



(11) **EP 2 803 075 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.09.2018 Patentblatt 2018/38

(51) Int Cl.:
H01J 23/027^(2006.01) H01J 25/34^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13702348.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/050246

(22) Anmeldetag: **09.01.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/104637 (18.07.2013 Gazette 2013/29)

(54) **AUFFÄNGER FÜR EINE WANDERFELDRÖHRE UND WANDERFELDRÖHRE MIT EINEM SOLCHEN AUFFÄNGER**

COLLECTOR FOR A TRAVELLING WAVE TUBE AND TRAVELLING WAVE TUBE HAVING SUCH A COLLECTOR

COLLECTEUR DE TUBE À ONDES PROGRESSIVES ET TUBE À ONDES PROGRESSIVES ÉQUIPÉ D'UN TEL COLLECTEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(72) Erfinder: **DÜRR, Wolfgang**
89179 Beimerstetten (DE)

(30) Priorität: **10.01.2012 DE 102012100132**

(74) Vertreter: **Baur & Weber Patentanwälte PartG mbB**
Rosengasse 13
89073 Ulm (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.11.2014 Patentblatt 2014/47

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A1- 2 219 518 JP-A- S61 214 327
JP-A- 2000 133 152

(73) Patentinhaber: **Thales Electronic Systems GmbH**
89073 Ulm (DE)

EP 2 803 075 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Auffänger für eine Wanderfeldröhre sowie eine Wanderfeldröhre mit einem solchen Auffänger.

[0002] In Wanderfeldröhren wird in einer Elektronenstrahlquelle ein eng gebündelter Strahl beschleunigter Elektronen erzeugt und entlang einer Verzögerungsleitung durch ein Magnetfeld geführt. Die Elektronen des die Verzögerungsleitung verlassenden Elektronenstrahls werden in einem Auffänger, häufig auch als Kollektor bezeichnet, aufgefangen, um die Restenergie der Elektronen zumindest teilweise zurückzugewinnen und gleichzeitig den Rücklauf von Elektronen durch die Verzögerungsleitung zu verhindern. Der Auffänger ist üblicherweise mehrstufig mit auf unterschiedlichen elektrischen Potentialen liegenden Auffängerstufen ausgeführt, um die durch Wechselwirkung des Elektronenstrahls mit einem Hochfrequenzsignal auf der Verzögerungsleitung am Ausgang der Verzögerungsleitung auftretende breite Geschwindigkeitsverteilung des Strahls zu berücksichtigen.

[0003] Für den mehrstufigen Auffänger sind prinzipiell rein elektrostatische Auffänger und Auffänger mit magnetischer Strahlführung gebräuchlich. Bei elektrostatischen Auffängern tritt für den Elektronenstrahl nach dem Verlassen des magnetischen Führungsfelds der Verzögerungsleitung schnell eine Strahlaufweitung auf, insbesondere durch elektrostatische Abstoßungskräfte zwischen den Elektronen. Bei den elektrostatischen mehrstufigen Auffängern, wie z. B. aus der EP 0 276 090 B1 oder der DE 698 04 954 T2 bekannt, weisen die Elektroden der in Richtung der Längsachse aufeinander folgenden Auffängerstufen nur geringe axiale Abstände auf. Die topfförmig geschlossene letzte Elektrode weist typischerweise eine größere axiale Baulänge auf.

[0004] In der JP 2000 133152 A ist eine Wanderfeldröhre gezeigt, die mehrere Kollektorelektroden aufweist.

[0005] Bei den Auffängern mit magnetischer Strahlführung sind die Auffängerstufen mit größerer Baulänge, aber wegen der die Kollektorstufen umgebenden Ringmagnete mit kleinerem Durchmesser ausgeführt. Ein magnetisch fokussierter Kollektor ist z. B. in "Technische Röhren" von J. Bretting, 1991, ISBN 3-7785-1645-0, auf Seite 177 dargestellt. Ein gleichartiger Kollektoraufbau ist in der DE 60225412 T2 abgebildet.

[0006] In der DE 39 13 063 A1 ist ein dreistufiger Kollektor einer Wanderfeldröhre beschrieben, dessen einzelne Stufen an der Innenseite eines gemeinsamen Keramikrohres angelötet sind. Die Lötflächen besitzen alle denselben Radius um die zentrale Strahlachse. Auch die Außenfläche des Keramikrohres ist über alle Stufen hinweg mit konstantem Radius ausgeführt. Eine magnetische Fokussierung ist nicht vorgesehen. Die US 5 177 394 zeigt einen mehrstufigen Kollektor ohne magnetische Fokussierung, wobei wiederum die mehreren Stufen an die Innenflächen eines oder mehrere Isolatoren angelötet sind und die ringförmigen Lötflächen dabei ei-

nen untereinander gleichen Radius aufweisen.

[0007] In der US 3 153 743 wird vorgeschlagen, bei einem einstufigen Kollektor eine Magnetanordnung um den Kollektor so anzuordnen, dass innerhalb des Kollektorraums vorwiegend radiale Magnetfelder entstehen und hierdurch der Elektronenstrahl gezielt aufgeweitet wird. Bei einem in der US 5 952 785 beschriebenen mehrstufigen Kollektor sind die einzelnen Elektroden segmentiert, so dass besonders einfach transversale elektrische Felder erzeugt werden können. Eine magnetische Fokussierung innerhalb des Kollektors ist nicht vorgesehen. Die einzelnen axial aufeinander folgenden Kollektorelektroden sind an Innenflächen eines gemeinsamen Isolatorrohres angelötet, welches einen konstanten Außendurchmesser hat. Die ersten nach der Strahleintrittsöffnung aufeinander folgenden Kollektorelektroden weisen einen von Elektrode zu Elektrode abnehmenden Außenradius ihrer Verbindungsflächen zu dem Isolatorrohr auf. Die Wandstärke des Isolatorrohres nimmt dadurch von Elektrode zu Elektrode zu.

[0008] Beim Auftreffen der Elektronen auf die Elektroden der Auffängerstufen entsteht in den Elektroden Verlustwärme, welche nach außen zu einem die mehreren Auffängerstufen umgebenden vakuumdichten Gehäuse abgeführt werden muss. Die Abführung der Verlustwärme erfolgt typischerweise über elektrisch isolierende Distanzanordnungen zwischen metallischen Innenwandflächen des Gehäuses und zu diesen im wesentlichen parallelen Elektrodenmantelflächen der Elektroden. Die Distanzanordnungen können insbesondere als ein oder mehrere Keramikringe ausgeführt sein, deren Außenflächen an der Innenwand des Gehäuses und deren Innenflächen an den Mantelflächen der Elektroden anliegen, wie z. B. in der DE 698 04 954 T2 oder der DE 602 25 412 T2 beschrieben. Für eine gute Wärmeabführung sind große Anlageflächen vorteilhaft.

[0009] Es sind auch Kombinationen von elektrostatisch fokussierten Auffängern mit Magnetanordnungen bekannt. So ist z. B. in der US 4096409 vor der Eintrittsöffnung der ersten Stufe ein zusätzlicher Ringmagnet zur Strahlbündelung auf der Längsachse angeordnet. Die erste Elektrode ist aus Eisen und schirmt den Innenraum des Auffängers magnetisch von dem Ringmagnet ab.

[0010] In der US 6094009 ist eine Ausführung eines elektrostatischen Auffängers beschrieben, bei welcher durch besondere Potenzialeinstellung einer mittleren Stufe eine elektrostatische Feldlinse erzeugt wird, um einen Rücklauf von Elektronen zu den ersten Stufen zu verringern und damit die Kollektoreffizienz zu erhöhen. Eine Magnetanordnung vor und bei den ersten Stufen soll die Weiterleitung von Elektronen zu folgenden Stufen an den Elektroden der ersten Stufen vorbei verbessern. Die Elektroden sind radial bis zu einer kreiszylindrischen gemeinsamen Keramikhülle verlängerbar und liegen mit Elektrodenmantelflächen an deren Innenwand an.

[0011] Bei einem aus der US 5780970 bekannten Auffänger für den Hohlstrahl eines Gyrotrons ist zwischen

einer konischen Mittelelektrode und mehreren ringförmigen weiteren Elektroden ein sich aufweitender Ringkanal gebildet. Ein Magnetfeld einer außerhalb der Auffängerhülle und innerhalb der Mittelelektrode angeordneten Magnetanordnung führt die Elektronen des Hohlstrahls in dem sich aufweitenden Ringkanal.

[0012] Die Leistungsfähigkeit einer Wanderfeldröhre ist maßgeblich durch die thermische Belastbarkeit der Elektroden des Auffängers und den Wirkungsgrad des Auffängers im Sinne einer möglichst geringen Wärmeeinwirkung und einer geringen Rate zurücklaufender Elektronen bestimmt. Die Wärmeabfuhr von den Elektroden zu dem Auffängergehäuse ist besonders vorteilhaft über radial zwischen dem Gehäuse und im wesentlichen kreiszylindrischen Elektrodenmantelflächen der Elektroden liegenden isolierenden Keramikringen mit flächigen Wärmekontakt zu dem Gehäuse und zu den Elektrodenmantelflächen erreichbar.

