

การประดิษฐ์ออกแบบหัววัดแก๊สเรดอนแบบลูคัสเซลล์

ไพฑูรย์ วรรณพงษ์^{1*} สกนธ์ รัตนบุษยาพร² ไมตรี ศรียา² และ บรรทม โสลา¹

¹กลุ่มวิจัยและพัฒนานิวเคลียร์ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ

²สำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

16 ถนนวิภาวดีรังสิต จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

มีการใช้งานหัววัดแก๊สเรดอนแบบลูคัสเซลล์อย่างแพร่หลาย หัววัดชนิดนี้มีผู้ผลิตขายแต่มีราคาแพง ดังนั้นจึงได้คิดประดิษฐ์หัววัดนี้โดยมีจุดประสงค์ให้มีคุณภาพดีขึ้นกว่าแบบที่ซื้อมาจากต่างประเทศ หัววัดที่ประดิษฐ์มีลักษณะเป็นกระบอกโลหะภายในกลวง มีเส้นรอบวงของปลายกระบอกด้านบนใหญ่กว่าปลายด้านล่าง ทำให้อุปกรณ์ตรวจจับแสงที่ต่ออยู่ทางปลายด้านล่างมองเห็นแสงเรืองวาวที่เกิดขึ้นภายในได้ดี เป็นผลทำให้หัววัดมีประสิทธิภาพในการวัดดีขึ้น ลักษณะพิเศษนี้ยังช่วยให้สามารถเพิ่มปริมาตรของหัววัดเพื่อเพิ่มความไวในการวัด

คำสำคัญ: แก๊สเรดอน หัววัดแบบลูคัสเซลล์ นวัตกรรมการประดิษฐ์ การจดสิทธิบัตร

The Innovative Design of Lucas Cell for Radon Gas Measurement

Paitoon Wanabongse^{1*}, Sakon Rattanabussayaporn², Maitree Sriya² and Banthom Sola¹

¹Nuclear Research and Development Division, Thailand Institute of Nuclear Technology

²Bureau of Technical Support for Safety Regulation, Office of Atoms for Peace

16 Vibhavadi Rangsit Road, Chatuchak, Bangkok 10900

Abstract

Lucas scintillation cell has been widely used for radon gas measurement. They are commercially available but usually with a rather high price, therefore, four cells were developed and built in house. The invented radon gas detector has a special feature; the circumference of the upper part of the cylindrical detector is larger than the lower part. The purpose of this is to allow the light sensing device coupled at the lower end can better detect the phosphorescence light occurred inside.

The result is that the invented detector yields higher detection efficiency. This special feature also allows us to increase the volume of the detector which results in higher detection sensitivity.

Key words: Radon gas, Lucas cell detector, Innovation, Patent

บทนำ

อุปกรณ์วัดแก๊สเรดอนมีหลากหลายแบบ โดยทั่วไปแบ่งออกเป็นสองชนิด ได้แก่แบบที่ไม่ต้องใช้พลังงานป้อนให้ในขณะตรวจวัด เรียกว่าแบบ passive detector และแบบที่ต้องการพลังงานขณะทำการตรวจวัด เรียกว่าแบบ active detector หัววัดลูคัสเซลล์เป็นแบบชนิดหลัง เพราะในการตรวจวัดจะต้องประกอบเข้ากับอุปกรณ์เครื่องวัด ที่ต้องทำงานโดยใช้พลังงาน เช่นในการดูดอากาศเข้าภายในหัววัด และในขบวนการทำงานทางอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์วัดแก๊สเรดอนแบบลูคัสเซลล์ถูกประดิษฐ์คิดสร้างและปรับปรุงโดย Lucas¹ เมื่อปี พ.ศ. 2500 ปัจจุบันยังมีการใช้งานอยู่แพร่หลาย เพราะมีข้อดีที่มีประสิทธิภาพและความไวในการวัดสูง ตัวอย่างเช่นสามารถใช้วัดแก๊สเรดอนในตัวอย่างน้ำในระดับต่ำได้ถึง 0.24 เบ็กเคอเรลต่อลิตร² แต่ราคาหัววัดค่อนข้างแพง จึงได้คิดประดิษฐ์หัววัดชนิดนี้ขึ้นใช้งาน

