

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84102967.1

51 Int. Cl.³: **H 01 J 49/02**

22 Anmeldetag: 17.03.84

30 Priorität: 26.03.83 DE 3311195

71 Anmelder: **Kernforschungsanlage Jülich Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Postfach 1913, D-5170 Jülich (DE)**

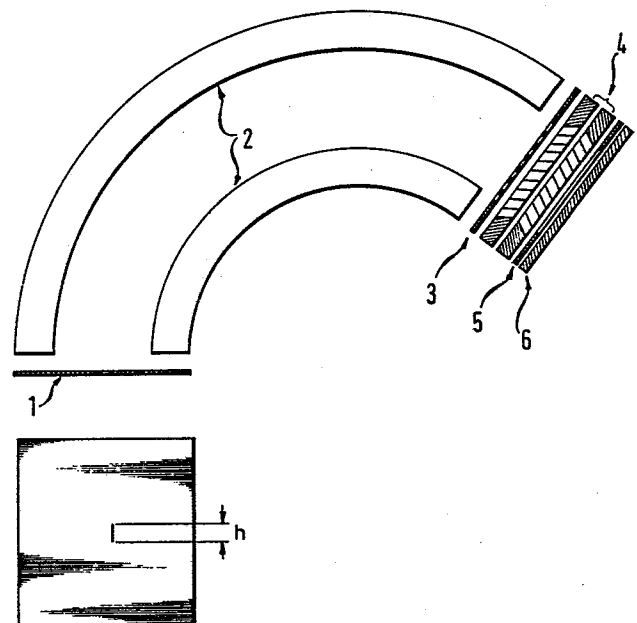
43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 07.11.84
Patentblatt 84/45

72 Erfinder: **Franchy, Rene, Dr., Franziskusstrasse 2, D-5170 Jülich (DE)**
 Erfinder: **Ibach, Harald, Prof. Dr., Kalkbergstrasse 167, D-5100 Aachen-Verlautenheide (DE)**
 Erfinder: **Bruchmann, Heinz-Dieter, Burgstrasse 36, D-5173 Aldenhoven-Dürboslar (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **CH DE FR GB IT LI**

54 Elektronenenergie-Analysator mit Vielkanaldetektor.

57 Bei einem Elektronenenergie-Analysator, bei dem die über einen Eingangsspalt in das energiedispersive System gelangenden Elektronen am Ausgang desselben mit einem mit Kanalplatten arbeitenden Vielkanaldetektor simultan analysiert werden, wird der Störpegel durch ein Spalt/Gitter-System am Ausgang des Analysators herabgesetzt. Dieses umfaßt ein auf das Potential des Eingangsspalts zu bringendes, möglichst feinmaschiges Gitter (3) am Ausgang des Analysators, das in möglichst geringem Abstand von der oder den Kanalplatte(n) (4) angeordnet ist sowie eine ausblendende Gittermaske, deren Ausblendung der Strahlendimension und dem Abstand der Elektroden (2) im Analysator entspricht. Das Gitter wird auf ein ausreichendes Potential zum Absaugen von an der Kanalplattenfläche entstehenden Streuelektronen gebracht. Vorzugsweise wird bei einem Detektor mit Widerstandsplatte (6) am Ausgang der Kanalplatte(n) (4) eine Spalt-Maske (5) zwischen Widerstandsplatte und Kanalplatte(n) vorgesehen, deren Spaltfläche der freien Fläche der Gitter-Maske entspricht (Fig. 1).



Kernforschungsanlage Jülich
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Elektronenenergie-Analysator mit Vielkanaldetektor

Die Erfindung bezieht sich auf einen Elektronenenergie-Analysator gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

