หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ยูเรเนียม คือ ธาตุกัมมันตรังสี ปัจจัยอันเป็นเชื้อเพลิงสำคัญในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ เชื้อเพลิงดังกล่าวได้มาจากกระบวนการแต่งแร่ยูเรเนียมที่เกิดขึ้นในแหล่งแร่ธรรมชาติ ในการสำรวจแหล่งแร่ยูเรเนียม ก่อนที่จะถึงขั้นตอนการขุดเจาะสำรวจเพื่อพิจารณาทำเหมืองแร่ยูเรเนียมนั้น จะต้องผ่านขั้นตอนการตรวจวัดว่ามีปริมาณแร่ยูเรเนียมที่คุ้มค่ากับการขุดเจาะสำรวจ เพราะการขุดเจาะสำรวจนั้นสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากแร่ยูเรเนียมเป็นแร่กัมมันตรังสีซึ่งมีอนุกรมการสลายตัวเป็นนิวไคลด์ลูก (daugther nuclide)[5]หลายขั้นก่อนสู่สภาวะเสถียร นิวไคลด์ต่างๆ สลายตัวให้ทั้งรังสีแอลฟา เบตา และแกมมา ดังนั้นวิธีการตรวจวัดทางด้านนิวเคลียร์ที่สำคัญๆ ได้แก่ การวัดรังสีแกมมาจากนิวไคลด์ลูก (Bi-214)[11]แต่วิธีการดังกล่าวใช้ได้ดีกับกรณีที่แร่อยู่ไม่ลึกจากผิวดินมากนัก ถ้าแร่อยู่ลึกความหนาของชั้นดินจะดูดกลืนพลังงานรังสีแกมมาหมด การตรวจวัดอีกวิธีหนึ่งเป็นการวัดนิวไคลด์ลูกที่มีลักษณะเป็นกาซ (Rn^{222}) เรียกว่า กาซเรดอนเป็นตัวชี้บอกแหล่งแร่ยูเรเนียม ทั้งนี้เพราะแร่ยูเรเนียมจะมีการสลายตัวในสภาวะหนึ่ง ได้นิวไคลด์ลูกดำรงสถานะกาซกัมมันตรังสีฟุ้งกระจายขึ้นสู่บริเวณผิวดิน ตามคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของกาซ จึงทำให้วิธีนี้ใช้ได้ดีกับกรณีที่แร่ยูเรเนียมอยู่ลึกลงไปจากบริเวณผิวดิน

กาซเรดอนเป็นกาซกัมมันตรังสีซึ่งมีครึ่งชีวิต 3.83 วัน[6]สลายตัวให้รังสีแอลฟา ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า +2 และมีพลังงานจลน์สูงถึง 5.49 Mev[6]จึงมีคุณสมบัติในการทำให้เกิดการแตกตัวเป็นประจุไฟฟ้าขึ้นในตัวกลางที่อนุภาคแอลฟาผ่านได้ดี ดังนั้นการตรวจวัดแร่ยูเรเนียมจึงหันมาสนใจตรวจวัดรังสีแอลฟาจากกาซเรดอนแทนการสำรวจแบบเก่า โดยเลือกใช้วัสดุบางชนิดเป็นตัวตรวจวัด (detector) เช่น แผ่นฟิล์มของเซลลูโลสไนเตรท แสดงผลการตรวจวัดโดยกลไกของการชนของอนุภาคที่มีประจุกับวัสดุที่เป็นฉนวน ก่อให้เกิดการแตกตัวและสร้างเป็นรอยชนของอนุภาค หัววัดรังสีแอลฟาแบบสารกึ่งตัวนำ แสดงผลการตรวจวัดโดยกลไกของการถ่ายพลังงานของอนุภาคแอลฟากับสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำจะดูดกลืนพลังงานของอนุภาครังสีแอลฟาที่มาตกกระทบแต่ละครั้งกระตุ้นให้เกิดคู่อิเลคตรอนและโฮลขึ้นในลักษณะของพัลส์สัญญาณไฟฟ้า

