

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑳ Anmeldenummer: 86106707.2

⑤① Int. Cl.4: **H01J 43/18**

㉔ Anmeldetag: 16.05.86

③① Priorität: 28.05.85 DE 3519097

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.12.86 Patentblatt 86/50

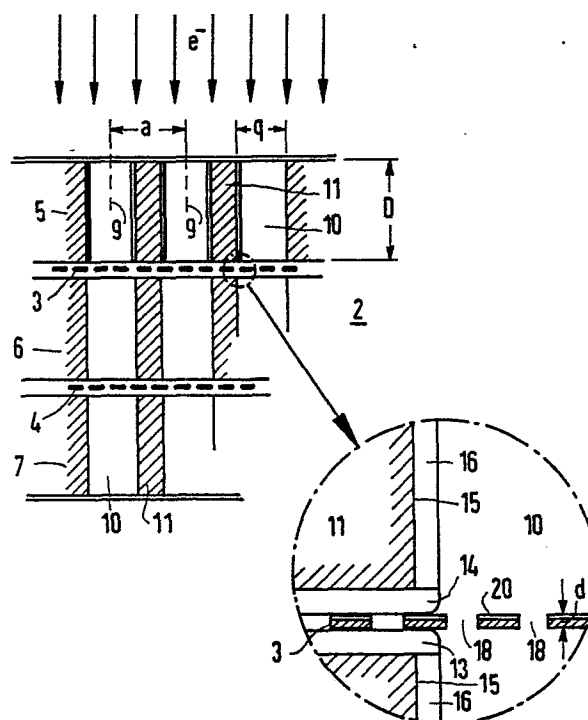
⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

⑦① Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

⑦② Erfinder: **Uhl, Dieter**
Memelstrasse 7
D-8525 Uttenreuth(DE)

⑤④ **Kanalstruktur eines Elektronenvervielfachers.**

⑤⑦ Die Kanalstruktur eines Elektronenvervielfachers, insbesondere für einen Röntgenbildverstärker, weist mehrere perforierte, Sekundärelektronen emittierende Metaldynoden auf, zwischen denen jeweils ein plattenförmiges Trennelement aus elektrisch isolierendem Material mit einem zumindest weitgehend regelmäßigen Lochmuster angeordnet ist. Diese Kanalstruktur soll einen verhältnismäßig einfachen Aufbau haben, wobei unerwünschte Aufladungen an den Trennelementen weitgehend unterbunden sind. Hierzu ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Metaldynoden als Pralldynoden aus dünnen Lochfolien (3, 4) oder -netzen gebildet sind, wobei jeweils mindestens vier Löcher (18) auf die von einem kanalartigen Loch (10) des plattenförmigen Trennelementes (5 bis 7) eingenommene Fläche entfallen, und daß die plattenförmigen Trennelemente (5 bis 7) mit vergleichsweise größerer Dicke (D) als die (d) der Lochfolien (3, 4) bzw. -netze jeweils auf ihren oberen und unteren Flachseiten eine Schicht (13 bzw. 14) aus elektrisch gut-leitendem Material und an ihren Lochwandungen (15) eine Schicht (16) aus einem elektrischen Widerstandsmaterial aufweisen.



Kanalstruktur eines Elektronenvervielfachers

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kanalstruktur eines Elektronenvervielfachers, insbesondere für einen Röntgenbildverstärker, mit mehreren perforierten, Sekundärelektronen emittierenden Metalldynoden, zwischen denen jeweils ein plattenförmiges Trennelement aus elektrisch isolierendem Material mit einem zumindest weitgehend regelmäßigen Lochmuster angeordnet ist. Eine derartige Kanalstruktur geht aus der DE-OS 26 02 863 hervor.

Insbesondere zum Aufbau flacher Röntgenbildverstärker können Elektronenvervielfacher verwendet werden, die eine Kanalstruktur aufweisen (vgl. z.B. "IEEE Transactions on Nuclear Science", Vol. NS-25, no. 2, 1978, Seiten 964 bis 973). Entsprechende bekannte Strukturen weisen im allgemeinen einen schichtförmigen Aufbau aus mehreren parallel zueinander liegenden, perforierten Metalldynoden auf, zwischen denen jeweils ein plattenförmiges Trennelement aus elektrisch isolierendem Material mit einem zumindest weitgehend regelmäßigen Lochmuster angeordnet ist. Anzahl, Durchmesser und Lage der Löcher in diesen Trennelementen sind dabei so gewählt, daß zusammen mit entsprechenden Öffnungen in den Dynoden diskrete, kanalähnliche Durchführungen durch die Struktur ausgebildet werden. Dementsprechend sind bei der aus der eingangs genannten DE-OS zu entnehmenden Kanalstruktur die Öffnungen der Metalldynoden nahezu konzentrisch zu den Öffnungen in den angrenzenden Trennschichten. Während bei dieser bekannten Struktur die Trennschichten lediglich eine isolierende Funktion zwischen benachbarten Dynoden erfüllen und deshalb verhältnismäßig dünn ausgebildet werden können, sind die Dynoden vergleichsweise dicker, da ihre kanalartigen Öffnungen gekrümmte, beispielsweise sphärisch geformte Wandungen (vgl. die genannte DE-OS) aufweisen oder kegel- oder pyramidenstumpfförmliche Gestalt haben (vgl. z.B. EP 0 006 267 A1), um so auf diesen die Wahrscheinlichkeit des Auftreffens von Elektronen zu erhöhen. Da die Dynoden aus Metallen mit einer guten Sekundärelektronen-Emission bestehen oder Oberflächen aus diesen Metallen enthalten, wird so eine entsprechende Vervielfachung der Elektronen an jeder Dynode erreicht.

Die Herstellung von Dynoden mit entsprechend geformten Wandungen ist jedoch verhältnismäßig aufwendig. Darüber hinaus besteht gegebenenfalls die Gefahr von elektrischen Aufladungen an den Trennelementen. Derartige Aufladungen können jedoch die Elektronenvervielfachung in den jeweili-

gen Kanälen so beeinträchtigen, daß dann eine gleichmäßige Vervielfachung über den gesamten Querschnitt der Kanalstruktur gesehen nicht mehr ohne weiteres zu gewährleisten ist.

5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, die Kanalstruktur der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß ein verhältnismäßig einfacher Aufbau möglich wird und dabei die Gefahr von unerwünschten Aufladungen
10 an den isolierenden Trennelementen zumindest weitgehend unterbunden wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß

15 -die Metalldynoden als Pralldynoden aus dünnen Lochfolien oder -netzen gebildet sind, deren Lochzahl so gewählt ist, daß jeweils mindestens vier Löcher auf die von einem kanalartigen Loch des plattenförmigen Trennelementes eingenommene
20 Fläche entfallen,

und

25 -die plattenförmigen Trennelemente mit vergleichsweise größerer Dicke als die der Lochfolien bzw. -netze jeweils auf ihren oberen und unteren Flachseiten mit einer Schicht aus einem elektrisch gut leitenden Material versehen sind und zumindest an ihren Lochwandungen eine Schicht aus einem elektrischen Widerstandsmaterial aufweisen.
30

Bei der erfindungsgemäßen Kanalstruktur werden also nicht wie bei den bekannten Ausführungsformen die Sekundärelektronen an den besonders geformten Wandungen der
35 verhältnismäßig dicken Dynoden, sondern mittels an sich bekannter Pralldynoden (vgl. z.B. "Zeitschrift für Physik", Band 110, Jahrgang 1938, Heft 9/10, Seiten 553 bis 572) von Elektronen ausgelöst, die im Bereich der Öffnungen der jeweiligen
40 Kanäle in den plattenförmigen Trennelementen dort auf die zwischen den Löchern der Lochfolien oder -netze verbleibenden Stege auftreffen. Dabei werden aufgrund der auf den Flachseiten der Trennelemente aufgetragenen leitenden Schichten
45 sowie der an sich bekannten Widerstandsschichten zumindest an den Wandungen der Löcher (vgl. z.B. "Acta Electronica", Vol. 14, No. 1, 1971, Seiten 41 ff.) definierte Potentialverhältnisse zwischen den einzelnen Metalldynoden gewährleistet und Aufladungen an den Trennelementen vermieden. Da
50 sowohl für die Dynoden als auch die Trennelemente handelsübliche Teile zu verwenden sind, ist der Aufbau der erfindungsgemäßen Kanalstruktur entsprechend einfach.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Kanalstruktur gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung noch weiter erläutert, in deren Figur der prinzipielle Aufbau einer erfindungsgemäßen Kanalstruktur veranschaulicht ist.