- 5 Elektronenenergie-Analysatoren werden insbesondere in Kombination mit einem geeigneten Elektronen-Monochromator als Elektronenspektrometer zur Analyse von Gasen und Festkörperoberflächen, sowie zur Untersuchung von Schwingungsspektren
- 10 von Adsorbaten und damit in der Katalyseforschung verwendet (s. H. Ibach, D.L. Mills "Electron Energy Loss Spectroscopy and Surface Vibrations" Acad. Press, New York 1982).
- 15 Bei einem solchen Elektronenenergie-Analysator durchlaufen die Elektronen entsprechend ihrer Energie verschiedene Bahnen und gelangen auf einen Vielkanaldetektor (s. J.L. Wiza "Nucl. Instr. and Meth." 162 (1979) 567) an Positionen,
- 20 die mit ihrer Energie korreliert sind. Führt man nun eine ortsempfindliche Analyse durch, so erhält man ein Teilspektrum (oder Gesamtspektrum) der Elektronen.
- 25 Eine Vielkanaldetektion in der Elektronenenergie-verlust-Spektroskopie setzt voraus, daß ein niedriger Störuntergrund gewährleistet ist, da die zu messenden Elektronen-Energie-Verlust-

Signale um einige Größenordnungen kleiner sind als die Elektronen-Signale, die ohne Energie-Verlust (elastisch reflektiert) auf den Detektor gelangen.

- 5 Die aus diesem Grund dem eigentlichen Nachweiselement bekanntermaßen vorgeschaltete Anordnung eines Analysators mit Kanalplatte(n) an seinem Ausgang ist noch nicht voll befriedigend.
- 10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Elektronenenergie-Analysator mit Vielkanaldetektor mit einem möglichst niedrigen Störuntergrund anzugeben.
- 15 Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch einen Elektronenenergie-Analysator der eingangs genannten Art gelöst, der gekennzeichnet ist durch ein auf das Potential des Eingangsspalts zu bringendes Gitter am Ausgang des Analysators
- 20 in möglichst geringem Abstand von der oder den Kanalplatte(n), dessen Maschendimension derart klein gegen die Dimension des Elektronenstrahls ist, daß sich durch das Gitter keine zusätzliche Struktur im registrierten Elektronenspektrum
- 25 ergibt, mit einer ausblendenden Gitter-Maske, deren Ausblendung der Strahldimension und dem Abstand der Elektroden im Analysator entspricht und das auf ein zum Absaugen der von der ihm zugewandten Kanalplattenfläche gestreuten Elektronen
- 30 ausreichendes Potential gegenüber dieser Fläche gebracht wird.

Durch eine solche Vielkanaldetektion kann die Empfindlichkeit eines Elektronenstoßspektrometers

35 um etwa zwei Größenordnungen verbessert werden.

Die wirksame Erniedrigung des Störuntergrundes wird im wesentlichen durch folgende Effekte erreicht:

- 5 1. Streuelektronen, die auf den für Elektronen undurchlässigen Teil der Gitter-Maske stoßen (deren durchlässiger Teil oder "Spalt" der Höhe des zu messenden Elektronenstrahls entspricht), werden von der Kanalplatte ferngehalten.
10
2. Streuelektronen, die durch den Stoß der Elektronen mit der Kanalplatte entstehen, werden durch das Gitter abgesaugt, das sich auf einem
15 geeigneten Potential befindet.
3. Streuelektronen, die beim Elektronenbeschuß von Maske und Gitter entstehen können, werden vorzugsweise durch eine Beschichtung des
20 Maske-Gitter-Systems mit einer Substanz mit kleinem Sekundärelektronenemissionskoeffizienten vermindert.
- 25 4. Die durch die Kanalplatten bedingte Dunkelzählrate kann durch Einschaltung einer Spalt-Maske zwischen Ausgang der Kanalplatte(n) und Widerstandsplatte reduziert werden, und zwar um einen Faktor, der dem Verhältnis
30 der Fläche des Spaltes zur aktiven Gesamtfläche der Kanalplatte entspricht.

Weitere Besonderheiten der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter
35 Bezugnahme auf die angefügten Zeichnungen hervor;

es zeigen (schematisch):

- Figur 1 einen Elektronenenergie-Analysator
mit erfindungsgemäßer Detektoranord-
5 nung (in Aufsicht und Vorderansicht);
Figur 2 Vorder- und Seitenansicht von Gitter
und Gittermaske;
Figur 3 Vorder- und Seitenansicht der Spaltmaske;
und
10 Figur 4 ein Schema zur Erläuterung der Diffusions-
breite.

