

Entwicklung eines neuen Meßsystems für die Resonanz- Ionisations- Massenspektrometrie

O. Keller¹, N. Erdmann¹, V. Janzen¹, O. Kling¹, U. Tharun¹, N. Trautmann¹, F. Helleis², K.-H.-Georgi³
¹Institut für Kernchemie, Universität Mainz, D-55099 Mainz, Germany; ²Max-Planck-Institut für Chemie, D-55099 Mainz, Germany; ³Institut für Physik, Universität Mainz, D-55099 Mainz, Germany

Die Resonanz – Ionisations - Massenspektrometrie (RIMS) wird routinemäßig zur Ultra-Spurenanalytik von Aktiniden in Umweltproben eingesetzt. Das bisher verwendete Datenerfassungs- und Experimentsteuerungssystem [1], bestehend aus einem VME-Bus System und einem PC, wurde durch Komponenten ersetzt, die moderner und flexibler sind. Weiterhin wurde das System weitgehend so ausgelegt, dass es durch das hiesige Elektronik-Labor gewartet und erweitert werden kann.

Aufbau des RIMS-Systems:

Der von einem mit Strom geheizten Sandwich-Filament abdampfende Atomstrahl wird mit dem Licht von drei Titan-Saphir-Lasern elementselektiv ionisiert. Die Wellenlängen der Laserstrahlen werden über Schrittmotoren, welche je Laser ein Etalon ansteuern, kontrolliert. Die erzeugten Ionen werden mit 3 kV beschleunigt und in einem Flugzeit-massenspektrometer (Time-of-flight, TOF) massenselektiv nachgewiesen. Als Detektor dient ein Vielkanalplattendetektor (MCP). Der gesamte Messzyklus findet gepulst mit einer Taktrate von 6,6 kHz statt und wird durch ein extern vorgegebenes Startsignal ausgelöst.

Das Meßsystem muss folgende Aufgaben erfüllen:

1. Beschleunigungsspannungen setzen.
2. Schrittmotoren ansteuern, welche die Wellenlänge der drei Laser während des Messbetriebs ändern können.
3. Die Signale des MCP-Detektors (Stopp-Signale) erfassen, weiterverarbeiten und in einem Massenspektrum darstellen.
4. Die erfassten Daten als Funktion der Messzeit oder Laserschrittmotorposition anzeigen.
5. Die analogen Daten eines Pyrometers zur Filamenttemperaturmessung darstellen.
6. Die erfassten Daten auf Festplatte sichern.

Die besonderen Herausforderungen bei diesen Aufgaben bestehen darin:

1. Den bisher verwendeten Time-to-Amplitude-Converter (TAC), der nur ein Stopp-Signal pro Start-Impuls erfassen konnte, durch eine Multistopp-Elektronik zu ersetzen.

Die Multistopp-Elektronik erfordert zusätzlich den Einsatz eines schnelleren Vorverstärkers der eine Steigerung der Auflösung und der maximalen Datenrate ermöglicht.

2. Eine genaue Zuordnung der Signale zur aktuellen Schrittmotorposition und zum

Zeitpunkt ihrer Erfassung sicherzustellen. (Echtzeitfähigkeit des Meßsystems)

3. Variable Messprogramme für verschiedene Messmodi erstellen zu können.

Umsetzung

Zunächst wurde der Vorverstärker am MCP durch eine schnellere Einheit (6954; Philips Scientific) ersetzt. Die weitere Signalverarbeitung und Messablaufsteuerung erfolgt mit einem Personal Computer (PC) der mit ISA- und PCI-Bus-Karten ausgestattet ist. Die Einsteckkarten bestehen aus einer ADDA-Karte (PCI-AD12-DAC4; Kolter Elektronik) zum Setzen der Hochspannungen und zur Überwachung der Temperatur, einer GPIB-Karte (NI-488.2M; National Instruments) zur Kommunikation mit der Schrittmotorsteuerungselektronik und einer Vielkanalanalysator-Karte (Accuspec B; Canberra) zur Histogrammierung der MCP Signale.

Eine eigens am Institut entwickelte Multistopp-Elektronik erfasst die Zeiten, die zwischen dem Start und den dazugehörigen Stopp-Signalen vergehen und gibt die erfassten Werte an die Vielkanalanalysatorkarte weiter.

Die Ansteuerung der Elektronik und die Visualisierung und Sicherung der Daten erfolgt über ein Programm, das mit Borland Delphi erstellt wurde. Die Software bietet neben einer Filament-Temperaturverlaufsdarstellung und der Darstellung des Massenspektrums die Möglichkeit, den zeitlichen Verlauf der Zählrate in bis zu vier Teilbereichen des TOF-Spektrums anzuzeigen. Durch Verlagerung der Messelektronik auf externe, eigens für diese Anwendung konzipierte Elektronik, sind weitere Verbesserungen in Vorbereitung. Damit wird der Rechner von Hardwaresteuerungsaufgaben entlastet und die Echtzeitfähigkeit des Systems verbessert, da durch eine externe Steuerung und Datenerfassung eine genauere Zuordnung der Zählimpulse zur aktuellen Schrittmotorposition gewährleistet wird.

Referenzen

- [1] S. Köhler et al., Institut für Kernchemie, Jahresbericht, S.25 (1993).