

## 1 ไมโครโฟนคืออะไร

ไมโครโฟน คืออุปกรณ์รับเสียงแล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อประมวลผลในเครื่องขยายเสียงหรืออุปกรณ์ผสมเสียงอื่น ๆ ไมโครโฟนประกอบด้วยขดลวดและแม่เหล็กเป็นหลัก เมื่อเสียงกระทบตัวรับในไมโครโฟน จะทำให้ขดลวดสั่นสะเทือนติดกับสนามแม่เหล็ก จึงทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักการทำงานตรงข้ามกับลำโพง โดยทั่วไปไมโครโฟนใช้รับเสียงพูดหรือเสียงร้องเพลง

เป็นอุปกรณ์จำพวกที่เรียกว่า Transducer ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงาน Acoustic Energy ให้กลายเป็นพลังงานทาง Electrical Energy

## 2 วิวัฒนาการของไมโครโฟน

ไมโครโฟนเป็นอุปกรณ์สำหรับแปลงพลังงานอะคูสติกเป็นพลังงานไฟฟ้าที่มีลักษณะของคลื่นคล้ายกัน อุปกรณ์เหล่านี้จะแปลงคลื่นเสียงเป็นแรงดันไฟฟ้าซึ่งจะถูกแปลงกลับเป็นคลื่นเสียงในภายหลังและขยายผ่านลำโพง ปัจจุบันไมโครโฟนส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมดนตรีและความบันเทิง แต่อุปกรณ์ดังกล่าวมีอายุย้อนไปถึงทศวรรษที่ 1600 เมื่อนักวิทยาศาสตร์เริ่มค้นหาวีธีที่พวกเขาสามารถขยายเสียงได้

### • ยุค 1600

ค.ศ 1665 : แม้ว่าจะไม่มีการใช้คำว่า "ไมโครโฟน" จนถึงศตวรรษที่ 19 แต่โรเบิร์ตฮุกนักฟิสิกส์และนักประดิษฐ์ชาวอังกฤษได้ให้เครดิตกับการพัฒนาถ้วยอะคูสติกและโทรศัพท์สไคล์สตริงและถือเป็นผู้บุกเบิกด้านการส่งเสียงในระยะทางไกล

### • ยุค 1800

ค.ศ. 1872 : เซอร์ชาร์ลส์วีทสโตนเป็นคนแรกที่หยอดเหรียญวลี "ไมโครโฟน" Wheatstone เป็นนักฟิสิกส์และนักประดิษฐ์ชาวอังกฤษที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันดีในเรื่องการประดิษฐ์โทรเลข ความสนใจของเขาแตกต่างกันไปและเขาอุทิศเวลาส่วนหนึ่งในการศึกษาเกี่ยวกับอะคูสติกในช่วงทศวรรษที่ 1820 วีทสโตนเป็นหนึ่งในนักวิทยาศาสตร์กลุ่มแรกที่ยอมรับอย่างเป็นทางการว่าเสียงนั้น "ส่งโดยคลื่นผ่านสื่อ" ความรู้นี้ทำให้เขาสำรวจวิธีการถ่ายทอดเสียงจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งแม้ในระยะทางไกล เขาทำงานกับอุปกรณ์ที่สามารถขยายเสียงที่อ่อนแอซึ่งเขาเรียกว่าไมโครโฟน

**ค.ศ. 1876 :** เอมิ Berliner คิดค้นสิ่งที่หลายคนพิจารณาครั้งแรกที่ทันสมัยไมโครโฟนขณะที่ทำงานกับชื่อเสียงประดิษฐ์โทมัสเอดิสัน Berliner เป็นชาวอเมริกันโดยกำเนิดในเยอรมันเป็นที่รู้จักกันดีในเรื่องการประดิษฐ์แผ่นเสียงและแผ่นเสียงซึ่งเขาจดสิทธิบัตรในปี ค.ศ. 1887

หลังจากที่ได้เห็นการสาธิตเบลล์ บริษัท ที่สหรัฐ Centennial นิทรรศการ Berliner เป็นแรงบันดาลใจที่จะหาวิธีการปรับปรุงเพื่อก็ค้นโทรศัพท์ ผู้บริหารของ Bell Telephone Company รู้สึกประทับใจกับอุปกรณ์ที่เขามาพร้อมเครื่องส่งสัญญาณเสียงทางโทรศัพท์และซื้อสิทธิบัตรไมโครโฟนของ Berliner ในราคา 50,000 ดอลลาร์ (สิทธิบัตรดั้งเดิมของ Berliner ถูกยกเลิกและมอบให้กับ Edison ในภายหลัง)

**ค.ศ. 1878 :** เพียงไม่กี่ปีหลังจาก Berliner และ Edison สร้างไมโครโฟนของพวกเขา David Edward Hughes นักประดิษฐ์ / ศาสตราจารย์ด้านดนตรีชาวอังกฤษ - อเมริกันได้พัฒนาไมโครโฟนคาร์บอนตัวแรก ไมโครโฟนของ Hughes เป็นต้นแบบในยุคแรกสำหรับไมโครโฟนคาร์บอนต่างๆที่ยังคงใช้อยู่ในปัจจุบัน

- ศตวรรษที่ 20

**ค.ศ. 1915 :** การพัฒนาแอมพลิฟายเออร์ของหลอดสุญญากาศช่วยปรับปรุงเอาต์พุตระดับเสียงสำหรับอุปกรณ์ต่างๆรวมถึงไมโครโฟน

**ค.ศ. 1916 :** ไมโครโฟนคอนเดนเซอร์ซึ่งมักเรียกกันว่าตัวเก็บประจุหรือไมโครโฟนไฟฟ้าสถิตได้รับการจดสิทธิบัตรโดยนักประดิษฐ์ EC Wente ในขณะที่ทำงานที่ Bell Laboratories เวนต์ได้รับมอบหมายให้ปรับปรุงคุณภาพเสียงสำหรับโทรศัพท์ แต่นวัตกรรมของเขายังปรับปรุงไมโครโฟนด้วย

**ค.ศ. 1920 :** เนื่องจากวิทยุกระจายเสียงกลายเป็นแหล่งข่าวและความบันเทิงชั้นนำทั่วโลกความต้องการเทคโนโลยีไมโครโฟนที่ได้รับการปรับปรุงจึงเพิ่มขึ้น ในการตอบสนอง บริษัท RCA ได้พัฒนาไมโครโฟนรับบอกรุ่นแรก PB-31 / PB-17 สำหรับวิทยุกระจายเสียง

**ค.ศ. 1928 :** ในประเทศเยอรมนี Georg Neumann and Co. ก่อตั้งขึ้นและมีชื่อเสียงในด้านไมโครโฟน Georg Neumann ออกแบบไมโครโฟนคอนเดนเซอร์เชิงพาณิชย์ตัวแรกมีชื่อเล่นว่า "the bottle" เนื่องจากรูปร่าง

**ค.ศ. 1931 :** เวสเทิร์นอิเล็กทริกวางตลาดเครื่องส่งสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์โทรไดนามิก 618 ซึ่งเป็นไมโครโฟนไดนามิก

**ค.ศ. 1957 :** Raymond A.Litke วิศวกรไฟฟ้าที่มี Educational Media Resources และ San Jose State College ได้คิดค้นและยื่นจดสิทธิบัตรสำหรับไมโครโฟนไร้สายตัวแรก ออกแบบมาเพื่อการใช้งาน มัลติมีเดียรวมถึงโทรทัศน์วิทยุและการศึกษาระดับอุดมศึกษา

**ค.ศ. 1959 :** ไมโครโฟน Unidyne III เป็นอุปกรณ์ทิศทางเดียวเครื่องแรกที่ถูกออกแบบมาเพื่อรวบรวมเสียง จากด้านบนของไมโครโฟนแทนที่จะเป็นด้านข้าง นี่เป็นการตั้งค่าระดับใหม่ของการออกแบบไมโครโฟนใน อนาคต

**ค.ศ. 1964:** James Westและ Gerhard Sessler นักวิจัยของ Bell Laboratories ได้รับสิทธิบัตรเลขที่ 3,118,022 สำหรับตัวแปลงสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ไมโครโฟนอิเล็กทรอนิกส์ ไมโครโฟน Electret ให้ความ น่าเชื่อถือและความแม่นยำที่สูงขึ้นในราคาที่ถูกลงและมีขนาดเล็ก เป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมไมโครโฟน โดยมีการผลิตเกือบหนึ่งพันล้านเครื่องในแต่ละปี

**ช่วง 1970s :** ไมโครโฟนทั้งแบบไดนามิกและคอนเดนเซอร์ได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมทำให้ได้ความไวของ ระดับเสียงที่ต่ำลงและการบันทึกเสียงที่ชัดเจนขึ้น นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาไมโครโฟนขนาดเล็กจำนวนมาก ในช่วงทศวรรษนี้

**ค.ศ. 1983 :** Sennheiser พัฒนาไมโครโฟนแบบคลิปออนตัวแรก: อันที่เป็นไมโครโฟนแบบบอกทิศทาง (MK # 40) และที่ออกแบบมาสำหรับสตูดิโอ (MKE 2) ไมโครโฟนเหล่านี้ยังคงเป็นที่นิยมในปัจจุบัน

**ช่วง 1990s :** Neumann เปิดตัว KMS 105 ซึ่งเป็นรุ่นคอนเดนเซอร์ที่ออกแบบมาสำหรับการแสดงสด สร้างมาตรฐานใหม่ด้านคุณภาพ

- ศตวรรษที่ 21

**ยุค 2000s :** ไมโครโฟน MEMS (Microelectromechanical systems) เริ่มแพร่หลายในอุปกรณ์พกพา รวมถึงโทรศัพท์มือถือชุดหูฟังและแล็ปท็อป แนวโน้มของไมโครโฟนขนาดเล็กยังคงดำเนินต่อไปด้วยการใช้งาน เช่นอุปกรณ์สวมใส่สมาร์ทโฮมและเทคโนโลยีรถยนต์

**ค.ศ. 2010 :** Eigenmike เปิดตัวไมโครโฟนที่ประกอบด้วยไมโครโฟนคุณภาพสูงหลายตัวที่จัดเรียงบน พื้นผิวของทรงกลมทึบทำให้สามารถจับเสียงได้จากหลากหลายทิศทาง อนุญาตให้ควบคุมได้มากขึ้นเมื่อแก้ไข และแสดงเสียง

### 3 ประเภทของไมโครโฟน

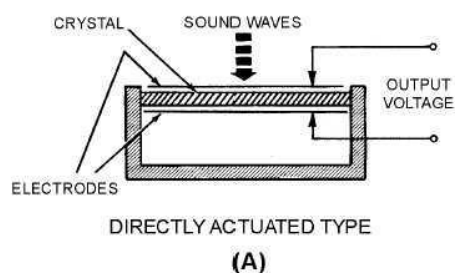
หากจะแบ่งตามโครงสร้าง จะแบ่งออกได้เป็น 6 ชนิด คือ

1. คริสตอลไมโครโฟน (Crystal Microphone)
2. เซรามิกไมโครโฟน (Ceramic Microphone)
3. คาร์บอนไมโครโฟน (Carbon Microphone)
4. ริปบอนไมโครโฟน (Ribbon Microphone)
5. ไดนามิกไมโครโฟน (Dynamic Microphone)
6. คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (Condenser Microphone)

#### 3.1 คริสตอลไมโครโฟน (Crystal Microphone)

ไมโครโฟนประเภทนี้มีแร่คริสตอลเป็นตัวกำเนิดกระแสไฟฟ้า โดยจะรับแรงสั่นสะเทือนจากคลื่นของเสียงทางไดอะแฟรม ได้แรงดันไฟฟ้าสูงกว่า ไมโครโฟนชนิดอื่นๆ จึงมีค่าอิมพีแดนซ์ที่สูง

- ใช้ไดอะแฟรมรับเสียง
- ใช้แร่คริสตอลเป็นตัวกำเนิดไฟฟ้า
- ปัจจุบันไม่พบการใช้งาน



#### ตอบสนองความถี่

ไมโครโฟนชนิดนี้ตอบสนองความถี่ย่านเสียงกลางได้ดี

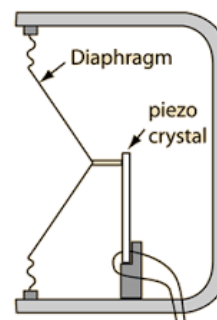
#### ข้อจำกัด

ไมโครโฟนคริสตอลเสียหายได้ง่ายจากความชื้นหรือความร้อน

### 3.2 เซรามิกไมโครโฟน (Ceramic Microphone)

ลักษณะการออกแบบหรือหลักการทำงานคล้ายกับไมโครโฟนชนิดคริสตัล ต่างกันที่วัสดุเซรามิกมีคุณภาพดีกว่าคริสตัล และอีกอย่างไมค์ชนิดเซรามิก มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของความชื้น และอุณหภูมิมากกว่าปัจจุบันไม่พบเห็นใช้งานแล้ว มีลักษณะเหมือนกับคาร์บอนแต่วัสดุที่ใช้ต่างกัน คือ โครงสร้างประกอบด้วย ดังนี้

1. Diaphragm รับเสียง
2. Ceramic กำเนิดไฟฟ้า
3. แผ่น Back plate รองรับประกบด้านหลัง
4. สายต่อนำกระแสไฟฟ้าสัญญาณเสียง



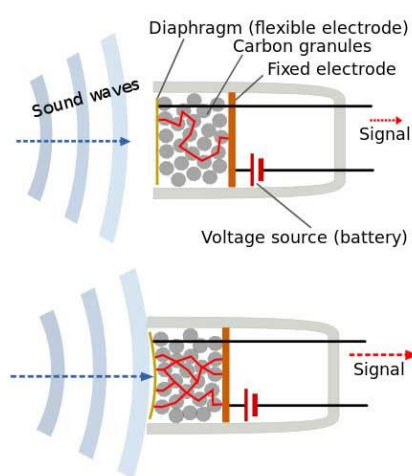
### 3.3 คาร์บอนไมโครโฟน (Carbon Microphone)

ไมโครโฟน ชนิด “คาร์บอน” เป็นไมโครโฟนยุคแรกๆแห่งวงการไมโครโฟน

ไมโครโฟนคาร์บอนได้รับการพัฒนาในยุค 1870 โดย David Edward Hughes ชาวอังกฤษ เป็นรูปแบบไมโครโฟนที่เชื่อถือได้เป็นครั้งแรกและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นเวลาหลายปีก่อนที่จะถูกแทนที่ด้วยอุปกรณ์ประเภทอื่น ๆ ที่ให้ประสิทธิภาพในระดับที่สูงขึ้น

