สารบาญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ค
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
สารบาญภาพประกอบ ..... ช
บทนำ 1
บทที่ 1 ทฤษฎีแหล่งกำเนิดไอออนแบบ Nielsen 3
1.1 ขบวนการสร้างไอออนโดยการชนด้วยอิเล็กตรอน 4
1.1.1 วัตถุดิบป้อนเข้าสู่แหล่งกำเนิดไอออน 6
1.1.2 ไส้หลอด 7
1.2 การปลดปล่อยประจุด้วยวิธีการอาร์คที่ความดันต่ำ 8
1.3 การเกิด sheath 10
1.4 แหล่งจ่ายไอออนแบบอาร์คดิสชาร์จที่ใช้แคโทดร้อนและการสั่นของ
อิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็ก 16
1.5 การสร้างไอออนจากของแข็ง 19
บทที่ 2 ระบบการดึงไอออน 24
2.1 การดึงไอออนออกจากพลาสมา 24
2.2 Pierce electrode 27
2.3 Einzel lens 31
2.4 แม่เหล็กวิเคราะห์มวล 32
บทที่ 3 คุณลักษณะในการทำงานของแหล่งกำเนิดไอออน 34
3.1 คุณลักษณะในการทำงานของแหล่งกำเนิดไอออน 34
3.2 ชุดทดสอบแหล่งกำเนิดไอออน 37
3.2.1 ชุดทดสอบการดิสชาร์จ 37
3.2.2 ชุดทดสอบการวัดกระแสไอออน 40
3.2.3 ชุดทดสอบการวิเคราะห์มวลไอออน 41
บทที่ 4 ผลการทดสอบแหล่งกำเนิดไอออนแบบ Nielsen 43
4.1 ผลการทดสอบการดิสชาร์จ 43
4.2 ผลการทดสอบการวัดกระแสไอออนโดยไม่มีแม่เหล็กวิเคราะห์มวล 46
4.3 ผลการทดสอบการวัดกระแสไอออนโดยมีแม่เหล็กวิเคราะห์มวล 50
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดสอบ 55

หน้า

เอกสารอ้างอิง.....57
ภาคผนวก (ก) ตารางที่ 1 ค่าของ a ในสมการ (1.1).....58
ภาคผนวก (ข) ตารางที่ 2 แสดงธาตุต่างๆที่สามารถนำมาสร้างไอออนโดยแหล่งกำเนิดไอออน
แบบ Nielsen.....59
ภาคผนวก (ค) ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง M , I และ B ของแม่เหล็กวิเคราะห์มวล.....63
ภาคผนวก (ง) เทอร์มอคัปเปิล.....67
ภาคผนวก (จ) ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลทาง thermionic emission.....68
ประวัติการศึกษา.....69

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

สารบาญภาพประกอบ

รูปที่ หน้า

1.1 แสดง schematic ของระบบการผลิตลำอนุภาคไอออน....3
1.2 กราฟแสดงประสิทธิภาพการแตกตัว(S_e) ที่ขึ้นอยู่กับพลังงานของอิเล็กตรอน(W_e) ที่ความดัน 1 ธอรร์....5
1.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสอิเล็กตรอนที่ปลดปล่อยออกมากับอุณหภูมิของไส้หลอดทังสเตน....8
1.4 แสดงศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้าของแคโทดและแอโนด....9
1.5 แสดงการกระจายของศักย์ไฟฟ้า(potential distribution) ระหว่างระนาบอิเล็กโทรดคู่ขนาน....11
1.6 แสดงการกระจายศักย์ไฟฟ้าใน hot cathode discharge ตามความเป็นจริง....13
1.7 แสดงการดิสชาร์จแบบ Penning โดยการสั่นของอิเล็กตรอน a). แสดงการจัดเรียงอิเล็กโทรด b). แสดงการกระจายศักย์ไฟฟ้า....16
1.8 ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนภายใต้อิทธิพลของทั้งสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าในห้องดิสชาร์จ....18
1.9 แสดงโครงสร้างของห้องดิสชาร์จและเตาเผา(oven) ของแหล่งกำเนิดไอออนแบบ Nielsen....19
1.10 แสดงความดันในบริเวณต่างๆในแหล่งกำเนิดไอออน....21
1.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของไอกับอุณหภูมิของเตาเผา....22

2.1 แสดงรูปร่างของขอบพลาสมาที่เกิดจากสนามไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าดึง....25
2.2 แสดงรูปร่างของขอบพลาสมาที่ขึ้นอยู่กับคนามหนาแน่นไอออนในพลาสมา....26
2.3 แสดงรูปร่างของขอบพลาสมาที่ขึ้นอยู่กับศักย์ไฟฟ้าดึง....26
2.4 แสดงการเคลื่อนที่ของลำอนุภาคใน 2 มิติ....28
2.5 แสดงศักย์ไฟฟ้าสมมูล(equipotential) ที่สอดคล้องกับ space charge limited ของลำอนุภาคจากช่องสลิท....29
2.6 รูปร่างของอิเล็กโทรดที่สอดคล้องกับศักย์ไฟฟ้าสมมูลในรูปที่ 2.5....29
2.7 แสดงเส้นศักย์ไฟฟ้าสมมูลตามเงื่อนไข space charge limited กรณีลำอนุภาควงกลม....30
2.8 รูปร่างของอิเล็กโทรดที่สอดคล้องกับศักย์ไฟฟ้าสมมูลในรูปที่ 2.7....30
2.9 การศึกษาการจัดเรียงอิเล็กโทรดสำหรับดึงลำอนุภาคไอออน....31

