บทที่ ๑

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำ

๑.๑ ประวัติอย่างย่อความเป็นมาของแผ่นบันทึกรอยชนิดโซลิด-สเตท (Solid-State Nuclear Track Detectors; SSNTD)

แผ่นบันทึกรอยชนิดโซลิด-สเตท หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า SSNTD เป็นวัตถุของแข็งฉนวน (insulating solids) ที่สามารถบันทึกรอยของอนุภาคที่มีประจุ (charged particles) ได้ มีหลายชนิด เช่น แร่ธาตุต่าง ๆ (minerals) ในธรรมชาติ (ได้แก่ พวกแก้ว อัญมณี, ลูกอุกกาบาต) และพวกโพลิเมอร์ต่าง ๆ

รอยที่พบครั้งแรกในปี ค.ศ.๑๙๕๙ โดย ซิลค์ (Silk, E.C.H.) และ บาร์นีส (Barnes, R.S.) เป็นรอยของอนุภาคที่มีประจุที่เกิดขึ้นในไมกา (Mica) มีขนาดเล็กมากอยู่ในมาตราส่วนหน่วย นาโนเมตร (nanometer) ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้อิเลคตรอน (electron microscope) จึงจะเห็น ต่อมา ยัง (Young, D.A.) ได้เริ่มทดลองพบว่า รอยที่เกิดขึ้นนี้สามารถทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นได้ ซึ่งไฟลส์เชอร์ (Fleischer, R.L.), ไพรส์ (Price, P.D.), และวอล์กเคอร์ (Walker, R.M.) (1962-1975)[๑] ได้ศึกษาต่อ จึงพบว่า รอยเหล่านี้สามารถทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น สังเกตเห็นอย่างสบายตาขึ้น โดยส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสงธรรมดา (optical microscope) เห็นได้ และยังได้พบอีกว่า มีวัตถุของแข็งชนิดอื่นที่เป็นสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ที่เป็นฉนวนทางไฟฟ้า คือมีค่าสภาพความต้านทานไฟฟ้า (electrical resistivity) อย่างน้อยที่สุด ๒,๐๐๐ โอห์ม-ซม. ขึ้นไป สามารถบันทึกรอยของอนุภาคที่มีประจุได้ด้วย ได้แก่พวกผลึกต่าง ๆ, สารกึ่งตัวนำ (semi-conductors) บางชนิด และแร่ธาตุต่าง ๆ ส่วนวัตถุจำพวกโลหะมีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ จะไม่สามารถทำให้เกิดรอยได้

ตารางที่ ๑-๑(๑)

แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าของวัตถุที่ทำให้เกิดรอยได้หรือไม่ได้

Minerals	Resistivity Range(ohm-cm)
I Track-Forming	
Insulators: Silicate Minerals	
Alkali Halides	10^{6} - 10^{20}
Insulating Glasses	
Polymers	
Poor Insulators: MoS_2	3,000-25,000
Semiconductors : V_2O_5 glass	2,000-20,000
II Non Track-Forming	
Semiconductors: Germanium	10-2,000
Silicon	
Metals : Aluminium	
Copper	
Gold	10^{-6} - 10^{-4}
Platinum	
Tungsten	
Zinc	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการศึกษาพบว่าวัตถุของแข็งเหล่านี้ สามารถบันทึกรอยของอนุภาคที่มีประจุทั้งหลายได้ จึงนำเอาวัตถุของแข็งเหล่านี้มาใช้เป็นเครื่องบันทึกรอยของอนุภาคที่มีประจุ และให้มีชื่อภาษาอังกฤษ เรียกว่า Solid-State Nuclear Track Detector.

