

คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน

เอกสารประกอบการสอนชุดนี้ ใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ โดยแบ่งออกเป็น 11 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยกำหนดให้นักศึกษาปฏิบัติดังนี้

1. นักเรียนจะต้องศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
2. นักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน และตรวจคำตอบในแบบเฉลยด้วยความซื่อสัตย์
3. นักเรียนต้องศึกษาใบเนื้อหาให้ละเอียดเพื่อให้เกิดความเข้าใจ
4. นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยเรียน และตรวจคำตอบการทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองร่วมกับครูผู้สอน
5. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยความซื่อสัตย์
6. นักเรียนเปรียบเทียบผลของคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนรู้
7. หากนักเรียนได้ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 ให้นักเรียนกลับไปศึกษาเอกสารประกอบการสอนใหม่อีกครั้ง
8. นักเรียนทำการทดลองใบงาน บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง
9. หากนักเรียนมีปัญหาจากการศึกษาเอกสารประกอบการสอนสามารถปรึกษาครูได้ที่

แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอด

วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

รหัสวิชา 2105 – 2005

ข้อสอบจำนวน 18 ข้อ (18 คะแนน)

เวลา 15 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดคือโครงสร้างอะตอมของสารกึ่งตัวนำ

ก. โปรตอนและนิวตรอน	ข. อิเล็กตรอนและโปรตอน
ค. นิวเคลียสและโปรตอน	ง. โปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน
2. วงจรโคจรของอิเล็กตรอนวงนอกสุดเรียกว่าอะไร

ก. วาเลนซ์อิเล็กตรอน	ข. พันธะโควาเลนต์
ค. อิเล็กตรอนอิสระ	ง. วงโคจรอิเล็กตรอน
3. สารกึ่งตัวนำมีอิเล็กตรอนวงนอกสุดกี่ตัว

ก. 8 ตัว	ข. 5 ตัว	ค. 4 ตัว	ง. 3 ตัว
----------	----------	----------	----------
4. ข้อใดคือสารกึ่งตัวนำ

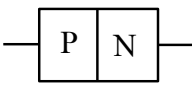
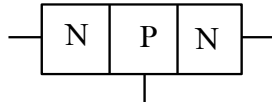
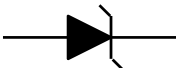
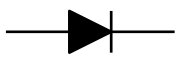
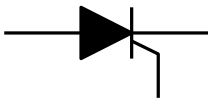
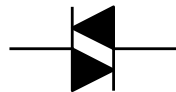
ก. ฟอสฟอรัส	ข. ซิลิคอน	ค. โบรอน	ง. อินเดียม
-------------	------------	----------	-------------
5. ในการผลิตสารกึ่งตัวนำชนิดพี ต้องเติมธาตุเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดตรงกับข้อใด

ก. 5 ตัว	ข. 4 ตัว	ค. 1 ตัว	ง. 3 ตัว
----------	----------	----------	----------
6. ข้อใดคือโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำชนิดพี

ก. มีโฮลเป็นพาหะข้างมากและมีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างน้อย	ข. มีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างมากและโฮลเป็นพาหะข้างน้อย
ค. มีโฮลและอิเล็กตรอนอิสระเท่ากัน	ง. มีโฮลเป็นพาหะข้างมากเพียงอย่างเดียวไม่มีอิเล็กตรอน
7. ในการผลิตสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ต้องเติมธาตุเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดตรงกับข้อใด

ก. 4 ตัว	ข. 3 ตัว	ค. 5 ตัว	ง. 8 ตัว
----------	----------	----------	----------
8. ข้อใดคือโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น

ก. มีโฮลเป็นพาหะข้างมากและมีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างน้อย	ข. มีอิเล็กตรอนอิสระเป็นพาหะข้างมากและโฮลเป็นพาหะข้างน้อย
ค. มีโฮลและอิเล็กตรอนอิสระเท่ากัน	ง. มีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างมากเพียงอย่างเดียวไม่มีโฮล

9. ข้อใดคือความแตกต่างของสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็น
- สารกึ่งตัวนำชนิดพีมีโฮลเป็นพาหะข้างมาก ส่วนสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นมีอิเล็กตรอนอิสระเป็นพาหะข้างมาก
 - สารกึ่งตัวนำชนิดพีมีอิเล็กตรอนอิสระเป็นพาหะข้างมาก ส่วนสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นมีโฮลเป็นพาหะข้างมาก
 - สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นไม่มีพาหะส่วนสารกึ่งตัวนำชนิดพีมีพาหะ
 - สารกึ่งตัวนำชนิดพีใช้ธาตุเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 3 ตัว แต่สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นใช้ธาตุเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 8 ตัว
10. สารกึ่งตัวนำที่นิยมนำมาใช้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตรงกับข้อใด
- โบรอน
 - อาเซนิก
 - เจอร์เมเนียม
 - แกลเลียม
11. ค่าดีพลักชันตรงรอยต่อของไดโอดที่ทำมาจากซิลิคอนมีค่าตรงกับข้อใด
- 0.3 V
 - 0.4 V
 - 0.2 V
 - 0.7 V
12. สัญลักษณ์ของไดโอดตรงกับข้อใด
- 
 - 
 - 
 - 
13. สัญลักษณ์ของไดโอดตรงกับข้อใด
- 
 - 
 - 
 - 
14. จากกราฟแสดงคุณสมบัติของไดโอดในการจ่ายแรงดันไบอัสตรงให้ไดโอดชนิดซิลิคอน นำกระแสจะต้องมีแรงดันตกคร่อมบริเวณรอยต่อของตัวไดโอดมีค่าเท่าใด
- 0.3 V
 - 1 V
 - 0.7 V
 - 1.3 V
15. แรงดันเบรกดาวน์ (Breakdown Voltage) คืออะไร
- คือแรงดันที่ทำให้ไดโอดนำกระแสขณะจ่ายแรงดันไบอัสตรง
 - คือแรงดันที่ตกคร่อมรอยต่อไดโอดขณะได้รับไบอัสตรง
 - คือค่าพังทลายขณะไดโอดได้รับไบอัสกลับทำให้รอยต่อทะลุ
 - คือค่าแรงดันไบอัสกลับที่ไดโอดทำงานได้โดยไม่เกิดความเสียหาย

16. การจ่ายแรงดันไบอัสตรงให้ต่อไดโอดคือการจ่ายไบอัส ตามข้อใด
- ก. จ่ายศักย์ไฟบวกให้ขาแคโทด จ่ายศักย์ไฟลบให้ขาแอนโนด
 - ข. จ่ายศักย์ไฟบวกให้ขาแอนโนด จ่ายศักย์ไฟลบให้ขาแคโทด
 - ค. จ่ายศักย์ไฟลบให้ขาแอนโนด จ่ายศักย์ลบให้ขาแคโทด
 - ง. จ่ายศักย์ไฟบวกให้ขาแอนโนด จ่ายศักย์ไฟบวกให้ขาแคโทด
17. Maximum Repetitive Peak Reverse Voltage หรือ V_{RRM} คือค่าอะไรของไดโอด
- ก. ค่าแรงดันบัสกลับสูงสุด
 - ข. ค่าแรงดันจริงสูงสุด
 - ค. ค่าแรงดันไฟตรงสูงสุด
 - ง. ค่าแรงดันที่ทำให้ไดโอดนำกระแส
18. ข้อใดคือการนำไดโอดไปต่อใช้งาน
- ก. วงจรขลิบสัญญาณ
 - ข. วงจรทวีคูณแรงดัน
 - ค. วงจรเรียงกระแส
 - ง. ถูกทุกข้อ

	เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน		หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด		
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด			เวลา 4 ชั่วโมง

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน			
ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ง	10	ค
2	ก	11	ก
3	ค	12	ข
4	ข	13	ข
5	ง	14	ค
6	ก	15	ค
7	ค	16	ข
8	ข	17	ก
9	ก	18	ง

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

อะตอมของธาตุหรือสารต่างๆประกอบด้วยโปรตอน (Proton) นิวตรอน (Neutron) รวมกันเรียกว่า นิวเคลียส (Nucleus) และมีอิเล็กตรอน (Electron) วิ่งรอบนิวเคลียสการเคลื่อนที่มีลักษณะเป็นวงโคจร อิเล็กตรอนวงนอกสุดของธาตุเรียกว่าวาเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence Electron) และเป็นตัวสำคัญในการบอกถึงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของสารหรือธาตุต่างๆซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ตัวนำไฟฟ้า (Conductor) กึ่งตัวนำไฟฟ้า (Semiconductor) และฉนวนไฟฟ้า (Insulator)

สารกึ่งตัวนำไฟฟ้า คือ ธาตุที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 4 ตัวพอดี การนำสารกึ่งตัวนำซิลิคอนหรือเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์มาเติมธาตุเจือปนลงไป จะทำให้ได้สารกึ่งตัวนำชนิดพี (Semiconductor P-type) และสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (Semiconductor N-type) เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพี และสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นมาเชื่อมต่อกัน ทำให้เกิดเป็นบริเวณรอยต่อเรียกว่าดีพลีชันรีจัน (Depletion Region)

ไดโอดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทสารกึ่งตัวนำเกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นต่อชนกัน มีขาคือ ขาแอโนด (Anode ;A)และขาแคโทด(Cathode;K)การทำงานของไดโอดทำได้โดยการจ่ายแรงดันไบแอสมี 2สถานะคือ การจ่ายแรงดันไบแอสตรงและไบแอสกลับ ไดโอดถูกนำไปใช้งานในวงจรเรียงกระแส(Rectifier Circuit) ซึ่งสามารถจัดวงจรได้ 3 แบบได้แก่ วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น และวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ การใช้งานไดโอดจะต้องทราบข้อมูลรายละเอียดคุณสมบัติทางไฟฟ้าโดยดูจากคู่มือ(Data Sheet) เพื่อป้องกันไม่ใหไดโอดชำรุดเสียหาย การตรวจสอบไดโอดทำได้โดยใช้โอห์มมิเตอร์วัดที่ขาไดโอดในลักษณะไบแอสตรงและไบแอสกลับ

สาระการเรียนรู้

- 1.1 โครงสร้างอะตอม
- 1.2 วงโคจรอิเล็กตรอน
- 1.3 สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์
- 1.4 สารกึ่งตัวนำชนิดพี

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

1.5 สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น

1.6 รอยต่อพีเอ็น

1.7 ชนิดของไดโอด

1.8 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของไดโอด

1.8.1 โครงสร้างของไดโอด

1.8.2 สัญลักษณ์ของไดโอด

1.9 คุณสมบัติทางไฟฟ้าและการให้ไบแอสของไดโอด

1.9.1 การจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้กับไดโอด (Forward Bias)

1.9.2 การจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้กับไดโอด (Reverse Bias)

1.9.3 กราฟคุณสมบัติสมมติของไดโอด

1.10 การอ่านคู่มือไดโอดและการแปลความหมาย

1.11 การนำไดโอดการประยุกต์ใช้งาน

1.12 การวัดและทดสอบไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์

1.13 สรุป

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานของอะตอมและสารกึ่งตัวนำ

2. เพื่อให้มีทัศนคติในการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกโครงสร้างอะตอมของสารกึ่งตัวนำได้

2. บอกลักษณะวงโคจรของอิเล็กตรอนได้

3. บอกความหมายของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ได้

4. บอกโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำชนิดพีได้

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

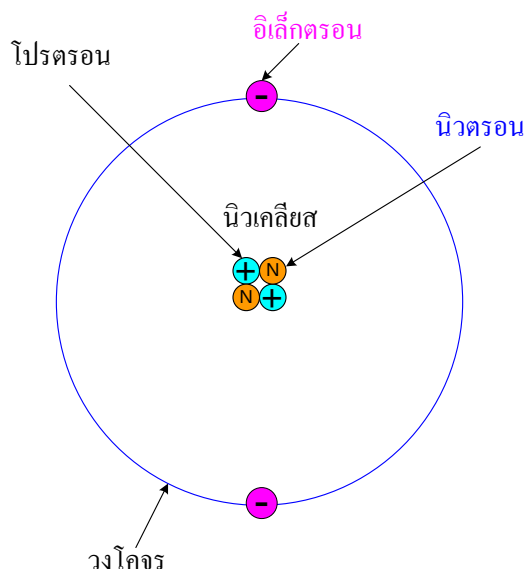
5. บอกโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นได้
6. บอกความแตกต่างของสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นได้
7. อธิบายการเกิดรอยต่อพีเอ็นได้
8. บอกชนิดของไดโอดได้
9. เขียนโครงสร้างของไดโอดได้
10. เขียนสัญลักษณ์ของไดโอดได้
11. บอกวิธีการจ่ายแรงดันไบแอสไดโอดได้
12. อธิบายกราฟคุณสมบัติของไดโอดได้
13. แปลความหมายจากการอ่านคู่มือไดโอดได้
14. บอกลักษณะการต่อวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นได้
15. บอกลักษณะการต่อวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นได้
16. บอกลักษณะการต่อวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ได้
17. บอกลักษณะอาการเสียของไดโอดที่ทำการวัดและทดสอบด้วยโอห์มมิเตอร์ได้
18. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย ความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์สุจริต
สนใจใฝ่รู้ รักสามัคคี

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

1.1 โครงสร้างอะตอม

สสารที่เราพบเห็นทั่วไปจะประกอบด้วยโมเลกุลขนาดเล็กที่ยังคงแสดงสมบัติของธาตุนั้นอยู่ได้ ในแต่ละโมเลกุลจะประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ ที่เรียกว่าอะตอม (Atom) และในโครงสร้างของอะตอมโดยทั่วไป ประกอบด้วยนิวเคลียส (Nucleus) หรือแกนกลางและอิเล็กตรอน (Electron) โดยภายในนิวเคลียสจะมีนิวตรอน (Neutron) ซึ่งมีอนุภาคทางไฟฟ้าเป็นกลาง และโปรตอน (Proton) ซึ่งมีอนุภาคทางไฟฟ้าเป็นประจุไฟฟ้าบวกอยู่รวมกัน ในโปรตอนหนึ่งตัวจะมีค่าประจุไฟฟ้าเท่ากับ 1.6×10^{-19} คูลอมป์ (Coulomb) ส่วนของอิเล็กตรอนซึ่งมีอนุภาคทางไฟฟ้าเป็นประจุไฟฟ้าลบจะวิ่งวนอยู่รอบๆ นิวเคลียสดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 โครงสร้างเบื้องต้นภายในอะตอม

ทีมา (พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2543, หน้า 4)

1.2 วงโคจรของอิเล็กตรอน

จำนวนอิเล็กตรอนที่วิ่งหรือโคจรอยู่รอบๆ นิวเคลียสจะโคจรเป็นวงๆ (Shell) ซึ่งในแต่ละวงโคจรจะมีจำนวนอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน เราสามารถหาจำนวนอิเล็กตรอนในแต่ละวงโคจรได้จากสูตร $2n^2$ ทั้งนี้อิเล็กตรอนแต่ละตัวจะมีลำดับพลังงานที่เกิดขึ้น ขึ้นอยู่กับค่า n ซึ่ง n จะเป็น

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

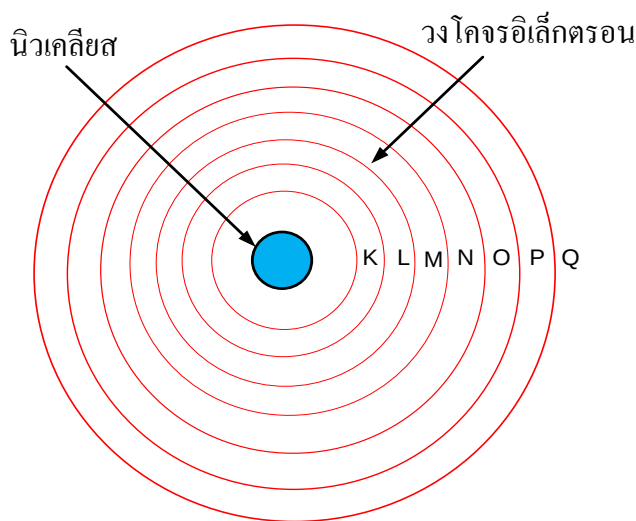
ตัวเลขที่บอกถึงลำดับวงโคจรแต่ละวง ที่จะทำให้เราสามารถหาจำนวนอิเล็กตรอนในแต่ละวงโคจรได้ดังนี้

วง K จะมีค่า $n = 1$ จำนวนอิเล็กตรอนสูงสุดในวง K เท่ากับ $2n^2 = 2(1)^2 = 2$ ตัว

วง L จะมีค่า $n = 2$ จำนวนอิเล็กตรอนสูงสุดในวง L เท่ากับ $2n^2 = 2(2)^2 = 8$ ตัว

วง M จะมีค่า $n = 3$ จำนวนอิเล็กตรอนสูงสุดในวง M เท่ากับ $2n^2 = 2(3)^2 = 18$ ตัว

ในการคำนวณจำนวนอิเล็กตรอนในวงต่อไปก็จะได้เช่นเดียวกันกับการใช้สูตรตามที่หาในวงดังกล่าวข้างต้น เพียงแต่จะต้องใช้ค่า n ตามค่า n ของวงนั้นๆ ก็คือ ในวง N จะมีค่า $n = 4$ วง O มีค่า $n = 5$ ในวง P จะมีค่า $n = 6$ และในวง Q จะมีค่า $n = 7$ ดังแสดงในรูปที่ 1.2



