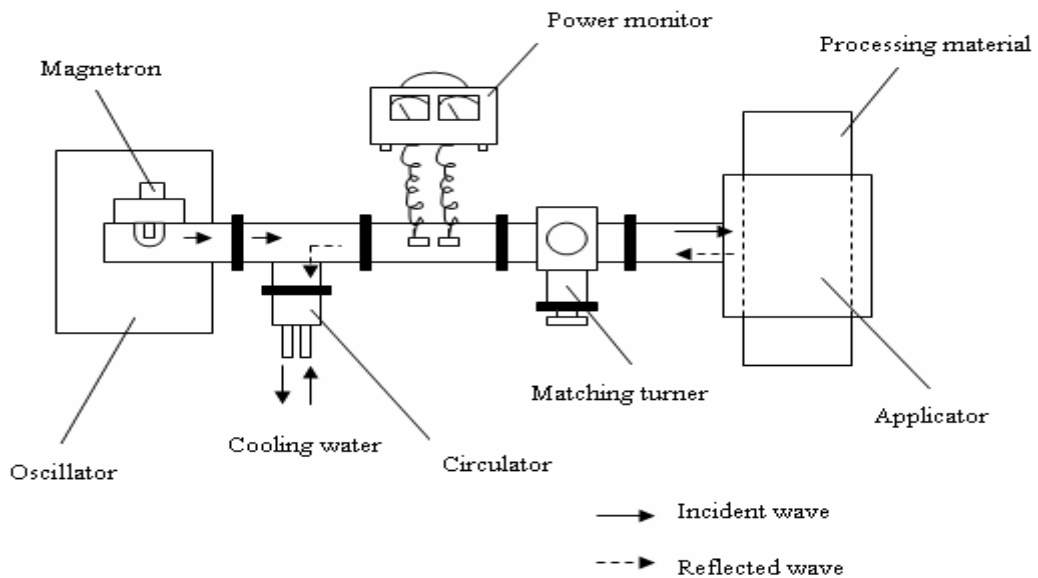


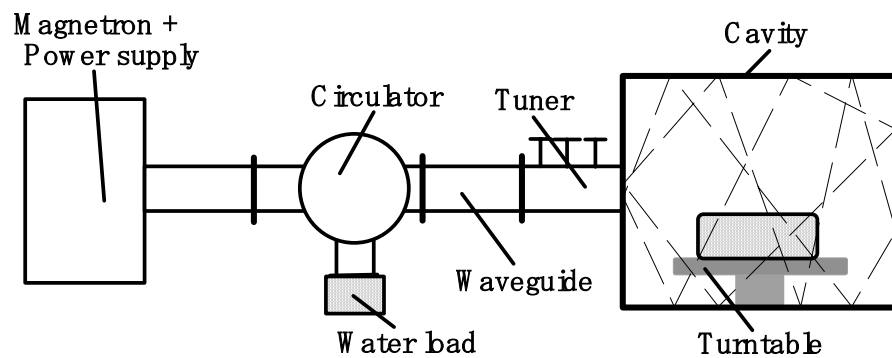
บทที่ 3

อุปกรณ์สำหรับกระบวนการทำความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ

การทำความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟและไดอิเล็กทริกมีกลไกเช่นเดียวกันแต่มีวิธีการในการที่ทำให้บรรลุเป้าหมายแตกต่างกัน โดยระบบพื้นฐานของระบบเหล่านี้จะประกอบด้วยแหล่งกำเนิดพลังงานความถี่สูงหรือ เจนเนอเรเตอร์ และใช้ท่อนำคลื่น (Waveguide) ไปยังชิ้นงาน (Load) ที่อยู่ภายในแอปพลิเคชัน (Applicator) ดังแสดงในรูปที่ 3.1



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.1 แสดงองค์ประกอบพื้นฐานของระบบทำความร้อนด้วยไมโครเวฟในลักษณะต่างๆ

