

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 79100689.5

51 Int. CL²: H 01 J 39/34

22 Anmeldetag: 06.03.79

30 Priorität: 07.03.78 AT 1621/78

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.09.79 Patentblatt 79/19

64 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

71 Anmelder: Österreichische Studiengesellschaft für
Atomenergie Ges.m.b.H.
Lenaugasse 10
A-1082 Wien(AT)

72 Erfinder: Rüdensauer, Friedrich, Prof.Dr.
Nordmannngasse 9
A-1210 Wien(AT)

73 Erfinder: Stalger, Wolfgang, Dr.
Anton Kriegergasse 185
A-1238 Wien(AT)

74 Vertreter: Reitschötter, Josef, Prof.Dr. Dr. et al,
Bauerstrasse 22 P.O. Box 780
D-8000 München 43(DE)

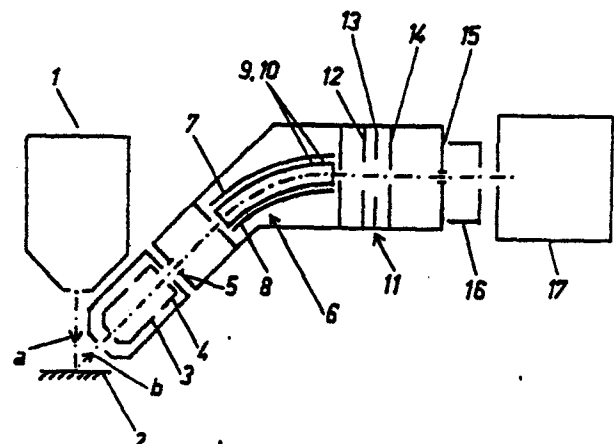
54 Einrichtung und Verfahren zur Fokussierung und Analyse eines geladenen Korpuskularstrahls.

57 Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Fokussierung und zur Analyse eines geladenen Korpuskularstrahls, die zumindest eine elektrostatische Fokussierungslinse, eine Eintrittsblende, eine elektrostatische Sektorfeldlinse, eine Austrittsblende und einen Detektor aufweist, besteht im wesentlichen darin, daß nach der Sektorfeldlinse eine elektrostatische Projektionslinse mit zumindest zwei, vorzugsweise drei elektrisch polarisierbaren Blenden, deren Öffnungen auf einer Achse liegen, eine Austrittsblende und eine elektrostatische Korrekturlinse mit zumindest einer elektrisch polarisierbaren Blende sowie der Detektor angeordnet sind. Eine derartige Einrichtung kann die Fokussierung des Korpuskularstrahls und damit auch dessen Analyse auf einen wesentlich geringeren Raumbedarf beschränken.

Beim Verfahren der Erfindung wird das Potential der ersten in Richtung des Strahls gesehenen Blende bei zwei Blenden und der mittleren Blende bei drei Blenden der Projektionslinse auf einen Wert von

$$U_p = E_0 - h_3 \Delta E,$$

wobei E_0 der Anfangsenergie der Teilchen im Korpuskularstrahl vor dem Detektor und ΔE dem Energiebandpass entspricht und h_3 eine empirische Konstante ist, gehalten. Dadurch können mit nur zwei Steuerspannungen sämtliche erwünschten Potentiale eingestellt werden.



EP 0 004 065 A2

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Fokussierung und zur Analyse eines geladenen Korpuskularstrahls, insbesondere eines Sekundärionenstrahls und auf ein Verfahren zum Betrieb derselben, wobei die elektrischen Potentiale in Abhängigkeit von der
5 erwünschten Energie und Energieschärfe des selektierten Korpuskularstrahls gesteuert werden.

Es ist bereits ein Elektronenenergiespektrometer bekannt geworden bei dem der Elektronenstrahl mit einer elektrostatischen Fokussierungslinse, einer Eintrittsblende, einer Sektorfeldlinse mit
10 kugelförmigen Sektorelektroden, einer Austrittsblende fokussiert wird und darauf einem Detektor zugeführt wird. Eine derartige Anordnung bedingt einen relativ großen Platzaufwand. Weiters ist die Herstellung der Sektorfeldlinse mit kugelförmigen Sektorelektroden
15 ausgesprochen schwierig und aufwendig und erlaubt nur dann eine entsprechende Fokussierung, wenn die sphärischen Flächen besonders genau bearbeitet sind.

Bei einem Verfahren zum Betrieb der obenangeführten Einrichtung
20 ist es bereits bekannt geworden, daß lediglich über zwei Einstellgrößen, und zwar die erwünschte Energie der Elektronen und deren Energieschärfe, eine Steuerung der Potentiale sowohl der elektrostatischen Linsen und der Ein- und Austrittsblende, erfolgt, so daß in den Detektor lediglich Elektronen mit vorbestimmter Energie
25 und Energieschärfe eintreten. Der Nachteil bei diesem Verfahren ist, daß die Steuerung über eine kugelförmige Sektorfeldlinse erfolgt, die besonders hohe Ansprüche an die Fertigungsgenauigkeit

keit stellt. Wird diese nicht eingehalten, so kann die entsprechende Fokussierung durch Potentialveränderungen nicht alleine erreicht werden, sondern es müssen auch Nachjustierungen der gesamten Anordnung durchgeführt werden.

5

Die Sektorfeldlinsen mit zylindrischen Elektroden benötigen zu ihrer genauen Funktion zwei Korrekturplatten, die ebenfalls, so wie die zylindrischen Elektroden polarisiert werden müssen. Das heißt, daß hier eine weitere Spannungsversorgung vorgesehen werden muß.

10

Die Erfindung hat sich zum Ziel gesetzt, eine Einrichtung und ein Verfahren zum Betrieb derselben zu schaffen, die die obenangeführten Nachteile vermeidet.

15

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Fokussierung und zur Analyse eines geladenen Korpuskularstrahls, insbesondere eines Sekundärionenstrahls, wobei in Richtung des Strahlengangs, zumindest eine, gegebenenfalls zwei elektrostatische Fokussierungslinsen, eine Eintrittsblende, eine elektrostatische Sektorfeldlinse und eine Austrittsblende und ein Detektor angeordnet sind, besteht im wesentlichen darin, daß nach der Sektorfeldlinse eine elektrostatische Projektionslinse mit zumindest zwei, vorzugsweise drei elektrisch polarisierbaren Blenden, deren Öffnungen auf einer Achse liegen, eine Austrittsblende und eine elektrostatische Korrekturlinse mit zumindest einer elektrisch polarisierbaren Blende sowie der Detektor angeordnet sind. Eine derartige Einrichtung kann die Fokus-

20

25

sierung des Korpuskularstrahls und damit auch dessen Analyse auf einen wesentlich geringeren Raumbedarf beschränken.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung wird als Sektorfeld-
5 linse eine stigmatisch fokussierende Sektorfeldlinse verwendet,
die konzentrische negativ bzw. positiv polarisierbare Sektor-
elektroden mit zylindrischer Krümmung und zwei Korrekturplatten
aufweist. Durch die Anordnung einer derartigen Linse können geo-
metrische Änderungen des Systems durch Steuerung des Potentials
10 der Korrekturplatten besonders leicht berücksichtigt werden, wo-
bei gleichzeitig eine besonders einfache Herstellung der erfin-
dungsgemäßen Einrichtung ermöglicht wird.

Sind die Eintritts- und Austrittsblende auswechselbar angeordnet,
15 so ist eine besonders hohe Anpassungsmöglichkeit an die verschie-
denen experimentellen Erfordernisse erreichbar, da Teilchen mit
einem größeren Bereich der Anfangsgeschwindigkeit und mit einem
verschiedenen Energiebandpass der Analyse zugeführt werden können
wobei in den jeweils festgelegten Bereich die maximale Teilchen-
20 stromtransmission erreicht werden kann.

Ist der Abstand der Sektorelektroden mit zylindrischer Krümmung
voneinander größer als der Durchmesser der kreisförmigen Öffnung
bzw. die Spaltbreite der in Richtung des Strahlengangs gesehenen ersten Blend
25 Projektionslinse, so sind die Störungen der Teilchenbahnen beim
Ein- und Austritt aus der Sektorlinse auf ein Minimum gehalten.

Weist die Projektionslinse zumindest zwei, vorzugsweise drei Blenden auf, wobei bei zwei Blenden die erste in Richtung des Strahlengangs gesehen und bei drei Blenden die mittlere eine größere Öffnung z.B. kreis- oder spaltförmig aufweist als die von ihr elektrisch isolierten benachbarten Blenden, so ist die Transmission dieser Linse höher, wobei mit drei Blenden eine Beeinflussung der Wirkungsweise der Projektionslinse durch die Sektorfeldlinse nicht mehr gegeben sein kann.

10 Wird als Detektor ein Quadrupol eingesetzt, so kann die zu untersuchende Probe besonders leicht auf Erdpotential gehalten werden, wobei keine Einbuße an Energieschärfe bei den nachzuweisenden geladenen Teilchen bedingt wird und die Fokussierung und Positionierung des aus der Primärstrahlquelle austretenden Primärstrahls
15 auf die Probe besonders einfach ist und auch der simultane Nachweis von positiven und negativen Teilchen der von der Probe ausgesandten Sekundärteilchen, z.B. in zwei identen erfindungsgemäßen Anordnungen möglich wird.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb der Einrichtung, wobei die elektrischen Potentiale der Eintrittsblende und der Austrittsblende, die dasselbe Potential aufweisen, das dem mittleren Potential der elektrostatischen Sektorfeldlinse entspricht, der elektrostatischen Fokussierungslinse und der Sektorfeldlinse in Abhängig-
25 keit von der erwünschten Energie und Energieschärfe des selektierten Korpuskularstrahls gesteuert werden und die Potentiale

der Sektorfeldlinse und der Fokussierungslinse proportional
der erwünschten Energie des Korpuskularstrahls gehalten werden
und die erwünschte Energie und Energieschärfe durch zwei Steuer-
spannungen, die die Potentiale der Blenden und der Linsen steuern,
5 geregelt werden, besteht im wesentlichen darin, daß das Potential
der ersten in Richtung des Strahls gesehenen Blende bei zwei Blen-
den und der mittleren Blende bei drei Blenden der Projektions-
linse auf einen Wert von

$$U_p = E_0 - h_3 \Delta E,$$

10 wobei E_0 der Anfangsenergie der Teilchen im Korpuskularstrahl vor
dem Detektor und ΔE dem Energiebandpass entspricht und h_3 eine
empirische Konstante ist, gehalten wird. Durch eine derartige Vorgangs-
weise wird erreicht, daß lediglich durch zwei Steuerspannungen
sämtliche erwünschten Potentiale eingestellt werden, so daß eine
15 besonders einfache Bedienung der erfindungsgemäßen Einrichtung
möglich ist, wobei gleichzeitig eine weitestgehende Automatisie-
rung bei einer besonders kompakten Anordnung durchgeführt werden
kann.

20 Gemäß einem weiteren Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens
wird das Potential der elektrostatischen Korrekturlinse auf einen
Wert von

$$U_k = h_4 \cdot E_0,$$

wobei E_0 die obenangeführte Bedeutung hat und h_4 eine
25 empirische Konstante darstellt, gehalten. Damit kann eine opti-
male Bündelung des Strahls erreicht werden, wodurch im Detektor
ein maximaler Anteil der nachzuweisenden Teilchen erfaßt werden

kann.

Werden die zylindrisch gekrümmten Sektorelektroden der Sektorfeldlinse auf Potentiale, die den Wert

$$5 \quad U_+ = E_0 + h_1 \Delta E$$

bzw. für die andere Sektorelektrode $U_- = E_0 - h_2 \Delta E$ entsprechen und das der Korrekturplatten zwischen U_+ und U_- gehalten, so wird es auch möglich die Steuerung einer Sektorfeldlinse mit zylindrischen Elektroden durchzuführen.

10 Wird die Quadrupolachse auf ein Potential von $U_q = E_0 - \delta$ gehalten, wobei E_0 die bereits angeführte Bedeutung hat und δ eine Konstante des Quadrupols ist, so kann dadurch ein optimaler Nachweis der Sekundärteilchen erreicht werden.

