

บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

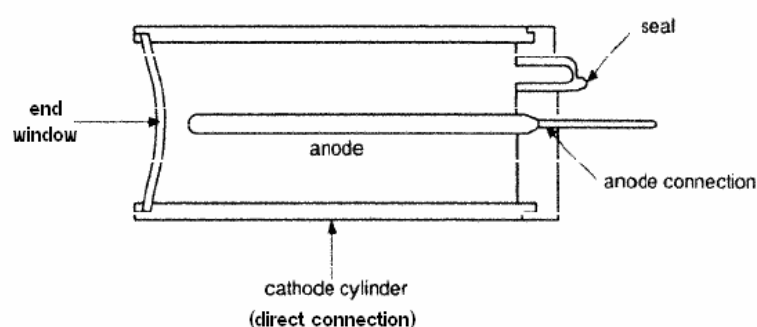
2.1 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นับตั้งแต่ได้มีการค้นพบหลอดไกเกอร์ - มุลเลอร์ขึ้นสำเร็จก็นำมาใช้ในการวัดรังสีโดยนำมาสร้างเป็นเครื่องมือวัดที่เรียกว่าไกเกอร์เคาน์เตอร์ โดยนำมาประยุกต์ใช้ในหลายสาขาวิชาเพื่อใช้ในการวัดกัมมันตรังสีที่แผ่ออกมา ส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับหลอดไกเกอร์คือส่วนของวงจรจ่ายไฟฟ้าศักย์สูงเพื่อป้อนให้กับขั้วแอโนดและแคโทดของหลอดไกเกอร์ให้ทำงานก็ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างวงจรไฟฟ้าศักย์สูงที่มีประสิทธิภาพซึ่งจะทำให้การทำงานของหลอดไกเกอร์-มุลเลอร์เป็นไปอย่างเสถียรภาพ ส่วนที่เป็นวงจรจ่ายไฟฟ้าศักย์สูงสำหรับหลอดไกเกอร์มีการออกแบบอยู่หลายแบบ เช่น ให้นำหม้อแปลงชนิดแปลงขึ้นจาก 9 โวลต์ ไปเป็น 120 โวลต์ และที่ใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นวงจรสวิทชิง แล้วเพิ่มศักย์ไฟฟ้าด้วยวงจรทวีแรงดัน [4,5,6,7] และโดยหลักการของหลอดไกเกอร์-มุลเลอร์ ที่ใช้หลักการเดิมแต่ได้พัฒนาการวัดให้มีความรวดเร็วในการวัดเพิ่มขึ้น การพัฒนาเริ่มจากการใช้หลอดสูญญากาศเข้ามาใช้ในวงจร [8, 9,10] ช่วยในการลดเวลาการวัดสัญญาณไฟฟ้าให้เร็วขึ้น เมื่อมีการพัฒนาทรานซิสเตอร์ขึ้นมาสำเร็จ การใช้ทรานซิสเตอร์ก็ได้เข้ามาช่วยในการทำให้หลอดไกเกอร์-มุลเลอร์สามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าได้เร็วขึ้น [11,12,13] ทดแทนหลอดสูญญากาศซึ่งมีขนาดใหญ่ต่อมามีการพัฒนาวงจรรวมมีขนาดเล็กลงและทำให้เครื่องไกเกอร์เคาน์เตอร์มีขนาดเล็กลงตามไปด้วยจนสามารถที่จะเคลื่อนย้ายหรือนำติดตัวไปได้สะดวก ด้วยวงจรที่ไม่ซับซ้อนมากนักทำให้สามารถที่จะสร้างไกเกอร์เคาน์เตอร์ได้ด้วยอุปกรณ์ที่มีอยู่ได้ ตัวอย่างเช่น สาขาออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ได้ออกแบบสร้างเครื่องวัดรังสีแบบประหยัดที่แสดงผลอัตราการวัดที่ดูจากการกะพริบของหลอดแอลอีดี (LED) [14] จากปกติที่มีเพียงหลอดแอลอีดีเพียงดวงเดียวเพื่อบอกถึงอัตราการวัดรังสี ในปี 1990 Russell E. Clift, ได้เสนอ Bargraph Geiger Counter ที่แสดงผลการวัดแบบบาร์กราฟและเสียง [15] และจากอดีตที่การแสดงผลการวัดออกมาเป็นเสียงหรือหน่วยแสดงผลที่เป็นเข็มเพื่อบอกปริมาณรังสีจนกระทั่งการพัฒนาของจอแสดงผลแบบต่างๆ ทั้งที่เป็นแอลอีดีหรือจอแสดงผลแบบแอลซีดีทำให้จอประเภทนี้ได้มาทดแทนหน่วยแสดงผลแบบเข็มทำให้การวัดทำได้สะดวกขึ้นสามารถแสดงออกมาเป็นตัวเลขอัตรานับของกัมมันตรังสีได้ทันที แต่ในปัจจุบันการพัฒนาของวงจรรวมแบบหนึ่งซึ่งเรียกว่า