ไมโครโฟนคาร์บอนถูกสร้างขึ้นภายในหลอด หรือบรรจุภัณฑ์ ประกอบด้วยแผ่นโลหะสองแผ่น ที่มีชั้นของคาร์บอนขนาดเล็กอยู่ระหว่าง แผ่นโลหะแต่ละแผ่นเชื่อมต่อกับสายไฟที่เชื่อมต่อกับตัวรับสัญญาณเสียง ด้านบนของไมโครโฟนมักจะถูกคลุมด้วยแผ่นโลหะ หรือพลาสติกที่มีรูอยู่ภายในซึ่งจะให้เสียง ในขณะเดียวกัน ป้องกันไม่ให้องค์ประกอบของไมโครโฟนได้รับความเสียหายอีกด้วย

## หลักการทำงาน



เมื่อมีคลื่นความถี่เสียงมากระทบที่ไดอะแฟรม (Diaphragm) จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนทำให้เกิดแรงกดดันที่แตกต่างกันไปยังคาร์บอน การสั่นมากหรือน้อยของคาร์บอนนี้ขึ้นอยู่กับคลื่นไหวของ ไดอะแฟรม การสั่นนี้เองทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานทางไฟฟ้า สูงและต่ำตามการเคลื่อนไหวของไดอะแฟรม

ส่วนความต้านทานของคาร์บอน หากคาร์บอนมีความหนาแน่นมาก หรือถูกบีบอัดจะมีความต้านทานน้อย ทำให้กระแสไหลผ่านได้มาก และถ้าคาร์บอนมีความหนาแน่นน้อย จะเกิดความต้านทานมาก ทำให้กระแสไหลผ่านได้น้อย

## คุณภาพเสียง

ไมโครโฟนชนิดนี้จะตอบสนองความถี่ อยู่ในช่วงความถี่ที่แคบและจำกัด (ตอบสนองอยู่ในช่วงความถี่ต่ำ) ทำให้คุณภาพเสียงไม่ดีเท่าที่ควร อีกทั้งมีระดับการรบกวนที่สูง

ปัจจุบัน ไม่พบการใช้งาน เนื่องจากปัจจุบันถูกแทนที่ด้วยไมโครโฟนไดนามิก และคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

### 3.4 ไมโครโฟนชนิดริบบอน (Ribbon Microphone)

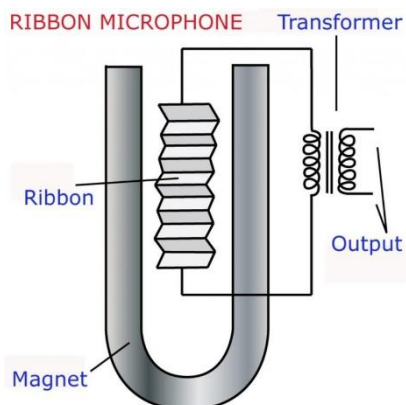
ริบบอนไมค์ (Ribbon Microphones) เป็นไมโครโฟนไดนามิกชนิดหนึ่ง ที่ไม่ต้องการไฟมาเลี้ยงแต่อย่างใด (ไม่ต้องใช้ Power phantom)

## แนวเสียง

ให้คุณภาพเสียงที่มีรายละเอียดสูง มีความใสและมีความกังวานของทางเสียง และค่อนข้างให้ความเป็นธรรมชาติมากๆ

แต่ไมค์ประเภทนี้ก็มีเสียง”เปราะบาง” มากที่สุดในบรรดาไมค์ทุกชนิด การรับเสียงที่ดังมากเกินไปในบางครั้ง หรือทำหล่นเพียงครั้งเดียว ก็อาจจะทำให้แผ่นริบบอนขาดและเสียหายได้ แต่ปัจจุบันก็มีการพัฒนาให้มีความทนทานมากยิ่งขึ้น

## หลักการทำงาน

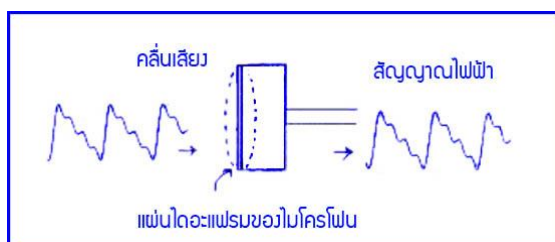


ริบบอนไมค์ เป็นไมโครโฟนที่ออกแบบค่อนข้างเรียบง่าย ซึ่งมีแผ่นโลหะบางๆ ที่ถูกแขวนไว้ในสนามแม่เหล็กถาวร เมื่อการเปลี่ยนแปลงความดันอากาศเคลื่อนย้าย ริบบอนมีการเคลื่อนที่ภายในสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดกระแสที่เหนี่ยวนำให้เกิดภายในตัวริบบอน และกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กนี้จะถูกส่งไปที่สายไมโครโฟน

### 3.5 ไดนามิกไมโครโฟน (Dynamic Microphone)

ไมโครโฟนแบบไดนามิก (Dynamic Microphone) เป็นไมโครโฟนที่ใช้หลักการของการเคลื่อนที่ของขดลวดผ่านสนามแม่เหล็กถาวร และเกิดเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าตามคลื่นเสียงที่มากระทบ ไดนามิกไมโครโฟนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มีความทนทานพอสมควร และสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องใช้ไฟเลี้ยง ไมค์ประเภทนี้มักไม่ค่อยไว อาจเก็บรายละเอียดเสียงได้ไม่เท่าไมค์ประเภทอื่น ไม่นิยมที่จะใช้จับ Ambient (เสียงบรรยากาศ) แต่มักจะนิยมใช้ในงานแสดงสด เพราะไม่ค่อยจับเสียงรบกวน ส่วนในสตูดิโอ ก็อาจนำมาใช้บันทึกเสียงเครื่องดนตรี ประเภทที่มีการกระชากของเสียงมากๆ เช่น ชูดกลอง เบส

## หลักการทำงาน

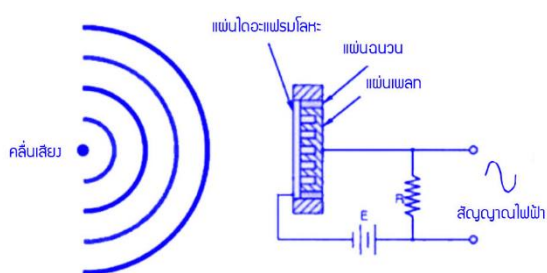


เมื่อเกิดคลื่นเสียงกระทบแผ่นไดอะแฟรมของไมโครโฟน จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาศัยหลักการเหนี่ยวนำไฟฟ้า ส่งผ่านสายนำสัญญาณไปยังเครื่องขยายเสียง และ ลำโพง

### 3.6 คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (Condenser Microphone)

ภายในประกอบด้วย แผ่น diaphragm บาง ๆ และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งไมค์ชนิดนี้จำเป็นต้องใช้ไฟเลี้ยงแรงดันตั้งแต่ 1.5 ถึง 48 โวลต์ เพื่อให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำงาน ไมค์ชนิดนี้ มีความไวเสียงสูง สามารถรับช่วงความถี่เสียงได้กว้างกว่าไมค์ไดนามิก ให้รายละเอียดเสียงที่ดี เหมาะสำหรับเครื่องดนตรีประเภทคอสติก ส่วนใหญ่จะนิยมใช้งานในห้องหรือสตูดิโอ ข้อดีคือ เสียงที่ได้มีความชัดเจนเก็บรายละเอียดได้ดี แต่เนื่องจากความไวสูง หากนำไปใช้ในที่มีเสียงรบกวนสูง ต้องใช้อย่างระมัดระวัง

## หลักการทำงาน



ไมค์คอนเดนเซอร์ใช้หลักการค่าความจุของคาปาซิเตอร์เปลี่ยนแปลง เมื่อเกิดคลื่นเสียงกระทบแผ่นไดอะแฟรมของไมโครโฟน จึงจะทำให้เกิดการสั่นไหว ทำให้มีการขยับตัวของระยะห่างของแผ่นเพลทที่เป็นไดอะแฟรม กับ แผ่นเพลทแผ่นหลัง ทำให้ค่าความจุมี

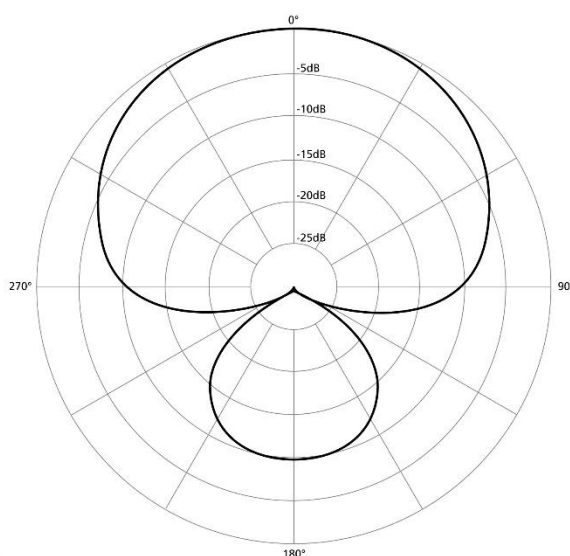
การเปลี่ยนแปลงตามแรงปะทะจากคลื่นเสียง ส่งผ่านสายนำสัญญาณในอัตราที่แรง ไปยังเครื่องขยายเสียงและ ลำโพง

## 4. รูปแบบทิศทางการรับเสียง

### 4.1 Cardioid (รูปแบบการรับเสียงแบบเงาะด้านหน้า)

ไมโครโฟนที่มีรูปแบบการรับเสียงแบบ Cardioid สามารถรับเสียงจากทางด้านหน้าได้ดีที่สุด ไล่มาด้านข้างเสียงจะลดลงเล็กน้อยแต่ยังรับได้ดี ส่วนเสียงที่มาจากทางด้านหลังจะรับได้น้อยมากๆ หรือไม่ได้เลย จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการให้เสียงบรรยากาศเข้ามามากๆ นิยมใช้ในสตูดิโอและงานแสดงสด เพราะช่วยลดเสียงรบกวนจากทิศทางอื่นๆ

Supercardioid





#### 4.2 Supercardioid (รับเสียงทั้งด้านหน้าและด้านหลังไมโครโฟน แต่รับเสียงด้านหน้าได้มากกว่า)

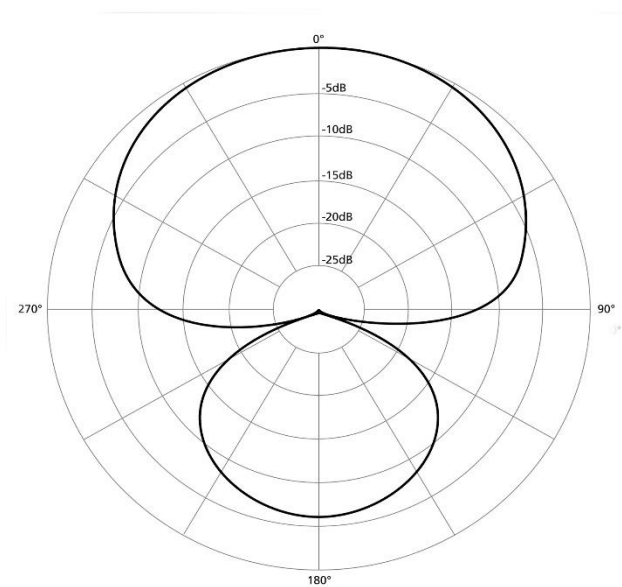
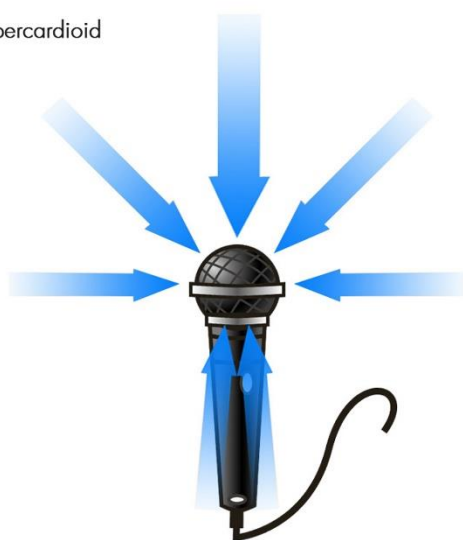
ไมโครโฟนที่มีรูปแบบการรับเสียงแบบ Supercardioid มีองศาการรับเสียงด้านหน้าได้ดีที่สุดแต่แคบกว่า Cardioid คือรับเสียงจากด้านข้างได้น้อย มักนิยมใช้ในสถานการณ์ที่ต้องการแยกการบันทึกที่เน้นเจาะจงแหล่งกำเนิดเสียงใดแหล่งกำเนิดเสียงหนึ่ง เพราะให้ทิศทางการรับเสียงที่แคบกว่า แต่สิ่งที่เพิ่มขึ้นมาคือสามารถรับเสียงจากด้านหลังได้อีกด้วย ซึ่งอาจต้องระวังเสียงรบกวนจากด้านหลังด้วย

#### 4.3 Hypercardioid (รับเสียงทั้งด้านหน้าและด้านหลังไมโครโฟน แต่รับเสียงด้านหน้าได้มากกว่า)

ไมโครโฟนที่มีรูปแบบการรับเสียงแบบ Hypercardioid มีลักษณะการใช้งานคล้ายกับ Supercardioid แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือ Hypercardioid จะมีการรับเสียงทางด้านหน้าได้แคบกว่า (เสียงด้านข้างเข้าน้อยลงไปอีก) แต่การรับเสียงจากด้านหลังกลับมากกว่า ซึ่งก็เป็นข้อดีข้อเสียกันคนละอย่าง

การใช้งานไมโครโฟนแบบ Supercardioid และ Hypercardioid หากใช้บันทึกเสียงในห้องหรือสตูดิโอ ต้องระมัดระวัง เสียงที่สะท้อนมาจากทางด้านหลัง ซึ่งอาจทำให้เกิดเสียงก้องมากกว่าแบบ cardioid