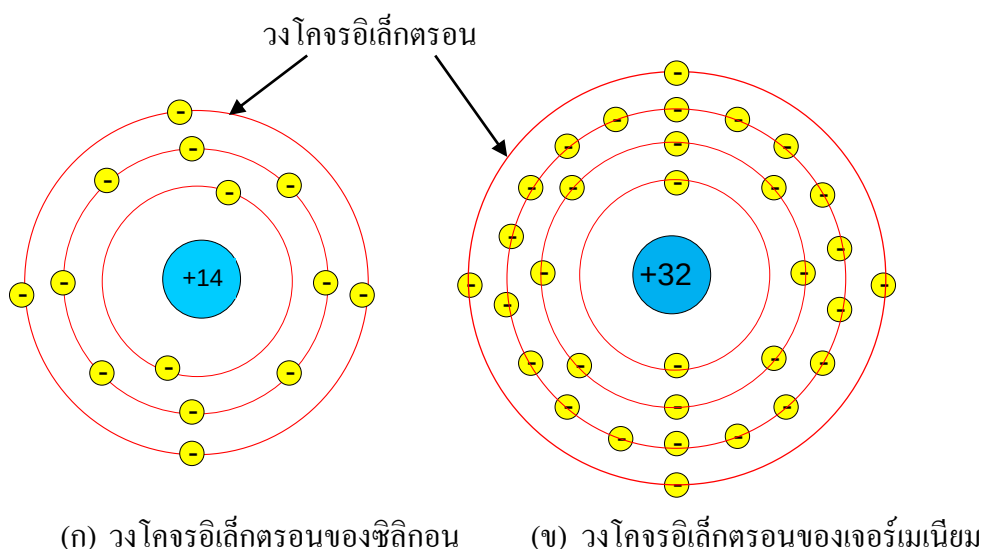
รูปที่ 1.2 วงโคจรของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส

ที่มา (อดุลย์ กัลยาแก้ว, มปป, หน้า 3)

อิเล็กตรอนในวง K แม้จะมีเพียงแค่ 2 ตัว แต่อยู่ใกล้นิวเคลียส ดังนั้นการที่จะดึงอิเล็กตรอนวง K ออกมาใช้งาน จะต้องใช้พลังงานมากที่สุด การนำอิเล็กตรอนมาใช้งานจึงจำเป็นต้องดึงอิเล็กตรอน จากวงโคจรนอกสุดมาใช้ โดยอิเล็กตรอนวงโคจรนอกสุดจะมีได้ไม่เกิน 8 ตัว เรียก

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

อิเล็กตรอนวงนอกสุดนี้ว่า วาเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence Electron) สำหรับอิเล็กตรอนวงโคจรนอกสุดของสารกึ่งตัวนำจะมี 4 ตัวเช่น ซิลิกอน (Silicon) มีจำนวนอิเล็กตรอนทั้งหมด 14 ตัว เจอร์เมเนียม (Germanium) มีจำนวนอิเล็กตรอนทั้งหมด 32 ตัว วงโคจรรีอิเล็กตรอนของซิลิกอนและเจอร์เมเนียม แสดงดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 วงโคจรรีอิเล็กตรอนของซิลิกอนและเจอร์เมเนียม
ที่มา (พุทธรักษ์ แสงกิ่ง, 2558, หน้า 7)

วาเลนซ์อิเล็กตรอนจะเป็นตัวที่บ่งบอกถึงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของสารหรือธาตุต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

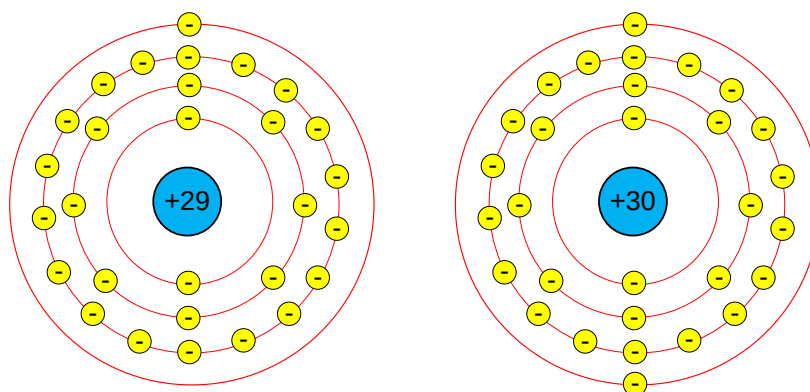
1. ตัวนำไฟฟ้า (Conductor) คือธาตุที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 1-3 ตัว ซึ่งสามารถหลุดออกจากอะตอมได้โดยง่ายเมื่อมีพลังงานหรือแรงกระทำเพียงเล็กน้อย มีค่าความต้านทานทางไฟฟ้าต่ำ นำกระแสไฟฟ้าได้ดี ธาตุที่จัดเป็นตัวนำไฟฟ้าได้แก่ ทองคำ เงิน ทองแดง อลูมิเนียม เหล็ก สังกะสี เป็นต้น

2. กึ่งตัวนำไฟฟ้า (Semi-Conductor) คือธาตุที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดจำนวน 4 ตัว ซึ่งมีคุณสมบัติอยู่กึ่งกลางระหว่างตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า โดยเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้ไม่ดี

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

ธาตุกึ่งตัวนำไฟฟ้าจะนิยมนำไปผลิตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ธาตุที่จัดเป็นกึ่งตัวนำไฟฟ้าได้แก่ ซิลิคอน เยอรมันเนียมคาร์บอน ตะกั่ว ดินบุก เป็นต้น แต่ที่นิยมนำไปผลิตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มี 2 ชนิด คือ ซิลิคอน(Silicon,Si) เจอร์เมเนียม(Germanium,Ge)

3.ฉนวนไฟฟ้า(Insulator) คือธาตุที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดจำนวน5-7 ตัว อิเล็กตรอนวงนอกสุดที่มากจะจับยึดกับนิวเคลียสได้ดีทำให้หลุดจากอะตอมได้ยากจะต้องใช้พลังงานสูงๆ มากระทำอิเล็กตรอนจึงจะหลุดออกได้ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ยาก มีค่าความต้านทานสูงมาก ธาตุที่จัดเป็นฉนวนไฟฟ้าได้แก่ ไมก้า แก้ว พลาสติก เป็นต้น

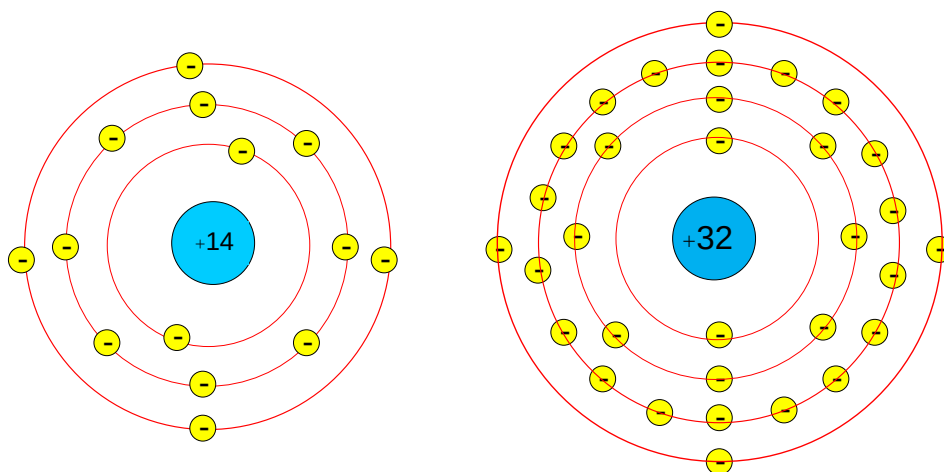


(ข) อะตอมทองแดง

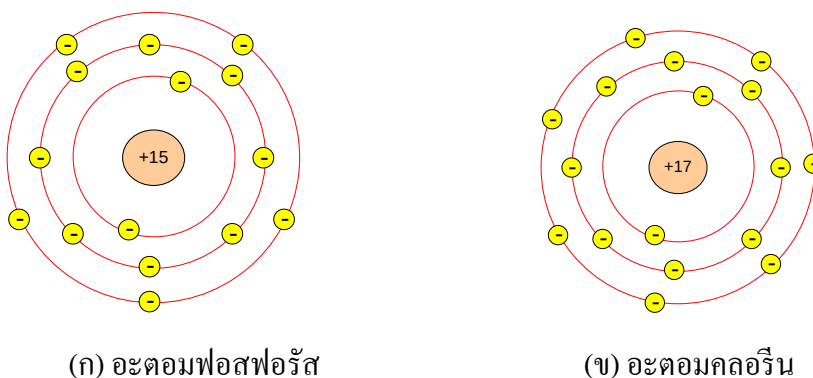
(ค) อะตอมสังกะสี

รูปที่ 1.4 โครงสร้าง 1 อะตอมของธาตุตัวนำไฟฟ้า
ที่มา (พันธุศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 7)

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง



รูปที่ 1.5 โครงสร้าง 1 อะตอมของธาตุกึ่งตัวนำไฟฟ้า
ที่มา (พันธุศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์, 2553, หน้า 8)



(ก) อะตอมฟอสฟอรัส

(ข) อะตอมคลอรีน

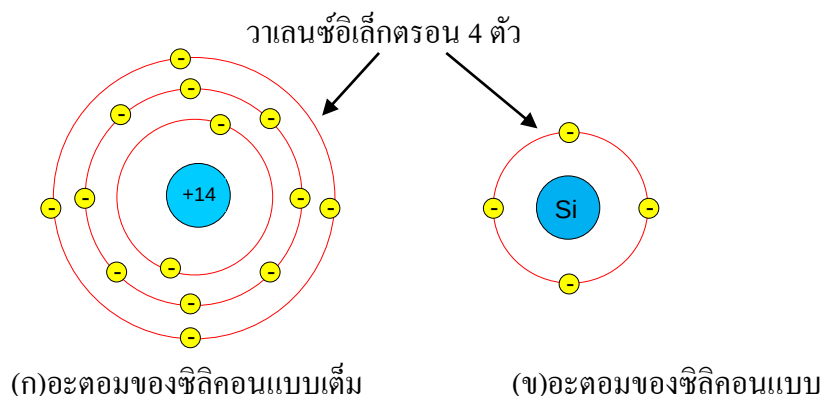
รูปที่ 1.6 โครงสร้าง 1 อะตอมของธาตุฉนวนไฟฟ้า
ที่มา (พันธุศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์, 2553, หน้า 8)

1.3 สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ (Intrinsic-Semiconductor)

คือธาตุกึ่งตัวนำที่ปราศจากสิ่งเจือปนผสมอยู่ ธาตุซิลิคอน(Si) หรือธาตุเจอร์เมเนียม(Ge) ทำให้บริสุทธิ์โดยการนำมาหลอมละลายในเบ้าหลอมทนความร้อนสูง ครั้งแรกให้ความร้อนต่ำกว่า

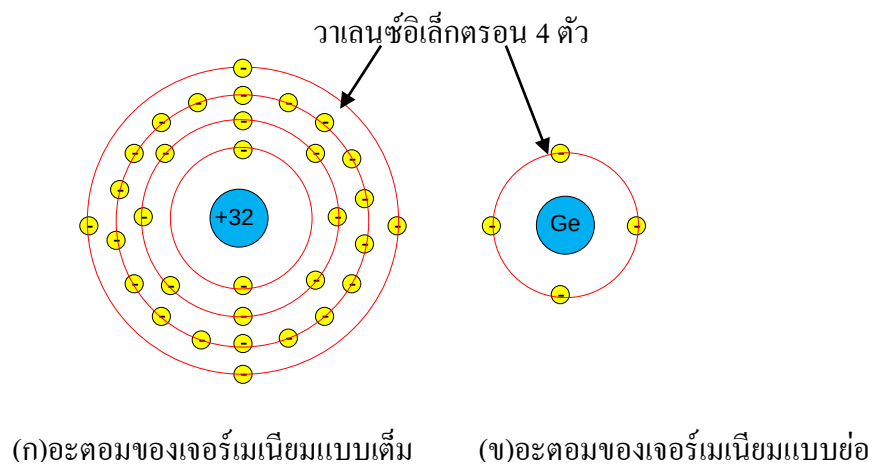
	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

จุดหลอมละลาย พบส่วนที่หลอมละลายให้แตกออกให้หมด จากนั้นเพิ่มความร้อนที่จุดหลอมละลาย พบส่วนที่ยังไม่หลอมละลายทำการแตกออกให้หมด ทำเช่นนี้สลับกันไปหลายๆครั้ง จนไม่มีสิ่งเจือปนผสมอยู่ จะได้ธาตุซิลิคอน(Si) หรือธาตุเจอร์เมเนียม(Ge) ที่บริสุทธิ์ ปล่อยให้เย็นตัวลงในสุญญากาศก็จะได้ผลึกซิลิคอน (Si) หรือเจอร์เมเนียม (Ge) ที่บริสุทธิ์ คือได้สารกึ่งตัวบริสุทธิ์ (Intrinsic Semiconductor) ขึ้นมาและถูกนำมาผลิตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 1.7 โครงสร้างอะตอมซิลิคอน(Si)

ที่มา(พันธ์ศักดิ์ พุฒินานิตพงศ์, 2553, หน้า 9)

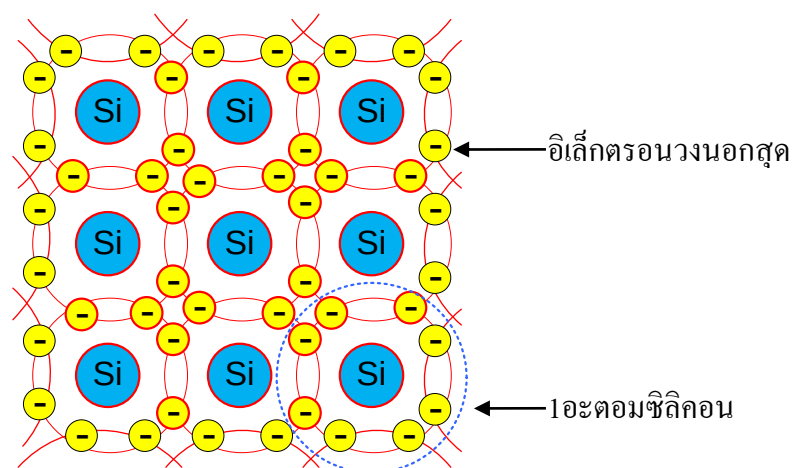


รูปที่ 1.8 โครงสร้างอะตอมเจอร์เมเนียม (Ge)

ที่มา (พันธ์ศักดิ์ พุฒินานิตพงศ์, 2553, หน้า9)

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ คือ ธาตุซิลิคอน(Si) หรือธาตุเจอร์เมเนียม(Ge) ที่จับตัวกันเป็นผลึกแบบตาราง ในรูปของพันธะโควาเลนต์ (Covalence Bond) ดังนั้นหนึ่งอะตอมจะต้องใช้อิเล็กตรอนร่วมกันกับอะตอมข้างเคียง 4 อะตอมจึงจะมีอิเล็กตรอนวงนอกสุดครบ 8 ตัวเพื่อให้อะตอมอยู่ในสภาพเสถียร ลักษณะการจับตัวกันของอิเล็กตรอนวงนอกสุด แสดงดังรูปที่ 1.9

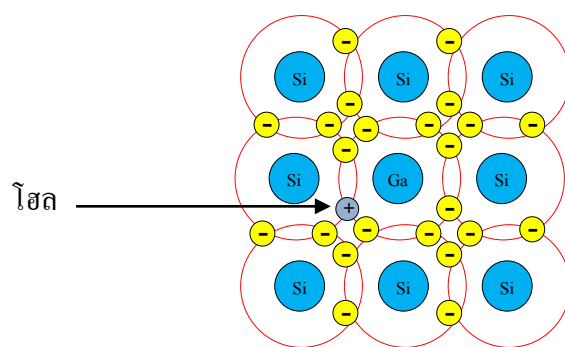


รูปที่ 1.9 การจับตัวกันของอิเล็กตรอนวงนอกสุดในแต่ละอะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์
ที่มา(พันธุศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์,2553,หน้า 11)

1.4 สารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-Type Semiconductor)

สารกึ่งตัวนำชนิดพีเป็นสารกึ่งตัวนำที่ได้จากการเติมธาตุเจือปนที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 3 ตัว เช่น โบรอน(Boron,Br) อินเดียม(Indium,In) แกลเลียม(Gallium,Ga) อย่างใดอย่างหนึ่งลงไป ในธาตุซิลิคอนหรือธาตุเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์ ทำให้มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดของแต่ละอะตอมแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนซึ่งกันและกันหรือใช้อิเล็กตรอนร่วมกันได้ครบ 8 ตัว ส่วนอะตอมของธาตุเจือปนจะขาดอิเล็กตรอนอีก 1 ตัว เพราะธาตุเจือปนมีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 3 ตัว เรียกส่วนที่ขาดอิเล็กตรอนนี้ว่า โฮล (Hole) ซึ่งแปลว่า หลุม หรือ รู และโฮลนี้จะแสดงประจุไฟฟ้าเป็นบวกออกมา

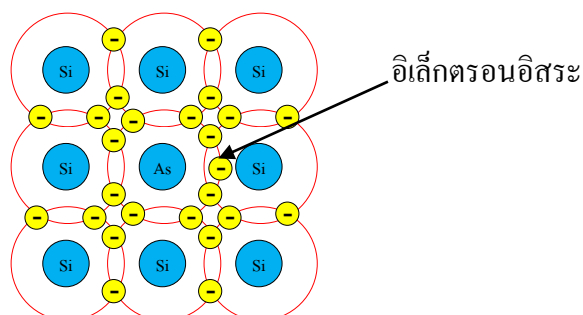
	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง



รูปที่ 1.10 โครงสร้างของสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-Type)
ที่มา(พันธุศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์,2553,หน้า12)

1.5 สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-Type Semiconductor)

สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นเป็นสารกึ่งตัวนำที่ได้จากการเติมสารเจือปนที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว เช่น ฟอสฟอรัส (Phosphorus;P) อาร์เซนิค (Arsenic;As) แอนติโมนี (Antimony;Sb) อย่างใดอย่างหนึ่งลงไปในธาตุซิลิคอน (Si) หรือเจอร์เมเนียม (Ge) บริสุทธิ์ จะทำให้อิเล็กตรอนวงนอกสุดของแต่ละอะตอมแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนซึ่งกันและกัน หรือใช้อิเล็กตรอนร่วมกันครบ 8 ตัว ทำให้ธาตุเจือปนเหลืออิเล็กตรอนอีก 1 ตัวที่ไม่สามารถจับตัวกับอะตอมข้างเคียง เรียกอิเล็กตรอนตัวนี้ว่า อิเล็กตรอนอิสระ (Free Electron) ซึ่งจะแสดงประจุไฟฟ้าเป็นลบออกมา