Eine typische Ausführungsform eines Elektronen-
energie-Analysators mit Vielkanaldetektor und
15 niedrigem Störuntergrund ist in Figur 1 darge-
stellt. Die von einer Probe reflektierten Elektronen
werden bezüglich ihrer Energie in einem energie-
dispersiven Analysator (127°-Zylinder-, Halbkugel-,
Zylinder-Spiegel-, Platten--Spiegel-Analysator)
20 analysiert. Im Ausführungsbeispiel, Figur 1,
ist ein 127°-Zylinder-Analysator gezeigt: Die
vom Eingangsspalt (Eingangsspaltplatte 1) herkom-
menden Elektronen werden mit Hilfe der Elektro-
den 2 des Energieanalysators abgelenkt und gelangen
25 durch das Gitter 3 in das Kanalplattensystem 4
(ausgebildet als Tandem-Kanalplatte) und schließlich
durch die Spaltmaske 5 auf die Widerstandsplatte 6
(statt der Tandem-Kanalplatten kann auch z.B.
eine einstufige gekrümmte Kanalplatte vorgesehen
30 werden). Mit Hilfe der Widerstandsplatte 6 wird
in beliebig zu wählender Art und Weise (z.B.
Anstiegszeitdifferenz- oder Ladungsteilung-Messung)
der Ort der auf die Kanalplatte stoßenden Elektronen
bestimmt.

Der Spalt der Eingangsspaltplatte 1 hat die Höhe h , welche die Höhe des zu messenden Elektronenstrahls bestimmt, der nach Durchgang des Analysators auf den Detektor fällt. Gestreute Elektronen können aber über oder unter der der Höhe " h " entsprechenden Position auf die Kanalplatte auftreffen und so einen Störuntergrund erzeugen. Die Maske 7 des Gitters 3 (s. Figur 2a und 2b) vor der Kanalplatte 4 verhindert nun, daß die Streuelektronen, die nicht der gewünschten Abbildung des Eingangsspalts entsprechen, auf die Kanalplatte gelangen: Die Streuelektronen können den undurchlässigen beschichteten Teil (s. Abb. 2b) nicht durchdringen.

Das Gitter wird vorzugsweise mit einer Substanz mit niedrigem Elektronenemissionskoeffizienten (z.B. Graphit) beschichtet, um die Rückstreuung von Elektronen zu vermindern.

Die zu messenden Elektronen der Strahlhöhe " h " durchdringen das Gitter und werden im Detektor nachgewiesen. Beim Auftreffen der Elektronen auf die Kanalplatte(n) entstehen neben dem gewünschten Effekt der Elektronenvervielfachung durch die Kanalplatte reflektierte Streuelektronen (verteilt über die gesamte Kanalplatte), die den Störuntergrund erhöhen. Die isolierte Befestigung (Isolator 8 über der Halterung 9 der Kanalplatten 4) des Gitters (mit Gittermaske) erlaubt das Anlegen einer Spannungsdifferenz zwischen dem Gitter und der Kanalplatte, so daß die Streuelektronen abgesaugt werden können. Je kleiner der Abstand " d " (s. Abb. 2a) ist,

um so größer ist die Erniedrigung des Störuntergrunds.

Eingang und Ausgang des Elektronenenergie-Analysators sollten auf gleichem Potential sein. Befände sich am Ausgang des Analysators eine Kanalplatte, so müßte wegen der Austrittsarbeit und wegen des Durchgriffs der Versorgungsspannung der Kanalplatten eine Korrektur des Eingangskanalplatten-Potentials vorgesehen werden. Das mit der gleichen Substanz wie der Eingangs-Spalt 1 des Analysators gemäß Figur 1 beschichtete Gitter ermöglicht nun die Verwendung verschiedener Kanalplatten, ohne daß deren Austrittsarbeit kompensiert werden muß.

Die Kanalplatten haben typischerweise eine Dicke von 0,5 mm und benötigen zur Elektronenvervielfachung eine Spannungsdifferenz von etwa 1000 V. Bei dieser Spannungsdifferenz wäre ein störender Durchgriff der Spannung in den Bereich des Analysators unvermeidbar, was ebenfalls zu einem Unterschied der Eingangs- und Ausgangs-Potentiale des Analysators führen würde. Das auf geeignetem Potential befindliche Gitter-System (3, 7) vor der Kanalplatte 4 verhindert den Durchgriff der Kanalplattenspannung in den Analysatorraum.

