สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ซ
รายการสัญลักษณ์	ญ
ประมวลคำศัพท์และคำย่อ	ฐ

บทที่

1.	**บทนำ**	1
	1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
	1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	4
	1.4 ขอบเขตและข้อจำกัดของงานวิจัย	4
	1.5 นิยามศัพท์	4
2.	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	**5**
	2.1 โครงสร้างอะตอม	5
	2.2 โอโซน	11
	2.3 ทฤษฎี HIGH VOLT	30
	2.4 พลาสมา PLASMA	38
	2.5 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบสวิทชิ่ง	40
	2.6 ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า (Field-Effect Transistor: FET)	47
3.	**การดำเนินงานวิจัย**	**49**
	3.1 ศึกษาข้อมูลการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพลาสมา	49
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	50

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.3 การออกแบบและการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพลาสมา	52
	3.4 การทดสอบและปรับแต่งเครื่องบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพลาสมา	58
4.	**ผลการทดลอง**	**62**
	4.1 ผลการพัฒนาเครื่องบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพลาสมา	62
	4.2 การทดลองการใช้งาน	64
	4.3 สรุปผลการทดลอง	65
5.	**สรุปผลการวิจัย**	**67**
	5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	66
	5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	66
	5.3 การนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์	67
	5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป	67
	เอกสารอ้างอิง	**68**
	ภาคผนวก	
	ก. ข้อมูลอุปกรณ์	70
	ข. ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	87
	ประวัติผู้วิจัย	**93**

รายการตาราง

ตาราง **หน้า**

1.1	ข้อมูลแสดงปริมาณโอโซนที่ใช้ในลักษณะต่างๆ	3
2.1	ชนิดของอนุภาคในอะตอม	8
2.2	จำนวนอิเล็กตรอนที่มีได้เต็มที่ในแต่ละชั้น = $2n^2$ เมื่อ n คือชั้นที่	10
2.3	แสดงการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของโอโซนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค	25
2.4	การกำหนดเอาท์พุทของ IC TL 494	46
3.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับปริมาณโอโซนที่เกิดขึ้น	59
3.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าและโอโซนที่เกิดขึ้น	60
3.3	ความสัมพันธ์ของระยะช่องว่างอากาศและการผลิตโอโซนที่ได้เป็น (mgO_3/hr)	61
4.1	แสดงปริมาณก๊าซโอโซนที่ละลายในน้ำขณะปรับขนาดแรงดันไฟฟ้า 2 kV- 7 kV ในช่วงเวลา 5, 10 และ 20 นาที	64

รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
2.1	โครงสร้างของอะตอม	5
2.2	แบบจำลองอะตอมของดอลตัน	6
2.3	แบบจำลองอะตอมของทอมสัน	7
2.4	หลอดรังสีคาร์โธด	7
2.5	แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	8
2.6	แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	11
2.7	การเกิดก๊าซโอโซน	11
2.8	ลักษณะโมเลกุลของก๊าซโอโซนทุกเรโซแนนซ์ (Harano et al,1991)	13
2.9	องค์ประกอบของบรรยากาศ	26
2.10	แสดงเครื่องผลิตก๊าซโอโซนโดยใช้สนามไฟฟ้าโคโรนา	29
2.11	แสดงการเกิดอิออนลบจากอิเล็กโตรดแบบปลายเข็ม	31
2.12	ขั้วไฟฟ้าแบบแผ่นระนาบ	33
2.13	ขั้วไฟฟ้าแบบช่องว่างทรงกลม	34
2.14	ขั้วไฟฟ้าทรงกระบอกแกนร่วม	34
2.15	ตัวอย่าง Rod-Gap และ Needle-Gap	35
2.16	แรงดันเบรกดาวน์ของ Needle-Gap	35
2.17	ผลความชื้นต่อแรงดันเบรกดาวน์	36
2.18	แสดงสนามไฟฟ้าที่เกิดจาก space charge	38
2.19	โมเลกุลของน้ำแตกตัว	39
2.20	โมเลกุลของน้ำที่มีในอากาศ	39
2.21	การล้อมรอบเชื้อโรค	40
2.22	องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	41
2.23	วงจรพื้นฐานของฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์	42
2.24	แสดงลักษณะกระแสและแรงดันในวงจรขณะทำงาน	43
2.25	แสดงรูปร่างแสดงไอซีเบอร์ TL 494	43
2.26	แสดงการจัดโครงสร้างภายในและการจัดขาของไอซี TL 494	44