[0013] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen weiter verbesserten Auffänger für eine Wanderfeldröhre und eine Wanderfeldröhre mit einem solchen Auffänger anzugeben.

[0014] Erfindungsgemäße Lösungen sind in den unabhängigen Ansprüchen beschrieben. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

[0015] Es zeigt sich überraschend, dass durch den erfindungsgemäßen Aufbau eines Auffängers für eine Wanderfeldröhre gegenüber den bewährten Auffängern nach dem elektrostatischen Prinzip und den Auffängern mit magnetischer Strahlbündelung noch eine deutliche Steigerung der Nennleistung einer Wanderfeldröhre bei sonst gleichem konstruktiven Aufbau erreicht werden kann.

[0016] Bei dem erfindungsgemäßen Aufbau eines Auffängers ist insbesondere für die erste der mehreren Auffängerstufen vorteilhafterweise ein geringerer Innendurchmesser und Außendurchmesser der Distanzanordnung und eine vorteilhaft große Baulänge und für wenigstens eine weitere, von der Strahleintrittsöffnung des Auffängers weiter entfernte Auffängerstufe ein gegenüber der ersten Auffängerstufe größerer Innen- und Außendurchmesser der Distanzanordnungen, insbesondere auch des Durchmessers der Elektrodenmantelflächen der den Auffängerstufen jeweils zugeordneten Elektroden vorgesehen.

[0017] Die bezüglich der Längsachse radialen Dicken der Distanzanordnungen, welche vorzugsweise als Keramikringe ausgeführt sind, sind vorteilhafterweise im wesentlichen auf geringe Dicken bei der erforderlichen elektrischen Isolation und der mechanischen Stabilität dimensioniert. Die Keramikringe können auch einheitliche Dicken für unterschiedliche Spannungen der einzelnen Auffängerstufen besitzen. Im folgenden sei ohne Beschränkung der Allgemeinheit von einer im wesentlichen einheitlichen radialen Dicke von als Distanzanordnungen eingesetzten Keramikringen ausgegangen. Anstelle von umlaufend geschlossenen Keramikringen können auch

mehrere um den Umfang der Innenwand der Auffängerhülle verteilt angeordnete, die mechanische Fixierung, die elektrische Isolation und die Wärmeleitung übernehmende Distanzkörper vorgesehen sein.

[0018] Ein geringer Durchmesser der Elektrodenmantelfläche der ersten Auffängerstufe erweist sich als vorteilhaft für die Ableitung von den bei dieser Auffängerstufe vor allem nahe bei der Längsachse konzentrierten Wärmeeintrag durch Auftreffen von Elektronen auf die eine enge Öffnung umgebende Elektrode. Vorteilhafterweise beträgt für die erste Auffängerstufe der Innendurchmesser der Distanzanordnung, der als im wesentlichen gleich zum Durchmesser der Elektrodenmantelfläche angesehen sei, nicht mehr als 200 %, insbesondere nicht mehr als 150 % der axialen Erstreckung der Anlagefläche von Distanzanordnung und Elektrodenmantelfläche. Durch den geringen Innendurchmesser der Distanzanordnung kann die nahe bei der Elektrodenöffnung einfallende Verlustwärme schnell zu der Elektrodenmantelfläche abfließen und dort über den Keramikring zur Außenhülle des Auffängers abgeleitet werden. Der geringe Durchmesser der Elektrodenmantelfläche ermöglicht einen damit korrespondierenden geringen Außendurchmesser des Keramikrings und entsprechend einen geringen Außendurchmesser der Auffängerhülle, was vorteilhaft für die von der Magnetanordnung im Bereich dieser Stufe strahlbündelnd wirksame Magnetfeldstärke nahe der Längsachse ist. Die Magnetanordnung ist vorzugsweise durch wenigstens einen Ringmagneten um das Gehäuse gebildet.

[0019] Durch die Strahlbündelung mittels der Magnetanordnung kann in Längsrichtung der Abstand zur nächsten Auffängerstufe bei der Längsachse wesentlich größer gewählt werden als bei einer ersten Elektrode eines rein elektrostatischen Auffängers. Der größere Abstand zur Elektrode der nächsten Auffängerstufe ermöglicht wiederum vorteilhafterweise eine große axiale Abmessung der Anlagefläche der Elektrodenmantelfläche und des an dieser anliegenden Keramikrings, so dass sich trotz geringen Außen- und Innendurchmessers des Keramikrings insgesamt vorteilhaft große Anlageflächen des Keramikrings an die Elektrodenmantelfläche und an die Innenwand des Gehäuses und eine gute Wärmeabführung von der Elektrode auf das Gehäuse ergeben.

[0020] Bei der wenigstens einen weiteren Elektrode, bei welcher vorzugsweise keine Magnetanordnung zur Strahlbündelung bei der Längsachse mehr gegeben ist, sind durch den größeren Innen- und/oder Außendurchmesser des Keramikrings und korrespondierend damit durch den größeren Durchmesser der Elektrodenmantelfläche große Anlageflächen des Keramikrings zu Gehäuseinnenwand und zu Elektrodenmantelfläche gegeben. Für eine solche weitere Auffängerstufe ist typischerweise auch bei bekannten rein elektrostatischen Auffängern eine größere Baulänge der Elektrodenmantelfläche gegeben als für die erste Stufe, so dass bei dem erfindungsgemäßen Aufbau für die Elektrode einer solchen weiteren Auffängerstufe durch den größeren Innen-

und/oder Außendurchmesser des Keramikrings in Verbindung mit der größeren Baulänge große Anlageflächen für die Wärmeabführung von der Elektrode zum Gehäuse gegeben sind. Bei einer solchen weiteren Auffängerstufe ohne magnetische Strahlführung ist der Wärmeeintrag durch auftreffende Elektronen nicht auf einen der Längsachse nahen Bereich konzentriert, so dass der gegenüber der ersten Auffängerstufe größere Durchmesser der Elektrodenmantelfläche nicht von besonderem Nachteil ist.

[0021] Der Innendurchmesser der Distanzanordnung der wenigstens einen weiteren Auffängerstufe ist vorteilhafterweise um wenigstens 25 %, insbesondere wenigstens 40 % größer als Innendurchmesser der ersten Stufe. Auch der Außendurchmesser der Distanzanordnung ist bei der wenigstens einen weiteren Auffängerstufe größer als bei der ersten Auffängerstufe, wobei die relativen Unterschiede bei den Außendurchmessern geringer sein können. Bei der angenommenen, im wesentlichen gleichen Dicke der Keramikringe innerhalb der mehreren Stufen sind Innendurchmesser und Außendurchmesser der Keramikringe miteinander korreliert. Insbesondere seien bei gegebenenfalls unterschiedlichen radialen Dicken der Keramikringe in den einzelnen Auffängerstufen die Unterschiede in den Dicken klein gegen die Unterschiede in den Innendurchmessern und Außendurchmessern.

[0022] In vorteilhafter Ausführungsform können bei der ersten Auffängerstufe die radiale Dicke der Distanzanordnung und die Spannung der Elektrode gegen die Auffängerhülle geringer sein als bei der wenigstens einen weiteren Auffängerstufe. Durch die geringere radiale Dicke wird die Wärmeableitung von der Elektrode zur Auffängerhülle vorteilhafterweise verbessert und bei gegebenem Durchmesser der Elektrodenmantelfläche kann die Außenhülle und damit auch die Magnetanordnung im Bereich der ersten Auffängerstufe näher an die Längsachse rücken.

[0023] Die Erfindung ist nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Abbildung in Fig. 1, welche eine schematische Schnittdarstellung eines Auffängers zeigt, noch eingehend veranschaulicht.

[0024] Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Auffängers mit einer die Längsachse LA des Auffängers enthaltenden Schnittebene. Als Längsachse LA bzw. Längsrichtung des Auffängers sei die Richtung der Verlängerung der Richtung des aus der Verzögerungsleitung VZ austretenden gebündelten Elektronenstrahls ES angesehen. Vorzugsweise ist der Auffänger in seinen wesentlichen Komponenten zumindest annähernd rotationssymmetrisch um die Längsachse LA. Es sind auch Auffänger mit bezüglich der Längsachse bzw. der Strahlverlängerung unsymmetrischem Aufbau bekannt.

[0025] Der aus der Verzögerungsleitung austretende gebündelte Elektronenstrahl ES tritt in eine Strahleintrittsöffnung OE des Auffängers ein, welche durch eine die

Längsachse LA umgebende Öffnung in der Elektrode E1 der ersten Auffängerstufe A1 begrenzt ist. Die Öffnungsweite der Öffnung OE ist klein, um im Auffänger umkehrende Elektronen weitgehend abzufangen. Die Elektrode E1 setzt sich von der Strahleintrittsöffnung OE bezüglich der Längsachse LA radial nach außen fort, wobei die Elektrode in diesem Abschnitt typischerweise einen leicht konischen Verlauf zeigt. Der konische Verlauf der Elektrode E1 der ersten Auffängerstufe A1 führt zu einer Elektrodenmantelfläche M1 der ersten Elektrode E1, welche im skizzierten bevorzugten Ausführungsbeispiel im wesentlichen kreiszylindrisch um die Längsachse LA verläuft. Die bezüglich der Längsachse LA axiale Erstreckung der kreiszylindrischen Elektrodenmantelfläche M1 ist mit L1 bezeichnet.

[0026] Die Elektrodenmantelfläche M1 der Elektrode E1 der ersten Auffängerstufe AS1 liegt an der Innenfläche eines Keramikrings R1 an. Die radial nach außen weisende Fläche des Keramikrings R1 liegt an der Innenwand einer Außenhülle AH des Auffängers an.

[0027] Die Außenhülle AH ist typischerweise metallisch und kann insbesondere aus einem gut wärmeleitenden Material, insbesondere Kupfer, Aluminium, Magnesium oder Legierungen mit solchen Materialien bestehen. Der Keramikring R1 dient zum einen zur mechanischen Festlegung der Elektrode E1 der ersten Auffängerstufe AS1 und des weiteren zur elektrischen Isolation der Elektrode E1 gegen die Außenhülle AH und zur Übertragung von an der Elektrode E1 anfallender Verlustwärmeleistung auf die Außenhülle AH. Das Wärmeleitvermögen der typischerweise eingesetzten keramischen Materialien ist gering im Vergleich zu dem Wärmeleitvermögen der metallischen Elektrode E1 bzw. der metallischen Außenhülle AH, so dass nachfolgend davon ausgegangen wird, dass der Wärmeleitwiderstand bei der Ableitung von an der Elektrode E1 anfallender Verlustwärmeleistung auf die Außenhülle AH bzw. eine mit dieser gut wärmeleitend verbindende Kühleinrichtung im wesentlichen durch den Keramikring R1 bestimmt ist. Für den Wärmeleitwiderstand des Keramikrings R1 sind neben den Materialeigenschaften des eingesetzten keramischen Materials insbesondere die radiale Dicke DR des Keramikrings und die Größe der Anlageflächen des Keramikrings am Außendurchmesser zur Außenhülle AH und am Innendurchmesser zur Elektrodenmantelfläche M1 bestimmend. Der Innendurchmesser des Keramikrings R1 ist mit D1 bezeichnet. Die Wandstärke der Elektrodenmantelfläche M1 sei gering gegen den Durchmesser D1 und die Ringdicke DR und daher bei den folgenden Betrachtungen vernachlässigt.

[0028] Am Außenumfang der Wand der Außenhülle AH ist im Längsbereich der ersten Auffängerstufe AS1, insbesondere in einem in Richtung des Elektronenstrahls axial nach der Öffnung OE der Elektrode E1 liegendem Längsbereich, eine Magnetanordnung angeordnet, welche vorzugsweise als Ringmagnet RM1 mit in Längsrichtung entgegen gesetzten Magnetpolen ausgebildet ist. Die Magnetanordnung bewirkt im Bereich der Längsach-

se LA ein Magnetfeld, welches bündelnd auf den in die erste Auffängerstufe AS1 eintretenden Elektronenstrahl, insbesondere auf die in diesem Längsabschnitt des Auffängers noch schnell bewegten Elektronen wirkt. Hierdurch werden vor allem im Elektronenstrahl die Elektronen, deren Geschwindigkeit beim Austritt aus der Verzögerungsleitung einer der nachfolgenden Auffängerstufen des Auffängers zugeordnet ist, nahe bei der Längsachse gehalten und eine für rein elektrostatische Auffänger typische schnelle Strahlaufweitung wird vermieden. Dadurch kann der axiale Abstand zwischen der Eintrittsöffnung OE und der nachfolgenden Auffängerstufe AS2 gegenüber rein elektrostatischen Auffängern groß gehalten werden und die Elektrodenmantelfläche M1 der ersten Elektrode E1 kann eine große Baulänge aufweisen, welche im skizzierten Beispiel geringfügig größer ist als die mit L1 bezeichnete axiale Länge des Keramikrings R1. Die Anlagefläche zwischen Innenwand des Keramikrings R1 und der Elektrodenmantelfläche M1 ist dann durch die Länge L1 des Keramikrings R1 und durch den Innendurchmesser D1 des Keramikrings R1 gegeben.

[0029] Der Durchmesser D1 beträgt vorteilhafterweise nicht mehr als 200 %, insbesondere nicht mehr als 150 % der Länge L1 der Anlagefläche zwischen Elektrodenmantelfläche M1 und Keramikring R1.

[0030] In dem in Fig. 1 skizzierten Beispiel folgt in Richtung der Längsachse LA und in Ausbreitungsrichtung des Elektronenstrahls ES eine zweite Auffängerstufe AS2, welche auch noch im strahlbündelnden Einflussbereich der Magnetanordnung RM1 liegt, insbesondere hinsichtlich ihrer Eintrittsöffnung der Elektrode E2 dieser zweiten Auffängerstufe AS2. Die Elektrode E2 setzt sich in zur ersten Auffängerstufe AS1 analoger Weise fort in eine im wesentlichen kreiszylindrische Elektrodenmantelfläche M2, welche über einen Keramikring R2 relativ zur Außenhülle AH mechanisch festgelegt, gegen die Außenhülle AH elektrisch isoliert und zur Abführung von Verlustwärmeleistung an die Außenhülle AH mit dieser verbunden ist. Die zweite Auffängerstufe ist hinsichtlich der Abmessungen des Keramikrings R2 im skizzierten Beispiel gleich aufgebaut wie die erste Auffängerstufe AS1. Die Magnetanordnung RM1 entfaltet die strahlbündelnde Wirkung insbesondere im Längsbereich vor und bei der Eintrittsöffnung der Elektrode E2 der zweiten Auffängerstufe. Die Magnetanordnung RM1 kann in von magnetisch fokussierten Auffängeranordnungen an sich bekannter Weise durch magnetische Zusatzelemente, insbesondere weichmagnetische Elemente gezielt so beeinflusst sein, dass das Magnetfeld nicht exakt rotations-symmetrisch ist, sondern eine bewußte Asymmetrie der Art aufweist, dass umkehrende und nahe bei der Längsachse zurück, d. h. in der Abbildung von rechts nach links laufende Elektronen von der Längsachse radial weg auf die Elektrode E1 oder E2 gelenkt werden und dadurch nicht zurück in die Verzögerungsleitung gelangen können.

[0031] Auf die Auffängerstufe AS2 folgt in Längsrichtung in Ausbreitungsrichtung des Elektronenstrahls eine

Auffängerstufe AS3 und auf diese eine in Strahlrichtung topfförmig geschlossene vierte Auffängerstufe AS4. Diese Auffängerstufen sind weitere Auffängerstufen im Sinne der vorliegenden Erfindung. In den Längsbereichen dieser Auffängerstufen sind keine Magnetanordnungen mehr gegeben, so dass das Verhalten des Elektronenstrahls hier dem der reinen elektrostatischen Auffänger entspricht und der Elektronenstrahl sich nach Eintritt in die dritte Auffängerstufe AS3 schnell aufweitet. Für die Elektroden E3 bzw. E4 der dritten Auffängerstufe AS3 und der vierten Auffängerstufe AS4 sind wieder der Ausbreitungsrichtung des Elektronenstrahls entgegen gerichtete konische Abschnitte und im wesentlichen bezüglich der Längsachse LA kreiszylindrische Elektrodenmantelflächen vorgesehen. Die geometrische Ausführung dieser Elektroden kann von der skizzierten Form abweichen. Verschiedene geometrische Ausgestaltungen solcher Elektroden sind an sich bekannt.

[0032] Die zylindrischen Elektrodenmantelflächen M3 bzw. M4 der Elektroden der dritten und vierten Auffängerstufe AS3, AS4 sind wiederum über Keramikringe R3 bzw. R4 wärmeleitend und mechanisch mit der Außenhülle AH verbunden und bilden elektrische Isolatoren zwischen den Elektroden und der Außenhülle. Für die Auffängerstufen AS3 und AS4 seien gleiche Innendurchmesser DW sowie gleiche Außendurchmesser AW angenommen. Insbesondere die Innendurchmesser der Keramikringe R3, R4 können aber auch voneinander verschieden sein. Der Innendurchmesser DW des Keramikrings R3 der weiteren Auffängerstufe AS3 ist vorteilhafterweise um wenigstens 25 %, insbesondere um wenigstens 40 % größer als der Innendurchmesser D1 des Keramikrings R1 der ersten Auffängerstufe AS1. Auch der Außendurchmesser AW der weiteren Auffängerstufe AS3 ist größer als der Außendurchmesser A1 der ersten Auffängerstufe AS1, wobei der relative Durchmesserunterschied typischerweise geringer ist als bei den Innendurchmessern D1, DW. Durch die im Vergleich zur ersten Auffängerstufe AS1 großen Durchmesser DW, AW ergibt sich für die Anlageflächen der Elektrodenmantelfläche M3 der dritten Auffängerstufe AS3 und in entsprechender Weise auch der Elektrodenmantelfläche M4 der Auffängerstufe AS3 eine große Anlagefläche an den Keramikring R3 bzw. R4 und somit ein großer, für den Wärmetransport von den Elektroden zur Außenhülle AH maßgebender Materialquerschnitt der Keramikringe, deren axiale Längen mit L3 für die dritte Auffängerstufe AS3 und mit L4 für die vierte Auffängerstufe AS4 bezeichnet sind.

