

## หน่วยที่ 10

### การสื่อสารด้วยระบบเครื่องเสียง

#### หัวเรื่อง

- 10.1 หลักการของระบบเครื่องเสียง
- 10.2 ไมโครโฟน
- 10.3 เครื่องเล่นแผ่นเสียง
- 10.4 เครื่องบันทึกเสียง
- 10.5 ลำโพง

#### มโนทัศน์

1. ระบบเครื่องเสียงใช้หลักการของการจัดระบบซึ่งประกอบด้วยส่วนข้อมูลป้อนเข้ากระบวนการและผลลัพธ์
2. ไมโครโฟนเป็นเครื่องมือเปลี่ยนคลื่นเสียงที่เกิดการสั่นสะเทือนให้เป็นคลื่นสัญญาณไฟฟ้า แล้วส่งไปขยายสัญญาณในเครื่องขยายเสียง ซึ่งจะทำหน้าที่ปรับเปลี่ยนขยายสัญญาณส่งไปลำโพงเพื่อเปลี่ยนกลับเป็นคลื่นเสียงอีกครั้งหนึ่ง
3. เครื่องเล่นแผ่นเสียงเป็นเครื่องมือเปลี่ยนสัญญาณเสียงที่บันทึกไว้ในแผ่นเสียงโดยผลิตสัญญาณเสียงที่บันทึกไว้ในแผ่นเสียงในขณะที่แผ่นเสียงหมุน จากการที่เข็มกวาดไปตามร่องแผ่นเสียงและเข็มจะสั่นสะเทือนจากความขรุขระของร่องแผ่นเสียงทำให้เกิดเป็นสัญญาณแม่เหล็กสูงต่ำต่างกันแล้วนำไปขยายในเครื่องขยายเสียง
4. เครื่องเทปบันทึกเสียงเป็นเครื่องแปลงสัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าและบันทึกไว้บนอนุภาคของสารแม่เหล็กที่ฉาบไว้บนเส้นเทปเมื่อต้องการเล่นกลับเครื่องก็จะเก็บและแปลงสัญญาณไฟฟ้าส่งไปขยายให้เป็นสัญญาณเสียงออกทางลำโพงต่อไป
5. ลำโพงเป็นเครื่องมือเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียงโดยอาศัยความสูงต่ำของสัญญาณไฟฟ้าทำให้แผ่นไดอะแฟรมสั่นและเกิดเป็นเสียงขึ้น

### วัตถุประสงค์

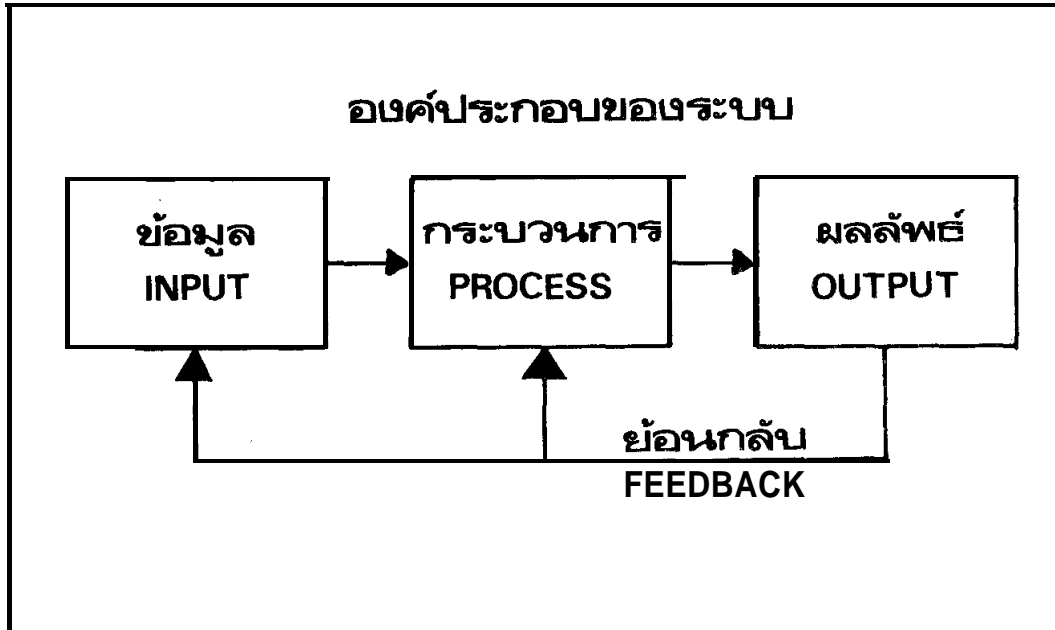
1. นักศึกษาสามารถอธิบายองค์ประกอบของระบบเครื่องขยายเสียงได้ถูกต้อง
2. นักศึกษาสามารถอธิบายประเภทของไมโครโฟนได้ถูกต้องทุกประเภท
3. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการโครงสร้างและประเภทของเครื่องเล่นแผ่นเสียงได้ถูกต้อง
4. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการ โครงสร้างและประเภทของเครื่องเทปบันทึกเสียงได้ถูกต้อง
5. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการ โครงสร้างและประเภทของลำโพงได้ถูกต้อง

## สารกถา 10.1

### หลักการของระบบเครื่องเสียง

#### 1. องค์ประกอบของระบบเครื่องเสียง

ระบบเครื่องเสียงยึดหลักการของการจัดระบบที่มีส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ ภาครับสัญญาณ (Input) ภาคปรับและขยายเสียง (Process) และภาคกระจายเสียง (Output) โดยมีผลย้อนกลับเพื่อปรับระดับเสียงตามที่ต้องการ



ภาพที่ 10.1 แสดงองค์ประกอบของระบบ

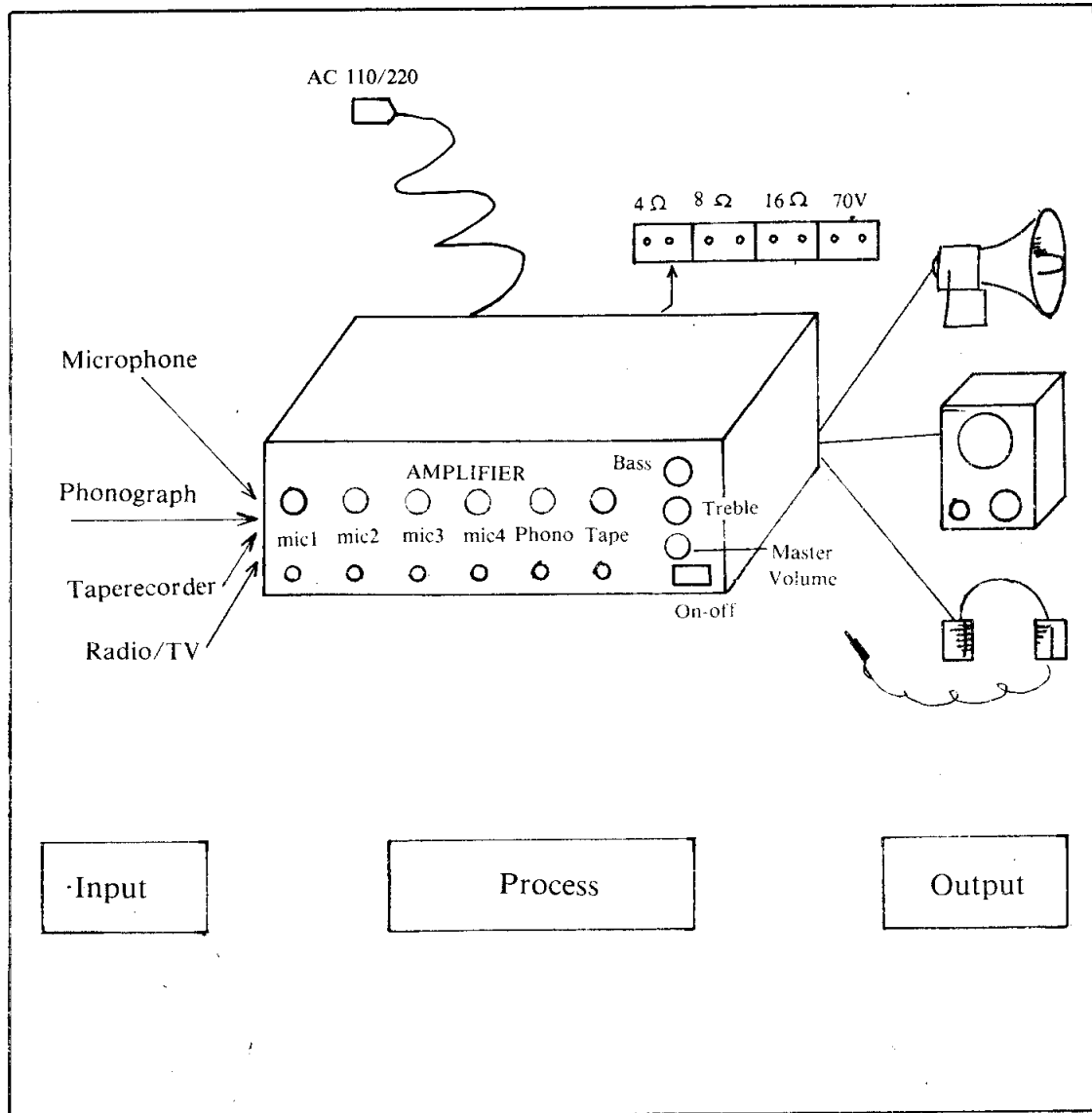
#### 1.1 ภาครับสัญญาณเสียง

ภาครับสัญญาณเสียง (Input) ได้แก่แหล่งเปลี่ยนสัญญาณเสียงเป็นคลื่นแม่เหล็กหรือกระแสไฟฟ้าส่งเข้าไปภายในภาคขยายและปรับเสียง ได้แก่

- (1) ไมโครโฟน (Microphones) สำหรับรับเสียงของเสียงดนตรีและเสียงธรรมชาติ
- (2) เครื่องเล่นแผ่นเสียง (Phonograph) สำหรับรับเสียงที่บันทึกบนแผ่นเสียงไว้
- (3) เครื่องเทปบันทึกเสียง (Taperecorder) สำหรับรับสัญญาณเสียงของเทปที่บันทึก

เสียงไว้

(4) แหล่งเสียงอื่น ๆ (Auxiliary) ได้แก่เสียงของเครื่องเทปบันทึกเสียงด้วยตนเอง จากเครื่องรับวิทยุกระจายเสียงและเครื่องรับวิทยุโทรทัศน์ เป็นต้น



ภาพที่ 10.2 องค์ประกอบระบบเครื่องเสียง

## 1.2 ภาคปรับและขยายสัญญาณเสียง

ภาคปรับและขยายสัญญาณเสียง (Process) ได้แก่ เครื่องขยายเสียง ซึ่งประกอบด้วย

- (1) สายไฟฟ้าและที่ปิดเปิด (On-Off or Power)
- (2) ที่เสียบสัญญาณเข้า (Jax) สำหรับเสียบ
  - ไมโครโฟนอาจมีหลายตัว
  - เครื่องเล่นแผ่นเสียง
  - เครื่องบันทึกเสียง
  - เครื่องปรับและทรานส์
- (3) ที่เร่งสัญญาณไมโครโฟน (Volume) เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องเล่นเทป ฯลฯ
- (4) ที่ปรับเสียงแหลม (Treble)
- (5) ที่ปรับเสียงทุ้ม (Bass)
- (6) ที่เร่งหรือเสียงรวม (Master Volume)
- (7) ที่เสียบหลายลำโพงที่ที่แบบไฟกระแสเป็นโวลท์หรือเป็นโอห์ม

## 3. ภาคกระจายเสียง

ภาคกระจายเสียง (Output) ได้แก่ ส่วนที่รับสัญญาณเสียงที่ได้ปรับและขยายสัญญาณแล้ว ได้แก่ที่เสียบสายลำโพงและลำโพงแบบต่าง ๆ

เราจะได้ศึกษาเรื่องนี้โดยละเอียดต่อไป

## 2. หลักการเกิดเสียง

คำว่า “เสียง” ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Audio” คำว่า “ออดิโอ” (Audio) มาจากภาษาละตินว่า Audire แปลว่า “การได้ยิน” มีความหมาย 3 นัยด้วยกัน คือ หมายถึง

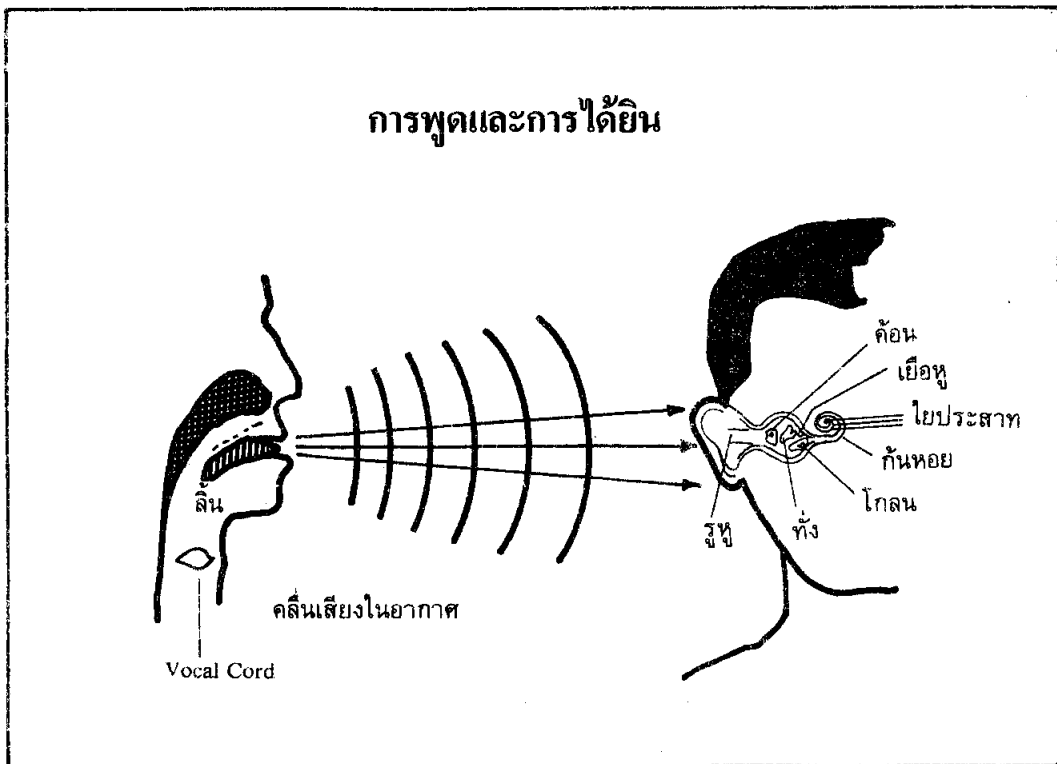
1. การฟังและการได้ยิน
2. ช่วงคลื่นเสียงที่หูของมนุษย์รับได้ คือ ช่วง 20-20,000 HZ (HERTZ = เฮิรตซ์)
3. การทำให้เกิดเสียง การเก็บบันทึกเสียงและการทำให้เกิดเสียงซ้ำเดิม โดยระบบใดระบบหนึ่ง

เสียงเดินทางไปในอากาศในลักษณะของอากาศที่ถูกอัดเป็นคลื่น เรียกว่า “คลื่นเสียง”

ถ้าต้นกำเนิดเสียงมีแรงมากก็จะมีเสียงดังได้ยินไปได้ไกล ถ้าต้นกำเนิดเสียงมีแรงน้อยเสียงก็จะค่อยและได้ยินเสียงในระยะใกล้ คลื่นเสียงนี้ไม่สามารถขยายให้ดังขึ้น หรือเก็บรักษารูปคลื่นไว้ได้ แต่สามารถเปลี่ยนเป็นคลื่นไฟฟ้าได้โดยอาศัยเครื่องมือทางไฟฟ้า เช่น ไมโครโฟน เป็นต้น

เมื่อเปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นคลื่นไฟฟ้าแล้วจะสามารถขยายให้มีพลังมากขึ้นได้และสามารถเก็บบันทึกโดยวิธีการทางไฟฟ้าไว้ได้เมื่อบันทึกแล้วก็ และสามารถแปลงกลับคืนมาเป็นคลื่นเสียงดังเดิมได้ด้วย

คลื่นเสียงที่ถูกแปลงให้เป็นคลื่นไฟฟ้าแล้วนี้เรียกว่า “สัญญาณ” (Signals)



### 3. ประเภทของระบบเสียง

ระบบเสียงที่รู้จักแพร่หลายในปัจจุบันมี 2 ระบบ คือ (1) ระบบโมโน และ (2) ระบบสเตอริโอ

3.1 ระบบโมโน (Monophonic) เป็นระบบที่มีทางเดินของคลื่นเสียงหรือคลื่นไฟฟ้าเพียง

ทางเดียว แม้จะมีต้นกำเนิดเสียงมากมายเพียงใดก็ตาม ทุกเสียงก็จะผสมผสานกันลงไปในเรื่องบันทึกเสียงเครื่องเดียว ขยายด้วยเครื่องขยายเสียงที่มีวงจรไฟฟ้าชุดเดียวแล้ววิ่งตามสายไฟไปออกที่ตู้ลำโพงตู้เดียว

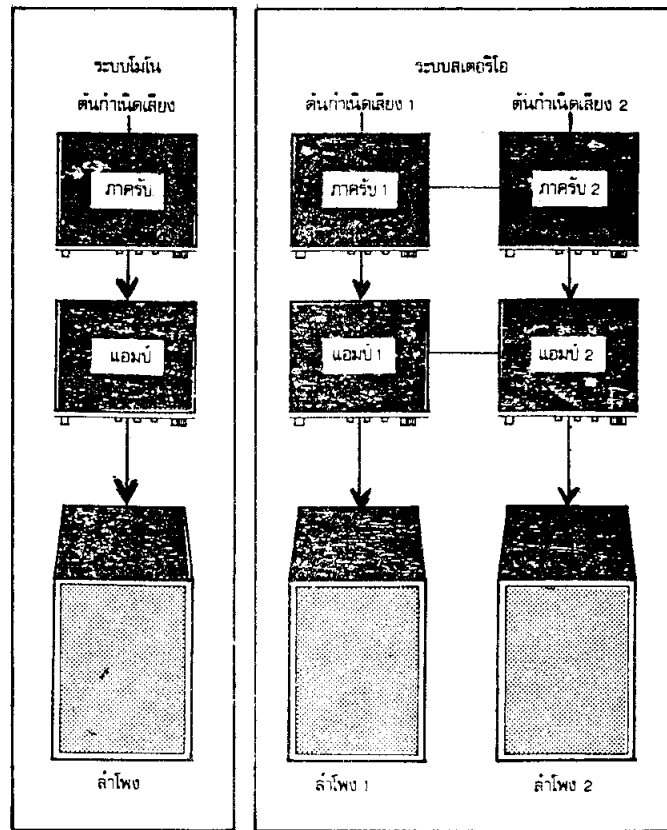
ในบางกรณีแม้ตู้ลำโพงจะมีลำโพง (Speaker) อยู่หลายตัว แต่เสียงที่เกิดจากตู้ลำโพงนั้นก็ยังถือว่าเป็น “โมโน” อยู่ดีเพราะมีเพียงเสียงเดียว

เครื่องเสียงในระบบโมโน ได้แก่ เครื่องเล่นแผ่นเสียงขนาดเล็ก ๆ เครื่องเทปบันทึกเสียงแบบ Open Reel ที่มีปลั๊กเสียบไมโครโฟนอันเดียว เครื่องรับวิทยุ AM (Amplitude Modulation) เครื่องรับวิทยุ AM และ FM คลื่น VHF ขนาดเล็ก ๆ เสียงจากเครื่องรับโทรทัศน์เป็นเสียงโมโนเช่นกัน แม้เครื่องรับโทรทัศน์บางเครื่องจะมีลำโพงสองตัวก็ไม่ใช่สเตอริโอ

3.2 ระบบสเตอริโอ (Stereo) เป็นระบบการทำงานที่มีทางเดินของคลื่นเสียงสองทางผ่านเครื่องขยายเสียงสองเครื่องแล้วไปออกที่ลำโพงสองตัว อีกนัยหนึ่งเป็นระบบการทำงานร่วมแรงร่วมมือระหว่างระบบโมโนสองระบบนั่นเอง

ดังนั้นเครื่องเสียงสเตอริโอไม่ว่าจะเป็นเครื่องเทปบันทึกเสียงหรือเครื่องขยายเสียง แม้ส่วนใหญ่จะบรรจุรวมในกล่องเดียวกัน แต่ภายในมักจะมีวงจรไฟฟ้าไว้สองชุดเสมอ ต่างกับเครื่องเสียงโมโนที่มีวงจรไฟฟ้าชุดเดียว แม้ตู้ลำโพงจะมีลำโพงสองสามอันแต่เสียงที่ตั้งออกมาก็เป็นเสียงโมโนเช่นเดิม

ระบบสเตอริโอ นั้นอาจแบ่งได้หลายประเภท เช่น



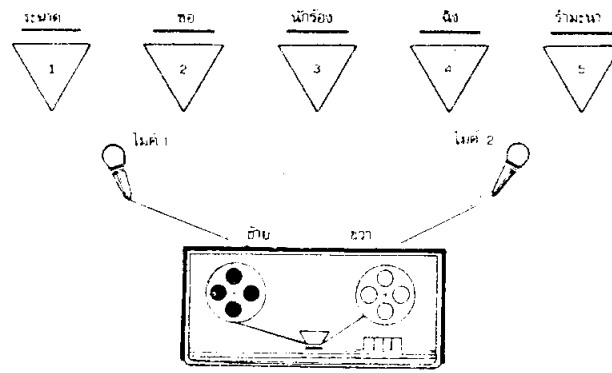
ภาพที่ 10.3 เปรียบเทียบโครงสร้างระบบโมโนกับระบบสเตอริโอ

- สเตอริโอสองทาง (Two Channel Stereo)
- สเตอริโอสามทาง (Three Channel Stereo)
- สเตอริโอสี่ทาง (Four Channel Stereo)
- และแบบหลายทาง (Multi Channel Stereo) เป็นต้น

ระบบข้างต้นแบบสามทาง สี่ทาง หรืออื่นใดก็ตาม สิ่งที่แตกต่างกันไปจากสเตอริโอสองทาง คือการเพิ่มจำนวนวงจรมากขึ้น และมีวงจรแมตริกซ์ ซึ่งเป็นวงจรผสมสัญญาณไฟระหว่างทาง ซ้ายกับทางขวาเพิ่มเข้ามาเท่านั้น

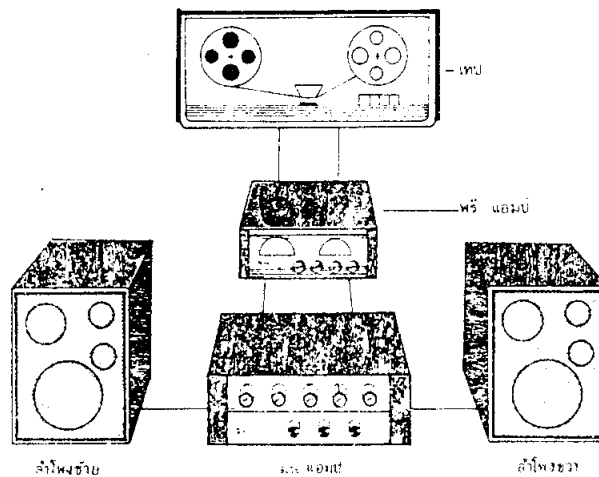
การบันทึกเสียงสเตอริโอ โดยที่เครื่องเสียงสเตอริโอจะมีทางเข้าของสัญญาณขาเข้าและสัญญาณขาออกสองชุด ในการบันทึกเสียงเพื่อให้ได้ระบบสเตอริโอเครื่องบันทึกเสียงจะมี





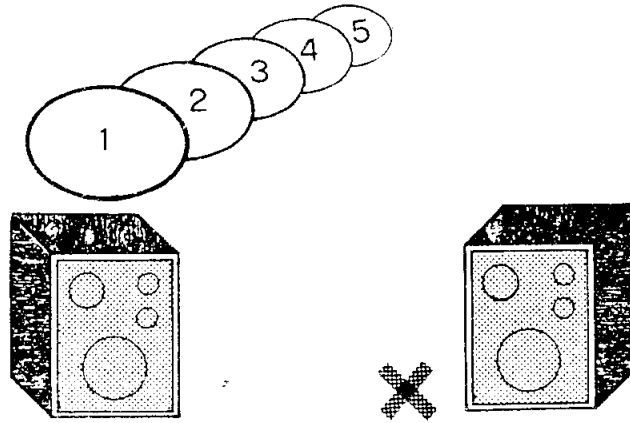
ภาพที่ 10.4 แสดงผังการบันทึกเสียงสเตอริโอ

ไมโครโฟนสองตัว สมมติว่ามีนักร้อง นักดนตรีจำนวน 5 คน ยืนเรียงรายกันอยู่หน้าไมโครโฟนตามระยะทางของนักร้อง นักดนตรีในภาพที่ 10.4 เสียงที่เข้ามาไมโครโฟนตัวที่ 1 จะมีเสียงดังและเสียงเบาตามลำดับระยะทางคือ ระนาด-ซอ-นักร้อง-ฉิ่ง- และ รำมะนา ตามลำดับ ส่วนไมโครโฟนตัวที่ 2 มี รำมะนา-ฉิ่ง-นักร้อง-ซอ-ระนาด ตามลำดับ เมื่อนำเทปที่บันทึกแล้วไปเข้ากับเครื่องขยายเสียงเปิดฟังดังภาพที่ 10.4

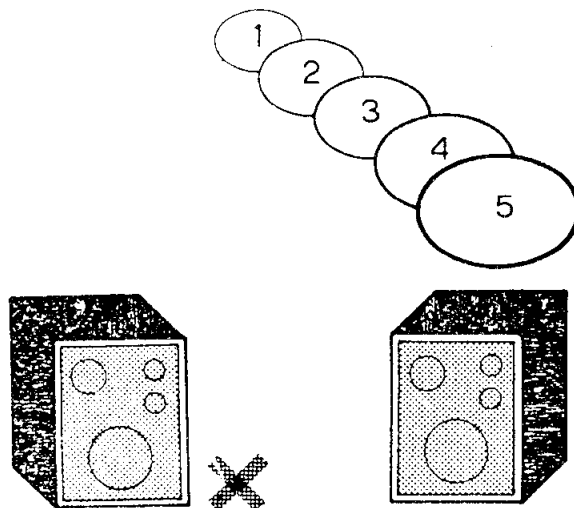


ภาพที่ 10.5 ชุดฟังสเตอริโอครบชุด

ถ้าผู้ฟังอยู่หน้าลำโพงทั้งสองจะได้ยินเสียงคล้าย ๆ กับนักร้อง นักดนตรีทั้ง 5 ยืนเรียงราย  
บรรเลงอยู่ต่อหน้าผู้ฟัง แต่ถ้าตัดสายไฟของลำโพงด้านขวาออกก็จะกลายเป็นเสียงโมโนออกทาง  
ลำโพงซ้ายแห่งเดียว มีเสียงระนาด-ซอ ดังมากที่สุด เสียงนักร้อง ฉิ่ง และรำมะนาดังแว่ว ๆ มาแต่ไกล  
หรือถ้าตัดสายไฟลำโพงด้านซ้ายออกเหลือลำโพงด้านขวาไว้ก็จะเป็นเสียงโมโนออกทางลำโพง  
ขวา มีเสียงรำมะนา ฉิ่ง ดังที่สุด เสียงนักร้อง ซอ ระนาด ดังมาแต่ไกล ดังภาพที่ 10.6 และ 10.7



ภาพที่ 10.6 ความรู้สึกเมื่อตัดลำโพงขวาออก



ภาพที่ 10.7 ความรู้สึกเมื่อตัดลำโพงซ้ายออก

#### 4. คุณภาพของเสียงในระบบโมโนและระบบสเตอริโอ

4.1 คุณภาพเสียงระบบโมโน เสียงจากเครื่องเสียงโมโนนั้น เสียงทุกเสียงจะรวมกันมาออกที่ลำโพงอันเดียว เป็นเหตุให้เสียงหักลบกลบกันไป เสียงเบา ๆ บางเสียงอาจจะหายไป ทำให้เสียงไม่เพราะ ไม่เหมือนกับต้นเสียง

4.2 คุณภาพเสียงระบบสเตอริโอ เสียงสเตอริโอเกิดจากสัญญาณทางซ้ายและทางขวาขยายและแปลงเป็นคลื่นเสียงโดยลำโพงทั้งสองข้าง เสียงจากลำโพงทั้งสองข้างแตกต่างกัน แต่ประสานกลมกลืนเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ทำให้เกิดผลทางเสียงหลายประการคือ

2.1 เสียงเหมือนฟังจากต้นกำเนิดเสียงจริงสูง (High Fidelity-Hi-Fi) ทั้งนี้เพราะเสียงสเตอริโอแบ่งกันออกจากสองลำโพง เสียงดังหรือเบาเสียงต่ำหรือสูงได้ยินชัดหมดเหมือนฟังจากต้นกำเนิดเสียงจริง

2.2 ทำให้เกิดเสียงก้องกลับ (Reverberation) เกิดความรู้สึกว่าเสียงลึกและกว้างหรือมีมิติแก่ผู้ฟัง ทำให้ผู้ฟังเกิดความรู้สึกถึงตำแหน่งที่มาของเสียง (Appearance) เมื่อความรู้สึกดังกล่าวรวมกันทำให้เกิดจินตนาการทางเสียงขึ้น (Sound Imaginatism) ถ้าเป็นวงดนตรีก็จะรู้สึกคล้ายกับว่ามีวงดนตรีมาบรรเลงอยู่ต่อหน้า เป็นต้น

##### กิจกรรม 10.1

1. จงอธิบายองค์ประกอบของระบบเครื่องเสียง

---

---

---

2. จงอธิบายหลักการและความจำเป็นต้องเปลี่ยนคลื่นเสียงไปเป็นคลื่นไฟฟ้า

---

---

---

3. ในการบันทึกเสียงที่ต้องการให้ได้เสียงเหมือนต้นกำเนิดเสียงเดิม และผู้ฟังเกิดความรู้สึกเหมือนอยู่ในเหตุการณ์นั้น ๆ ผู้บันทึกเสียงควรเลือกบันทึกเสียงระบบโมโนหรือสเตอริโอ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

#### แนวตอบ

ข้อ (1) ประกอบด้วย ภาคป้อนสัญญาณเข้า ภาคปรับและขยายเสียง และภาคกระจายเสียง

ข้อ (2) สาเหตุที่จำเป็นต้องเปลี่ยนคลื่นเสียงไปเป็นคลื่นไฟฟ้า เพราะคลื่นเสียงเป็นเพียงเสียงที่เดินทางไปในอากาศไม่สามารถเพิ่มหรือลดความดังได้แต่คลื่นไฟฟ้านั้น สามารถปรับเพิ่มหรือลดพลังงานเสียงได้ตามความต้องการ สามารถเก็บบันทึกโดยวิธีการทางไฟฟ้าและแปลงกลับคืนมาเป็นคลื่นเสียงดังเดิมได้

(3) ควรเลือกบันทึกเสียงระบบสเตอริโอ ทั้งนี้เพราะระบบสเตอริโอเป็นระบบที่มีวงจรไฟฟ้าในการบันทึก การขยาย และการแปลงคลื่นไฟฟ้ากลับมาเป็นคลื่นเสียงสองชุด ทำให้สามารถถ่ายทอดเสียงจากต้นกำเนิดเสียงทุกชนิดได้ครบถ้วนเหมือนจริง ต่างกับระบบโมโนที่มีวงจรไฟฟ้าชุดเดียว ทำให้การถ่ายทอดเสียงจากต้นกำเนิดมีการบกพร่องขาดหาย ซึ่งไม่เพราะ ไม่เหมือนจริง

## สารกถา 10.2

### ไมโครโฟน

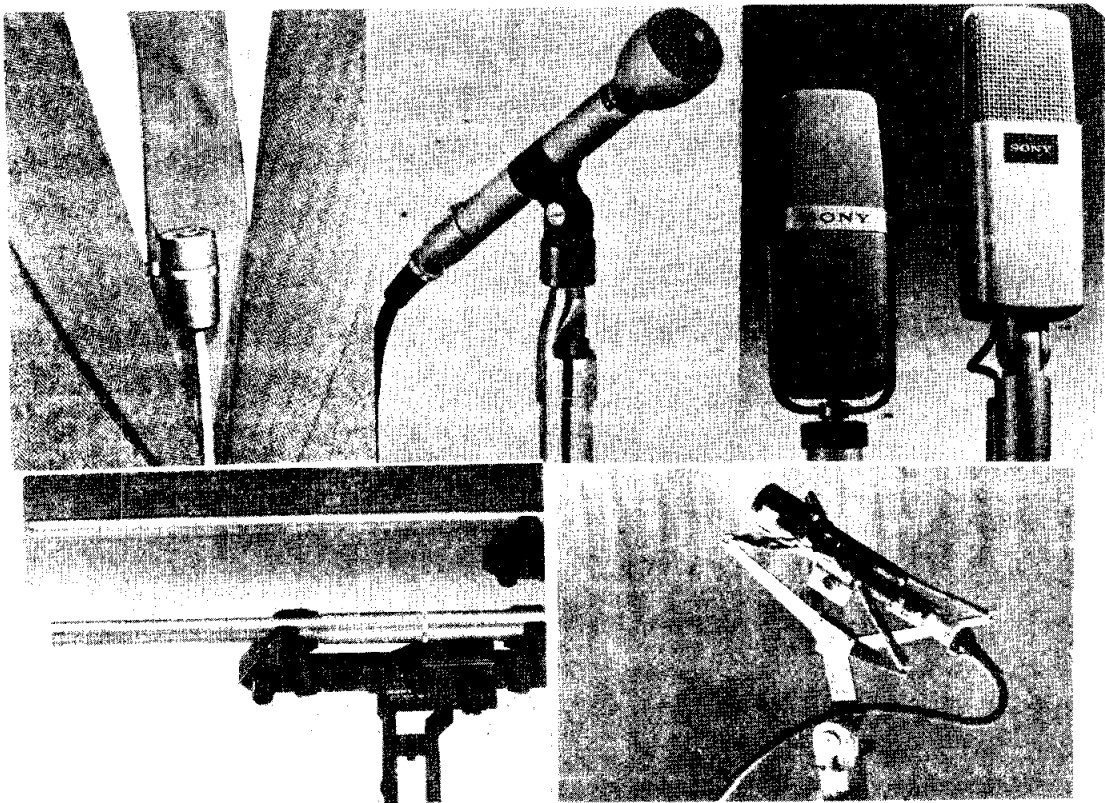
ไมโครโฟน (Microphone) เป็นเครื่องมือเปลี่ยนคลื่นเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ตรงกันข้ามกับลำโพง กล่าวคือ คลื่นเสียงเกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียง ทำให้อากาศมีความดันแตกต่างกันตามลักษณะของการสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียง วิ่ง

กระจายออกไปรอบข้างเหมือนคลื่นน้ำ คลื่นอากาศนี้เมื่อวิ่งมากระทบแผ่นสั่นสะเทือน (Diaphragm) ของไมโครโฟน ทำให้ไดอะแฟรมสั่น และเกิดสัญญาณไฟฟ้าขึ้นเล็กน้อยตามความแรงการสั่นของไดอะแฟรม

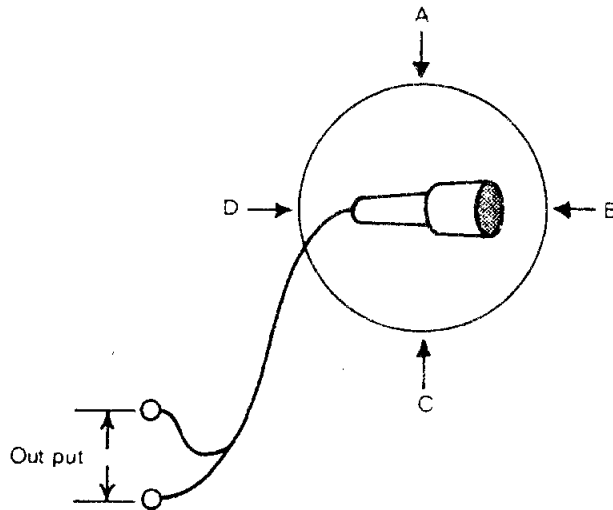
### 1. การแบ่งประเภทของไมโครโฟน

ไมโครโฟนอาจแบ่งประเภทได้หลายรูปแบบดังนี้

1.1 การแบ่งประเภทตามทิศทางการรับเสียง เมื่อคลื่นเสียงวิ่งไปกระทบแผ่นไดอะแฟรมของไมโครโฟนจะทำให้ไดอะแฟรมสั่นและเกิดสัญญาณไฟฟ้าขึ้นตามลักษณะการสั่นของไดอะแฟรม ทิศทางด้านหน้าของไดอะแฟรมตรงกับทิศทางของคลื่นเสียง จึงเป็นทิศทางของไมโครโฟนซึ่งแตกต่างกันไปตามโครงสร้างของไมโครโฟนแต่ละชนิด



ภาพที่ 10.8 ไมโครโฟนแบบต่าง ๆ



ภาพที่ 10.9 วิธีกำหนดทิศทางของไมโครโฟน

การวัดหรือกำหนดทิศทางของไมโครโฟนทำโดยให้ไมโครโฟนเป็นศูนย์กลางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียง A B C และ D โดยให้ทำมุม 90 องศา ซึ่งกันและกันและห่างจากไมโครโฟนเท่า ๆ กัน แหล่งกำเนิดเสียง A B C และ D ปลอ่ยเสียงดังเท่า ๆ กันออกมาแล้วใช้เครื่องวัดเสียงไปวัดสัญญาณขาออกของไมโครโฟน นำปริมาณสัญญาณขาออกที่วัดได้ไปเขียนเป็นกราฟก็จะได้ผังแสดงทิศทางของไมโครโฟนโดยวิธีนี้เราจะแบ่งไมโครโฟนออกเป็น 4 ประเภท คือ

(1) **แบบรอบทิศ (Omni Directional Microphone)** เป็นไมโครโฟนที่มีความไวเท่ากันหมดทั้ง 4 ด้าน ไม่ว่าเสียงจะมาจากทิศทาง A B C หรือ D ก็สามารถรับเสียงเหล่านี้ได้ดีเท่า ๆ กัน (ดัง pattern ที่ 1 ในภาพที่ 10.10)

(2) **แบบสองทาง (Bi-Directional)** ไมโครโฟนแบบนี้มีความไวเป็นพิเศษสองข้างซึ่งอยู่ตรงกันข้ามกันคือ ทาง A และ C มีแผนความไวเป็นรูปเลข 8 (ดัง pattern ที่ 2 ในภาพที่ 10.10) เป็นที่นิยมใช้มากในห้องส่งกระจายเสียงทางวิทยุหรือการพูดที่มีสองคนนั่งหันหน้าเข้าหากัน

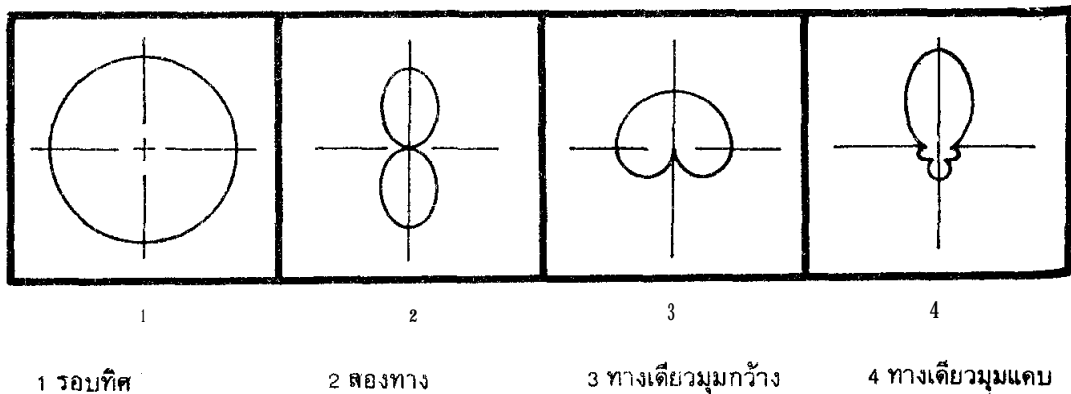
(3) **แบบทางเดียว (Uni directional)** รับเสียงได้ดีทางด้านหน้า แต่มีมุมกว้างในแคตตาล็อก นอกจากจะแสดง pattern ดัง pattern ที่ 3 ภาพที่ 10.10 แล้ว บางครั้งก็กำหนด

องศาการรับเสียงไว้ด้วย เป็นแบบที่นิยมใช้ทั่วไป เช่น ใช้ในการบันทึกเสียง ใช้ในงานและ  
ในวงดนตรีต่าง ๆ

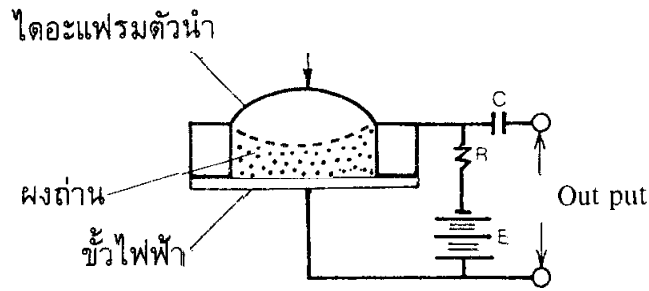
(4) แบบมุมแคบ (Cardiod Front Sharp Direction) รับเสียงได้ไวทางด้านหน้า  
และมีมุมแคบมาก (ดัง pattern ที่ 4 ในภาพที่ 10.10) เหมาะสำหรับใช้จับเสียงที่อยู่ไกล ๆ และมี  
ทิศทางแน่นอน เช่น บนเวทีละคร ห้องส่งโทรทัศน์ สนามกีฬา เสียงสัตว์ตามธรรมชาติ เป็นต้น  
แต่ปัจจุบันนี้การจับเสียงที่อยู่ไกล ๆ เช่น เสียงสัตว์ตามธรรมชาตินิยมใช้จานรวมเสียงแบบ  
พาราโบลาเข้าชุดกับไมโครโฟนแบบทางเดียว

### 1.2 การแบ่งประเภทไมโครโฟนตามโครงสร้างการแปลงสัญญาณ

(1) คาร์บอนไมโครโฟน (Carbon Microphone) อาศัยหลักการที่เวลาที่มีการสั่นหรือ  
เพิ่มแรงกดดันให้กับผงถ่านคาร์บอนในไมโครโฟนจะทำให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าของผงคาร์บอน  
บรรจุอยู่และยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เมื่อไดอะแฟรมสั่นก็จะทำให้ความกดดันบนผงคาร์บอน  
เปลี่ยนแปลงตามความแรงเบาการสั่นของไดอะแฟรม กระแสไฟก็จะเปลี่ยนไปตามค่าความ  
ต้านทานของคาร์บอนกลายเป็นกระแสสัญญาณไฟ (ดูภาพที่ 10.11) เครื่องพูดโทรศัพท์ทั่วไปใช้  
แบบนี้ แต่ไม่นิยมกันเนื่องจาก (ก) ต้องมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน (ข) ความไวไม่แน่นอนเปลี่ยนแปลง  
ความกดดันของบรรยากาศและความชื้น และ (ค) มีเสียงรบกวนมาก

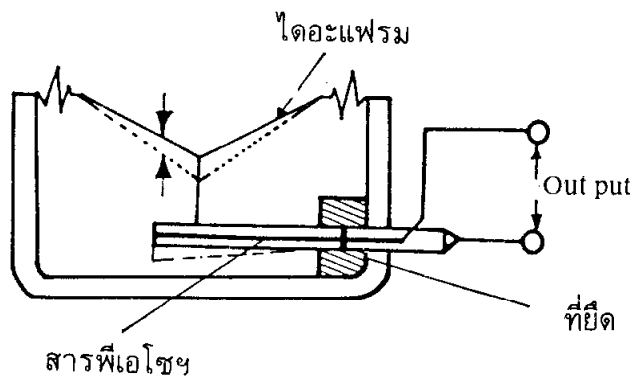


ภาพที่ 10.10 แผนภาพแสดงประเภทของไมโครโฟน



ภาพที่ 10.11 คาร์บอนไมโครโฟน

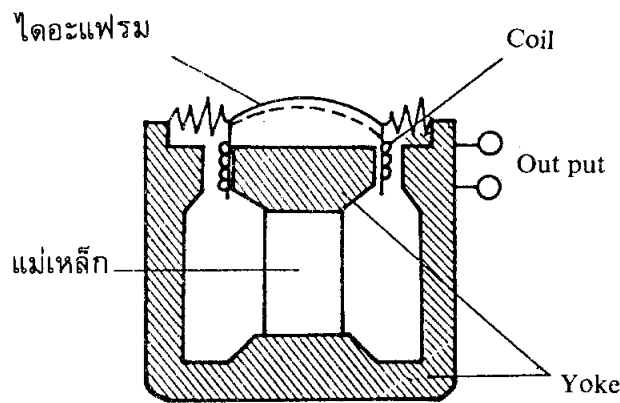
(2) ไมโครโฟนแบบพีเอโซ (Piezo electricity Microphone) อาศัยสารที่มีคุณลักษณะพิเศษที่ได้รับแรงกดดันหรือแรงบีบแล้วทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น ได้แก่ พลังผลึกของสารต่าง ๆ เช่น แบเรียม เป็นต้น เมื่อไดอะแฟรมสั่นจะทำให้ความกดดันอากาศภายในเปลี่ยนแปลงและทำให้เกิดกระแสสัญญาณขึ้นจากผลึกของสารที่บรรจุไว้ภายใน (ดูภาพที่ 10.12) ไมโครโฟนแบบนี้มีโครงสร้างที่ง่าย ใช้สะดวก และความไวสูง แต่ในที่ซึ่งมีอุณหภูมิสูง ๆ และความชื้นมาก ๆ ประสิทธิภาพจะด้อยลง และบางที่ถึงกับใช้การไม่ได้



ภาพที่ 10.12 พีเอโซอิเล็กทริคิตีไมโครโฟน

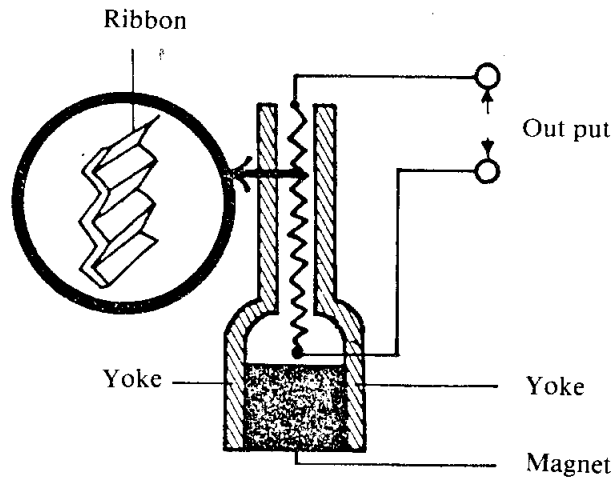


(3) ไดนามิคไมโครโฟน (Dynamic Microphone) มีโครงสร้างประกอบด้วยขดเหนียวนำเคลื่อนที่ได้ จึงมีชื่ออีกชื่อหนึ่งว่า เอ็ม.ซี ไมโครโฟน (Moving coil Microphone) คือ มีขดนำตัวไฟฟ้า (Coil) ติดอยู่กับแผ่นไดอะแฟรมสวมอยู่ระหว่างสนามแม่เหล็ก เมื่อไดอะแฟรมสั่นก็จะทำให้ขดเคลื่อนที่และเกิดกระแสสัญญาณขึ้น (ดูภาพที่ 10.13) ลักษณะเด่นของไดนามิคไมโครโฟนคือมีช่วงคลื่นที่รับได้กว้างคือ ทั้งเสียงสูงและต่ำ รับผิดชอบโดยตลอด เสียงรบกวนไม่มี ใช้งานง่าย แต่ข้อเสียคือรับอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กภายนอกทำให้เกิดเสียงพื้นได้ง่าย



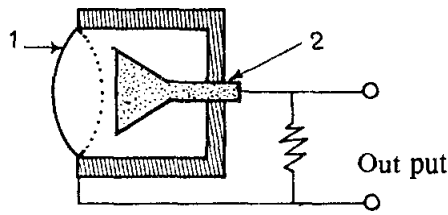
ภาพที่ 10.13 ไดนามิคไมโครโฟน

(4) ริปบินไมโครโฟน (Ribbon Microphone) หลักการเหมือนกับไดนามิคไมโครโฟนทุกประการ แต่ใช้โลหะแผ่นบาง ๆ เหมือนริปบินพับซ้อน ๆ กัน ไว้แทนขดตัวนำไฟฟ้า คลื่นเสียงเข้าไปทาง “yoke” ซึ่งมีช่องอยู่ทั่วไป คลื่นเสียงไปทำให้ริปบินสั่นโดยตรง แม้คุณภาพเสียงดีมากก็จริงแต่ไวต่อเสียงลมและการสั่นสะเทือนภายนอก ฝุ่นละอองเข้าไปในทางช่องอากาศได้ง่าย ก่อนหน้าที่จะมีการประดิษฐ์คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน คนนิยมใช้ไมโครโฟนแบบนี้มาก



ภาพที่ 10.14 Ribbon Microphone

5. คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (Condenser Microphone) ไมโครโฟนแบบนี้เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางสำหรับนักเครื่องเสียงอาชีพทั้งหลาย เพราะมีความไวและคุณภาพเสียงดีมาก โดยเฉพาะเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง ๆ โครงสร้างประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าสองขั้ว ขั้วหนึ่งเคลื่อนที่ได้ทำหน้าที่เป็นไดอะแฟรมเรียกว่า “Electrostatic Diaphragm” และอีกขั้วหนึ่งอยู่ด้านหลัง เมื่อต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง (DC) มาตรึงขั้วไฟฟ้าทั้งสองไว้ตัวไมโครโฟนก็จะมีคุณลักษณะเหมือนคอนเดนเซอร์ตัวหนึ่ง เมื่อแผ่นอิเล็กโตรลิตไดอะแฟรมสั่นเนื่องจากคลื่นเสียงระยะทางระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองก็เปลี่ยนแปลงไป หรืออีกนัยหนึ่ง คือค่าประจุของคอนเดนเซอร์เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากแผ่นอิเล็กโตรลิตไดอะแฟรมทำได้บางมาก ขนาดประมาณ 10 ไมครอน จึงเบามาก คลื่นเสียงเพียงนิดเดียวก็ทำให้สั่นสะเทือนได้ ทำให้ไมโครโฟนแบบนี้มีความไวสูง ต้นกำเนิดไฟ สำหรับตรึงขั้วไฟฟ้าทั้งสองส่วนมากใช้แบตเตอรี่ขนาดเล็ก บรรจุไว้ภายในตัวไมโครโฟน ถ้าคุณภาพของเสียงเปลี่ยนแปลงไป หรือเกิดข้อขัดข้อง ควรตรวจดูแบตเตอรี่นี้ (ดูภาพที่ 10.15)



1. ไดอะแฟรม (สารตัวนำไฟฟ้า)
2. ขั้วไฟฟ้าติดกับที่

ภาพที่ 10.15 คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน

**6. อิเล็กโทรไลต์คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (Electrolyte Condenser Microphone)**

มีโครงสร้างเหมือนกับคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนทุกประการ แต่แทนที่จะใช้ไฟ DC ตรึงระหว่างขั้วทั้งสองก็ใช้สารที่มีคุณลักษณะพิเศษที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ในตัวของมันเองคือสารพวก “electrolyte” มาทำเป็นแผ่นไดอะแฟรม แต่ปัจจุบันได้เปลี่ยนมาใช้สารอิเล็กโทรไลต์เป็นขั้วด้านหลังและใช้ไฟ (DC) ตรึงระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองเหมือนคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน ทำให้ได้ไมโครโฟนที่มีความไวสูงคุณภาพเสียงดีและกินไฟน้อยกว่าแบบคอนเดนเซอร์ธรรมดา

**7. สเตอริโอไมโครโฟน (Stereo Microphone)** อาจจะเป็นไมโครโฟนแบบใดแบบหนึ่งใน

ใน 6 แบบที่กล่าวมาแล้ว แต่ภายในไมโครโฟน 1 ตัว บรรจุชุดไมโครโฟนไว้ 2 ชุด สำหรับรับเสียงสองทางเพื่อการบันทึกเสียงแบบสเตอริโอ

การบันทึกเสียงแบบสเตอริโอมักมีการติดตั้งไมโครโฟนสองประเภทตามวิธีการบรรจุชุดไมโครโฟน แบบที่หนึ่งบรรจุไมโครโฟนสองชุด ชุดหนึ่งเป็นแบบสองทาง อีกชุดหนึ่งเป็นแบบทางเดียว สัญญาณจากไมโครโฟนทั้งสองตัวผ่านไปยังวงจรเมตริกส์กลายเป็นสัญญาณซ้ายและขวา อีกแบบหนึ่งบรรจุชุดไมโครโฟนแบบทางเดียวสองตัว หันส่วนหน้าไปคนละข้าง คือ ซ้ายกับขวา ทั้งสองแบบสามารถรับเสียงเพื่อบันทึกเป็นแบบสเตอริโอ บางตัวมีที่หมุนปรับมุมระหว่างชุดไมโครโฟนทั้งสอง ทำให้สามารถรับเสียงมีผลเป็นสเตอริโอที่มีความลึกความกว้างแตกต่างกันไปตามสถานการณ์ได้ด้วย ไมโครโฟนแบบนี้เรียกว่า “One Point Stereo Microphone”

**8. ไมโครโฟนไม่มีสาย (Wireless Microphone)** ไมโครโฟนทุกตัวมีสายไฟฟ้าสำหรับ

ต่อสัญญาณไปยังเครื่องขยาย แต่ไมโครโฟนไม่ใช้สายส่งสัญญาณไปยังเครื่องขยายโดยคลื่นวิทยุ และส่วนมากเป็น FM ที่มีความถี่ที่จูนเนอร์รับได้

## 2. เทคนิคการใช้ไมโครโฟนในการพูด

2.1 *เลือกไมโครโฟนให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อม* ก่อนจะลงมือบันทึกเสียง ประการแรกต้องเลือกประเภทของไมโครโฟนให้เหมาะสมกับความมุ่งหมาย และสภาพแวดล้อมเสียก่อน ไมโครโฟนแตกต่างกันหูคนมาก หูคนเราสามารถเลือกและจะได้ยินเฉพาะเสียงที่เราสนใจฟังเท่านั้น ส่วนไมโครโฟนจะเก็บเสียงทุกเสียงที่ผ่านเข้ามา ดังนั้นสถานที่ที่มีเสียงรอบข้างมากควรจะต้องเลือกไมโครโฟนชนิดทางเดียว หรือแบบมูมแคบ แต่ถ้าต้องการเก็บเสียงรอบข้างก็ต้องใช้แบบรอบทิศทาง เป็นต้น สถานที่ซึ่งมีเสียงรบกวนอื่น ๆ มากจะใช้ไมโครโฟนที่มีความไวสูงเกินไปไม่ได้ เพราะเสียงรบกวนจะเข้ามาแทรกเสียงที่ต้องการบันทึกได้มากขึ้น

2.2 *ไม่เอาไมโครโฟนไปใกล้ ๆ แหล่งกำเนิดเสียงเกิน* ไมโครโฟนจะรับเสียงที่มีความถี่ต่ำ ๆ ได้ดีเกินความจำเป็นและเสียงสูง ๆ จะรับได้น้อยลง ถ้าเอาเข้าใกล้ปากมากก็ทำให้เกิดเสียงเพี้ยน เสียงพึม ๆ ฟังไม่ได้ศัพท์ โดยทั่วไปแล้ว ไมโครโฟนควรอยู่ห่างจากต้นกำเนิดเสียงประมาณ 20-30 ซม. แต่ถ้าจำเป็นต้องให้ไมโครโฟนอยู่ติดกับแหล่งกำเนิดเสียงก็แก้ได้โดยใช้ไมโครโฟนชนิดที่มีสวิตช์สำหรับตัดเสียงต่ำลง (Low-cut Switch) หรือไม่ก็ใช้วินด์สกรีน (Wind Screen) เข้าช่วย วินด์สกรีนคือหัวครอบไมโครโฟนอาจจะเป็นตาข่ายลวด หรือเป็นพวกฟองน้ำ ไมโครโฟนบางตัวจะมีให้พร้อมอยู่แล้ว

2.3 *การบันทึกเสียงนอกสถานที่* นอกจากจะมีเสียงรบกวนรอบข้างแล้ว เสียงรบกวนที่เกิดจากลมจะมีมากเป็นพิเศษ ขณะบันทึกหูคนจะไม่ค่อยได้ยินเสียงลม แต่พอไปเปิดเทปฟังแล้วบางทีแทบจะไม่ได้ยินเสียงเอาเลยทีเดียว จะต้องเตรียมไมโครโฟนเพื่อป้องกันเสียงลม โดยใช้วินด์สกรีนเสมอ หรือถ้าไม่มีจะใช้ผ้าเช็ดหน้าห่อหัวไมโครโฟนไว้ก็ได้

2.4 *กรณีจำเป็นที่จะต้องต่อสายไมโครโฟนยาว ๆ* จะต้องเลือกไมโครโฟนให้เหมาะสม ถ้าแบ่งไมโครโฟนตามขนาดของอิมพีแดนซ์แล้วอาจจะแบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือ พวกอิมพีแดนซ์ต่ำ (Low Impetence) มีอิมพีแดนซ์ตั้งแต่ 1 กิโลโอห์ม (1 k) ลงไปกับพวกอิมพีแดนซ์สูง High Impetance) มีอิมพีแดนซ์ ตั้งแต่ 2 K ขึ้นไป ถ้าจำเป็นต่อสายยาว ๆ ต้องเลือกพวกอิมพีแดนซ์ต่ำ เพราะพวกอิมพีแดนซ์สูงจะทำให้เกิดเสียงรบกวนได้ง่าย

2.5 *ควรใช้ไมโครโฟน 3 สายเพื่อกันเสียงกวน* เพราะเสียงกวนจากแม่เหล็กไฟฟ้า (Inducing Noise) เป็นเสียงรบกวนที่เกิดจากเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องที่ทำการบันทึกเสียง มีเสียงหึ่ง ๆ