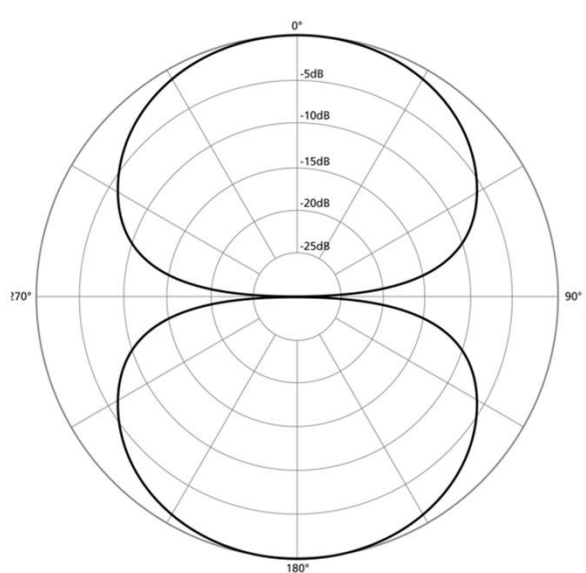
Hypercardioid



#### 4.4 Bidirectional (รับเสียงทั้งด้านหน้าและด้านหลังไมโครโฟนเกือบเท่ากัน)

ไมโครโฟนที่มีรูปแบบการรับเสียงแบบ Bidirectional เป็นไมค์ที่เน้นการรับเสียงทางด้านหน้าและด้านหลังได้ดี โดยจะรับเสียงจากด้านข้างได้น้อยมากหรือไม่ได้เลย

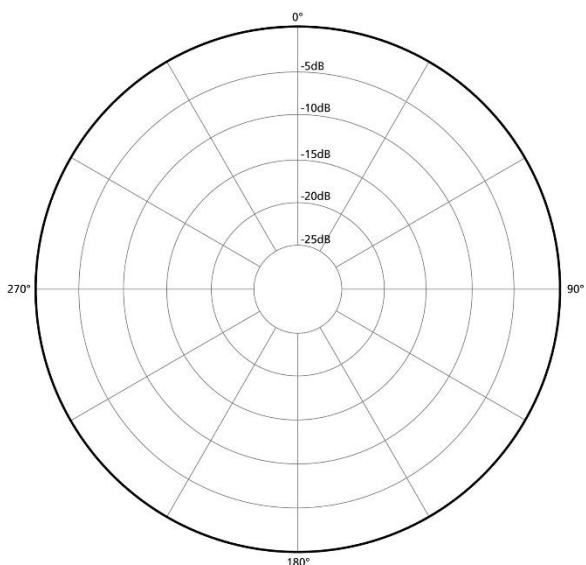
Bi-Directional



#### 4.5 Omnidirectional (แบบรับเสียงรอบทิศทาง)

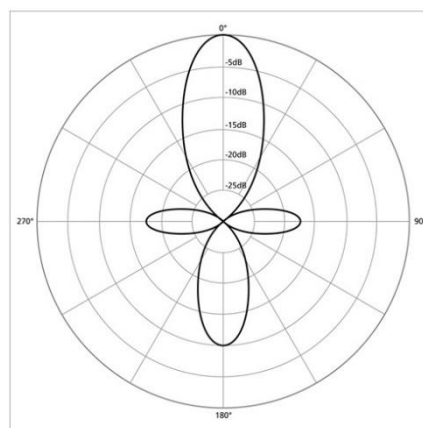
ไมโครโฟนที่มีรูปแบบการรับเสียงแบบ Omnidirectional เป็นไมโครโฟนที่รับเสียงได้รอบทิศทาง โดยไมค์แบบนี้จะเหมาะสำหรับการบันทึกเสียงทั่วไป เพราะมีการตอบสนองความถี่กว้าง แต่มีโอกาสที่จะเกิดเสียงรบกวนหรือเสียงรบกวนได้ง่าย และไม่ควรพูดห่างจากไมโครโฟนมากนัก

Omnidirectional



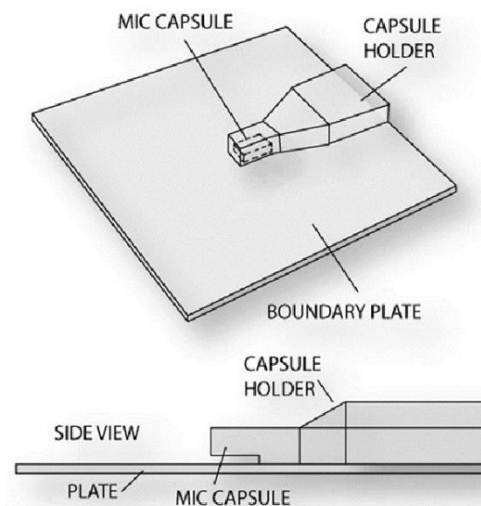
#### 4.6 Ultra Uni-Directional

มุมในการรับสัญญาณจะแคบมาก เป็นรูปแบบการรับสัญญาณของไมโครโฟนแบบ Short Gun ใช้ในงานโทรทัศน์ หรืองานภาพยนตร์ งานสารคดีเก็บเสียงสัตว์ป่า ใช้ในการเก็บเสียงเฉพาะจุด และ เสียงจากด้านข้างแทบจะไม่รั่วเข้าไมโครโฟนเลย



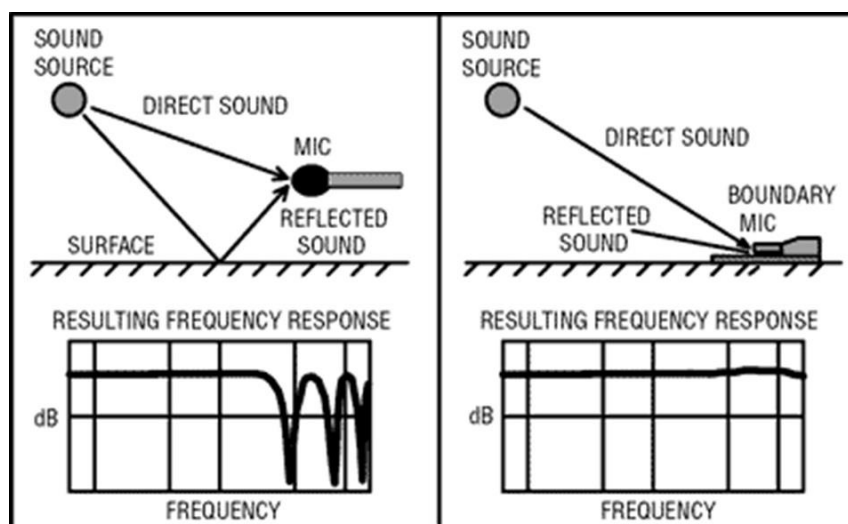
#### 4.7 Pressure Zone Microphone (PZM)

จะมีลักษณะเหมือนกับแผ่นเหล็กเรียบๆ และมีลักษณะเป็นโดมมนขึ้นมา สามารถวางได้ทุกตำแหน่งของห้องทั้ง พื้น เพดาน และผนัง เหมาะในการใช้รับเสียงของวงดนตรีทั้งวง เพื่อจับบรรยากาศภายในห้องทั้งหมด ใช้หลักการรับเสียงสะท้อนบนพื้นผิวเฉพาะ (พื้นผิวที่อยู่บนตัวไมโครโฟน) แล้วรับเสียงสะท้อนนั้นด้วย แคปซูลไมโครโฟน (Capsule Microphone) ซึ่งติดตั้งไว้ในจุดที่รับเสียงสะท้อนนั้นได้พอดี ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ไมโครโฟนแบบ อิเล็กตรอน คอนเดนเซอร์ ไมโครโฟน ทำเป็นแคปซูลไมโครโฟน รูปแบบการรับสัญญาณของไมโครโฟนแบบนี้จะเป็นแบบ ฮาร์ฟ ออมนิ (Half Omni)... Pressure Microphoneคือไมโครโฟนที่ออกแบบให้ตัวทรานสดิวเซอร์ (Transducer) ของไมโครโฟน รับสัญญาณเพียงด้านเดียว ส่วนอีกด้านจะถูกปิดผนึกไว้ ดังนั้นการรับสัญญาณเสียง จึงเป็นในเชิงปริมาณ (Scalar) อย่างเดียว เนื่องจากสามารถรับสัญญาณเสียงได้จากทุกทิศทาง จึงไม่มีตัวบ่งชี้ทางด้านทิศทาง ความสามารถในการรับเสียงได้ทุกทิศทางนั้นเกิดจากการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียงบนตัวทรานสดิวเซอร์ จึงเป็นที่มาของไมโครโฟนแบบ Omni Directional