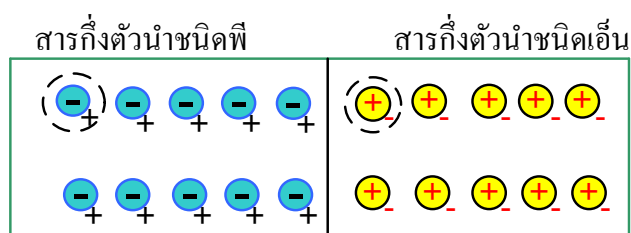


รูปที่ 1.11 โครงสร้างของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-Type)
ที่มา(พันธุศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์,2553,หน้า13)

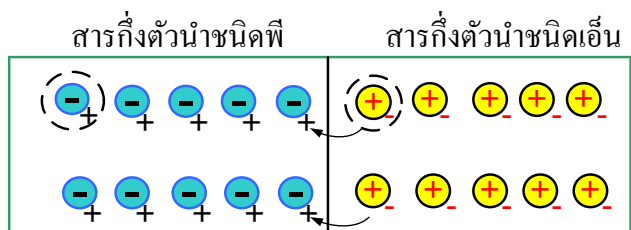
	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

1.6 รอยต่อพีเอ็น (P-N Junction)

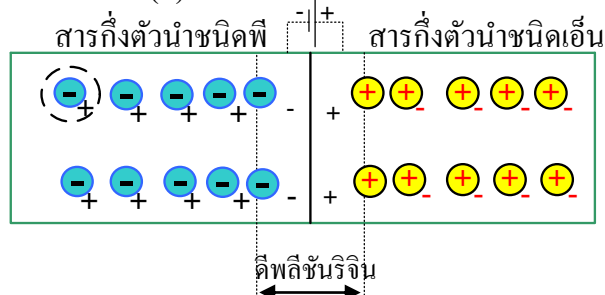
เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นมาเชื่อมต่อกันจะเรียกว่า รอยต่อพีเอ็น (P-N Junction) ดังรูปที่ 1.12 (ก) จะทำให้อิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นที่อยู่ใกล้บริเวณรอยต่อเกิดการเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อมารวมกับโฮลในสารกึ่งตัวนำชนิดพี ดังรูปที่ 1.12 (ข) ทำให้อิเล็กตรอนอิสระ และ โฮล ที่บริเวณรอยต่อหายไป เรียกว่า บริเวณปลอดพาหะ หรือดีฟลิชันริจิ้น (Depletion Region) ดังรูปที่ 1.12 (ค)



(ก) การเชื่อมต่อสารกึ่งตัวนำ



(ข) อิเล็กตรอนเคลื่อนที่มารวมกับโฮล



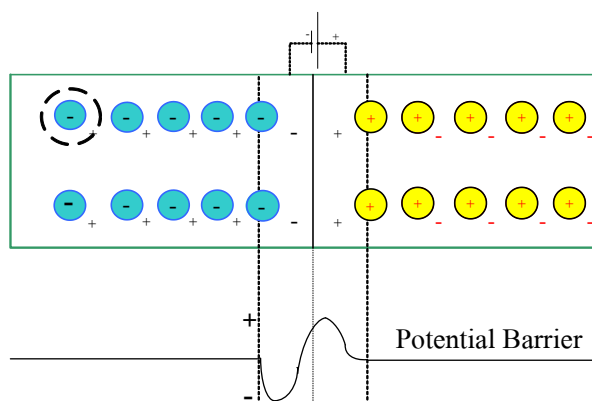
(ค) การเกิดดีฟลิชันริจิ้น

รูปที่ 1.12 การเกิดบริเวณปลอดพาหะ (Depletion Region)

ที่มา(ทรงวุฒิ วิมลพัชร, 2543, หน้า)

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

เมื่อเกิดบริเวณปลอดพาหะที่รอยต่อจะทำให้อะตอมของสารกึ่งตัวนำที่บริเวณใกล้เคียงสูญเสียความเป็นกลางทางไฟฟ้า โดยอะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิดพีได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นทำให้โฮลหายไปและอะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นสูญเสียอิเล็กตรอนไป ดังนั้นอะตอมของสารกึ่งตัวนำทั้งสองสูญเสียความสมดุลทางไฟฟ้า โดยอะตอมในสารกึ่งตัวนำชนิดพีจะมีประจุลบ ทำให้อะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิดพี ที่บริเวณรอยต่อแสดงอำนาจประจุไฟฟ้าเป็นลบ ส่วนอะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นเมื่อสูญเสียอิเล็กตรอนไปจะทำให้มีประจุบวกมากกว่าประจุลบ จึงทำให้อะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นตรงบริเวณรอยต่อแสดงอำนาจประจุไฟฟ้าเป็นบวก เป็นผลทำให้เกิดความต่างศักย์ขึ้นระหว่างอะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิดพีกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นที่บริเวณรอยต่อ เรียกว่า แนวขวางกั้นศักย์ (Potential Hill หรือ Potential Barrier)



รูปที่ 1.13 แนวขวางกั้นศักย์ระหว่างสารกึ่งตัวนำชนิดพีกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น
ที่มา(ทรงวุฒิ วิมลพัชร,2543,หน้า)

1.7 ชนิดของไดโอด

ไดโอดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทสารกึ่งตัวนำซึ่งทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิดซิลิคอน(Si) และเจอร์เมเนียม(Ge) แบ่งตามสารกึ่งตัวนำที่ผลิตได้เป็น 2 ชนิดคือ ซิลิคอนไดโอด และ เจอร์เมเนียมไดโอด ซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกัน โดย ซิลิคอนไดโอดจะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมแบนราบ สีสบองค์เงิน ส่วนเจอร์เมเนียมไดโอดมีรูปร่างเป็นแท่งสี่เหลี่ยมแบนราบสีน้ำตาล รูปร่างของไดโอดแสดงในรูปที่ 1.14

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง



(ก) ซิลิคอนไดโอด

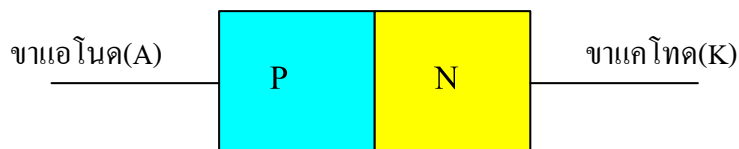
(ข) เจอร์เมเนียมไดโอด

รูปที่ 1.14 รูปร่างของซิลิคอนไดโอดและเจอร์เมเนียมไดโอด

1.8 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของไดโอด

1.8.1 โครงสร้างของไดโอด

ไดโอด (Diode) เป็นอุปกรณ์ที่มีโครงสร้างมาจากการนำสารกึ่งตัวนำ 2 ตอนต่อชนกันคือ สารกึ่งตัวนำชนิดพี (P – type Semiconductor) และสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-type Semiconductor) รูปโครงสร้างของไดโอดแสดงดังรูปที่ 1.15



รูปที่ 1.15 โครงสร้างของไดโอด

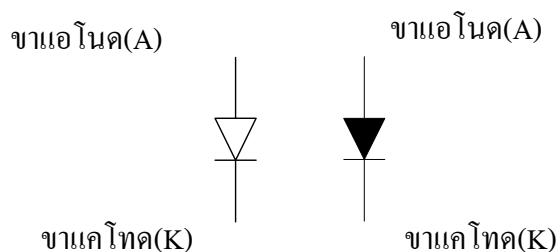
ที่มา (ทรงวุฒิ วิมลพัชร, 2543, หน้า 29)

จากรูปที่ 1.15 เป็นโครงสร้างของไดโอดที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P – type) และสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N – type) นำมาต่อชนกันและหลอมละลายด้วยความร้อน มีขาต่อ

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

ออกมาใช้งาน 2 ขา ขาที่ต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P – type) เรียกว่าขาแอโนด (Anode) ใช้ตัวย่อ A ขาที่ต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N – type) เรียกว่าขาแคโทด (Cathode) ใช้ตัวย่อ K ไดโอดสามารถแบ่งตามสารกึ่งตัวนำที่นำมาสร้างได้เป็น 2 ชนิดคือ ซิลิคอนไดโอด และเจอร์เมเนียมไดโอด

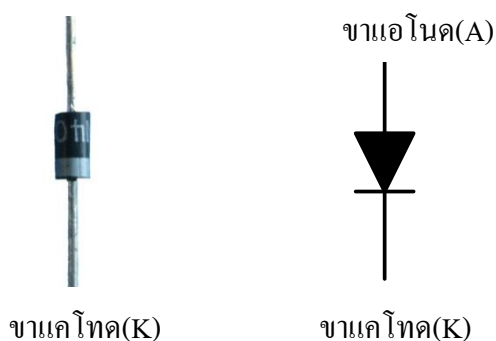
1.8.2 สัญลักษณ์ของไดโอด



รูปที่ 1.16 สัญลักษณ์ของไดโอด

ทีมา (พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 22)

จากรูปที่ 1.16 แสดงสัญลักษณ์ของไดโอดมี 2 แบบคือแบบโปร่งและแบบทึบ ซึ่งสามารถใช้ได้เหมือนกัน แต่ในการเรียนวิชานี้จะใช้สัญลักษณ์แบบทึบทั้งเล่ม โดยด้านที่เป็นหัวลูกศรจะเป็นขาแอโนด ซึ่งเป็นการบอกถึงทิศทางการไหลของกระแส ส่วนด้านที่เป็นเส้นขีดจะเป็นขาแคโทด ตัวอย่างแสดงรูปร่างของไดโอดเปรียบเทียบกับสัญลักษณ์แสดงดังรูปที่ 1.17



รูปที่ 1.17 รูปร่างของไดโอดเปรียบเทียบกับสัญลักษณ์

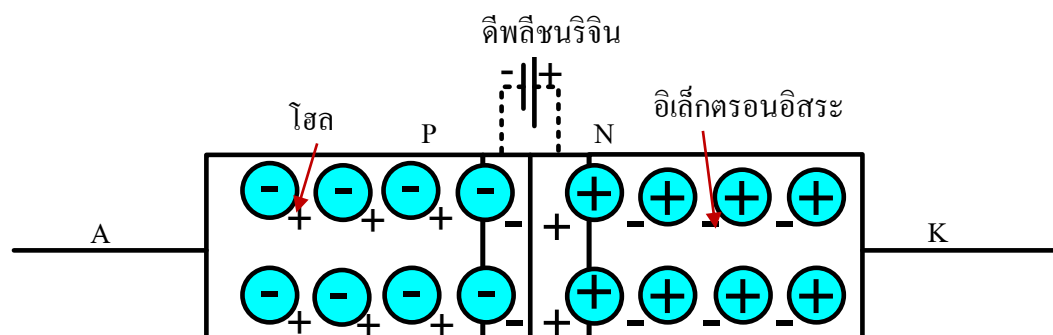
ทีมา (พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 22)

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

จากรูปที่ 1.17 แสดงรูปร่างของไดโอดเปรียบเทียบกับสัญลักษณ์ ไดโอดโดยทั่วไปจะมีรูปร่างกลมรูปทรงกระบอกตัวสีดำและมีแถบสีบรอนซ์เงินคาดอยู่ปลายด้านหนึ่ง ซึ่งด้านที่มีแถบสีบรอนซ์เงิน จะเป็นขาแคโทด ส่วนด้านตรงข้ามไม่มีแถบจะเป็นขาแอนโนด คุณสมบัติของไดโอดจะนำกระแสไฟฟ้าทิศทางเดียวเมื่อได้รับไบแอสตรง

1.9 คุณสมบัติทางไฟฟ้าและการให้ไบแอสไดโอด

ไดโอดเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิดพี กับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น โดยการนำมาต่อชนกัน เมื่อนำสารกึ่งตัวนำทั้งสองชนิดมาต่อชนกัน จะทำให้อิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น เคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลในสารกึ่งตัวนำชนิดพี ทำให้อิเล็กตรอนอิสระ และโฮลที่บริเวณรอยต่อหายไป โดยอะตอมสารกึ่งตัวนำชนิดพีได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นทำให้โฮลหายไปและอะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นสูญเสียอิเล็กตรอนอิสระไป ทำให้อะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิดพีที่บริเวณรอยต่อแสดงอำนาจประจุไฟฟ้าเป็นลบ และอะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นตรงบริเวณรอยต่อแสดงอำนาจประจุไฟฟ้าเป็นบวก ทำให้บริเวณรอยต่อเกิดสนามไฟฟ้าเล็กๆ เสมือนแบตเตอรี่สมมติขึ้นมาคอยขัดขวางการเคลื่อนที่ของโฮลและอิเล็กตรอน บริเวณนี้เรียกว่า บริเวณปลอดพาหะ หรือดีพลีชันริจิ้น(Depletion Region) แสดงดังรูปที่ 1.18



รูปที่ 1.18 การต่อชนกันของสารกึ่งตัวนำชนิดพี และชนิดเอ็นทำให้เกิดค่าดีพลีชันริจิ้น

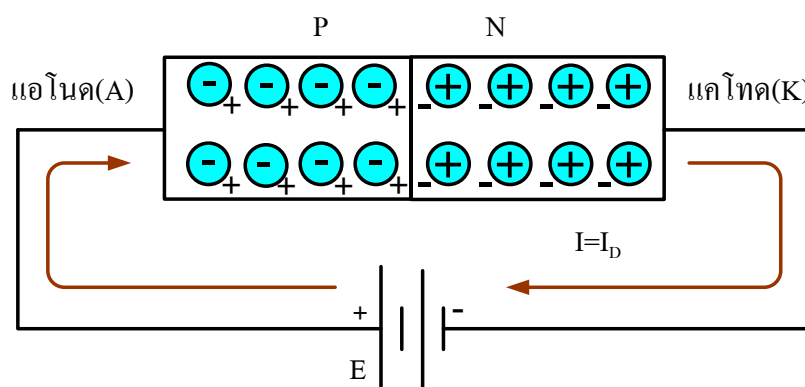
ที่มา (พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2553, หน้า 24)

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

จากรูปที่ 1.18 แสดงการต่อชนกันของสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็น ทำให้เกิดค่าดีพลีชันริจิน (Depletion Region) เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อของตัวไดโอด ซึ่งค่าดีพลีชันริจินขึ้นอยู่กับชนิดของสารกึ่งตัวนำที่ใช้ในผลิตตัวไดโอด ถ้าเป็นไดโอดผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำชนิดเจอร์เมเนียม (Ge) ค่าดีพลีชันริจินตรงรอยต่อ ของตัวไดโอดมีค่าประมาณ 0.2 โวลต์ (V) ถึง 0.4 โวลต์ (V) และถ้าเป็นไดโอดผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำชนิดซิลิคอน (Si) ค่าดีพลีชันตรงรอยต่อของตัวไดโอดมีค่าประมาณ 0.5 โวลต์ (V) ถึง 0.8 โวลต์ (V) ดังนั้นการที่จะทำให้ไดโอดทำงานได้ จำเป็นต้องจ่ายแรงดันไบแอสที่ถูกต้องให้ตัวไดโอด ซึ่งการจ่ายแรงดันไบแอสให้ตัวไดโอดมี 2 วิธีคือการจ่ายไบแอสตรง (Forward Bias) และการจ่ายไบแอสกลับ (Reverse Bias)

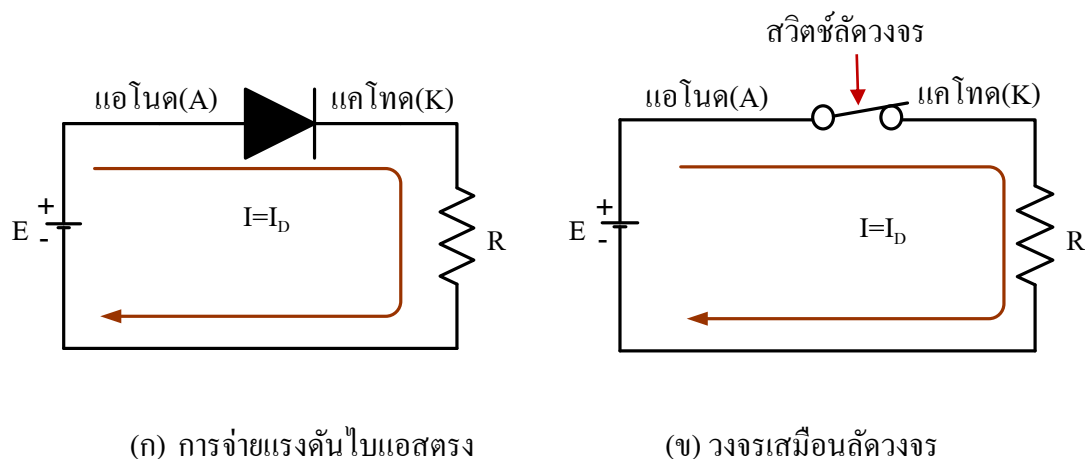
1.9.1 การจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้กับไดโอด (Forward Bias)

การจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้กับไดโอดเป็นการจ่ายแรงดันที่ทำให้ไดโอดทำงานนำกระแสคือ การจ่ายแรงดันที่ขั้วแอนโอดมีศักย์เป็นบวก และจ่ายแรงดันที่ขั้วแคโทดมีศักย์เป็นลบ ซึ่งแรงดันที่จ่ายให้กับไดโอดจะต้องมากกว่าแรงดันบริเวณรอยต่อ หรือแรงดันคัตอิน (Cut in Voltage) ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของไดโอด เช่น ไดโอดชนิดซิลิคอนมีค่าเท่ากับ 0.7 โวลต์ (Volt : V) และไดโอดชนิดเจอร์เมเนียมมีค่าเท่ากับ 0.3 โวลต์ โดยต้องจ่ายแรงดันให้เท่ากับหรือมากกว่าค่าแรงดันคัตอินของไดโอด จึงจะทำให้ไดโอดนำกระแส แสดงดังรูปที่ 1.19



(ก) วงจรโครงสร้าง

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง



รูปที่ 1.19 การจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ไดโอดและวงจรเสมือน
ที่มา(พันธ์ศักดิ์ พุฒินานิตพงศ์, 2543, หน้า 11)

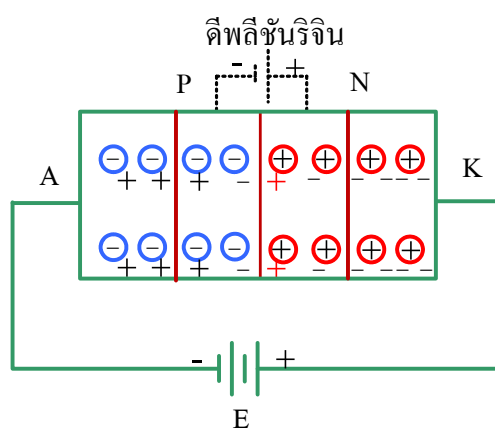
จากรูปที่ 1.19 (ก) เป็นการจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ไดโอดต้องจ่ายแรงดันให้เท่ากับหรือมากกว่าค่าแรงดันกัตอินของไดโอด คือการจ่ายแรงดันที่ขาแอนโอดมีศักย์เป็นบวก และจ่ายแรงดันที่ขาแคโทดมีศักย์เป็นลบ ศักย์ลบที่ขาแคโทดที่ต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นจะไปผลักอิเล็กตรอนอิสระ ในสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นให้วิ่งเคลื่อนที่ ในเวลาเดียวกันศักย์บวกที่ขาแอนโอดที่ต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิดพีมีอำนาจดึงดูดอิเล็กตรอนให้เคลื่อนที่เข้ามาหา และผลักโฮลให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า อิเล็กตรอนและโฮลมีพลังงานมากพอสามารถวิ่งเคลื่อนที่ได้ อิเล็กตรอนจะถูกศักย์ลบจากแหล่งจ่ายผลักเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเรื่อยๆ เข้ารวมกับโฮลในสารกึ่งตัวนำชนิดพี เคลื่อนที่จนหลุดออกจากขาแอนโอด ไปทางศักย์บวกที่เบตเตอร์ และเคลื่อนที่ผ่านเบตเตอร์ไปยังขาแคโทดของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในตัวไดโอดตลอดเวลา

ในรูปที่ 1.19 (ข) เป็นวงจรสัญลักษณ์แสดงการจ่ายไบแอสตรงทำให้ไดโอดนำกระแส มีกระแส I_D ไหลผ่านได้ และการจ่ายแรงดันไบแอสตรงจะทำให้ไดโอดมีค่าความต้านทานต่ำ เสมือนสวิตช์ลัดวงจรแสดงดังรูปที่ 1.19 (ค)

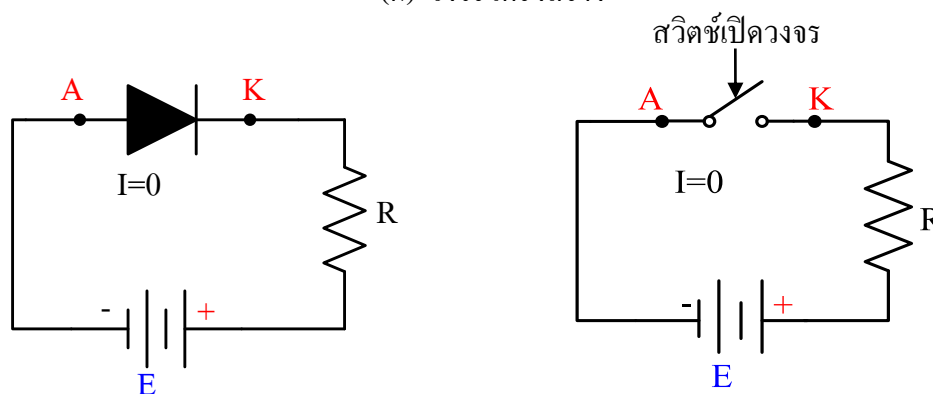
	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด	เวลา 4 ชั่วโมง	

1.9.2 การจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้กับไดโอด (Reverse Bias)

การจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ไดโอดเป็นการจ่ายแรงดันในลักษณะตรงข้ามกับการจ่ายแรงดันไบแอสตรงซึ่งจะทำให้ไดโอดไม่นำกระแส คือจ่ายแรงดันที่ขั้วแอนโอดมีศักย์เป็นลบ และจ่ายแรงดันที่ขั้วแคโทดมีศักย์เป็นบวก แรงดันที่จ่ายให้กับไดโอดถึงแม้จะจ่ายแรงดันไบแอสกลับมากกว่าค่าแรงดันเริ่มทำงานของไดโอดหรือแรงดันคัตอินเท่าใดก็ตามไดโอดก็จะไม่ทำงานหรือนำกระแส และไดโอดจะมีค่าความต้านทานสูงมากเหมือนสวิตช์เปิดวงจร แสดงดังรูปที่ 1.20



(ก) วงจรโครงสร้าง



(ข) วงจรสัญลักษณ์การจ่ายแรงดันไบแอสกลับ

(ค) วงจรเสมือนเปิดวงจร

รูปที่ 1.20 แสดงการจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้กับไดโอดและวงจรเสมือน

ที่มา (พันธ์ศักดิ์ พุฒินานิตพงศ์, 2543, หน้า 11)

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

จากรูปที่ 1.20 (ก) เป็นการจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้กับไดโอด คือการจ่ายแรงดันที่ขาแอนโอดมีศักย์เป็นลบ และจ่ายแรงดันที่ขาแคโทดมีศักย์เป็นบวก ศักย์บวกที่จ่ายให้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นที่ขาแคโทดจะดึงดูดให้อิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ให้เคลื่อนตัวออกจากรอยต่อมารวมกันอยู่ทางด้านขาแคโทดและผลักโฮลไปรวมตัวกันอยู่แถวบริเวณรอยต่อพีเอ็น ส่วนศักย์ลบที่จ่ายให้สารกึ่งตัวนำชนิดพีที่ขาแอนโอด จะผลักให้อิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำชนิดพีไปออกกันที่รอยต่อพีเอ็น แล้วดึงโฮลให้มารวมกันอยู่ด้านขาแอนโอด ทำให้บริเวณรอยต่อสารพีเอ็นเกิดดีพลีชันริจินกว้างมากขึ้น มีผลทำให้ค่าความต้านทานระหว่างรอยต่อสูงมากทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้า ไหลผ่านตัวไดโอดแต่อาจมีกระแสรั่วไหล (Leakage Current) เกิดขึ้นในตัวไดโอดเล็กน้อย โดยค่ากระแสรั่วไหลในไดโอดที่ผลิตจากสารกึ่งตัวนำชนิดเจอร์เมเนียมจะมากกว่าไดโอดที่ผลิตจากสารกึ่งตัวนำชนิดซิลิคอน

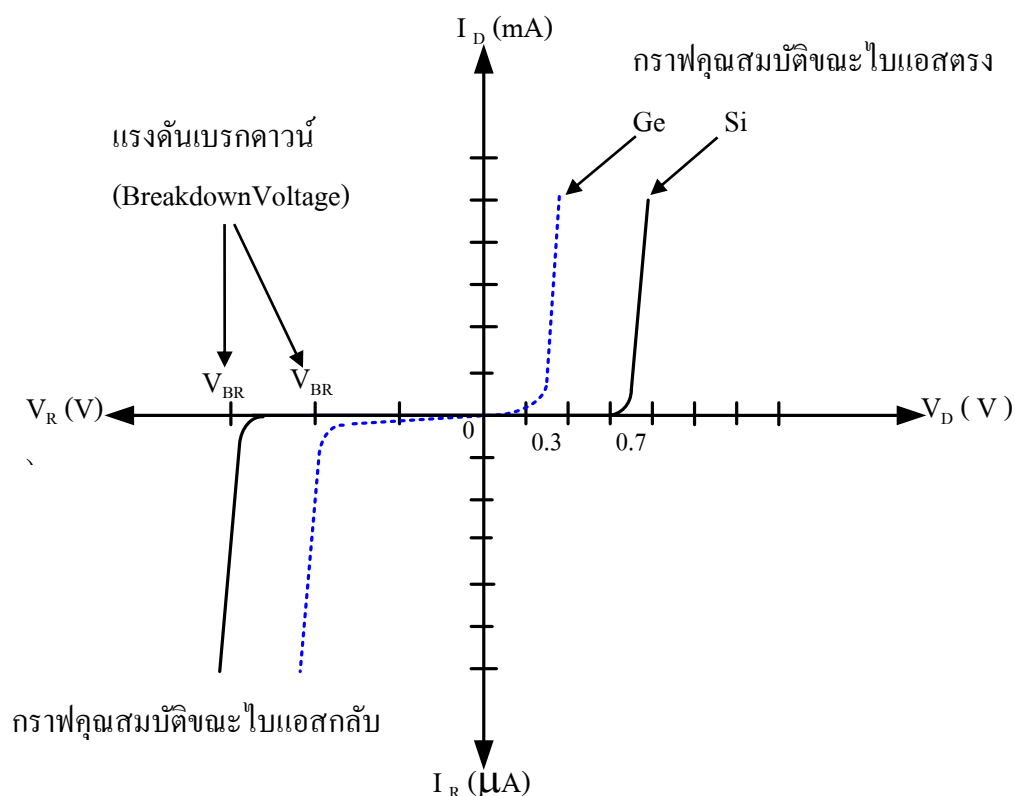
ในรูปที่ 1.20 (ข) เป็นวงจรสัญลักษณ์แสดงการจ่ายไบแอสกลับให้ไดโอด ถึงแม้ว่าจะจ่ายแรงดันให้ตกคร่อมไดโอดมากกว่าค่าแรงดันคัตอินแล้วก็ตาม ก็ยังไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอด ในการจ่ายแรงดันไบแอสกลับจะทำให้ไดโอดมีค่าความต้านทานสูงมากเหมือนสวิตช์เปิดวงจร แสดงดังรูปที่ 1.20 (ค)

1.9.3 กราฟคุณลักษณะของไดโอด

การทำงานของไดโอดซึ่งมีอยู่สองลักษณะคือการจ่ายแรงดันไบแอสตรงและไบแอสกลับสามารถแสดงในรูปกราฟคุณสมบัติของไดโอดดังรูปที่ 1.21

จากรูปที่ 1.21 แสดงกราฟคุณสมบัติของไดโอด เมื่อได้รับแรงดันไบแอสตรงและเมื่อได้รับแรงดันไบแอสกลับแบ่งเป็น 2 ช่วงคือช่วงไบแอสตรงและช่วงไบแอสกลับ จากกราฟในช่วงไบแอสตรง เมื่อจ่ายแรงดันให้ตัวไดโอดเพียงเล็กน้อยแต่ต้องมากกว่าค่าแรงดันคัตอินของตัวไดโอด ไดโอดจะเริ่มนำกระแส และเมื่อจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้มากขึ้น จะทำให้กระแสไหลผ่านไดโอดมากขึ้นเรื่อยๆ โดยกระแสที่ไหลผ่านไดโอดจะต้องไม่เกินค่ากระแสสูงสุดที่ไดโอดทนได้ การนำไดโอดไปใช้งานต้องเลือกไดโอดที่มีค่าทนกระแสสูงกว่าค่าที่ใช้งาน โดยสามารถดูข้อมูลรายละเอียดจากคู่มือของไดโอดแต่ละเบอร์

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง



รูปที่ 1.21 แสดงกราฟคุณสมบัติของไดโอด

ส่วนกราฟในช่วงไบแอสกลับ ไดโอดจะไม่นำกระแส ถึงแม้จะจ่ายแรงดันไบแอสให้ ไดโอดมากขึ้นก็ตาม จะมีเพียงกระแสรั่วไหลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งเมื่อเพิ่มแรงดันไบแอสกลับ ให้มากขึ้นจนถึงจุดแรงดันพังหรือแรงดันเบรกดาวน์ (Breakdown Voltage) เป็นจุดที่ไดโอด ชำรุดทำให้มีกระแสไหลผ่านไดโอดจำนวนมาก จะทำให้ไดโอดชำรุดเสียหาย ซึ่งการนำไดโอดไป ใช้งานในช่วงไบแอสกลับต้องคำนึง ถึงค่าแรงดันพังการจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ไดโอดจะต้อง น้อยกว่าแรงดันพังเสมอ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานโดยสามารถดูข้อมูลได้จากรายละเอียด ของไดโอดแต่ละเบอร์

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

1.10 การอ่านคู่มือไดโอดและการแปลความหมาย

การนำไดโอดไปใช้งานจำเป็นต้องเข้าใจคุณลักษณะทางไฟฟ้าของไดโอด เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ไดโอดได้รับความเสียหาย โดยไดโอดแต่ละเบอร์มีคุณลักษณะทางไฟฟ้าแตกต่างกัน สามารถดูได้จากคู่มือการใช้งาน (Data Sheet) หรือรายละเอียดทางเทคนิค ซึ่งกำหนดมาจากบริษัทผู้ผลิตไดโอด ตัวอย่างเบอร์ไดโอดแสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลรายละเอียดของไดโอดเบอร์ 1N4001 – 1N4007

CE
CHENYI ELECTRONICS

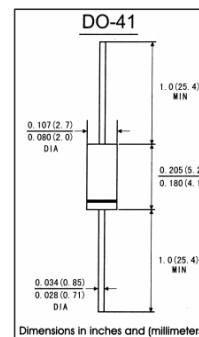
1N4001 THRU 1N4007
GENERAL PURPOSE PLASTIC RECTIFIER
Reverse Voltage - 50 to 1000 Volts
Forward Current - 1.0Ampere

FEATURES

- The plastic package carries Underwriters Laboratory Flammability Classification 94V-0
- Construction utilizes void-free molded plastic technique
- Low reverse leakage
- High forward surge current capability
- High temperature soldering guaranteed: 250°C/10 seconds, 0.375"(9.5mm) lead length, 5lbs. (2.3kg).

MECHANICAL DATA

- Case:** JEDEC DO-41 molded plastic body
- Terminals:** lead solderable per MIL-STD-750, method 2026
- Polarity:** color band denotes cathode end
- Mounting Position:** Any
- Weight:** 0.012 ounce, 0.33 gram



MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified, Single phase, half wave 60Hz, resistive or inductive load. For capacitive load, derate by 20%)

	Symbols	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Units	
Maximum reurrent peak reverse voltage	VRRM	50	100	200	400	600	800	1000	Volts	
Maximum RMS voltage	VRMS	35	70	140	280	420	560	700	Volts	
Maximum DC blocking voltage	VDC	50	100	200	400	600	800	1000	Volts	
Maximum average forward rectified current 0.375"(9.5mm)lead length at TA=75℃	IAV)	1.0							Amp	
Peak forward surge current 8.3ms half sing-wave superimposed on rated load (JEDEC method)TA=75℃	IFSM	30.0							Amps	
Maximum instantaneous forward voltage at 1.0 A	VF	1.1							Volts	
Maximum reverse current at rated DC blocking voltage	TA=25℃ TA=100℃	IR	5.0							μA
			50.0							
Typeical thermal resistance(Note 2)	RθJA	50.0							℃/W	
	RθJL	25.0								
Typical junction Capacitance(Note 1)	CJ	15.0							pF	
Maximum DC Blocking Voltage temperature	TA	+150							℃	
Operating and storage temperature range	TJ TSTG	-50 to +175							℃	

Notes: 1. Measured at 1MHz and applied reverse voltage of 4.0V DC

2. Thermal resistance from junction to ambient and from junction lead at 0.375"(9.5mm) lead length, P.C.B. Mounted

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

จากตารางที่ 1.1 พิกัดทางไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Rating) ซึ่งทดสอบที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อธิบายได้ดังนี้

1.ค่าแรงดันไบแอสกลับสูงสุด (Maximum Repetitive Peak Reverse Voltage : V_{RRM}) คือ แรงดันไบแอสกลับสูงสุดที่ไดโอดสามารถทนได้ โดยแสดงเป็นแรงดันพีคสูงสุด เช่น เบอร์ 1N4001 เท่ากับ 50 โวลต์(V) และเบอร์ 1N4007 เท่ากับ 1,000 โวลต์(V) เป็นต้น ค่าแรงดันไบแอสกลับสูงสุด ในบางครั้งเรียกว่า แรงดันย้อนกลับพีค(Peak Inverse Voltage : PIV)

2.แรงดันที่ใช้งานจริงสูงสุด(Maximum RMS Voltage : V_{RMS}) คือ แรงดันสูงสุดที่ไดโอดสามารถทนได้ เป็นค่าแรงดันที่ใช้งานจริงซึ่งสามารถวัดได้ด้วยเอซีโวลต์มิเตอร์ เช่น เบอร์ 1N4001 เท่ากับ 35 โวลต์(V) และเบอร์ 1N4007 เท่ากับ 700 โวลต์(V) เป็นต้น

3.แรงดันไฟตรงสูงสุด(Maximum DC Blocking Voltage : V_{DC}) คือแรงดันสูงสุดที่ไดโอด สามารถทนได้ โดยเป็นแรงดันเฉลี่ยวัดได้โดยใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์ เช่น เบอร์ 1N4001 เท่ากับ 50 โวลต์(V) และเบอร์ 1N4007 เท่ากับ 1,000 โวลต์(V) เป็นต้น

4.กระแสไบแอสตรงสูงสุด(Maximum Average Forward Rectifier Current : I_F) คือ กระแสสูงสุดที่ไหลผ่านไดโอดโดยที่ไดโอดสามารถทนได้โดยเป็นกระแสเฉลี่ยวัดได้โดยใช้ดีแอมป์เตอร์ จากตารางที่ 1.1 ไดโอดทุกเบอร์ตั้งแต่เบอร์ 1N4001 ถึงเบอร์ 1N4007 ทนกระแสได้เท่ากับ 1 แอมแปร์(A)

1.11 การนำไดโอดไปประยุกต์ใช้งาน

1.11.1 วงจรเรียงกระแส (Rectifier)

