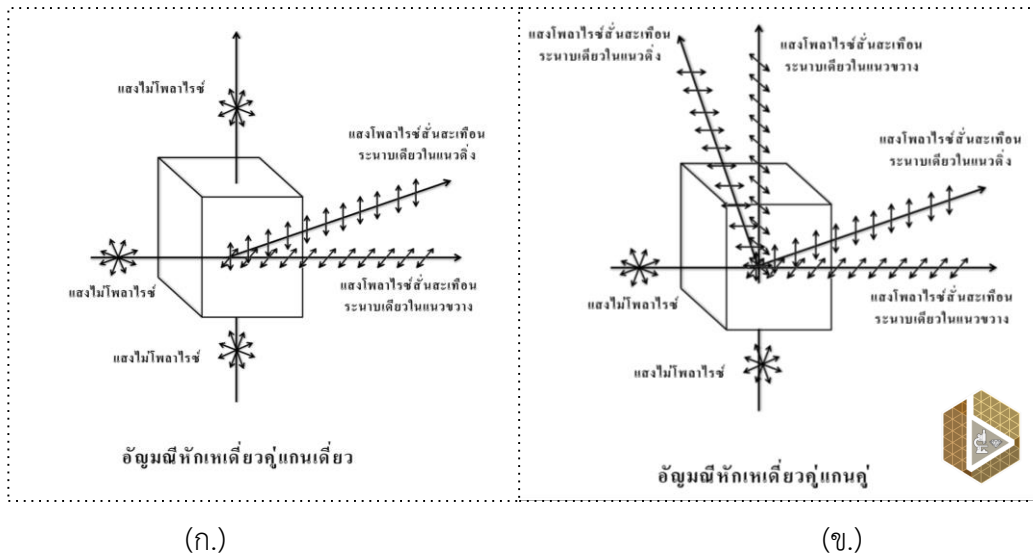
2.2 อัญมณีหักเหคู่แกนคู่ (Biaxial) ใช้ตัวย่อว่า DR B ได้แก่ อัญมณีในระบบผลึกออร์โธโรมบิก โมโนคลินิก และไตรคลินิก เนื่องจากแกนทั้งสามแกนไม่เท่ากันเลย ทำให้มีแกนแสงสองแกน โดยแกนแสงทั้งสองแกนจะตัดทำมุมกันตั้งแต่ 0 – 90 องศา

โดยอัญมณีหักเหคู่ทั้งหกระบบผลึกนี้ จะมีโครงสร้างของอะตอมที่เป็นระเบียบแต่มีการจัดเรียงตัวของอะตอมในแต่ละทิศทางไม่เหมือนกัน ทางเดินของแสงเมื่อเดินทางจากอากาศผ่านอัญมณีทั้งหกระบบนี้ จึงมีสมบัติแตกต่างกันไป เรียกลักษณะทางแสงนี้ว่า แอนไอโซทรอปิก (Anisotropic)



รูปที่ 3 ลักษณะทางแสงของอัญมณีหักเหคู่ (Double Reflective Gemstone)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณี



รูปที่ 4 ลักษณะทางแสงของอัญมณีหักเหคู่ (Double Reflective Gemstone)

ก. แกนเดี่ยว (DR Uniaxial)