จากรูปที่ 3.1 แมกนีตรอน (Magnetron) ที่ติดตั้งบนท่อนำคลื่น (Waveguide) ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดคลื่นไมโครเวฟหรือสร้างพลังงานไมโครเวฟ ไมโครเวฟจะเคลื่อนที่ผ่านท่อนำคลื่นไปยังวัสดุที่นำมาผ่านกระบวนการที่อยู่ภายในคาวิตี (Cavity) หรือ แอปพลิเคเตอร์ (Applicator) เมื่อพลังงานไมโครเวฟเข้าสู่วัสดุแล้ว ส่วนที่นอกเหนือจากการดูดซับ (Absorbed Wave) โดยตัววัสดุ จะมีบางส่วนที่ทะลุผ่าน (Transmitted Wave) วัสดุและจะมีบางส่วนที่สะท้อนกลับ (Reflected wave) ไป ซึ่งอัตราพลังงานไมโครเวฟที่สะท้อนกลับ จะขึ้นอยู่กับค่าคุณสมบัติไดอิเล็กตริก (Dielectric Properties) ของวัสดุและคุณลักษณะประจำตัวของวัสดุเอง คลื่นสะท้อนที่เกิดจากการสะท้อนกลับของคลื่นไมโครเวฟขณะชนกับวัสดุ อาจทำให้ตัวกำเนิดคลื่นไมโครเวฟเสียหายได้ (โดยเฉพาะระบบที่ใช้ไมโครเวฟกำลังสูง) ดังนั้นโดยทั่วไประบบไมโครเวฟจะติดตั้งตัวดักคลื่น หรือที่เรียกทั่วไปว่า เซอร์คูลเตอร์ (Circulator) (อุปกรณ์ทำให้คลื่นไมโครเวฟเดินได้ทางเดียว) ระหว่างตัวกำเนิดคลื่นและท่อนำคลื่นเพื่อป้องกันการเสียหายดังกล่าว นอกจากนี้ยังติดตั้งอุปกรณ์ปรับแต่งคลื่นเพื่อที่จะลดพลังงานสะท้อนกลับนี้ โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Matching Tuner มาติดตั้งระหว่างท่อนำคลื่นและบริเวณทำความร้อน อุปกรณ์ตัวนี้ทำหน้าที่ปรับให้คลื่นไมโครเวฟมีการดูดซับในตัววัสดุได้ดีขึ้น โดยที่การสะท้อนของคลื่นที่ผิววัสดุลดลง ส่งผลทำให้ระบบไมโครเวฟทำงานที่ประสิทธิภาพสูงสุดอีกด้วย

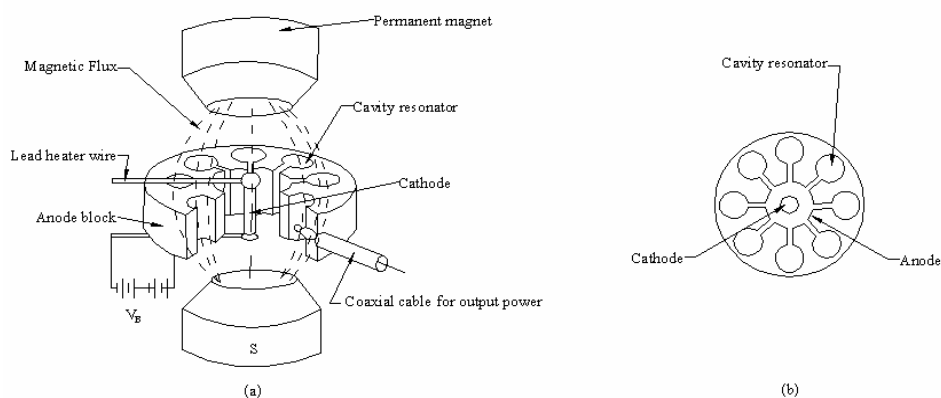
ต่อไปนี้จะแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละตัวภายในระบบทำความร้อนด้วยไมโครเวฟพร้อมหลักการทำงานเบื้องต้น

3.1 แหล่งกำเนิดพลังงานความถี่สูงหรือเจนเนอเรเตอร์ (Generator)

โดยแหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟหรือเจนเนอเรเตอร์ (Generator) จะประกอบด้วยแหล่งจ่ายกำลังไฟกระแสตรงและตัวแมกนีตรอน (Magnetron) หรือไคลสตรอน (Klystron) โดยตัวแมกนีตรอน (Magnetron) เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญที่สุดอันหนึ่งในระบบทำความร้อนด้วยไมโครเวฟ แมกนีตรอนเป็นหลอดสร้างคลื่นไมโครเวฟจากการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (Dc Energy) ภายใต้อิทธิพลของสนามไฟฟ้าสูงๆ ที่ Magnetron Anode โดยมีประสิทธิภาพประมาณ 70% - 90%

ภายในแมกนีตรอน ประกอบไปด้วยไส้หลอด (Filament) โดยแคโทด (Cathode) ซึ่งเป็นขั้วโคขี้หนึ่งขั้วของไส้หลอด (ทำจากขดลวดทั้งสแตน) และถูกบรรจุอยู่ในห้องสุญญากาศซึ่งส่วนของผนังรอบๆ จะทำหน้าที่เป็นขั้วแอโนด (Anode) คลื่นไมโครเวฟที่ถูกกำเนิดขึ้นจะถูกส่งออกมาภายนอกโดย Antenna ในการทำงานของแมกนีตรอนนั้น แมกนีตรอนจะถูกจ่ายด้วยไฟฟ้า

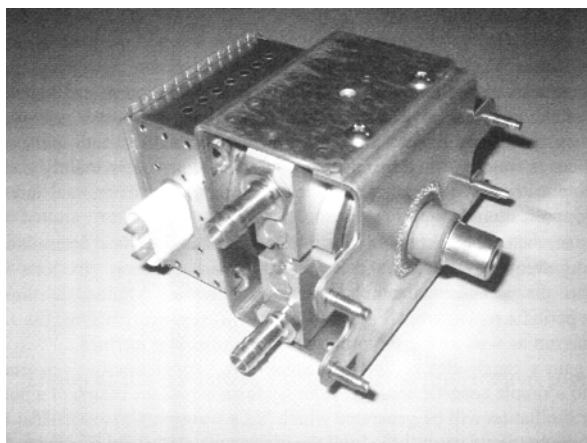
กระแสสลับแรงดันต่ำประมาณ 3-4 โวลต์ กระแส 10 แอมแปร์ที่ใส่หลอด ซึ่งจะทำให้ไส้หลอดร้อนและปล่อยอิเล็กตรอนออกมา และเมื่อจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงไปที่ขั้วโคขั้วหนึ่งของไส้หลอดซึ่งทำหน้าที่เป็นแคโทดเทียบกับขั้วแอโนด ก็จะทำให้อิเล็กตรอนถูกบังคับให้เคลื่อนที่ภายใต้อิทธิพลของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กถาวร และเมื่อความต่างศักย์มีค่าสูงจนถึงค่าหนึ่งก็จะทำให้แมกนีตรอนสามารถปล่อยคลื่นไมโครเวฟออกมาได้ โดยที่ความถี่ของคลื่นไมโครเวฟจะถูกกำหนดด้วยโครงสร้างภายในช่องสุญญากาศระหว่างขั้วแคโทดกับขั้วแอโนด ซึ่งทำให้มีความเหมาะสมที่ทำให้แมกนีตรอนสามารถกำเนิดคลื่นไมโครเวฟความถี่ 2.45 GHz ออกมา ภาพไออะแกรมของโครงสร้างอย่างคร่าวๆ ของแมกนีตรอน ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างของ แมกนีตรอน (แบบ 8 ช่อง)

โดยทั่วไปแมกนีตรอนแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ ชนิดแรกเป็นแมกนีตรอนที่ทำงานเป็นจิงหวะหรือพัลส์ (Pulsed Magnetron) ซึ่งประยุกต์ใช้ในงานเรดาร์ ชนิดที่สองเป็นแมกนีตรอนที่ทำงานแบบต่อเนื่อง (Continuous - Wave (CW) Magnetron) ซึ่งมักใช้ประยุกต์กับกระบวนการทางความร้อน เช่นที่ใช้ในเตาไมโครเวฟตามบ้าน และกระบวนการทางอุตสาหกรรม

ขนาดกำลังของแมกนีตรอนที่ใช้ในอุตสาหกรรมคือ 100 W – 30 kW ความถี่ 2450 MHz และ 5-100 kW ความถี่ 915 MHz ใช้ Water-Cooling ซึ่ง Water-Cooling ต้องการ 3 kW สำหรับการประยุกต์ในอุตสาหกรรม Water-Cooling ก็จะถูกนำไปในแมกนีตรอนขนาดเล็กกว่า ดังรูป 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงการประยุกต์ในอุตสาหกรรม โดยการใช้ Water-Cooling กับ แมกนีตรอนขนาดเล็ก

หากพิจารณาถึงอายุการใช้งานของแมกนีตรอน ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าอายุการใช้งานของแมกนีตรอนขึ้นอยู่กับปริมาณของคลื่นที่สะท้อนกลับ นอกจากนั้นยังขึ้นกับปัจจัยอื่นๆอีกด้วย ได้แก่

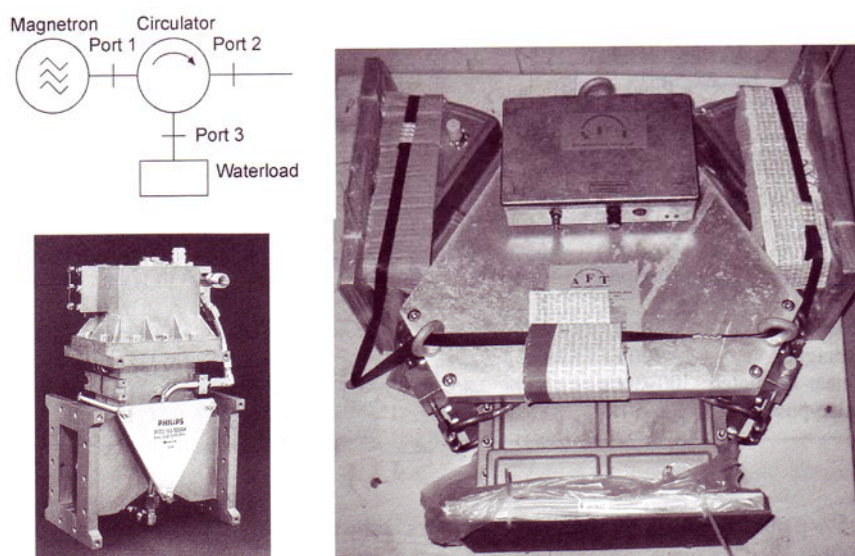
- การเปลี่ยนแปลงของกำลังไฟฟ้าและความต่างศักย์ที่ส่งไป
- อุณหภูมิ ปริมาณ และคุณภาพของน้ำหล่อเย็น
- อัตราการไหลและอุณหภูมิของอากาศหล่อเย็น
- สภาพของการติดตั้ง เช่น การสั่น อุณหภูมิบรรยากาศ ฯลฯ
- ขั้นตอนการติดตั้งแมกนีตรอน
- ขั้นตอนการใช้งาน