๑.๒ คุณลักษณะและประโยชน์ของแผ่นบันทึกรอยชนิดโซลิด-สเตท[๒,๓]

๑.๒.๑ ลักษณะของแผ่นบันทึกรอยชนิดนี้ มีดังต่อไปนี้คือ:

- เป็นวัตถุของแข็งที่เป็นฉนวน (insulating solids)
- เป็นวัตถุของแข็งที่สามารถบันทึกรอยทางเดินของอนุภาคที่มีประจุทั้งหลายได้
- รอยของอนุภาคที่ถูกบันทึกในของแข็งเหล่านี้ สามารถทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นได้อย่างง่าย
- วัตถุของแข็งเหล่านี้ มีจำนวนมาก หลายชนิด หาได้ง่าย ราคาไม่แพง และสะดวกแก่การนำไปใช้ในทุกสถานที่
- วัตถุของแข็งเหล่านี้ ไม่มีความไวต่อการแผ่รังสีพลังงานต่ำ ฉะนั้น การบันทึกรอยของมันจึงไม่ถูกรบกวนจากรังสีเอ็กซ์, รังสีแกมมา และอิเลคตรอน ที่มีพลังงานต่ำ

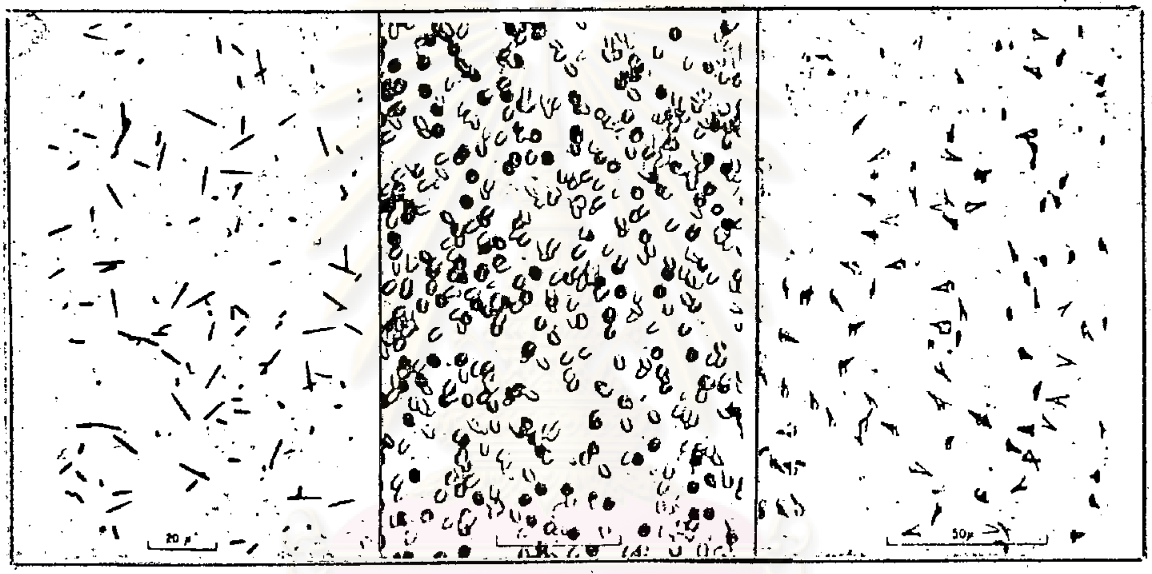
๑.๒.๒ ลักษณะการบันทึกรอยของแผ่นบันทึกรอยชนิดนี้เป็นดังนี้:

- จะเริ่มบันทึกรอยของอนุภาคที่มีประจุแต่ละชนิดได้ขึ้นอยู่กับพลังงานขีดเริ่ม (thereshold energy) ของแผ่นบันทึกรอยแต่ละชนิดนั้น ซึ่งจะกล่าวถึงในบทต่อไป
- ในสภาวะที่มีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้อง จะทำให้รอยที่ถูกบันทึกอยู่ในแผ่นบันทึกรอยนั้นเลือนลางได้บ้าง แต่ก็มีปริมาณน้อย
- รอยที่บันทึกจะสังเกตเห็น และศึกษาได้ เนื่องจากเราสามารถขยายรอยให้ใหญ่ขึ้นได้โดยวิธีที่ง่าย สะดวก และรวดเร็ว

๑.๒.๓ การศึกษาดูรอยของอนุภาคที่มีประจุในแผ่นบันทึกรอยชนิดนี้มีหลายวิธี มีทั้งวิธีใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดู และดูด้วยตาเปล่า หากเป็นการดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