[0033] In der Abbildung sind für die einzelnen Auffängerstufen gleiche radiale Dicken der Keramikringe angenommen. In vorteilhafter Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass bei zumindest der ersten Auffängerstufe AS1 die radiale Dicke des Keramikrings geringer ist als bei der dritten und/oder vierten Auffängerstufe und zugleich in an sich gebräuchlicher Art die Spannung zwischen Elektrode und Außenhülle bei der ersten Auffängerstufe geringer ist als bei den anderen Auffängerstufen.

[0034] Anstelle der für jede Auffängerstufe getrennten Keramikringe können auch gemeinsame Keramikringe für zwei oder mehr benachbarte Auffängerstufen vorgesehen sein. Anstelle der in Umfangsrichtung geschlossenen Keramikringe können auch mehrere in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Distanzkörper vorgesehen sein. Die elektrischen Zuleitungen zu den Elektroden der einzelnen Auffängerstufen sind der Übersichtlichkeit halber nicht mit eingezeichnet. Typischerweise werden solche Leitungen an der der Eintrittsöffnung OE entgegen gesetzten Stirnseite des Auffängers durch die Außenhülle AH herausgeführt. Die Außenhülle AH bildet eine vakuumdichte Hülle um die mehrstufige Elektrodenanordnung des Auffängers.

Die vorstehend und die in den Ansprüchen angegebenen sowie die den Abbildungen entnehmbaren Merkmale sind sowohl einzeln als auch in verschiedener Kombination vorteilhaft realisierbar. Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern im Rahmen fachmännischen Könnens in mancherlei Weise abwandelbar. Insbesondere kann, wie an sich bekannt, die Anzahl der Auffängerstufen variieren.

Patentansprüche

1. Auffänger für eine Wanderfeldröhre mit mehreren in Richtung einer Längsachse (LA) aufeinander folgend angeordneten und von einer Auffängerhülle (AH) umgebenen Auffängerstufen (AS1, AS2, AS3, AS4), wobei wenigstens eine einer Strahleintrittsöffnung (OE) des Auffängers zugewandte erste Auffängerstufe (AS1) und wenigstens eine der Strahleintrittsöffnung abgewandte weitere Auffängerstufe (AS3) vorgesehen sind und die Elektroden (E1) der ersten (AS1) und der wenigstens einen weiteren (AS3) Auffängerstufen jeweils einen Mantelabschnitt aufweisen, welcher die Elektroden über elektrisch isolierende Distanzanordnungen (R1, R3) wärmeleitend mit der Auffängerhülle (AH) verbindet, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Innendurchmesser (D1) der Distanzanordnung (R1) bei der ersten Auffängerstufe (AS1) geringer ist als ein Innendurchmesser (DW) der Distanzanordnung (R3) bei wenigstens einer weiteren Auffängerstufe (AS3), **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Außendurchmesser (A1) der Distanzanordnung (R1) bei der ersten Auffängerstufe (AS1) geringer ist als ein Außendurchmesser (AW) der Distanzanordnung (R3) bei wenigstens einer weiteren Auffängerstufe (AS3), **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest im Längsbereich der ersten Auffängerstufe (AS1) in Richtung eines Elektronenstrahls axial nach der Eintrittsöffnung (OE) der Elektrode (E1) der ersten Auffängerstufe (AS1) eine zur Bündelung des Elektronenstrahls auf der Längsachse eingerichtete Magnetanordnung (RM1) vorgesehen ist.