จากการประมาณอายุการใช้งานของแมกนีตรอน โดยบริษัท Micro Denshi ประเทศญี่ปุ่น ทำการวัดจากแมกนีตรอน จำนวน 523 ตัว พบว่าอายุการใช้งานที่น้อยที่สุดที่พบคือ 1,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 1 ปี ส่วนอายุเฉลี่ยของการใช้งานอยู่ที่ 6,400 ชั่วโมง และอายุการใช้งานสูงสุดที่พบคือ 10,000 ชั่วโมง ทั้งนี้อายุการใช้งานของแมกนีตรอน จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเหตุผลดังที่ได้กล่าวในข้างต้น

3.2 อุปกรณ์ป้องกัน (Protective Devices)

อุปกรณ์ป้องกันหลายๆอย่างได้ถูกนำมาใช้กับระบบไมโครเวฟเพื่อป้องกันการสะท้อนของพลังงานไมโครเวฟในระดับสูงที่อาจทำลายแมกนีตรอนหรือไครสทอน โดยมีวิธีอย่างง่ายคือ มีสวิตช์ความร้อนซึ่งเป็นหลอดที่มีความไวต่อการทำความร้อนที่สูงจนเกินไปและตัดพลังงานได้ แต่

อย่างไรก็ตามด้วยหลอดที่ใช้เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการป้องกันจึงได้มีวิธีอื่นเพิ่มเติมคือ การใช้ตัวตรวจวัดพลังงานที่สามารถกำหนดทิศทางได้ซึ่งช่วยลดพลังงานในส่วนที่กำลังเคลื่อนที่ไปข้างหน้ากับที่สะท้อนกลับและสามารถปีระบบได้เมื่อพลังงานการสะท้อนมีค่ามากจนเกินไป โดยระบบที่มีความซับซ้อนจะมีเซอร์คูเลเตอร์ (Circulator) เป็นอุปกรณ์ที่เป็นแม่เหล็กถาวร ตั้งอยู่บนท่อนำคลื่น ติดตั้งอยู่ระหว่าง เจนเนอเรเตอร์และ แอปพลิเคชัน ตัวมันทำหน้าที่ส่งผ่านคลื่นที่สะท้อนกลับจากแอปพลิเคชันเข้าไปในโหลดชดเชย (Dummy Load) เช่น โหลดจำพวกน้ำน้ำ หรือวัสดุอื่นๆ (การติดตั้งระบบน้ำเข้าร่วมกับระบบเซอร์คูเลเตอร์ที่สมบูรณ์แล้วบางทีเราจะเรียกระบบนี้ว่า ไอโซเลเตอร์ (Isolator) หรือ ไอโซ-เซอร์คูเลเตอร์ (Iso - Circulator) ซึ่งเป็นการช่วยปกป้องแมกนีตรอนจากคลื่นที่สะท้อนกลับ ซึ่งช่วยยืดอายุการใช้งานของ แมกนีตรอนออกไป จึงนับได้ว่าระบบนี้มีประสิทธิภาพสูงโดยเฉพาะมีการแนะนำให้ประยุกต์ใช้กับระบบที่มีกำลังระดับสูงภาพของโครงสร้างเซอร์คูเลเตอร์ อย่างคร่าวๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงการต่อฟังก์ชันการทำงานของ เซอร์คูเลเตอร์ ในลักษณะ 3 ช่องทาง

3.3 อุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณคลื่นที่สะท้อนกลับ (Reflection Monitor)

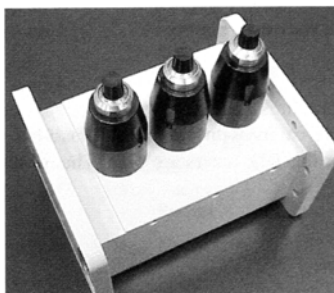
เป็นเครื่องที่ใช้ตรวจวัดปริมาณคลื่นที่สะท้อนกลับมาจากแอปพลิเคชันเนื่องจากวัสดุไม่ได้ดูดซับเอาไว้ โครงสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณคลื่นที่สะท้อนกลับ อย่างคร่าวๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ภาพของโครงสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณคลื่นที่สะท้อนกลับ

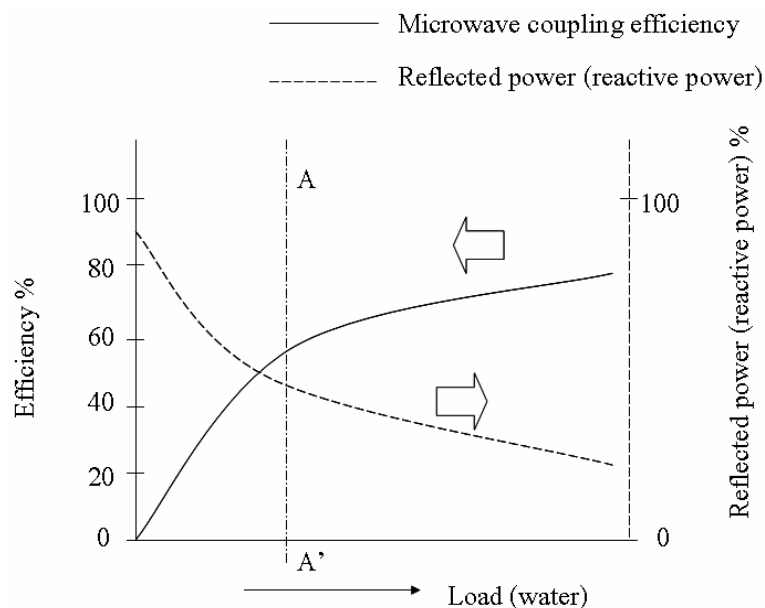
3.4 อุปกรณ์ปรับค่าคลื่น (Matching Tuner)