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการนำมาประยุกต์ใช้ในงานทางด้านการควบคุมและไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาเป็นส่วนวัสดุสัญญาณไฟฟ้าและควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยรวมทั้งหมดทำให้เพิ่มประสิทธิภาพและหน้าที่การทำงานหลายๆอย่างของไมโครคอนโทรลเลอร์ทำได้ดีขึ้นและสะดวกขึ้น และด้วยคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ประกอบด้วยส่วนของวงจรที่ทำหน้าที่ต่างๆกันประกอบอยู่บนชิพวงจรรวมเดียวกันทำให้ลดส่วนของวงจรที่ต้องเพิ่มเพื่อทำหน้าที่บางอย่างลงไปได้มาก ทำให้วงจรมีขนาดเล็กส่งผลกระทบต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะมีขนาดเล็กพอที่จะถือหรือพกพาติดตัวไปได้สะดวกมากขึ้น ทำให้การเก็บข้อมูลจากการวัดกัมมันตรังสีในสถานที่นอกห้องทดลองทำได้สะดวกขึ้น

2.2 หลอดไกเกอร์-มูลเลอร์

หลอดไกเกอร์-มูลเลอร์เป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่สามารถตรวจสอบและวัดกัมมันตรังสี ถูกค้นพบโดย H. Geiger และ E.W. Muller ในปี 1928 และในปัจจุบันก็ยังคงใช้กันอยู่ โดยลักษณะของหลอดไกเกอร์-มูลเลอร์คล้ายกับหลอดบรรจุก๊าซโดยทั่วไปไม่มีโลหะที่เป็นขั้วแอโนดอยู่ตรงกลางของทรงกระบอกที่เป็นขั้วแคโทดซึ่งบรรจุก๊าซที่มีความดันต่ำโดยหลอดส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 50-100 ทอรั และมีความยาวอยู่ปลายด้านหนึ่งของหลอดซึ่งจะให้รังสีผ่านเข้าไปในหลอดไกเกอร์-มูลเลอร์



รูปที่ 2.1

แสดงโครงสร้างของส่วนประกอบของหลอดไกเกอร์-มูลเลอร์

ที่มา: Retrieved September 21 2009, from http://www.centronic.co.uk/downloads/Geiger_Tube_theory.pdf [5]

รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบทั่วไปสำหรับหลอดไทดัล-มัลเลอร์ หลอดโดยส่วนใหญ่ แอโนดเป็นเส้นโลหะขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร เป็นแกนกลางของหลอด ด้วยลักษณะโครงสร้าง จะทำให้มีสนามไฟฟ้ามีขนาดสูงพอเมื่อมีการให้ศักย์ไฟฟ้ากับขั้วแอโนดและแคโทดและ สนามไฟฟ้านี้จะเป็นตัวช่วยให้การแพร่ของไอออนบวกและไอออนลบที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ภายในหลอด

การออกแบบหลอดไทดัล-มัลเลอร์โดยปกติแล้วจะทำการออกแบบให้เหมาะกับการ ประยุกต์ใช้กับงานนั้นๆ ดังนั้นจึงมีความแตกต่างกันในลักษณะรูปร่าง ขนาด ส่วนผสมของก๊าซ ความดันก๊าซและช่องหน้าต่างที่ให้รังสีผ่าน ด้วยลักษณะที่แตกต่างกันดังที่กล่าวมาก็เนื่องจากการ นำไปวัดรังสีต่างกันเช่น

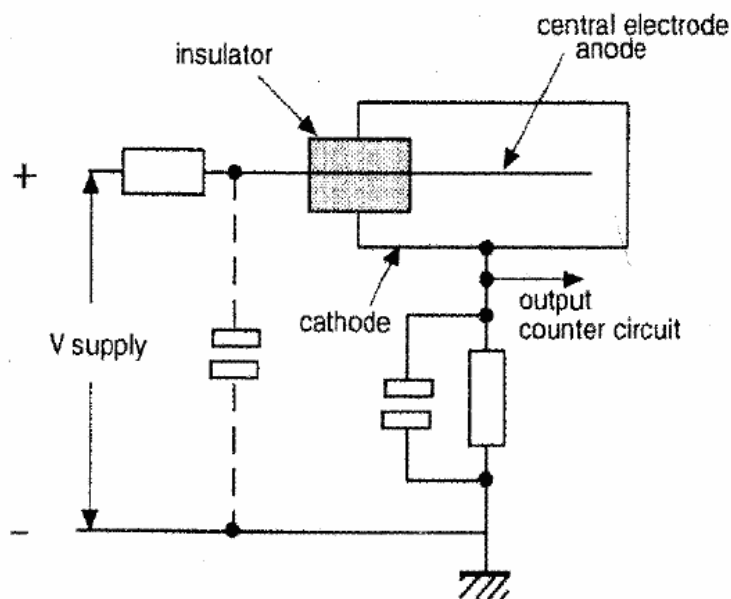
อนุภาคแอลฟาและอนุภาคเบตาพลังงานต่ำ หลอดจะถูกฉีกที่ปลายด้านหนึ่งด้วย หน้าต่างที่เป็นไมกาที่บางมากๆ เพื่อให้รังสีผ่านเข้าไปด้านในหลอด

รังสีเบตาพลังงานสูง การออกแบบจะคล้ายกับแบบที่ใช้กับอนุภาคแอลฟาและ อนุภาคเบตาพลังงานต่ำแต่แตกต่างกันที่หน้าต่างที่มีความหนามากกว่า หรือการออกแบบใน ลักษณะอื่นที่เป็นไปได้เช่นหลอดที่ไม่มีหน้าต่างและผนังของหลอดทำจากโลหะบางหรือแม้กระทั่ง ผนังที่ทำจากแก้วเคลือบด้วยโลหะ

รังสีเอกซ์พลังงานต่ำ หลอดจะคล้ายกับที่ใช้กับอนุภาคแอลฟาและอนุภาคเบตา พลังงานต่ำ โดยหลอดจะยาวกว่า ความยาวที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การดูดกลืนรังสีดีขึ้น หลอดนี้จะมี หน้าต่างไมกาที่บางมาก ก๊าซโมเลกุลหนักเช่นอาร์กอนหรือคริปทอนจะใช้กับหลอดแบบนี้และ ความดันก๊าซจะสูงมากกว่าหลอดในชนิดอื่นโดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 600 และ 650 ทอร์

รังสีแกมมา หลอดที่ใช้ตรวจวัดรังสีแกมมามีผนังหลอดที่บางและอาจจะไม่มีหน้าต่าง ก็ได้อัตรานับถูกสร้างโดยอิเล็กทรอนิกส์พลังงานสูงซึ่งผลิตมาจากผนังของหลอดด้วยวิธีการ ปลดปล่อยทางแสง อิเล็กตรอนเหล่านี้ทำปฏิกิริยากับก๊าซและทำให้เกิดการคายพลังงาน

หลอดไทดัล-มัลเลอร์อย่างง่ายที่สุดประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าเพียงสองขั้วเท่านั้น ภายในห้องก๊าซความดันต่ำผนังของห้องถูกสร้างเพื่อให้รังสีที่ต้องการสามารถผ่านเข้ามาได้ รูปที่ 2.2 แสดงวงจรตรวจสอบอย่างง่าย ศักย์ไฟฟ้าถูกป้อนให้ระหว่างแคโทดและแอโนด กระแสไฟฟ้า ในวงจรภายนอกถูกควบคุมโดยสภาพการนำไฟฟ้าของก๊าซภายในหลอดที่เป็นผลมาจากการเกิด ไอออนในเซชัน

