บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมา

1. บทบาทของพลาสติกในปัจจุบันและอนาคต

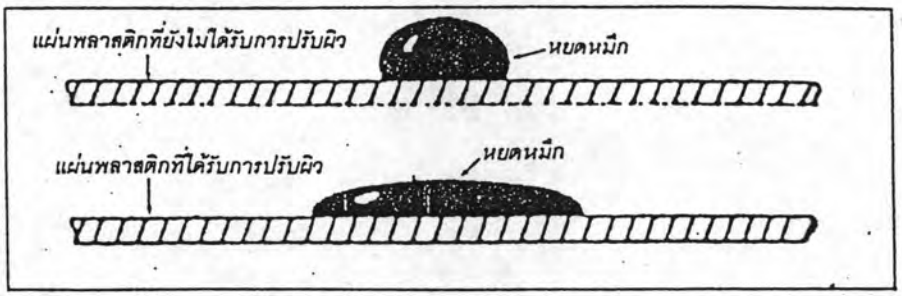
ปัจจุบันพลาสติกถูกนำมาใช้ทดแทนวัสดุต่าง ๆ เช่นโลหะ ที่นับวันจะลดน้อยลง และเนื่องจากคุณสมบัติของพลาสติกบางประการที่ดีกว่าวัสดุเหล่านั้นอีกด้วย เช่น ในเรื่องของน้ำหนัก ความทนทานต่อกรดด่าง กรรมวิธีการนำไปใช้งาน กรรมวิธีการนำกลับมาใช้งาน และสามารถใช้งานได้หลายครั้ง เป็นต้น ถึงแม้ว่าจะมีความต้านทานต่ออุณหภูมิได้ต่ำกว่าก็ตาม มนุษย์เราก็พยายามคิดค้นพลาสติกชนิดใหม่ ๆ ที่สามารถทนทานต่ออุณหภูมิได้เช่นเดียวกับโลหะเพื่อนำมาใช้ทดแทนในอนาคต จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้เกิดพลาสติกชนิดต่าง ๆ มากมาย และ มีการนำไปใช้งานในลักษณะต่างกันแล้วแต่คุณสมบัติและคุณลักษณะของแต่ละชนิด เช่น ABS ใช้งานในการผลิตส่วนประกอบรถยนต์ PVC ใช้งานในการผลิตฉนวนไฟฟ้า พลาสติกตระกูล POLYOLEFIN ใช้งานในการผลิตฟิล์มพลาสติกเป็นสิ่งบรรจุภัณฑ์ ฯลฯ

2. พลาสติกในงานบรรจุภัณฑ์และปัญหาการบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์นับว่ามีความจำเป็นอย่างมากของธุรกิจการค้า และการป้องกันการเกิดความเสียหายของผลิตภัณฑ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ บรรจุภัณฑ์ยังส่งผลถึง ความเชื่อถือได้ในตัวผลิตภัณฑ์ที่ถูกบรรจุว่ามีคุณภาพดีมากน้อยเพียงใดอีกด้วย ซึ่งในบางกรณีถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่นั้นมีคุณภาพดีเพียงใดก็ตาม แต่ถ้ามีบรรจุภัณฑ์ที่ไม่มีคุณภาพแล้ว ความเชื่อถือได้ในตัวผลิตภัณฑ์ก็ลดลงด้วยเช่นกัน วัสดุที่ใช้ในเป็นบรรจุภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ ในกรณีที่เป็นพลาสติกส่วนมากทำอยู่ในรูปของฟิล์มพลาสติกและภาชนะรูปทรงต่าง ๆ ชนิดของพลาสติก

ที่ใช้ก็แตกต่างกันออกไปแล้วแต่ลักษณะและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ สำหรับฟิล์มพลาสติกผลิตเป็นถุงเสียส่วนมาก ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุได้แก่ เสื้อผ้า อาหาร สำเร็จรูป เนื้อสัตว์ ผลไม้ ยารักษาโรค ฯลฯ

ผลิตภัณฑ์ที่ถูกบรรจุเพื่อจัดจำหน่ายต่อผู้บริโภคจำเป็นต้องมีสื่อที่ใช้สำหรับแสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่มีคุณสมบัติอย่างไร ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคหรือไม่ และยังใช้เป็นสิ่งโฆษณาผลิตภัณฑ์อีกด้วย จึงมีการพิมพ์ฉลากรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ และบริษัทผู้ผลิตลงบนบรรจุภัณฑ์ไว้อย่างสวยงามและถาวรเพื่อให้เกิดความเชื่อถือได้ สำหรับสิ่งบรรจุภัณฑ์ที่ทำด้วยวัสดุที่เป็นพลาสติก การพิมพ์ฉลากรายละเอียดทำได้โดยวิธีพิมพ์หมึกพิมพ์ลงบนผิวของพลาสติก แต่การพิมพ์ที่ทำให้เกิดความสวยงามและถาวรนั้นทำได้ยาก เนื่องจากโมเลกุลของพลาสติกที่ผลิตออกมาเป็นบรรจุภัณฑ์มีสถานะเป็นกลาง จึงไม่ยึดเกาะกับโมเลกุลของหมึกพิมพ์ เมื่อนำบรรจุภัณฑ์นี้ไปใช้งานก็จะทำให้เกิดการหลุดลอกของหมึกพิมพ์ อาจจะทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ที่บรรจุและเกิดเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (ในกรณีที่นำไปบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นประเภทอาหาร หมึกพิมพ์ที่หลุดลอกจะตกลงในอาหาร) ตลอดจนความเชื่อถือได้ก็ลดลงอีกด้วย ฉะนั้น ในการพิมพ์ฉลากรายละเอียดด้วยหมึกพิมพ์จำเป็นต้องนำบรรจุภัณฑ์ หรือ ฟิล์มพลาสติกไปทำการปรับผิวก่อน เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนโครงสร้างของโมเลกุลให้มีคุณสมบัติสามารถยึดเกาะกับโมเลกุลของหมึกพิมพ์ (ดูรูปที่ 1) ความจำเป็นในการปรับผิวพลาสติกไม่เพียงแต่ใช้ในกรณีที่ต้องการพิมพ์หมึกพิมพ์เท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงการเคลือบวัสดุต่าง ๆ ลงบนพลาสติกอีกด้วย เช่น กาวที่ใช้ในการปิด-เปิดปากถุงใส่เสื้อผ้า และ การเคลือบฟิล์มพลาสติกกับฟิล์มอะลูมิเนียม เพื่อใช้ในการผลิตสิ่งบรรจุภัณฑ์ที่เป็นอาหารบางอย่าง เป็นต้น



รูปที่ 1
แสดงความสามารถของการยึดเกาะผิว

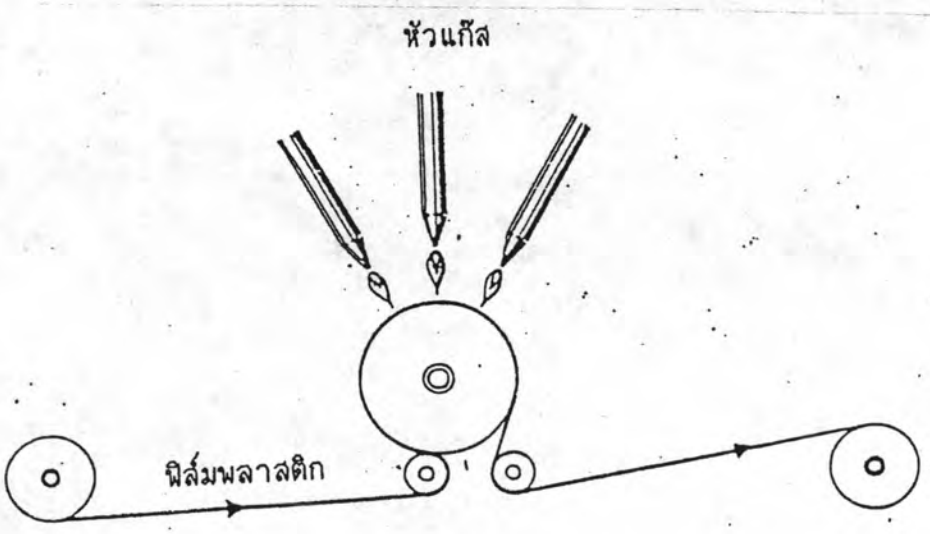
3. <u>การปรับผิวพลาสติก</u>

การปรับผิวพลาสติก ทำได้โดยการทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (OXIDATION) ขึ้นบนผิวของพลาสติก ผลของการออกซิเดชันจะทำให้ พันธะคาร์บอนไฮโดรเจน (CARBONHYDROGEN BONDS) ของโมเลกุลพลาสติกแปรสภาพไปเป็น พันธะนอนโพลาร์คาร์บอนไฮโดรเจน (NON-POLAR CARBONHYDROGEN BONDS) หรือ กลุ่มคาร์บอนนิล (CARBONYL GROUPS) ซึ่งมีคุณสมบัติต่อการยึดเกาะที่ดีระหว่างโมเลกุลของพลาสติกกับวัสดุที่เคลือบ การทำให้เกิดการออกซิเดชันมีหลายวิธี แต่ที่ใช้ในงานปรับผิวพลาสติกมี 3 วิธีด้วยกัน คือ กรรมวิธีทางเคมี (CHEMICAL TREATMENT) กรรมวิธีใช้เปลวไฟหรือแก๊สร้อน (FLAME OR HOT GAS TREATMENT) และ กรรมวิธีปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนา (CORONA DISCHARGE TREATMENT) [1 , 2]

3.1 <u>กรรมวิธีทางเคมี</u> ปฏิกิริยาทางเคมีส่วนมากจะเป็นการออกซิเดชัน ซึ่งเกิดจากการใช้สารเคมีและอาจใช้การแผ่รังสีของแสงอัลตราไวโอเลตประกอบด้วยก็ได้ เช่น คลอรีน (CHLORINE) โอโซน-อะโลน (OZONE - ALONE) หรือ ฮาโลเจน (HALOGENS) หรือ กรดฮาโลเจน - ไนตรัสออกไซด์ (NITROUS OXIDE) ประกอบการแผ่รังสีอัลตราไวโอเลต - ฟลูโอรีน (FLUORINE) สารละลายกรดไดโครเมต (ACIDIC DICHROMATE SOLUTION) คลอรีเนตไฮโดรคาร์บอนประกอบการแผ่รังสีอัลตราไวโอเลต

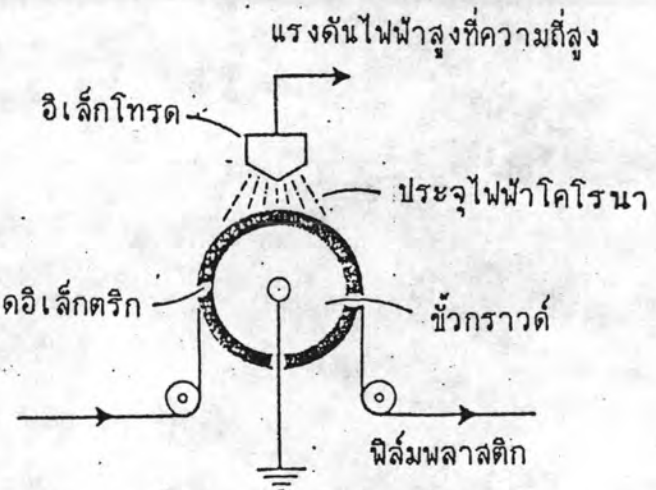
(CHLORINATED HYDROCARBONS IN ULTRAVIOLET RADIATION) – คลอรีนไดออกไซด์ (CHLORINE DIOXIDE) ไทโอนีลคลอไรด์ (THIONYL CHLORIDE) ซัลฟูรีคลอไรด์(SULFURY CHLORIDE) ไนโตรซีลคลอไรด์ (INTROSYL CHLORIDE) และ ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NITROGEN DIOXIDE) เป็นต้น [2] กรรมวิธีทางเคมีเป็นการปรับผิวแบบต่อเนื่อง โดยการผ่านสารเคมีหรือการแผ่รังสีอัลตราไวโอเลต ผ่านกระบวนการล้างสารเคมี กระบวนการอบให้แห้ง และกระบวนการพิมพ์หมึกพิมพ์ลงบนพลาสติก แต่การปรับผิวด้วยกรรมวิธีนี้จะเกิดผลของการยึดเกาะผิวต่ำ เพราะเกิดการออกซิเดชันต่ำ และยังเกิดปัญหาต่อการกำจัดสารเคมีหลังการใช้งาน ตลอดจนกระบวนการปรับผิวยังใช้เวลานานอีกด้วย ฉะนั้น ส่วนมากจะใช้กับสิ่งบรรจุภัณฑ์ทั้งที่เป็นรูปทรงและเป็นแผ่น

3.2 <u>กรรมวิธีใช้เปลวไฟหรือแก๊สร้อน</u> การปรับผิวด้วยวิธีนี้อาศัยความร้อนและการแผ่รังสีที่ได้จากเปลวไฟหรือแก๊สร้อน (ดูรูปที่ 2) ทำให้เกิดการออกซิเดชันโดยการควบคุมความร้อนไม่ให้เกิน 3,500 องศาฟาเรนไฮต์ [1] กรรมวิธีนี้ใช้กับสิ่งบรรจุภัณฑ์ที่มีรูปทรงหรือเป็นแผ่น จะไม่นำไปใช้กับฟิล์มพลาสติกที่มีความหนาน้อย ๆ เพราะยากต่อการควบคุมความร้อนที่อาจทำให้เกิดความเสียหายได้ กรรมวิธีนี้เป็นที่นิยมใช้ทั่วไปในปัจจุบัน



รูปที่ 2
แสดงการปรับผิวด้วยเปลวไฟหรือแก๊สร้อน

3.3 <u>กรรมวิธีปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนา</u> กรรมวิธีนี้อาศัยการปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนาไปยังผิวของพลาสติก โดยผ่านอากาศด้วยสนามไฟฟ้าแรงสูง อิเล็กตรอนของประจุไฟฟ้าที่ปล่อยออกไปจะทำให้เกิดการออกซิเดชันของผิวพลาสติกกับอากาศ [2] และทำให้อิเล็กตรอนของอากาศวิ่งชนกับโมเลกุลพลาสติกซึ่งทำให้สภาพผิวเปลี่ยนแปลงไปโดยจะทำให้เกิดหลุมซึ่งเป็น Micropitting มีความลึกประมาณ 1000 A° และกว้างประมาณ 25000 A° และไม่เกิดผลเสียต่อสภาพของฟิล์มพลาสติก [3] ผลก็คือ การยึดเกาะของโมเลกุลพลาสติกกับวัสดุที่เคลือบมีประสิทธิภาพสูงกว่ากรรมวิธีของ ข้อ 3.1 และ 3.2 กรรมวิธีนี้นิยมใช้อยู่ทั่วไป การทำให้เกิดประจุไฟฟ้าโคโรนาทำได้โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดแรงดันสูงที่ความถี่สูง ระหว่างขั้วอิเล็กโทรด และขั้วกราวด์มีไดอิเล็กตริกหุ้ม และนำฟิล์มพลาสติกผ่านขั้วทั้งสองด้วยความเร็วคงที่ ดังรูปที่ 3

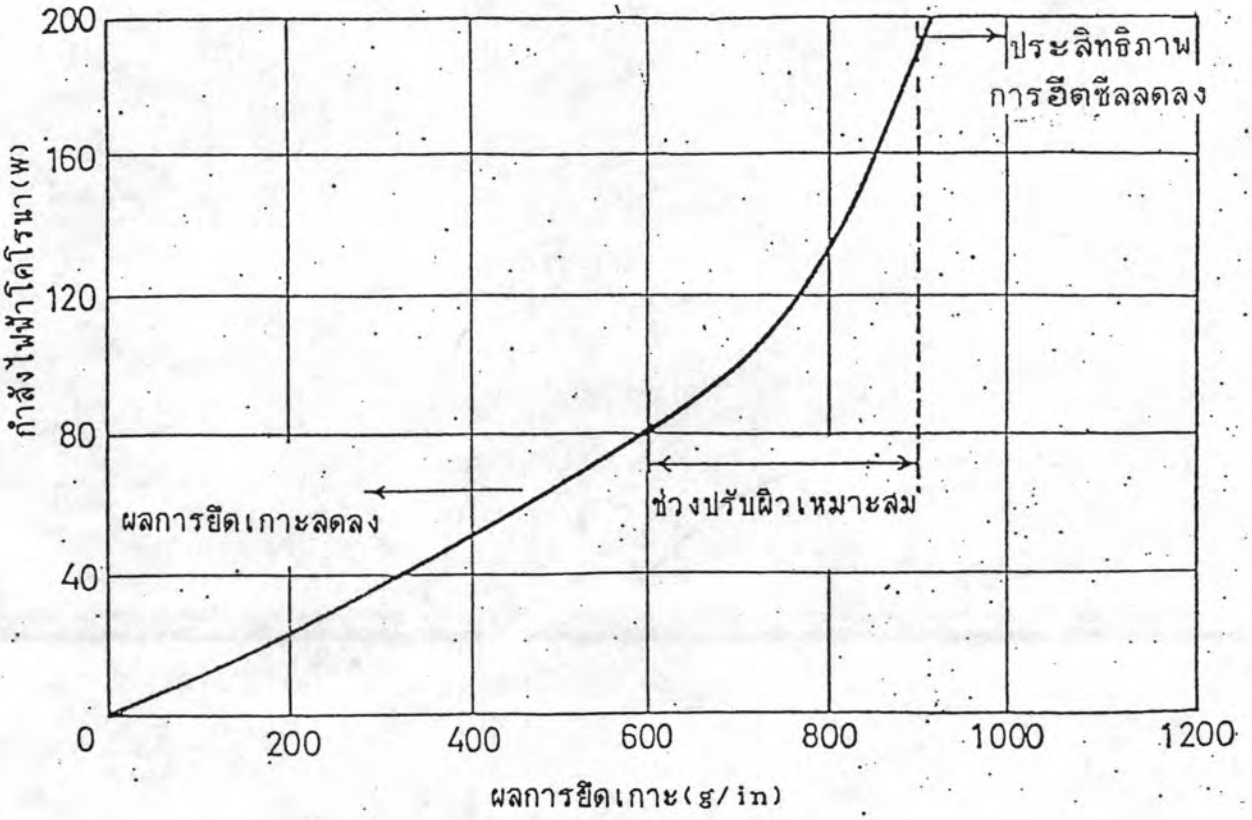


รูปที่ 3
แสดงการปรับผิวโดยวิธีปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนา

<u>เหตุผลในการทำวิจัยและความสำคัญของปัญหา</u>

การปรับผิวพลาสติกโดยวิธีปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนาเหมาะที่จะใช้ กับพลาสติกชนิดที่เป็นฟิล์ม การปล่อยประจุไฟฟ้าจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่บริเวณ

ผิวของฟิล์มพลาสติก ความร้อนที่เกิดขึ้นจะต้องไม่ทำให้ฟิล์มพลาสติกเกิดความเสียหายนั่นคือการใช้พลังงานในการปรับผิวจะต้องมีความเหมาะสมดังกราฟในรูปที่ 4