กล้องที่ใช้ก็เป็นได้ทั้งชนิดที่ใช้ อิเลคตรอน และชนิดที่ใช้แสงธรรมดา

สำหรับการดูรอยด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสงธรรมดา จำเป็นจะต้องมีการขยายรอยให้โตขึ้น เพื่อสะดวกในการสังเกตรอย ในการขยายนี้สามารถทำได้โดยใช้วิธีแช่ในสารละลายเคมี ซึ่งเรียกว่าการกัดทางเคมี (chemical etching) ซึ่งจะได้อธิบายอีกในบทต่อไป



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ ๑-๑ เป็นรูปของรอยของฟิชชั่นแฟรกเมนท์ แคลิฟอร์เนียม (^{252}Cf **fission fragments**) ในแผ่นบันทึกรอยชนิด โซลิด-สเตทแบบต่าง ๆ ที่ผ่านการกัดทางเคมี แล้วนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสงธรรมดา

(ก) เป็นรอยที่ปรากฏในแร่เฟลดสปาร์ (feldspar mineral)

(ข) เป็นรอยที่ปรากฏในแก้วโซดาไลม์ (soda-lime glass)

(ค) เป็นรอยที่ปรากฏในเลกซานโพลิคาร์โบเนท (Lexan polycarbonate)

ส่วนการดูด้วยตาเปล่านั้น จะไม่เห็นลักษณะของรอย แต่จะสังเกตเห็นตำแหน่งของรอยได้เท่านั้น ซึ่งจะสังเกตได้โดยอาศัยการไหลผ่านของแกส หรือการซึมผ่านของ

อิออน (gas flow or ionic permeability) ผ่านจากด้านหนึ่งแล้วไปทะลุอีกด้านหนึ่งของแผ่นบันทึกรอย[๔]

๑.๒.๔ ประโยชน์ของแผ่นบันทึกรอยชนิดนี้:

แผ่นบันทึกรอยชนิดโซลิด-สเตท มีประโยชน์ต่องานวิจัยสาขาต่าง ๆ เช่น ในสาขานิวเคลียร์ฟิสิกส์ ใช้แผ่นบันทึกรอยชนิดนี้ที่เป็นแผ่นเซลลูโลส สำรวจหาแร่ยูเรเนียม และหาปริมาณการฟุ้งของก๊าซเรดอน[๕] เป็นต้น

ในสาขาธรณีฟิสิกส์และโบราณคดี ศึกษาซากพืชและซากสัตว์ คำนวณหาอายุของสิ่งเหล่านี้ โดยศึกษาจากรอยของอนุภาคที่บันทึกอยู่ในซากสิ่งเหล่านี้[๔]

ในสาขาชีววิทยา ใช้ไมกาไปทำให้เกิดรอยขึ้นเสียก่อน ให้รอยนั้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใกล้เคียงกับขนาดของเม็ดโลหิตคนเรา เพื่อใช้กรองโลหิต ศึกษาดูสิ่งปลอมแปลง หรือเชื้อโรคที่ปนมากับโลหิตได้[๒]

๑.๓ <u>เซลลูโลสไนเตรท</u> (Cellulose Nitrate)

เซลลูโลส เป็นแผ่นบันทึกรอยชนิดโซลิด-สเตท แบบหนึ่ง ที่เตรียมได้ง่าย มีหลายประเภท เช่น เซลลูโลสไนเตรท, เซลลูโลสอาซิเตทบิวทิเรท (cellulose acetate butyrate) และเซลลูโลสอาซิเตท (cellulose acetate) เป็นต้น แผ่นเซลลูโลสเหล่านี้มีคุณสมบัติพิเศษในการบันทึกรอยของอนุภาคที่มีประจุต่ำที่สุดได้ถึงโปรตอน และอนุภาคอัลฟา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาถึงการเตรียมแผ่นเซลลูโลสไนเตรทให้มีภูมิหลังน้อยที่สุด แล้วนำไปบันทึกรอยของอนุภาคอัลฟาได้ และได้ศึกษาถึงพฤติกรรมของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิและความเข้มข้นต่าง ๆ ที่กัดรอยที่บันทึกให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย