

(12) **Ausschließungspatent**

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz
anerkannt nach dem Abkommen über die
gegenseitige Anerkennung von Urheber-
scheinen und anderen Schutzdokumenten
für Erfindungen vom 18.12.1976

PATENTSCHRIFT(19) **DD** (11) **274 347 A7**

4(51) H 01 J 37/304
H 01 J 37/24

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

| | | | | | |
|------|-----------------------|------|----------|------|----------|
| (21) | AP H 01 J / 300 087 0 | (22) | 20.02.87 | (45) | 20.12.89 |
| (31) | 73938 | (32) | 06.03.86 | (33) | BG |

| | |
|------|---|
| (71) | siehe (73) |
| (72) | Pentschev, Vassil B., Dipl.-Ing.; Valkov, Venzislav I., Dipl.-Ing.; Dimitrov, Venzislav G.; Eterski, Vladimir St., Dipl.-Ing., BG |
| (73) | VTU „Angel Kantschev“, Russe, Komsomolska-Str. 2, BG |
| (74) | Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, Berlin, 1020, DD |

(89) 45024, SU

(54) **Steuerschaltung eines Elektronenstrahls bei Elektronenbeschleunigung in einem elektrischen Wechsel-**
feld

(55) Steuerschaltung, Elektronenstrahl, Elektronenstrahl-Verdampfer, Verstärker, Fokussierung, Ablenkung, X-Achse, Z-Achse, Elektronenlinse, Radizierglied

(57) Die vorgeschlagene Steuerschaltung eines Elektronenstrahls in Elektronenstrahl-Verdampfern enthält einen Fokussierungsverstärker, einen der X-Achse entlang ablenkenden und einen der Z-Achse entlang ablenkenden regulierbaren Verstärker, welche Wechselstrom-Verstärker sind. An deren Ausgänge ist entsprechend je eine fokussierende, eine der X-Achse entlang ablenkende und eine der Z-Achse entlang ablenkende Elektronenlinse angeschlossen. Es ist auch ein Radizierglied vorgesehen.

Patentansprüche:

1. Steuerschaltung eines Elektronenstrahls in Elektronenstrahl-Verdampfern, welche je einen Fokussierungs-, einen der X-Achse entlang ablenkenden und einen der Z-Achse entlang ablenkenden regulierbaren Verstärker enthält, an deren Ausgänge entsprechend je eine fokussierende, eine der X-Achse entlang ablenkende und eine der Z-Achse entlang ablenkende Elektronenlinse angeschlossen ist und ein Radizierglied, **dadurch gekennzeichnet**, daß die regulierbaren Verstärker (1; 2 und 3) Wechselstrom-Verstärker sind, wobei an den Eingang des regulierbaren Verstärkers für die Fokussierung (1) der Ausgang des Radizierglieds (7) angeschlossen ist, dessen Eingang mit dem Ausgang eines ersten Phasenschieberglieds (8) in Verbindung steht, das an den Ausgang einer Spannungsquelle (9) angeschlossen ist, der Frequenz und Phase nach mit der Beschleunigungsspannung des Elektronenstrahls übereinstimmend, wobei an den Ausgang derselben Spannungsquelle (9) auch der Eingang eines zweiten Phasenschieberglieds (10) angeschlossen ist, mit dessen Ausgang die Eingänge der regulierbaren Verstärker für die Ablenkung entlang der X-Achse (2) und für die Ablenkung entlang der Z-Achse (3) in Verbindung stehen, bei welchem zwischen die Ausgänge der Verstärker entlang der X- und der Z-Achse (2 und 3) und den entsprechenden Eingang des Fokussierungsverstärkers (1) eine Recheneinheit (12) für Korrektur der Brennweite in Abhängigkeit von der Veränderung der Laufbahnlänge des Elektronenstrahls angeschlossen ist.
2. Steuerschaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fokussierungslinse (4) eine elektrostatische Linse ist und daß der Eingang des regulierbaren Verstärkers für die Fokussierung (1) direkt an den Ausgang der Spannungsquelle (9) angeschlossen ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Steuerschaltung eines Elektronenstrahls in Elektronenstrahl-Verdampfern, die in Elektronenstrahl-Verdampfern zum Schweißen, Schmelzen und Verdampfen von Metallen, zur zonenweisen Reinigung von Materialien, Destillierung und Raffinierung, zum Auftragen von Überzügen, bei der Lithographie usw. Anwendung finden kann.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bei den bekannten Steuerschaltungen eines Elektronenstrahls in Elektronenstrahl-Verdampfern sind die elektromagnetische oder die elektrostatische Linse und das Ablenkungssystem an eine Gleichstromquelle (regulierbarer Gleichstrom-Verstärker)

angeschlossen. Die Verbindung zwischen dem Strom und der Spannung ist $\tau_f = \sqrt{\frac{U_b}{f}} \cdot k$, wo k eine Konstante ist, U_b die

Beschleunigungsspannung und f die Brennweite.

Es ist eine weitere Steuerschaltung bekannt, die einen Teiler der Beschleunigungsspannung enthält, dessen Ausgang über ein Radizierglied der 4. Wurzel an den einen Eingang der Teilungseinheit angeschlossen ist. Der andere Eingang dieser Einheit steht in Verbindung mit dem Ausgang eines Radizierglieds der Quadratwurzel vom Strom eines Elektronenstrahls. Der Ausgang der Teilungseinheit ist an den Eingang der Steuereinheit angeschlossen, deren Ausgang mit der Fokussierungslinse verbunden ist. Ein Nachteil der Lösungen ist die Notwendigkeit einer Gleichrichtung und einer qualitativen Filtrierung der Beschleunigungsspannung $U_b \geq$ (des öfteren $U_b \geq 20\text{kV}$), was die Anlage wesentlich verteuert und die Zuverlässigkeit und den Wirkungsgrad vermindert. Außerdem werden in der Steuereinheit des Elektronenstrahls Gleichstrom-Verstärker mit den ihnen eigenen Nulldriften, Fluktuationen, komplizierten Exploitation usw. benutzt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die vorgenannten Nachteile zu vermeiden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Steuerschaltung eines Elektronenstrahls zu erarbeiten, die eine höhere Zuverlässigkeit und einen besseren Wirkungsgrad aufweisen soll.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Steuerschaltung eines Elektronenstrahls in Elektronenstrahl-Verdampfern gelöst, welche je einen fokussierenden, einen entlang der X-Achse ablenkenden und einen entlang der Z-Achse ablenkenden regulierbaren Verstärker enthält, an deren Ausgänge entsprechend je eine fokussierende, eine entlang der X-Achse ablenkende

und eine entlang der Z-Achse ablenkende Elektronen-(elektromagnetische oder elektrostatische) Linse angeschlossen ist. Die regulierbaren Verstärker sind Wechselstrom-Verstärker. An den Eingang des regulierbaren Wechselstrom-Verstärkers für die Fokussierung ist der Ausgang des ersten Radizierglieds angeschlossen, dessen Eingang mit dem Ausgang des ersten Phasenschieberglieds verbunden ist. Der Eingang des ersten Phasenschieberglieds steht mit dem Ausgang einer Spannungsquelle in Verbindung, deren Frequenz und Phase mit der Beschleunigungsspannung des entsprechenden Elektronenstrahls übereinstimmen. An den Ausgang derselben Spannungsquelle ist auch der Eingang des zweiten Phasenschieberglieds der Ablenkungseinheit angeschlossen, mit deren Ausgang der Eingang des zweiten Radizierglieds in Verbindung steht. Die Eingänge der regulierbaren Wechselstrom-Verstärker für die Ablenkung entlang der X- und der Z-Achse sind an die Ausgänge des zweiten Radizierglieds angeschlossen. Zwischen die Ausgänge der Verstärker für das Ablenken entlang der X- und der Z-Achse und den Eingang des Verstärkers für Fokussierung ist eine Recheneinheit für die Korrektur der Brennweite in Abhängigkeit von der Veränderung der Laufbahnlänge des Elektronenstrahls angeschlossen. Wenn die Fokussierungslinse eine elektrostatische Linse ist und die ablenkenden Linsen elektromagnetische Linsen sind, ist der Eingang der regulierbaren Verstärker für die Fokussierung direkt mit dem Ausgang der Spannungsquelle verbunden, welche der Frequenz und Phase nach mit der Spannung des entsprechenden Elektronenstrahls übereinstimmt. Die Vorteile der erfindungsgemäßen Steuerschaltung bestehen in der verminderten Anzahl der Hochspannungs-Elemente, wobei die Kosten und die Ausmaße vermindert sind, bei erhöhter Zuverlässigkeit und verbessertem Wirkungsgrad der Anlage.

Ausführungsbeispiel

Anhand einer beispielsweise Ausführung der erfindungsgemäßen Steuerschaltung, dargestellt in der Figur als ein Blockschema, wird die Erfindung näher erläutert.

An die Ausgänge des Fokussierenden 1, des der X-Achse entlang ablenkenden 2 und des der Z-Achse entlang ablenkenden regulierbaren Wechselstrom-Verstärkers sind entsprechend je eine Fokussierungslinse 4, eine entlang der X-Achse ablenkende 5 und eine entlang der Z-Achse ablenkende 6 Elektronen-Linse angeschlossen. Der Eingang des regulierbaren Verstärkers für die Fokussierung 1 steht in Verbindung mit dem Ausgang des ersten Radizierglieds 7, dessen Eingang an den Ausgang des ersten Phasenschieberglieds 8 angeschlossen ist. Der Eingang dieses Phasenschieberglieds 8 steht mit dem Ausgang einer Spannungsquelle 9 in Verbindung, welche der Frequenz und Phase nach mit der Spannung des Elektronenstrahls übereinstimmt. An den Ausgang derselben Spannungsquelle 9 ist auch der Eingang eines zweiten Phasenschieberglieds 10 angeschlossen, mit dessen Ausgang der Eingang eines zweiten Radizierglieds 11 in Verbindung steht. Mit seinem Ausgang sind die Eingänge der regulierbaren Verstärker für Ablenkung entlang der X-Achse 2 und entlang der Z-Achse 3 verbunden, während zwischen deren Ausgängen und den entsprechenden Eingang des regulierbaren Verstärkers für die Fokussierung 1 eine Recheneinheit 12 für die Korrektur der Brennweite in Abhängigkeit von der Laufbahnlänge des Elektronenstrahls angeschlossen ist. Wenn die Fokussierungslinse 4 eine elektrostatische ist und die Ablenkungslinsen 5 und 6 elektromagnetische Linsen sind, wird der Eingang des regulierbaren Verstärkers für die Fokussierung 1 direkt an den Ausgang der Spannungsquelle 9 angeschlossen.

Die Wirkungsweise der Steuerschaltung ist die folgende. Bei einer Wechselspannung, welche die Elektronen des Elektronenstrahls beschleunigt, verändert sich die Geschwindigkeit im Laufe der Zeit. Die Brennweite und die Ablenkung entlang der X- und der Z-Achse werden sich ebenso verändern. Um diese konstant zu halten, ist es erforderlich, daß sich die Einwirkungskraft der elektromagnetischen Linsen auf die Elektronen synchron mit der Beschleunigungsspannung U_b verändert.

Eine Information über die Frequenz und die Phase der Beschleunigungsspannung U_b erhält man von der Spannungsquelle 9. Zufolge der Induktivität der elektromagnetischen Linsen, bleibt der Vektor des Stroms durch diese und folglich auch der Vektor des erzeugenden Magnetstroms gegenüber dem Spannungsvektor zurück. Ihre Synchronisierung mit der Beschleunigungsspannung wird durch das Phasenschieberglied 8 bzw. 10 erreicht. Es sind zwei separate Phasenschieberglieder notwendig, weil in dem allgemeinen Fall Q – Faktor der Fokussierungslinsen 4 unterschiedlich von dem der Ablenkungslinsen 5 und 6 ist.

Das Radizierglied 7 bzw. 11 erfüllt die zweite Forderung für die Proportionalität einer Quadratwurzel des Momentanwertes der Beschleunigungsspannung.

Das radizierte und synchronisierte Signal jeder Phase wird den regulierbaren Wechselstrom-Verstärkern 1; 2 und 3 zugeführt, welche die elektromagnetischen Linsen 4; 5 und 6 speisen. Jede Phase verfügt über je zwei separate Verstärker für die Fokussierung 1, für die Ablenkung entlang der X-Achse 2 und für die Ablenkung entlang der Z-Achse 3, weil an eine Phase zwei Elektronenstrahl-Verdampfer angeschlossen sind.

Bei der Benutzung elektrostatischer Linsen für die Fokussierung 4, ist die Einwirkungskraft des elektrischen Feldes auf die Elektronen synchron und proportional dem Momentanwert der angewandten Spannung U_b . Demzufolge werden die Informationen über die Frequenz und die Phase der Beschleunigungsspannung U_b direkt dem Eingang eines regulierbaren Verstärkers für die Fokussierung 1 übertragen.

Bei Ablenkung eines konstant fokussierten Elektronenstrahls beschreibt der Fokussierungspunkt ein Teil einer Kugel mit einem konstanten Radius. Die zu bearbeitende Fläche ist zu gleicher Zeit in der Ebene X-Y angeordnet, was eine Korrektur der Brennweite bei einer Veränderung der Ablenkung entlang der X-Achse oder entlang der Z-Achse erfordert, wofür die Recheneinheit 12 dient.