นอกจากแร่ยูเรเนียมมีการสลายตัวให้กาซเรดอนดังกล่าวนั้น แร่ธอเรียมก็มีการสลายตัวให้กาซกัมมันตรังสี ซึ่งเรียกชื่อว่า กาซโธรอน และกาซโธรอนจะมีการสลายตัวตามครึ่งชีวิตให้รังสีแอลฟาเช่นกัน แต่เนื่องจากค่าครึ่งชีวิตของการสลายตัวของกาซเรดอนนานถึง 3.83 วัน ในขณะที่กาซโธรอนมีค่าครึ่งชีวิตเพียง 54.4 วินาที[6] ทำให้กาซโธรอนสลายตัวก่อนฟุ้งกระจายขึ้นสู่ผิวดิน ดังนั้นในกรณีที่แหล่งสำรวจมีทั้งแร่ธอเรียมและยูเรเนียมปะปนกันอยู่ลึกลงไปจากบริเวณผิวดิน อนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่ที่ตรวจจับได้นั้น จะเกิดจากการสลายตัวของกาซเรดอน

ในการสำรวจแหล่งแร่กัมมันตรังสีด้วยวิธีวัดกาซเรดอนนั้น จะทำการตรวจวัดบริเวณผิวดินตามจุดต่างๆ จากนั้นนำผลการตรวจวัดมาทำแผนผังแสดงความเข้มข้นของกาซเรดอน[5] (Contour Map) เพื่อทำการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่จะทำการขุดเจาะสำรวจ และพิจารณาทำเหมืองแร่ยูเรเนียมต่อไป จะเห็นว่าในการสำรวจบริเวณหนึ่งๆ จะต้องใช้อุปกรณ์ตรวจวัดเป็นจำนวนมากตามจุดต่างๆ เพื่อลดเวลาของการสำรวจลง

งานวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุง การวัดกาซเรดอนให้สะดวกและเหมาะสมกับงานสำรวจภาคสนาม ซึ่งต้องการขนาดเครื่องวัดที่กระทัดรัด ประหยัดค่าใช้จ่าย เพราะการวัดกาซเรดอนด้วยวิธีนับรอยที่อนุภาครังสีแอลฟามาชนบนแผ่นฟิล์มของเซลลูโลสไนเตรท ซึ่งเรียกว่าวิธีแทรค-เอทช์ (Track-etch)[11] นั้น ยังมีความล่าช้าในเรื่องการอ่านผลจากรอยอนุภาคแอลฟา จึงไม่เหมาะกับงานสำรวจภาคสนามนัก ดังนั้นแนวทางการพัฒนานั้น จึงมุ่งที่จะพยายามนำหัววัดรังสีแอลฟา ซึ่งพัฒนาขึ้นจากห้องปฏิบัติการวิจัยสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มาประยุกต์เข้ากับอุปกรณ์ทางนิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ ซึ่งพัฒนาขึ้นที่ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ทำให้ระบบของเครื่องวัดกาซเรดอนมีขนาดกระทัดรัดลงมาก ทั้งนี้เพราะตัวหัววัดรังสีแอลฟาเองทำขึ้นจากสารกึ่งตัวนำที่เป็นแว่นผลึกซิลิกอน โดยเทคโนโลยีที่ใช้ในการประดิษฐ์สร้างนั้นเป็นแบบ Silicon Planar Technology[1] ซึ่งทำให้ขนาดของตัวหัววัดรังสีแอลฟามีขนาดเล็กกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับหัววัดรังสีชนิดอื่นๆ และอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์เลือกใช้วงจรรวม (Integrated Circuit) ชนิดซีมอส (CMOS) ซึ่งสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าน้อย จึงทำให้สามารถใช้แบตเตอรีธรรมดาเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรได้

สำหรับเครื่องวัดกาซเรดอนที่ได้รับการพัฒนาขึ้นในครั้งนี้คาดว่า จะเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องวัดกาซเรดอนให้ดีขึ้นอีก และเพื่อให้เกิดการริเริ่มในการสร้างอุปกรณ์วัดรังสีขึ้นใช้เองในประเทศในลักษณะพึ่งตนเอง ทั้งในส่วนของหัววัดรังสีและวงจรทางอิเลคทรอนิคส์ ซึ่งราคาต้นทุน

การผลิตจะต่ำกว่าราคาเครื่องวัดที่สั่งซื้อจากต่างประเทศมาก นอกจากนี้ยังเป็นการสนับสนุนให้มีการสำรวจแหล่งแร่กัมมันตรังสีด้วยวิธีการวัดกาซเรดอนมากขึ้นอีกด้วย