รูปที่ 4

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการพลังงานในการปรับผิวทางทฤษฎีกับความสามารถของการยึดเกาะผิว [1]

จากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่า พลังงานที่ใช้ในการปรับผิวฟิล์มพลาสติกมีค่าไม่สูง แต่ในปัจจุบันแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูง สำหรับการปรับผิวพลาสติกโดยวิธีปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนา ที่ใช้อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกมีประสิทธิภาพต่ำ ในขณะที่การจ่ายพลังงานที่ใช้ในการปรับผิวอย่างเหมาะสมก็ต้องการกำลังด้านเข้าที่มีค่าสูง นอกจากนี้แหล่งกำเนิดที่ใช้อยู่ ไม่มีการผลิตขึ้นในประเทศ จะต้องนำเข้าจากต่างประเทศในราคาแพง ทำให้การนำไปใช้งานไม่กว้างขวาง ตลอดจนยังยากต่อการนำไปใช้งานอีกด้วย เนื่องจากปัญหาในเรื่องขนาด และน้ำหนัก ของแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูง ดังนั้น

การวิจัยและพัฒนาแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูงให้มีประสิทธิภาพดี ขนาดเล็กและน้ำหนักเบา จึงเป็นการทดแทนการนำเข้า และเป็นการช่วยปรับปรุงคุณภาพของงานบรรจุภัณฑ์ในประเทศด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. นำวิชาการทางไฟฟ้า ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับระบบของการปรับผิวพลาสติก

2. หาความเป็นไปได้ในการสร้างระบบของแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูงที่มีความสูญเสียพลังงานไฟฟ้าน้อย

3. ออกแบบแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูงให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งาน

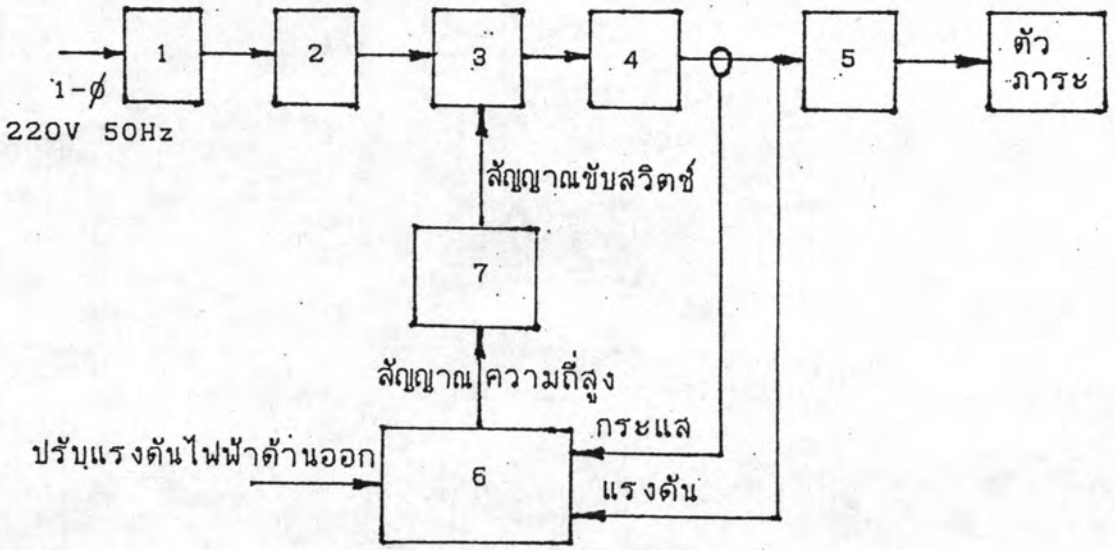
4. สร้างแหล่งกำเนิดแรงดันที่ความถี่สูงต้นแบบ ที่สามารถนำไปผลิตในเชิงธุรกิจ

แผนภาพบล็อกของแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูง

แหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูง สำหรับการปรับผิวพลาสติกโดยปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนาต้นแบบ มีแผนภาพบล็อกดังรูปที่ 5

1. บล็อกที่ 1 วงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 1เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ เป็นไฟฟ้ากระแสตรง มีขนาดแรงดันประมาณ 300 โวลต์ เพื่อจ่ายให้กับวงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ วงจรนี้เป็นวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์



รูปที่ 5

แสดงแผนภาพบล็อกของแหล่งกำเนิดแรงดันสูงที่ความถี่สูง

2. <u>บล็อกที่ 2 วงจรกรอง 50 เฮิรตซ์</u>

ทำหน้าที่กรองกระแสไฟฟ้าที่ได้จาก วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงให้มีความเรียบตามต้องการ ซึ่งประกอบด้วยตัวเก็บประจุ และ ตัวความต้านทาน

3. <u>บล็อกที่ 3 วงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ</u>

ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่สูงตามต้องการเพื่อให้เกิดการปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนา

4. <u>บล็อกที่ 4 วงจรกรอง</u>

แรงดันไฟฟ้า ที่ใช้ในการทำให้เกิดการปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนาจะเป็นรูปคลื่นไซน์ ฉะนั้น จึงจำเป็นต้องใช้วงจรกรอง เพื่อลดฮาร์มอนิกของรูปคลื่นสี่เหลี่ยมความถี่สูงจากวงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ - เพื่อให้ได้รูปคลื่นไซน์

5. บล็อกที่ 5 หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่สูง

ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแรงดันไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์ ขนาดต่ำที่มีความถี่สูง ที่รับจากวงจรกรองให้มีขนาดของสัญญาณแรงดันไฟฟ้าสูงพอที่จะทำให้เกิดการปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนา

6. บล็อกที่ 6 วงจรกำเนิดสัญญาณและวงจรป้องกัน

ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณที่จะนำไปใช้ในการควบคุมเฟตที่เป็นสวิตช์ให้ตัดและต่อวงจร ด้วยความถี่ที่ต้องการ เพื่อให้ระบบมีการทำงานที่เหมาะสม - วงจรส่วนนี้ประกอบด้วยระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินพิกัด และ ป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลเกินพิกัด เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อเฟต และยังประกอบด้วยวงจรควบคุมแรงดันด้านออก โดยการปรับความถี่ให้เหมาะสมกับตัวภาระ

7. บล็อกที่ 7 วงจรขับสวิตช์เฟต

ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ จากวงจรกำเนิดสัญญาณก่อนที่จะป้อนให้แก่เกตของเฟต

การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

1. ค้นคว้าและศึกษาข้อมูล
2. ออกแบบระบบของแหล่งจ่ายและวงจรในแต่ละส่วน
3. สร้างและทดลองวงจรในแต่ละส่วน
4. แก้ไขและปรับปรุงวงจร
5. นำวงจรแต่ละส่วนประกอบเป็นระบบและทดลอง
6. ปรับปรุงแก้ไขบางส่วนของระบบ
7. ออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบ
8. ประเมินผลและทดสอบการใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เป็นพื้นฐานการศึกษา ในการนำเอาการปล่อยประจุไฟฟ้าโคโรนาไปใช้งานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น เครื่องกำเนิดโอโซนสำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เป็นต้น

2. เครื่องต้นแบบ ซึ่งสามารถนำไปสร้างใช้งานจริงได้

3. นำเอาเทคโนโลยีทางไฟฟ้าสมัยใหม่ไปใช้ในวงงานอุตสาหกรรมพลาสติกได้อย่างเหมาะสมและประหยัดพลังงาน

4. สามารถนำเอาหลักการของ เครื่องต้นแบบนี้ไปดัดแปลงใช้กับงานอื่น ๆ ได้ เช่น เครื่องเชื่อมพลาสติก เครื่องฟอกอากาศ แหล่งกำเนิดแรงดันสำหรับเครื่องเอกซเรย์ และอื่น ๆ