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป		หน้า
2.27	แสดงความสัมพันธ์ของค่า R_T C_T ในการกำหนดความถี่	44
2.28	แสดงลักษณะการเลือกใช้เอาต์พุตของ TL 494 (ที่มา: Texas Instruments)	45
2.29	แสดงรูปโครงสร้างของ MOSFET	47
2.30	แสดงรูปทิศทางการไหลของกระแส	48
3.1	แสดงเครื่องวัด Digital Phosphor Oscilloscopes	50
3.2	แสดง High Voltage Probe วัดแรงดันสูงใช้ร่วมกับ Digital Phosphor Oscilloscopes	50
3.3	แสดงเครื่องวัดแรงดันสูง	51
3.4	แสดงเครื่องวัดปริมาณโอโซน	51
3.5	แสดงชุดวัดค่าโอโซนในน้ำ	51
3.6	แสดงไดอะแกรมของเครื่องบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพลาสมาการ	52
3.7	แสดงการจัดโครงสร้างภายในและการจัดขาของไอซี TL 494 (ที่มา: Motorola)	53
3.8	แสดงความสัมพันธ์ของค่า R_T TIMING RESISTANCE (Ω) (ที่มา: Motorola)	53
3.9	แสดงรูปคลื่นสัญญาณคาบเวลาเอาท์พุต (ที่มา: Motorola)	54
3.10	แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูงความถี่สูง	54
3.11	ลักษณะการต่อวงจรภายในและการนับขาของหม้อแปลงฟลายแบคเบอร์ TLF14690	55
3.12	โครงสร้างทั่วไปของเครื่องผลิตโอโซน และลักษณะแผ่นอิเล็กโตรดที่เลือกใช้	56
3.15	สัญญาณกระแสที่ขาเกทของเพาเวอร์มอสเฟตและแรงดันเอาต์พุต -6 kVdc ของหม้อแปลงสวิตชิ่งแรงดันสูงความถี่สูง ขณะจ่ายไฟฟ้าที่ชุดอิเล็กโตรด	58
3.16	แสดงการปรับ Duty Cycle เท่ากับ 23.97 %	59
4.1	แสดงวงจรกำเนิดพลาสมา	62
4.2	แสดงชุดอิเล็กโทรดแบบไม่สม่ำเสมอ	63
4.3	แสดงชุดอิเล็กโทรดแบบทรงกระบอก	63
4.4	แสดงการเกิดโคโรนาดิสชาร์ท	63
4.5	แสดงเครื่องบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพลาสมา	64
4.6	กราฟแสดงปริมาณก๊าซโอโซนที่เกิดขณะปรับขนาดแรงดันไฟฟ้า 2-7 kV ความถี่ 25 kHz	65

รายการสัญลักษณ์

A_v	=	Voltage feedback loop
C	=	ตัวเก็บประจุด้านออก
D	=	ไดโอดหลัก
D	=	ดิวตี้ไซเกิล
D_1	=	ค่าดิวตี้ไซเกิลช่วงที่ สวิตช์ Q ทำงาน แต่ไดโอด D ไม่ทำงาน
D_2	=	ค่าดิวตี้ไซเกิลช่วงที่ สวิตช์ Q ไม่ทำงาน แต่ไดโอด D ทำงาน
D_3	=	ค่าดิวตี้ไซเกิลช่วงที่ สวิตช์ Q ไม่ทำงาน แต่ไดโอด D ไม่ทำงาน
DF	=	ตัวประกอบความผิดเพี้ยนของกระแสด้านเข้า
DPF	=	ตัวประกอบกำลังที่ความถี่มูลฐาน
d(t)	=	ค่าดิวตี้ที่เวลาใดๆ
$d_1(t)$	=	ค่าดิวตี้ไซเกิลช่วงที่ สวิตช์ Q ทำงาน แต่ไดโอด D ไม่ทำงานที่เวลาใดๆ
$d_2(t)$	=	ค่าดิวตี้ไซเกิลช่วงที่ สวิตช์ Q ไม่ทำงาน แต่ไดโอด D ทำงานที่เวลาใดๆ
$d_3(t)$	=	ค่าดิวตี้ไซเกิลช่วงที่ สวิตช์ Q ไม่ทำงาน แต่ไดโอด D ไม่ทำงานที่เวลาใดๆ
f_{line}	=	ความถี่แรงดันด้านเข้า
f_S	=	ความถี่ในการสวิตช์
I	=	กระแสตรงทางด้านเข้า
I_{in}	=	กระแสสลับทางด้านเข้า
$i_g(t)$	=	กระแสทางด้านเข้า
$i_1(t)$	=	กระแสที่ไหลผ่านสวิตช์ในโหมดกระแสไม่ต่อเนื่อง
$i_2(t)$	=	กระแสที่ไหลผ่านไดโอดในโหมดกระแสไม่ต่อเนื่อง
$\langle i_1(t) \rangle$	=	กระแสเฉลี่ยที่ไหลผ่านสวิตช์ในโหมดกระแสไม่ต่อเนื่อง
$\langle i_2(t) \rangle$	=	กระแสเฉลี่ยที่ไหลผ่านไดโอดในโหมดกระแสไม่ต่อเนื่อง
i_{pk}	=	กระแสสูงสุดที่ตัวเหนี่ยวนำ
$i_c(t)$	=	กระแสที่ตัวเก็บประจุ
$i_L(t)$	=	กระแสที่ตัวเหนี่ยวนำ
i_{Lm}	=	กระแสไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ
$\hat{i}_o(t)$	=	ค่าสัญญาณขนาดเล็กของกระแสด้านออก $i_o(t)$
$\hat{I}_{in,1}$	=	กระแสด้านเข้าที่ความถี่มูลฐาน

