



(12) Ausschließungspatent

(11) **DD 293 684 A5**

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) H 01 J 49/14

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD H 01 J / 339 714 8 (22) 12. 04. 90 (44) 05. 09. 91

(71) Akademie der Wissenschaften, Otto-Nuschke-Straße 22/23, O - 1080 Berlin, DE

(72) Mucha, Andreas; Oswald, Steffen, Dr. rer. nat.; Siegert, Lothar, DE

(73) Zentralinstitut für Festkörperphysik und Werkstofforschung der Akademie der Wissenschaften, Helmholtz-
straße 20, O - 8027 Dresden, DE

(54) **Vorrichtung zur Sekundärionen- und Sekundärneutralteilchen-Massenspektrometrie**

(55) dünne Schichten; Festkörperoberfläche; Primärionenquelle; Eintrittsöffnung; Primärteilchen; Sekundärionen;
Sekundärneutralteilchen; ionenoptische Einrichtung; elektrostatische Linse; Massenspektrometer

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Sekundärionen- und Sekundärneutralteilchen-Massenspektrometrie.

Objekte, auf die sich die Erfindung bezieht, sind Massenspektrometer für Sekundärionen und Sekundärneutralteilchen. Erfindungsgemäß ist bei der Vorrichtung die Primärionenquelle (3) senkrecht über der Probe (6), die auf einer vertikal verschiebbaren Halterung (7) befestigt ist, angeordnet. Die Eintrittsöffnung (8) der Primärteilchen in den Objektraum (2) ist gleichzeitig die Austrittsöffnung (8) der Sekundärionen bzw. der nachionisierten Sekundärneutralteilchen aus dem Objektraum (2). Zwischen der Probe (6) und der Ein-/Austrittsöffnung (8) ist eine Ionisationskammer (9) angeordnet und unmittelbar oberhalb der Ein-/Austrittsöffnung (8) ist eine ionenoptische Einrichtung (10) zur Absaugung der Sekundärionen bzw. der nachionisierten Sekundärneutralteilchen angebracht, der eine elektrostatische Linse (11) zur Fokussierung der abgesaugten Sekundärionen bzw. nachionisierten Sekundärneutralteilchen auf den Eintrittsspalt des Massenspektrometers (12) nachgeordnet ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Sekundärionen- und Sekundärneutralteilchen-Massenspektrometrie durch direkte Erfassung der Gesamtheit der direkt erzeugten Sekundärionen und der Gesamtheit der Sekundärneutralteilchen, die nachionisiert werden, in Sekundärionenanalysatoren, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Primärionenquelle (3) senkrecht über der Probe (6), die auf einer vertikal verschiebbaren Halterung (7) befestigt ist, angeordnet ist, die Eintrittsöffnung (8) der Primärteilchen in den Objektraum (2) gleichzeitig die Austrittsöffnung (8) der Sekundärionen bzw. der nachionisierten Sekundärneutralteilchen aus dem Objektraum (2) ist, zwischen der Probe (6) und der Ein-/Austrittsöffnung (8) eine Ionisationskammer (9) angeordnet ist und unmittelbar oberhalb der Ein-/Austrittsöffnung (8) eine ionenoptische Einrichtung (10) zur Absaugung der Sekundärionen bzw. der nachionisierten Sekundärneutralteilchen angebracht ist, der eine elektrostatische Linse (11) zur Fokussierung der abgesaugten Sekundärionen bzw. nachionisierten Sekundärneutralteilchen auf den Eintrittsspalt des Massenspektrometers (12) nachgeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Primärionenquelle mit einem Rastersystem gekoppelt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ionisationskammer horizontal verschiebbar angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ionisationskammer auswechselbar ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ionisationskammer (9) eine Ionisationskammer (9) auf HF-Plasma-Basis mit einer Sonde im Plasma (14) ist, die mit einem differentiellen Pumpensystem gekoppelt ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als ionenoptische Einrichtung (10) zur Absaugung der Sekundärionen bzw. nachionisierten Sekundärneutralteilchen eine Schneepflugelektrode (10) verwendet wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Festkörperoberflächenanalyse. Objekte, für die die Anwendung der Erfindung möglich und zweckmäßig ist, sind Massenspektrometer für Sekundärionen- und Sekundärneutralteilchen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bekannt ist nach EP 0175807 eine Vorrichtung zur Durchführung des SNMS-Verfahrens (Sekundärneutralteilchen-Massenspektrometrie) mit einer separaten Ionenquelle, einem Probenträger, einer Einrichtung zur Erzeugung eines Hochfrequenz (HF)-Plasmas und einem Massenanalysator, die nebeneinander auf derselben Seite des für das HF-Plasma vorgesehenen Raumes angeordnet sind und bei der sich die auf dem Probenträger gehaltene Probe starr (aufgrund der Strahlungsgeometrie der Anordnung Ionenquelle → Probe → Detektor) innerhalb des für das HF-Plasma vorgesehenen Raumes befindet. Diese Vorrichtung ermöglicht auch die Durchführung der Sekundärionen-Massenspektrometrie (SIMS). Zwei Mängel der Vorrichtung bestehen darin, daß einerseits die Analyse verfälscht werden kann und andererseits die Empfindlichkeit des Analyseverfahrens abgesenkt wird. Die Ursache für beide Mängel ist darin zu suchen, daß die Sekundärteilchen nicht aus dem gesamten Halbraum über der Probe erfaßt werden können, sondern nur die in einem bestimmten Raumwinkel, der durch den Austrittsspalt begrenzt wird, emittierten Teilchen. Dadurch kommt es auch zur Abscheidung von Probenmaterial an der Wand des Objektraumes, das sich bei weiterem SIMS-Betrieb von der Wand lösen, auf die Probe niedergeschlagen und somit die Analyse verfälschen kann.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung zur Sekundärionen- und Sekundärneutralteilchen-Massenspektrometrie vorzuschlagen, bei der die Analyse nicht verfälscht werden kann und die Empfindlichkeit des Analyseverfahrens nicht abgesenkt wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Sekundärionen- und Sekundärneutralteilchen-Massenspektrometrie anzugeben, bei der die Sekundärteilchen, d.h. Sekundärionen und nachionisierte Sekundärneutralteilchen, aus dem gesamten Halbraum über der Probe erfaßt werden können.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß bei der Vorrichtung zur Sekundärionen und Sekundärneutralteilchen-Massenspektrometrie die Primärionenquelle senkrecht über der Probe, die auf einer vertikal verschiebbaren Halterung befestigt ist, angeordnet ist. Die Eintrittsöffnung der Primärteilchen in den Objektraum ist dabei gleichzeitig die Austrittsöffnung der Sekundärionen bzw. nachionisierten Sekundärneutralteilchen aus dem Objektraum. Zwischen der Probe und der Ein-/Austrittsöffnung ist eine Ionisationskammer, die vorteilhafterweise horizontal verschiebbar und/oder auswechselbar ist, angeordnet. Unmittelbar oberhalb der Ein-/Austrittsöffnung ist eine ionenoptische Einrichtung, vorteilhafterweise eine Schneepflugelektrode, zur Absaugung der Sekundärionen bzw. der nachionisierten Sekundärneutralteilchen angebracht, der eine elektrostatische Linse zur Fokussierung der abgesaugten Sekundärionen bzw. nachionisierten Sekundärneutralteilchen auf den Eintrittsspalt des Massenspektrometers nachgeordnet ist.

Es ist vorteilhaft, wenn die Primärionenquelle mit einem Rastersystem gekoppelt ist. Weiterhin ist vorteilhaft, wenn die Ionisationskammer eine Ionisationskammer auf HF-Plasma-Basis mit einer Sonde im Plasma ist, die mit einem differentiellen Pumpensystem gekoppelt ist.

Zur Messung der direkt erzeugten Sekundärionen befindet sich die Probe direkt unterhalb des Ein-/Austrittsspalt, von wo diese von der ionenoptischen Einrichtung abgesaugt werden. Soll dann die Messung der Neutralteilchen erfolgen, wird die Probe abgesenkt und die Ionisationskammer zwischen Probe und Ein-/Austrittsspalt geschoben. Die emittierten Sekundärneutralteilchen werden in der Ionisationskammer nachionisiert, durch die Wirkung der ionenoptischen Einrichtung bereits zum Ein-/Austrittsspalt fokussiert, über die ionenoptische Einrichtung abgesaugt und wie beschrieben analysiert. Die Vorrichtung ermöglicht, erstmalig die Messung der Gesamtheit der Sekundärionen und nachionisierten Sekundärneutralteilchen nacheinander in einer Vorrichtung ohne die im Stand der Technik beschriebenen Mängel durchzuführen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist in nachfolgenden Ausführungsbeispielen näher beschrieben.

Ausführungsbeispiel

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist in der Skizze schematisch dargestellt.

1. In einem evakuierten Objektraum 2 befindet sich die Probe 6a in der Pos. 1 auf einer vertikal verschiebbaren Halterung 7. Von der Ionenstrahlquelle C trifft ein Ionenstrahl D mit einem Durchmesser von $B \mu\text{m}$ und einer Energie von 15 keV über das aus elektrischen Ablenkplatten bestehende Rastersystem 5 unter einem Winkel $\beta = 90^\circ$ zur Probenoberfläche aus dem Rezipienten 1 in den Objektraum 2 auf die Oberfläche der Probe 6a in Pos. 1. Die entstehenden Sekundärionen werden mit der Schneepflugelektrode 10 abgesaugt und über die Ionenoptik 11 ins Spektrometer 12 geleitet.
2. Die Probe 6b befindet sich auf der vertikal verschiebbaren Halterung 7 in Pos. 2. Durch die Ionisationseinrichtung 9 entsteht im Objektraum 2 bei Gasflutung über das differentielle Pumpensystem 13 ein HF-Plasma. Durch Anlegen eines geeigneten Potentials zwischen Probe 6b und einer Sonde im Plasma 14 wird die Probe 6b mit den Ionen des Plasmas beschossen. Die emittierten Sekundärneutralteilchen werden im selben Plasma ionisiert. Treten die derart ionisierten Teilchen durch den Spalt 8, werden sie wie im Beispiel 1 beschrieben erfaßt und nachgewiesen.
3. Die Probe 6b befindet sich auf der vertikal verschiebbaren Halterung 7 in Pos. 2. Wie in Beispiel 1 beschrieben, trifft ein Ionenstrahl 4 auf die Probe 6b. Das HF-Plasma entsprechend Beispiel 2 führt zur Ionisation der emittierten Sekundärneutralteilchen. Die derart erzeugten Ionen werden wie in Beispiel 1 erfaßt und nachgewiesen.
4. Die Ionisationskammer 9 mit dem differentiellen Pumpensystem 13 und der Sonde im Plasma 14 wird durch eine Elektronenstrahlionisationseinrichtung, bestehend aus Elektronenquelle und gegenüberliegender Beschleunigungselektrode, ersetzt. Anregung und Nachweis erfolgen wie in Beispiel 3.