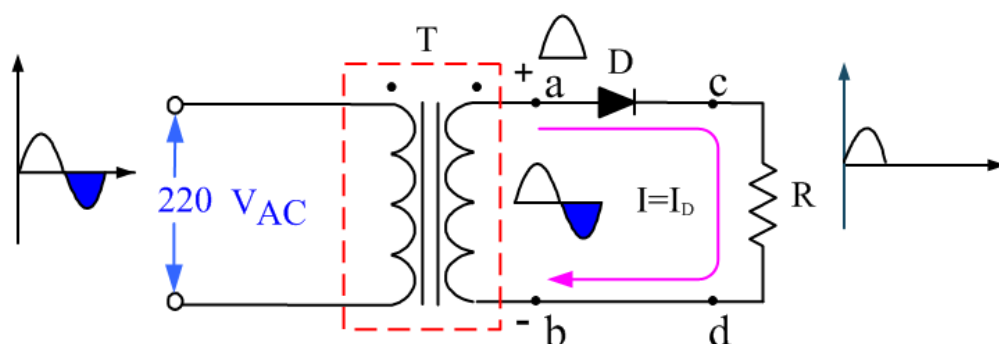
จากคุณลักษณะของไดโอดที่มันยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้เพียงทิศทางเดียว ดังนั้น เราจึงสามารถนำไดโอดไปใช้งานเกี่ยวกับการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current : AC) ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง(Direct Current : DC) และเรียกววงจรที่ใช้ไดโอดมาเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงว่า วงจรเรียงกระแส (Rectifier) ซึ่งมักจะนำมาใช้ในภาคจ่ายไฟของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยวงจรเรียงกระแสแบ่งออกได้ 3 แบบ คือ วงจร

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

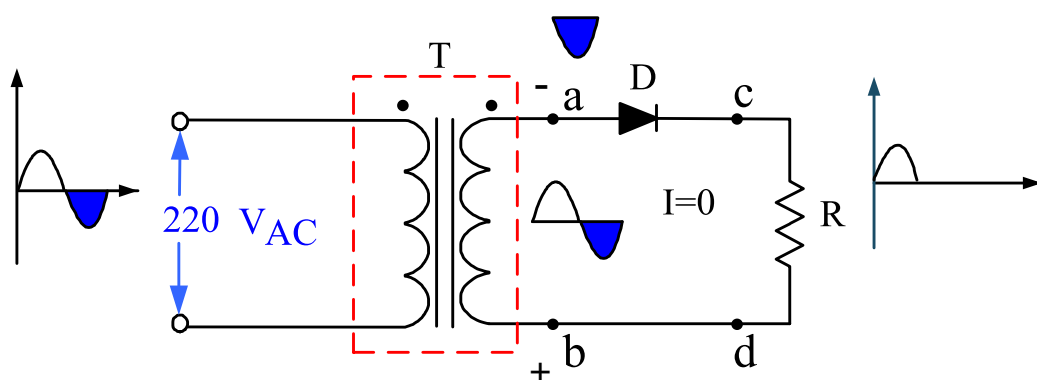
เรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half wave rectifier) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full wave rectifier) และวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge rectifier) ดังนี้

1.11.1.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half wave rectifier)

วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half wave rectifier) เป็นวงจรที่ใช้เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้ไดโอดเพียงหนึ่งตัวทำหน้าที่เป็นตัวยเรียงกระแส

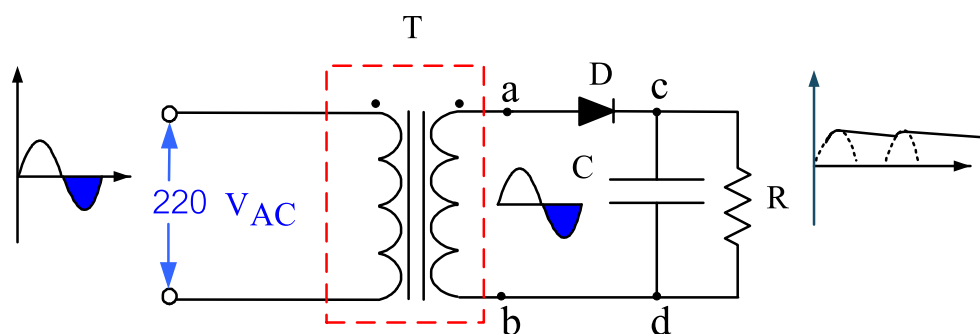


(ก) การป้อนไฟสลับซีกบวกเข้ามาในวงจร

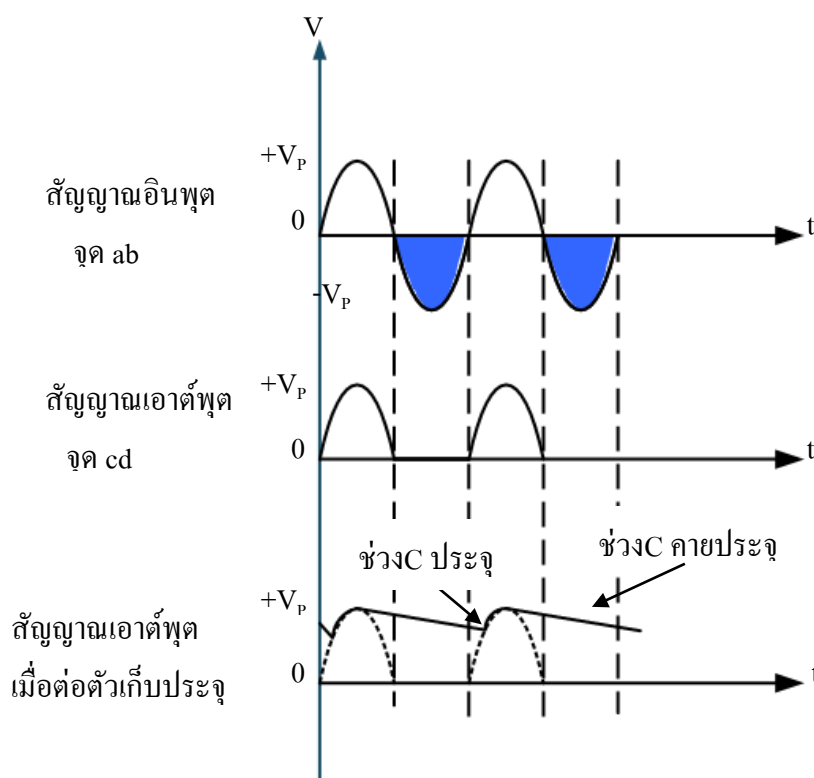


(ข) การป้อนไฟสลับซีกลบเข้ามาในวงจร

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง



(ข) แสดงการต่อตัวเก็บประจุ C เข้ามาในวงจร



(ค) แสดงรูปคลื่นไฟฟ้ลับที่ป้อนให้ไดโอดและตกคร่อมตัวต้านทาน

รูปที่ 1.22 แสดงการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

จากรูปที่ 1.22 (ก) เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ป้อนเข้ามาทางขดปฐมภูมิของหม้อแปลง (T) ทำหน้าที่ลดแรงดันและเกิดการเหนี่ยวนำแรงดันมายังขดทุติยภูมิเป็นซิกบวกลที่ขดทุติยภูมิเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่จุด a มีศักย์เป็นบวก และที่จุด b มีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ ที่ขาแอโนดของไดโอดมีศักย์เป็นบวกและที่ขาแคโทดของไดโอดมีศักย์เป็นลบ ไดโอดได้รับไบแอสตรงมีกระแสไหลผ่านตัวไดโอด เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน (R) ที่จุด c กับจุด d ได้เป็นสัญญาณซิกบวกล

จากรูปที่ 1.22 (ข) ป้อนเข้ามาทางขดปฐมภูมิของหม้อแปลง (T) ทำหน้าที่ลดแรงดันและเกิดการเหนี่ยวนำแรงดันมายังขดทุติยภูมิเป็นซิกลบ ที่ขดทุติยภูมิเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าที่จุด a มีศักย์เป็นลบ และที่จุด b มีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก ที่ขาแอโนดของไดโอดมีศักย์เป็นลบและที่ขาแคโทดของไดโอดมีศักย์เป็นบวก ไดโอดได้รับไบแอสกลับ ไม่มีกระแสไหลผ่านตัวไดโอดไม่มีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน (R) ที่จุด c กับจุด d ได้เป็นสัญญาณเป็นศูนย์

ในรอบต่อมาการทำงานก็จะไปทำตามลักษณะซ้ำๆ โดยมีแรงดันปรากฏที่เอาต์พุตเป็นช่วงๆ หรือ ช่วงเว้นช่วง โดยสัญญาณเอาต์พุตที่ได้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงบวกลที่ยังไม่เรียบ ดังนั้นจึงต้องต่อตัวเก็บประจุ (Capacitor ; C) เพื่อกรอง (Filter) แรงดันให้เรียบดังรูปที่ 2.9 (ค) จึงสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งแรงดันในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้

จากรูปที่ 1.22 (ง) สัญญาณอินพุตที่จุด ab เป็นรูปสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ (รูปคลื่นไซน์) ที่วัดได้จากขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า ซึ่งจะมีแรงดันเป็นซิกบวกลและซิกลบสลับกันไปเรื่อยๆ ส่วนสัญญาณเอาต์พุตที่จุด cd เป็นรูปสัญญาณที่ตกคร่อมตัวต้านทานที่วัดได้จากวงจร เมื่อสัญญาณซิกบวกลเข้ามาที่ขาแอโนด ของไดโอดมีศักย์เป็นบวก ขาแคโทดมีศักย์เป็นลบ ไดโอดได้รับไบแอสตรงมีกระแสไหลผ่านไดโอด ไหลผ่านตัวต้านทานครบวงจร มีแรงดันซิกบวกลตกคร่อมตัวต้านทาน เมื่อต่อตัวเก็บประจุขนานกับตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุจะทำการประจุแรงดันจนถึงค่าสูงสุด (V_p หรือ V_m) เมื่อสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับซิกบวกลเริ่มลดลงจากค่าสูงสุดลงมาเป็นศูนย์ ตัวเก็บประจุ จะทำการคายประจุออกมาให้กับตัวต้านทาน (R) แต่การคายประจุเป็นไปในลักษณะช้ากว่าสัญญาณ ไฟฟ้ากระแสสลับ (รูปคลื่นไซน์) ที่ป้อนเข้ามาจากขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง ดังนั้นจึงมีแรงดันจากตัวเก็บประจุตกคร่อมตัวต้านทาน (R) ในลักษณะที่แรงดันตกคร่อม

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด	เวลา 4 ชั่วโมง	

ตัวต้านทาน (R) จะค่อยๆลดลง ถ้าสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ(รูปคลื่นไซน์)ซึ่งบวกถูกคลื่นใหม่ผ่านไดโอดเข้ามาตัวเก็บประจุก็จะทำการประจุแรงดันเข้าไปใหม่เป็นเช่นนี้ตลอดเรื่อยไปของการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

$$\text{แรงดันไฟเฉลี่ยหาได้จาก } V_{dc} = V_{av} = \frac{V_m}{\pi} = 0.318V_m = 0.45V_{rms}$$

$$\text{แรงดันไฟสูงสุดหาได้จาก } V_m = V_p = V_{rms} \times \sqrt{2} = 1.414V_{rms}$$

$$\text{กระแสไฟเฉลี่ยหาได้จาก } I_{dc} = I_{av} = \frac{I_m}{\pi} = 0.318I_m = 0.45I_{rms}$$

กรณีที่คิดแรงดันตกคร่อมไดโอด(V_T)

$$V_{dc} \cong 0.318(V_m - V_T)$$

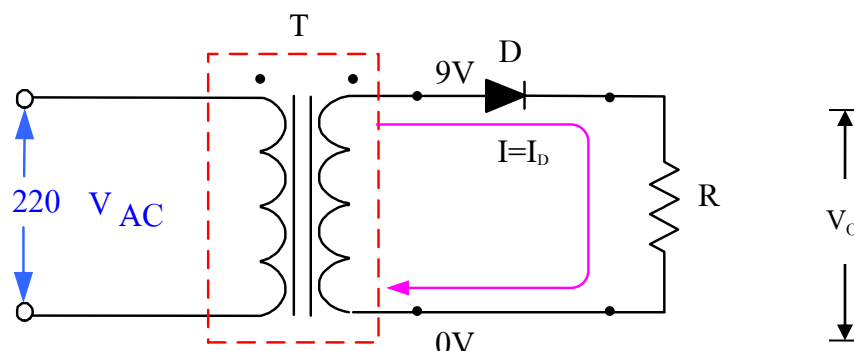
โดยที่

$$V_T = 0.7V \text{ สำหรับซิลิคอนไดโอด}$$

ค่าแรงดันย้อนกลับพีค(Peak Inverse Voltage : PIV หรือ Peak Reverse Voltage : PRV) เป็นพิกัดแรงดันไฟฟ้าที่มีความสำคัญต่อการออกแบบวงจรเรียงกระแส ซึ่งจะช่วยให้การเลือกใช้งานไดโอดอย่างปลอดภัย หาได้จาก

$$PIV \geq V_m \text{ สำหรับวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น}$$

ตัวอย่างที่ 1.1 จากวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น ดังรูปที่ 1.23 จงคำนวณหาแรงดันไฟตรง (V_{DC}) และเขียนรูปคลื่นอินพุตและเอาต์พุต



รูปที่ 1.23 วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

วิธีทำ

$$\text{แรงดันไฟเฉลี่ยหาได้จาก } V_{dc} = V_{av} = \frac{V_m}{\pi} = 0.318V_m = 0.45V_{rms}$$

คำนวณหา V_m หรือ V_p จาก

$$V_m = V_{rms} \times \sqrt{2} = 9V \times 1.414 = 12.726V_p$$

หรือ

$$V_m = 25.452V_{p-p}$$

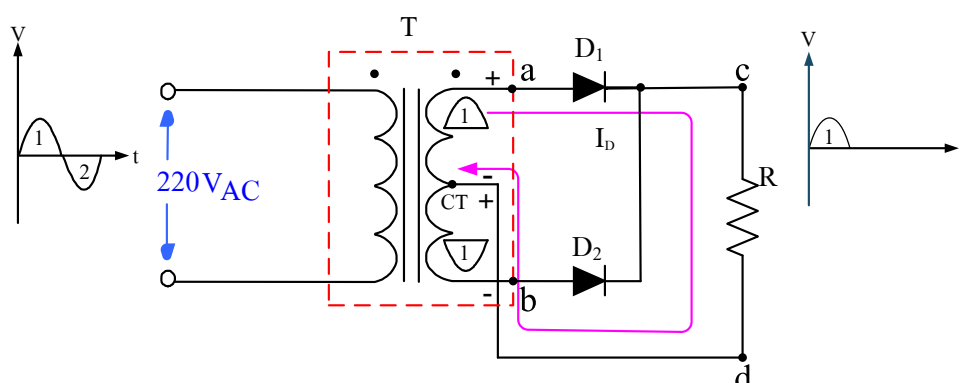
$$V_{dc} = V_{av} = \frac{V_m}{\pi} = 0.318 \times 12.726V = 4.0468 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

หรือ

$$V_{dc} = 0.45V_{rms} = 0.45 \times 9V = 4.05V \quad \text{ตอบ}$$

1.11.1.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full wave rectifier)

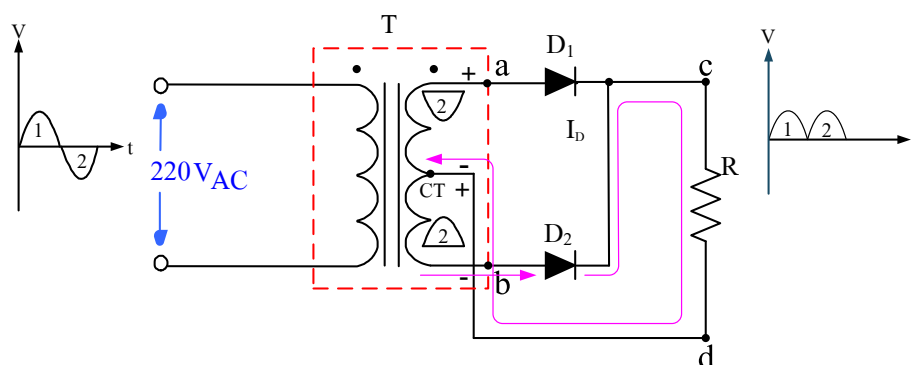
วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นจะใช้ไดโอด 2 ตัว ในการเรียงกระแสและใช้หม้อแปลงแบบมีแท็ปกลาง (Center Tap) เป็นตัวแบ่งเฟสของสัญญาณให้กับไดโอดแต่ละตัว โดยไดโอดจะนำกระแสครึ่งละตัวในแต่ละเฟสของสัญญาณที่เข้ามา ทำให้ได้สัญญาณแรงดันที่เอาต์พุตตลอดช่วงของแรงดัน ไฟสลับที่เข้ามา เอาต์พุตที่ได้เป็นสองเท่าของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น แสดงดังรูปที่ 1.24



(ก) แสดงสัญญาณรูปคลื่นซิกบวกป้อนเข้ามาทางขดปฐมภูมิของหม้อแปลงและที่ขดทุติยภูมิ

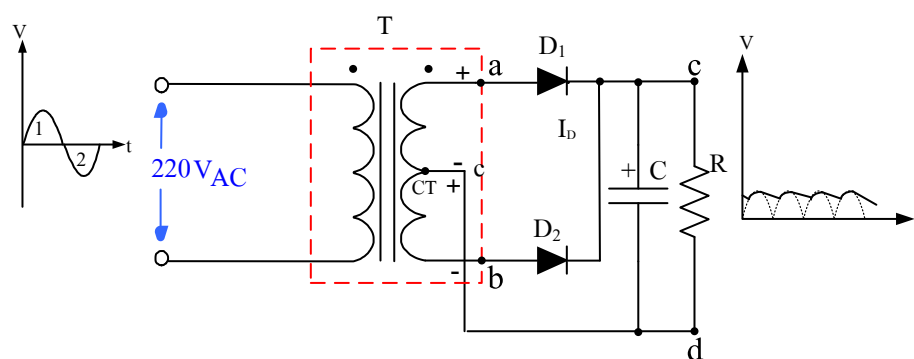
	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