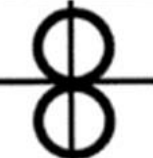








#### 4.8 Half Omni Pressure Microphone

Transducer ของไมโครโฟนรับ รับสัญญาณเพียงด้านเดียว อีกด้านจะถูกปิดไว้ การรับสัญญาณเสียง จึงจะเป็นในเชิงปริมาณอย่างเดียว และเนื่องจากสามารถรับสัญญาณเสียงได้จากทุกทิศทาง จึงไม่มีตัวบ่งชี้ทางด้านทิศทาง



#### 4.9 ตารางเปรียบเทียบทิศทางการรับเสียงรูปแบบต่างๆ

CHARACTERISTIC	OMNI-DIRECTIONAL	CARDIOID	SUPER-CARDIOID	HYPER-CARDIOID	BI-DIRECTIONAL
POLAR RESPONSE PATTERN					
COVERAGE ANGLE	360°	131°	115°	105°	90°
ANGLE OF MAXIMUM REJECTION (null angle)	—	180°	126°	110°	90°
REAR REJECTION (relative to front)	0	$\infty$	12 dB	6 dB	0
AMBIENT SOUND SENSITIVITY (relative to omni)	100%	33%	27%	25%	33%
DISTANCE FACTOR (relative to omni)	1	1.7	1.9	2	1.7

Microphone polar patterns						
Pattern	omnidirectional	subcardioid	cardioid	supercardioid	hypercardioid	bi-directional
Polar plot						
-3 dB pickup angle	360°	164°	131°	116°	105°	90°
-6 dB pickup angle	360°	236°	180°	157°	141°	120°
-10 dB pickup angle	360°	360°	223°	191°	170°	143°
Relative level at 90°	0 dB	-3.6 dB	-6 dB	-8.5 dB	-12 dB	- inf
Relative level at 180°	0 dB	-9.9 dB	- inf	-12.0 dB	-6 dB	0 dB
Angle of maximum rejection (null angle)	---	180°	180°	+/- 127°	+/- 110°	+/- 90°
Directivity Q factor (DI, directivity index)	1.0 (0 dB)	2.1 (3.2 dB)	3.0 (4.8 dB)	3.7 (5.7 dB)	4.0 (6.0 dB)	3.0 (4.8)
UI (Unidirectional Index)	0 dB	4.5 dB	8.5 dB	11.4 dB	8.5 dB	0 dB
Distance factor	1	1.4	1.7	1.9	2	1.7

## 5 อุปกรณ์เสริม

### 5.1 Pop Filter

ป๊อป ฟิลเตอร์ (Pop Filter) หรือ ตัวกรองลม (ส่วนใหญ่จะเรียกกันทับศัพท์) หรือเรียกว่า วินด์สกรีน (Wind Screen) จะมีลักษณะเป็นแผ่นกลมๆ มีตาข่ายขึงอยู่ ใช้เพื่อกรองเสียงที่เกิดจากลม ทั้งเสียงหายใจ เสียงหอบของนักร้อง พิธีกร หรือแม้แต่การเน้นเสียงพูดหรือร้อง มักจะทำให้เกิดเสียงลมดัง “ป๊ป” หรือที่ฝรั่งเรียกว่า “ป๊อป” (Pop) หรือ “บลาสต์” (Blast) เพื่อเป็นการลดปัญหาเหล่านี้จึงใช้ ป๊อป ฟิลเตอร์ มาวางขวางไว้ระหว่างไมโครโฟนและนักร้องหรือคนพูด เพื่อเป็นการลดความเร็วของเสียง (Sound Velocity) ที่วิ่งมากระทบไดอะแฟรม ของไมโครโฟน ทำให้เกิดเอฟเฟกต์เหล่านี้น้อยลง และอีกอย่างหนึ่งคือใช้ลดเอฟเฟกต์ที่เกิดจากเสียงร้องที่เป็นเสียง “ซ” หรือ “ส” ที่เรียกว่าเสียง ซิบัลันท์ (Sibilant) อีกด้วย



### 5.2 ช็อคเมาท์ (Shock Mount)

มักทำจากยาง มีความยืดหยุ่น ใช้ในการจับยึดไมโครโฟนเข้ากับขาตั้งอีกที เพื่อช่วยลดแรงสั่นสะเทือนที่มาจากพื้นหรืออากาศโดยรอบ มักจะใช้กับไมโครโฟนที่มีความไวสูง เช่น คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน เป็นต้น



## 6 การเลือกซื้อไมโครโฟน

### 6.1 การอ่านสเปคของไมโครโฟน

ดูสเปคก่อนการเลือกซื้อ จากสเปค (Specifications) นั้น บอกให้เราทราบและรับรู้อะไรได้หลายอย่าง

#### 6.1.1 Type

บอกให้ทราบถึง ชนิดของไมโครโฟน ว่าเป็นไมโครโฟนชนิด

#### 6.2.2 Frequency Response

บอกให้ทราบถึง ความสามารถในการตอบสนองย่านความถี่เสียงของไมโครโฟน

#### 6.1.3 Polar Pattern

บอกให้ทราบถึง รูปแบบการรับเสียงของไมโครโฟน

#### 6.1.4 Sensitivity

บอกให้ทราบถึง ค่าความไวในการรับเสียงของไมโครโฟน

#### 6.1.5 Impedance

บอกให้ทราบถึง ค่าความต้านทานของไมโครโฟน

#### 6.1.6 Polarity

บอกให้ทราบถึง แรงดันของกระแสไฟฟ้าของไมโครโฟน

#### 6.1.7 Case

บอกให้ทราบถึง คุณสมบัติของอุปกรณ์ของตัวไมโครโฟน

#### 6.1.8 Connector

บอกให้ทราบถึง ลักษณะขั้วต่อสายของไมโครโฟน

#### 6.1.9 Net Weight

บอกให้ทราบถึง น้ำหนักโดยรวมของตัวไมโครโฟน



### 6.1.10 Dimension

บอกให้ทราบถึง ขนาดของไมโครโฟน

## 6.2 4 ปัจจัยที่ต้องรู้ก่อนเลือกไมค์ สำหรับมือใหม่

### 1. รู้ใจตัวเอง (ว่าต้องการอะไร)

ความต้องการหรือจุดประสงค์ในที่นี้ก็คือ เราจะต้องรู้ก่อนว่าเราจะอัดอะไร? เพื่ออะไร? เพราะว่าการบันทึกเสียงนั้นมีหลายประเภท เช่น การพากย์เสียง, การร้องเพลง และการบันทึกเสียงเครื่องดนตรี ซึ่งแต่ละประเภทนั้นจะดีหรือจะเหมาะกับไมค์ประเภทไหนก็แตกต่างกันออกไป เมื่อเรารู้ความต้องการของตัวเองแล้ว ขั้นต่อไปเราก็ค่อยมาหาสิ่งที่รองรับกับความต้องการของเรา

### 2. สิ่งที่ใช้ (ชนิดหรือประเภทของไมค์ต้องเลือกให้ถูก)

เมื่อเรารู้ใจตัวเองแล้วว่าต้องการอะไรเพื่ออะไร ต่อมาเราก็ต้องมาศึกษากันถึงประเภทของไมค์ เพื่อให้ได้ไมค์ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งผมขอแบ่งประเภทของไมโครโฟนออกเป็น 2 ประเภทหลักๆคือ ไมโครโฟนแบบไดนามิก และ ไมโครโฟนแบบคอนเดนเซอร์

#### 2.1 ไมโครโฟนแบบไดนามิก

ไมค์ประเภทนี้ในเรื่องของการรับเสียงจะค่อนข้างโฟกัสเฉพาะจุด และตอบสนองย่านความถี่ได้น้อยกว่าประเภทคอนเดนเซอร์ ลองจินตนาการถึงไมค์ที่นักร้องใช้ร้องสดบนเวทีจะเห็นว่าเมื่อไหร่ที่ปากของนักร้องออกห่างจากไมค์เสียงก็จะเบาหรือหายตามระยะห่างนั้นไปด้วย แต่มันก็อาจจะดีสำหรับการบันทึกเสียงในสถานที่ที่มีเสียงรบกวนเยอะๆ เพราะฉะนั้นไมค์ประเภทนี้จึงไม่เหมาะกับการบันทึกเสียงที่ต้องการความละเอียดสูงๆ แต่มันจะเหมาะกับการบันทึกเสียงที่มีแอดแทคแรงๆ ตัวอย่างเช่น การจ่อหน้าตู้กีตาร์, เครื่องเป่า, รวมถึงการอัดเสียงกลองสด เป็นต้น

#### 2.2 ไมโครโฟนแบบคอนเดนเซอร์

เป็นไมค์ประเภทที่มีภาคการรับเสียงที่ละเอียด ไม่ว่าจะบันทึกเสียงดัง เสียงค่อย ไมค์ประเภทนี้มีความไวต่อเสียงมากๆ จึงทำให้เหมาะกับการบันทึกเสียงที่ต้องการน้ำหนักดัง เบา หรือต้องการเนื้อเสียงที่เป็นธรรมชาติ เช่น การบันทึกเสียงร้อง, กีตาร์โปร่ง หรือเครื่องดนตรีประเภทคอสติคต่างๆ และนี่จึงทำให้ไมค์ประเภทนี้ไม่เหมาะกับการบันทึกเสียงในที่ที่มีเสียงรบกวนเยอะ เพราะมันจะรับเสียงรบกวนนั้นๆเข้ามาด้วยเช่นกัน ไมค์ประเภทนี้สำหรับมือใหม่นั้นอาจจะยุ่งยากนิดหน่อย เนื่องจากมันไม่สามารถต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง อีกทั้งมันยังเป็นไมค์ที่ต้องใช้ไฟเลี้ยง เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่มีปุ่ม +48V หรือเรียกว่า Phantom Power (โดยปกติแล้วปุ่ม Phantom Power นั้นจะมีอยู่ใน Audio Interface หรือ Mixer) หรือถ้า



พูดให้เข้าใจง่ายขึ้นก็คือไมค์ประเภทนี้จำเป็นต้องใช้คู่กับ Audio Interface หรือไมค์ Mixer อย่างใดอย่างหนึ่งนั่นเอง หรือหากไม่มีก็สามารถหาซื้อเฉพาะตัว Phantom Power แยกก็ทำได้

### 2.3 ไมโครโฟนประเภท USB

ไมค์ประเภทนี้จะมีทั้งที่เป็นไมค์คอนเดนเซอร์ และไดนามิก ซึ่งจะแตกต่างกับไมค์ปกติตรงที่สายสัญญาณของไมค์ประเภทนี้จะเป็นสาย USB โดยข้อดีของมันก็คือสามารถเสียบเข้ากับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ทันที ทำให้ใช้งานได้ง่ายมาก โดยไม่จำเป็นต้องผ่าน Mixer หรือ Audio Interface ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งราคาที่มีหลายระดับ และหลายช่วงราคา จึงทำให้ในปัจจุบันผู้คนเริ่มหันมาใช้ไมค์ประเภทนี้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะไมค์ USB คอนเดนเซอร์ ส่วนข้อเสียของไมค์ประเภทที่เป็น USB นั่นก็คือค่าความละเอียดโดยส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 16 bit/44.1 kHz

### 3.รูปแบบการรับเสียงของไมค์

เมื่อเราเลือกแล้วว่าไมค์แบบไหนที่ใช่ เรื่องต่อไปที่ควรรู้จักคือรูปแบบการรับเสียงของไมค์ ซึ่งรูปแบบที่พบเจอได้บ่อยๆก็จะมี 3 รูปแบบดังนี้

1. Cardioid รูปแบบนี้เป็นรูปแบบพื้นฐานที่ไมค์ทุกตัวมีเหมือนกัน นั่นคือการรับเสียงเฉพาะด้านหน้า หมายถึงให้โฟกัสเสียงที่ต้องการบันทึกไปตรงด้านหน้า ส่วนด้านอื่นๆก็อาจจะยังมีเสียงเข้ามาบ้างแต่จะเบากว่าด้านหน้า
2. Figure Eight รูปแบบนี้จะเป็นการรับเสียงเฉพาะด้านหน้าและด้านหลัง (ไม่ได้รับด้านข้าง)
3. Omni – Directional รูปแบบนี้จะรับเสียงแบบรอบทิศทาง

### 4.การตอบสนองความถี่ (เพื่อย่านเสียงที่ตรงกับความต้องการ)

การตอบสนองความถี่นั้นก็หมายถึง ไมค์แต่ละรุ่นจะมีลักษณะคาแรคเตอร์เสียงที่ออกแบบมาแตกต่างกัน บางรุ่นจะเน้นไปที่ย่านความถี่สูงๆ หรือบางรุ่นอาจจะเน้นย่านความถี่ต่ำ โดยดูได้จากสเปคของไมโครโฟนซึ่งส่วนใหญ่จะให้มาในกล่อง หรือหาข้อมูลได้จากอินเทอร์เน็ตก็ได้ ยกตัวอย่างเช่น หากเราต้องการไมค์โครโฟนซักตัวมาอัดเสียงร้องผู้ชายซึ่งเรนจ์เสียงอยู่ที่ 150Hz – 2kHz เราก็ควรเลือกใช้ไมค์ที่ตอบสนองย่านความถี่ดังกล่าวได้ดี และตรงกับเสียงที่เราต้องการ อีกทั้งยังทำให้ขั้นตอนการมิกซ์หรือแก้ไข Edit ตัดแต่งเสียงนั้นทำได้ง่ายยิ่งขึ้น

## 7 ไมโครโฟน รุ่นมาตรฐานสำหรับมืออาชีพ

### 7.1 ไมโครโฟน Shure SM58-LC



สำหรับไมโครโฟนแล้วคงไม่มีใครไม่รู้จักกับรุ่นนี้อย่างแน่นอน ถือว่าเป็นรุ่นไมโครโฟนในตำนานและเป็นที่นิยมมากที่สุด สำหรับนักร้องหลายคนนั้นอาจจะถือเป็นรุ่นมาตรฐานแต่จริงๆ ในความมาตรฐานนั้นถือเป็น 1 สุดยอดไมโครโฟนสำหรับเสียงร้องเลยทีเดียว โดยรุ่นนี้นั้นเป็นการวางมาตรฐานให้กับไมโครโฟนสำหรับนักร้องในปัจจุบันอีกด้วย