หรือเสียงฮัมของไฟฟ้า AC ขนาด 50-60 Hz ให้เคลื่อนไมโครโฟนออกไปห่างจากเครื่องใช้ที่ใช้ไฟฟ้า หรือหมุนหาทิศทางที่เสียงกวนเบาที่สุด ไมโครโฟนทั่วไปมีสายสัญญาณออกสองสาย เรียกว่าแบบ “Unbalanced” กันเสียงกวนประเภทนี้ได้ไม่ดีเท่ากับแบบสามสาย คือ มีสายดินรวมอยู่ด้วยเรียกว่าแบบ “Balanced” ห้องใดที่มีเสียงกวนประเภทนี้มาก ควรใช้แบบ “Balanced”

2.6 ความดังของเสียงตำแหน่งของไมโครโฟนกับการบันทึกเสียงดนตรี เมื่อจะบันทึกเสียงดนตรีที่เล่นสด ๆ ด้วยเครื่องบันทึกให้ได้เสียงไพเราะใกล้เคียงกับเสียงจริง สิ่งแรกที่ต้องรู้คือความดังของเสียงดนตรีจากเครื่องดนตรีแต่ละตัว และกำหนดตำแหน่งที่ตั้งไมโครโฟนให้เหมาะสม อย่าลืมนำความดังของเสียงลดลงตามระยะทางจากต้นเสียงถึงไมโครโฟน เช่น ถ้า ณ จุดห่างจากต้นเสียง 1 เมตร เสียงดัง 60 dB ถ้าระยะทางไกลเข้าเป็น 50 ซม. ความดังจะเพิ่มขึ้นเป็น 66 dB ถ้าห่างออกเป็น 2 เมตร ความดังของเสียงจะลดลงเหลือ 54 dB ถ้าวางไมโครโฟนไว้ใกล้ต้นเสียงเกินไป ก็จะทำให้เสียงเพี้ยนดังได้กล่าวมาแล้ว ถ้าวางไว้ห่างเกินไป ไมโครโฟนก็จะดึงเอาเสียงรบกวนอื่น ๆ เข้าไปด้วย ความดังของเสียง (Level) กับตำแหน่งที่ตั้งของไมโครโฟนจึงเป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกของการบันทึกเสียง

ออนไมค์ (On Mic) คือวิธีบันทึกเสียงที่เอาไมโครโฟนไปจ่อไว้ที่ต้นกำเนิดเสียง ได้เสียงจากต้นกำเนิดเสียงโดยตรงไม่มีเสียงรบกวนรอบข้าง แต่เสียงที่ได้จะไม่มีความนุ่มนวล เหมาะสำหรับการบันทึกเสียงดนตรีพวกแจส หรือเพลงพวก Pop Hit ต่าง ๆ การบันทึกเสียงวิธีนี้ สัญญาณออกจากไมโครโฟนจะมีระดับสูงผิดปกติ จึงต้องอาศัยเครื่องผสมเสียง (Sound Mixer) หรือมี Volume ควบคุมระดับของไมโครโฟนในเครื่องบันทึกเสียงลดระดับสัญญาณลงให้เหมาะสม

ออฟไมค์ (Off Mic) คือการบันทึกเสียงแบบตรงกันข้ามกับ On Mic แทนที่จะรับเสียงโดยตรงจากต้นกำเนิดเสียงอย่างเดียวก็นำไมโครโฟนไปรับเสียงสะท้อนอื่น ๆ ด้วย ทำให้ได้ความรู้สึกนุ่มนวลกลมกลืนของเสียงดนตรี แต่การเลือกตำแหน่งของไมโครโฟนต้องพิจารณาอย่างดี ห้องที่มีเสียงสะท้อนมากเกินไปบันทึกเสียงโดยวิธีนี้ไม่ได้ เสียงจะติดกันยุ่งไปหมด ต้องใช้วิธี On Mic

การปรับคุณภาพเสียง หมายถึงการจัดที่ของแหล่งกำเนิดเสียง หรือการเลือกชนิดและที่ตั้งของไมโครโฟนเพื่อให้ได้เสียงที่เหมาะสมกลมกลืนกัน เช่น เสียงเบสให้อยู่ใกล้ ๆ ไมโครโฟน เสียงทรมเปิดก็ต้องห่างออกไป เป็นต้น

<p><b>กิจกรรม 10.2</b></p> <p>1. จงอธิบายหลักการทำงานของไมโครโฟน</p> <hr/>
<p>2. จงสรุปวิธีการแบบประเภทของไมโครโฟน</p> <hr/> <hr/>
<p>3. ไมโครโฟนมีความจำเป็นอย่างไร อธิบาย</p> <hr/> <hr/>

### สารกถา 10.3

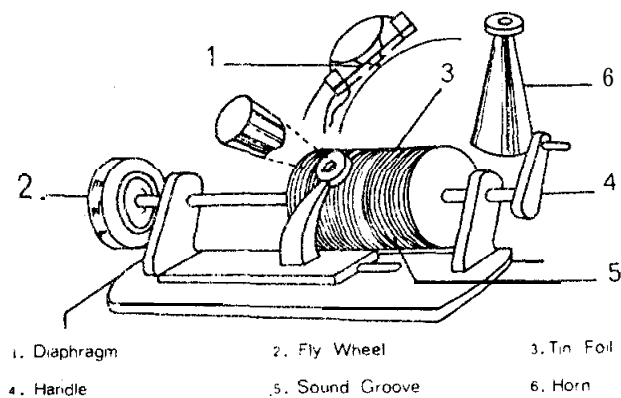
#### เครื่องเล่นแผ่นเสียง

##### 1. ความเป็นมาและกระบวนการผลิตแผ่นเสียง

###### 1.1 ประวัติแผ่นเสียง

เป็นช่วงเวลานานนับร้อยปีที่คนโบราณมีความคิดฝันที่จะเก็บเสียงของตนเสียงคนรัก หรือเสียงดนตรีที่ไพเราะเพราะพริ้งเอาไว้ แต่สุดท้ายความสามารถของคนสมัยนั้นที่คิดเก็บเอาคลื่นอากาศไว้แล้ว เปิดให้กลับเป็นคลื่นเสียงเดิมอีกได้ จนถึงสมัยเอ็ดิสัน (Thomas Alva Edison) (1847-1931) คนจึงได้ข้อหาแตกต้นกับความสำเร็จของเอ็ดิสันที่ได้คิดประดิษฐ์หีบเสียง (Phonograph) สามารถบันทึกและเปิดฟังเสียงเดิมได้ เมื่อปี ค.ศ. 1877

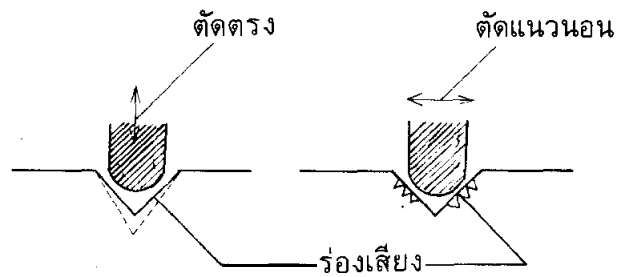
ทึบเสียงของเอ็ดิสันประกอบด้วยแกนหมุนห่อด้วยแผ่นดีบุกบาง ๆ ข้างหนึ่งเป็นมือหมุน (Handle) อีกด้านหนึ่งถ่วงด้วยน้ำหนักควบคุมความเร็ว (Fly wheel) มีเข็มเสียงอยู่ตรงกลางของแผ่นสันสะท้อน เมื่อเอาโฟน (Phone) รูปกรวยมาต่อเข้ากับแผ่นสันสะท้อนหมุนที่มือหมุนให้เข็มครูดไปบนแผ่นดีบุก พุดกรอกเสียงลงที่โฟนจะทำให้เข็มสั่นในทางขึ้นลง ทำให้เกิดเป็นร่องเสียงบนแผ่นดีบุกในทางขึ้นและลง เมื่อเลื่อนเข็มเสียงมาที่จุดเริ่มต้น หมุนที่มีมือหมุนก็จะทำให้เกิดเสียงขึ้น แบบของเอ็ดิสันนั้นบันทึกเสียงหลาย ๆ ชุดไม่ได้ เปลี่ยนแผ่นดีบุกไม่ได้ (ดูภาพที่ 1.16)



ภาพที่ 10.16 ทึบเสียงแบบของเอ็ดิสัน

ต่อมาจึงมีผู้คิดทำแผ่นเสียงแบบแผ่นอย่างปัจจุบันนี้ขึ้น วิธีการตัดร่องเสียง (Cutting) ก็ต่างจากของเอ็ดิสัน คือแบบของเอ็ดิสันเข็มตัดหรือเข็มเสียงเคลื่อนที่ทางตั้งเจาะร่องลึกหรือตื้น ส่วนแผ่นเสียงแบบแผ่นเข็มตัดและเข็มเสียงเคลื่อนที่ซ้ายขวาความลึกของร่องเท่าเดิม ระยะแรก ๆ เป็นการบันทึกเสียงพูดธรรมดา ต่อมาจึงได้บันทึกเสียงดนตรี และหาวิธีที่จะให้เสียงที่บันทึกเป็นธรรมชาติมากขึ้น จนได้แผ่นเสียงสเตอริโอแบบสองทางและแผ่นเสียง 4 ทาง (4 channel) แบบปัจจุบันนี้ (ดูภาพที่ 10.17 ประกอบ)

## ทิศทางการเคลื่อนที่ของเข็มตัด



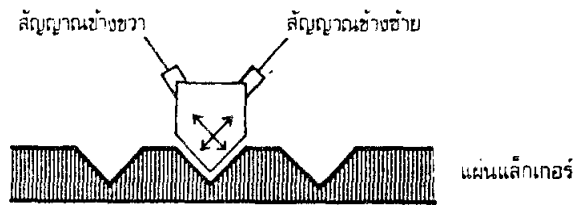
ภาพที่ 10.17 วิธีตัดร่องเสียงแบบแนวตั้งกับแนวอน

### 1.2 กระบวนการผลิตแผ่นเสียง

แม้ปัจจุบันจะมีการคิดประดิษฐ์กระบวนการทำแผ่นเสียงแปลกแตกต่างกันไปแล้ว แต่แต่ละบริษัทจะคิดขึ้น เพื่อให้ได้แผ่นเสียงที่ดีมีคุณภาพก็ตาม กระบวนการโดยทั่วไปดำเนินการทำดังต่อไปนี้

1. ประชุมตกลงระหว่างคณะว่าจะทำแผ่นเสียงอะไร เช่น (classic pop jass ฯลฯ)
2. ช้อมนักร้องนักดนตรี โดยติดตั้งไมโครโฟน (Microphone) ครบ 8-16 ตัว ขณะช้อมก็ฟังเสียงจากลำโพงจากไมโครโฟนแต่ละตัวไปด้วย
3. พอใจแล้วลงมือบันทึกเสียงลงมาสเตอร์เทป (Master Tape) เป็นเทปเส้นใหญ่ เครื่องใหญ่มีตั้งแต่ 8-16 แทรค (Track) เสียงดนตรีแต่ละอย่างหรือแต่ละประเภทถูกบันทึกแยกกันแต่ละแทรค เพื่อให้ได้เสียงที่ชัดเจน
4. นำมาสเตอร์เทป ต่อผ่านมายังเครื่องผสมเสียง (Sound Mixer) เพื่อผสมและแยกเสียงจาก 16 แทรค บันทึกเข้าไปในเทปให้เหลือ 2 แทรคขั้นตอนนี้เรียกว่าการเรียบเรียงเสียง (Edit) หรือบางคนก็เรียกว่าแทรคดาวน์ (Track Down) เป็นงานหนักและงานที่อาศัยความสามารถของผู้กำกับจะได้แผ่นเสียงที่มีคุณภาพของเสียงเป็นอย่างไรก็อยู่ในขั้นตอนนี้
5. นำเทป 2 แทรคที่ได้ไปเข้าเครื่องตัดร่องเสียง (Cutting Machine) เนื่องจากหน้าตัดของเข็มตัด ทำมุม 90 องศาต่อกัน สัญญาณเสียงแทรคที่ 1 เข้าทางขวามือจะทำให้หน้าตัดด้านซ้ายสันแทรคที่ 2 เข้าทางซ้ายมือจะทำให้หน้าตัดด้านขวาสันตามทิศทางลูกศรชี้ (ดูภาพ 10.17 ประกอบ) แผ่นที่เข็มตัดตัดครั้งแรกคือแผ่นแลคเกอร์ (Lacquer)





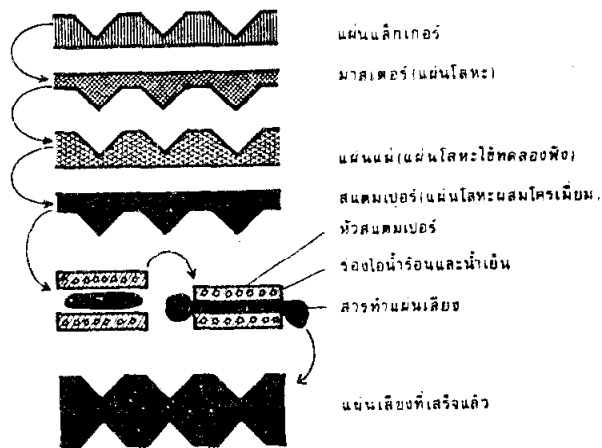
ภาพที่ 10.17ข. การเคลื่อนที่ของเข็มตัดในการบันทึกเสียงแบบสเตอริโอ

6. ทดลองฟังเสียงจากแผ่นเล็กเกอร์เพียงหนึ่งครั้ง ฟังมากไม่ได้เพราะแผ่นเล็กเกอร์ชำรุดได้ง่าย ถ้าพอใจแล้วก็นำแผ่นเล็กเกอร์นี้ไปหล่อแผ่นมาสเตอร์ซึ่งเป็นโลหะ ตรวจสอบแผ่นมาสเตอร์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์เพราะแผ่นมาสเตอร์นี้มีร่องเสียงนูนออกมา ตรวจสอบโดยฟังเสียงไม่ได้

7. นำแผ่นมาสเตอร์ (Master) ไปหล่อแผ่นแม่ (Mother) ซึ่งเป็นโลหะที่แข็งกว่าแล้วทดลองฟังจนเป็นที่พอใจ

8. นำแผ่นแม่มาหล่อสแตมเปอร์ (Stamper) ซึ่งเป็นโลหะผสมโครเมียม เป็นแผ่นที่มีความแข็งที่สุด ตรวจสอบความเรียบร้อยโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

9. นำแผ่นสแตมเปอร์ด้านหน้ากับด้านหลังไปติดกับหัวสแตมป์เปอร์ข้างบนกับข้างล่าง ที่หัวสแตมเปอร์มีช่องสำหรับให้ความร้อน (ไอน้ำร้อน) และความเย็น (ไอน้ำเย็น) อยู่ด้วย นำวัสดุที่จะทำเป็นแผ่นเสียงมาวางไว้ระหว่างกลางของหัวสแตมเปอร์อัดหัวสแตมเปอร์เข้าหากัน



ภาพที่ 10.18 ลำดับการผลิตแผ่นเสียง

ด้วยแรงอัดสูง เมื่อแกะออกก็จะได้แผ่นเสียงที่ต้องการ เมื่ออัดหัวสแตมเปอร์เข้าหากัน หัวสแตมเปอร์จะร้อนโดยปล่อยไอน้ำร้อนเข้าไปในช่องหัวสแตมเปอร์ พอกดเข้าหากันเต็มที่แล้วจะฉีดไอน้ำเย็นเข้าไปแทนที่ เนื่องจากวัสดุที่ทำแผ่นเสียง เป็นวัสดุที่ถูกความร้อนแล้วอ่อนตัว ถูกความเย็นแข็งตัว เมื่อเลื่อนสแตมเปอร์ออกจากกันก็จะได้แผ่นเสียงที่ต้องการ

### กิจกรรม 10.3 (1)

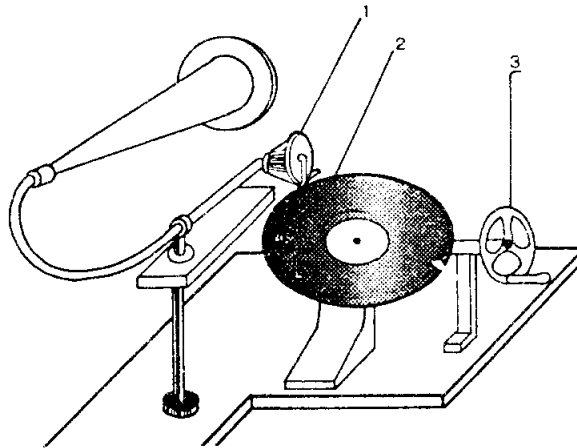
- ให้นักศึกษาใส่หมายเลข 1-10 ลงหน้าข้อ ตามลำดับเหตุการณ์ ก่อน-หลัง
- 1) บันทึกเสียงลงมาสเตอร์เทป แยกเสียงดนตรีแต่ละประเภทลงแต่ละแทรค
  - 2) ทดลองฟังเสียงจากแผ่นเล็กเกอร์ หากพอใจก็นำไปหล่อแผ่นมาสเตอร์ ซึ่งเป็นโลหะ
  - 3) นำแผ่นแม่มาหล่อแผ่นสแตมเปอร์
  - 4) เอ็ดดิสันประดิษฐ์หูฟังเสียง
  - 5) ซ้อมนักร้อง นักดนตรี และติดตั้งเครื่องเสียง ไมโครโฟน
  - 6) เรียบเรียงเสียง โดยนำมาสเตอร์เทป ต่อผ่านมายังเครื่องผสมเสียง เพื่อผสมและแยกเสียงจาก 16 แทรค ให้เหลือ 2 แทรค
  - 7) ประชุมตกลงระหว่างคณะว่าจะจัดทำแผ่นเสียงอะไร
  - 8) นำวัสดุที่จะทำแผ่นเสียงมาวางไว้ระหว่างกลางของหัวสแตมเปอร์ อัดหัวสแตมเปอร์เข้าหากันด้วยแรงอัดสูง เมื่อแกะออกก็จะได้แผ่นเสียงที่ต้องการ
  - 9) นำแผ่นมาสเตอร์ ไปหล่อแผ่นแม่
  - 10) นำเทป 2 แทรคที่ได้ไปเข้าเครื่องต่อร่องเสียง

### แนวตอบ

41) 72) 93) 14) 35) 56) 27) 108) 89) 610)

## 2. ส่วนประกอบของเครื่องเล่นแผ่นเสียง

2.1 แท่นแผ่นเสียง (Turntable) หรือที่พาแผ่นเสียงหมุน คือ กลไก ชุดที่วางแผ่นเสียงและพาแผ่นเสียงหมุน ทำให้เข็มวิ่งกวาดไปตามร่องเสียงได้ เทิน เทเบิลเครื่องแรกเป็นกลไกที่หมุนด้วย