Die Kanalplatten haben üblicherweise eine Dunkelzählrate von 1 Impuls/cm²sec. Bei einem aktiven Durchmesser der Kanalplatten von 12,5 mm bedeutet dies eine Dunkelzählrate von etwa 5 Impulsen/sec. Die Spalt-Maske (5) (mit Spalt 10 und undurchlässigem Teil 11, s. Figur 3a und 3b) zwischen dem Ausgang der Kanalplatte 4 und der Widerstandsplatte 6 erniedrigt den Störuntergrund um den

Faktor, der dem Verhältnis der Spaltfläche zur aktiven Gesamtfläche der Kanalplatte entspricht.

5 Die Länge des Spaltes entspricht dem Abstand zwischen den beiden Elektroden 2 des Elektronen-energie-Analysators gemäß Figur 1. Die Höhe des Spaltes entspricht der Höhe "h" des verwendeten Elektronenstrahls plus 2 mal die Diffusionsbreite (etwa 0,5 mm) der Kanalplatten und Widerstands-

10 platten-Anordnung. Unter der Diffusionsbreite "l" versteht man die Verbreiterung, die ein Elektronenstrahl der Breite "b" beim Durchlaufen der Kanalplatten bis zum Auftreffen auf die Widerstandsplatte erfährt (s. Figur 4).

15 Bei einem 127°-Zylinder-Analysator, der einen Elektronenstrahl der Höhe 2 mm verwendet und einen Elektrodenabstand von 25 mm hat, erhält man eine Reduktion des Störuntergrunds um den

20 Faktor 10.

Um den Abstand zwischen dem Ausgang der Kanalplatte und der Widerstandsplatte klein zu halten, damit eine hohe Ortsauflösung realisiert wird,

25 wird die Spalt-Maske 5 zur Halterung der Ausgangskanalplatte (4) verwendet.

Versuche haben gezeigt, daß durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen der Störuntergrund erheblich

30 reduziert wird.

Kernforschungsanlage Jülich
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Elektronenenergie-Analysator, bei dem die über
einen Eingangsspalt in das energiedispersive
System gelangenden Elektronen am Ausgang des-
selben mit einem mit Kanalplatten arbeitenden
5 Vielkanaldetektor simultan analysiert werden,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
ein auf das Potential des Eingangsspalts zu
bringendes Gitter (3) am Ausgang des Analysators
in möglichst geringem Abstand von der oder den
10 Kanalplatte(n) (4), dessen Maschendimension
derart klein gegen die Dimension des Elektro-
nenstrahls ist, daß sich durch das Gitter (3)
keine zusätzliche Struktur im registrierten
Elektronenspektrum ergibt, mit einer ausblendenden
15 Gittermaski (7), deren Ausblendung der Strahl-
dimension und dem Abstand der Elektroden (2)
im Analysator entspricht und das auf ein zum
Absaugen der von der ihm zugewandten Kanalplatten-
fläche gestreuten Elektronen ausreichendes Poten-
20 tial gegenüber dieser Fläche gebracht wird.
2. Elektronenenergie-Analysator, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß das Potential des
Gitters (3) (gegenüber der Kanalplattenfläche)
25 für bis 20 V reichende Elektronenstrahlenergien
zwischen 0 und 2 V liegt.
3. Elektronenenergie-Analysator nach Anspruch 1
oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
30 n e t , daß Gitter (3) und Maske (7) mit einer

Substanz mit niedrigem Sekundärelektronenemissionskoeffizienten beschichtet sind.

4. Elektronenenergie-Analysator nach einem der
5 Ansprüche 1 bis 3, g e k e n n z e i c h n e t
d u r c h einen Detektor mit Widerstandsplatte
(6) am Ausgang der Kanalplatte(n) (4) und eine
Spalt-Maske (5) zwischen Widerstandsplatte und
Kanalplatte(n), bei der die Fläche des Spaltes
10 (10) der freien Fläche der Gitter-Maske (7)
entspricht.
5. Elektronenenergie-Analysator nach einem der
vorangehenden Ansprüche, g e k e n n z e i c h n e t
15 d u r c h eine Maschenweite des Gitters (3)
zwischen 10 und 100 μm .
6. Elektronenenergie-Analysator nach einem der
vorangehenden Ansprüche, g e k e n n z e i c h n e t
20 d u r c h eine Gitterdicke unter 0,5 mm,
insbesondere von 10 bis 100 μm .