สเปคและรายละเอียด

- เป็นไมโครโฟนที่ตอบสนองเสียงกลาง-สูงได้ดี
- ตัดเสียงต่ำไปได้ค่อนข้างดีทำให้ถือเป็นไมโครโฟนที่ดีมากสำหรับเสียงร้อง
- ราคายังไม่สูงมากเหมาะกับคนที่กำลังมองหาไมโครโฟนตัวแรก
- เป็นไมโครโฟนมาตรฐานสำหรับการแสดงสด
- ถึก อึด ทนทาน
- 

### 7.2 ไมโครโฟน Shure BETA 58A



ถึงแม้ว่าไมโครโฟน Shure SM58 จะถือเป็นไมโครโฟนสำหรับนักร้องที่ดีมาก ๆ แล้วแต่ทางแบรนด์ก็ได้นำรุ่น SM58 ไปพัฒนาต่อและยกระดับไมโครโฟนสำหรับนักร้องขึ้นไปอีกโดยได้ออกมาเป็นรุ่น Beta58A ซึ่งได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบการรับเสียงไปทำให้เสียงที่ได้นั้นคมและสว่างขึ้น

### สเปคและรายละเอียด

- รูปแบบการรับเสียงแคบลง
- ป้องกันการหอนได้ดีขึ้น ทำให้แรงเสียงได้ดังขึ้น
- เสียงกลางชัดและใสมากขึ้นกว่า SM58
- ราคาสูงกว่า SM58

### 7.3 ไมโครโฟน Sennheiser E835



สำหรับไมโครโฟนจาก Sennheiser รุ่น E835 ถือว่าเป็นรุ่นที่คู่กันมากับ SM58 เป็นไมโครโฟนสำหรับเสียงร้องที่ดีมีมาตรฐานอีกตัวหนึ่ง โดย E835 นั้นมีการติดยุสในย่านความถี่สูงมาให้ ทำให้เสียงนั้นค่อนข้างชัดเจนกว่า SM58 อย่างชัดเจน ถ้าชอบ SM58 แต่อยากให้เสียงใสขึ้นมากอีกหน่อยก็แนะนำรุ่นนี้แทนเพราะราคาเท่า ๆ กัน

### สเปคและรายละเอียด

- ถือเป็นไมโครโฟนมาตรฐานอีกหนึ่งรุ่น
- ความทนทานดีมาก
- มีความคมชัดในย่านความถี่สูง
- ป้องกันเสียงจากกระแทก การถือไมโครโฟน เหมาะกับนักร้องที่ชอบถือไมค์ ไม่ใช่ขาตั้งไมค์

#### 7.4 ไมโครโฟน Audix OM3



สำหรับ Audix รุ่น OM3 ก็ถือเป็นไมโครโฟนที่มีชื่อเสียงให้ความไว้วางใจอีกหนึ่งตัว ด้วยราคาที่ไม่สูงและด้วยความทนทานก็ถือว่าเป็นไมโครโฟนที่สอบผ่านมาตรฐานแบบสบาย ๆ

##### สเปคและรายละเอียด

- รูปแบบการรับเสียงจะแคบมากแทบจะตัดเสียงจากด้านข้างจนเกือบหมดทำให้สามารถโฟกัสเสียงร้องได้ดี
- เหมาะกับนักร้องที่ชอบได้ยินเสียงตัวเองชัด ๆ ดัง ๆ
- ไมโครโฟนถูกปรับแต่งให้ลดอาการบวมของเสียงกลางต่ำ ทำให้เสียงย่านอื่นๆชัดมากขึ้น

#### 7.5 ไมโครโฟน Telefunken M80



สำหรับ ไมโครโฟน ตัวสุดท้ายนี้ราคาค่อนข้างสูงจากไมค์ทุกตัวที่แนะนำมาและเป็นไมค์ยอดนิยมที่นักร้องอาชีพใช้กันค่อนข้างเยอะเลยทีเดียว โดยถือเป็นรุ่นที่สูงกว่ามาตรฐานไปพอสมควรทั้งคุณภาพและราคา แต่ก็ต้องยอมรับว่าไมโครโฟนรุ่นนี้ทำออกมาได้ดีและครอบคลุมการร้องทุกแบบทุกสไตล์จริง ๆ

##### สเปคและรายละเอียด

- ไมค์คุณภาพดีที่ถูกออกแบบมาสำหรับเสียงร้องโดยเฉพาะ
- ให้เสียงคมชัด ใส ในย่านเสียงกลางได้ดีมาก

- ตัดเสียงรบกวนได้ดีมาก
- ราคาค่อนข้างสูงกว่าไมโครโฟนรุ่นมาตรฐานไปมาก แต่ก็แลกมากับคุณภาพที่ดีมากขึ้น
- มีสีให้เลือกเยอะมาก

## บรรณานุกรม

5 ไมโครโฟน รุ่นมาตรฐานสำหรับมืออาชีพ พร้อมวิธีเลือกให้เหมาะกับเสียงร้องของตัวเอง. (2563).

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.bigbromusic.com/5microphones-for-live-vocal/>.

(วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564).

ว่าด้วยเรื่อง “ Basic Microphone ” ที่คุณควรรู้... EP.3 วิธีดูสเปค (Specifications) ไมโครโฟน...ก่อน

การเลือกใช้งาน. (2561). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก [https://www.soundddd.shop/basic-](https://www.soundddd.shop/basic-microphone-ep-3/)

microphone-ep-3/. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564).

4 ปัจจัยที่ต้องรู้ก่อนเลือกไมค์ สำหรับมือใหม่. (2559). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [https://millionhead](https://millionheadpro.com/blog-detail.php?id=17/)

pro.com/blog-detail.php?id=17/. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564).

ProTechniques : Microphone (3). (2561). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://www.soundstagemag](http://www.soundstagemag.com/main/index.php/magazine-articles/studio-and-instrument/1237-protechniques-microphone-3/)

.com/main/index.php/magazine-articles/studio-and-instrument/1237-protechniques-

microphone-3/. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564).

ไมโครโฟน (2554). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก [https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%84%E0%B8%A](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B9%82%E0%B8%9F%E0%B8%99/)

1%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B9%82%E0%B8%9F%E0%B8%99/.

(วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564).

วิวัฒนาการของไมโครโฟน. (2562). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [https://www.greelane.com/th/%E0%](https://www.greelane.com/th/%E0%B8%A1%E0%B8%99%E0%B8%B8%E0%B8%A9%E0%B8%A2%E0%B8%A8%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B9%8C/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%A8%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%92%E0%B8%99%E0%B8%98%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%A1/history-of-microphones-1992144/)

B8%A1%E0%B8%99%E0%B8%B8%E0%B8%A9%E0%B8%A2%E0%B8%A8%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B9%8C/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%A8%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%92%E0%B8%99%E0%B8%98%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%A1/history-of-microphones-1992144/. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564).

ไมโครโฟน. (2564). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [https://drive.google.com/file/d/1LmKXQnSuk](https://drive.google.com/file/d/1LmKXQnSukQlElex27e-zFRRVtnO8l9V-/view/)

QlElex27e-zFRRVtnO8l9V-/view/. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564).

ว่าด้วยเรื่อง “Basic Microphone” ที่คุณควรรู้... EP.1 เรียนรู้...ชนิดของไมโครโฟน. (2561). [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : <https://www.soundddd.shop/basic-microphone-ep-1/>.

(วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564).