15 Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert.

In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer Ionenmikrosonde und in Fig. 2 ein Blockschaltbild für die Spannungsversorgung
20 der Optik und des Detektors gezeigt.

Der in Fig. 1 dargestellte Ionenmikroanalysator weist eine ionenemittierende Einheit 1 auf, die aus einer Ionenquelle, z.B. einem Duoplasmatron, einer Objektivlinse und Ablenkplatten zur Ablenkung
25 des Ionenstrahls auf der Oberfläche der zu untersuchenden Probe 2 gibt, aufgebaut sein kann.

Die Richtung des Primärionenstrahls und Sekundärionenstrahls ist durch die Pfeile a und b gezeigt, wobei der genaue Verlauf durch eine strichpunktierte Linie dargestellt ist. Die von der auf Erdpotential befindlichen Probe 2 emittierten Ionen gelangen zu den elektrostatischen Fokussierungslinsen 3 und 4, die als zylindrische Rohre aufgebaut sind und diese fokussieren bevorzugt alle jene Ionen, die die Energie E_0 aufweisen auf die Öffnung der austauschbaren Eintrittsblende 5. Nach dieser ist eine Sektorfeldlinse 6 angeordnet, die 2 konzentrische zylindrische Elektroden 7 und 8 und zwei Korrekturplatten 9 und 10 aufweist. Der Abstand der Sektorelektroden mit zylindrischer Krümmung voneinander ist größer als der Durchmesser der kreisförmigen Öffnung der in Richtung des Strahlengangs b gesehenen ersten Blende 12 der Projektionslinse 11. Die Projektionslinse 11 weist drei Blenden 12, 13 und 14 auf, die den aus der Sektorlinse 6 austretenden Ionenstrahl auf die austauschbare Austrittsblende 15 fokussiert. Alle anderen Ionen werden durch die Austrittsblende abgeblendet. Eine Korrekturlinse 16 ist zwischen der austauschbaren Austrittsblende 15 und dem Detektor 17 angeordnet. Der Detektor ist ein Quadrupolmassenspektrometer und analysiert die aus der Austrittsblende 15 und der Korrekturlinse 16 austretenden Ionen entsprechend ihrem Atomgewicht. Bei einer anderen Anordnung könnte z.B. als Detektor ein Elektronenvervielfacher verwendet werden, wie es z.B. zur Erzeugung von Materialkontrasten in rasterelektronischen Bildern üblich ist.

Die Sektorfeldlinse 6 wählt einen scharfen Bereich von Sekundär-

ionen mit einer Energie zwischen $E_0 - \frac{\Delta E}{2}$ und $E_0 + \frac{\Delta E}{2}$ aus, wobei üblicherweise eine Anfangsenergie zwischen 0 eV und 300 eV und ein Energiebandpass zwischen 1 eV und 50 eV gewählt wird.

Soll die Einrichtung besonders kompakt ausgestaltet werden, so

- 5 tritt der Sekundärionenstrahl aus der Sektorlinse divergierend aus. In der Projektionslinse 11 wird sodann aus diesem divergenten Strahlbündel ein konvergentes Strahlenbündel, so daß Ionen zwischen den obenangeführten Energiebereichen durch die Öffnung in die Austrittsblende 15 treten können und zum Detektor 17 gelangen. Ionen
10 aller anderen Energien werden von der Austrittsblende 15 zurückgehalten.

Für ein Quadrupol ist es für eine maximale Massentrennung erforderlich, daß die eintretenden Ionen innerhalb eines bestimmten Raum-
15 winkelbereiches liegen und daß diese Ionen dasselbe mit einer optimalen im allgemeinen von E_0 verschiedenen Energie durchlaufen.

Die letztgenannte Energie wird dadurch eingestellt, daß die Quadrupolachse auf ein Potential von $U_q = E_0 - \phi$ gelegt wird. Der für das Quadrupol erwünschte Raumwinkelbereich der eintretenden Ionen
20 stimmt im allgemeinen mit dem Raumwinkelbereich der aus der Austrittsblende 15 austretenden Ionen nicht überein. Die erforderliche Raumwinkelkorrektur wird durch ein Potential, das proportional E_0 ist erreicht.