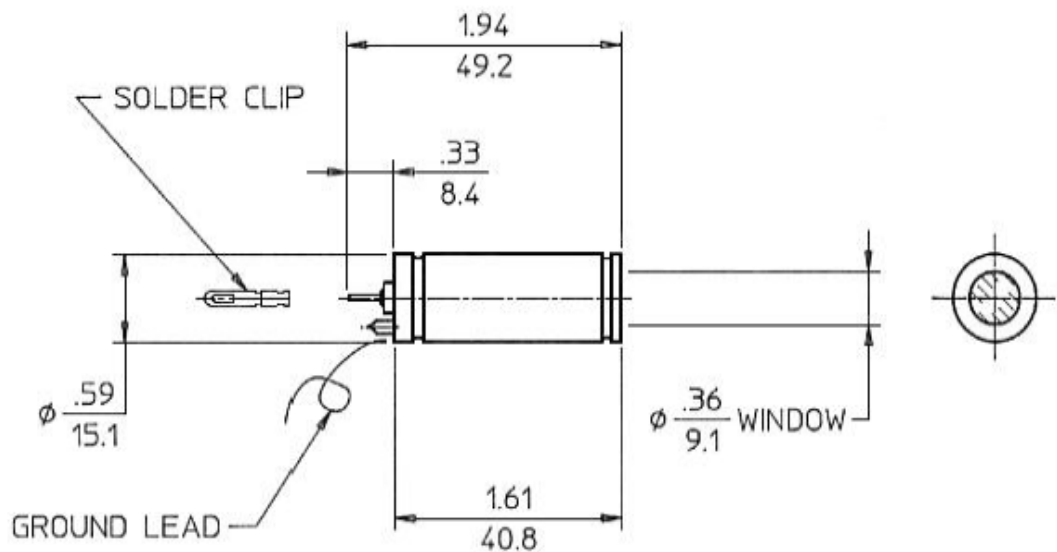


รูปที่ 2.2

หลอดบรรจุก๊าซและวงจรอย่างง่าย

ที่มา: Retrieved September 21 2009, from http://www.centronic.co.uk/downloads/Geiger_Tube_theory.pdf [5]

วงจรไฟฟ้าศักย์สูงเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้หลอดไกเกอร์-มูลเลอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยการสร้างแรงดันไฟตรงที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของหลอดไกเกอร์-มูลเลอร์ ในการทดลองได้ใช้หลอดไกเกอร์-มูลเลอร์ LND712 มีลักษณะโครงสร้างดังรูปที่ 2.3 ตัวโครงสร้างเป็นทรงกระบอกทำด้วยสแตนเลส ก๊าซด้านในเป็นนีออนผสมกับก๊าซฮาโลเจน สามารถวัดรังสีได้สามชนิดคือ รังสีแอลฟา รังสีเบตา และรังสีแกมมา มีหน้าต่างที่ให้รังสีผ่านเข้าไปในหลอดเป็นไมก้าบาง โดยมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ มีช่วงศักย์ไฟฟ้าใช้งานอยู่ที่ 450 - 650 โวลต์ และมีศักย์ไฟฟ้าที่เหมาะสมที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำคือ 500 โวลต์



รูปที่ 2.3

ลักษณะ ขนาดและโครงสร้างของหลอดไกเกอร์-มูลเลอร์ LND 712 ในหน่วย นิ้ว/มิลลิเมตร
ที่มา: “LND,INC, 712 End Window-Alpha-Beta-Gamma Detector datasheet” Retrieved
September 21 2009, from <http://lndinc.com/products/348/> [6]

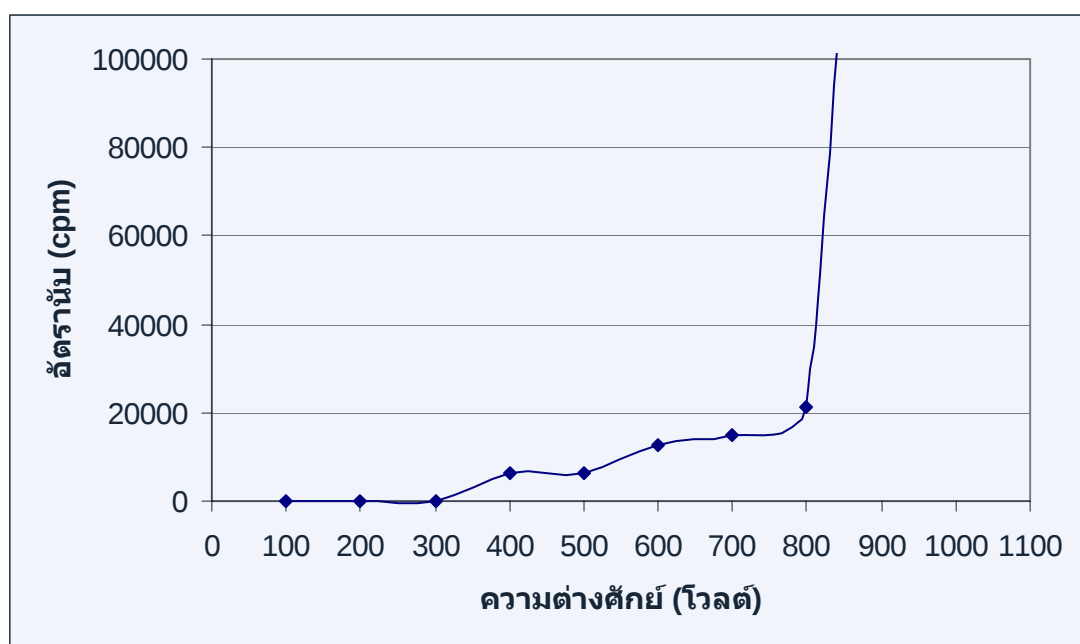
สำหรับหลอดไกเกอร์-มูลเลอร์สามารถทดลองเพื่อเป็นการทดสอบและยืนยันถึงค่า
ศักย์ไฟฟ้าใช้งานได้ด้วยการทดลองวัดกราฟลักษณะของหลอดไกเกอร์-มูลเลอร์ โดยการป้อนค่า
ศักย์ไฟฟ้าให้กับหลอดไกเกอร์-มูลเลอร์ตั้งแต่ค่าต่ำๆไปจนถึงค่าสูงและบันทึกค่าอัตราการนับที่วัดได้ใน
แต่ละค่าศักย์ไฟฟ้าแล้วนำมาเขียนกราฟระหว่างศักย์ไฟฟ้าให้เป็นแกนนอนและอัตราการนับให้เป็น
แกนตั้งโดยข้อมูลที่ได้จากการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 2.1 โดยอัตราการนับเป็นอัตราการนับเฉลี่ยจาก
การวัดทั้งหมด 5 ครั้ง

ตารางที่ 2.1

แสดงค่าศักย์ไฟฟ้าและอัตราการนับเฉลี่ยของหลอดไกเกอร์-มูลเลอร์

ความต่าง ศักย์(โวลต์)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
อัตราการนับ (cpm)	0	0	0	6235	6513	12735	15106	21344	259583	490456

เมื่อนำมาเขียนกราฟได้ดังรูปที่ 2.4 จากกราฟช่วงความต่างศักย์ช่วงแรก 100 ถึง 300 โวลต์ค่าอัตราการนับมีค่าเป็นศูนย์ หลังจากความต่างศักย์ 400 โวลต์ไปค่าอัตราการนับมีค่าสูงขึ้นแต่ช่วงห่างยังไม่มากนักเมื่อเทียบกับความต่างศักย์ช่วงตั้งแต่ 800 โวลต์ขึ้นไปซึ่งช่วงนี้อัตราการนับมีค่าสูงมาก



รูปที่ 2.4

กราฟแสดงอัตราการนับและความต่างศักย์ของหลอดไกเกอร์-มูลเลอร์

จากกราฟสามารถหาค่าศักย์ไฟฟ้าใช้งานได้จากสมการ $V = V_1 + \frac{1}{3}(V_2 - V_1)$ เมื่อ V_1 คือ ศักย์ไฟฟ้าขีดเริ่ม และ V_2 คือ ศักย์ไฟฟ้าใช้งานสูงสุด เมื่อแทนค่าลงในสมการด้วยค่าที่พิจารณาจากกราฟโดย V_1 ประมาณ 400 โวลต์และ V_2 ประมาณ 700 โวลต์ จะทำให้ได้ค่าศักย์ไฟฟ้าใช้งาน 500 โวลต์