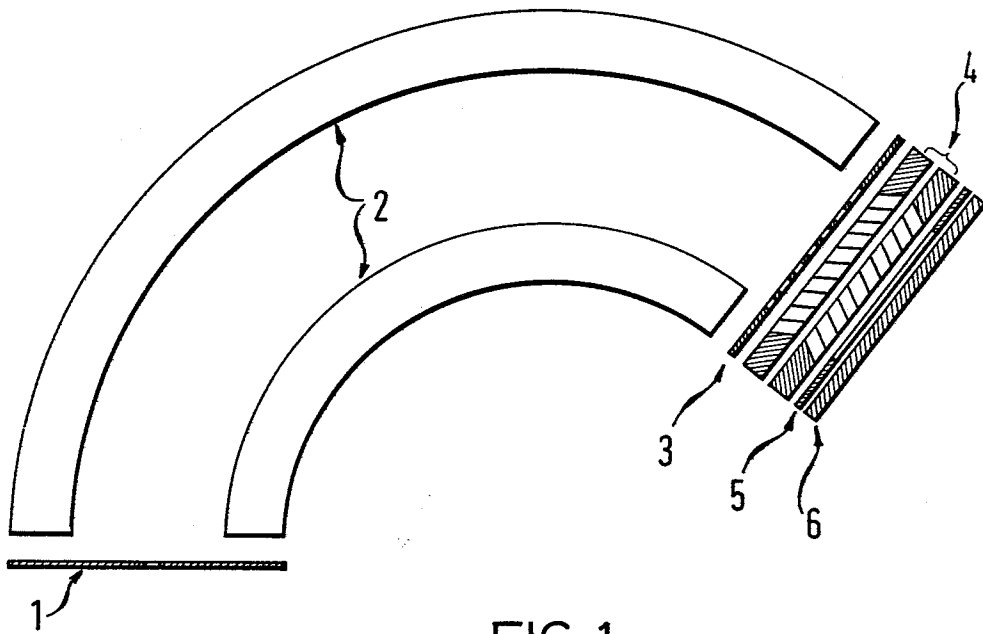
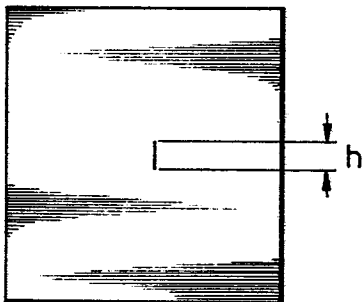


FIG. 1



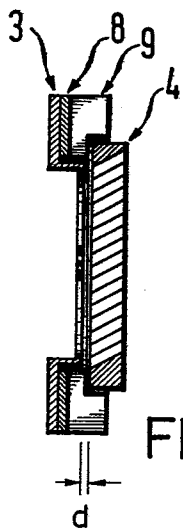


FIG. 2A

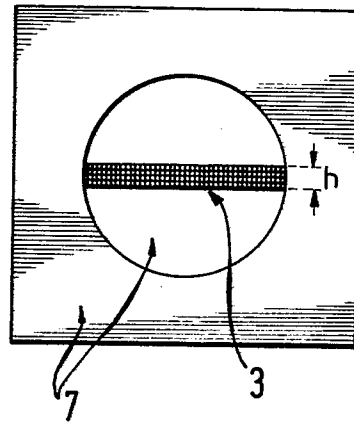


FIG. 2B

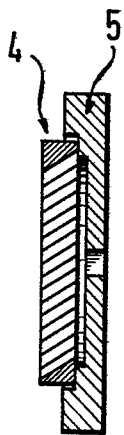


FIG. 3A

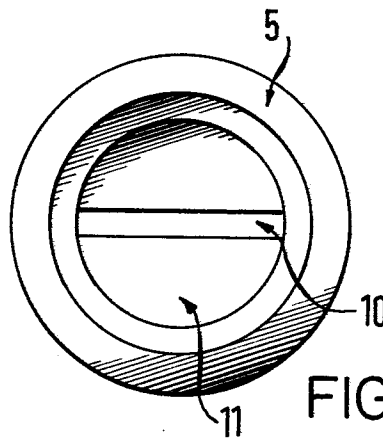


FIG. 3B

