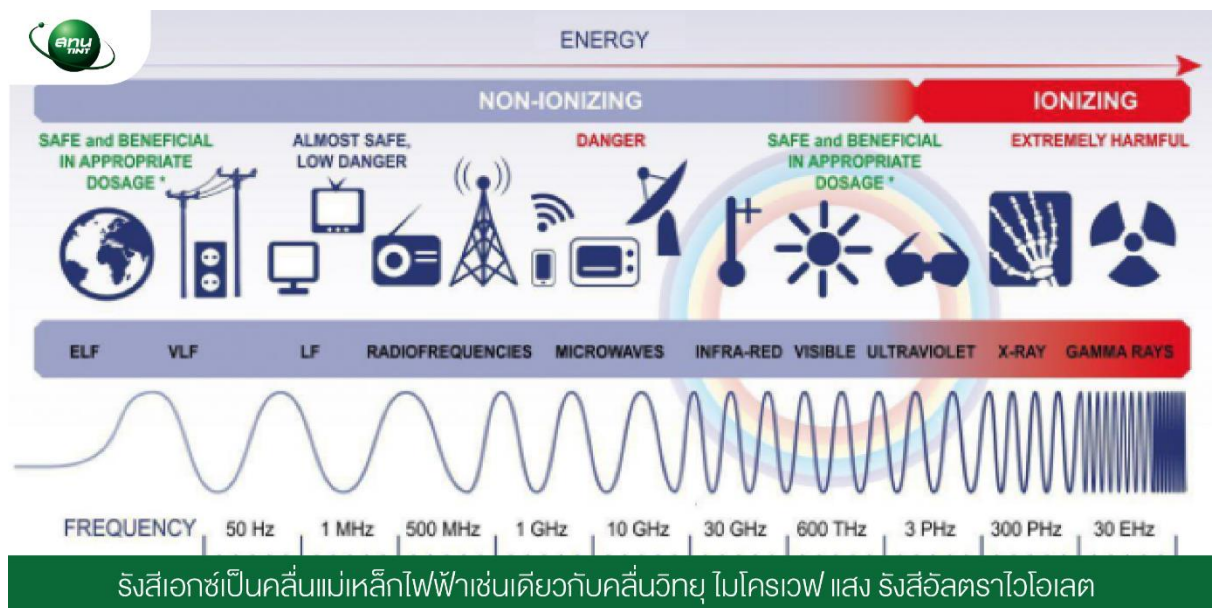


เลนส์หักเหรังสีเอกซ์

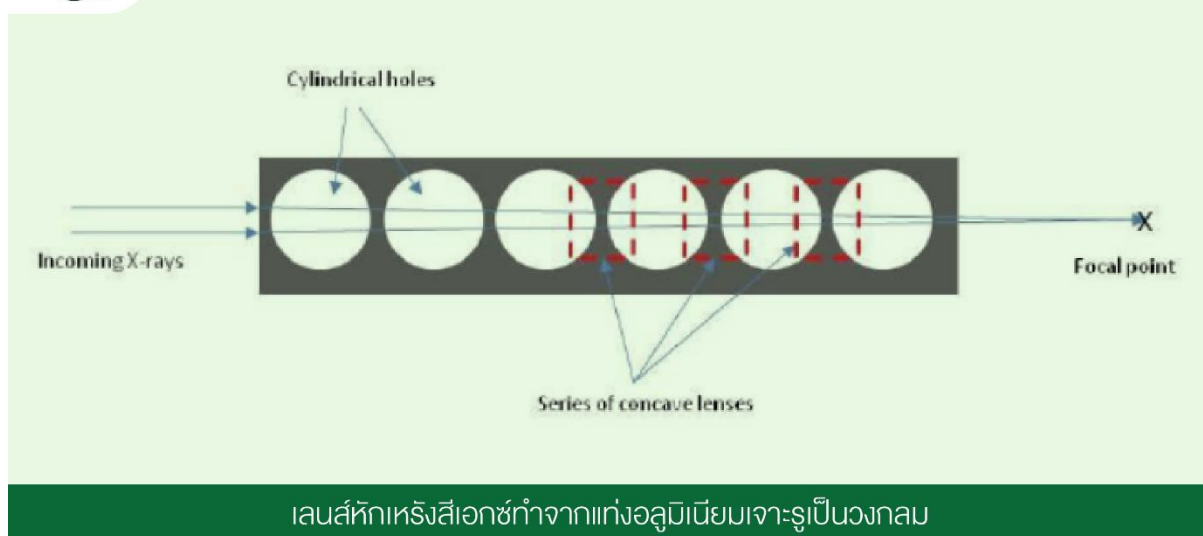
รังสีเอกซ์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่นเดียวกับคลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ แสง รังสีอัลตราไวโอเล็ต แต่มีพลังงานสูงกว่า เนื่องจากไม่มีมวล ไม่มีประจุ พลังงานสูงและเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง การควบคุมทิศทางของลำรังสีจึงทำได้ยาก เลนส์หักเหรังสีเอกซ์ (Compound refractive lens) หรือ CRL เป็นชุดของเลนส์ที่เรียงต่อกันเป็นแถวตรง ใช้สำหรับโฟกัสรังสีเอกซ์ที่พลังงาน 5-40 keV ให้ลำรังสีรวมกันให้มีความเข้มสูงขึ้น