1. Pick up 2. Turntable 3. Handle

ภาพที่ 10.19 หีบเสียงแบบหมุนด้วยมือ

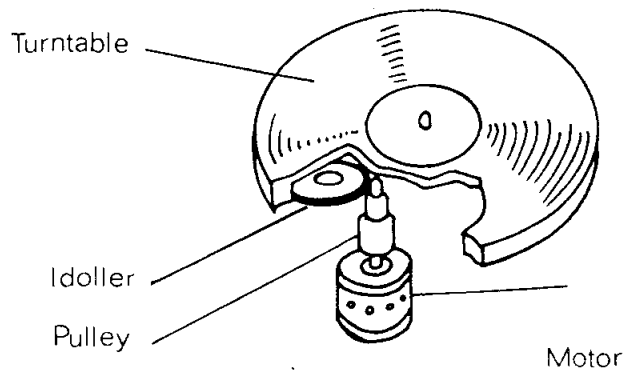
มือ ความเร็วจึงไม่คงที่ (ดูภาพที่ 10.19 ประกอบ) ต่อมาก็มีผู้คิดเฟืองทดควบคุมความเร็วของการหมุนขึ้นเรียกว่าเครื่องควบคุม (Governor) และแทนที่จะใช้มือหมุนก็ใช้สปริงม้วนไขลาน ไขลานครั้งเดียวสามารถใช้ได้เป็นเวลาหลายนาที หลังจากนั้นก็มาถึงสมัยใช้แรงมอเตอร์ ก่อนหน้านั้นหีบเสียงไม่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าเลย พอใช้แรงมอเตอร์หมุนก็ต้องใช้ไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์เป็นหีบเสียงไฟฟ้า ปัญหาการหมุนของเทิน เทเบิลนี้ได้รับการพัฒนามาเป็นเวลานานโดยนักวิทยาศาสตร์ นักประดิษฐ์มากมายจึงได้กลายมาเป็นเทิน เทเบิลแบบที่มีความเร็วเที่ยงตรงและควบคุมด้วยไฟฟ้า และแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันนี้ถ้าเราสังเกตจะพบว่าเทิน เทเบิลมีความเร็วหลายขนาด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากพัฒนาการช่วงแรกของหีบเสียง อาศัยฟังเสียงจากการสั่นสะเทือนของเข็มเสียงโดยตรง ไม่มีเครื่องขยายอย่างปัจจุบันนี้ การที่แผ่นเสียงหมุนเร็ว ๆ ก็ทำให้เสียงดังขึ้นได้ และการควบคุมจำนวนรอบของการหมุนให้คงที่นั้นก็ได้ยากสำหรับสมัยก่อน หีบเสียงสมัยไขลานจึงมีความเร็ว 78 รอบต่อนาที และ 80 รอบต่อนาทีก็เคยมี ต่อมาความเร็วช้าที่เรียกว่า LP (Long Play)  $33\frac{1}{3}$  รอบต่อนาทีนั้นมีต้นเหตุมาจากการบันทึกเสียงประกอบภาพยนตร์ ฟิล์มภาพยนตร์ที่มีขายในสมัยนั้น 1 ม้วน

ฉายได้ 30 นาที แผ่นเสียง LP ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม. (16 นิ้ว) หนึ่งหน้าจึงใช้เป็นเสียงคู่กับ ภาพยนตร์ได้ 1 ม้วนพอดี พอรู้วิธีบันทึกเสียงลงในฟิล์มแล้ว แผ่นเสียงใหญ่ ๆ ขนาด 40 ซม. ก็เลิกใช้ไป ต่อมามีการปรับปรุงให้เหมาะสมกับความยาวของเพลงและความเหมาะสม ทางกลไกเกี่ยวข้องกับความถี่ของกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ได้ความเร็ว 45 รอบต่อนาที สำหรับ แผ่นเสียงขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 ซม. นอกนั้นก็ยังมีแผ่นเสียงขนาด 25 และ 30 ซม. ใช้ความเร็ว 33 $\frac{1}{3}$  รอบต่อนาที

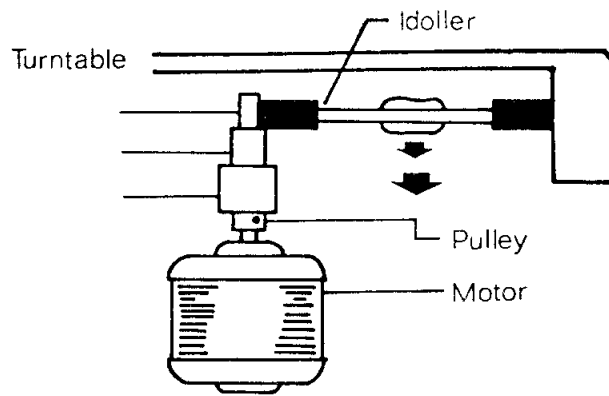
(1) พัฒนาการมอเตอร์สำหรับเทิน เทเบิลมอเตอร์สมัยแรกมีความเร็วสูงมากขนาด 3000 รอบต่อนาที ทดความเร็วลงให้เหลือ 72 รอบต่อนาทีตามต้องการ โดยอาศัยเฟืองทดที่ เรียกว่า โอเมกเกียร์ (Ohm Gear) ปัญหาสำคัญที่แก้ไม่ตกคือการทำมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วทำให้เกิดการสั่นสะเทือน ทำให้เกิดเสียงรบกวนขึ้นทั้งโดยตรงและโดยทำให้โทนอาร์มสั่น จึงมีผู้ พยายามคิดปรับปรุงแก้ไขโครงสร้างภายในของมอเตอร์จนได้ความเร็วลดลงเป็น 1500 รอบ ต่อนาที 1000 รอบต่อนาที ตามลำดับเรื่อยมาจนปัจจุบันนี้มีมอเตอร์หมุนช้าขนาดจำนวนรอบ เท่ากับจำนวนรอบของเทิน เทเบิล คือ 33 $\frac{1}{3}$  รอบต่อนาที ที่เรียกว่าไดเรกต์ไดรฟ์มอเตอร์ (Direct Drive Motor) ซึ่งควบคุมความเร็วโดยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่าวงจรวอร์เซอร์โว (Servo-Circuit) สามารถลดการสั่นสะเทือนจากแรงการหมุนของมอเตอร์ได้มากที่สุดทีเดียว

(2) การถ่ายถอดการหมุนจากมอเตอร์ไปสู่เทิน เทเบิล เนื่องจากมอเตอร์มีความ เร็วสูงนับเป็นพันรอบต่อนาที จำเป็นต้องใช้เฟืองทดความเร็วลงเพื่อให้เทิน เทเบิล หมุนได้ 78 รอบต่อนาทีตามต้องการ การทดจำนวนรอบให้น้อยลงสมัยแรกใช้โอเมกเกียร์ดังได้กล่าวมาแล้ว แต่ความเร็วที่ต้องการไม่ได้มีขนาดเดียว มี 33 $\frac{1}{3}$ , 45 รอบต่อนาทีด้วย จำเป็นจะต้องมีมอเตอร์ สามตัว โอเมกเกียร์ 3 ชุด จึงจะได้ครบทุกความเร็ว สิ้นเปลืองและไม่สะดวกด้วยประการทั้งปวง จึงมีคนคิดประดิษฐ์การทดความเร็วจากมอเตอร์ตัวเดียวให้เปลี่ยนแปลงได้หลายแบบขึ้น

*แบบที่ 1* คือแบบรีมไดรฟ์ (Ream Drive) เป็นแบบที่อาศัยล้อยางแบน ๆ เรียกว่า ไอดอลเลอร์ (Idoller) เป็นตัวกลางถ่ายถอดแรงหมุนโดยสัมผัสกับแกนมอเตอร์ ซึ่งมีขนาดรัศมี ต่าง ๆ กันสามตอน อีกด้านหนึ่งไปสัมผัสกับขอบรีมด้านในของเทินเทเบิล ทำให้เกิดการหมุนเร็ว หรือช้าตามอัตราส่วนระหว่างรัศมีของแกนมอเตอร์กับรัศมีของเทิน เทเบิล (ดูภาพที่ 10.20 และ 10.21)



ภาพที่ 10.20 Ream Drive



ภาพที่ 10.21 การเคลื่อนที่ของ Idoller เพื่อเปลี่ยนความเร็ว

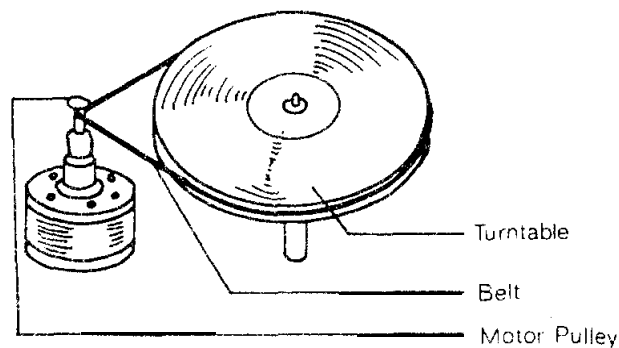
เมื่อเปลี่ยนความเร็วก็มีที่เลื่อนไอดอลเลอร์ไปสัมผัสแกน (Pulley) ที่ต้องการข้อเสียของระบบนี้คือการสั่นสะเทือนที่เกิดจากการหมุนของมอเตอร์ส่งทอดไปถึงเทิน เทเบิลได้ง่าย คือ จากแกนมอเตอร์ผ่านไปยัง ไอดอลเลอร์จากไอดอลเลอร์ไปยังเทิน เทเบิล แล้วทำให้เกิดเสียงรบกวนขึ้นที่คาร์ตริจ อีกอย่างหนึ่งถ้าผิวสัมผัสระหว่างไอดอลเลอร์กับขอบในของเทิน เทเบิลไม่เรียบสนิทก็เกิดการสั่นสะเทือนได้ง่ายด้วย จึงมีผู้คิดวิธีแก้ปัญหาโดยใช้แบบที่ 2

แบบที่ 2 คือแบบเบลต์ไดรฟ์ (Belt Drive) เริ่มแรกของระบบนี้ใช้สายพานยางสวมผ่านระหว่างแกนมอเตอร์กับขอบนอกของเทิน เทเบิล ใช้ได้ดีแต่เกาะกะ จัดรูปแบบให้สวยงาม

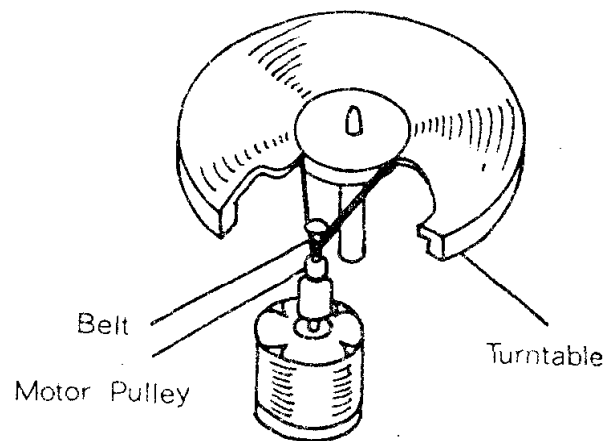
ได้ยาก จึงเปลี่ยนให้สายพานสวมผ่านแกนมอเตอร์กับแกนในของเทิน เทเบิล (ดูภาพที่ 10.22 และ 10.23)

วิธีนี้ลดการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ลงได้มาก เพราะการยึดหยุ่นของสายพาน ยางและเปลี่ยนความเร็วโดยอาศัยคันเลื่อน (Shift Lever) เลื่อนสายพานขึ้นหรือลงไปยัง แกนมอเตอร์ส่วนที่ต้องการ

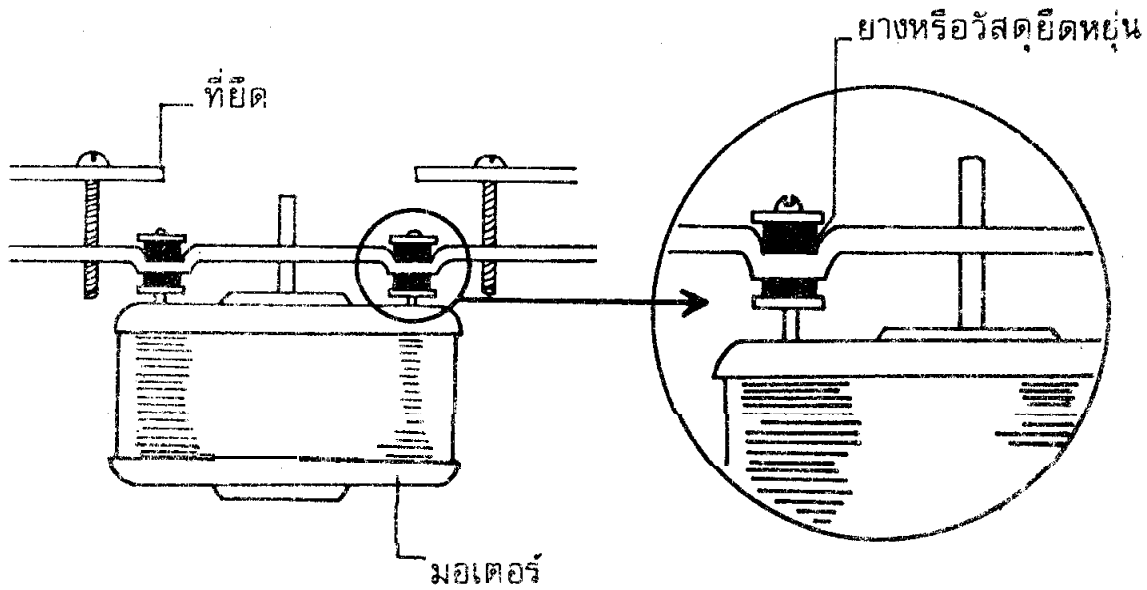
นอกจากนี้ทั้งแบบรیمไครฟ์และเบลตไครฟ์ยังสามารถป้องกันการสั่นสะเทือน ของมอเตอร์ได้อีกทางหนึ่ง คือใช้ยางรองรับระหว่างขายึดมอเตอร์กับฐานยึด (ดูภาพที่ 10.24)



ภาพที่ 10.22 Belt Drive แบบเก่า



ภาพที่ 10.33 Belt Drive แบบปัจจุบัน



ภาพที่ 10.24 โครงสร้างกันสะเทือนจากการหมุนของมอเตอร์

(3) วิธีนับและควบคุมจำนวนรอบการหมุนของเทิน เทเบิล บางคนคงจะเคยสังเกตเห็นขอบนอกของเทิน เทเบิลของเครื่องเล่นแผ่นเสียงดี ๆ บางเครื่องมีเส้นสายขาว-ดำสลับกันเป็นแถบ อาจจะมีแถบ 4 แถบ หรือแถบเดียว ถ้าเป็นประเภท 4 แถบ ความห่างของสายขาวดำจะแตกต่างกัน วิธีนับใช้วิธีฉายไฟเป็นจังหวะตามอัตราส่วนที่ต้องการ ถ้าเทิน เทเบิลหมุนได้จำนวนรอบตามกำหนด ไฟที่ฉายเป็นจังหวะก็จะเห็นสีขาวเหมือนกับว่ามันหยุดอยู่กับที่ คือฉายแนวก็เจอตรงกลางสีขาวทุกที เครื่องมือฉายไฟตรวจนับนี้เรียกว่า สโตรโบสโคป (Stroboscope) ที่เครื่องเล่นแผ่นเสียงบางเครื่องมีแถบขาวดำ 4 แถบนั้น สำหรับสโตรโบสโคปที่มีช่วงการฉายไฟอัตราเดียว แต่ถ้าความถี่ของไฟฟ้าตามบ้านเปลี่ยนไป จังหวะของสโตรโบสโคปก็จะเปลี่ยนไปด้วย ดังนั้น

แบบที่ 1 จึงจัดไว้สำหรับไฟฟ้าความถี่ 50 Hz จำนวนรอบการหมุน  $33\frac{1}{3}$  รอบต่อนาที

แบบที่ 2 จึงจัดไว้สำหรับไฟฟ้าความถี่ 50 Hz จำนวนรอบการหมุน 45 รอบต่อนาที

แถบที่ 3 จึงจัดไว้สำหรับไฟฟ้าความถี่ 60 Hz จำนวนรอบการหมุน  $33\frac{1}{3}$  รอบต่อนาที

แถบที่ 4 จึงจัดไว้สำหรับไฟฟ้าความถี่ 60 Hz จำนวนรอบการหมุน 45 รอบต่อนาที

ในกรณีที่มีแถบขาวดำไว้แถบเดียวก็ไปปรับช่วงเวลาฉายไฟของสโตรโบสโคป ไปก็ได้ผลเช่นเดียวกัน ส่วนการควบคุมก็เพียงแต่บวกรวมจอร์อิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังมอเตอร์เข้าไปปรับแสงสะท้อนจากสโตรโบสโคปก็จะสามารถควบคุมการหมุนของมอเตอร์ได้

(4) ประโยชน์ของแผ่นยางบนเทิน เทเบิลบางคนอาจจะเคยแปลกใจว่าแผ่นยางบนเทิน เทเบิลนั้นมิใช่ทำไม อาจจะคิดเอาอย่างง่าย ๆ ว่ามิใช่สำหรับรองรับแผ่นเสียงก็ได้ แต่ที่จริงแล้วแผ่นยางนี้มีประโยชน์ต่อคุณภาพของเสียงจากแผ่นเสียงอย่างมากทีเดียว ประโยชน์ต่าง ๆ ของแผ่นยางคือ

ก. กั้นการสั่นสะเทือนของเทิน เทเบิลที่ได้รับทอดมาจากการหมุนของมอเตอร์ อีกต่อหนึ่ง อาศัยความยืดหยุ่นของแผ่นยางกั้นการสั่นสะเทือนของเทิน เทเบิลไม่ให้ถ่ายทอดไปถึงแผ่นเสียงได้

ข. กั้นการเกิดเสียงเพี้ยนเนื่องจากการเลื่อนของแผ่นเสียงไม่หมุนไปตามเทิน เทเบิล เพราะเทิน เทเบิลเป็นเหล็กผิวเรียบไม่มีแรงยึดเกาะเหมือนแผ่นยาง

ค. กั้นเสียงดังจากการเริ่มหมุนของเทิน เทเบิลเป็นธรรมชาติของเหล็กเมื่อเริ่มหมุนจะมีเสียงดังเสียงแฉก ๆ หรือแก๊ง เกิดขึ้นแผ่นยางป้องกันไม่ให้เกิดเสียงนี้

## 2. โทนอาร์ม

หน้าที่ของโทนอาร์ม เครื่องเล่นแผ่นเสียงทุกเครื่องจะขาดโทนอาร์มไม่ได้ ยกเว้นหีบเสียงที่อาศัยฟังเสียงจากแผ่นสังกะสีที่รับการสั่นสะเทือนจากเข็มเสียงโดยตรง เครื่องเล่นแผ่นเสียงในปัจจุบันนี้คาร์ตตริจทำหน้าที่แปลงการสั่นสะเทือนของเข็มเสียงให้เป็นสัญญาณไฟเสียก่อนจึงจะส่งไปยังเครื่องขยายอีกต่อหนึ่ง โทนอาร์มจึงมีหน้าที่สำคัญและละเอียดอ่อนมากในเครื่องเล่นแผ่นเสียงส่วนปลายของอาร์มเป็นที่ยึดเฮดเชล สำหรับคาร์ตตริจและเข็มเสียง ต่อไปก็จะเป็นจุดหมุนทำหน้าที่เป็นฟันครัม (Funcrum) เป็นที่ยึดทำให้อาร์มกระดกขึ้นลงและหมุนซ้ายขวาได้สะดวก ถัดจากจุดหมุนมาก็เป็นน้ำหนักถ่วงดุล (Balance Weight) ทั้งหมด ทำหน้าที่เหมือน



กระดานหกเพื่อให้มีแรงกดที่ปลายเข็มเสียงไม่เกิน 2 กรัม เข็มเสียงจึงจะกวาดไปตามร่องแผ่นเสียง ได้สะดวกและสันสะท้อนได้เที่ยงตรงกับที่แผ่นเสียงบันทึกเอาไว้ เมื่อคาร์ตริจแปลงการสั่นของ เข็มเสียงเป็นสัญญาณไฟแล้ว ก็จะเกิดกระแสสัญญาณไหลไปตามสายไฟซึ่งอยู่ภายในอาร์มไปยัง เครื่องขยายต่อไป