ข. แกนคู่ (DR Biaxial)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณี

ตาราง แสดงลักษณะทางแสงของอัญมณีในระบบผลึกต่างๆ

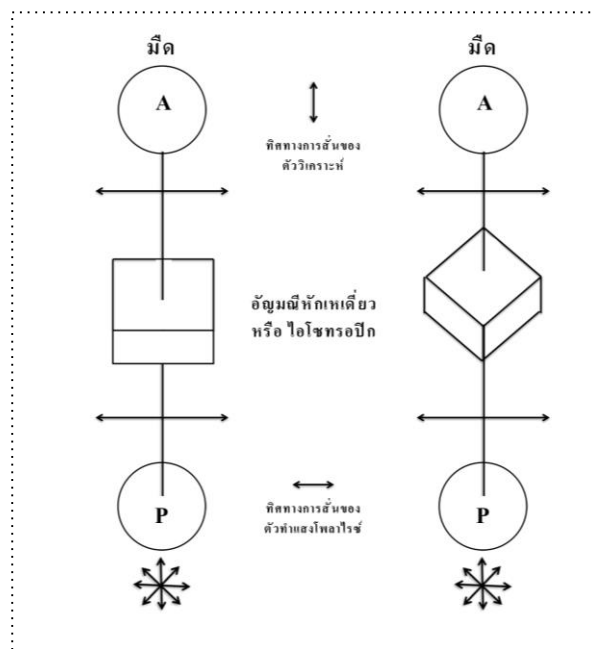
ระบบผลึก	ตัวอย่างอัญมณี	ลักษณะทางแสง	แกนแสง
คิวบิก	เพชร, โกเมน, สปิเนล	ไอโซทรอปิก	ไม่มี
เตตระโกนอล	เพทาย	แอนไอโซทรอปิก	หนึ่งแกนแสง (Uniaxial)
ไตรโกนอล	คอร์ันดัม ควอตซ์ ทัวมาลีน	แอนไอโซทรอปิก	หนึ่งแกนแสง (Uniaxial)
เฮกซะโกนอล	เบอริล อะพาไทต์	แอนไอโซทรอปิก	หนึ่งแกนแสง (Uniaxial)
ออโรรมบิก	เพอริโดท โทแพซ	แอนไอโซทรอปิก	สองแกนแสง (Biaxial)
โมโนคลินิก	มุนส์ไตน์	แอนไอโซทรอปิก	สองแกนแสง (Biaxial)
ไตรคลินิก	เทอร์ควอยส์	แอนไอโซทรอปิก	สองแกนแสง (Biaxial)

(ศิวาพร สหวัฒน์ อัญมณีศาสตร์. นนทบุรี:โรงพิมพ์ nudear, 2549.)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณี

การตรวจสอบแกนผลึกด้วยเครื่องโพลาไรสโคป

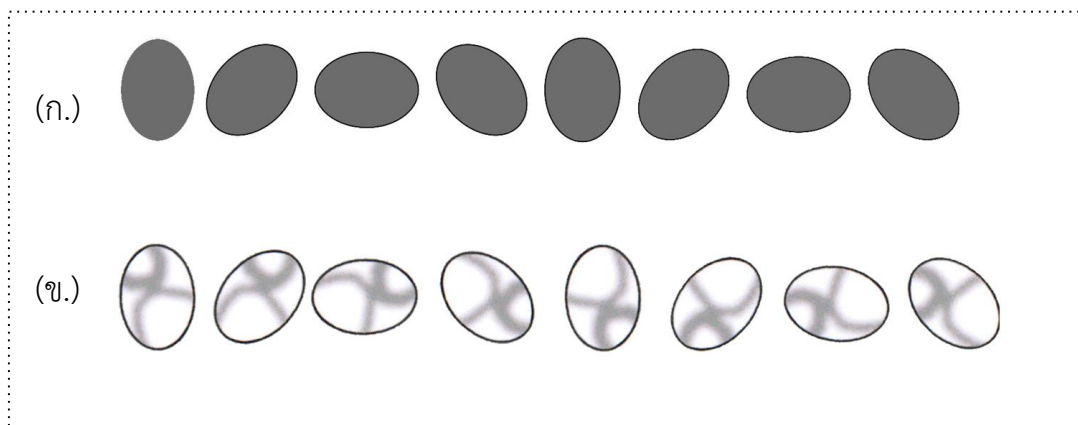
1. อัญมณีหักเหเดียว เมื่อแสงไมโครลาไรซ์ผ่านแผ่นโพลาไรซ์แผ่นกลาง (P) ทำให้แสงมีทิศทางการสั่นเพียงแนวเดียว เมื่อเข้าไปในตัวอัญมณีหักเหเดียว แสงจะยังคงเดินทางในแนวเดิม และจะถูกดูดกลืนโดยแผ่นโพลาไรซ์แผ่นบน (A) ซึ่งมีทิศทางการสั่นทำมุมตั้งฉากกัน ทำให้ผู้สังเกตจะเห็นอัญมณีมืดตลอดไม่ว่าจะหมุนอัญมณีไปในทิศทางใด



รูปที่ 5 การตรวจสอบอัญมณีหักเหเดียวโดยโพลาไรสโคป

ข้อควรระวัง: มีอัญมณีหักเหเดียวบางกลุ่ม แสดงลักษณะทางแสงภายใต้โพลาไรสโคปเหมือนอัญมณีหักเหคู่ คือ อัญมณีจะแสดงลักษณะมืด สว่างและมีเส้นดำ ลักษณะคล้ายกากบาทเคลื่อนที่ขวางไปบนอัญมณี ได้แก่ อัญมณีพวกโกเมน สปิเนลสังเคราะห์ แก้วสังเคราะห์ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าปรากฏการณ์การหักเหสองแนวผิดปกติ (Anomalous double reflection effect) ตัวย่อ ADR แสดงลักษณะเป็นแถบเหมือนงูเลื้อย (Snake-like bands) ที่เคลื่อนที่ไปขณะหมุนตัวอย่างไปรอบๆ เกิดจากการที่ผลึกอัญมณีถูกแรงกระทำทำให้โครงสร้างเปลี่ยนรูปไป (ศิวาพร สหวัฒน์ อัญมณีศาสตร์. นนทบุรี:โรงพิมพ์ nudear, 2549.)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณี

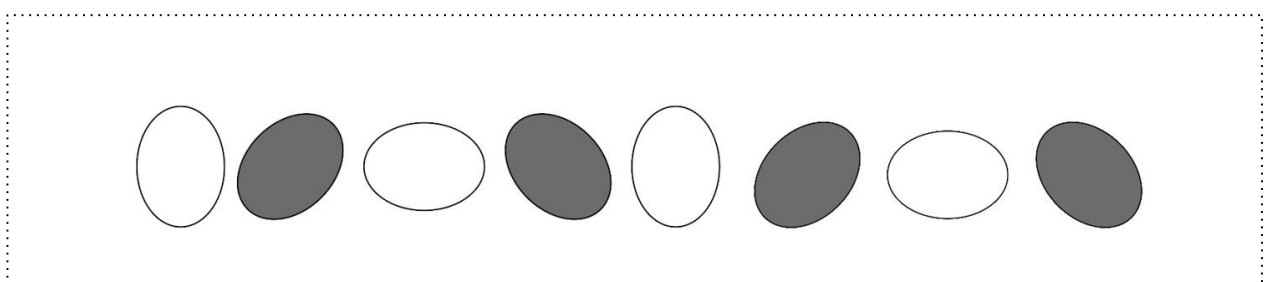


รูปที่ 6 แสดงผลการทดสอบอัญมณี เมื่อหมุนอัญมณี 360 องศา

(ก) อัญมณีหักเหเดียว (SR)

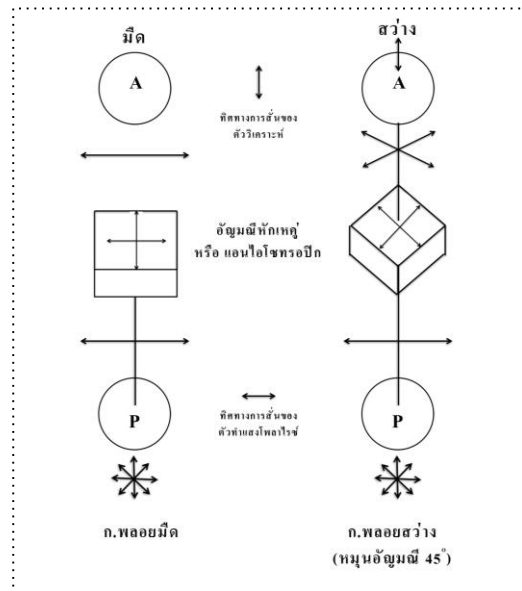
(ข) แสดงปรากฏการณ์สองแนวผิวดปกติ (ADR)

2. อัญมณีหักเหคู่ เมื่อแสงไมโครลาไรซ์ผ่านแผ่นโพลาไรซ์แผ่นล่าง (P) เข้าไปในตัวอัญมณีหักเหคู่ แสงจะมีการหักเห 2 แนว มีทิศทางการสั่นตั้งฉากกัน และจะถูกดูดกลืนโดยแผ่นโพลาไรซ์แผ่นบน (A) ซึ่งวางตัวตั้งฉากกับแผ่นล่าง รูป 22ก. คือแสงเดินทางตามแนวแกนแสง แสงที่ผ่านออกจากอัญมณีจะถูกดูดกลืนทั้งหมดทำให้เห็นอัญมณีมืด และ เมื่อหมุนอัญมณี ทิศทางการสั่นของแสงที่เดินทางผ่านอัญมณีจะเปลี่ยนไป ทำให้แผ่นโพลาไรซ์แผ่นบนดูดกลืนแสงได้เพียงบางส่วนทำให้มีแสงสว่างผ่านได้ และจะมีความสว่างที่สุดเมื่อทำมุม 45 องศา (22ข.) และเมื่อหมุนอัญมณีไปอัญมณีจะมีมืดสุดเมื่อหมุนไปทุกๆ 90 องศา ดังนั้นในการหมุน 1 รอบคือ 360 องศาจะเห็นว่าอัญมณีมืด 4 ครั้ง และสว่าง 4 ครั้ง สลับกัน ดังรูป



รูปที่ 8 แสดงผลการทดสอบอัญมณีหักเหคู่เมื่อหมุนอัญมณี 360 องศา

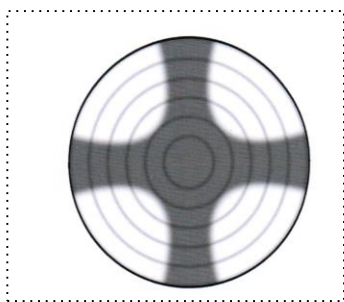
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณี



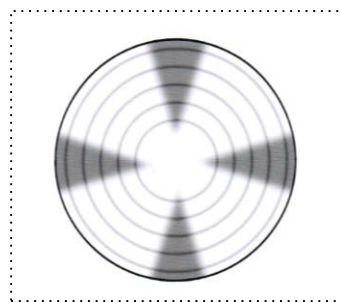
รูปที่ 7 การตรวจสอบอัญมณีหักเหด้วยโพลาไรสโคป

เมื่อแสงไมโพลาไรซ์ผ่านแผ่นโพลาไรซ์แผ่นล่าง (P) เข้าไปในตัวอัญมณีหักเหคู่ แสงจะมีทิศทางการสั่น 2 ทิศทาง ส่งผลให้เกิดการแทรกสอดของแสงบนพลอยจะเห็นเป็นสีรุ้ง (Interference Color) เมื่อนำแท่งแก้ว (Condensing Glass / Conoscope) รวมแสงบริเวณสีรุ้ง จะเห็นภาพการแทรกสอด (Interference Figure) ตามแนวแกนผลึก ดังนี้