รูปที่ 1 สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า[2]

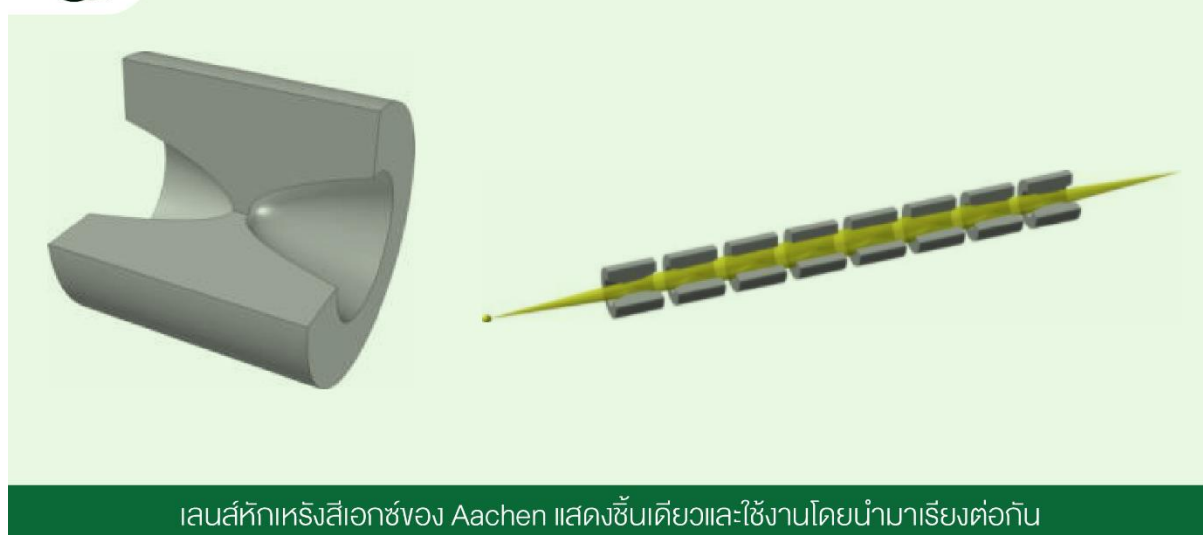
วัสดุเกือบทุกชนิดมีดัชนีหักเหต่อรังสีเอกซ์มีค่าเข้าใกล้ 1 นั้นหมายถึงแทบไม่มีการหักเห ดังนั้น ถ้าใช้เลนส์รังสีเอกซ์ขึ้นเดียวจึงมีทางยาวโฟกัสยาวมาก และการที่รังสีเอกซ์ถูกดูดกลืนเมื่อเคลื่อนที่ผ่านวัสดุจึงไม่ควรใช้เลนส์ยาวมากเนื่องจากรังสีจะถูกดูดกลืนจนหมด การใช้เลนส์หักเหจะทำให้ทางยาวโฟกัสสั้นลงด้วยการต่อเลนส์หลายชุดเข้าด้วยกัน และเพื่อลดการดูดกลืนรังสีเอกซ์จึงใช้วัสดุที่มีเลขอะตอมต่ำ เช่น อลูมิเนียม (Al) เบริลเลียม (Be) หรือลิเทียม (Li)

เลนส์หักเหรังสีเอกซ์ถูกนำเสนอครั้งแรกตอนกลางทศวรรษ 1990 โดยกลุ่มนักวิทยาศาสตร์จาก ESRF (The European Synchrotron Radiation Facility เป็นศูนย์วิจัยร่วมที่ตั้งอยู่ในเมือง Grenoble ประเทศฝรั่งเศส ได้รับการสนับสนุนจาก 22 ประเทศ) โดยการเจาะรูบนแผ่นอะลูมิเนียม ทำให้มีการวิ่งของเลนส์สองด้านโดยดัชนีหักเหของรังสีเอกซ์ค่อยๆ ลดต่ำกว่า 1 สำหรับเลนส์หักเหแบบนี้ แนวโค้งของผนังระหว่างแต่ละรูที่เจาะทำหน้าที่เป็นเลนส์เมื่อรังสีเอกซ์เคลื่อนที่ในแนวตั้งฉาก ซึ่งแตกต่างจากกรณีของแสงที่โฟกัสเมื่อดัชนีหักเหมากกว่า 1 และใช้เลนส์นูน



รูปที่ 2 เลนส์หักเหรังสีเอกซ์ทำจากแท่งอลูมิเนียมเจาะรูเป็นวงกลม

มีนักวิทยาศาสตร์อีกหลายคนทำงานเกี่ยวข้องกับเครื่องซินโครตรอนของ ESRF ได้พัฒนาเลนส์หักเหรังสีเอกซ์ต่อมาอีก เช่น กลุ่มของ Aachen ภายใต้การนำของศาสตราจารย์ Lengeler ทำเลนส์พาราโบลาใช้วัสดุเป็นเบริลเลียม กลุ่ม Advanced Photon Source APS ทำเลนส์แบบเดียวกัน แต่เปลี่ยนไปใช้ลิเทียม เลนส์เหล่านี้ใช้หลักการเดียวกับการหักเหของแสง



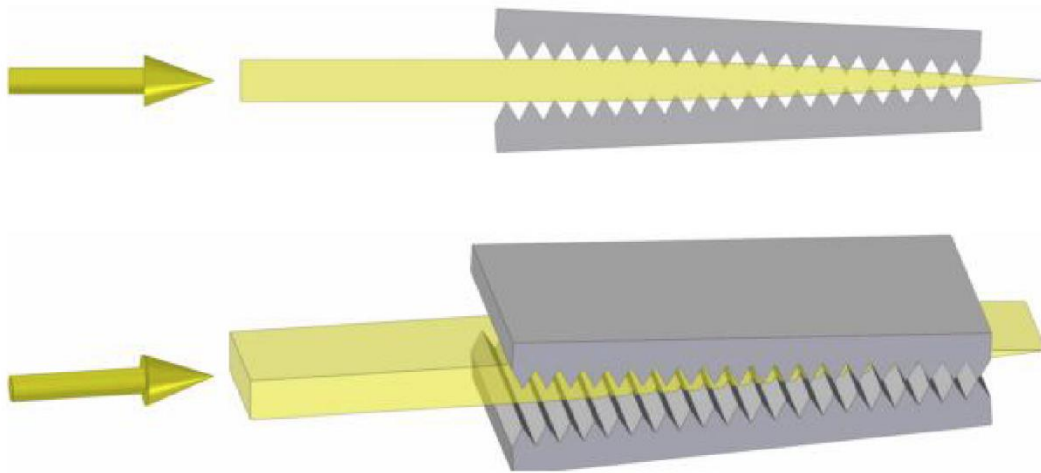
รูปที่ 3 เลนส์หักเหรังสีเอกซ์ของ Aachen แสดงขึ้นเดียวและใช้งานโดยนำมาเรียงต่อกัน[3]

เลนส์หักเหรังสีเอกซ์แบบพื้นเลื่อย นำเสนอโดย **Cederstrom** มีลักษณะเป็นชุดของปริซึมที่สะท้อนรังสีเอกซ์แต่ละอันทีละน้อย ตัวเลนส์ทำด้วยซิลิกอน พลาสติกและลิเทียม ในการศึกษาการดูดกลืนรังสีของเลนส์ ปริซึมแต่ละอันในเลนส์สามารถเปลี่ยนเป็นปริซึมที่เล็กลง ซึ่งทำให้เฟสของรังสีเปลี่ยนไป 2 ทำให้การดูดกลืนรังสีมากขึ้นโดยไม่มีผลต่อการหักเห เลนส์หักเหรังสีเอกซ์แบบแถวปริซึมมีกระบวนการผลิตไม่ยุ่งยากจึงมีการนำไปใช้นอกเหนืองานวิจัย เช่น การใช้ในการถ่ายภาพด้วยรังสีทางการแพทย์

รูปที่ 4 เลนส์หักเหรังสีเอกซ์แบบพื้นเลื่อย[3]

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Compound_refractive_lens
2. <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/04/12/the-weaponization-of-the-electromagnetic-spectrum/?sh=6e8ea382699e>

3. <http://www.x-ray-optics.de/index.php/en/>



เลนส์หักเหรังสีเอกซ์แบบพื้นเลื่อย