(1) หน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ในโทนอาร์ม หน้าที่หลักของโทนอาร์มคือช่วยเข็มเสียง และคาร์ตริจตั้งได้กล่าวมาแล้ว ระหว่างเฮดเชล จุดหมุน และน้ำหนักถ่วงดุลย์ ทำหน้าที่ เหมือนกระดานหกเพื่อรักษาให้แรงกดที่ปลายเข็มเสียงหนักไม่เกิน 2 กรัม น้ำหนักถ่วงดุลย์ (Balance Weight) สามารถหมุนให้เคลื่อนออกเข้าตามต้องการได้ เมื่อเวลาเปลี่ยนเฮดเชลหรือ คาร์ตริจที่มีน้ำหนักแตกต่างกันไป ยกเว้นชนิดที่คาร์ตริจกับอาร์มแบบตายตัวเปลี่ยนไม่ได้ น้ำหนัก ถ่วงดุลย์จะติดแน่นกับที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้

ลอคนัท (Lock Nut) ที่ขันยึดเฮดเชลให้ติดกับโทนอาร์ม ส่วนมากเป็นแบบสวมเข้าไป แล้วบิดเหมือนใส่หลอดไฟเข้าหัวจุก โดยทั่วไปเรียกลอคชนิดชนิดนี้ว่า พลักกิ้ง (Plugging Type)

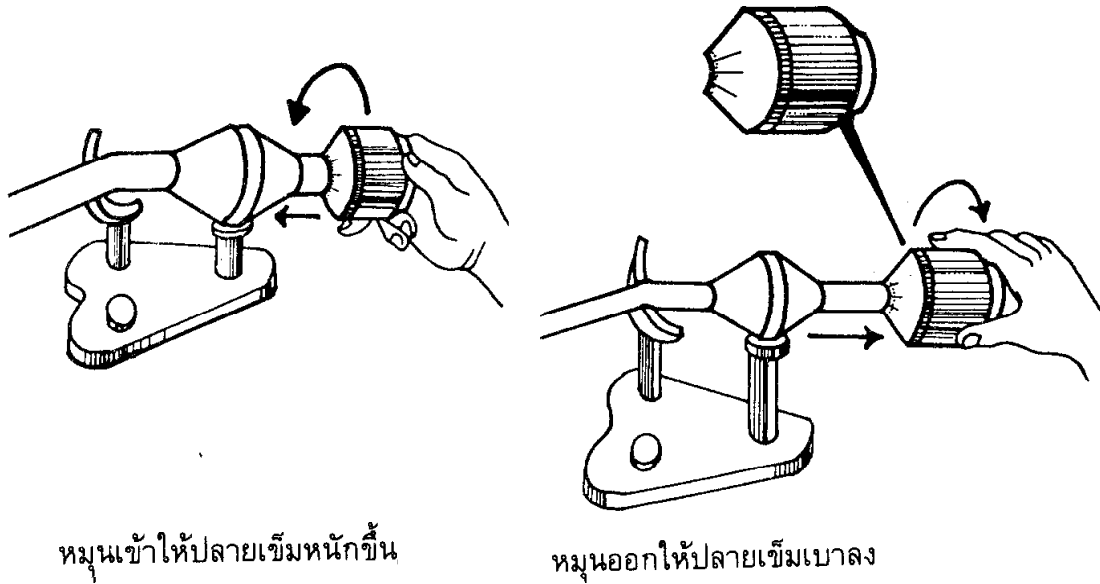
ที่ยกอาร์ม (Arm Lifter หรือ Arm Elevator) เป็นกลไกแบบคานงัดสำหรับยกโทน อาร์มขึ้นหรือลดลงให้เรียบและแผ่วเบากับการกระทบระหว่างเข็มเสียงกับแผ่นเสียง

ที่พักอาร์ม (Arm Rest) เครื่องเล่นแผ่นเสียงทุกเครื่องที่มีพักอาร์มไว้สำหรับวางโทน อาร์มไว้ให้อยู่ในแนวอนเวลาไม่ใช้และส่วนมากจะมีที่ยึด (Clamper) กันไม่ให้โทนอาร์มเลื่อน ตกลงจากที่พักนั้นด้วย

หากเราพิจารณาโทนอาร์มจะพบว่า โทนอาร์มมีลักษณะเป็นรูปโค้งเหมือนตัว อักษร S ทั้งนี้เพราะในขั้นตอนการทำแผ่นเสียงนั้น ร่องเสียงถูกตัดโดยใบมีดคัตเตอร์ (Cutter) ซึ่งค่อย ๆ ตัดร่องเสียงจากขอบนอกของแผ่นเสียงและเคลื่อนเป็นเส้นตรงไปยังวงในเรื่อย ๆ เพราะ ฉะนั้นเวลานำแผ่นเสียงมาเล่น เข็มเสียงก็ต้องเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงเหมือนหรือใกล้เคียงกับการ เคลื่อนที่ของคัตเตอร์ แต่คาร์ตริจและเข็มเสียงยึดติดอยู่กับปลายโทนอาร์มซึ่งมีจุดหมุนคงที่ ถ้าโทนอาร์มเป็นแท่งตรง ก็จะทำให้วิถีการเคลื่อนที่ของเข็มเสียงเป็นเส้นโค้ง ทำให้เกิดเสียงเพี้ยน ขึ้นได้ การทำปลายโทนอาร์มโค้งโค้งเข้าช่วยแก้ปัญหานี้คือทำให้วิถีทางเดินของเข็มเสียงเกือบ เป็นเส้นตรงได้

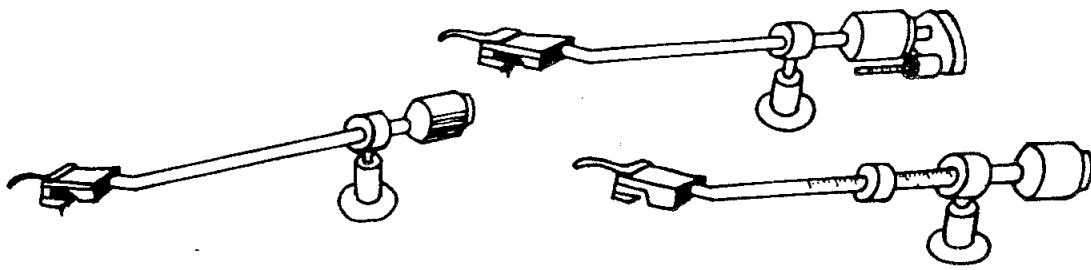
(2) การปรับสมดุลย์ของโทนอาร์ม สมดุลย์ของโทนอาร์มนั้นทางฝ่ายผู้ผลิตจะจัดไว้ ให้อย่างดีแล้ว ผู้ใช้จำเป็นต้องจัดสมดุลย์ใหม่ในกรณีที่มีการเปลี่ยนเฮดเชล หรือคาร์ตริจเอา

ตัวใหม่ใส่เข้าไป ทั้งนี้เพราะเฮดเซลกิตี คาร์ตริจกิตี แต่ละรุ่นแต่ละบริษัทน้ำหนักไม่เท่ากันเลย ที่เดียว การปรับสมดุลของโทนอาร์มทำได้โดยหมุนน้ำหนักถ่วงดุลย์ด้านหลังให้ขยับเข้าหรือออกตามต้องการ ที่น้ำหนักถ่วงดุลย์มีขีดบอกน้ำหนักหรือแรงกดที่ปลายเข็มเสียงเป็นกรัมไว้ด้วยจึงสะดวกแก่การปรับสมดุล (ดูภาพที่ 10.25)



ภาพที่ 10.25 การปรับแรงกดที่ปลายเข็มเสียง

นอกจากวิธีนี้แล้วเครื่องเล่นแผ่นเสียงปัจจุบันนิยมติดตั้งน้ำหนักถ่วงดุลย์สองอันใหญ่กับเล็กเรียกว่า เมนเวต (Main Weight) กับซับเวต (Sub Weight) การปรับหมุนปรับที่ซับเวต เพราะนอกจากจะปรับสมดุลใหม่เมื่อเปลี่ยนเฮดเซลหรือคาร์ตริจแล้ว ยังปรับเพิ่มหรือลดแรงกดที่ปลายเข็มเสียงได้ตามใจชอบได้อีกด้วย ถ้าแรงกดที่เข็มเสียงหนักสัญญาณเสียงก็จะแรง ถ้าแรงกดเบาไป สัญญาณก็จะอ่อนเป็นผลให้เสียงจางหายไปด้วย แต่การปรับแรงกดที่เข็มเสียงตามใจชอบแบบนี้ต้องระวังให้ดี ถ้าแรงกดมากเกินไปจะทำให้เสียงเพี้ยน และเกิดเสียงรบกวนได้ง่ายที่ต่อระวังที่สุดก็คือจะทำให้เข็มและแผ่นเสียงชำรุดได้ง่าย (ดูภาพที่ 10.26)



**Main Weight**

**Sub Weight**

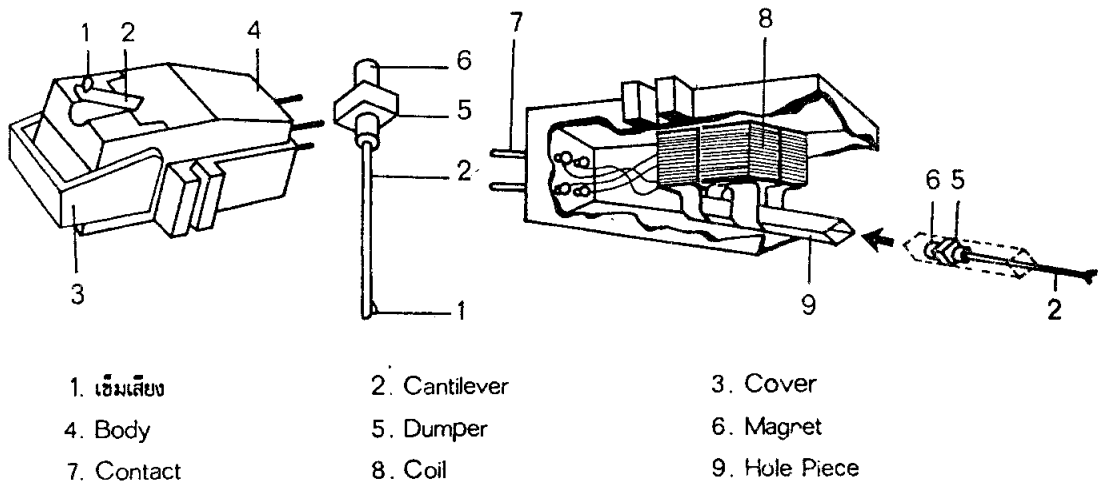
ภาพที่ 10.26 น้ำหนักถ่วงดุลย์แบบต่าง ๆ

(3) วิธีแก้แรงดึงเข้าสู่แกน (Inside Force Cancelling) เนื่องจากร่องเสียงบนแผ่นเสียงเป็นวงกลมเล็กกลางเข้าหาศูนย์กลางของแผ่นเสียงเรื่อย ๆ เวลาแผ่นเสียงหมุนและเข็มเสียงกวาดไปตามร่องเสียงจะทำให้เกิดแรงดึงให้เข็มเสียงเข้าหาแกนหมุนแรงนี้เรียกว่า อินไซด์ฟอร์ส (Inside Force) ถ้าหากเป็นหีบเสียงที่แรงกดที่ปลายเข็มเสียงมีขนาดหลายร้อยกรัม อินไซด์ฟอร์สก็ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเสียงแต่อย่างไร แต่สำหรับเครื่องเล่นแผ่นเสียงแรงกดที่เข็มเสียงเพียง 2 กรัมเท่านั้น อินไซด์ฟอร์สจึงมีผลทำให้เกิดเสียงเพี้ยนขึ้นได้ กล่าวคือ แผ่นเสียงสเตอริโอ นั้น เสียงข้างซ้ายจะอยู่ที่ผนังร่องเสียงข้างซ้าย (ด้านใน) เสียงข้างขวาจะอยู่ที่ผนังร่องเสียงข้างขวา (ด้านนอก) แรงดึงเข้าสู่แกนจะทำให้แรงกดของเข็มเสียงบนผนังร่องเสียงด้านในมากกว่าด้านนอก ผลก็คือเสียงข้างขวาจะเพี้ยนไป เพราะฉะนั้นจะต้องแก้อินไซด์ฟอร์สนี้ให้ได้ โดยสร้างกลไกที่จะคอยดึงโทนอาร์มออกมาข้างนอกให้เท่ากับอินไซด์ฟอร์ส การดึงโทนอาร์มออกมาข้างนอกให้เท่ากับอินไซด์ฟอร์ส การดึงโทนอาร์มออกมาข้างนอกต้านกับอินไซด์ฟอร์สนี้เรียกว่า แอนติสเกตติ้ง (Anti-Skating) และตัวกลไกเรียกว่า อินไซด์ฟอร์สแคนเซลเลอร์ (Inside Force Canceller)

### 3. คาร์ตริดจ์

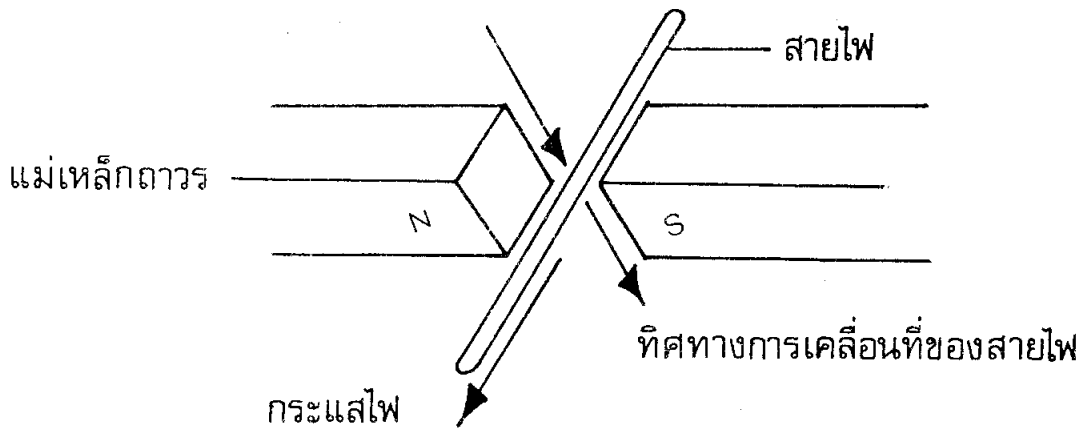
(1) โครงสร้างของคาร์ตริดจ์ (Cartridge Structure) ถ้าถอดคาร์ตริดจ์ออกมาจากเฮดเชลแล้วหงายท้องขึ้น ส่วนหน้าของกล่องคาร์ตริดจ์จะมีคานสี่ขา ๆ คล้ายเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

0.5 มม. โผล่ออกมา ส่วนนี้ไม่ใช่เข็มเสียงเป็นคานยัดเข็มเสียง (Cantilever) ตรงปลายของคานนี้มีเข็มเสียงติดอยู่ขนาดเล็กมากสูงประมาณ 1 มม. หรือน้อยกว่าทำด้วยเพชรหรืออัญมณีที่มีความแข็งมาก ๆ อีกข้างหนึ่ง (ส่วนที่สอดอยู่ในกล่องคาร์ตริจ) มีที่ยึดเรียกว่าดัมเปอร์ (Dumper) และแม่เหล็ก (Magnet) ติดอยู่ เข็มเสียงและคานนี้เป็นส่วนหนึ่งที่ส่งทอดการสั่นสะเทือนไปยังส่วนผลิตสัญญาณ มีความละเอียดอ่อนมาก ควรระวังอย่าให้ถูกของแข็งหรือเอานิ้วมือไปแตะ เพราะจะทำให้หักหรือไม่ก็ทำให้คุณภาพเปลี่ยนแปลงไปได้ การถอดเปลี่ยนจะถอดเฉพาะคานหรือเฉพาะเข็มไม่ได้ ต้องถอดเปลี่ยนทั้งชุด และต้องตรวจดูว่าเป็นชุดของบริษัทและรุ่นเดียวกันหรือไม่ เพราะแต่ละบริษัทแต่ละโมเดลจะใช้ด้วยกันไม่ได้ ภายในกล่องคาร์ตริจ (Body) จะมีขดลวดและสายไฟต่อไปยังแท่งสัมผัสทั้ง 4 ที่โผล่ออกไปทางด้านหลังของกล่องเป็นชุดเล็ก ๆ ผังอยู่ภายในกล่องส่วนนี้เองที่ทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าขึ้น (ดูภาพที่ 10.27)



ภาพที่ 10.27 โครงสร้างของคาร์ตริจ

(2) การเกิดสัญญาณไฟฟ้าและประเภทของคาร์ตริจ หลักพื้นฐานที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า คือ ถ้าให้สายไฟเคลื่อนที่อยู่ระหว่างสนามแม่เหล็กขั้ว N และ S จะทำให้เกิดกระแสขึ้นในสายไฟ หรือในทางตรงกันข้ามให้สายไฟอยู่นิ่ง ๆ เคลื่อนแท่งแม่เหล็กไปมากก็ทำให้เกิดกระแสขึ้นในสายไฟเช่นกัน หลักการแปลงการสั่นของเข็มให้เป็นสัญญาณไฟในคาร์ตริจก็อาศัยหลักพื้นฐานอันนี้ (ดูภาพที่ 10.28)



ภาพที่ 10.28 หลักการเกิดกระแสไฟ

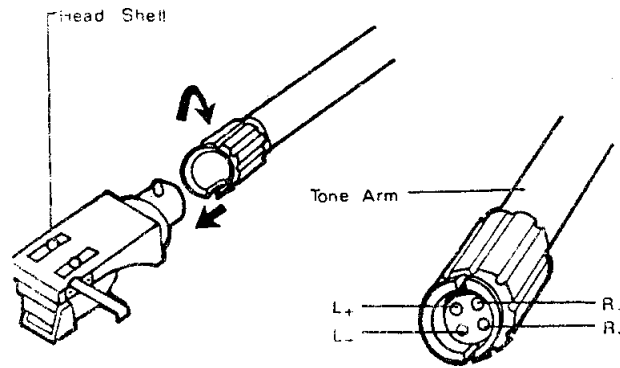
โครงสร้างภายในของคาร์ตริจประกอบด้วยแม่เหล็กและขดลวด (Coil) เสมอ รายละเอียดโครงสร้างแตกต่างกันไปแล้วแต่ว่าเป็นคาร์ตริจชนิดที่ให้แม่เหล็กเคลื่อนที่หรือให้ Coil เคลื่อนที่

ถ้าในแคตตาลอกหรือคู่มือเขียนตัวย่อ MM (Moving Magnet) ก็แสดงว่าเป็นคาร์ตริจชนิดที่ให้แม่เหล็กเคลื่อนที่คือมีแท่งแม่เหล็กติดกับคานายึดเข็ม (Cantilever) ถ้าเขียนตัวย่อ MC (Moving Coil) ก็แสดงว่าเป็นคาร์ตริจชนิดให้ขดลวด (Coil) เคลื่อนที่ คือมีขดลวดติดกับคานายึดเข็ม แต่แบบ MC นี้สัญญาณอ่อนมากไม่เหมือนแบบ MM จึงต้องมีเครื่องแปลงไฟ (Transformer) เล็ก ๆ สำหรับแปลงไฟให้สูงขึ้นรวมอยู่ด้วย ทั้งแบบ MM และ MC มีจุดดีและจุดอ่อนต่างกัน แบบ MM สัญญาณไฟแรงเป็นเหตุให้เกิดเสียงกวนได้ง่าย MC สัญญาณไฟอ่อนจึงสามารถกันเสียงกวนได้ดีกว่า