อุปกรณ์นี้อาศัยการปรับค่าตัวต้านทาน เพื่อปรับค่าคลื่นไมโครเวฟจากเจนเนอเรเตอร์ให้เหมาะสมกับวัสดุที่จะให้ความร้อน ซึ่งต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์วัดกำลังคลื่น (Power Monitor) เป็นตัวช่วยให้ระบบมีประสิทธิภาพและช่วยเรื่องการปกป้องและความปลอดภัยของตัวเจนเนอเรเตอร์ ภาพของโครงสร้างอุปกรณ์ปรับค่าคลื่น ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ภาพของโครงสร้างอุปกรณ์ปรับค่าคลื่น (3- Stub Tuner)

เมื่อใช้การปรับค่าจากอุปกรณ์นี้ ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของน้ำและประสิทธิภาพดังรูปที่ 3.7 ผลจากการปรับค่า ทำให้อายุการใช้งานของแมกนีตรอนยาวนานขึ้น เนื่องจากสามารถช่วยลดการสะท้อนกลับของคลื่นตามที่กล่าวมาข้างต้น



รูปที่ 3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนภาระของน้ำและค่าประสิทธิภาพ

3.5 แอปพลิเคเตอร์ (Applicator)

แอปพลิเคเตอร์ (Applicator) หรือคาวิตี (Cavity) เป็นส่วนที่มีไว้สำหรับการทำความร้อนของกระบวนการ โดยได้รับพลังงานไมโครเวฟมาจากเจนเนอเรเตอร์หรือแมกนีตรอน โดยปกติการจ่ายพลังงานไมโครเวฟไปยังโหลดหรือวัสดุที่นำมาผ่านกระบวนการ มีความแตกต่างกันตามชนิดของกระบวนการและตามชนิดของวัสดุ โดยพลังงานไมโครเวฟจะส่งผ่านผ่านที่ว่างและมีจุดรวมที่โหลด ดังจะอธิบายรายละเอียดตามข้างล่างต่อไป

หลังจากการสร้างคลื่นในย่านความถี่ไมโครเวฟแล้ว คลื่นจะถูกส่งไปยังแอปพลิเคเตอร์ ด้วยใช้ท่อนำคลื่น (Waveguides) แม้ว่าในบางครั้งสามารถใช้สายโคแอกเซียลได้ แต่ก็เหมาะกับการส่งคลื่นในช่วงกำลังต่ำเท่านั้น โดยปกติท่อนำคลื่นจะเป็นท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้ากลวง ซึ่งอาจทำจากทองเหลืองหรืออะลูมิเนียมโดยที่ขนาดภายในนี้จะต้องใช้ความระมัดระวังในการออกแบบและเลือกใช้เพื่อที่จะสามารถควบคุมคุณสมบัติของคลื่นไมโครเวฟตามที่ต้องการไปยังแอปพลิเคเตอร์ได้ สำหรับตัวแอปพลิเคเตอร์แล้ว จะมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดและสร้างจากวัสดุประเภทโลหะเสมอ

โดยทั่วไป แอปพลิเคเตอร์ ถูกแบ่งประเภทตามชนิดคาวิตี และ ท่อนำคลื่น ดังนี้
ชนิดคาวิตี (Cavity Applicators)

- คาวิตี ชนิดทำงานเป็นกะ
- คาวิตี ชนิดทำงานแบบต่อเนื่อง

ชนิดท่อนำคลื่น (Waveguide Applicators)

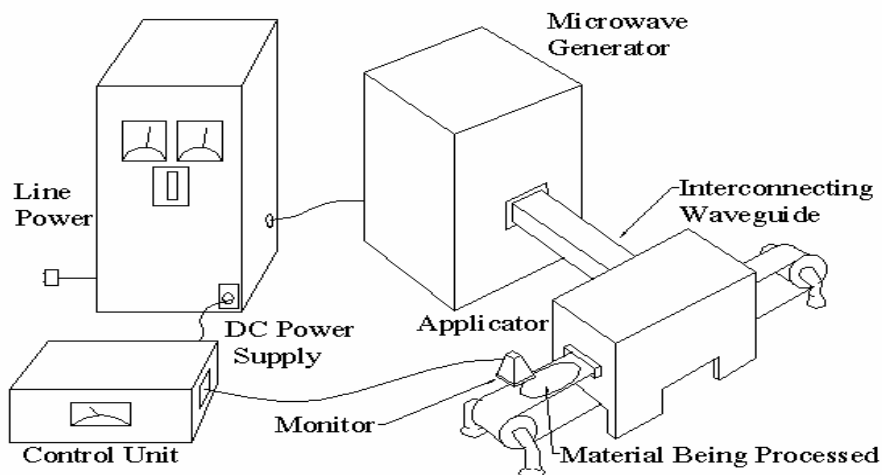
- ท่อนำคลื่นแบบสี่เหลี่ยม
- ท่อนำคลื่นแบบวงกลม
- ท่อนำคลื่นแบบอู โมงค์
- ท่อนำคลื่นแบบหักโค้ง

3.5.1 แอปพลิเคชันชนิดควิตี้ (Cavity Applicators)

ซึ่งจัดได้ว่าเป็นแอปพลิเคชันขนาดใหญ่ ยกตัวอย่างเช่นไมโครเวฟของโฮโร (Hore) ระบบนี้จะประกอบด้วยควิตี้โลหะซึ่งอาจต่อเชื่อมกันเป็นอู โมงค์ ภายในอู โมงค์นี้จะมีระบบสายพานลำเลียงเพื่อเคลื่อนย้ายปริมาณของวัสดุที่นำมาผ่านกระบวนการ โดยพลังงานไมโครเวฟที่ป้อนเข้าไปในแอปพลิเคชันนี้ โดยวิธีการใช้ท่อนำคลื่นหรือสายโคแอกเซียลผ่านจุดต่อต่อเดี่ยวหรือหลายจุดต่อดังแสดงในรูปที่ 3.8 ในระบบที่ใช้ในอุตสาหกรรม อาจจะมีแมกนีตรอนมากกว่า 100 ตัว ติดตั้งแยกกันภายในควิตี้ นอกจากนี้แอปพลิเคชันนี้จะพบว่า โหลดหรือวัสดุที่นำมาผ่านกระบวนการจะมีสัดส่วนโดยปริมาตรน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรของแอปพลิเคชัน (เราจึงเรียกรูปแบบคลื่นไมโครเวฟที่กระทำต่อวัสดุในลักษณะนี้ว่าคลื่นมัลติโหมด (Multi Mode)) และจะถูกสนามแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งสะท้อนกลับไปกลับมาจากด้าน ไปอีกด้านหนึ่งของแอปพลิเคชัน ผ่านเข้าไปในโหลดจากทุกๆด้านสิ่งนี้จึงถูกเรียกว่าเป็นการทำความร้อนเชิงปริมาตรสามมิติที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งหลักการของระบบนี้มีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม

สำหรับปัญหาหนึ่งของแอปพลิเคชันชนิดควิตี้ คือไม่ความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในโหลดซึ่งส่งผลต่อการกระจายตัวของความร้อนภายใน โหลด ดังนั้นเพื่อให้การทำความร้อนมีความสม่ำเสมอจึงได้มีขั้นตอนที่เป็นหลักประกันในปัญหาดังกล่าว ซึ่งโดยปกติจะใช้วิธีการผสมผสานได้แก่ ออกแบบให้มีการเคลื่อนที่หรือการหมุนของโหลดในแอปพลิเคชัน ซึ่งอาจใช้ระบบสายพานลำเลียงหรือถาดหมุน และมีโหมดของการกวนสนามพลังงาน (Mode Stirrer) โดยอาจจะเป็น ใบกวนที่การหมุนรอบต่ำ การเพิ่มจำนวนโหมดภายในควิตี้ก็เป็นผลให้เกิดการกระจายและสะท้อนของพลังงานได้ดีเช่นกัน นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบให้มีช่องทางการป้อนพลังงานไมโครเวฟให้มีลักษณะหลายช่อง (Multi Feed System) หรือออกแบบให้มีการใช้แหล่งพลังงานไมโครเวฟที่มีความถี่แตกต่างกันเล็กน้อยภายในแอปพลิเคชันเดียวกัน เพื่อทำให้เกิดรูปแบบการกระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าภายในแอปพลิเคชันที่ดีขึ้น

Microwave and Dielectric Drying



รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างของระบบความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับสายพานลำเลียงและมี

แอปพลิเคชัน ชนิดควิตี้ โดยมีระบบการป้อนกลับ (Feedback System) จากวัสดุที่ถูกทำ

ให้ ร้อนเพื่อปรับค่ากำลังของแมกนีตรอนที่ออกมาโดยอัตโนมัติซึ่งสามารถควบคุมระดับความชื้น

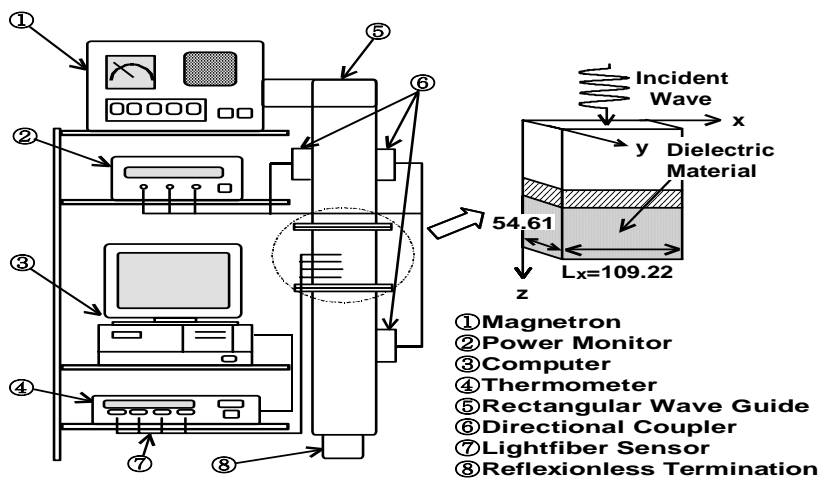
3.5.2 แอปพลิเคชันชนิดท่อนำคลื่น (Waveguide Applicators)

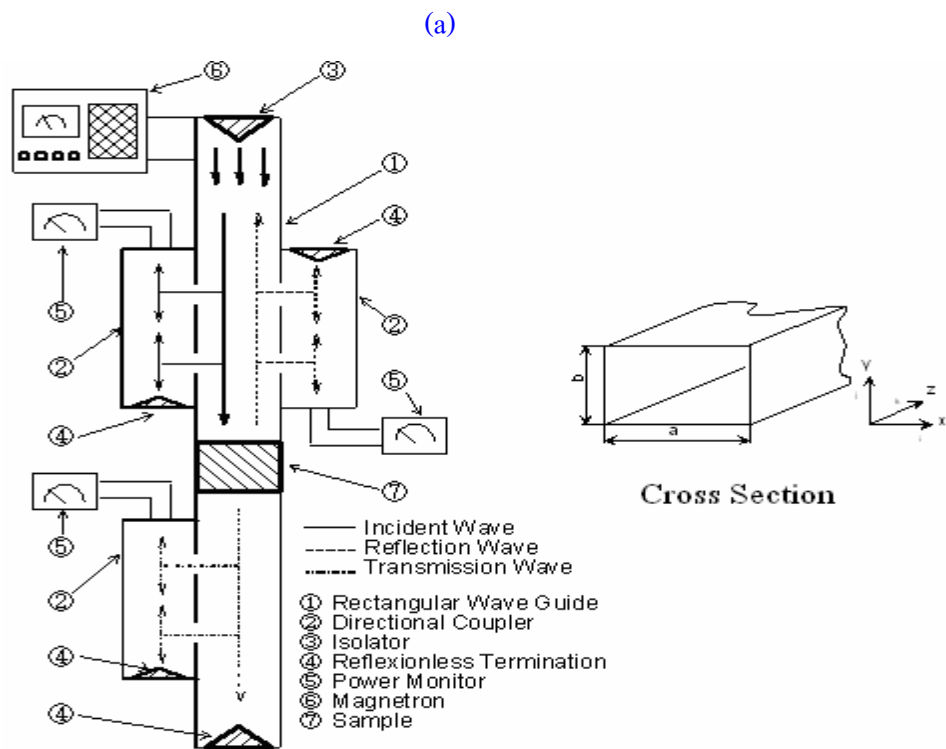
แอปพลิเคชันชนิดนี้ตัวท่อนำคลื่นสามารถทำหน้าที่เป็นแอปพลิเคชันเองโดยตรง ดัง

แสดงในรูปที่ 3.9 เนื่องจากสนามไฟฟ้าสามารถจะเกิดขึ้นได้สูงสุดที่บริเวณกึ่งกลางตัวท่อนำคลื่น

ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่คลื่นจะสามารถผ่านเข้าไปในวัสดุด้วยสนามความเข้มสูงจึงทำให้เกิด

ความร้อนได้ดี ดังตัวอย่างที่ได้อันหนึ่งคือ การทำความร้อนวัสดุเส้นใย (Filamentary Materials)



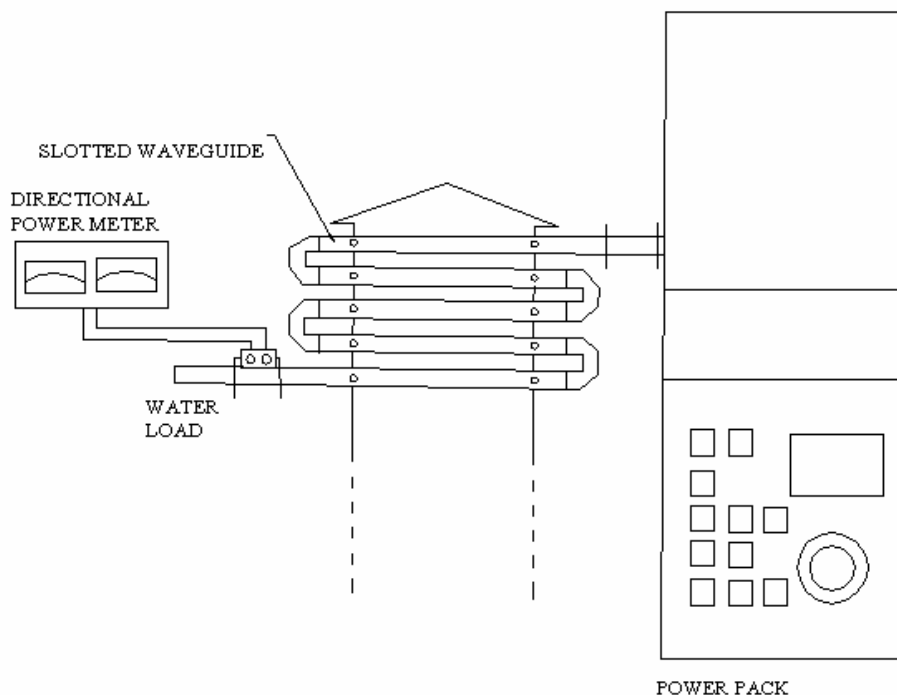


(b)

รูปที่ 3.9 แอปพลิเคชันชนิดท่อนำคลื่น

3.5.3 แอปพลิเคชันชนิดคลื่นทราเวลล์ (Traveling Wave Applicators)

สำหรับแอปพลิเคชันชนิดนี้เป็นที่รู้จักกันในรูปแบบร่องสลิต (Slotted) หรือแบบขดเป็นวง (Serpentine) จากรูปที่ 3.10 ในด้านแคบของตัวนำคลื่นมีการบากร่องหนึ่งร่องและมีการเชื่อมต่อตัวนำคลื่นเข้าด้วยกัน โดยชิ้นงานอาจจะเป็นวัสดุแผ่นบางเช่นกระดาษหรือเส้นใย ซึ่งจะเคลื่อนที่ผ่านตัวนำคลื่นมีการบากร่องในแต่ละขด พลังงานไมโครเวฟที่ป้อนจากร่องสลิตจากหลายตำแหน่งสามารถผ่านไปยังชิ้นงานที่กำลังเคลื่อนที่ภายในระบบ จึงนับได้ว่าเป็นระบบทำความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงแม้ว่าในบางครั้งอาจถูกมองว่ามีความไม่สม่ำเสมอของความร้อนของชิ้นงาน ขณะเคลื่อนที่ผ่านระบบจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง



รูปที่ 3.10 ท่อนำคลื่นชนิดแบบร่องและแบบขดเป็นวง

สำหรับรายละเอียดของการออกแบบตัวแอฟฟลิเคเตอร์สำหรับระบบทำความร้อนด้วยไมโครเวฟ จะได้นำเสนอในบทต่อไป

3.6 อุปกรณ์อื่นๆ (Other Devices)

ในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงอุปกรณ์เสริมที่จะช่วยให้ระบบการทำงานมีประสิทธิภาพขึ้น

3.6.1 ระบบควบคุมการรั่วไหลและความปลอดภัย (Leakage and Safety Control Systems)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่า ต้องมีการควบคุมปริมาณการรั่วของรังสีจากระบบการทำความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟ ทั้งการลดการแทรกของคลื่นที่รบกวนในย่านความถี่คลื่นวิทยุให้อยู่ภายในข้อจำกัดที่ยอมรับได้และเพื่อความปลอดภัยของบุคคล ซึ่งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้คือ ไช้ค (Chokes) หรือโพรงลดกำลัง (Attenuating Tunnels) โดยทำการติดตั้งไช้คที่บริเวณช่องเปิดของสายพานลำเลียง รอบประตู หรือหน้าต่าง รอยต่อ และบริเวณอื่นซึ่งมีลักษณะคล้ายกัน โดยหลักการออกแบบที่ดีในทางวิศวกรรมคือ การรักษาระดับการรั่วไหลให้อยู่ในระดับต่ำข้อกำหนดซึ่งถูก

ควบคุมโดยองค์การของรัฐบาล โดยมีรายละเอียดของการออกแบบระบบควบคุมการรั่วไหลของคลื่นไมโครเวฟสำหรับระบบทำความร้อนด้วยไมโครเวฟ จะได้นำเสนอในบทต่อไป

3.6.2 ระบบควบคุม (Control Systems)

จากการที่กำลังในช่วงขาออกของระบบการทำความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟหรือไดโอดอิเล็กทรอนิกส์จะต้องถูกควบคุมด้วยพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นระบบควบคุมเฉพาะจะถูกออกแบบให้มีวงจรของการป้อนกลับเพื่อติดตามบางตัวแปรที่เกิดขึ้นขณะระบบมีการทำงานเช่น ความชื้น และสามารถควบคุมระบบกำลังขาออกโดยอัตโนมัติให้สัมพันธ์กับปริมาณความชื้นได้ดีและรวดเร็ว

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ratanadecho, P., “Microwave Heating Using a Rectangular Wave Guide”, Ph.D Dissertation, Nagaoka University of Technology, Japan, (2002).
- [2] Micro Denshi Co.Ltd., “Technical Guidance for Microwave Continuous Vulcanization”, Saitama, Japan.
- [3] Schubert, H. and Regier, M., “The Microwave Processing of Foods”, Taylor and Francis Group, (2005).