

Thesis Title	Development of a Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometer	
Author	Mr. Komrit Wattanavatee	
Degree	Master of Science (Physics)	
Thesis Advisory Committee	Prof. Dr. Thiraphat Vilaithong	Chairperson
	Dr. Yu Liangdeng	Member

### ABSTRACT

This thesis describes a conceptual design study of a time-of-flight secondary ion mass spectrometer which is based on the principle that a secondary ion produced by each pulse of the primary ion travels a certain distance in a field free region with a constant velocity before reaching a detector. The flight time of each ion is proportional to its mass-to-charge ratio which is used to identify ion species.

The spectrometer is designed to have a mass width of 1 Da for an ion with mass in the range of 1 to 100 Da. The system requires the flight time of the secondary ions to be in the range between 720 and 7,500 ns for a meter flight path. The system timing resolution can be up to 25 ns which necessitate the width of the primary ion pulse to be less than 20 ns.

The electronics of the ion beam pulsing system consists of two major components. The first one is a self built chopper amplifier which is composed of a 70W radio frequency power amplifier and a tank circuit to generate a 1 kV<sub>pp</sub> of 2 MHz

sinusoidal voltage. The second one is an insulated gate bipolar transistor fast switch and its driver. This latter component is used to switch on/off the  $600V_{dc}$  power supply with switching frequency of 62.5 kHz to control the duty cycle of the pulsed beam. A 20 ns pulse of Ar-ion can be produced with 16,000 ns time interval between each pulse for the time-of-flight measurements.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

การพัฒนาเครื่องวิเคราะห์ห้วงมวล ไอออนทุติยภูมิโดย  
เทคนิคการวัดเวลาบิน

ผู้เขียน

นายคมฤทธิ วัฒนวาที

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ศ. ดร. อธิวัฒน์ วิสัยทอง

ประธานกรรมการ

Dr. Yu Liangdeng

กรรมการ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึงการศึกษาการออกแบบเครื่องวัดมวล ไอออนทุติยภูมิโดยเทคนิคการวัดเวลาการเคลื่อนที่ของไอออนที่อาศัยหลักการที่ว่า ไอออนทุติยภูมิที่ถูกผลิตโดยห้วงไอออนปฐมภูมิแต่ละห้วงจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในบริเวณปลอดสนามที่มีระยะทางแน่นอนก่อนถึงหัววัดไอออน โดยที่เวลาในการเคลื่อนที่ของแต่ละไอออนจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับอัตราส่วนระหว่างมวลต่อประจุของมันเองและจะถูกใช้ในการบ่งชี้ชนิดของไอออนนั้น

เครื่องวิเคราะห์ห้วงมวลไอออนถูกออกแบบให้สามารถแยกมวลได้ต่างกัน 1 คาลตัน สำหรับวัดมวลไอออนระหว่าง 1 ถึง 100 คาลตัน ซึ่งไอออนทุติยภูมิต้องใช้เวลาในช่วง 720 ถึง 7,500 นาโนวินาทีสำหรับการเคลื่อนที่ในบริเวณปลอดสนามที่มีความยาว 1 เมตร และมีอำนาจในการแยกเวลาของระบบอยู่ในเรือน 25 นาโนวินาที ซึ่งจำเป็นต้องคงความกว้างของห้วงไอออนปฐมภูมิให้อยู่ในเรือนไม่เกิน 20 นาโนวินาที

ระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องผลิตห้วงไอออนมีองค์ประกอบสองส่วนหลัก โดยในส่วนแรกคือ chopper amplifier ที่สร้างขึ้นมาซึ่งมีภาคขยายกำลังในย่านความถี่วิทยุที่ให้กำลังขับ 70

วัตต์ และวงจรเท็งก์ สำหรับสร้างสัญญาณไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์ความถี่ 2 เมกกะเฮิร์ตซ์ ที่มีความสูงจากยอดถึงยอดเป็น 1 กิโลโวลต์ สำหรับส่วนที่สองคือวงจรสวิทช์เร็วที่ใช้ insulated gate bipolar transistor และวงจรขับ ทำหน้าที่ปิด/เปิดไฟกระแสดตรงขนาด 600 โวลต์ ด้วยความถี่ในการสวิทช์เป็น 62.5 กิโลเฮิร์ตซ์ เพื่อควบคุมการปล่อยห้วงไอออนปฐมภูมิ โดยแต่ละห้วงของอาร์กอนไอออนที่มีความกว้างในเรื่อน 20 นาโนวินาทีจะถูกผลิตขึ้นในช่วงเวลาทุก 16,000 นาโนวินาที สำหรับการวิเคราะห์ไอออนด้วยเทคนิคการวัดเวลาการเคลื่อนที่



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved