DEVELOPMENT OF ATMOSPHERIC PLASMA SYSTEM BY DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE

PONGSATHON JITSOMBOONMIT 4936252 SCPY/M

M.Sc. (PHYSICS)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: SOMSAK DANGTIP, Ph.D., TANAKORN OSOTCHAN, Ph.D., TOEMSAK SRIKHIRIN, Ph.D.

ABSTRACT

Atmospheric Plasma (AP) may be generated by dielectric barrier discharge (DBD) technique. In such a system, electrodes are arranged in the form of two parallel plates; one or both electrodes are covered by dielectric materials. A high voltage power supply at medium or high frequency is normally required in a DBD system. This work presents the development of a high voltage medium frequency power supply. A full bridge or H-bridge inverter, controlled by IC TL494CN, is employed to convert DC voltage into 17-kHz square wave signals. The square wave signals are then filtered by 2.4-mH inductor before feeding the primary winding of a 1:20 step-up transformer. The output voltage of up to 17 kV_{p-p} is sinusoidal by means of resonance circuit.

The developed AP system was used to generate plasma from argon, helium, nitrogen and air. Their discharged characteristics were analyzed by snap-shot photographs, voltage-current characteristic, *Lissajous Figure* and optical emission spectroscopy (OES). Helium started the first discharge of a few μs long at 2 kV_{p-p} and added the second discharge of a few ten μs at 4 kV_{p-p}. The former discharge is understood as a glow-like discharge while the latter as Townsend-like one. In the 6 kV_{p-p} range, four discharge peaks were observed in total. Argon had its first discharge at about 5 kV_{p-p}. Nitrogen and air plasma were more difficult to discharge. They did not glow even up to the maximum 17 kV_{p-p}, but rather showed filamentary discharge instead. OES confirmed characteristic spectral lines of each gas. Applications of atmospheric argon plasma have been demonstrated by treating ITO thin films and tapioca starch. The water contact angle of ITO surface reduced after treating with plasma. The effect was stronger with increased power and a longer treatment time. OES and a scanning electron micrograph of starch showed starch molecules have undergone the cross-linking process after plasma treatment.

KEY WORDS: ATMOSPHERIC PLASMA/ HIGH VOLTAGE POWER SUPPLY/ APGD/ MATERIAL MODIFICATION/ SURFACE TREATMENT

101 pages

การพัฒนาระบบผลิตพลาสมาที่ความดันบรรยากาศแบบไดอิเล็กตริกแบริเออร์
DEVELOPMENT OF ATMOSPHERIC PLASMA SYSTEM BY DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE

พงศธร จิตสมบูรณ์มิตร 4936252 SCPY/M

วท.ม. (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : สมศักดิ์ แดงติ๊บ, Ph.D., ธนากร โอสถจันทร์, Ph.D., เติมศักดิ์ ศรีคิรินทร์, Ph.D.

บทคัดย่อ

พลาสมาที่ความดันบรรยากาศสามารถสร้างด้วยเทคนิคไดอิเล็กตริกแบริเออร์ ในระบบดังกล่าวแผ่นอิเล็กโตรดคู่ขนาน แผ่นใดแผ่นหนึ่งหรือทั้งสองแผ่นจะมีฉนวนครอบอยู่ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าศักย์สูงและความถี่กลาง ๆ หรือสูง เป็นอุปกรณ์หลักใน ระบบ งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบวงจรไฟฟ้าของเครื่องจ่ายไฟฟ้าศักย์สูงความถี่ปานกลาง โดยใช้ฟูลบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ที่ควบคุมจากไอซี TL494CN ทำหน้าที่แปลงไฟกระแสตรง ให้เป็นสัญญาณรูปร่างสี่เหลี่ยมมีความถี่ 17 kHz ก่อนที่จะกรองโดยตัวเหนี่ยวนำ 2.4 mH แล้วจึงจ่ายให้กับหม้อแปลงขึ้นที่มีอัตราส่วนขดลวดเป็น 1:20 สัญญาณไฟฟ้าขาออกเป็นคลื่นรูปซายน์จากการทำงานของวงจรกำทอนจะปรับค่าความต่างศักย์ได้ในช่วง 0-17 kV_{p-p}

ระบบผลิตพลาสมาที่ความดันบรรยากาศถูกนำไปจุดโดยใช้ก๊าซอาร์กอน ฮีเลียม ไนโตรเจน และอากาศ คุณลักษณะของพลาสมาที่ความดันบรรยากาศถูกวิเคราะห์จาก รูปถ่าย คุณลักษณะของศักย์ไฟฟ้าและกระแส *Lissajous Figure* และ สเปกตรัมทางแสงที่ให้ออกมา (OES) ฮีเลียมเกิดการคายตัวและอาร์กอนจะมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันในขณะที่ไนโตรเจนและอากาศจะมีลักษณะเป็นfilament อย่างไรก็ตามพลาสมาที่เป็นเนื้อเดียวกันนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นอีก2ประเภทนั้นคือ atmospheric glow discharge (APGD) and atmospheric Townsend discharge (APTD) ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของกระแสดิสชาร์จ การประยุกต์ใช้พลาสมาที่ความดันบรรยากาศถูกสาธิตโดยการนำฟิล์มบางITOและแป้งมันสำปะหลังมาผ่านอาร์กอนพลาสมา โดยหยดน้ำบนฟิล์มบางITOลดลงเมื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการผ่านพลาสมา และผล OESและ SEMของแป้งนั้นชี้ให้เห็นถึงการทำปฏิกิริยาระหว่างอนุมูลอิสระในพลาสมากับโมเลกุลของแป้ง

101 หน้า