นอกนั้นก็ยังมีแบบ MI (Moving Iron) แบบนี้ทั้งขดลวดและแม่เหล็กจะติดแน่นไม่เคลื่อนไหวภายในจะมีผงเหล็กบรรจุไว้คานายึดเข็มจะทำให้ผงเหล็กสั่นและเกิดกระแสไฟขึ้นที่ขดลวด ต่อมาทางบริษัทได้เรียกชื่อแบบนี้ใหม่ว่า IM (Induced Magnet)

คาร์ตริจแบบ MM และ MC นิยมใช้กันมาก แบบ IM ลดน้อยลง นอกจากนี้ยังมีอีกหลายแบบที่คิดขึ้นมาใช้เป็นการพิเศษไม่ค่อยนิยมผลิตเป็นสินค้า เช่น Photo-Electric Type, Static Type, Semi-Conductor Type

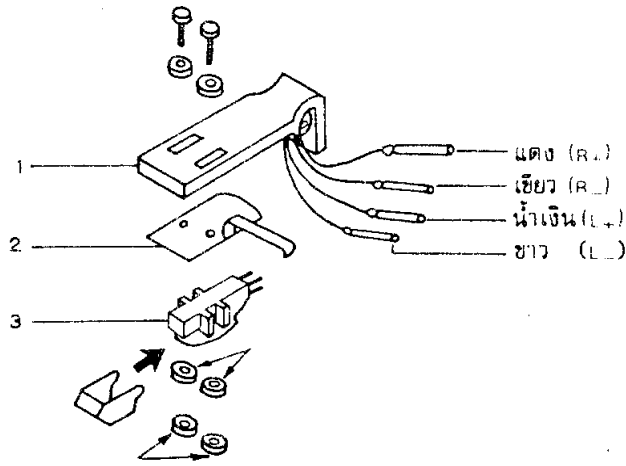
(3) เปลี่ยนคาร์ตริจทำไม เครื่องเล่นแผ่นเสียงรุ่นเก่าหรือเครื่องเล็ก ๆ แบบโมโน ส่วนมากจะเป็นแบบเปลี่ยนคาร์ตริจไม่ได้ แต่ปัจจุบันนี้เครื่องเล่นแผ่นเสียงสเตอริโอมักเป็นแบบถอดเปลี่ยนคาร์ตริจได้ ทั้งนี้เพราะตัวคาร์ตริจมีหลายแบบ และระดับคุณภาพก็แตกต่างกัน ปัจจุบันจึงนิยมเปลี่ยนคาร์ตริจให้เหมาะกับแผ่นเสียง และลักษณะของเพลงหรือเสียงที่ฟัง (ดูภาพที่ 10.29)



ภาพที่ 10.29 วิธีใส่ Head Shell ติด Tone Arm

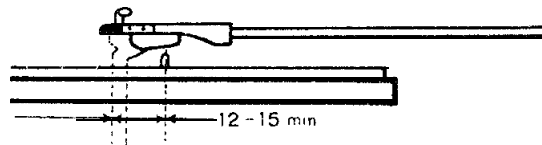
การเปลี่ยนก็ทำได้โดยง่ายโดยหมุนคาน์ลิคที่ออกถอดเฮดเชลออกมาเพื่อเปลี่ยนเอาคาร์ตริจตัวใหม่ใส่เข้าไป หรือถ้าจะเปลี่ยนทั้งชุดก็เอาเฮดเชลตัวใหม่ใส่แทนที่ตัวที่ถอดออกเท่านั้นก็เสร็จ พอถอดเฮดเชลออกมาที่ปลายโหนดอาร์มมีจุดสัมผัส 4 จุด สำหรับสัมผัส (Contact) คู่สายสัญญาณเสียงข้างซ้ายบวกและลบหนึ่งคู่ ข้างขวาวบวกและลบอีกหนึ่งคู่

(4) วิธีขันคาร์ตริจติดกับเฮดเชล คาร์ตริจเป็นส่วนที่แปลงการสั่นของเข็มเสียงที่เกิดจากการที่เข็มเสียงวิ่งกวาดไปตามร่องแผ่นเสียงให้กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้า มีคุณสมบัติในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วย คือ มีทั้งแม่เหล็กและขดลวด รวมเป็นโครงสร้างอยู่ด้วยจึงเป็นส่วนที่เล็กและละเอียดมาก การใส่ต้องใส่ให้ถูกต้อง (ดูภาพที่ 10.30)



ลำดับการใส่คาร์ตริจ

1. Head Shell 2. Hook 3. Cartridge Body



ปรับระยะแบบ Hang Over

### ภาพที่ 10.30 การใส่และปรับระยะคาร์ตริจ

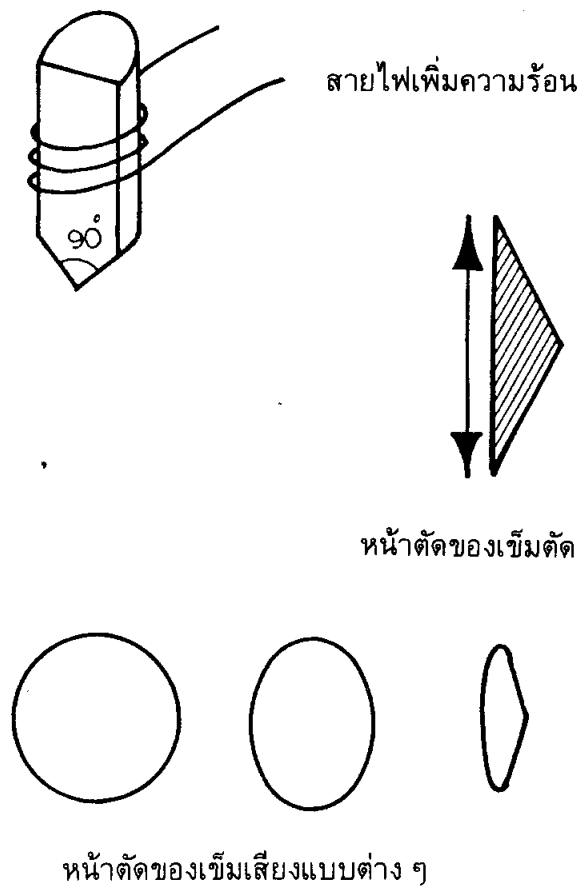
ระหว่างคาร์ตริจกับเฮดเชลก็อย่าลืมใส่ข้อมือจับสำหรับยกโทนอาร์มเข้าไปด้วย เนื่องจากปัจจุบันเฮดเชลและคาร์ตริจต่างบริษัทหรือต่างรุ่นมีขนาดไม่เท่ากัน เวลาใส่ต้องปรับระยะปลายเข็มเสียงให้ได้ที่ด้วย วิธีปรับเรียกว่า โอเวอร์เฮง (Over Hang) คือยกโทนอาร์มไว้เหนือแกนกลางของเทิน เทเบิล แล้ววัดจากศูนย์กลางของเทิน เทเบิลไปยังปลายเข็มเสียงให้ได้ระยะประมาณ 12-15 มม. ทั้งนี้เพื่อให้การเคลื่อนที่ของเข็มเสียงจากวงนอกของร่องเสียงไปยังวงในของร่องเสียงให้มีลักษณะใกล้เคียงกับการเคลื่อนที่ของคัตเตอร์

#### 4. เข็มเสียง

ในขั้นตอนของการทำแผ่นเสียงนั้น การเจาะร่องเสียงให้เข็มตัดหรือใบมีด (Cutter) ที่มีรูปหน้าตัดตันขวางเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ถ้าทำเข็มเสียงให้มีลักษณะเหมือนเข็มตัดก็หมด

ปัญหา แต่เนื่องจากเข็มเสียงมีขนาดเล็กมาก และต้องทำจากเพชรหรืออัญมณีที่มีความแข็งมาก ๆ จึงยากที่จะทำให้มีลักษณะเหมือนเข็มตัดได้ เข็มเสียงจึงถูกผลิตออกมาในลักษณะที่ใกล้เคียงกับเข็มตัดเท่าที่จะทำได้

ตามท้องตลาดเครื่องเสียงที่ขายอยู่สามชนิดคือ แบบรูปร่างตัดขวาง กลม วงรี และเซกเมนต์ แบบวงรีและแบบเซกเมนต์ใกล้เคียงกับเข็มตัดมาก จึงมีคุณภาพดีกว่าแบบกลม แต่ราคาแพงและซำรุดได้ง่าย (ดูภาพที่ 10.33)



ภาพที่ 10.33 เข็มตัดเบะและเข็มเสียงแบบต่าง ๆ



## 5. ฐานยึด

เครื่องเล่นแผ่นเสียงทุกเครื่องต้องมีฐานยึดเทิน เทเบิล โทนอนอาร์ม ฯลฯ จึงจะสมบูรณ์ และใช้เล่นแผ่นเสียงได้ แรกเริ่มทุกคนก็คิดว่าง่าย ๆ ว่า ฐานยึดเป็นที่สำหรับยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ไว้ด้วยกันเฉย ๆ ไม่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของเสียงแต่อย่างใด แต่ความจริงหาเป็นเช่นนั้นไม่ ผลการศึกษาวิจัยทำให้ทราบว่าฐานยึดมีอิทธิพลสำคัญที่จะเสริมหรือลดเสียงรบกวนจากการสั่นสะเทือนของมอเตอร์และการสั่นสะเทือนภายนอก ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดคือ

ก. ฐานยึดที่มีน้ำหนักมาก ๆ ช่วยดูดกลืน absorb การสั่นสะเทือนจากการหมุนของมอเตอร์ไม่ให้ส่งทอดไปยังเทิน เทเบิลได้

ข. ขาดังทั้ง 4 ของฐานยึด ถ้าใช้ยางรองหรือทำด้วยสปริงที่เรียกว่า “Shock absorber” สามารถกันเสียงรบกวนจากการสั่นสะเทือนภายนอกได้ เช่น เสียงจากลำโพง เป็นต้น

ค. ฐานยึดที่ออกแบบให้เหมาะสมช่วยลดการสั่นสะเทือนของภายใน คือ การหมุนของมอเตอร์ และการสั่นสะเทือนจากภายนอก แทนที่จะเสริมการสั่นสะเทือนเช่นการเคาะกล่องที่ทำด้วยไม้บาง ๆ ทำให้เกิดเสียงดังกว่ากล่องที่ทำด้วยไม้หนา ๆ

### กิจกรรม 10.3 (2)

เครื่องเล่นแผ่นเสียง มีส่วนประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง

---

---

---

---

---

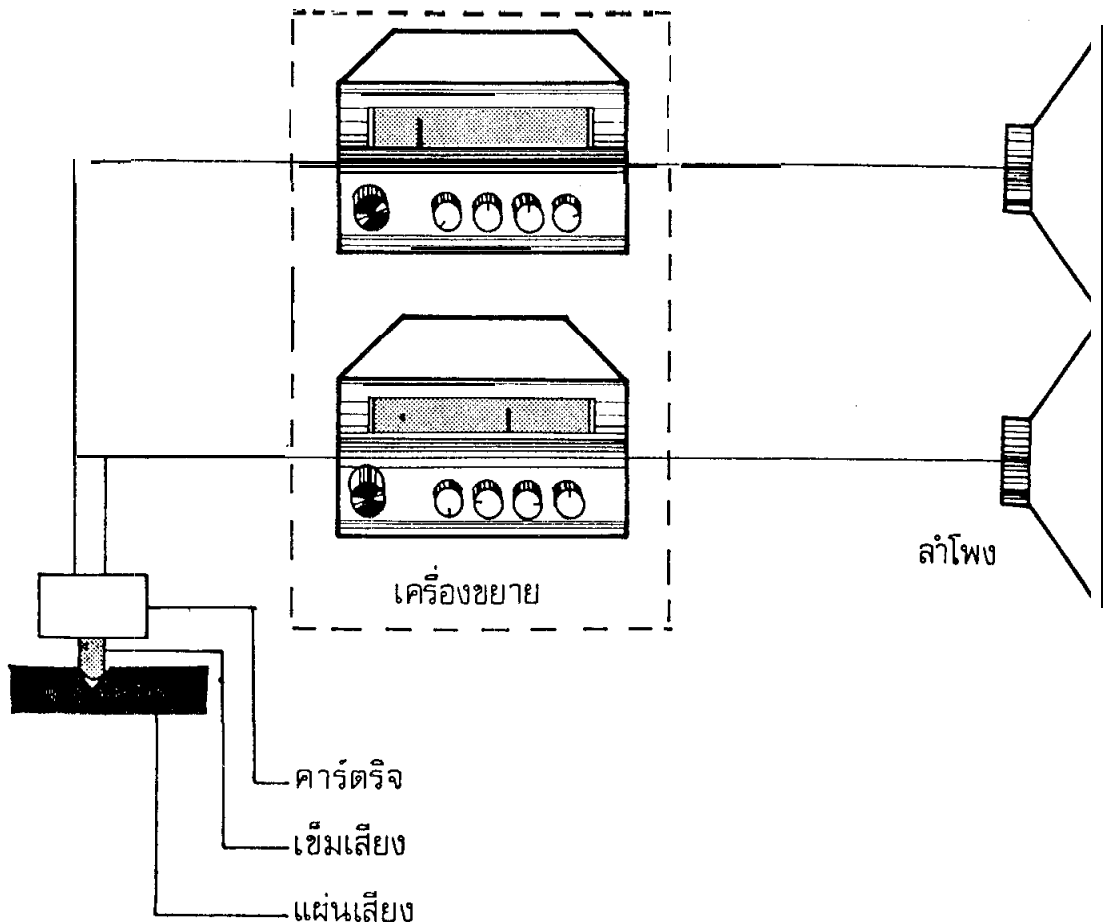
### แนวตอบ

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเล่นแผ่นเสียง ได้แก่

- ก. เทินเทเบิล
  - ข. โทนอนาร์ม
  - ค. คาร์ตริจ
  - ง. เข็มเสียง
  - จ. ฐานยึด
- 

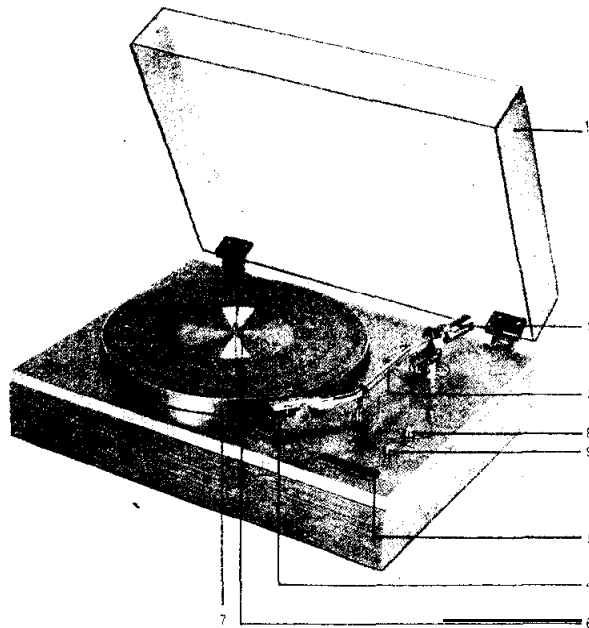
### 3. การทำงานของเครื่องเล่นแผ่นเสียง

เครื่องเล่นแผ่นเสียงมีหน้าที่ผลิตสัญญาณ เสียงหมุนและเข็มกวาดไปตามร่องแผ่นเสียงนั้น เสียงจากร่องขรุขระของแผ่นเสียง คือ ขณะที่แผ่น ความขรุขระของร่องแผ่นเสียงจะทำให้เข็มสั่น การสั่นของเข็มทำให้เกิดสัญญาณเสียงขึ้น แต่เป็นสัญญาณเสียงน้อยมากต้องขยายด้วยเครื่องขยายอีกหลายร้อยเท่า แล้วจึงไปออกเป็นคลื่นเสียงที่ลำโพงทั้งสองข้าง สเตอริโอมีสัญญาณทางซ้ายกับทางขวาแต่เข็มของเครื่องเล่นแผ่นเสียงมีเพียงอันเดียวก็สามารถทำให้เกิดสัญญาณสองข้างได้ (ดูภาพที่ 10.34)



ภาพที่ 10.34 ผังแสดงการเดินของสัญญาณ

ส่วนประกอบของเครื่องเล่นแผ่นเสียงที่จะขาดไม่ได้คือ มอเตอร์สำหรับทำให้เทปเบิร์ลที่วางแผ่นหมุน เข็มและคาร์ตริจเครื่องแปลงการสั่นสะเทือนของเข็มให้เป็นสัญญาณเสียง โทอาร์มที่ยึดคาร์ตริจ และมีแทนหนัก ๆ เป็นที่ตั้งของสิ่งของพวกนี้ และกันการสั่นสะเทือนข้างนอกด้วย ก็ครบกระบวนการเครื่องเล่นแผ่นเสียง ดูตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของเครื่องเล่นแผ่นเสียง (ดูภาพที่ 10.35)

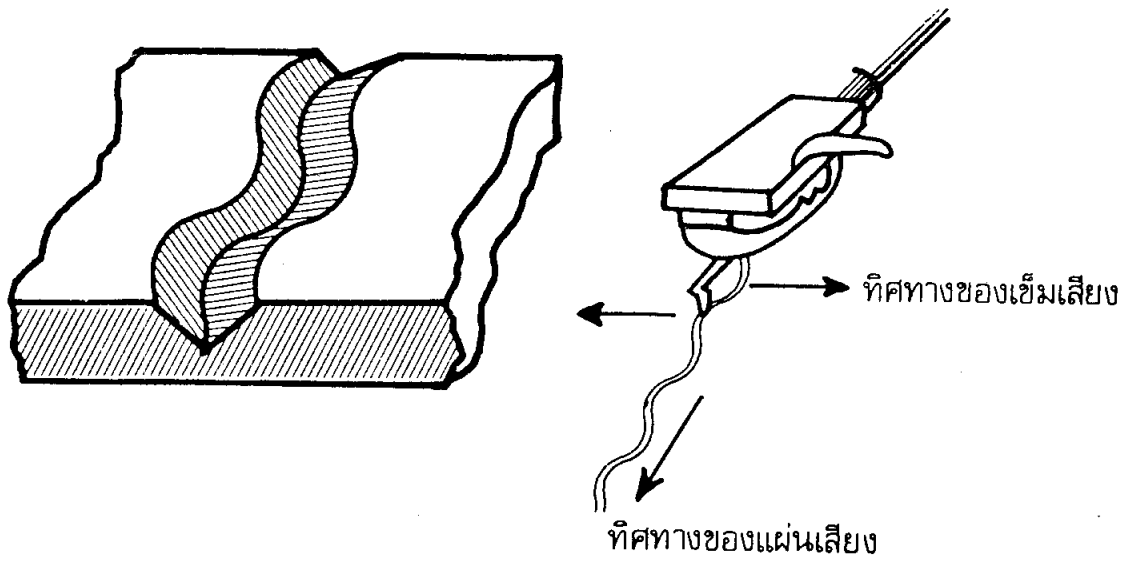


- |               |                   |                   |
|---------------|-------------------|-------------------|
| 1. Case Cover | 2. Balance Weight | 3. Tone Arm       |
| 4. Cartridge  | 5. Switch         | 6. Center Shaft   |
| 7. Turntable  | 8. Speed Control  | 9. Up Down Switch |

