

**Ausschlusspatent**

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

0153 021Int.Cl.³

3(51) H 01 J 29/48

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP H 01 J/ 223 548
(31) 070645

(22) 27.08.80
(32) 28.08.79

(44) 16.12.81
(33) US

(71) RCA CORPORATION NEW YORK;US;
(72) WINARSKY, NORMAN D.;COHEN, ROGER;BORTFELD, DAVID;VIELAND, LEON;US;
(73) RCA CORPORATION NEW YORK;US;
(74) PATENTANWALTSBUERO BERLIN, 1130 BERLIN, FRANKFURTER ALLEE 286

(54) **ELEKTRONENSTRAHLSYSTEM MIT WIDERSTANDSLINSE MIT ZUSAMMENGESETZTEM LINEAREM SPANNUNGSPROFIL**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf Elektronenstrahlssysteme fuer Fernsehbildroehren und insbesondere fuer Strahlssysteme, die Linsen vom Widerstandstyp mit ausgedehntem Brennpunkt enthalten. Zwecks Fertigungsvereinfachung enthaelt das Elektronenstrahlssystem eine neue Widerstandshauptlinse mit einem gestapelten Elektroden-Widerstands-Block. Zusammengefasst laesst sich sagen, dass ein erfindungsgemaesses Elektronenstrahlssystem eine neue Widerstandshauptlinse vom Typ mit einem gestapelten Elektroden-Widerstands-Block enthaelt. Die Hauptlinse enthaelt einen ersten Stapel von Widerstandsblocks, von dem ein Teil einen Strahleneintrittsabschnitt der Linse und ein Teil einen Strahlenaustrittsabschnitt der Linse umfasst. Die beiden Abschnitte liegen elektrisch in Reihe miteinander. Der Eingangsabschnitt liegt elektrisch parallel mit einem zweiten Stapel von Widerstandsblocks, so dass man eine zusammengesetzte lineare Steigung fuer das Spannungsprofil der Linsen erhaelt. Der zweite Stapel kann einen zweiten Stapelwiderstandsblock in derselben Linse oder einen Stapel von Widerstandsblocks in einer anderen Widerstandslinse enthalten. - Figur 1-

1

5

10

15

Elektronenstrahlssystem mit Widerstandslinse mit zusammengesetzten
linearem Spannungsprofil

Anwendungsgebiet der Erfindung:

20 Die Erfindung bezieht sich auf Elektronenstrahlssysteme für Fernseh-
bildröhren und insbesondere für Strahlssysteme, die Linsen vom Wider-
standstyp mit ausgedehntem Brennpunkt enthalten.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Unter dem hier verwendeten Ausdruck Widerstandslinse sei eine elektro-
25 statische Fokussierlinse verstanden, bei welcher das Spannungsprofil
der Linse mit Hilfe eines Widerstandsspannungsteilers entlang der
Linsenlänge ausgebildet wird. Ein Typ einer solchen Linse, der in der
US-PS 3 932 786 (Erfinder F. J. Campbell, Ausgabedatum 13. Januar 1976)
erläutert ist, umfaßt eine Reihe mit Öffnung versehener Metallplatten,
30 die mit im Abstand angeordneten Anzapfungen entlang des Spannungstei-
lers verbunden sind. Die Platten mit den Öffnungen sind in fester Be-
ziehung zueinander gehalten, indem ihre Kanten entlang einer Glas-
trägerstange eingebettet sind, die auch als ein Substrat für den Wi-
derstandsspannungsteiler dient, der auf ihr abgelagert ist.

35

Bei einer abgewandelten Ausführungsform dieser Widerstandslinsenart
sind die mit Öffnung versehenen Platten abwechselnd mit einer Mehrzahl
von Isolatorblöcken, beispielsweise aus Keramik, zusammengesteckt, die

1 auf mindestens einer Fläche mit Widerstandsmaterial überzogen sind.
Das Widerstandsmaterial kann aufgebracht werden, nachdem der Stapel
zusammengebaut ist, wie dies in der US-PS 4 091 144 (Erfinder J. Dresner
et al, Ausgabedatum 23. Mai 1978) beschrieben ist, oder aber auch durch
5 vorherige Beschichtung, ehe der Stapel zusammengebaut wird. Die Plat-
ten und Blocks sind so angeordnet, daß sich eine hohe Widerstands-
kontinuität entlang den Stapel von Blocks und Platten von einem Ende
bis zum anderen ergibt. Wenn über dem Stapel eine Potentialdifferenz
angelegt wird, dann entsteht ein Stromfluß, infolgedessen an jeder
10 Elektrodenplatte des Stapels eine andere Spannung auftritt.

Gemäß der US-PS 4 124 810 (vom 7. November 1978, Erfinder D.P. Bortfeld
et al) ist es wünschenswert, daß das Potentialprofil einer Fokuslinse
längs des Strahlweges exponentiell verläuft. Dies läßt sich erreichen
15 bei einer Widerstandslinse mit vorbeschichtetem gestapelten Elektro-
den-Widerstands-Block, indem man einfach die Widerstandswerte auf-
einanderfolgender Blocks längs des Linsenstapels abstuft. Jedoch ist
ein solches Vorgehen kostspielig und kompliziert, da jeder Widerstands-
block hinsichtlich seines spezifischen Widerstandswertes vorgeprüft
20 und selektiert werden muß, und dann müssen diese Blocks sorgfältig
gehandhabt werden, so daß sie in der richtigen Reihenfolge im Wider-
standsstapel genau zusammengesetzt werden.

Aus Gründen der Einfachheit sei hier kein Unterschied gemacht zwischen
25 dem axialen Potentialprofil einer Linse, also dem Potentialprofil
längs der Elektronenstrahlachse durch die Linse, und dem Oberflächen-
potentialprofil einer Linse, also dem Potentialprofil entlang der
Oberfläche der Elektrodenelemente der Linse in axialer Richtung. In
der Praxis unterscheiden sich diese Profile leicht, wobei das Axial-
30 profil gewöhnlich ein glatteres Abbild des Oberflächenprofils ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Es hat sich herausgestellt, daß das optimale exponentialförmige Span-
nungsprofil einer Linse sehr gut approximiert werden kann durch zwei
lineare Steigungen (also lineare Spannungsgradienten), ohne daß da-
35 durch die Linsenaberrationen stark ansteigen. Eine Computeranalyse
hat gezeigt, daß diese beiden linearen Steigungen ein Optimalverhält-
nis von 1:2 bis 1:3 haben. Weiterhin hat es sich gezeigt, daß bei-

1 spielsweise bei einem Dreipotential-Linsensystem die Werte dieser bei-
den linearen Steigungen vorzugsweise mit einem Verhältnis von 1:2 ge-
wählt werden, ohne daß eine nennenswerte Verschlechterung des Verhal-
tens eintritt, so daß eine Widerstandslinse mit einem gestapelten
5 Elektroden-Widerstandsblock sich herstellen läßt mit Widerstands-
blöcken nur eines Wertes, wodurch sich der Konstruktionsaufwand sol-
cher Linsen ebenso wie ihre Herstellungskosten stark reduzieren.

