

## การปิดผนึกด้วยความร้อน (Heat Sealing)

การปิดผนึกด้วยความร้อนเป็นการเชื่อมพื้นผิวของพอลิเมอร์ ซึ่งมีทั้งประเภทที่สามารถดึงออกได้และไม่สามารถดึงออกได้ การปิดผนึกมีความสำคัญต่อการเสื่อมสภาพและอายุการเก็บรักษาอาหาร สภาวะที่ใช้ในการปิดผนึก ได้แก่ อุณหภูมิ ความดันหรือแรงที่ใช้ในการปิดผนึก และเวลา รวมถึงชนิดและความหนาของวัสดุเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปิดผนึกด้วยความร้อน การปิดผนึกด้วยความร้อนแบ่งตามลักษณะรอยปิดผนึกได้ 2 ประเภท คือ การปิดผนึกคล้ายครีปปลา หรือ fin seal คือ การปิดผนึกที่เกิดจากการเชื่อมวัสดุพื้นผิวด้านในทั้ง 2 ชั้น และการปิดผนึกแบบซ้อนทับ หรือ lab seal คือ การปิดผนึกโดยใช้ด้านที่ตรงข้ามกันของวัสดุปิดผนึกไว้ด้วยกัน (ภาพที่ 2)

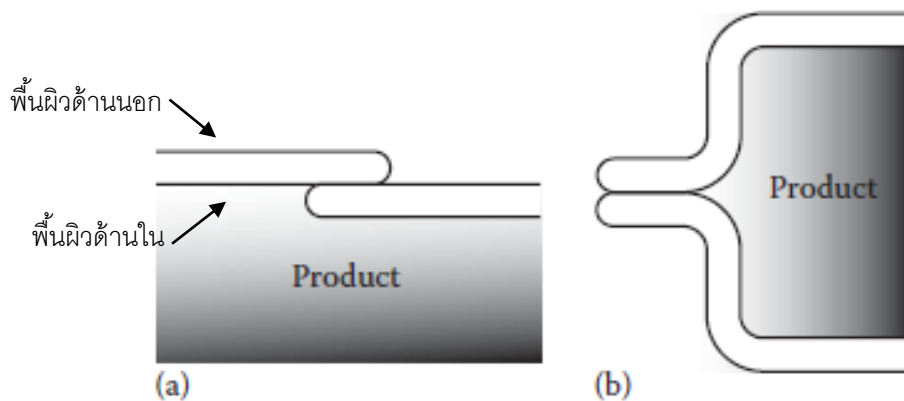


ภาพที่ 1 บรรจุภัณฑ์ที่ใช้การปิดผนึกด้วยความร้อน

ที่มา: [http://uk1008460321.fm.alibaba.com/product/171634729-0/Crimp\\_Bottom\\_Polypropylene\\_Bags.html](http://uk1008460321.fm.alibaba.com/product/171634729-0/Crimp_Bottom_Polypropylene_Bags.html)

<http://www.clearbags.com/bags/food/laminated-heavy-duty-heat-seal>

<http://www.clearbags.com/4-x-4-compostable-heat-seal-flat-bags-100-pieces-chs44.html>



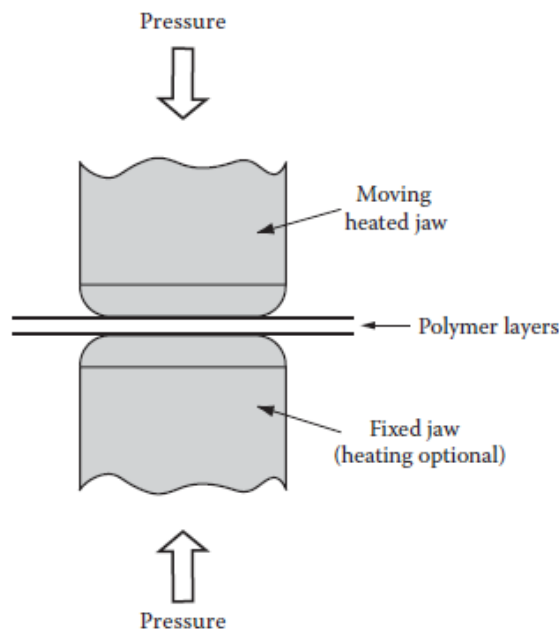
ภาพที่ 2 ประเภทของการปิดผนึกด้วยความร้อน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Robertson (2013)

**ประเภทการให้ความร้อนในการปิดผนึกบรรจุภัณฑ์**

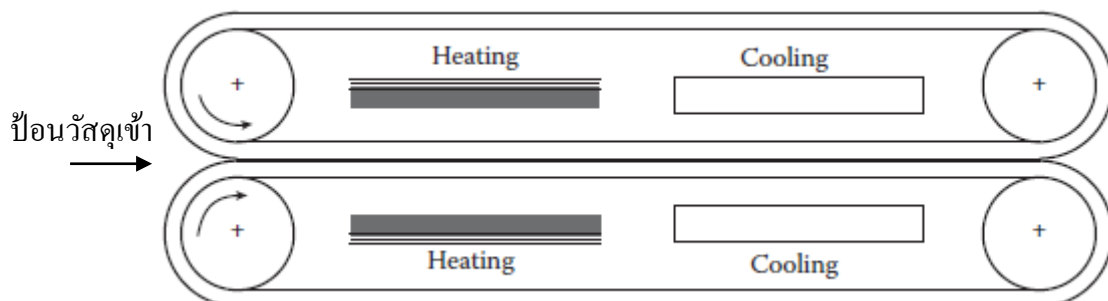
### 1. การปิดผนึกชนิดนำไฟฟ้า (CONDUCTANCE SEALING)

เป็นชนิดของการปิดผนึกที่นิยมใช้มากที่สุด โดยจะประกอบด้วยบาร์สองส่วน (ภาพที่ 3) มีการใช้ไฟฟ้าเพื่อทำให้เกิดความร้อนในด้านหนึ่งของบาร์ และอีกในด้านหนึ่งจะปกคลุมด้วยวัสดุที่มีความยืดหยุ่น เช่น ยาง เพื่อกระจายให้เกิดความดันในการกดอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้ฟิล์มที่มีความเรียบหลังจากปิดผนึก การปิดผนึกชนิดนี้จะใช้กับวัสดุทางการบรรจุ เช่น วัสดุลามิเนต แต่การปิดผนึกชนิดนำไฟฟ้าไม่เหมาะสมกับวัสดุบางชนิด เช่น พลาสติก LDPE ซึ่งจะหลอมเหลวและติดกับบาร์ มีทั้งประเภทควบคุมความดันและเวลาในการปิดผนึก นอกจากนี้ ยังมีการปิดผนึกแบบสายพานซึ่งเป็นการปิดผนึกได้อย่างต่อเนื่อง โดยบาร์ร้อนจะกดสายพานเข้าหากันเพื่อหลอมวัสดุทำให้เกิดการปิดผนึก มีการใช้งานอย่างกว้างขวางกับการปิดผนึกถุงหรือซอง (ภาพที่ 4)



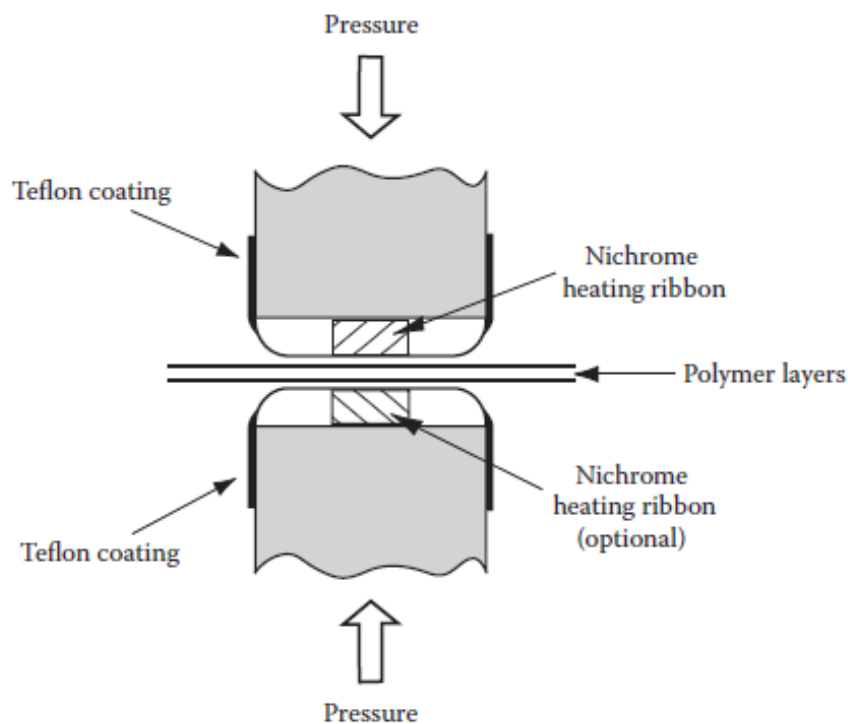
ภาพที่ 3 การปิดผนึกชนิดนำไฟฟ้า (CONDUCTANCE SEALING)

ที่มา: Robertson (2013)



ภาพที่ 4 การปิดผนึกชนิดนำไฟฟ้า (CONDUCTANCE SEALING) แบบสายพาน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Robertson (2013)



ภาพที่5 การปิดผนึกชนิดกระตุ้นด้วยไฟฟ้า(IMPULSE SEALING)

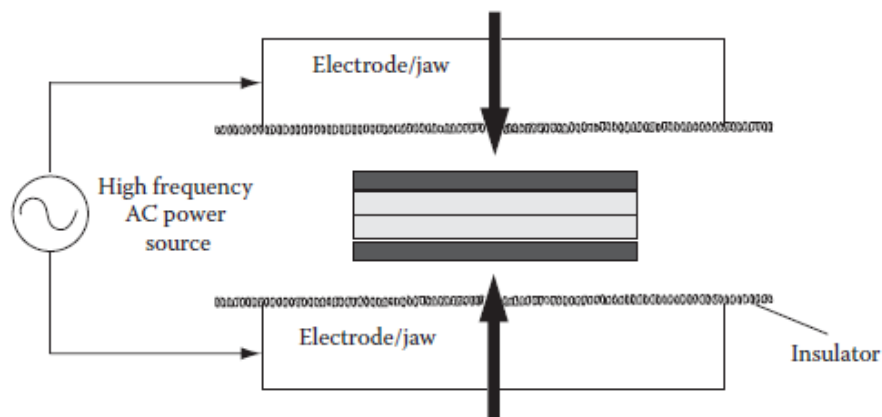
ที่มา: Robertson (2013)

## 2. การปิดผนึกชนิดกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (IMPULSE SEALING)

มีลักษณะคล้ายกับการปิดผนึกชนิดนำไฟฟ้า แต่ประกอบด้วยโลหะที่ไม่มีความร้อนสองชั้นทำหน้าที่ยึดฟิล์มที่จะปิดผนึก จากนั้นจะมีการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าเพียงด้านเดียวหรือทั้งสองด้าน ผ่านลวดนิโครมเพื่อให้ฟิล์มเกิดการหลอมเหลว ความร้อนที่เกิดขึ้นจะปรับโดยการปรับเวลาในการให้พลังงานแก่ลวด จากนั้นจะมีการลดอุณหภูมิของลวดเพื่อให้ฟิล์มคงตัวภายใต้ความดัน เพื่อป้องกันการเสียรูป ตัวบารจะคลุมด้วยวัสดุทนความร้อน เพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุติดกับบาร การปิดผนึกชนิดนี้มีคุณภาพสูงแต่มีแนวโน้มการใช้งานต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปิดผนึกชนิดนำไฟฟ้า เนื่องจากค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาสูงและความถี่ในการเปลี่ยนวัสดุทนความร้อน

## 3. การปิดผนึกชนิดไดอิเล็กทริก (DIELECTRIC SEALING) หรือการปิดผนึกด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าความถี่สูงจะทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งสามารถส่งผ่านฟิล์มได้อย่างน้อยสองชั้น โดยพอลิเมอร์มีขั้วจะตอบสนองกับสนามไฟฟ้าและทำให้เกิดความร้อนที่เพียงพอจะหลอมพอลิเมอร์ โดยวัสดุบรรจุจะสัมผัสกับอิเล็กโทรดหรือขั้วไฟฟ้าที่นิยมผลิตจากทองเหลือง ซึ่งอยู่ทั้งด้านบนและด้านล่าง การปิดผนึกชนิดนี้สามารถใช้ได้เฉพาะวัสดุที่มีขั้ว มักจะใช้ในการปิดผนึกฟิล์ม PVC และ nylon 6,6 เนื่องจากฟิล์มทั้งสองชนิดปิดผนึกโดยตรงได้ยากเพราะมีแนวโน้มที่จะเสื่อมเสียที่อุณหภูมิใกล้กับจุดอ่อนตัว

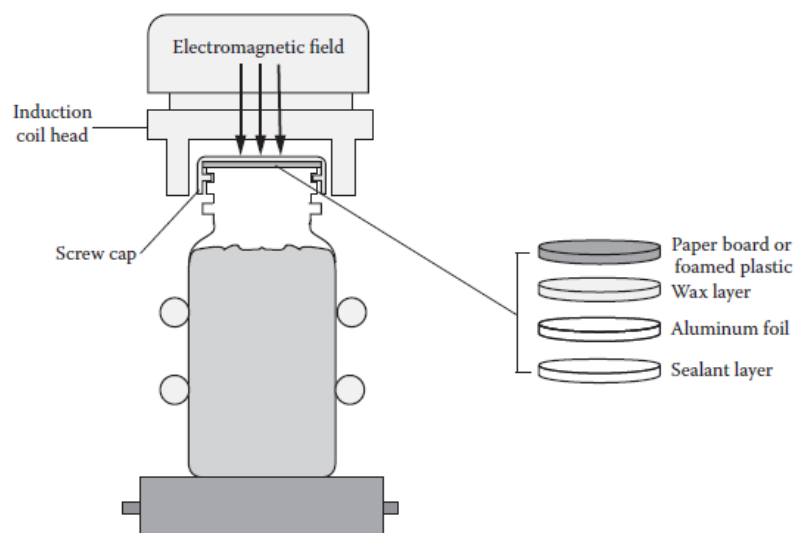


ภาพที่ 6 การปิดผนึกชนิดฉนวน (DIELECTRIC SEALING)

ที่มา: Robertson (2013)

#### 4. การปิดผนึกชนิดเหนียวนำ (INDUCTION SEALING)

เป็นวิธีที่วัสดุบรรจุไม่ได้รับความร้อนโดยตรงเหมือนกับวิธีอื่นๆ แต่แผ่นเปลวอลูมิเนียมจะทำหน้าที่เหนียวนำความร้อนไปสู่วัสดุที่ต้องการจะปิดผนึก การปิดผนึกชนิดนี้นิยมใช้กับการปิดผนึกภายในขวด เช่น ฝาป้องกันการปลอมปน (Temper-evident) และการปิดผนึกแบบแน่นสนิท (Hermetic seal) นอกจากนี้ยังมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในการปิดผนึกกล่องกระดาษลามิเนตทั้งแนวยาวและแนวขวาง การปิดผนึกชนิดเหนียวนำสามารถใช้กับวัสดุเทอร์โมพลาสติกได้เกือบทุกชนิด ซึ่งแผ่นเปลวอลูมิเนียมจะช่วยให้การปิดผนึกของวัสดุที่มีความหนาได้ ในขณะที่การปิดผนึกชนิดอื่นไม่สามารถทำได้