- 25 Das in Fig. 2 dargestellte schematische Blockschaltbild zeigt die Steuerung der verschiedenen Potentiale für Linsen und Blenden.

A, B und C sind variable Spannungsquellen, die umpolbar sind und in welchen $E_0, \Delta E$ sowie die Apparatkonstante δ für das Quadrupol eingestellt werden können. Die Spannungsversorgung der Fokussierungslinsen 3 und 4 erfolgt über die Verstärker-

5 einheiten V_1 und V_2 , wobei über die Potentiometer P_1 und P_2 die Verstärker so eingestellt werden können, daß die Potentiale der Fokussierungslinsen 3 und 4 gemäß der Gleichungen 1 und 2 einstellbar sind.

$$U_{1_1} = k_1 \cdot E_0 \quad (1)$$

10

$$U_{1_2} = k_2 \cdot E_0 \quad (2)$$

Die Konstanten k_1 und k_2 werden so gewählt, daß der maximale Strom der Sekundärionen von der Probe 2 in den Detektor gelangt.

15 Sind diese Konstanten einmal bestimmt, so behalten sie für sämtliche Werte von E_0 ihre Gültigkeit.

Die Sektorfeldlinse weist eine dreifache Versorgung mit Spannung auf, wobei die Spannung jeweils von E_0 und ΔE abhängig ist. Die

20 Verstärkereinheiten V_3 und V_5 versorgen jeweils die zylindrisch gekrümmten Sektorelektroden, wobei die Verstärker und die Potentiometer P_3 und P_5 so eingestellt werden, daß die Spannung f die Sektorfeldelektroden wie folgt eingehalten werden kann.

$$U_+ = E_0 + h_1 \Delta E \quad (3)$$

25

$$U_- = E_0 - h_2 \Delta E \quad (4)$$

wobei h_1 und h_2 empirische Konstanten sind, die so gewählt wer-

müssen, daß bei gewählter Energie und Energieschärfe ein Maximum der entsprechenden Ionen in den Detektor gelangen.

Das Potential der Korrekturplatten 9 und 10 der Sektorfeldlinse wird über die Verstärkereinheit V_4 und Potentiometer P_4 so gesteuert, daß es zwischen U_+ und U_- liegt. Das Potential wird genau so gewählt, daß insbesondere eine Bündelung des Ionenstrahls in der zur Zeichnung gehenden senkrechten Richtung erreicht wird. Ist die Sektorfeldlinse unsymmetrisch gebaut, so weisen die Korrekturplatten ein unterschiedliches Potential auf.

Das Potential der mittleren Blende 13 der Projektionslinse 11 wird über die Verstärkereinheit V_6 und Potentiometer P_6 so geregelt, daß eine Spannung von U_p gemäß Gleichung 5 eingehalten wird.

$$U_p = E_0 - h_3 \Delta E \quad (5)$$

wobei h_3 eine empirisch zu bestimmende Konstante ist, die so gewählt werden muß, daß die Projektionslinse den aus der Sektorlinse austretenden Ionenstrahl auf die Austrittsblende fokussiert.

Durch die Verstärkereinheit V_7 und Potentiometer P_7 wird die Spannungsversorgung der Eintritts- und Austrittsblende durchgeführt. Die Regelung erfolgt so, daß ein Potential von U_B eingehalten wird, wobei U_B genau zwischen U_+ und U_- zu liegen hat.

Die Spannungsversorgung der Korrekturlinse erfolgt ebenfalls

über eine Verstärkereinheit, und zwar V_8 und Potentiometer P_8 , wobei eine Spannung von U_K , gemäß nachfolgender Gleichung eingehalten ist.

$$U_K = h_4 \cdot E_0 \quad (6)$$

wobei h_4 eine empirische Konstante ist, die so gewählt werden muß, daß für einen gegebenen Detektor der entsprechend günstigste Raumwinkel für den Ionenstrahl erreicht wird. Dieser Raumwinkel ist von Detektor zu Detektor unterschiedlich und muß ebenfalls empirisch bestimmt werden.

Die Spannungsversorgung des Quadrupols erfolgt über Verstärkereinheit V_9 und Potentiometer P_9 so, daß die Quadrupolachse folgende Spannung erhält.

$$U_q = E_0 - \delta \quad (7)$$

wobei δ eine Konstante des Quadrupols darstellt, die empirisch bestimmt werden muß, wobei δ so gewählt werden muß, daß für eine gewünschte Energie E_0 und Energiebreite ΔE eine maximale Massenauflösung des Quadrupols gegeben ist.

Die angeführten Konstanten sind, wenn einmal bestimmt, für alle Werte von E_0 und ΔE gültig.

P a t e n t a n s p r ü c h e .

1. Einrichtung zur Fokussierung und zur Analyse eines geladenen
Korpuskularstrahls, insbesondere eines Sekundärionenstrahls,
wobei in Richtung des Strahlengangs zumindest eine, gegebenen-
falls zwei, elektrostatische Fokussierungslinsen, eine Eintritts-
blende, eine elektrostatische Sektorfeldlinse und eine Austritts-
blende und ein Detektor angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet,
daß nach der Sektorfeldlinse (6) eine elektrostatische Pro-
jektionslinse (11) mit zumindest zwei, vorzugsweise drei Blenden, deren Öff-
nungen auf einer Achse liegen, eine Austrittsblende (15) und eine elektro-
statische Korrekturlinse (16), sowie der Detektor (17) angeordnet sind.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die
Sektorfeldlinse (6) eine stigmatisch fokussierende Sektorfeld-
linse ist, die konzentrische negativ bzw. positiv polarisier-
bare Sektorelektroden (7,8) mit zylindrischer Krümmung und zwei
Korrekturplatten (9, 10) aufweist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß
die Eintritts-(5) und Austrittsblende (15) auswechselbar ange-
ordnet sind.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der Abstand der Sektorelektroden (7, 8) mit zy-
lindrischer Krümmung voneinander größer ist als der Durch-
messer der kreisförmigen Öffnung bzw. der Spaltbreite der in Richtung des
Strahlengangs gesehenen ersten Blende (12) der Projektionslinse (11).
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekenn-
zeichnet, daß bei der Projektionslinse (11) die zumindest zwei, vor-
zugsweise drei Blenden aufweist, bei zwei Blenden die
erste in Richtung des Strahlenganges gesehen und bei drei
Blenden die mittlere (13) eine größere Öffnung aufweist als

die von ihr elektrisch isolierten benachbarten Blenden
(12, 14).

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektor (17) ein Quadrupolspektrometer ist

7. Verfahren zum Betrieb der Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die elektrischen Potentiale der Eintrittsblende, der Austrittsblende, die dasselbe Potential aufweisen, das dem mittleren Potential der elektrostatischen Sektorfeldlinse entspricht, der elektrostatischen Fokussierungslinsen und der Sektorfeldlinse in Abhängigkeit von der erwünschten Energie und Energieschärfe des selektierten Korpuskularstrahls gesteuert werden, wobei die Potentiale der Sektorfeldlinse und der Fokussierungslinse proportional der erwünschten Energie des Korpuskularstrahls gehalten werden und die erwünschte Energie und Energieschärfe durch zwei Steuerspannungen, die die Potentiale der Blenden und der Linsen steuern, geregelt werden, dadurch gekennzeichnet, daß das Potential der ersten in Richtung des Strahls gesehenen Blende bei zwei Blenden und der mittleren Blende bei drei Blenden der Projektionslinse auf einen Wert von $U_p = E_0 - h_3 \Delta E$, wobei E_0 die Anfangsenergie der Teilchen im Korpuskularstrahl vor der Einrichtung und ΔE dem Energiebandpass entspricht und h_3 eine empirische Konstante ist, gehalten wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Potential der elektrostatischen Korrekturlinse auf einen Wert von $U_k = h_4 \cdot E_0$, wobei E_0 der Anfangsenergie der Teilchen entspricht und h_4 eine empirische Konstante darstellt, gehalten wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zylindrisch gekrümmten Sektorelektroden der Sektorfeldlinse auf Potentiale gehalten werden, das den Werten $U_+ = E_0 + h_1 \cdot \Delta E$ bzw. für die andere Sektorelektrode $U_- = E_0 - h_2 \Delta E$ entspricht,

wobei E_0 und ΔE die in Anspruch 7 angeführte Bedeutung haben und h_1 und h_2 empirische Konstanten darstellen und das Potential der Korrekturplatten zwischen U_+ und U_- gehalten wird.

- 5 10. Verfahren nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsversorgung des Quadrupolspektrometers so erfolgt, daß die Quadrupolachse ein Potential von
- $$U_q = E_0 - \delta,$$
- 10 wobei E_0 die in Anspruch 7 angeführte Bedeutung hat und δ eine Konstante des Quadrupolspektrometers ist, gehalten wird.

1/a

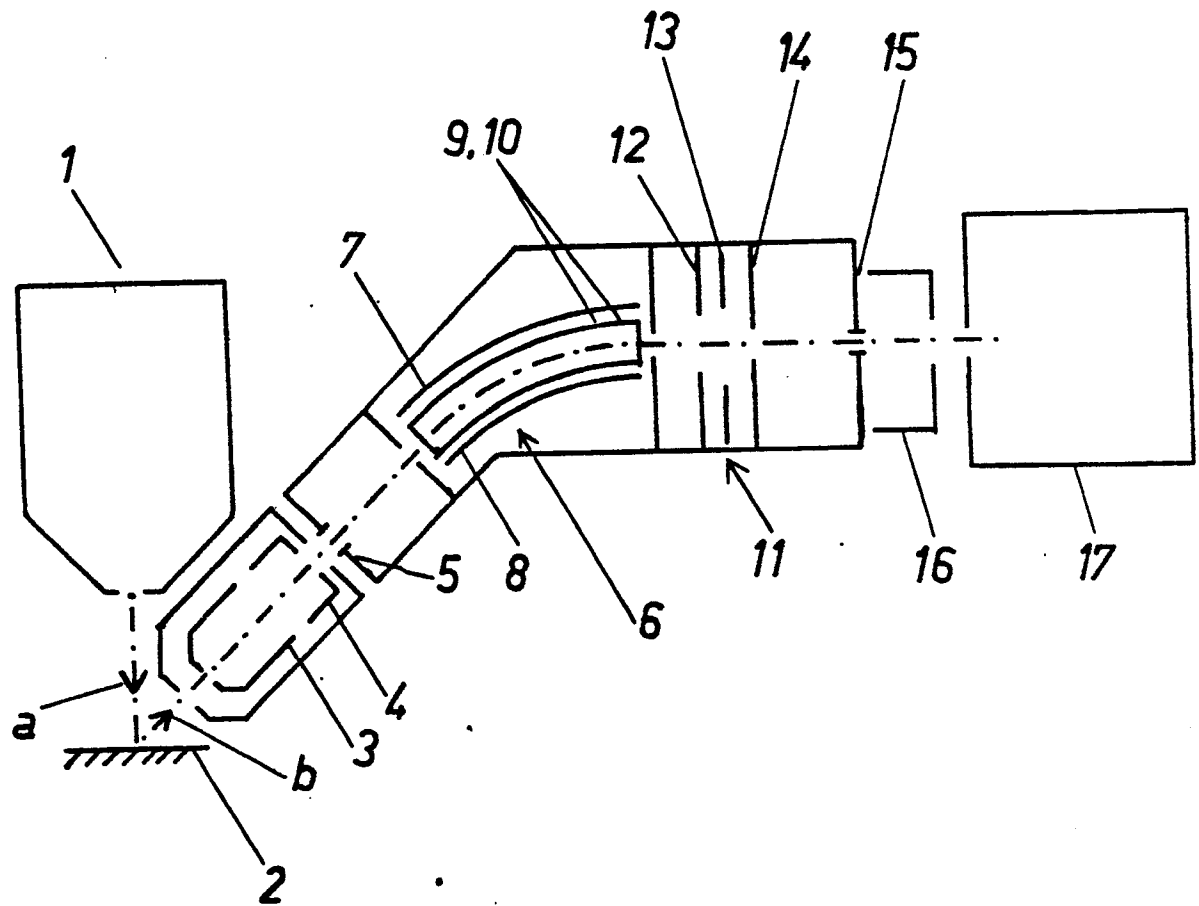


Fig. 1

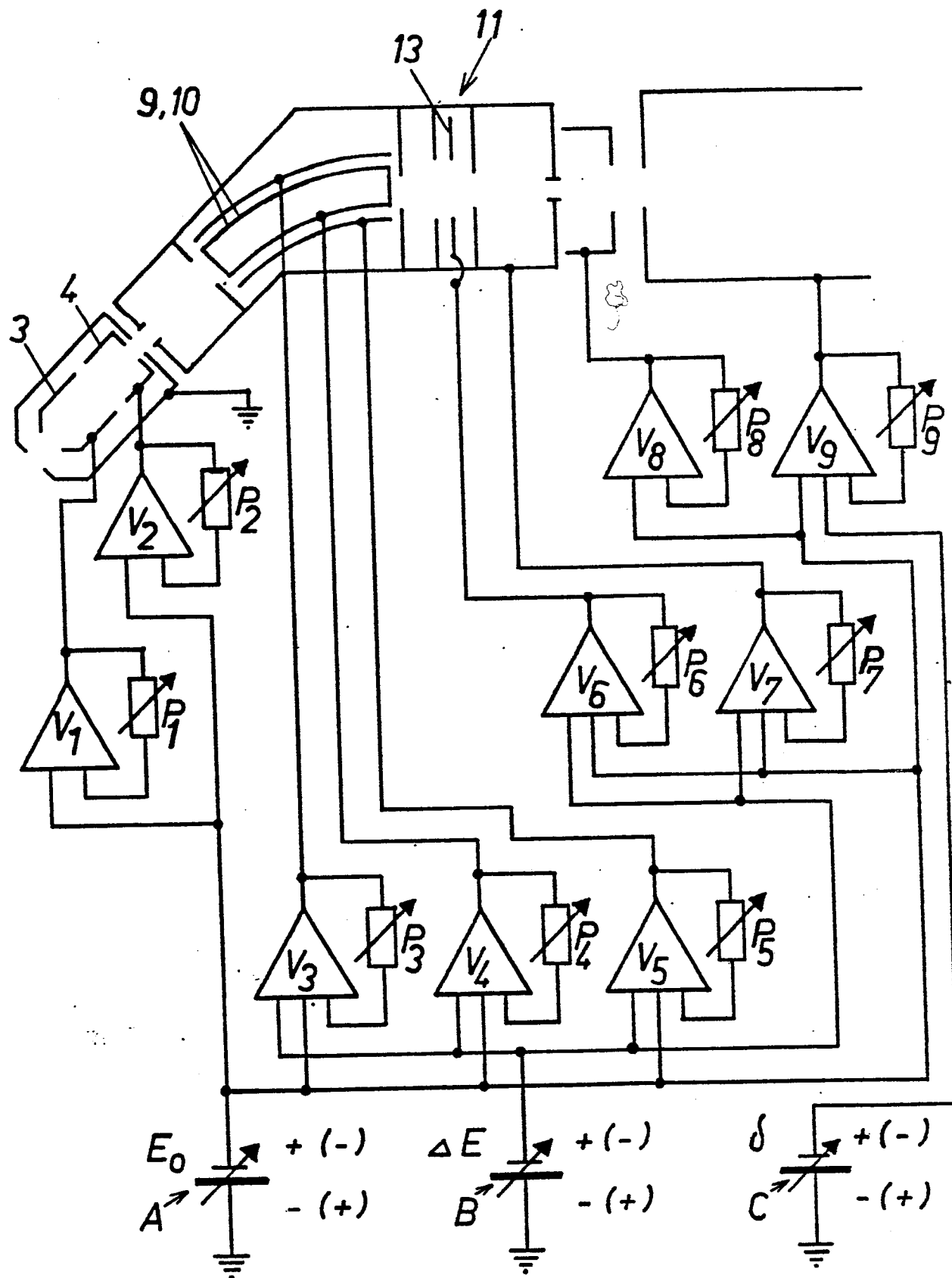


Fig. 2