วิธีการ

หัววัดแก๊สเรดอนใช้หลักการให้อนุภาคแอลฟาที่เกิดจากการสลายตัวของแก๊สเรดอน ชนกับสารเคลือบซิงค์ซัลไฟด์เกิดการเรืองแสงวาบ ซึ่งจะถูกรวบรวมได้ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ลักษณะของหัววัดทั่วไปเป็นโลหะทรงกระบอก ปลายด้านหนึ่งปิด มีลิ้นกันอากาศติดอยู่ ปลายอีกด้านหนึ่งปิดด้วยกระจกใส และจะต่อเข้ากับอุปกรณ์วัดแสง เมื่อจะทำการตรวจวัดแก๊สเรดอนอากาศจะถูกดูดเข้าสู่หัววัด ซึ่งที่ผนังภายใน ขกเว้นบริเวณกระจก ถูกทาหรือพ่นทับไว้ด้วยสารเรืองแสงซิงค์ซัลไฟด์ – Silver Activated Zinc Sulfide, ซึ่งเขียนย่อเป็น ZnS(Ag) รูปที่ 1 แสดงหัววัดลูคัสเซลล์ที่ประดิษฐ์คิดสร้างขึ้น และที่ซื้อมาจากต่างประเทศบางแบบ

จากประสบการณ์การใช้งานหัววัดแบบลูคัสเซลล์ พบว่าหัววัดที่มีปริมาตรขนาดใหญ่กว่ามีประสิทธิภาพและความไวในการวัดสูงกว่าหัววัดที่มีปริมาตรขนาดเล็ก จึงได้คิดออกแบบหัววัดมีลักษณะทรงกระบอกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านบนใหญ่กว่าด้านล่าง โดยมีลักษณะความกว้างค่อยๆ เนิบลงตรงกลาง ทำให้หัววัดมีปริมาตรใหญ่ขึ้น เหตุที่ด้านล่างของหัววัดที่คิดประดิษฐ์ขึ้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลง เพราะต้องทำให้มีขนาดพอดีกับขนาดของอุปกรณ์วัดแสง ที่จะต้องต่อเข้ากับ

ปลายด้านนี้ในขณะที่ทำการตรวจวัดแก๊สเรดอน ลักษณะความกว้างค่อยๆ เียงลงตรงกลางนี้ยังจะช่วยให้อุปกรณ์วัดแสงมองเห็นแสงวาบที่เกิดขึ้นภายในหัววัดได้อย่างทั่วถึง



รูปที่ 1 หัววัดลูทิสเซลล์ แบบต่างๆ ที่ซื้อจากต่างประเทศ และขวามือสุดคือแบบที่ประดิษฐ์

ผลการทดลองและวิจารณ์

เมื่อได้ทดลองสร้างอุปกรณ์หัววัดแก๊สเรดอนลูทิสเซลล์แล้วเสร็จ จึงทำการทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพและความไวในการวัด รวมทั้งการหาค่าพื้นหลัง (background) ของหัววัด โดยทำการทดสอบเปรียบเทียบกับหัววัดแบบลูทิสเซลล์ที่ซื้อมาใช้งานจากต่างประเทศ ผลการทดสอบรายหัววัดแสดงในตารางที่ 1 สำหรับในตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบหัววัดจากตารางที่ 1

หัววัดแก๊สเรดอนแบบลูทิสเซลล์ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพและความไวในการวัดดีกว่าของต่างประเทศ อีกทั้งยังมีค่าพื้นหลังต่ำกว่า เป็นสิ่งแสดงความสำเร็จในการประดิษฐ์คิดค้น จึงได้ทำการยื่นขอจดสิทธิบัตรหัววัดแก๊สเรดอนแบบลูทิสเซลล์ดังกล่าว ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญาไว้แล้ว เมื่อปี พ.ศ. 2549 ในนามของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ตารางที่ 1 ผลทดสอบร่ายหวัดที่ประดิษฐ์ และที่ซื้อจากต่างประเทศ

หวัดคู่คัสเซลล์	ประสิทธิภาพ (CPM/DPM)	ความไว (CPM/pCi/l)	ค่าพื้นหลัง (Background - CPM)
หวัดประดิษฐ์			
หมายเลข 1	0.7961	2.0465	1.6 +/- 0.45
หมายเลข 2	0.7781	2.0003	1.1 +/- 0.37
หมายเลข 3	0.6726	1.7290	1.1 +/- 0.38
หมายเลข 4	0.7811	2.0080	1.1 +/- 0.38
PYLON 300A			
หมายเลข 1255	0.6998	1.2584	0.7 +/- 0.29
หมายเลข 1374	0.6954	1.2504	2.8 +/- 0.60
หมายเลข 1765	0.7330	1.3180	1.0 +/- 0.35
PYLON 110A			
หมายเลข 965	0.6985	0.7024	0.4 +/- 0.21
หมายเลข 1022	0.6890	0.6929	0.5 +/- 0.24
EDA RDA200			
หมายเลข 1	0.5810	0.6191	0.9 +/- 0.34
หมายเลข 2	0.5862	0.6246	0.7 +/- 0.29

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยจากตารางที่ 1 ของผลทดสอบหวัดที่ประดิษฐ์ และที่ซื้อจากต่างประเทศ

หวัด และขนาดปริมาตร	ประสิทธิภาพ (CPM/DPM)	ความไว (CPM/pCi/l)	พื้นหลัง (CPM)
หวัดผลงานประดิษฐ์ (386 ml.)	0.76	1.95	1.24
แบบ 300A บริษัท Pylon Electronics Inc. ประเทศแคนาดา (270 ml.)	0.71	1.28	1.49
แบบ 100A บริษัท Pylon Electronics Inc. ประเทศแคนาดา (151 ml.)	0.69	0.70	0.42
แบบ RDA 200 บริษัท EDA Instruments Inc. สหรัฐอเมริกา (160 ml.)	0.58	0.62	0.78

สรุป

หัววัดแก๊สเรดอนแบบลูกศรเซลล์ที่ได้ประดิษฐ์คิดสร้างขึ้นนี้ ได้ถูกนำมาใช้งานในการวัดตัวอย่างน้ำพุร้อนจำนวนมากที่เก็บจากภาคต่างๆ ของประเทศไทย ได้ผลการศึกษาปริมาณแก๊สเรดอนในน้ำพุร้อนดังแสดงในรายงานสรุป³⁻⁴ อีกทั้งยังได้ทดสอบเปรียบเทียบการวัดกับอุปกรณ์เครื่องวัดที่ใช้เทคโนโลยีหัววัดแบบสารกึ่งตัวนำซิลิคอน ซึ่งทำการวัดโดยศาสตราจารย์ ดร. William C. Burnett จากมหาวิทยาลัย Florida State ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมาปฏิบัติงานวิจัยที่ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ใช้เครื่องวัดแบบ RAD7 ของบริษัท DurrIDGE ประเทศสหรัฐอเมริกา) ในการวัดตัวอย่างน้ำสองตัวอย่าง ซึ่งเก็บจากบ่อบริเวณหน้าพระอุโบสถ วัดอินทาราม เขตบางกอกใหญ่ ธนบุรี เมื่อวันที่ 22 สิงหาคม 2549 ได้ผลการวัดปริมาณแก๊สเรดอนใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลทดสอบการใช้งานหัววัดที่ประดิษฐ์ เทียบกับเครื่องมือวัดแบบอื่น

ตัวอย่างน้ำจากวัดอินทาราม	ปริมาณแก๊สเรดอน (เบ็กเคอเรลต่อลิตร)	
	เครื่อง RAD7	หัววัดที่ประดิษฐ์
บ่อน้ำด้านทิศเหนือ หน้าพระอุโบสถ	7.4 ± 0.8	6.8 ± 1.1
บ่อน้ำด้านทิศใต้ หน้าพระอุโบสถ	3.2 ± 0.7	3.1 ± 0.4

เอกสารอ้างอิง

1. Lucas, H. F., 1957, Improved low-level alpha-scintillation counter for radon, The review of Scientific Instruments, Vol. 28 No.9, pp. 680-683
2. ไพฑูรย์ วรรณพงษ์ และคณะ, 2549, แก๊สเรดอนในน้ำพุร้อนธรรมชาติที่จังหวัดเชียงใหม่, วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา, ปีที่ 1 ฉบับที่ 1, หน้า 44-46
3. ไพฑูรย์ วรรณพงษ์ และคณะ, 2547, แก๊สเรดอนในน้ำพุร้อนธรรมชาติในประเทศไทย, วารสารวิชาการสาธารณสุข, ปีที่ 13 ฉบับที่ 4, หน้า 689-695
4. Wanabongse, P., Tokonami S., and Bovornkitti, S., 2004, Current studies on radon gas in Thailand, International Congress Series 1276, Proceedings of the International Symposium on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas, Elsevier B.V., the Netherlands, pp. 208-209