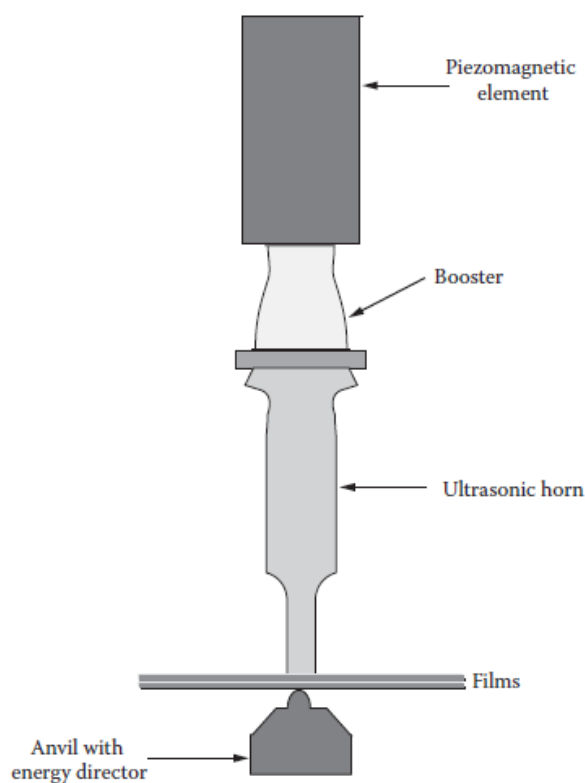


ภาพที่ 7 การปิดผนึกชนิดเหนียวนำ(INDUCTION SEALING)

ที่มา: Robertson (2013)

## 5. การปิดผนึกชนิดอัลตราโซนิก (ULTRASONIC SEALING)

การปิดผนึกชนิดนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะให้สัญญาณเข้าไปยังตัวแปลงสัญญาณเพื่อแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นแรงสั่นสะเทือนทางกล ซึ่งแรงสั่นสะเทือนจะถูกแปลงเป็นความร้อนระหว่างพื้นผิว และเกิดการปิดผนึก ทั้งนี้ ความร้อนที่เกิดขึ้นจะมีเพียงเล็กน้อย จึงไม่ทำให้เกิดการหดตัวของวัสดุที่ปิดผนึก การปิดผนึกชนิดอัลตราโซนิกสามารถปิดผนึกวัสดุที่มีความหนาเกินกว่าการปิดผนึกทั่วไปสามารถทำได้ และเนื่องจากความร้อนจากการปิดผนึกเกิดขึ้นไม่มากจึงสามารถป้องกันการละลายของผลิตภัณฑ์บางชนิดได้ จึงนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงจากความร้อน เช่น ช็อคโกแลต แต่การปิดผนึกชนิดนี้มีข้อด้อยที่สำคัญ คือ ค่าใช้จ่ายที่สูง



ภาพที่8 การปิดผนึกชนิดอัลตราโซนิก(ULTRASONIC SEALING)

ที่มา: Robertson (2013)

6. การปิดผนึกชนิด HOT-WIRE AND HOT-KNIFE SEALING มีการติดตั้งใบมีดด้านในหรือบนพื้นผิวของบาร์ การปิดผนึกชนิดนี้นำไปประยุกต์สำหรับการผลิตถุงพลาสติก และซองจากฟิล์มรูปทรงท่อแล้วทำการปิดผนึกและตัดออกในขั้นตอนเดียวกัน แต่มีข้อจำกัดสำหรับวัสดุลามิเนตและฟิล์มที่มีความหนามากกว่า0.05มิลลิเมตร

### เอกสารอ้างอิง

- Mueller, C., Capaccio, G., Hiltner, A., & Baer, E. (1998). Heat sealing of LLDPE: relationships to melting and interdiffusion. *Journal of applied polymer science*, 70(10), 2021-2030.
- Robertson, G. L. (2013). *Food packaging: principles and practice*. CRC press.
- Stehling, F. C., & Meka, P. (1994). Heat sealing of semicrystalline polymer films. II. Effect of melting distribution on heat-sealing behavior of polyolefins. *Journal of applied polymer science*, 51(1), 105-119.
- Tetsuya, T., Ishiaku, U. S., Mizoguchi, M., & Hamada, H. (2005). The effect of heat sealing temperature on the properties of OPP/PP heat seal. I. Mechanical properties. *Journal of applied polymer science*, 97(3), 753-760.
- Yuan, C. S., Hassan, A., Ghazali, M. I. H., & Ismail, A. F. (2007). Heat sealability of laminated films with LLDPE and LDPE as the sealant materials in bar sealing application. *Journal of applied polymer science*, 104(6), 3736-3745.