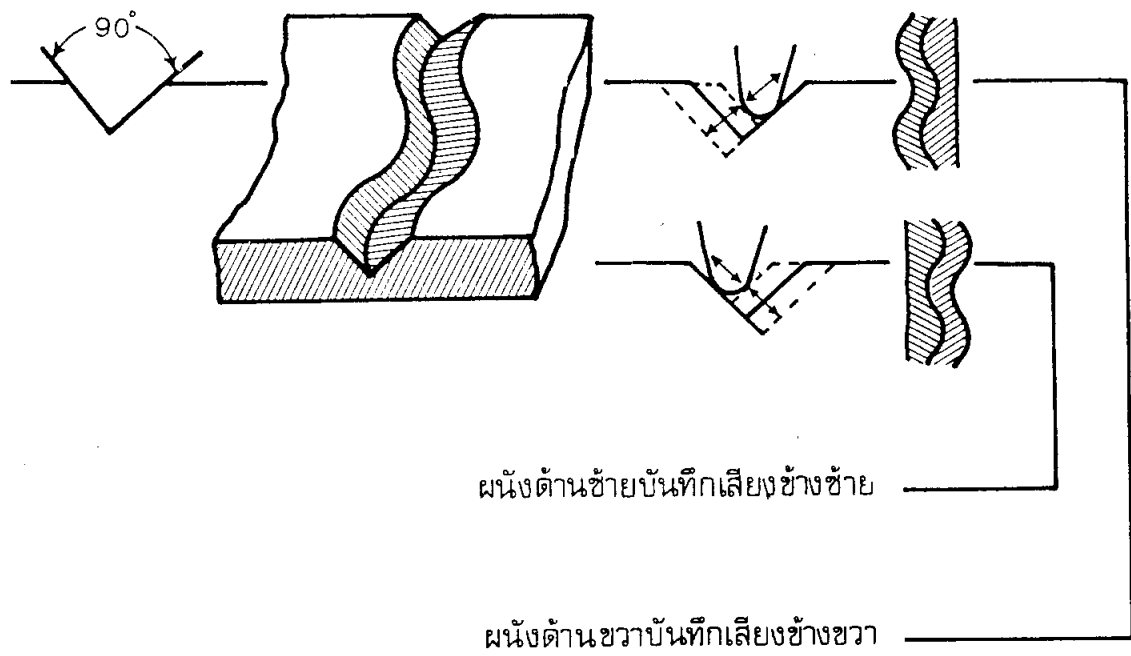
ภาพที่ 10.35 โครงสร้างของเครื่องเล่นแผ่นเสียง

หากจะพิจารณาหูให้ละเอียดจะพบว่าเสียงถูกบันทึกไว้ในลักษณะเป็นรอยขรุขระตามการสั่นสะเทือนของเสียงไว้ในร่องเสียงบนแผ่นเสียง ร่องเสียงนี้ลึกมากมองด้วยตาเปล่าแทบจะ 모르ว่าเป็นร่องเสียง เรียงลำดับเป็นระเบียบจากวงนอกเข้าไปสู่วงเรื่อย ๆ ในช่วงห่างระยะ 2-5 ซม. จะมีร่องเสียงเรียงรายกันอยู่ประมาณ 100-300 เส้น เมื่อแผ่นเสียงหมุนและเข็มเสียงกวาดไปตามร่องเสียงเข็มเสียงก็จะสั่นไปทางซ้ายและขวา ตามลักษณะของร่องเสียง (ดูภาพที่ 10.36)

เมื่ออธิบายแบบนี้ก็จะเกิดความสงสัยว่าเสียงสเตอริโอมีเสียงสองทางซ้ายขวาร่องเสียงอันเดียวบันทึกต่างกัน กล่าวคือ ร่องเสียงของแผ่นเสียงโมนอนั้นมุมตัดของร่องเสียงไม่กำหนดตายตัว ส่วนแผ่นเสียงสเตอริโอ นั้น ร่องเสียงจะถูกตัดเป็นมุม 90 องศาพอดี ผนังร่องเสียงด้านศูนย์กลางแผ่นเสียงบันทึกเสียงข้างซ้าย และผนังร่องเสียงด้านนอกบันทึกเสียงข้างขวา (ดูภาพที่ 10.37)



ภาพที่ 10.36 ตัวอย่างร่องเสียงและทิศทางการสั่นของเข็มเสียงแบบโมน



ภาพที่ 10.37 ลักษณะร่องเสียงและการบันทึกเสียงสเตริโอ

สมมติว่าบันทึกเสียงเฉพาะข้างซ้ายร้องเสียงก็จะมีลักษณะเป็นคลื่นเฉพาะด้านซ้าย เมื่อเข็มเสียงผ่านร่องเสียงนี้เข็มเสียงข้างซ้ายก็จะสั่นตามคลื่นผนังร่องเสียงข้างซ้าย ส่วนข้างขวาจะวิ่งไปเรียบ ๆ ในทางตรงกันข้าม ถ้าบันทึกเสียงเฉพาะข้างขวาเข็มเสียงข้างขวาก็จะสั่นสะท้อนด้านซ้ายจะไม่สั่นสะท้อน เนื่องจากร่องเสียงมีมุม 90 องศาพอดี ทิศทางของแรงจากคลื่นผนังร่องเสียงทั้งสองข้างจะไม่มีผลกระทบต่อกันและกันเลย การสั่นสะท้อนของเข็มข้างซ้ายและขวาของเข็มเสียงจะไปทำให้กลไกสำหรับผลิตกระแสไฟซึ่งประกอบขึ้นด้วยขดลวดและแม่เหล็กเป็นชุดเล็ก ๆ ฝังอยู่ในกล่องพลาสติก สั่นสะท้อนไปด้วยและทำให้เกิดกระแสไฟตามลักษณะของการสั่นสะท้อนนั้นกลายเป็นสัญญาณไฟฟ้า หรือสัญญาณเสียงนั่นเอง ลักษณะการเก็บเอาเสียงจากร่องเสียงจึงมักเรียกว่าพิกอัพ (Pick up) และกลไกที่แปลงการสั่นสะท้อนเป็นกระแสไฟฟ้าหรือสัญญาณไฟฟ้านั้นเรียกว่าคาร์ตริจ (Cartridge) นั่นเอง

แต่เครื่องเล่นแผ่นเสียงอย่างเดียวไม่สามารถจะทำให้ฟังได้ชัดเจนได้ ทั้งนี้เพราะว่าสัญญาณจากเครื่องเล่นแผ่นเสียงนั้นมีแรงไฟน้อยมาก ต่อโดยตรงจากเครื่องเล่นแผ่นเสียงไปยังลำโพงจะไม่มีเสียงเกิดขึ้นเลย เพราะแรงไฟน้อยไม่พอที่จะทำให้ลำโพงสั่นสะท้อนได้ ต้องขยายแรงไฟโดยเครื่องขยายอีกหลายร้อยเท่าเสียก่อน สมัยก่อนมีเครื่องที่เราเรียกว่าหีบเสียง ไม่ต้องมีเครื่องขยายก็ฟังเสียงจากแผ่นเสียงได้ เพราะตรงหัวเข็มแตะไว้กับแผ่นสั่นสะท้อน รวมเสียงด้วยท่อโลหะรูปกรวยทำให้เสียงดังพอที่เราจะฟังได้ หีบเสียงนี้ไม่ได้เปลี่ยนการสั่นสะท้อนของเข็มเป็นสัญญาณเสียง แต่ฟังเสียงจากการสั่นสะท้อนของเข็มโดยตรงเลย บางคนอาจจะเคยเห็นเครื่องเล่นแผ่นเสียงที่ต่อสายไฟเข้ากับลำโพงก็ฟังได้เลย เป็นเครื่องเล่นแผ่นเสียงแบบเล็กที่มีขายอยู่ทั่วไป ความจริงเครื่องเล่นแผ่นเสียงแบบนี้มีวงจรเครื่องขยายรวมอยู่ในกล่องเดียวกัน บางครั้งจะมีวิทยุ (วงจรรุ่นเนอร์) รวมอยู่ด้วย

เมื่อขยายสัญญาณไฟฟ้าแล้ว จะผ่านสัญญาณนี้เข้าลำโพง ลำโพงจะแปลงสัญญาณไฟฟ้ากลับเป็นสัญญาณเสียงเข้าหูคนฟังต่อไป

**กิจกรรม 10.3 (3)**

ให้นักศึกษาอธิบายหลักการทำงานของเครื่องเล่นแผ่นเสียงมาพอสังเขป

---

---

---

---

**แนวตอบ**

เครื่องเล่นแผ่นเสียงมีหน้าที่ผลิตสัญญาณเสียงจากร่องแผ่นเสียง คือ ในขณะที่เทินเทเบิลหมุนพาแผ่นเสียงเคลื่อนที่ เข็มก็จะกวาดไปตามร่องเสียงบนแผ่นเสียง ความขรุขระของร่องแผ่นเสียงจะทำให้เข็มสั่น คาร์ตริจจะเปลี่ยนการสั่นสะเทือนนี้ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า แต่สัญญาณไฟฟ้านี้มีความแรงน้อยมาก จึงต้องส่งผ่านเข้าวงจรขยายสัญญาณเสียก่อน แล้วจึงผ่านเข้าสู่ลำโพงเพื่อเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้า ให้เป็นสัญญาณเสียง เพื่อรับฟังกันต่อไป

**4. คุณลักษณะจำเป็นของเครื่องเล่นแผ่นเสียง**

เนื่องจากเครื่องเล่นแผ่นเสียงเป็นเครื่องมือชิ้นที่สำคัญเครื่องหนึ่งในชุดเครื่องเสียงสเตอริโอ มีหน้าที่จะต้องเก็บคลื่นเสียงจากร่องแผ่นเสียงให้ได้หมดและปราศจากเสียงกวนด้วย จึงมีเทคนิคอันคว่าประดิษฐ์และปรับปรุงคุณภาพมาเรื่อย ๆ จนบางอย่างก็ตีจนเกินความจำเป็นก็มี คุณสมบัติที่จะขาดเสียมิได้ก็คือ

ก. จำนวนรอบการหมุนของเทินเทเบิลจะต้องเที่ยงตรง  $33\frac{1}{2}$  รอบต่อนาที หรือ 45 รอบต่อหนึ่งนาที ช้าหรือเร็วกว่านี้เพียงเล็กน้อยก็จะทำให้เสียงเพี้ยนได้ สมัยแรกเริ่มพัฒนาเครื่องเล่นแผ่นเสียงมีปัญหาเพราะความรู้เทคนิคต่าง ๆ ยังไม่มี การที่จะกำหนดการหมุนของแผ่นเสียงให้เที่ยงตรงนั้นเป็นความฝันของคนสมัยนั้นเลยทีเดียว คือไม่สามารถจะทำให้การหมุนคงที่ได้ เริ่มโดยการใช้มือหมุน ใช้การไขลานเรื่อยมาจนถึงใช้มอเตอร์หมุน เริ่มแรกมอเตอร์ก็มีเฉพาะที่มีความเร็วสูงต้องการให้ช้าก็ใช้เฟืองทดให้ช้าลง ปัจจุบันนี้มีมอเตอร์ความเร็วช้าใช้แกนหมุน

เทินเทเบิลโดยตรงเลยเรียกว่า Direct Drive Motor ควบคุมความเร็วได้แม่นยำมากโดยอาศัยช่วงความถี่ของผลึก (Solid Quartz) แบบเดียวกับที่ใช้ในนาฬิกาปัจจุบัน

ข. ปิกอัพ (Pick up) ซึ่งประกอบด้วยโทเนอาร์ม (Tone Arm) และคาร์ตริจ ส่วนนี้ทำให้เกิดน้ำหนักหรือแรงกดที่ปลายเข็มไม่เกิน 2 กรัม เป็นส่วนที่ต้องการความละเอียดอ่อนมาก เพราะจะต้องทำให้ปลายเข็มวิ่งไปตามร่องแผ่นเสียงด้วยความเร็ว ร่องแผ่นเสียงขรุขระเพียงเล็กน้อยก็จะต้องทำให้เกิดการสั่นสะเทือนที่เข็ม ซึ่งตรงกันข้ามกับโทเนอาร์ม จะต้องกันการสั่นสะเทือนจากภายนอกได้ด้วย ไม่เช่นนั้นจะทำให้เกิดเสียงรบกวนและเสียงเพี้ยนได้ ส่วนนี้จึงเป็นส่วนสำคัญที่สุดของเครื่องเล่นแผ่นเสียง ราคาจะถูกหรือแพงก็ขึ้นอยู่กับคุณภาพของโทเนอาร์มนี้เอง

ค. เครื่องเล่นแผ่นเสียงจะต้องสามารถดึงเอาเสียงที่บันทึกไว้ในร่องแผ่นเสียงออกมาให้ได้หมด ทั้งเสียงต่ำเสียงสูง เสียงทุ้มและเสียงแหลม เสียงดังและเสียงค่อย ข้อนี้ขึ้นอยู่กับโทเนอาร์ม คาร์ตริจ และลักษณะของปลายเข็มดังนั้นคำว่า “แบบใหม่” ที่ประกาศในตลาดเครื่องเล่นแผ่นเสียง จึงมักหมายถึงการเปลี่ยนแปลงใหม่ของรูปแบบและคุณภาพของชุดปิกอัพนี้

ง. คาร์ตริจ จะต้องสามารถดึงเสียงออกมาจากร่องแผ่นเสียงให้ได้หมด โดยปราศจากเสียงกวน เพราะถ้ามีเสียงกวนตลอดเวลา การฟังเสียงจากแผ่นเสียงที่พัฒนาเทคนิคการบันทึกมาอย่างดีย่อมก็จะไม่คุ้มค่าแต่อย่างใด เสียงกวนนี้มีต้นเหตุที่มาหลายอย่างเป็นต้นว่า คาร์ตริจไม่มีความไม่เหมาะสมซึ่งกันและกัน ระหว่างโทเนอาร์มกับแท่งยึดมอเตอร์ไม่ดีสั่นสะเทือนแรงเกินไป เป็นต้น

จ. จากผลของการวิจัยปัจจุบันทำให้ทราบอีกว่า แท่นยึดมีอิทธิพลต่อคุณภาพของเสียงมากเช่นกัน จึงมีผู้คิดทำแท่นยึดแบบต่าง ๆ จุดมุ่งหมายของแท่นยึดนอกจากจะยึดส่วนต่าง ๆ ไว้ด้วยกันแล้วยังต้องมีคุณสมบัติสามารถดูดกลืน (Absorb) การสั่นสะเทือนต่าง ๆ ด้วย เช่นการสั่นสะเทือนจากการหมุนของมอเตอร์ การสั่นสะเทือนจากคลื่นเสียงของลำโพง เป็นต้น นอกจากนี้ก็มีฝาครอบปิดกันไม่ให้ฝุ่นละอองตกลงไปในแผ่นเสียงเวลาไม่ใช้



### กิจกรรม 10.3 (4)

จงเติมคำลงในช่องว่างให้ได้ความสมบูรณ์

คุณลักษณะที่จำเป็นของเครื่องเล่นแผ่นเสียง คือ จำนวนรอบการหมุนของเทินเทเบิล จะต้องเที่ยงตรง 1 รอบต่อนาที หรือ 2 รอบต่อนาที หากเร่งหรือช้ากว่านี้เล็กน้อย ก็จะทำให้ 3

โทนอาร์มที่ดีควรมีคุณสมบัติ 4

ความสามารถในการดึงเอาเสียงต่ำสูง ทุ่มแหลม ออกจากร่องแผ่นเสียงได้นั้นขึ้นอยู่กับ 5

### แนวตอบ

1. 45 รอบต่อนาที
2.  $33\frac{1}{3}$  รอบต่อนาที
3. เสียงเพี้ยน
4. กั้นการสั่นสะเทือนจากภายนอกได้
5. โทนอนาร์ม คาร์ตริจ และลักษณะของปลายเข็ม

### 5. ประเภทของเครื่องเล่นแผ่นเสียง

#### 5.1 ประเภทเครื่องเล่นแผ่นเสียง

เครื่องเล่นแผ่นเสียงจัดแบ่งประเภทตามโครงสร้างได้ 4 แบบ คือ

ก. แบบจัดการด้วยมือ (Manual Type) แบบนี้เวลาเล่น เวลาหยุด ผู้เล่นต้องจัดการทำเองหมด ตั้งแต่เปิดสวิตช์ไฟให้เทินเทเบิลหมุน ยกโทนอนาร์มเข้ามาให้เข็มลงร่องแผ่นเสียง เวลาหยุดเล่นก็ยกโทนอนาร์มกลับเข้าที่ปิดสวิตช์ไฟ

ข. แบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic Type) แบบนี้กลไกสวิตช์อยู่ที่โทนอนาร์ม เวลายกโทนอนาร์มขึ้นจากที่วาง สวิตช์ก็จะติดทำให้มอเตอร์หมุนโดยอัตโนมัติ บางเครื่องเมื่อเลื่อนโทนอนาร์มไปตรงแผ่นเสียงแล้ว ไม่ต้องวางลงด้วยมือ อาศัยคานยก (Arm Lift) ลดลงหรือยกขึ้น

ได้โอกาสที่ปลายเข็มจะไปครูดกับแผ่นเสียงก็ไม่มีเหมือนวางลงหรือยกขึ้นด้วยมือ เมื่อจะหยุดเล่นก็ยกโทนอาร์มเข้าที่สวิตช์ก็จะปิดโดยอัตโนมัติ หรือปล่อยให้เล่นไปจนหมดแผ่นเสียง โทนอาร์มก็จะกระดกขึ้นและกลับเข้าที่ (Arm Rest) เอง แล้วสวิตช์ไฟก็จะปิด

ค. แบบอัตโนมัติ (Automatic) แบบนี้อัตโนมัติทั้งหมดเพียงแค่กดสวิตช์เริ่มต้น (Start) หรือปิดสวิตช์ไปตรง On แล้วแต่ชนิดของสวิตช์ไฟ มือเตอร์ก็จะเริ่มหมุนโทนอาร์มจะกระดกขึ้นเลื่อนไปตรงแผ่นเสียงลดลงเริ่มบรรเลง พอเล่นเสร็จก็จะกลับเข้าที่ สวิตช์ปิดเองโดยอัตโนมัติ หรือถ้าตั้งสวิตช์ให้เล่นซ้ำ (Replay) เอาไว้พอเล่นไปจนจบแผ่นเสียง โทนอาร์มก็จะกลับมาเล่นตั้งแต่เริ่มต้นใหม่ อย่างนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะปิดสวิตช์ให้มันหยุด

ง. แบบพิเศษ แบบนี้พิเศษสมชื่อ ส่วนมากจะออกแบบมาใช้ในกิจการพิเศษ เช่น ห้องส่งกระจายเสียง หรือห้องผลิตรายการทางเสียง ร้านขายเครื่องเสียง เป็นต้น เทนเทเบิลอันเดียวมีโทนอาร์ม 2-3 อัน เรียกว่า Multi-Player สามารถเล่น 2-3 เพลงในแผ่นเสียงแผ่นเดียวกันได้ หรือบางแบบโทนอาร์มอันเดียวหมุนได้รอบตัว เล่นได้บนเทนเทเบิล 2-3 อัน เป็นต้น

## 5.2 ขนาดและความเร็วของแผ่นเสียง

เครื่องเล่นแผ่นเสียงมีความเร็วเป็น “รอบต่อนาที” (Revolution Per Minute-RPM) และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้กันอยู่ 4 ขนาด คือ

1. ขนาด 7 นิ้ว ใช้อัตราเร็ว 45 RPM มีร้องเสียงแบบจุลภาค
2. ขนาด 10 นิ้ว เป็นขนาดมาตรฐาน อัตราเร็ว 78 RPM มีร้องเสียงแบบมาตรฐาน บางครั้งอาจทำให้มีอัตราเร็ว  $33\frac{1}{3}$  RPM ก็ได้ แต่มีร้องเสียงแบบจุลภาค
3. ขนาด 12 นิ้ว เรียกว่าแผ่นลองเพลย์ อัตราเร็ว  $33\frac{1}{3}$  RPM มีร้องเสียงแบบจุลภาค
4. ขนาด 20 นิ้ว อัตราเร็ว  $16\frac{2}{3}$  RPM มีร้องเสียงแบบจุลภาค ใช้บันทึกบทความหรือบทเรียน