D_1 ได้รับไบแอสตรงนำกระแส



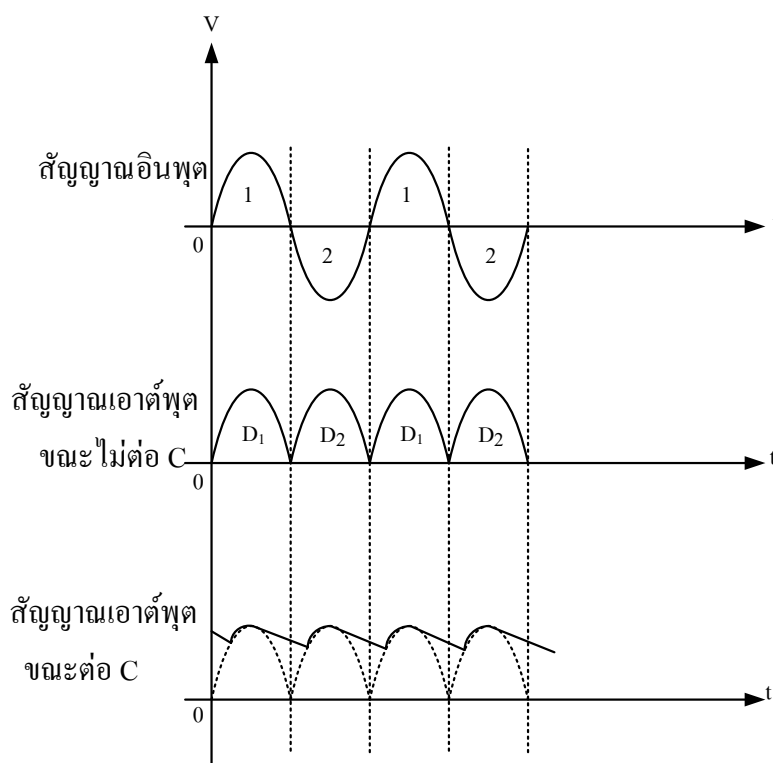
(ข) สัญญาณรูปคลื่นซีกลบป้อนเข้ามาทางขดปฐมภูมิของหม้อแปลงและที่ขดทุติยภูมิ

D_2 ได้รับไบแอสตรงนำกระแส



(ค) แสดงวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นเมื่อต่อตัวเก็บประจุ (C) เข้ามาในวงจร

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง



(ง)แสดงสัญญาณอินพุตและสัญญาณเอาต์พุต

รูปที่ 1.24 แสดงวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นและสัญญาณรูปคลื่น

จากรูปที่ 1.24 (ก) และ (ข) เป็นวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นมีคุณสมบัติในการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ที่ได้เอาต์พุตออกมาเป็น 2 เท่าของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น ในวงจรนี้ใช้ไดโอด 2 ตัวต่อกับหม้อแปลงแบบมีแท่งกลาง โดยต่อไดโอดเข้ากับหม้อแปลงทั้งสองด้านเอาปลายชนกัน และต่อแท่งกลางออกมาเข้ากับตัวต้านทานครบวงจร เมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ป้อนเข้ามาทางขดปฐมภูมิของหม้อแปลง หม้อแปลงจะทำการแปลงแรงดันให้มีขนาดลดลงและเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ขั้วบน (a) และขั้วล่าง (b) ของขดทุติยภูมิ ที่แท่งกลาง CT ของหม้อแปลงจะกำหนดให้มีแรงดัน 0 โวลต์ ดังนั้นแรงดันครึ่งหนึ่งจะเกิดขึ้นที่แท่งกลาง กับขั้วด้านบนของหม้อแปลง และอีกครึ่งหนึ่งจะเกิดขึ้นที่

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

แท่งปกกลางกับขั้วด้านล่างของหม้อแปลง ซึ่งรูปสัญญาณแรงดันระหว่างขั้วด้านบนและขั้วด้านล่างจะมีเฟสต่างกัน 180 องศา

การทำงานของวงจรเมื่อขั้วด้านบนของขดลวดปฐมภูมิมีค่าแรงดันเป็นบวก ขั้วด้านล่างมีแรงดันเป็นลบ ไดโอด D_1 จะได้รับแรงดันไบแอสตรง มีกระแสไหลผ่านไดโอด D_1 ผ่านตัวต้านทานไปครบวงจรที่แท่งปกกลาง เป็นผลให้เกิดแรงดันตกคร่อมที่ตัวต้านทานเป็นรูปคลื่นไซน์ครึ่งคลื่นบวก ส่วนไดโอด D_2 ได้รับแรงดันไบแอสกลับไม่นำกระแส ในช่วงเวลาต่อมาขั้วด้านบนของขดลวดปฐมภูมิมีค่าแรงดันเป็นลบ ขั้วด้านล่างมีค่าแรงดันเป็นบวก ไดโอด D_1 จะได้รับแรงดันไบแอสกลับไม่นำกระแส ส่วนไดโอด D_2 ได้รับแรงดันไบแอสตรงเกิดการนำกระแส มีกระแสไหลผ่านไดโอด D_2 ผ่านตัวต้านทานครบวงจรที่แท่งปกกลางเป็นผลให้เกิดแรงดันตกคร่อมที่ตัวต้านทานเป็นรูปคลื่นไซน์ครึ่งคลื่นบวก ลูกที่ 2 ในรอบต่อมาการทำงานก็จะเป็นไปตามลักษณะเดิมซ้ำๆเช่นนี้เรื่อยไป แต่สัญญาณเอาต์พุตที่ได้เป็นแรงดัน ไฟฟ้ากระแสตรงบวกที่ยังไม่เรียบดังนั้นจึงต้องต่อตัวเก็บประจุ (Capacitor ; C) เข้าไปในวงจรตามรูปที่ 1.24 (ค) ตัวเก็บประจุ(C)จะทำการกรองแรงดันไฟตรงกระเพื่อมให้เรียบมากขึ้น จึงสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งแรงดันในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้

จากรูปที่ 1.24 (ง) แสดงสัญญาณรูปคลื่นอินพุตและสัญญาณเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแส แบบเต็มคลื่น โดยสัญญาณด้านอินพุตจะมีสัญญาณทั้งเฟสบวกและเฟสลบสลับกันไป ส่วนสัญญาณเอาต์พุตขณะยังไม่ได้ต่อตัวเก็บประจุ(C) จะมีสัญญาณเฉพาะด้านบวกต่อเนื่องกัน มีจำนวนลูกคลื่นเพิ่มเป็นสองเท่าของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น ส่วนสัญญาณเอาต์พุตขณะต่อตัวเก็บประจุ(C)จะมีลักษณะเป็นแรงดันไฟตรงกระเพื่อมเรียบมากขึ้น

$$\text{แรงดันไฟเฉลี่ยหาได้จาก } V_{dc} = V_{av} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636V_m = 0.90V_{rms}$$

$$\text{แรงดันไฟสูงสุดหาได้จาก } V_m = V_p = V_{rms} \times \sqrt{2} = 1.414V_{rms}$$

$$\text{กระแสไฟเฉลี่ยหาได้จาก } I_{dc} = I_{av} = \frac{2I_m}{\pi} = 0.636I_m = 0.90I_{rms}$$

$$\text{กรณีที่เกิดแรงดันตกคร่อมไดโอด}(V_T)$$

$$V_{dc} \cong 0.636(V_m - V_T)$$

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

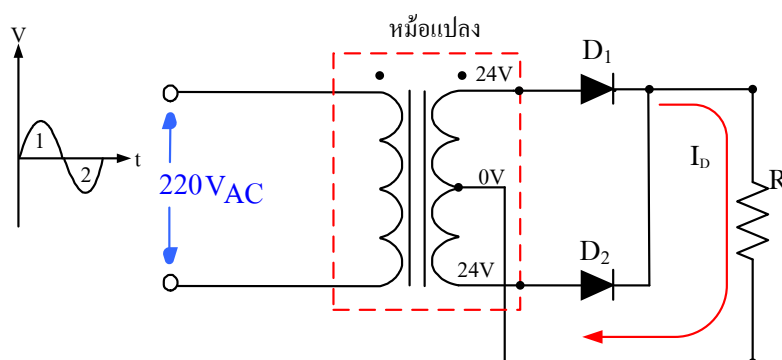
โดย

$V_T = 0.7V$ สำหรับซิลิคอนไดโอด

ค่าแรงดันย้อนกลับพีก(Peak Inverse Voltage : PIV หรือ Peak Reverse Voltage : PRV) เป็นพิกัดแรงดันไฟฟ้าที่มีความสำคัญต่อการออกแบบวงจรเรียงกระแส ซึ่งจะช่วยให้การเลือกใช้งานไดโอดอย่างปลอดภัย หาได้จาก

$PIV \geq 2V_m$ สำหรับวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น

ตัวอย่างที่ 1.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบใช้ไดโอด 2 ตัว ดังรูปที่ 1.25 จงคำนวณหาแรงดันไฟตรง (V_{DC}) และเขียนรูปคลื่นอินพุตและเอาต์พุตของวงจร



รูปที่ 1.25 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

วิธีทำ

แรงดันไฟเฉลี่ยหาได้จาก $V_{dc} = V_{av} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636V_m = 0.90V_{rms}$

คำนวณหา V_m หรือ V_p จาก

$$V_m = V_{rms} \times \sqrt{2} = 24V \times 1.414 = 33.941V_p$$

หรือ

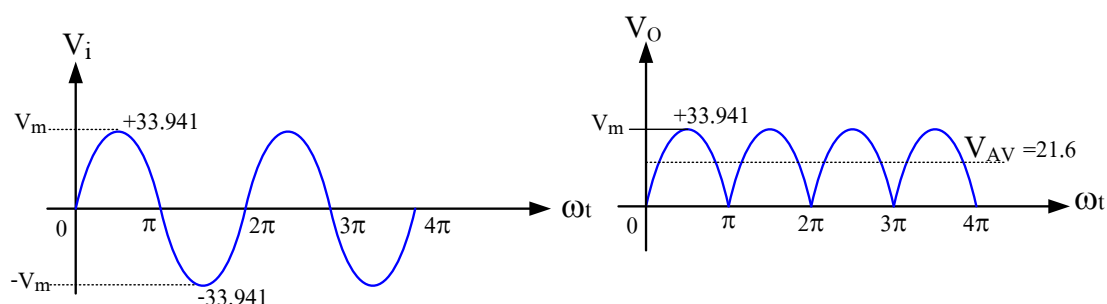
$$V_m = 67.882V_{p-p}$$

$$V_{dc} = V_{av} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636 \times 33.94V = 21.586V \quad \text{ตอบ}$$

หรือ

$$V_{dc} = 0.90V_{rms} = 0.90 \times 24V = 21.6V \quad \text{ตอบ}$$

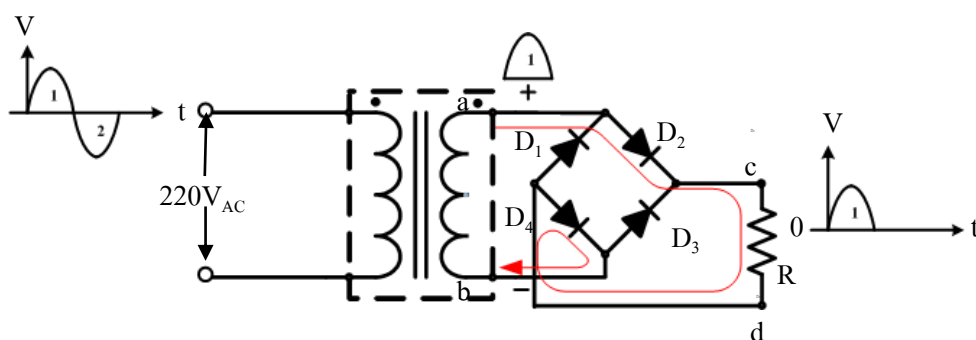
	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง



รูปที่ 1.26 รูปคลื่นอินพุตและเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น

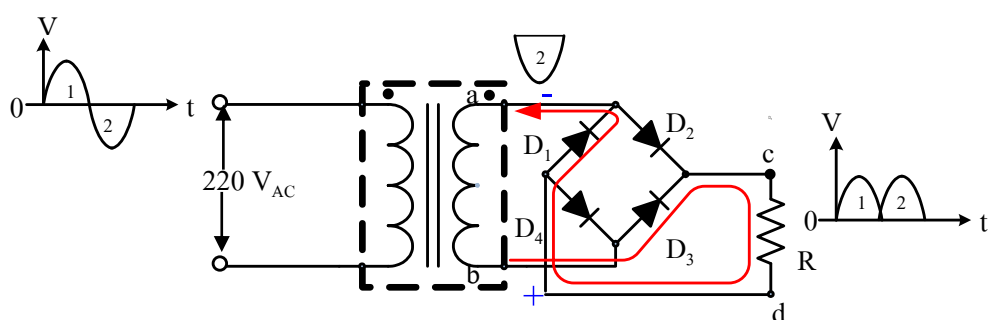
1.11.1.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier)

วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ เป็นวงจรที่ปรับปรุงมาจากวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงที่มีแท่งกลางซึ่งมีราคาแพง ไดโอดทำงานนำกระแสครั้งละ 1 ตัว ทำให้ไดโอดทำงานหนัก ส่วนวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ ไม่จำเป็นต้องใช้หม้อแปลงที่มีแท่งกลางทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและไดโอดจะทำงานครั้งละ 2 ตัว ทำให้ไดโอดทนแรงดันสูงขึ้น สัญญาณที่ได้ทางเอาต์พุตมีรูปร่างเหมือนกับวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น แสดงดังรูปที่ 1.27

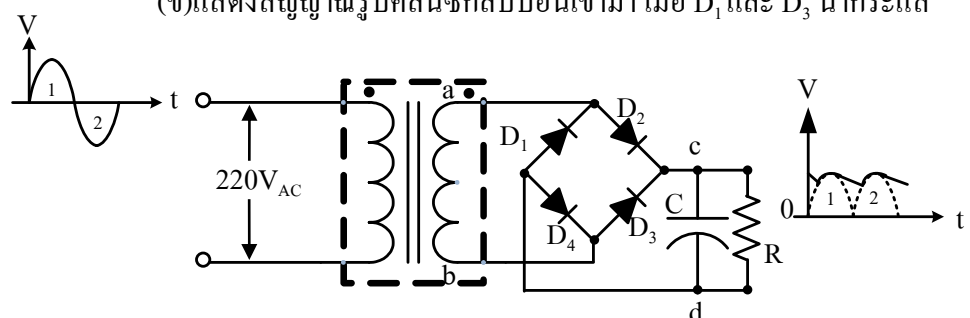


(ก)แสดงสัญญาณรูปคลื่นซิกบวกลบเข้ามา เมื่อ D_2 และ D_4

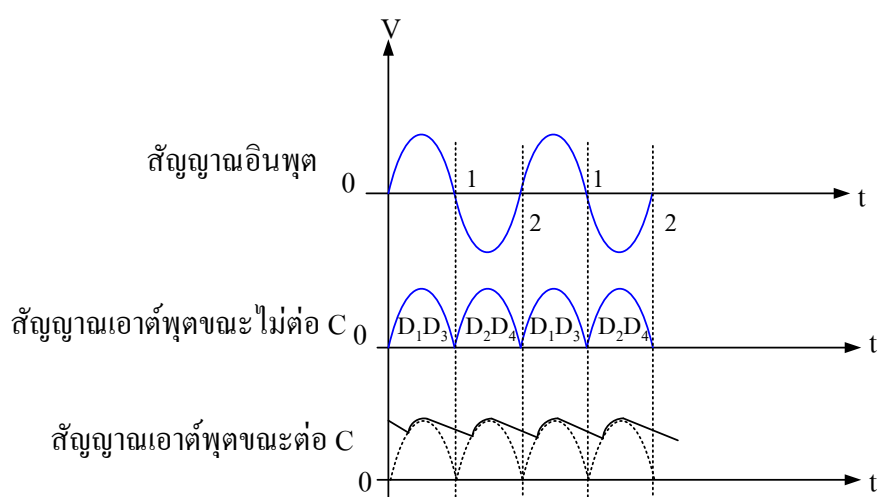
	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง



(ข) แสดงสัญญาณรูปคลื่นซีกลบป้อนเข้ามา เมื่อ D_1 และ D_3 นำกระแส



(ค) วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เมื่อต่อตัวเก็บประจุ (C) เข้ามาในวงจร



(ง) แสดงสัญญาณอินพุตและสัญญาณเอาต์พุต

รูปที่ 1.27 แสดงวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์และสัญญาณรูปคลื่น