Der hier verwendete Ausdruck "Dreipotential" beschreibt ein Linsen-
10 system mit mindestens drei Elektroden, deren erste entlang des Strahl-
weges mit einem Zwischenpotential betrieben wird, während die zweite
mit einem Minimalpotential und die dritte mit dem Endanoden- oder
Schirmgitterpotential der die Linse enthaltenden Elektronenstrahl-
röhre betrieben wird. Elektronenstrahlssysteme mit Axialpotential-
15 profilen dieser generellen Art sind in der US-PS 3 995 194 beschrie-
ben (Erfinder A.P. Blacker, Jr. et al, Ausgabedatum 30. November 1976).

Die Ausdrücke "Widerstandslinsenstapel" und "Widerstandslinsenaufbau"
werden hier austauschbar gebraucht und bedeuten entweder

- 20 a) einen Teil eines Gesamtlinsenstapels mit einer Reihe von Elektro-
denplatten und einer ausgerichteten Reihe von Widerstandsblocks
oder
- b) den ganzen Linsenstapel, bestehend aus einer Reihe von Elektroden-
25 platten und allen Widerstandsblocks, einschließlich solcher Fälle,
wo ein Teil des Stapels zwei oder mehr Widerstandsblocks in jeder
Stufe enthält.

Zusammengefaßt läßt sich sagen, daß ein erfindungsgemäßes Elektronen-
30 strahlensystem eine neue Widerstandshauptlinse vom Typ mit einem ge-
stapelten Elektroden-Widerstands-Block enthält. Die Hauptlinse ent-
hält einen ersten Stapel von Widerstandsblocks, von dem ein Teil
einen Strahleintrittsabschnitt der Linse und ein Teil einen Strahl-
austrittsabschnitt der Linse umfaßt. Die beiden Abschnitte liegen
35 elektrisch in Reihe miteinander. Der Eingangsabschnitt liegt elektrisch
parallel mit einem zweiten Stapel von Widerstandsblocks, so daß man
eine zusammengesetzte lineare Steigung für das Spannungsprofil der

1 Linsen erhält. Der zweite Stapel kann einen zweiten Stapelwiderstandsblock in derselben Linse oder einen Stapel von Widerstandsblocks in einer anderen Widerstandslinse enthalten.

Ausführungsbeispiele:

5 In den beiliegenden Zeichnungen zeigen

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Ausführungsform des neuen Elektronenstrahlensystems, teilweise im Schnitt dargestellt;

10 Fig. 2 einen Längsschnitt durch das Strahlensystem gemäß Fig. 1 längs der Schnittlinie 2-2;

Fig. 3 einen Schnitt längs der Linie 3-3 zur Veranschaulichung einer Elektrodenplatte und eines Widerstandsblocks der Linse gemäß Fig. 1;

Fig. 4 einen vergrößerten Ausschnitt der Linse gemäß Fig. 1;

15 Fig. 5 eine Seitenansicht, teilweise im Schnitt, einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Strahlensystems;

Fig. 6, 7 und 8 in schematischer Darstellung Abwandlungen des Strahlensystems gemäß den Fig. 1 und 2 und

20 Fig. 9, 10 und 11 in schematischer Darstellung Abwandlungen des erfindungsgemäßen Strahlensystems gemäß Fig. 5.

Die Erfindung ist dargestellt in Verbindung mit einem Inline-Dreistrahlensystem, wie es ähnlich in der US-PS 3 772 554 (vom 12. November 1973, Erfinder R. H. Hughes) beschrieben ist. Die Erfindung kann aber
25 auch bei anderen Elektronenstrahltypen Anwendung finden.

Gemäß den Fig. 1 und 2 enthält ein Strahlensystem 10 zwei parallele gläserne Tragstäbe 12, an denen die verschiedenen Elemente des Strahlensystems montiert sind. An einem Ende der Tragstäbe 12 sind drei
30 becherförmige Kathoden 14 montiert, die an ihren Endwänden emittierende Oberflächen haben. Im Abstand von den Kathoden 14 sind eine Steuergitterelektrode (G1) 16, eine Schirmgitterelektrode (G2) 18, eine erste Linsenelektrode (G3) 20, eine zweite Linsenelektrode (G4) 22 und eine dritte Linsenelektrode (G5) 23 montiert. Die drei Kathoden
35 14 richten Elektronenstrahlen entlang dreier koplanarer Strahlwege 24 durch geeignete Öffnungen in den Elektroden.

- 1 Die Elektroden G1 und G2 umfassen im wesentlichen flache Metallteile, die je drei in einer Linie ausgerichtete Öffnungen enthalten, welche entsprechend mit den drei Strahlwegen 24 ausgerichtet sind.

- 5 Die Elektroden G3 und G4 umfassen jeweils zwei in etwa rechteckig geformte Becher, die mit ihren offenen Enden zusammengefügt sind. Die beiden geschlossenen Enden der Becher haben je drei in einer Linie ausgerichtete Öffnungen, die entsprechend mit den drei Strahlwegen 24 ausgerichtet sind.

- 10 Die Elektrode G5 umfaßt einen in etwa rechtwinkligen Becher, dessen Grundfläche der Elektrode G4 gegenüberliegt und drei in einer Linie ausgerichtete Öffnungen hat, die entsprechend mit den drei Strahlwegen 24 ausgerichtet sind.

- 15 An der Elektrode G5 ist ein Abschirmbecher 26 derart befestigt, daß seine Grundfläche das offene Ende der Elektrode G5 überdeckt. Der Abschirmbecher 26 hat drei in einer Linie ausgerichtete Öffnungen in seiner Grundfläche, die jeweils mit einem der drei Strahlwege 24 ausgerichtet sind. Er hat ferner mehrere Abstandshalter 28, die an seinem offenen Ende befestigt sind und von diesen wegragen. Sie stützen das Strahlssystem 10 innerhalb des Halses der nicht dargestellten Kathodenstrahlröhre ab und stellen elektrischen Kontakt zu einer an Hochspannung liegenden Auskleidung des Halses her, um der Elektrode 25 G5 Betriebsspannung zuzuführen.

- 30 Für den Betrieb ist das Strahlssystem 10 so ausgelegt, daß zwischen den Elektroden G4 und G5 eine Hauptfokussierlinse und zwischen den Elektroden G3 und G4 eine Sekundärfokuslinse gebildet wird. Zu diesem Zweck sind eine stapelförmige Hauptwiderstandslinse 30 und eine stapelförmige Sekundärwiderstandslinse 32 vorgesehen.

- 35 Jede der Linsen 30 und 32 enthält mehrere Elektrodenplatten 34. Fig. 3 zeigt, daß jede Elektrodenplatte 34 mit drei in einer Linie liegenden Öffnungen 36 ausgebildet ist, deren jede mit einem der Strahlwege 24 ausgerichtet ist. Die Platten 34 sind abwechselnd mit rechteckigen, parallelepipedförmigen Abstandsböcken 38 gestapelt. Zwischen jeweils

1 zwei benachbarten Platten 34 ist ein Paar der Abstandsböcke 38 ange-
ordnet. Jedes Paar Abstandsböcke 38 befindet sich beiderseits der
mittleren der Öffnungen 36 nahe der Außenkante einer Platte 34. Zu-
mindest ein Block jedes Paares von Abstandsböcken 38 umfaßt einen
5 Widerstandsblock 40, der nachfolgend noch beschrieben werden wird. Der
andere Block des Paares Abstandsböcke 38 kann entweder ein Wider-
standsblock 40 oder ein Isolatorblock 42 sein. Wenn nur ein Wider-
standsblock 40 zwischen einem Paar Elektrodenplatten 34 benötigt wird,
dann ist aus Gründen des mechanischen Aufbaus auch ein Isolatorab-
10 standsblock 42 enthalten.

Die Widerstandsblocks 40 umfassen vorzugsweise Isolatorblocks 42, die
auf mindestens einer ihrer Oberflächen mit einer Schicht geeigneten
Materials hohen Widerstands überzogen sind. Ein bevorzugtes Material
15 ist ein Metallkeramik, wie es in der US-PS 4 010 312 (Erfinder H. L.
Pinch et al, Ausgabedatum 1. März 1977) beschrieben ist.

Wie in Fig. 4 gezeigt ist, ist jeder der Widerstandsblocks 40 mit zwei
elektrisch getrennten Metallisierungsfilmen 44 auf gegenüberliegenden
20 Oberflächen versehen, die ein Paar Elektrodenplatten 34 berühren.
Nachdem die Widerstandsblocks mit ihren Metallisierungsfilmen 44 ver-
sehen sind, und ehe die Blocks zu einer gestapelten Linse 30 oder 32
zusammengefügt werden, werden sie mit einer Schicht 46 aus geeignetem
Material hohen Widerstandes auf der Oberfläche versehen, welche die
25 beiden einander gegenüberliegenden filmbeschichteten Oberflächen ver-
bindet. Die Widerstandsschicht 34 erstreckt sich um zwei der Ecken
des Blockes 40, um einen guten Überlappungskontakt mit Teilen der
Oberflächen der Metallisierungsfilme 44 zu bilden. Die Widerstands-
blocks 40 werden dann mit den Elektrodenplatten 34 zusammengefügt und
30 an ihnen befestigt, vorzugsweise mit einer geeigneten Lötverbindung
48. Zur Verbesserung der Benetzung der Metallisierungsfilme 44 mit
dem Lötmaterial wird ein Teil des Filmes 44 zuerst mit Nickel 50 ver-
sehen, welches auf den Mittelteil des Metallisierungsfilms 44 be-
grenzt ist und den Lötmaterialfluß begrenzt.

35

Wenn die stapelförmigen Widerstandslinsen 30 oder 32 auf diese Weise
zu einem einheitlichen Aufbau zusammengefügt sind, dann erhält man

- 1 eine elektrische Kontinuität von einem Ende zum anderen des Stapels, wobei jeder Widerstandsblock 40 einen nennenswerten Widerstand zwischen jeweils zwei benachbarten Elektrodenplatten 34 ergibt. Auf diese Weise wird ein Spannungsteilerwiderstand gebildet, bei welchem durch
- 5 die Schichten 46 hohen Widerstandes ein Spannungsteilerstrom fließt, wenn geeignete Spannungen an die beiden Linsenelektroden an den Enden des Stapels angelegt werden, und dieser Spannungsteilerstrom läßt einen Spannungsabfall entlang des Linsenstapels entstehen, so daß an jeder seiner Elektrodenplatten 34 ein anderes Potential entsteht.
- 10 Solche unterschiedlichen Spannungen ergeben einen Spannungsgradienten, welcher die gewünschten Axialpotentialprofile der Linsen hervorrufen.

Unter Verwendung der oben beschriebenen Technologie wird die Widerstandslinse 30 mit acht Elektrodenplatten 34 und sieben Widerstands-

15 blocks 40 hergestellt. Wie Fig. 1 zeigt, sind die Widerstandsblocks 40 entlang der Oberseite der Linse 30 miteinander ausgerichtet. Die sieben entlang der unteren Seite der Linse 30 ausgerichteten Blocks sind unbeschichtete Isolatorblocks 42. Die Widerstandsblocks 40 sind mit gepunkteten Oberflächen gezeit, damit man sie von den un-

20 beschichteten Isolatorblocks 42 unterscheiden kann.

Entsprechend wird die stapelförmige Linse 32 mit vier Elektrodenplatten 34 und drei Widerstandsblocks 40 hergestellt. Fig. 1 zeigt, daß die drei Widerstandsblocks 40 längs der Oberseite der Linse miteinander

25 ander ausgerichtet sind, während die drei Isolatorblocks 42 längs der Unterseite der Linse miteinander ausgerichtet sind.

An der Elektrode G4 ist ein erster elektrischer Anschlußleiter 52 be-

30 festigt, der zum Äußeren der Elektronenröhre verläuft, in welcher das Strahlensystem 10 eingebaut ist. Dieser Anschlußleiter erlaubt die Zuführung einer geeigneten Fokusspannung zur Linsenelektrode G4. Ein zweiter Anschlußleiter 54 ist mit seinem einen Ende an der Elektrode G3 angebracht und mit seinem anderen Ende an einer Zwischenelektrodenplatte 34 der stapelförmigen Hauptfokuslinse 30. Beim Betrieb des

35 Strahlensystems 10 wird eine Endanodenspannung der Elektrode G5 über die als Federkontakte ausgebildeten Abstandshalter 28 des Abschirmbeckers 26 zugeführt. Typischerweise werden bei dem Strahlensystem 10

1 den Elektroden G4 bzw. G5 eine Fokusspannung von 5,7 kV bzw. eine End-
anodenspannung von 30 kV zugeführt. Die Hauptlinse 30 kann an einer
ausgewählten Elektrodenplatte 34 mit Hilfe eines Anschlußleiters 54
angezapft sein, damit der Elektrode G3 eine geeignete Spannung, bei-
5 spielsweise 13 kV, zugeführt werden kann.

Bei dieser Anordnung liegt die stapelförmige Linse 32 elektrisch
parallel mit einem ersten oder Eingangsabschnitt der Linse 30 (nämlich
dem Abschnitt, an welchem der Elektronenstrahl in die Linse 30 ein-
10 tritt) zwischen der Elektrode G4 und der Zwischenelektrodenplatte 34,
an welcher der Anschlußleiter 54 angebracht ist. Wenn die Anzahl der
Widerstandsblocks 40 in der Linse 32 gleich der Anzahl der Widerstands-
blocks im Eingangsabschnitt der Linse 30 ist, wie dies Fig. 1 zeigt,
dann ist der im Eingangsabschnitt der Linse 30 fließende Strom halb
15 so groß wie der im zweiten oder Ausgangsabschnitt (also wo der Strahl
austritt) zwischen der angezapften Zwischenelektrodenplatte 34 und
der Elektrode G5 fließende Strom. Demzufolge entsteht längs der
stapelförmigen Linse 30 ein durch den Verbund bedingtes lineares
Spannungsprofil, dessen Steigung über dem Eingangsabschnitt halb so
20 groß wie die Steigung des Spannungsprofils über dem Ausgangsabschnitt
ist. Durch Auswahl der geeigneten Platte für die Anzapfung, kann die-
ses lineare Verbundprofil sehr eng dem idealen gewünschten Exponen-
tialprofil angeglichen werden.

25 Fig. 5 zeigt ein gegenüber dem neuen Strahlensystem 10 abgewandeltes
Elektronenstrahlensystem 110, worin sich eine Anzahl ähnlicher Teile
entsprechen, die mit denselben Bezugsziffern jedoch mit einer vorge-
stellten 1 gegenüber dem Strahlensystem 10 in den Fig. 1 und 2 bezeich-
net sind.

30

Bei dem Strahlensystem 110 ist die Widerstandslinse zwischen den Elek-
troden G3 und G4 weggelassen, und es wird nur eine Widerstandslinse
130 zwischen den Elektroden G4 und G5 verwendet. Die Hauptfokussier-
linse 130 enthält einen Stapel aus abwechselnden Elektrodenplatten
134 und Widerstandsblocks 140. Wie Fig. 5 zeigt, ist an der oberen
35 Seite der Linse 130 eine Reihe von sechs miteinander ausgerichteten
Widerstandsblocks 140 vorgesehen. An der unteren Linsenseite defind-
et sich eine zweite Reihe ausgerichteter Blocks, von denen die

- 1 . ersten beiden Blocks neben der Elektrode G4 Widerstandsblocks 140
und die vier der Elektrode G5 benachbarten Blocks Isolatorblocks 142
sind. Zum Strahlensystem 110 werden elektrische Verbindungen hergestellt
5 durch einen mit der Elektrode G4 verbundenen Fokussungsanschluß-
leiter 142 und eine Verbindungsleitung zwischen der Elektrode G3 und
einer Zwischenelektrodenplatte 134 der Linse 130. Die Linse 130 be-
steht aus einem zweistufigen Eingangsabschnitt und einem vierstufigen
Ausgangsabschnitt.
- 10 Bei dieser elektrischen Anordnung kann ein Spannungsteilerstrom durch
den Leiter 152 und durch die gestapelte Widerstandslinse 130 von der
Elektrode G4 zur Elektrode G5 fließen. Da sowohl in der ersten wie
auch in der zweiten Stufe der stapelförmigen Linse 130 zwei Wider-
standsblocks 140 angeordnet sind, tritt in jeder dieser Stufen ein
15 halb so großer Spannungsabfall auf wie in jeder der folgenden vier
Stufen, von denen jede nur einen einzigen Widerstandsblock 140 umfaßt.
Daher hat das entlang der gestapelten Widerstandslinse 130 sich aus-
bildende Potentialprofil entlang ihrer ersten beiden Stufen einen
Steigungswert, welcher halb so groß wie der Steigungswert entlang den
20 letzten vier Stufen ist. Somit hat die Hauptlinse 130 des Strahl-
systems 110 ebenso wie die Hauptlinse 30 des Strahlensystems 10 einen
ersten Eingangsabschnitt, dem ein anderer Widerstandslinsenstapel
parallel liegt, und einen zweiten oder Ausgangsabschnitt, der in
Reihe mit dem Eingangsabschnitt liegt. In dieser Hinsicht können die
25 unteren beiden Widerstandsblocks 140 der ersten beiden Stufen der
Linse 130 mit dem Linsenstapel 32 zwischen den Elektroden G3 und G4
des Strahlensystems 10 gemäß den Fig. 1 und 2 verglichen werden.

30 Das Strahlensystem 110 stellt eine wenig kostspielige Linsenkonstruk-
tion dar wegen der weggelassenen Widerstandsanordnung zwischen den
Elektroden G3 und G4, wobei gleichzeitig die gewünschte Parallel-
schaltung erreicht wird und man das gewünschte Steilheitsverhältnis
von 1 oder 2 für das Spannungsprofil längs der Hauptfokussierlinse
35 130 erhält.

Beim Entwurf der gestapelten Widerstandslinsen der Strahlensysteme 10
und 110 sollten bestimmte Kriterien beachtet werden:

- 1 1. Der Linsenstapel sollte eine genügende Anzahl von Gesamtstufen,
also Widerstandsblocks 40 oder 140, enthalten, damit die elektri-
sche Belastung für jeden Block, also der Spannungsabfall über jedem
5 gegenwärtigen Stand der Technik der Widerstandsmaterialien und
ihrer Behandlung und der Konstruktion und des Betriebs von Strahl-
systemen liegt das anzustrebende Entwurfsmaximum bei etwa 4000 V
pro Widerstandsblock, welcher mit einer Dicke von 40 mil (1,02 mm)
10 verwendet wird. Jedoch können auch höhere Beanspruchungen, bei-
spielsweise bis zu 6000 V pro Block, toleriert werden. Läßt man
die Beanspruchung der Widerstandsblocks jedoch wesentlich größer
als 4000 V pro Block werden, dann können elektrische Instabilität
und Funkenüberschläge auftreten.
- 15 2. Eine übergroße Stufenzahl im Linsenstapel sollte vermieden werden,
da dies die Gesamtlänge und die Kosten des Strahlsystems vergrößert.
Weiterhin zeigt eine theoretische Untersuchung, daß zusätzliche
Stufen über sieben hinaus die Aberration der Linse nur wenig ver-
ringern.
- 20 3. Das Längenverhältnis des Parallelschaltungs-Eingangsabschnittes
der Linsen und des ohne Parallelschaltung ausgebildeten Ausgangs-
abschnittes der Linse sollte so gewählt werden,
25 a) daß die elektrische Beanspruchung der Stufen des Ausgangsab-
schnittes der Hauptfokussierlinse innerhalb der oben angedeu-
ten erwünschten Grenzen bleibt,
b) daß im Falle des Elektronenstrahlensystems 10 eine geeignete
Spannung vom Widerstandsstapel der Hauptfokussierlinse zur Zu-
führung zur Elektrode G3 abgegriffen wird,
30 c) daß der Knick des zusammengesetzten linearen Potentialprofils
der Hauptfokussierlinse an einer solchen Stelle liegt, daß die-
ses zusammengesetzte Linearprofil das gewünschte exponential-
förmige Profil auf der Achse ergibt.
- 35 Es hat sich gezeigt, daß das Potentialprofil der Linse optimal ist,
wenn der Knick zwischen den beiden linearen Spannungsgradienten-
steigungen etwas oberhalb des geometrischen Mittelwertes aus der

1 Fokussierspannung an der Elektrode G3 und der Endanodenspannung an der Elektrode G5 fällt. Der größte Anteil der Linsenaberrationseffekte auf den Elektronenstrahl tritt am Linseneingang von der Elektrode G4 her auf. Wenn man also den Knick vom geometrischen Mittelpunkt in Richtung
5 auf die Fokussierspannung verschiebt, dann erhält man ein schnelleres Anwachsen der Aberrationen als bei einer entsprechenden Verschiebung in der anderen Richtung auf die Endanode hin.

Die Fig. 6, 7 und 8 veranschaulichen schematisch Entwurfsabwandlungen
10 der Widerstandslinse des Elektronenstrahlsystems 10, welche zu leichten Veränderungen des Potentialprofils des Fokussiersystems führen. Fig. 6 zeigt genau das Strahlensystem 10 gemäß den Fig. 1 und 2, bei welchem die Hauptlinse mit den Elektroden G4-G5 sieben Stufen umfaßt und die Sekundärlinse G3-G4 drei Stufen umfaßt. Der Sekundärlinse liegen
15 die ersten drei Stufen der Hauptlinse parallel, und dadurch liegt der Knick des zusammengesetzten linearen Potentialprofils nur 0,6 kV unterhalb des geometrischen Mittelpunktes der Endspannungen der Linse. Das Strahlensystem gemäß Fig. 6 ist so ausgewählt, daß es mit einem Potential von 30 kV für die Endanode an der Elektrode G5 und mit einem Fokus-
20 potential von 5,5 kV an der Elektrode G4 arbeitet. Bei einer solchen Dimensionierung ergibt sich an der Elektrode G3 eine Spannung von 12,2 kV und eine maximale Belastung des Ausgangsabschnittes der Hauptlinse von 4,5 kV pro Widerstandsblock. Die Steigung der Sekundärlinse zwischen G3 und G4 ist von der gleichen Größe aber der entgegengesetz-
25 ten Klarität wie die Steigung des Eingangsabschnittes der Hauptfokussierlinse, zu welcher sie parallel liegt. Da diese beiden parallelen Abschnitte die gleiche Anzahl von Widerstandsblocks haben, ist die Steigung des Eingangsabschnittes der Hauptlinse halb so groß wie die Steigung des Ausgangsabschnittes. Die Spannungsgradienten entlang der
30 sechs Abschnitte des Fokussiersystems haben also die folgenden Werte:

Linsenabschnitt	Spannung Gradientensteigung
1) erste leitende Elektrode G3	0
2) erste Widerstandslinse 32	-s
35 3) zweite leitende Elektrode G4	0
4) zweite Widerstandslinse (Eingangsabschnitt von 30)	+s
5) dritte Widerstandslinse (Ausgangsabschnitt von 30)	+2s
6) dritte leitende Elektrode G5	0

1 wobei s ein positiver Steigungswert ist.

Fig. 7 zeigt schematisch eine Abwandlung des Aufbaus gemäß Fig. 6 mit derselben Stufenzahl in jeder der beiden Linsen, jedoch ist hier
5 die angezapfte Elektrode der Hauptlinse um eine Stufe näher an G5, so daß der Knick des Potentialprofils etwa 1,6 kV über dem geometrischen Mittel der Linsenspannungen liegt. Damit haben die beiden parallelgeschalteten Abschnitte eine ungleiche Größe und erzeugen ungleiche Potentialprofilsteigungen in ihren jeweiligen Abschnitten. Wegen die-
10 ser ungleichen Verhältnisse der beiden parallelgeschalteten Abschnitte beträgt das Verhältnis der Potentialprofilsteigungen zwischen Eingangs- und Ausgangsabschnitt der Hauptfokussierlinse etwa 1:2,3. Bei dem Linsenaufbau gemäß Fig. 7 beträgt die der Elektrode G3 zugeführte Anzapfungsspannung 14,4 kV, und die maximale Belastung der Haupt-
15 fokuslinse beträgt 5,2 kV pro Block. Die Computeranalyse zeigt, daß dieses Strahlensystem eine minimale Aberrationspunktgröße hat, die praktisch identisch mit derjenigen des Strahlensystems gemäß Fig. 6 ist. Weiterhin ist die höhere resultierende Spannung von 14,4 kV an der Elektrode G3 als wünschenswert anzusehen, weniger dagegen die höhere
20 Belastung von 5,2 kV pro Block.

Fig. 8 zeigt eine weitere Abwandlung des Strahlensystems gemäß Fig. 6 mit einer zusätzlichen Stufe zur Sekundärlinse G3-G4 und einer Stufe weniger in der Hauptlinse G4-G5 und mit einer Anzapfung für die der
25 Elektrode G3 zuzuführenden Spannung zwischen der zweiten und dritten Stufe der Hauptlinse. Dabei erhält man ein Potentialprofil, dessen Knick etwa 1,2 kV unter dem geometrischen Mittel aus den Linsenspannungen liegt. Die Steigung der Sekundärlinse ist wesentlich kleiner als diejenige des Parallelschaltungseingangsabschnittes der Haupt-
30 linse, und das Steigungsverhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangsabschnitten der Hauptlinse beträgt etwa 1:1,5. Die elektrische Belastung der Linse liegt bei 4,6 kV pro Block. Eine Computeranalyse zeigt, daß dieses Strahlensystem eine Aberrationspunktgröße hat, die wesentlich schwächer als diejenige bei den Strahlensystemen gemäß den
35 Fig. 6 und 7 ist. Dies rührt offensichtlich daher, daß das Steigungsverhältnis von 1:1,5 sehr weit vom optimalen Steigungsverhältnis abweicht. Dieses Strahlensystem hat auch eine unerwünscht niedrige Span-

- 1 nung von 11,6 kV an der Elektrode G3, während die elektrische Belastung von 4,6 kV pro Block im wesentlichen gleich ist wie bei dem Strahlensystem gemäß Fig. 6.
- 5 Beim Entwurf der Linsen 30 und 32 für das Elektronenstrahlensystem 10 wird zunächst die der Elektrode G5 zugeführte Endanodenspannung gewählt, beispielsweise nach der gewünschten Lichtausgangsleistung und anderen allgemeinen Schaltungsgesichtspunkten. Die Anzapfungsspannung für die Elektrode G3 richtet sich nach der besonderen Konstruktion
- 10 des Strahlformungsbereiches des Strahlensystems, mit dem sie zusammenwirken soll. Aus diesen gewählten Spannungen kann eine Fokussierspannung abgeschätzt werden, welche die richtige Fokussierung für den in den Fokussierbereich eintretenden Strahl ergibt. Der Linsenentwurf läßt sich nach der folgenden Gleichung bestimmen:

15

$$\frac{V_A - V_I}{S_2} = \frac{2(V_I - V_F)}{S_1}$$

- wobei V_A die Endanodenspannung ist,
- V_I die Zwischenspannung an der Anzapfung für die Elektrode G3,
- 20 V_F die der Elektrode G4 zugeführte Fokussierspannung
- S_1 die Stufenzahl in der Sekundärlinse 32 und in der Eingangsstufe der Hauptlinse 30 und
- S_2 die Stufenzahl im Ausgangsabschnitt der Hauptlinse 30.

- 25 Beispielsweise passen für das Strahlensystem gemäß Fig. 6 die folgenden Werte:

$$\begin{aligned} V_A &= 30 \text{ kV} \\ V_I &= \text{etwa } 12 \text{ kV und} \\ V_F &= \text{etwa } 5,5 \text{ kV.} \end{aligned}$$

30

Hierbei ist das Verhältnis S_2/S_1 gleich 18/13 oder näherungsweise 4/3. Das Linsensystem ist für vier Stufen im Ausgangsabschnitt der Hauptfokussierlinse und für drei Stufen jeweils in der Sekundärlinse G3-G4 und im Eingangsabschnitt der Hauptlinse G4-G5 ausgelegt.

35

Die Fig. 9, 10 und 11 zeigen schematisch Entwurfsabwandlungen der Linse 130 des Strahlensystems 110. Der Aufbau gemäß Fig. 9 entspricht

1 genau dem Strahlssystem 110 gemäß Fig. 5. Hierbei hat die Linse eine
Gesamtanzahl von sechs Stufen. Die beiden ersten Stufen bilden den
Eingangsabschnitt der Linse und liegen parallel mit einem separaten
zweistufigen Widerstandsstapel, welcher ein Teil desselben Linsenauf-
5 baus ist und Elektrodenplatten 134 benutzt, die zu den Elektroden-
platten des Eingangsabschnittes der Linse gehören. Wählt man eine End-
anodenspannung von 25 kV und schätzt von 6 kV ab, dann liegt der Knick
des zusammengesetzten linearen Spannungsprofils des Widerstandsstapels
bei 9,8 kV, also 2,4 kV unterhalb des geometrischen Spannungsmittels;
10 man erhält eine maximale Belastung pro Widerstandsblock von 3,8 kV.
Die Anzapfungsspannung für die Elektrode G3 wird willkürlich zwischen
der dritten und der vierten Stufe der Linse gewählt, wo eine Spannung
von 13,6 kV auftritt.

15 Der in Fig. 10 gezeigte Aufbau unterscheidet sich von demjenigen ge-
mäß Fig. 9 nur dadurch, daß die Anzapfungsspannung für die Elektrode
G3 zwischen der zweiten und der dritten Stufe der Hauptfokussierlinse
abgenommen wird, was eine Spannung von 9,8 kV für die Elektrode G3 er-
gibt.

20 Das Strahlssystem gemäß Fig. 11 unterscheidet sich von demjenigen ge-
mäß Fig. 9 nur dadurch, daß die ersten drei Stufen, anstatt der ersten
zwei Stufen, der Hauptfokussierlinse mit einem zweiten Widerstands-
stapel parallel liegen. Damit liegt der Knick des zusammengesetzten
25 linearen Spannungsprofils der Hauptlinse etwa nur 0,1 kV oberhalb des
geometrischen Spannungsmittels, und man erhält eine maximale elektri-
sche Belastung von 4,2 kV pro Block. Die Anzapfung für die Spannung
der Elektrode G3 wird zwischen den Stufen 3 und 4 gewählt, und man
erhält so eine Spannung von 12,3 kV für die Elektrode G3.

30 Bei der Ausführungsform der Linse 130 des Strahlsystems 110 sind die
variablen Parameter etwas verschieden von denjenigen des Strahlsystems
10. Bei der Linse 130 erhält man immer ein Steigungsverhältnis zwi-
schen Eingangs- und Ausgangsabschnitten der Hauptlinse von 1:2, da
35 die beiden parallelgeschalteten Widerstandslinsenstapel immer die
gleiche Anzahl von Widerstandsblocks enthalten. Die im Zusammenhang
mit den Fig. 6 bis 8 für das Strahlssystem 10 möglichen Steigungsände-

1. rungen sind bei dem Strahlssystem 110 nicht möglich. Andererseits ist die Wahl der Anzapfungsspannung für die Speisung der Elektrode G3 völlig unabhängig von der Parallelschaltung und dem Potentialprofil der Linse 130.

5

Beim Entwurf der Linse 130 werden die Endanodenspannung und die Zwischenanzapfungsspannung vorgewählt, und die Fokussierspannung wird abgeschätzt, ebenso wie bei dem Strahlssystem 10. Dann wird die Gesamtzahl der Stufen der Linse und die Anzahl der Stufen des Parallelschaltungseingangsabschnittes willkürlich festgelegt unter Berücksichtigung der vorerwähnten grundlegenden Entwurfskriterien für Beanspruchung und Angleichung des zusammengesetzten Linearprofils an ein ideales Exponentialprofil. Hieraus wird das Potentialprofil bestimmt, und die elektrische Belastung pro Widerstandsblock wird nach der folgenden

15 Gleichung berechnet:

$$\text{Beanspruchung} = \frac{V_A - V_F}{S_T - S_E/2} .$$

Hierbei ist V_A die der Elektrode G5 zugeführte Endanodenspannung,
20 V_F die der Elektrode G4 zugeführte Fokussierspannung,
 S_T die Gesamtstufenzahl der Hauptlinse und
 S_E die Stufenzahl für den Eingangsabschnitt der Hauptlinse.

Beispielsweise eignen sich für ein Strahlssystem gemäß Fig. 9 die
25 folgenden Werte:

$$\begin{aligned} V_A &= 25 \text{ kV} \\ V_F &= 6 \text{ kV} \\ S_T &= 6 \text{ und } S_E = 2. \end{aligned}$$

30 Für diese Werte errechnet sich eine Belastung von 3,8kV pro Block.

Da der Abgriff der Spannung für die Elektrode G3 an der Widerstandslinse 130 völlig unabhängig von der Ausbildung des Potentialprofilverhältnisses von 1:2 ist, kann die Linse 130 in einem (nicht dargestellten) Strahlssystem ohne die Elektrode G3 eingebaut werden. In
35 der einfachsten Ausführungsform kann die Linse 130 beispielsweise in einem Strahlssystem verwendet werden, welches übliche Doppelpotentialfokussierlinsen hat. Ganz allgemein gesagt, kann die Linse 130

1 in verschiedenen Strahlssystemabwandlungen benutzt werden, bei wel-
chen die elektrostatische Fokussierung durch Ausbildung einer ein-
fachen Potentialdifferenz zwischen zwei Elektroden an einer oder meh-
reren Stellen des Strahlsystems erzeugt wird. Wegen der besseren
5 Strahlpunkteigenschaften von Dreipotential-Strahlssystemen, wie sie
im Zusammenhang mit Fig. 5 beschrieben sind, ist es jedoch vorzu-
ziehen, das neue zusammengesetzte Linearpotentialprofil, welches die
neue Widerstandslinse 130 ergibt, in derartigen Strahlssystemen ein-
zusetzen.

10

15

20

25

30

35

Erfindungsanspruch:

- 1
5
10
15
- 20 1) Elektronenstrahlssystem mit einer ersten, einer zweiten und einer dritten Linsenelektrode, die längs des Strahlweges im Abstand voneinander angeordnet sind, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine Mehrzahl von Widerstandslinsen (30,32) vorgesehen sind, deren jede einen Stapel abwechselnder Elektrodenplatten (34) und Widerstands-
25 abstandsblocks (40) aufweist, welche so zusammenmontiert sind, daß jeder Stapel elektrisch ohne Unterbrechung von einem Ende zum anderen kontinuierlich ausgebildet ist, daß ferner eine erste der Widerstandslinsen (30) räumlich zwischen der zweiten und der dritten Linsenelektrode (22 bzw. 23) angeordnet ist und mit ihrem einen Ende elektrisch
30 an die zweite Linsenelektrode und mit ihrem anderen Ende elektrisch an die dritte Linsenelektrode angeschlossen ist, daß eine zweite der Widerstandslinsen (32) elektrisch parallel zu einem ersten Abschnitt der ersten Widerstandslinse geschaltet ist, und daß Einführungs-Anschlußleiter (52,28) zur zweiten und dritten Linsenelektrode vorge-
35 sehen sind und aufgrund der ihnen zugeführten Potentiale Spannungsteilerströme durch die Widerstandslinsen fließen lassen, derart, daß der erste Teil der ersten Widerstandslinse einen kleineren Spannungsteilerstrom als der übrige Teil der ersten Widerstandslinse führt im Sinne
- ∩

1 der Erzeugung eines zusammengesetzten linearen Spannungsprofils längs
der ersten Widerstandslinse.

2) Elektronenstrahlssystem nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet,
5 daß die Widerstandsabstandsblocks alle von gleicher Größe und vom
gleichen Widerstandswert sind.

3) Elektronenstrahlssystem nach Punkt 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die zweite Widerstandslinse und der erste Abschnitt der ersten
10 Widerstandslinse eine gleiche Anzahl von Stufen aufweisen und daß die
Potentialprofilsteigung im ersten Abschnitt halb so groß wie die Poten-
tialprofilsteigung im restlichen Abschnitt ist.

4) Elektronenstrahlssystem nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet,
15 daß die zweite Widerstandslinse mit ihrem einen Ende an die zweite
Linsenelektrode und mit ihrem anderen Ende an eine der Zwischenelektro-
denplatten der ersten Widerstandslinse angeschlossen ist.

5) Elektronenstrahlssystem nach Punkt 4, dadurch gekennzeichnet,
20 daß die zweite Widerstandslinse räumlich zwischen der ersten (20) und
der zweiten Linsenelektrode angeordnet ist und ihr eines Ende mit der
zweiten Linsenelektrode verbunden ist, während ihr anderes Ende mit
der ersten Linsenelektrode verbunden ist, und daß das Elektronenstrahl-
system ferner einen elektrischen Verbindungsleiter (54) zwischen der
25 ersten Linsenelektrode und der Zwischenelektrodenplatte der ersten
Widerstandslinse enthält.

6) Elektronenstrahlssystem nach Punkt 5, dadurch gekennzeichnet,
daß die erste Widerstandslinse sieben Stufen und die zweite Widerstands-
30 linse drei Stufen hat und daß der elektrische Verbindungsleiter zwi-
schen der ersten Linsenelektrode und der zwischen der dritten und der
fünften Stufe der ersten Widerstandslinse befindlichen Zwischenelek-
trodenplatte verläuft.

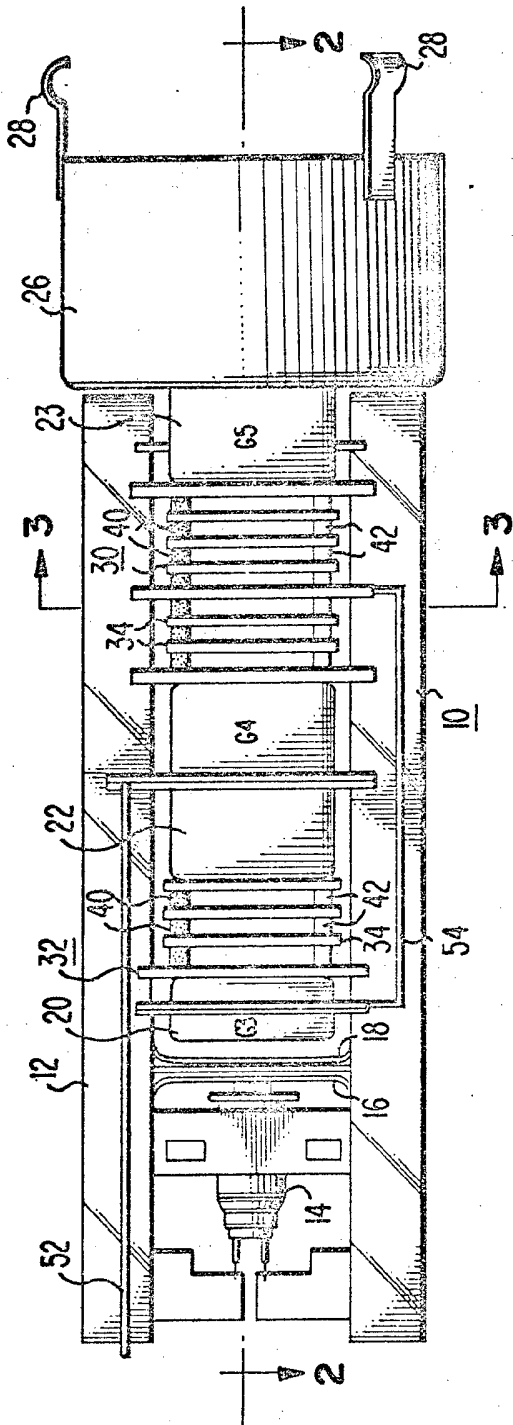


Fig. 1

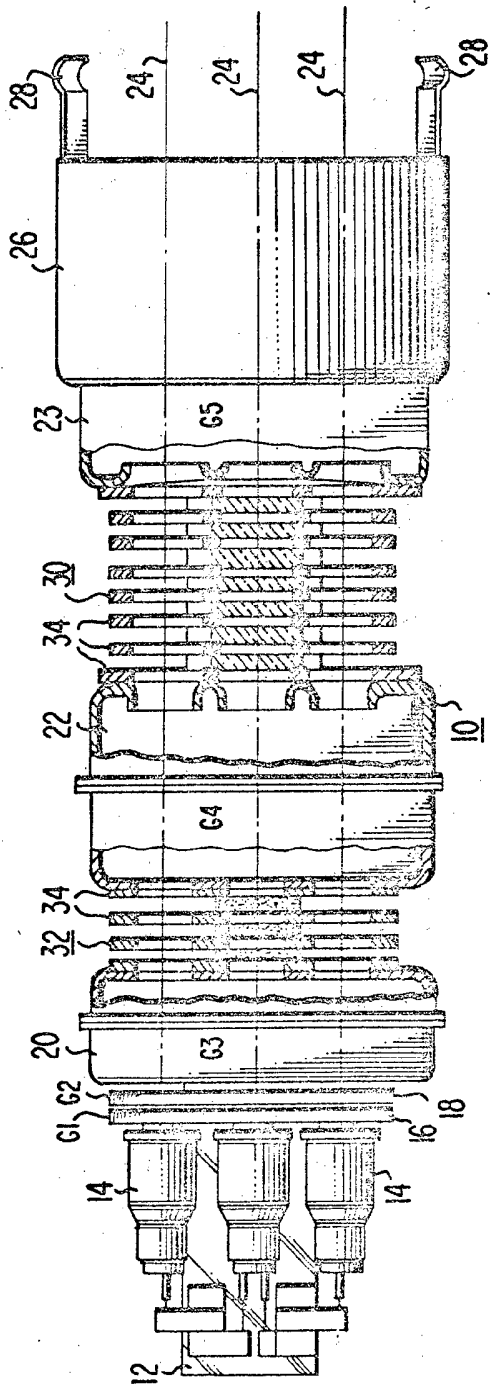


Fig. 2

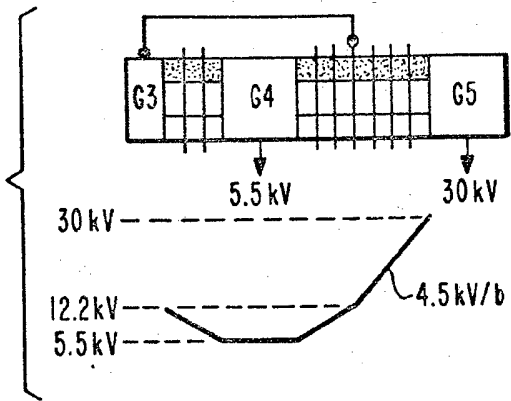


Fig. 6.

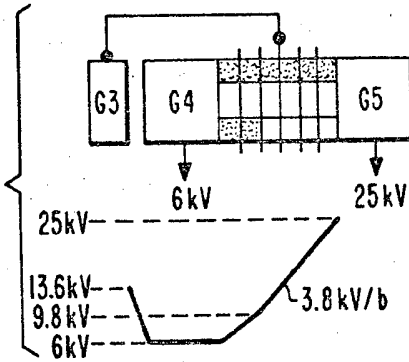


Fig. 9.

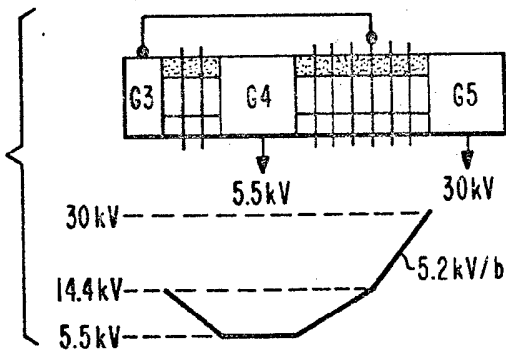


Fig. 7.

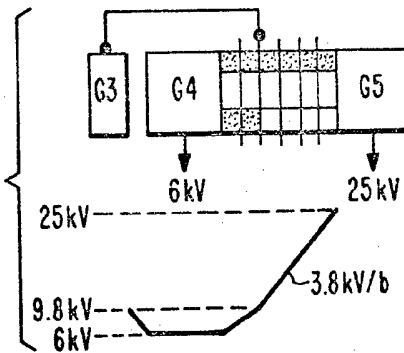


Fig. 10.

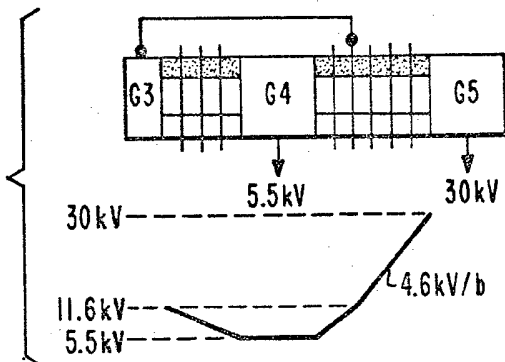


Fig. 8.

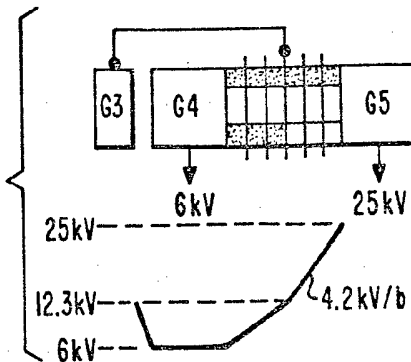


Fig. 11.

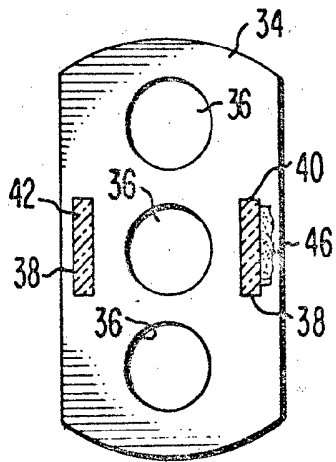


Fig. 3

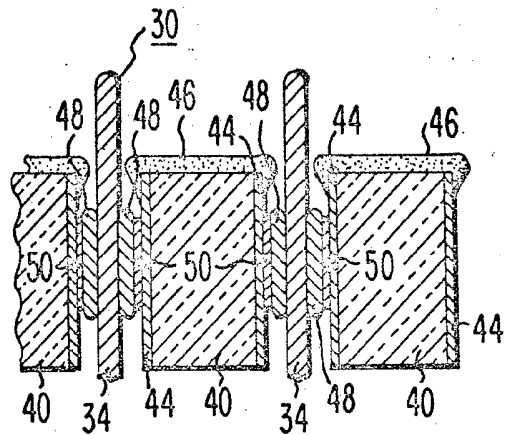


Fig. 4

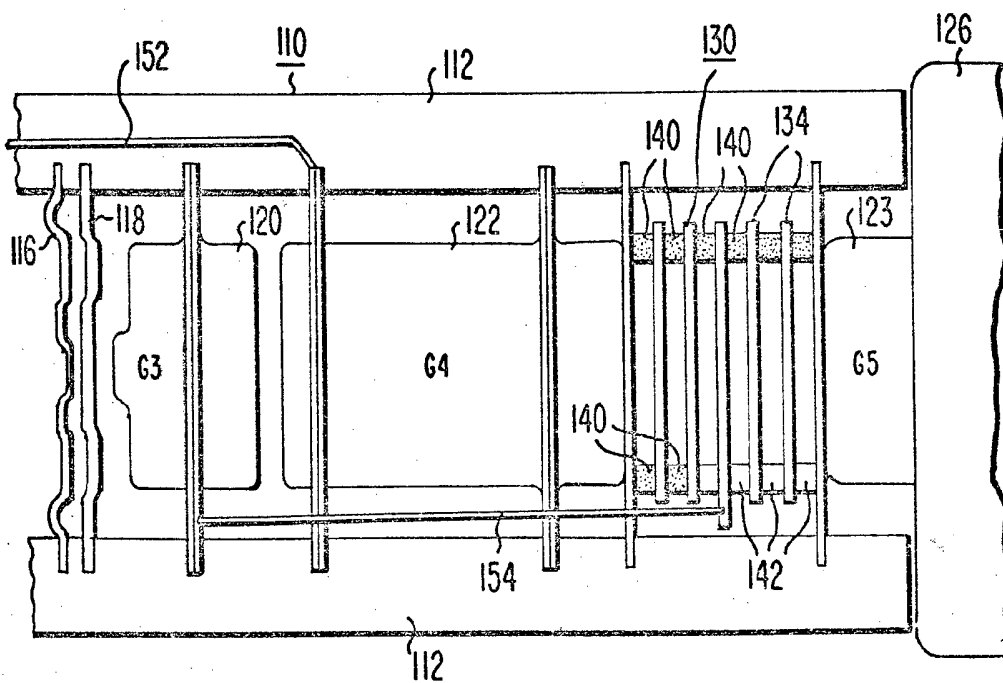


Fig. 5