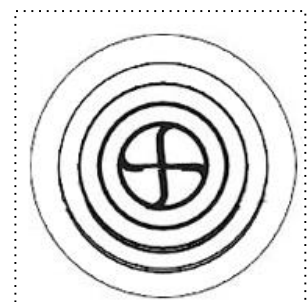
1. อัญมณีแกนเดี่ยว เช่น คอรัันดัม เบอริล จุดกึ่งกลางจะเป็นการรวมกันของแสงแบบหักล้างกันทำให้เห็นเป็นรูปกากบาท ในบางกรณีจะพบการบิดเบี้ยวของแกนผลึก เช่น ควอตซ์ ซึ่งจะแสดงลักษณะของตาวัว (Bull's eye) หรือ ภาพขดลวด (Airy's spiral) (รูปที่ 24)



(ก.)



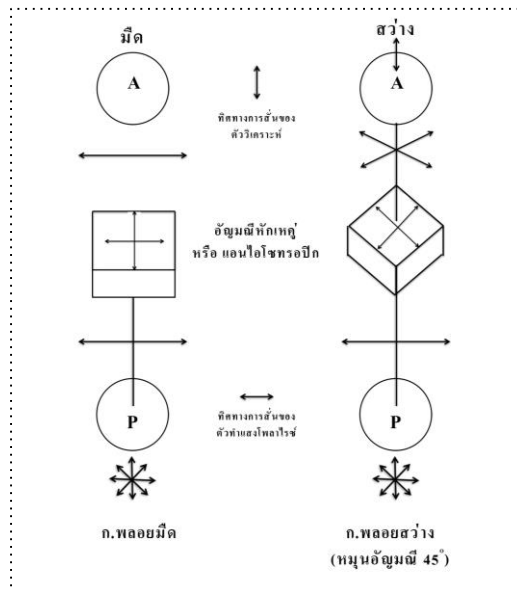
(ข.)



(ค.)

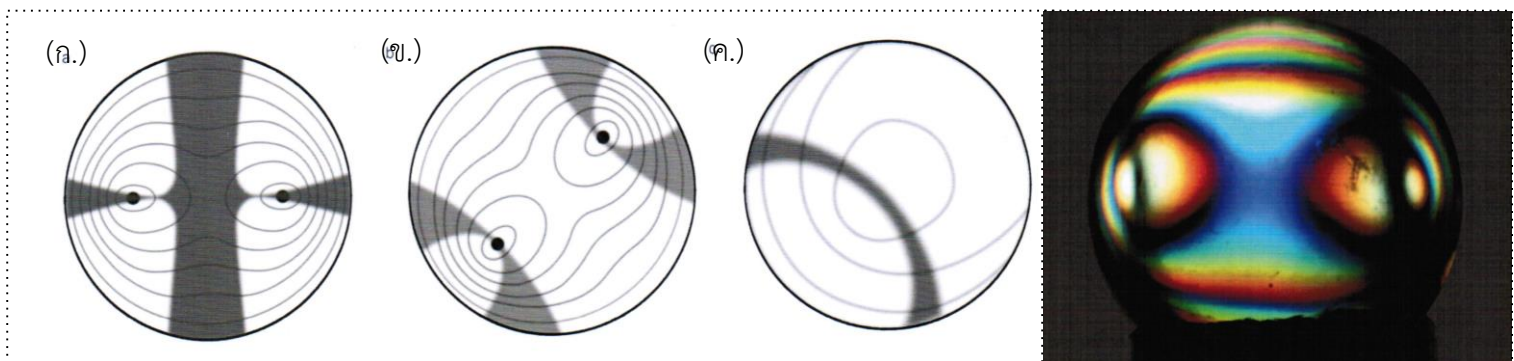
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณี

2. อัญมณีแกนคู่ เช่น เพอริโดต มูนสโตน เทอร์คอยส์ จะสามารถเห็นลักษณะทางแสงได้ 2 ลักษณะ คือ แบบอัญมณีหักเหคู่แกนคู่ เห็น 2 แกน และ อัญมณีหักเหคู่แกนคู่ เห็น 1 แกน ขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบผลึกของอัญมณี (รูปที่ 25)