รูปที่ หน้า

2.10 แสดงศักย์ไฟฟ้าสมมูลและการปรับโฟกัสของ Einzel lens.....31
2.11 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของแม่เหล็กวิเคราะห์มวล.....33

3.1 กราฟแสดงสมบัติทั่วไปของการดิสชาร์จระบบ direct heat .cathode.....35
3.2 แสดงพารามิเตอร์ของส่วนเร่งที่มีผลต่อกระแสไอออน.....36
3.3 แสดง schematic ของแหล่งกำเนิดไอออนแบบ Nielsen.....37
3.4 แสดงภาคจ่ายไฟของแหล่งกำเนิดไอออนแบบ Nielsen.....38
3.5 แสดง schematic ของชุดทดสอบของแหล่งกำเนิดไอออนแบบ Nielsen.....39
3.6 แสดงระบบหล่อเย็นสำหรับแหล่งกำเนิดไอออน.....40
3.7 แสดง schematic ของชุดทดสอบแหล่งกำเนิดไอออนที่มีแม่เหล็กวิเคราะห์
มวลแบบเลี้ยวเบน 90 องศา.....41
3.7 แสดงภาพถ่ายของชุดทดสอบทั้งหมด.....42

4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไส้หลอดกับกระแสแอโนด.....43
4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสแอโนดกับความดันก๊าซ.....44
4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันแอโนดกับกระแสแอโนด
ณ ที่ความดันก๊าซ 1.1, 2.0 และ3.2×10^{-1} mbar.....45
4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสแอโนดกับแรงดันเทอร์มอคัปเปิล
สำหรับการสร้างไอออนจากของแข็ง.....46
4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไอออนของไนโตรเจนกับศักย์
ไฟฟ้าดึง ที่ กระแสแอโนดเท่ากับ 1.02 แอมแปร์ โดยยังไม่ได้คัดแยกไอออน.....47
4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไอออนของไนโตรเจนกับศักย์ไฟฟ้า
ดึงที่กระแสแอโนดเท่ากับ 0.5, 1.02, 1.5, 2.0และ2.5 แอมแปร์.....47
4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไอออนของแม็กนีเซียมกับศักย์ไฟฟ้า
ดึงที่กระแสแอโนดเท่ากับ 1.01 แอมแปร์.....48
4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้าดึงกับศักย์ไฟฟ้าของเลนส์.....49
4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสขดลวดโซลินอยด์กับศักย์ไฟฟ้าดึง.....49
4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไอออน N_2^+ กับความดันก๊าซ
ที่ศักย์ไฟฟ้าดึง 10 กิโลโวลท์ กระแสแอโนดเท่ากับ 1.02 แอมแปร์.....50
4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไอออน N_2^+ กับกระแสไส้หลอด
ที่ศักย์ไฟฟ้าดึง 10 กิโลโวลท์ กระแสแอโนดเท่ากับ 1.02 แอมแปร์.....51

รูปที่ หน้า

4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไอออน N_2^+ กับกระแสขดลวดโซลินอยด์ที่ศักย์ไฟฟ้าดึง 10 กิโลโวลท์ กระแสแอโนดเท่ากับ 1.02 แอมแปร์.....51
4.13 กราฟแสดงชนิดของไอออนที่ได้จากก๊าซไนโตรเจนที่พลังงานไอออน 10 กิโลอิเล็กตรอนโวลท์ กระแสแอโนดเท่ากับ 1.02 แอมแปร์.....52
4.14 กราฟแสดงไอออนที่ได้จากก๊าซอาร์กอนที่พลังงานไอออน 10 กิโลอิเล็กตรอนโวลท์ กระแสแอโนดเท่ากับ 1.02 แอมแปร์.....53
4.15 กราฟแสดงชนิดของไอออนที่ได้จากก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่พลังงานไอออน 10 กิโลอิเล็กตรอนโวลท์ กระแสแอโนดเท่ากับ 1.02 แอมแปร์.....53
4.16 กราฟแสดงไอออนจากโลหะแม็กนีเซียมที่พลังงานไอออน 10 กิโลอิเล็กตรอนโวลท์ กระแสแอโนดเท่ากับ 1.02 แอมแปร์ 54

ง.1 กราฟวัดเทียบอุณหภูมิจากเทอร์มอคัปเปิลแบบ Alumel-Chromel type K.....67

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University