Die in der Figur im Querschnitt gezeigte und allgemein mit 2 bezeichnete Kanalstruktur dient zur Elektronenvervielfachung insbesondere in einem an sich bekannten Röntgenbildverstärker. Dabei soll über die Fläche eine möglichst gleichmäßige Vervielfachung von z.B. etwa 500 zu erreichen und eine Auflösung von wenigstens 2 Linienpaaren pro mm zu gewährleisten sein. Bei der erfindungsgemäßen Kanalstruktur 2 geschieht die Elektronenvervielfachung an beschichteten Metallochfolien 3, 4 oder entsprechenden Metallnetzen, die als Pralldynoden zwischen Glasloch- oder Keramiklochplatten 5 bis 7 gelegt sind. Dabei sind im Wechsel Glaslochplatten und Metallochfolien aufeinandergelegt. Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind drei nach an sich bekannten Verfahren herzustellende Glaslochplatten 5 bis 7 (vgl. z.B. "Philips Technische Rundschau", 30. Jahrgang, 1969/70, Heft 8/9/10, Seiten 259 bis 263 oder die DE-PS 27 39 711) angenommen, zwischen denen zwei Metallochfolien 3 und 4 ohne Abstand angeordnet und befestigt sind. Je nach angestrebter Vervielfachung kann jedoch ein entsprechender Aufbau mit einer größeren Anzahl von Glaslochplatten und Metallochfolien vorgesehen sein. Die Glaslochplatten sind dabei untereinander identisch gleich, so daß bei einem justierten Aufeinanderlegen ihre Löcher durchgehende Kanäle festlegen. An die Glaslochplatten wird dann eine Gleichspannung gelegt, wobei Feldstärken bis zu beispielsweise ein kV/mm in den Löchern entstehen. Die Spannung an der jeweils folgenden Glaslochplatte kann beispielsweise 10 % größer gewählt werden als die Spannung der vorgeschalteten Glaslochplatte.

Beispielsweise bestehen die Glaslochplatten 5 bis 7 aus einem fotoätzbaren Glas wie z.B. unter dem Markennamen "FOTURAN" (Fa. "Schott Glaswerke", D-6500 Mainz) bekannt. Dabei haben die Achsen 9 ihrer zylindrisch geätzten Löcher 10 jeweils einen Abstand a von etwa 0,25 mm oder weniger voneinander und können so verteilt sein, daß ihre Verbindungslinien untereinander gleichseitige Dreiecke bilden. Auch andere Anordnungen der Lochverteilung sind ebensogut möglich. Die Durchmesser q der kanalartigen Löcher 10 sind so groß wie möglich geätzt. Dabei ist jedoch zu gewährleisten, daß keine Durchbrüche in den zwischen benachbarten Löchern ausgebildeten Stegen 11 entstehen und außerdem die mechanische Festigkeit der Glasplatte hinreichend groß ist. Die Dicke

D der Platten soll höchstens 2 mm, vorzugsweise höchstens 1 mm betragen. Auf der Ober- und Unterseite jeder Glaslochplatte ist jeweils eine Schicht 13 bzw. 14 aus elektrisch gut-leitendem Material wie z.B. aus Cr-Au aufgebracht, die zur Potentialzuführung dient.

Bevor die Glaslochplatten 5 bis 7 jeweils mit den Schichten 13 und 14 versehen werden, müssen auf den Lochwandungen 15 der kanalartigen Löcher 10 in bekannter Weise (vgl. z.B. die DE-OS 29 18 542) noch dünne Schichten 16 aus einem elektrischen Widerstandsmaterial aufgebracht bzw. dort ausgebildet werden. Derartige Schichten in den kanalartigen Löchern mit Schichtdicken von im allgemeinen mindestens 50 nm sind an sich bekannt (vgl. z.B. die genannte Literaturstelle aus "Acta Electronica" 14). Als Widerstandsmaterial ist z.B. Blei geeignet. Geht man von einem Bleioxid-haltigen Glasmaterial der Glaslochplatten 5 bis 7 aus, so kann man Schichten aus diesem Metall beispielsweise dadurch herstellen, daß man dieses Glasmaterial an den Wandungen 15 einer Reduktionsbehandlung unterzieht, so daß dort dann metallisches Blei erhalten wird. Auch das Abscheiden von Bleioxid an den Kanalwandungen und anschließendes Reduzieren ist bekannt (vgl. z.B. "Physik in unserer Zeit", 12. Jg., 1981, Nr. 3, Seiten 90 bis 95).

Bei dem Herstellungsprozeß der Schichte 16 werden im allgemeinen auch die beiden Flachseiten jeder Glaslochplatte mit entsprechenden Überzügen versehen. Diese Überzüge können gegebenenfalls, wie gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel angenommen, vor Abscheidung der Schichten 13 und 14 wieder abgearbeitet werden oder auch dort belassen werden. Mit diesen Widerstandsschichten 16 wird zum einen ein gleichmäßiger Potentialübergang zwischen den Schichten 13 und 14 gewährleistet; zum anderen lassen sich damit unerwünschte Aufladungseffekte an den Lochwandungen verhindern.

Die Lochplatten 5 bis 7 haben im Elektronenvervielfacher hauptsächlich die folgenden Funktionen:

1.) Die aktive Fläche des Vervielfachers ist in kleine, abgegrenzte Teilflächen aufgeteilt. Jeder der Teilflächen ergibt dabei einen Bildpunkt und kann für sich als ein einzelner Vervielfacher betrachtet werden. Die Lochwandungen gewährleisten dabei, daß einmal eingetretene Elektronen e^- nicht in ein benachbartes Loch gelangen können.

2.) Mechanisch dienen die Lochplatten 5 bis 7 als Träger für die um mehrere Größenordnungen dünneren Metallochfolien 3 und 4. Sie können deshalb auch als plattenförmige Trägerelemente bezeichnet werden.

Die Metallochfolien 3 und 4 bzw. -netze werden beispielsweise galvanisch hergestellt und haben im allgemeinen eine Dicke d von unter $10\text{ }\mu\text{m}$, beispielsweise zwischen 2 und $6\text{ }\mu\text{m}$. Ihre Maschen- bzw. Lochzahl ist dabei so groß gewählt, daß wenigstens vier, vorzugsweise mindestens 5 Löcher bzw. Maschen auf die Querschnittsfläche eines Loches 10 der Glaslochplatten 5 bis 7 entfallen. Dabei wird die Transparenz jeder Metallochfolie, d.h. der von ihren Löchern 18 beanspruchte Oberflächenanteil der Gesamtfläche der Lochfolie, zu etwa 20 bis 80 % gewählt. Auf der Oberfläche der Metallochfolien ist jeweils eine Schicht 20 aufgebracht, die eine große Sekundärelektronen-Emission besitzt. Gegebenenfalls können auch die Metallochfolien vollständig aus einem derartigen Material bestehen.

Da die metallischen Teile der Metallochfolien 3 und 4 auch einen Teil der Querschnittsflächen der kanalartigen Löcher 10 in den Glaslochplatten 5 bis 7 abdecken, prallt dort ein Teil der auf die Kanalstruktur 2 auftreffenden Elektronen e^- auf und löst so in bekannter Weise Sekundärelektronen aus. Entsprechend wirkende Metallochfolien werden deshalb auch als Pralldynoden bezeichnet (vgl. die genannte Literaturstelle aus "Zeitschrift für Physik").

Zur Herstellung einer dünnen Schicht 20 mit großem Sekundärelektronen-Emissionsfaktor auf der Metalloberfläche einer Metallochfolie (z.B. einem gelochten Ni-Blech oder Ni-Netz) wird diese zunächst gereinigt sowie geätzt und dann im Vakuum ausgeheizt (z.B. bei 700°C , 30 Minuten, 1×10^{-5} Torr). Nach einem Oxidieren bei geringem Sauerstoffdruck (z.B. bei 700°C , 5 Minuten, 1×10^{-3} Torr O_2) wird dann die Oberfläche bei Raumtemperatur mit einem Alkalihalogenid (z.B. CsJ) oder Erdalkalihalogenid (z.B. BaCl_2) bedampft. Das Ausheizen im Vakuum kann auch bei einem gleichzeitigen Verdampfen eines Alkalihalogenides oder Erdalkalihalogenides erfolgen (z.B. 550°C , 85 Minuten, 1×10^{-5} Torr mit gleichzeitiger CsJ-Verdampfung oder 850°C , 90 Minuten, 1×10^{-5} Torr mit gleichzeitiger BaCl_2 -Verdampfung). Wählt man die Dicken dieser aufgedampften Schichten 20 hinreichend klein, z.B. zwischen 1 und 20 nm, vorzugsweise unter 10 nm, so tritt keine störende Aufladung der Schichten auf. Damit ist ein Betrieb der Schichten mit einem Dauerstrom möglich, ohne daß der Sekundäremissionskoeffizient absinkt.

Neben CsJ und KBr als Sekundärelektronen emittierende Schichtmaterial können beispielsweise NaCl, KJ oder LiCl als Schichtmaterialien gewählt werden. Diese Materialien lassen sich außer auf dem angenommenen Ni-Material auch ohne weiteres auf anderen Materialien der Metallochfolien wie z.B. aus Al, Ti oder CrNi-Stahl abscheiden.

Ansprüche

1. Kanalstruktur eines Elektronenvervielfachers, insbesondere für einen Röntgenbildverstärker, mit mehreren perforierten, Sekundärelektronen emittierenden Metaldynoden, zwischen denen jeweils ein plattenförmiges Trennelement aus elektrisch isolierendem Material mit einem zumindest weitgehend regelmäßigen Lochmuster angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß

-die Metaldynoden als Pralldynoden aus dünnen Lochfolien (3, 4) oder -netzen gebildet sind, deren Lochzahl so gewählt ist, daß jeweils mindestens vier Löcher (18) auf die von einem kanalartigen Loch (10) des plattenförmigen Trennelementes (5 bis 7) eingenommene Fläche entfallen,

und

-die plattenförmigen Trennelemente (5 bis 7) mit vergleichsweise größerer Dicke (D) als die (d) der Lochfolien (3, 4) bzw. -netze jeweils auf ihren oberen und unteren Flachseiten mit einer Schicht (13 bzw. 14) aus einem elektrisch gutleitenden Material versehen sind und zumindest an ihren Lochwandungen (15) eine Schicht (16) aus einem elektrischen Widerstandsmaterial aufweisen.

2. Kanalstruktur nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dicke (d) der Metaldynoden (3, 4) unter $10\text{ }\mu\text{m}$ liegt.

3. Kanalstruktur nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Metaldynoden (3, 4) eine Dicke (d) zwischen 2 und $6\text{ }\mu\text{m}$ aufweisen.

4. Kanalstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lochzahl der Metaldynoden (3, 4) mindestens 5 Löcher - (18) pro kanalartigem Loch (10) der plattenförmigen Trennelemente (5 bis 7) beträgt.

5. Kanalstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Transparenz der Metaldynoden (3, 4) zwischen 20 % und 80 % liegt.

6. Kanalstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die plattenförmigen Trennelemente aus Glas- oder Keramiklochplatten (5 bis 7) gebildet sind.

7. Kanalstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dicke (D) der plattenförmigen Trennelemente (5 bis 7) höchstens 2 mm, vorzugsweise höchstens 1 mm beträgt.

8. Kanalstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf der Oberfläche der Metaldynoden (3, 4) eine Sekundärelektronen emittierende Schicht (20) mit einer Dicke unter 50 nm, vorzugsweise unter 30 nm aufgebracht ist.

9. Kanalstruktur nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sekundärelektronen emittierende Schicht (20) aus einem Alkali- oder Erdalkalihalogenid besteht.

10. Kanalstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schicht (16) aus dem Widerstandsmaterial mindestens 50 nm dick ist.

5

10

15

20

25

30

35

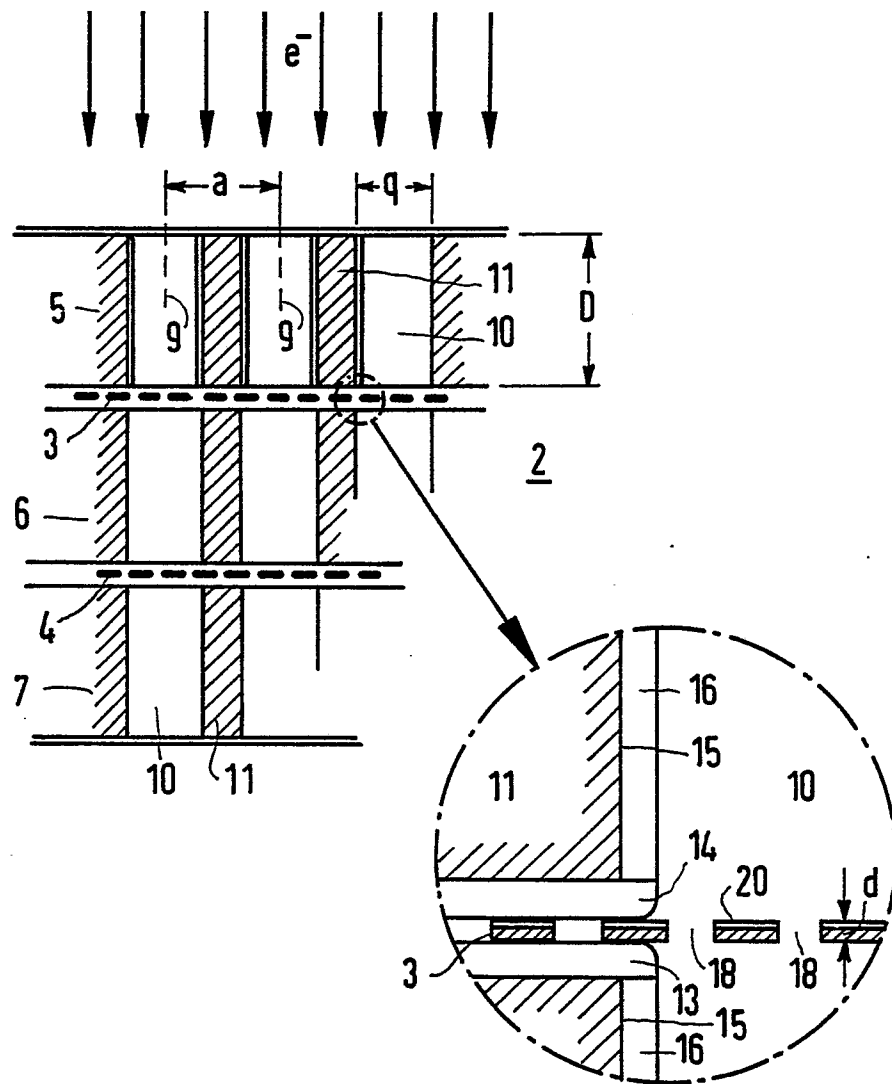
40

45

50

55

5





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	US-A-4 041 343 (ORTHUBER) * Figur 1; Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 3, Zeile 22 *	1	H 01 J 43/18
A	US-A-3 660 668 (WOLSKI) * Figur 2; Spalte 3, Zeile 48 - Spalte 4, Zeile 30 *	1	
A	DE-A-3 150 257 (SIEMENS AG)		
A	ELEKTRONIK, Band 27, Nr. 8, August 1978, Seite 39, München, DE; "Elektronenvervielfacher erreicht hohe konstante Verstärkung"		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			H 01 J 43/00 H 01 J 31/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 05-09-1986	Prüfer SCHAUB G.G.