รายการสัญลักษณ์ (ต่อ)

$\hat{I}_{in,n}$	=	กระแสด้านเข้าที่ความถี่ฮาร์มอนิกส์
I_{rms}	=	ค่าใช้งานกระแสทางด้านเข้า
K	=	โหลดพารามิเตอร์
K_{crit}	=	ช่วงรอยต่อของโหมดการทำงานแบบ CCM กับ DCM
L	=	ขดลวดเหนี่ยวนำ
$m_g(t)$	=	ค่าอัตราส่วนแปลงแรงดันดีซี-ดีซี
M_g	=	ค่าสูงสุดของค่า $m_g(t)$
N	=	อัตราส่วนของจำนวนรอบขดลวดที่พันที่หม้อแปลงกระแส
P	=	กำลังไฟฟ้าจริง
P_{in}	=	กำลังไฟฟ้าด้านเข้า
P_{out}	=	กำลังไฟฟ้าด้านออก
Q	=	สวิตช์หลัก
q_1	=	ค่ากระแสเมื่อสวิตช์ ON
q_2	=	ค่ากระแสเมื่อสวิตช์ OFF
R	=	โหลดความต้านทาน
R_e	=	ความต้านทานเสมือน
R_S	=	ความต้านทานของตัวตรวจจับกระแส
S	=	กำลังไฟฟ้าปรากฏ
T_s	=	คาบเวลาในการสวิตช์
t	=	ค่าเวลา
t_{0n}	=	ช่วงเวลานำกระแส
t_{0ff}	=	ช่วงเวลาไม่นำกระแส
V	=	แรงดันกระแสตรงด้านออก
V_g	=	แรงดันกระแสตรงด้านเข้า
$V_{g,peak}$	=	ค่าสูงสุดของแรงดันด้านเข้า
V_m	=	แรงดันควบคุมจากลูปวงจรควบคุมแรงดันย้อนกลับ
V_{ref}	=	แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง
$V_{g,rms}$	=	ค่า ใช้งานแรงดันด้านเข้า
v(t)	=	แรงดันด้านออก

รายการสัญลักษณ์ (ต่อ)

$v_1(t)$	=	แรงดันตกคร่อมสวิตช์ในโหมดกระแสไม่ต่อเนื่อง
$v_2(t)$	=	แรงดันตกคร่อมไดโอดในโหมดกระแสไม่ต่อเนื่อง
$\langle v_1(t) \rangle$	=	แรงดันเฉลี่ยตกคร่อมสวิตช์ในโหมดกระแสไม่ต่อเนื่อง
$\langle v_2(t) \rangle$	=	แรงดันเฉลี่ยตกคร่อมไดโอดในโหมดกระแสไม่ต่อเนื่อง
$v_c(t)$	=	แรงดันสัญญาณแคเรีย
$v_L(t)$	=	แรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ
$v_q(t)$	=	แรงดันอินติเกรตของรูปคลื่นกระแสที่ไหลผ่านสวิตช์
η	=	ค่าประสิทธิภาพ
ϕ	=	มุมทางไฟฟ้าระหว่างกระแสและแรงดันที่ความถี่มูลฐาน
Δi_L	=	กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำสูงสุดและต่ำสุด
ρ	=	$1.724 \times 10^{-6}\ \Omega/cm$
Pcu	=	ค่าความสูญเสียในขดลวดทองแดง
Ku	=	ค่า fill factor
B_{max}	=	ค่าความหนาแน่นแม่เหล็กสูงสุด
Lm	=	ค่าขดลวด ไพรมารี่
I_{TOT}	=	กระแสที่ไหลทั้งหมดวงจร
Im	=	กระแสด้านไพรมารี่และกระแส Δi m
Ac	=	พื้นที่หน้าตัดของแกน
WA	=	ช่องว่างของขดลวด
MLT	=	ค่าเฉลี่ยความยาวต่อรอบ
μ_o	=	$4\pi \times 10^{-7}\ H/m$
Kg	=	พื้นของแกน

ประมวลศัพท์และคำย่อ

A	=	Ampere
AC	=	Alternator Current
C	=	Capacitor
CCM	=	Continuous Conduction Mode
Ck	=	Clock Pulse
CLK	=	Clock
CT	=	Current Transformer
C_T	=	Timing Capacitance
D	=	Duty Cycle
D	=	Duty Ratio
DC	=	Direct Current
DCM	=	Discontinuous Conduction Mode
FF	=	FlipFlop
Hz	=	Hertz
kHz	=	Kilo-Hertz
kV	=	Kilo-Volts
M_1	=	Mosfet
mA	=	Milli-Ampere
mH	=	Milli-Henry
nF	=	Nano-Farad
PF	=	Power factor
PWM	=	Pulse Width Modulation
Q_1	=	Transistor
R_T	=	Timing Resistance
THD	=	Total Harmonic Distortion
TTL	=	Transister Transistor Logic
TV	=	Television
V	=	Volt
W	=	Watt