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

จากรูปที่ 1.27 (ก) และ (ข) หลักการทำงานของวงจรเมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ป้อนเข้าที่ขั้วป้อนของหม้อแปลง หม้อแปลงจะทำการแปลงแรงดันและเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับมายังขดลวดทุติยภูมิที่ขั้วด้านบนและด้านล่าง ซึ่งแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจะมีเฟสต่างกัน 180 องศา การทำงานของวงจรเมื่อขั้วบวกของไฟสลับถูกป้อนเข้ามาที่ขดลวดทุติยภูมิขั้วด้านบนจะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก ขั้วด้านล่างจะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ ไดโอด D_2 และ D_4 จะได้รับแรงดันไบแอสตรงเกิดการนำกระแส มีกระแสไหลผ่านไดโอด D_2 และ D_4 ผ่านตัวต้านทานไปครบวงจรที่ขดลวดด้านล่าง มีผลทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานเป็นรูปคลื่นไซน์ครึ่งซีกบวก (หมายเลข1) ส่วนไดโอด D_1 และ D_3 ได้รับแรงดันไบแอสกลับไม่นำกระแส ในช่วงเวลาต่อมาขั้วลบของไฟสลับถูกป้อนเข้ามาที่ขดลวดทุติยภูมิขั้วด้านบนมีศักย์เป็นลบ ขั้วด้านล่างจะมีศักย์เป็นบวก ไดโอด D_2 และ D_4 จะได้รับแรงดันไบแอสกลับ ส่วนไดโอด D_1 และ D_3 จะได้รับแรงดันไบแอสตรงเกิดการนำกระแส มีกระแสไหลผ่านไดโอด D_1 และ D_3 ผ่านตัวต้านทานครบวงจรที่ขดลวดด้านบน มีผลทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานเป็นรูปคลื่นไซน์ครึ่งซีกบวก (หมายเลข2) การทำงานจะสลับกันเช่นนี้ตลอดเวลา แรงดันที่ได้ยังไม่เรียบและยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ดังนั้นจึงต้องต่อตัวเก็บประจุ(C) เข้ามาในวงจรดังรูปที่ 1.27 (ค) ตัวเก็บประจุจะทำการกรองแรงดันไฟฟ้าตรงกระเพื่อมให้เรียบมากขึ้นดังรูปที่ 1.27 (ง) สามารถนำไปใช้แหล่งจ่ายไฟตรงในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้

$$\text{แรงดันไฟเฉลี่ยหาได้จาก } V_{dc} = V_{av} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636V_m = 0.90V_{rms}$$

$$\text{แรงดันไฟสูงสุดหาได้จาก } V_m = V_p = V_{rms} \times \sqrt{2} = 1.414V_{rms}$$

$$\text{กระแสไฟเฉลี่ยหาได้จาก } I_{dc} = I_{av} = \frac{2I_m}{\pi} = 0.636I_m = 0.90I_{rms}$$

กรณีที่คิดแรงดันตกคร่อมไดโอด(V_T)

$$V_{dc} \cong 0.636(V_m - V_T)$$

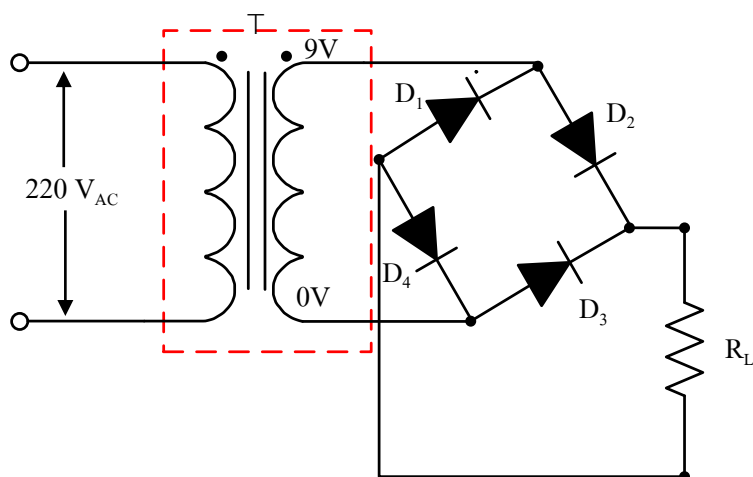
โดย

$$V_T = 0.7V \text{ สำหรับซิลิคอนไดโอด}$$

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

ค่าแรงดันย้อนกลับพีก (Peak Inverse Voltage : PIV หรือ Peak Reverse Voltage : PRV) เป็นพิกัดแรงดันไฟฟ้าที่มีความสำคัญต่อการออกแบบวงจรเรียงกระแส ซึ่งจะช่วยให้การเลือกใช้งานไดโอดอย่างปลอดภัย หาได้จาก $PIV \geq V_m$ สำหรับวงจรเรียงกระแสบริดจ์

ตัวอย่างที่ 1.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ ดังรูปที่ 1.28 จงคำนวณหาแรงดันไฟตรง (V_{DC}) และเขียนรูปคลื่นอินพุตและเอาต์พุตของวงจร



รูปที่ 1.28 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์

วิธีทำ

แรงดันไฟเฉลี่ยหาได้จาก $V_{dc} = V_{av} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636V_m = 0.90V_{rms}$

คำนวณหา V_m หรือ V_p จาก

$$V_m = V_{rms} \times \sqrt{2} = 9V \times 1.414 = 12.726V_p$$

หรือ

$$V_m = 25.452V_{p-p}$$

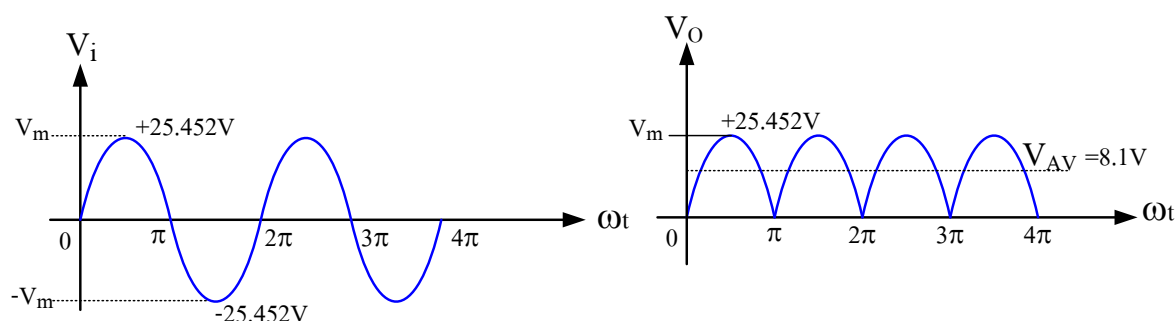
$$V_{dc} = V_{av} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636V_m = 0.636 \times 12.726V = 8.0937 V \text{ ตอบ}$$

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

หรือ

$$V_{dc} = 0.90V_{rms} = 0.90 \times 9V = 8.1V$$

ตอบ



รูปที่ 1.29 รูปคลื่นอินพุตและเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์

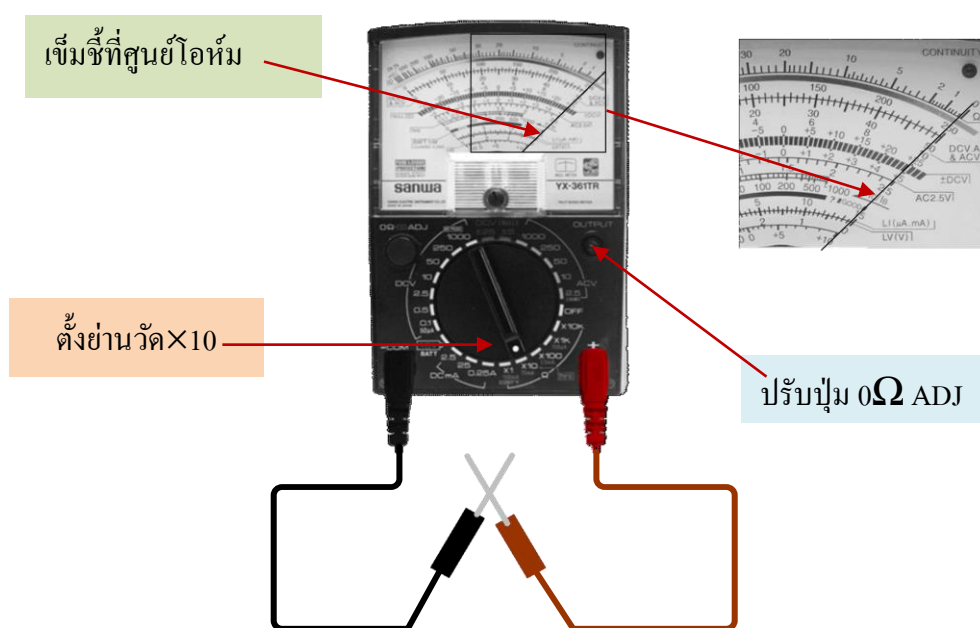
1.12 การวัดและทดสอบไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์

1.12.1 การทดสอบไดโอดดีหรือเสีย (ในตัวอย่างใช้ไดโอดเบอร์ 1N4001)

การวัดทดสอบในที่นี้ใช้มัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อกยี่ห้อ SANWA รุ่น YX-361TR ขั้วบวกของมิเตอร์จะจ่ายไฟลบ(สายสีแดง) ขั้วลบของมิเตอร์จะจ่ายไฟบวก(สายสีดำ) มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ใช้มัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัด $\times 10$ นำปลายสายของมิเตอร์มาแตะกัน ปรับปุ่ม 0Ω ADJ ให้เข็มมิเตอร์บ่ายเบนชี้ที่ศูนย์โอห์ม แสดงดังรูปที่ 1.30

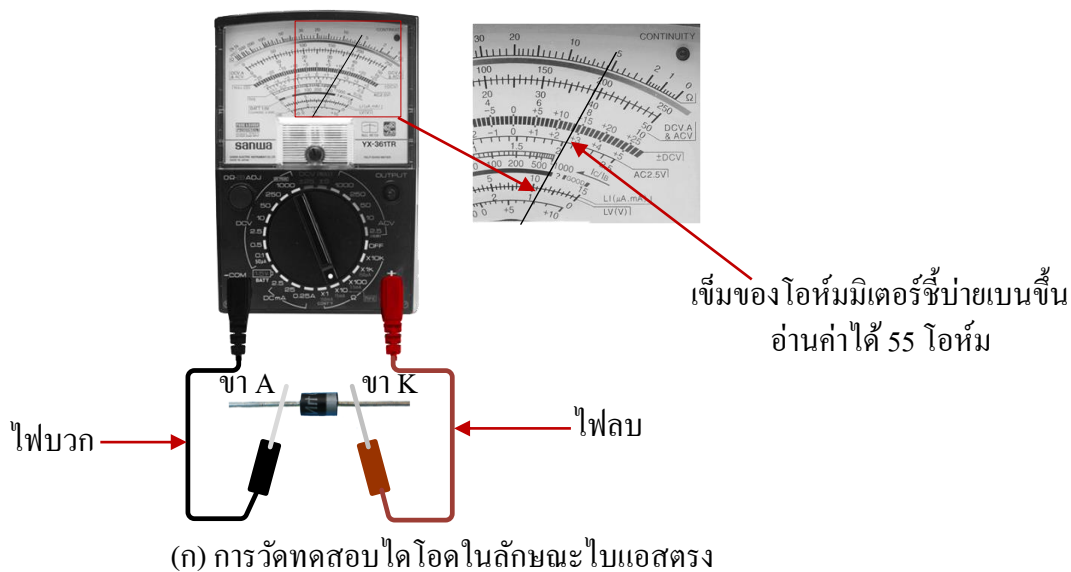
	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง



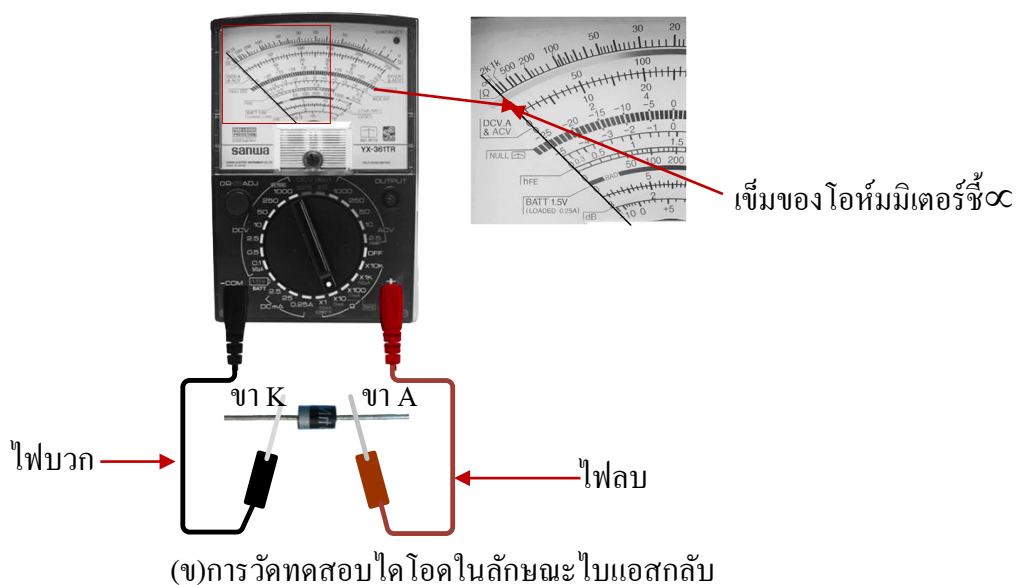
รูปที่ 1.30 การตั้งย่านวัดโอห์มมิเตอร์ก่อนนำไปวัดไดโอด
ที่มา(ทีมงานสมารถเลิร์นนิ่ง,2553,หน้า 33)

ขั้นที่ 2 นำโอห์มมิเตอร์วัดทดสอบไดโอดโดยนำปลายสายสีดำ(ไฟบวก)ไปวัดที่ขาแคโทด และนำปลายสายสีแดง(ไฟลบ)ไปวัดที่ขาแอโนด(ขาที่มีขีดสีบอร์นเงิน) ไดโอดได้รับไบแอสตรงเข็มของโอห์มมิเตอร์จะชี้ไปยังบนขึ้นมาอ่านค่าความต้านทานได้ประมาณ 55 โอห์ม แสดงดังรูปที่ 1.31(ก)

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง



ขั้นที่ 3 กลับขั้วไดโอดโดยให้ขั้วแคโทดมาอยู่ที่สายสีดำ (ไฟบวก) ขั้วแอนโอดมาอยู่ที่สายแดง (ไฟลบ) ไดโอดได้รับไบแอสกลับเข็มของโอห์มมิเตอร์จะไม่ตีขึ้นมา ค่าความต้านทานจะสูงมาก(∞) แสดงดังรูปที่ 1.31(ข)



รูปที่ 1.32 การวัดทดสอบไดโอดดีหรือเสียด้วยโอห์มมิเตอร์

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

สรุป ผลการวัดเมื่อวัดในลักษณะไบแอสตรงเข็มของโอห์มมิเตอร์ชี้ไปยังเบนขึ้นมาและวัดในลักษณะไบแอสกลับเข็มของโอห์มมิเตอร์ไม่ได้ขึ้นมาแสดงว่าไดโอดดี แต่ถ้าเข็มของโอห์มมิเตอร์ขึ้นทั้งสองครั้งและชี้ที่ศูนย์โอห์มแสดงว่าไดโอดเสียในลักษณะลัดวงจร ถ้าเข็มของโอห์มมิเตอร์ไม่ได้ขึ้นค่าความต้านทานสูงมากค่าเป็นอินฟินิตี้(∞)ทั้งสองครั้งแสดงว่าไดโอดเสียในลักษณะขาด

1.12.2 การวัดทดสอบไดโอดรั่ว (Leak) มีขั้นตอนวัดดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งย่านวัดโอห์มมิเตอร์ที่ย่าน $\times 10 \text{ k}$ นำปลายสายของโอห์มมิเตอร์มาแตะกัน ทำการปรับศูนย์ให้โอห์ม

ขั้นที่ 2 นำสายโอห์มมิเตอร์ไปวัดที่ขาไดโอดในลักษณะไบแอสกลับ สายสีแดง(ไฟลบ) วัดที่ขาแอนโอด (A) นำสายสีดำ(ไฟบวก) วัดที่ขาแคโทด (K) ผู้ทำการวัดสามารถจับหรือแตะขาอุปกรณ์ได้เพียงด้านเดียวเท่านั้น หากแตะสองข้างจะทำให้ผลการวัดคลาดเคลื่อนเพราะตัวผู้วัดเป็นตัวนำ

สรุปได้ว่าถ้าเข็มของโอห์มมิเตอร์ชี้ไปยังเบนขึ้นมาแสดงว่าไดโอดเสียในลักษณะอาการรั่ว(Leak) แต่ถ้าเข็มของโอห์มมิเตอร์ไม่ขึ้นค่าความต้านทานเป็นอนันต์(∞) แสดงว่าไดโอดดี

1.13 สรุป

อะตอมของธาตุหรือสารต่างๆ ประกอบด้วยอิเล็กตรอนมีอำนาจทางไฟฟ้าเป็นลบและนิวเคลียส โดยอิเล็กตรอนจะวิ่งเคลื่อนที่รอบๆนิวเคลียส ภายในนิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอนมีอำนาจทางไฟฟ้าเป็นบวก และนิวตรอนเป็นกลางทางไฟฟ้า การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจะเป็นลักษณะวงโคจร ซึ่งธาตุหรือสารแต่ละชนิดจะมีวงโคจรและจำนวนอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน ในการจำแนกธาตุหรือสารจะใช้อิเล็กตรอนวงนอกสุดที่เรียกว่าวาเลนซ์อิเล็กตรอน สามารถจำแนกออกเป็น ธาตุหรือสารตัวนำมีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 1-3 ตัว ธาตุหรือสารกึ่งตัวนำมีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 4 ตัว และธาตุหรือสารฉนวนมีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 5-8 ตัวสารกึ่งตัวนำที่นำมาผลิตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ สารกึ่งตัวนำซิลิคอน และสารกึ่งตัวนำเจอร์เมเนียม

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

สารกึ่งตัวนำชนิดพีเกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำซิลิคอน หรือเจอร์เมเนียมมาเติม (Doping) กับสารเจือปนที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 3 ตัว เช่น โบรอน หรืออะลูมิเนียม แกลเลียม อินเดียม อย่างใดอย่างหนึ่งลงไป ทำให้วาเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมของซิลิคอนหรือเจอร์เมเนียม จับคู่ได้ไม่ครบ 8 ตัว ขาดไป 1 ตัว ส่วนที่ขาดจะเกิดเป็นรู หรือ โฮล (Hole) ซึ่งเสมือนเป็นประจุบวกทางไฟฟ้า สามารถวิ่งเคลื่อนที่ได้ โดยวิ่งสวนทางกับอิเล็กตรอน

สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นเกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำซิลิคอน หรือเจอร์เมเนียมมาเติม (Doping) กับสารเจือปนที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว เช่น ฟอสฟอรัส อาเซนิก พลวง อย่างใดอย่างหนึ่งลงไป ทำให้วาเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมสารเจือปนจับคู่กับอะตอมข้างเคียง แล้วเหลือ 1 ตัว ไม่สามารถจับคู่กับอะตอมข้างเคียงได้ เรียกว่า อิเล็กตรอนอิสระ (Free electron) มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ

รอยต่อพีเอ็นเกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นมาต่อชนกัน อิเล็กตรอนในสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นและโฮลในสารกึ่งตัวนำชนิดพีบริเวณรอยต่อเกิดการเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อมาจับคู่กัน ทำให้บริเวณรอยต่อเกิดศักย์ไฟฟ้าขึ้นมาเรียกว่า ดีพลีชันริจิน (Depletion Region) ค่าศักย์ไฟฟ้านี้มีค่าแรงดัน 0.2 โวลต์ ถึง 0.4 โวลต์ สำหรับสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำเจอร์เมเนียม สำหรับสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำซิลิคอนมีค่าแรงดัน 0.5 โวลต์ ถึง 0.8 โวลต์

ไดโอดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็น มีโครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดพีต่อชนกันกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น มี 2 ตอน 1 รอยต่อ และมี 2 ขาคือขาแอโนด (A) ต่อกับสารพี (P-type) กับขาแคโทดต่อกับสารเอ็น (N-type) สัญลักษณ์ของไดโอดจะเป็นรูปสามเหลี่ยมคล้ายลูกศรแต่มีขีด ขาแอโนดจะต่อกับด้านสามเหลี่ยม ส่วนขาแคโทดจะต่อกับด้านที่มีขีด ส่วนรูปร่างของไดโอดมี 2 ชนิด คือซิลิคอนไดโอดจะมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกตัวสีดำมีขีดสีบอร์นเงินคาดทางด้านขาแคโทด สำหรับเจอร์เมเนียมไดโอดจะเป็นแก้วสีดำมีขีดสีดำทางด้านขาแคโทด

การจ่ายแรงดันไบแอสให้ไดโอดมี 2 ลักษณะคือ การจ่ายแรงดันไบแอสตรง ไดโอดจะทำงานมีกระแสไหลผ่านตัวไดโอด กับการจ่ายแรงดันไบแอสกลับไดโอดไม่ทำงานไม่มีกระแส

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด	
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด		เวลา 4 ชั่วโมง

ไหลผ่านตัวไดโอดกราฟคุณสมบัติทางไฟฟ้าจะแสดงการทำงานของไดโอดในย่านไบแอสตรง และในย่านไบแอสกลับ ซึ่งในย่านไบแอสกลับจะต้องไม่จ่ายแรงดันเกินกว่าค่าแรงดันเบรกดาวน์ (Breakdown Voltage) เพราะจะทำให้ไดโอดชำรุดเสียหาย

วงจรเรียงกระแสเป็นวงจรที่ถูกนำไปใช้ในภาคจ่ายไฟของเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์หรือ การทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีการจัดวงจรได้เป็น 3 แบบ คือวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นและวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ ในการใช้งานไดโอดจะต้องศึกษา ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับค่าพิกัดทางไฟฟ้าต่างๆ โดยดูจากคู่มือ (Data Sheet) เพื่อการใช้งานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ก่อนนำไดโอดไปต่อวงจรใช้งานจะต้องทำการตรวจสอบไดโอดก่อนว่าดีหรือเสีย โดยสามารถตรวจสอบด้วยการใช้อิโหมมิเตอร์วัดที่ขาทั้งสองของไดโอดในลักษณะไบแอสตรง และไบแอสกลับ ลักษณะอาการเสียของไดโอดที่พบคือ ลัดวงจร(ช็อต) ขาด และรั่ว(Leak)

บรรณานุกรม

ทีมงานสมาร์เทิร์นนิ่ง. **ตรวจวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยมิเตอร์ SUNWA**. กรุงเทพมหานคร :

ห้างหุ้นส่วนสามัญสมาร์เทิร์นนิ่ง, 2553.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1**. กรุงเทพมหานคร :

สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, ม.ป.ป.

_____. **วงจรอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ,
2545.

_____. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์
ส่งเสริมวิชาการ, 2542.

พุทธรักษ์ แสงกิ่ง. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์

ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2558.

วีระศักดิ์ สุวรรณเพชร. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์บริษัท

ศูนย์หนังสือเมืองไทย, 2557.

อดุลย์ กัลยาแก้ว. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร(อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์)**. กรุงเทพมหานคร :

ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2546.

อิทธิพล วรรณวงศ์. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค

จำกัด, 2552.

แบบฝึกหัดหน่วยที่1 เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอด

คำชี้แจง 1. แบบฝึกหัดจำนวน 18 ข้อๆละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 18 คะแนน

2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัด 15 นาที

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายถูก(✓) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ถูก และทำเครื่องหมายผิด(×) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ผิด

- () 1. อะตอมคืออนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร
- () 2. การแบ่งธาตุหรือสารสามารถแบ่งออกได้เป็นตัวนำไฟฟ้า กึ่งตัวนำไฟฟ้า และฉนวนไฟฟ้า
- () 3. สารกึ่งตัวนำจะมีอิเล็กตรอนวงนอกสุดจำนวน 8 ตัว
- () 4. สารกึ่งตัวนำที่นิยมนำมาผลิตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ ซิลิคอน และเจอร์เมเนียม
- () 5. สารกึ่งตัวนำชนิดพีเกิดจากการนำธาตุซิลิคอนหรือเจอร์เมเนียมเจือปนกับธาตุที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว
- () 6. สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นจะมีอิเล็กตรอนอิสระจำนวนมากทำให้มีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างมาก
- () 7. เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นและชนิดพีต่อชนกันจะทำให้เกิดค่าดีพลีชันริจินตรงบริเวณรอยต่อ
- () 8. ค่าดีพลีชันริจินตรงรอยต่อของสารกึ่งตัวนำที่ทำมาจากเจอร์เมเนียมคือ 0.5 V.
- () 9. ไดโอดประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 3 ตอนมี 2 ขาคือแอโนดกับแคโทด
- () 10. ขาของไดโอดฝั่งที่มีขีดจะเป็นขาแอโนด
- () 11. การไบแอสตรงคือการจ่ายศักย์ไฟบวกให้ขาแคโทด และจ่ายศักย์ไฟลบให้ขาแอโนด
- () 12. การจ่ายไบแอสตรงให้ไดโอดจะทำให้ไดโอดนำกระแสและถ้าจ่ายไบแอสกลับไดโอดจะไม่นำกระแส
- () 13. วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นจะใช้ไดโอดต่อวงจร 2 ตัว
- () 14. วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์จะใช้ไดโอดต่อวงจร 4 ตัว
- () 15. ไดโอดถ้าได้รับแรงดันไบแอสกลับเกินค่าแรงดันเบรกดาวนจะทำให้ไดโอดได้รับความเสียหายได้
- () 16. คู่มือที่เป็นข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับตัวไดโอดที่ผู้ผลิตทำขึ้นมาเรียกว่า คาต้าชีต(Datasheet)
- () 17. การวัดและทดสอบไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์ถ้าวัดแบบไบแอสตรงและไบแอสกลับ 2 ครั้งแล้วเข็มมิเตอร์ชี้ไปยังศูนย์โอห์มแสดงว่าไดโอดปกติ
- () 18. ไดโอดขาดคือการวัดด้วยโอห์มมิเตอร์แบบไบแอสตรงและไบแอสกลับแล้วเข็มมิเตอร์ไม่ขึ้นมีค่าความต้านทานสูงมาก(∞)

เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่1 เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอด

คำชี้แจง 1. แบบฝึกหัดจำนวน 18 ข้อๆละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 18 คะแนน

2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัด 15 นาที

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายถูก(✓) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ถูก และทำเครื่องหมายผิด(×) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ผิด

- (✓) 1. อะตอมคืออนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร
- (✓) 2. การแบ่งธาตุหรือสารสามารถแบ่งออกได้เป็นตัวนำไฟฟ้า กึ่งตัวนำไฟฟ้า และฉนวนไฟฟ้า
- (×) 3. สารกึ่งตัวนำจะมีอิเล็กตรอนวงนอกสุดจำนวน 8 ตัว
- (✓) 4. สารกึ่งตัวนำที่นิยมนำมาผลิตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ ซิลิคอน และเจอร์เมเนียม
- (×) 5. สารกึ่งตัวนำชนิดพีเกิดจากการนำธาตุซิลิคอนหรือเจอร์เมเนียมเจือปนกับธาตุที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว
- (✓) 6. สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นจะมีอิเล็กตรอนอิสระจำนวนมากทำให้มีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างมาก
- (✓) 7. เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นและชนิดพีต่อชนกันจะทำให้เกิดค่าดีพลีชันริจินตรงบริเวณรอยต่อ
- (×) 8. ค่าดีพลีชันริจินตรงรอยต่อของสารกึ่งตัวนำที่ทำมาจากเจอร์เมเนียมคือ 0.5 V.
- (×) 9. ไดโอดประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 3 ตอนมี 2 ขาคือแอโนดกับแคโทด
- (×) 10. ขาของไดโอดฝั่งที่มีจี๊ดจะเป็นขาแอโนด
- (×) 11. การไบแอสตรงคือการจ่ายศักย์ไฟบวกให้ขาแคโทด และจ่ายศักย์ไฟลบให้ขาแอโนด
- (✓) 12. การจ่ายไบแอสตรงให้ไดโอดจะทำให้ไดโอดนำกระแสและถ้าจ่ายไบแอสกลับไดโอดจะไม่นำกระแส
- (×) 13. วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นจะใช้ไดโอดต่อวงจร 2 ตัว
- (✓) 14. วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์จะใช้ไดโอดต่อวงจร 4 ตัว
- (✓) 15. ไดโอดถ้าได้รับแรงดันไบแอสกลับเกินค่าแรงดันเบรกดาวนจะทำให้ไดโอดได้รับความเสียหายได้
- (✓) 16. คู่มือที่เป็นข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับตัวไดโอดที่ผู้ผลิตทำขึ้นมาเรียกว่า คาต้าชีต(Datasheet)
- (×) 17. การวัดและทดสอบไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์ถ้าวัดแบบไบแอสตรงและไบแอสกลับ 2 ครั้งแล้วเข็มมิเตอร์ชี้บ่ายเนมิค่าศูนย์โอห์มแสดงว่าไดโอดปกติ
- (✓) 18. ไดโอดขาดคือการวัดด้วยโอห์มมิเตอร์แบบไบแอสตรงและไบแอสกลับแล้วเข็มมิเตอร์ไม่ขึ้นมีค่าความต้านทานสูงมาก(∞)

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอด

วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

รหัสวิชา 2105 – 2005

ข้อสอบจำนวน 18 ข้อ (18 คะแนน)

เวลา 15 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดคือโครงสร้างอะตอมของสารกึ่งตัวนำ

ก. โปรตอนและนิวตรอน	ข. โปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน
ค. นิวเคลียสและโปรตอน	ง. อิเล็กตรอนและโปรตอน
2. วงจรโคจรของอิเล็กตรอนวงนอกสุดเรียกว่าอะไร

ก. อิเล็กตรอนอิสระ	ข. พันธะโควาเลนต์
ค. วาเลนซ์อิเล็กตรอน	ง. วงโคจรอิเล็กตรอน
3. สารกึ่งตัวนำมีอิเล็กตรอนวงนอกสุดกี่ตัว

ก. 4 ตัว	ข. 5 ตัว	ค. 8 ตัว	ง. 3 ตัว
----------	----------	----------	----------
4. ข้อใดคือสารกึ่งตัวนำ

ก. ฟอสฟอรัส	ข. โบรอน	ค. ซิลิคอน	ง. อินเดียม
-------------	----------	------------	-------------
5. ในการผลิตสารกึ่งตัวนำชนิดพี ต้องเติมธาตุเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดตรงกับข้อใด

ก. 5 ตัว	ข. 3 ตัว	ค. 1 ตัว	ง. 4 ตัว
----------	----------	----------	----------
6. ข้อใดคือโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำชนิดพี

ก. มีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างมากและโฮลเป็นพาหะข้างน้อย
ข. มีโฮลและอิเล็กตรอนอิสระเท่ากัน
ค. มีโฮลเป็นพาหะข้างมากเพียงอย่างเดียวไม่มีอิเล็กตรอน
ง. มีโฮลเป็นพาหะข้างมากและมีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างน้อย
7. ในการผลิตสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ต้องเติมธาตุเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดตรงกับข้อใด

ก. 4 ตัว	ข. 3 ตัว	ค. 8 ตัว	ง. 5 ตัว
----------	----------	----------	----------
8. ข้อใดคือโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น

ก. มีโฮลเป็นพาหะข้างมากและมีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างน้อย
ข. มีโฮลและอิเล็กตรอนอิสระเท่ากัน
ค. มีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างมากเพียงอย่างเดียวไม่มีโฮล
ง. มีอิเล็กตรอนอิสระเป็นพาหะข้างมากและโฮลเป็นพาหะข้างน้อย

9. ข้อใดคือความแตกต่างของสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็น

- ก. สารกึ่งตัวนำชนิดพีมีอิเล็กตรอนอิสระเป็นพาหะข้างมาก ส่วนสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นมีโฮลเป็นพาหะข้างมาก
- ข. สารกึ่งตัวนำชนิดพีมีโฮลเป็นพาหะข้างมาก ส่วนสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นมีอิเล็กตรอนอิสระเป็นพาหะข้างมาก
- ค. สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นไม่มีพาหะส่วนสารกึ่งตัวนำชนิดพีมีพาหะ
- ง. สารกึ่งตัวนำชนิดพีใช้ธาตุเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 3 ตัว แต่สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นใช้ธาตุเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 8 ตัว

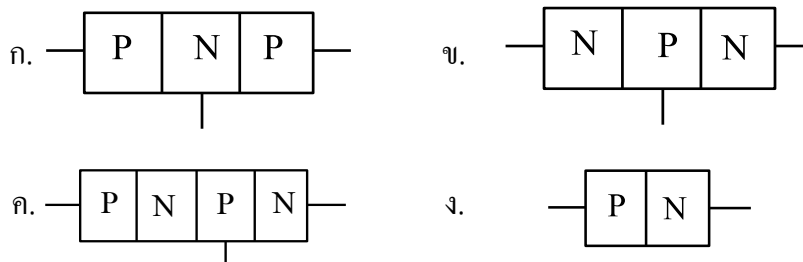
10. สารกึ่งตัวนำที่นิยมนำมาใช้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตรงกับข้อใด

- ก.เจอร์เมเนียม ข.อาเซนิก ค.โบรอน ง.แกลเลียม

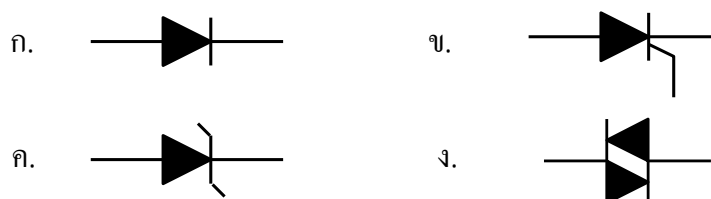
11. ค่าดีพลักชันตรงรอยต่อของไดโอดที่ทำมาจากเจอร์เมเนียมมีค่าตรงกับข้อใด

- ก.0.4 V ข.0.7 V ค.0.2 V ง.0.3 V

12. โครงสร้างของไดโอดตรงกับข้อใด



13. สัญลักษณ์ของไดโอดตรงกับข้อใด



14. จากกราฟแสดงคุณสมบัติของไดโอดในการจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ไดโอดชนิดซิลิคอน นำกระแสจะต้องมีแรงดันตกคร่อมบริเวณรอยต่อของตัวไดโอดมีค่าเท่าใด

- ก. 0.3 V ข. 0.7 V ค. 1 V ง. 1.3

15. แรงดันเบรกดาวน์ (Breakdown Voltage) คืออะไร

- ก. คือแรงดันที่ทำให้ไดโอดนำกระแสขณะจ่ายแรงดันไบแอสตรง
- ข. คือแรงดันที่ตกคร่อมรอยต่อไดโอดขณะได้รับไบแอสตรง

- ค. คือค่าแรงดันไบแอสกลับที่ไดโอดทำงานได้โดยไม่เกิดความเสียหาย
 ง. คือค่าพังทลายขณะไดโอดได้รับไบแอสกลับทำให้รอยต่อทะลุ
16. การจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ต่อไดโอดคือการจ่ายไบแอส ตามข้อใด
 ก. จ่ายศักย์ไฟบวกให้ขาแคโทด จ่ายศักย์ไฟลบให้ขาแอนโนด
 ข. จ่ายศักย์ไฟลบให้ขาแอนโนด จ่ายศักย์ลบให้ขาแคโทด
 ค. จ่ายศักย์ไฟบวกให้ขาแอนโนด จ่ายศักย์ไฟบวกให้ขาแคโทด
 ง. จ่ายศักย์ไฟบวกให้ขาแอนโนด จ่ายศักย์ไฟลบให้ขาแคโทด
17. Maximum Repetitive Peak Reverse Voltage หรือ V_{RRM} คือค่าอะไรของไดโอด
 ก. ค่าแรงดันจริงสูงสุด
 ข. ค่าแรงดันไบแอสกลับสูงสุด
 ค. ค่าแรงดันไฟตรงสูงสุด
 ง. ค่าแรงดันที่ทำให้ไดโอดนำกระแส
18. ข้อใดคือการนำไดโอดไปต่อใช้งาน
 ก. วงจรขลิบสัญญาณ
 ข. วงจรเรียงกระแส
 ค. วงจรทวีคูณแรงดัน
 ง. ถูกทุกข้อ

	เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน		หน่วยที่ 1
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005		สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย สารกึ่งตัวนำและไดโอด		
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด			เวลา 4 ชั่วโมง

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			
ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ข	10	ก
2	ค	11	ง
3	ก	12	ง
4	ค	13	ก
5	ข	14	ข
6	ง	15	ง
7	ง	16	ง
8	ง	17	ข
9	ข	18	ง

แบบเก็บคะแนนทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียน

หน่วยที่ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

ลำดับ	ชื่อ – สกุล	ผลคะแนน	
		Pre-Test	Post-Test
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			