รูปที่ 9 ภาพการแทรกสอดของอัญมณีหักเหคู่แกนเดียว (Uniaxial)

- ก. อัญมณีหักเหคู่แกนเดียว
- ข. ภาพตาวัว (Bull's Eye)
- ค. ภาพขดลวด (Airy's Spiral)

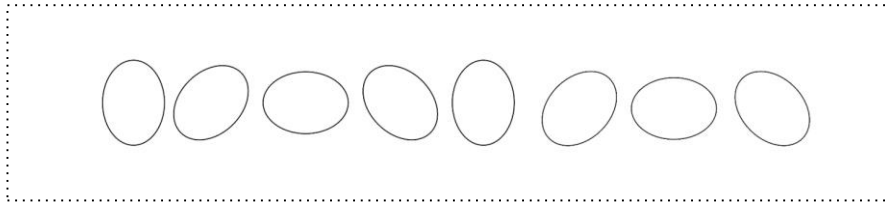


รูป 10 ภาพการแทรกสอดของอัญมณีหักเหคู่แกนคู่ (Biaxial)

- ก. อัญมณีหักเหคู่แกนคู่ เห็น 2 แกน
- ข. อัญมณีหักเหคู่แกนคู่ เห็น 2 แกน
- ค. อัญมณีหักเหคู่แกนคู่ เห็น 1 แกน

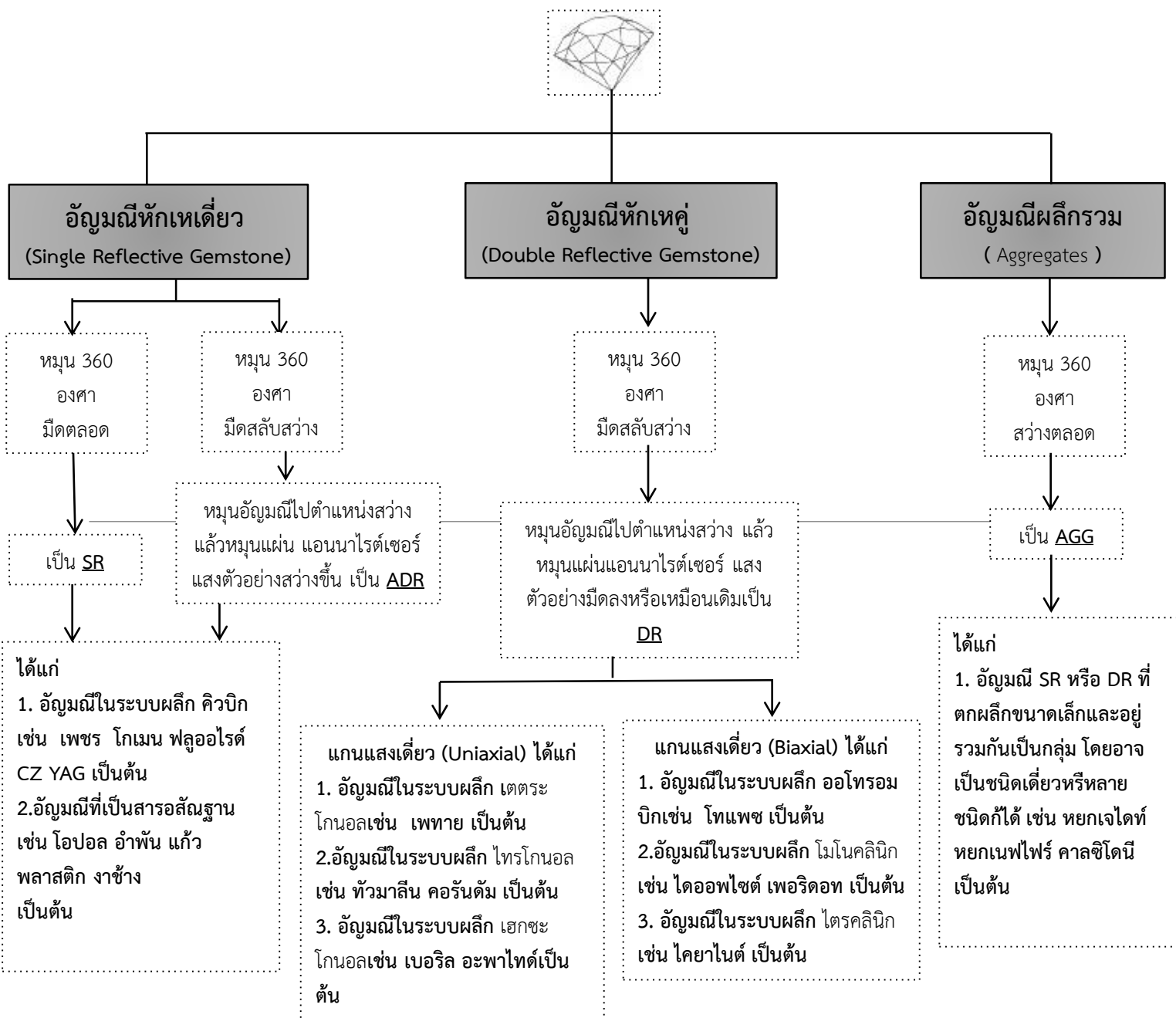
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณี

3. อัญมณีผลึกรวม (Aggregates) เช่น หยกและคาลซิโดนี ซึ่งประกอบด้วยผลึกเล็กละเอียดแต่ละผลึกจะมีการหักเหคู่ แต่มีการจัดเรียงไม่เป็นระเบียบดังนั้นการเกิดตำแหน่งมืดจะไม่เกิดขึ้นทุกผลึกทำให้มองเห็นอัญมณีนี้สว่างตลอด เมื่อหมุนอัญมณี 360 องศา ตัวอย่าง AGG (รูปที่ 26)



รูปที่ 11 แสดงผลการทดสอบอัญมณีผลึกรวม เมื่อหมุนอัญมณี 360 องศา

สรุปการตรวจสอบด้วยเครื่องโพลาไรสโคป



เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณี

ข้อจำกัดในการใช้เครื่องโพลาริสโคป

- ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ที่ได้นั้นแสงต้องส่องผ่านดังนั้นต้องเป็นอัญมณีที่โปร่งใสถึงกึ่งโปร่งแสง (Transparent to Semi-Translucent) เครื่องจะไม่สามารถทดสอบกับอัญมณีทึบแสงได้
- ตัวอย่างต้องเป็น Single Crystal
- อัญมณีที่มีขนาดเล็กมาก การทดสอบจะทำได้ยาก เพราะจะทำให้เห็นปรากฏการณ์ได้ยาก
- อัญมณีประเภท อำพัน โกเมน อัญมณีที่มีสีแดงต่างๆ แก้ว โอปอล และอัญมณีที่มีค่าดัชนีหักเหสูง ๆ มักจะทำให้เห็นปรากฏการณ์ไม่แน่นอน ดังนั้นต้องใช้วิธีอื่นช่วยจำแนกได้ดีกว่า

ประโยชน์ของการตรวจสอบโดยใช้เครื่องโพลาริสโคป คือ

- ช่วยในการจำแนกอัญมณีหักเหเดี่ยว (Single Reflective Gemstone), หักเหคู่ (Double Reflective Gemstone) และ อัญมณีผลึกรวม (Aggregates)
 - ช่วยในการจำแนกอัญมณีหักเหคู่หนึ่งแกน (Uniaxial) และหักเหคู่สองแกน (Biaxial)
- (ศิวาพร สหวัฒน์ อัญมณีศาสตร์. นนทบุรี:โรงพิมพ์ nudear, 2549.)