2. Auffänger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Längsbereich der wenigstens einen weiteren Elektrode keine zur Bündelung des Elektronenstrahls bei der Längsachse eingerichtete Magnetanordnung vorgesehen ist.
3. Auffänger nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Innendurchmesser (DW) und/oder Außendurchmesser (AW) der Distanzanordnung (R3) bei der wenigstens einen weiteren Auffängerstufe (AS3) um wenigstens 30 %, insbesondere um wenigstens 50 % größer sind als der Innendurchmesser (D1) bzw. Außendurchmesser (A1) der Distanzanordnung (R1) bei der ersten Auffängerstufe (AS1).
4. Auffänger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der ersten Auffängerstufe (A1) der Innendurchmesser (D1) der Distanzanordnung (R1) nicht mehr als 200 %, insbesondere nicht mehr als 150 % der axialen Länge der Anlagefläche zwischen Elektrodenmantelfläche (M1) und Distanzanordnung (R1) beträgt.
5. Auffänger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der ersten (AS1) und der weiteren (AS3) Auffängerstufe eine zweite Auffängerstufe (AS2) mit gegenüber der weiteren Auffängerstufe geringerem Innen- und/oder Außendurchmesser der Distanzanordnung (R2) eingefügt ist.
6. Auffänger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Längsrichtung aufeinanderfolgend zwei weitere Auffängerstufen (AS3, AS4) mit gegenüber der ersten Auffängerstufe (AS1) größeren Innen- und/oder Außendurchmessern vorgesehen sind.
7. Auffänger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanzanordnungen (R1, R2, R3, R4) kreisringförmige Körper, insbesondere aus Keramik bilden, welche flächig an der Auffängerhülle (AH) und an den Elektrodenmantelflächen (M1, M2, M3, M4) anliegen.
8. Auffänger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der ersten Auffängerstufe (AS1) die radiale Dicke der Distanzanordnung (R1) und die Spannung der Elektrode (E1, M1) gegen die Auffängerhülle (AH) geringer sind als die Dicke der Distanzanordnung (R3) und die Spannung der Elektrode (E3, M3) bei der wenigstens einen weiteren Auffängerstufe.
9. Wanderfeldröhre mit einer Elektronenstrahlquelle, einer Verzögerungsleitung und mit einem Auffänger nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

Claims

1. Collector for a travelling-wave tube having a plurality of collector stages (AS1, AS2, AS3, AS4), which are arranged successively in the direction of a longitudinal axis (LA) and surrounded by a collector sleeve (AH), wherein at least one first collector stage (AS1) located towards a beam inlet opening (OE) of the collector and at least one further collector stage (AS3) located away from the beam inlet opening are provided and the electrodes (E1) of the first (AS1) and of the at least one further (AS3) collector stages each have a lateral portion, which connects the electrodes to the collector sleeve (AH) in a thermally conductive manner via electrically insulating distance arrangements (R1, R3), **characterized in that** an inside diameter (D1) of the distance arrangement (R1) at the first collector stage (AS1) is smaller than an inside diameter (DW) of the distance arrangement (R3) at at least one further collector stage (AS3), **in that** an outside diameter (A1) of the distance arrangement (R1) at the first collector stage (AS1) is smaller than an outside diameter (AW) of the distance arrangement (R3) at at least one further collector stage (AS3), **characterized in that** a magnet arrangement (RM1) configured for focusing the electron beam on the longitudinal axis is provided at least in the longitudinal region of the first collector stage (AS1) in the direction of an electron beam axially toward the inlet opening (OE) of the electrode (E1) of the first collector stage (AS1).
2. Collector according to Claim 1, **characterized in that** a magnet arrangement configured for focusing the electron beam in the longitudinal axis is not provided in the longitudinal region of the at least one further electrode.
3. Collector according to Claim 1 or 2, **characterized in that** inside diameters (DW) and/or outside diameters (AW) of the distance arrangement (R3) at the at least one further collector stage (AS3) are greater than the inside diameter (D1) and outside diameter (A1) of the distance arrangement (R1) at the first collector stage (AS1) by at least 30%, in particular by at least 50%.
4. Collector according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that**, at the first collector stage (A1), the inside diameter (D1) of the distance arrangement (R1) is not more than 200%, in particular not more than 150%, of the axial length of the contact surface between the electrode lateral surface (M1) and the distance arrangement (R1).
5. Collector according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** a second collector stage (AS2) having a smaller inside and/or outside diameter of the dis-

tance arrangement (R2) compared to the further collector stage is inserted between the first (AS1) and the further (AS3) collector stage.

6. Collector according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** two further collector stages (AS3, AS4) having greater inside and/or outside diameters compared to the first collector stage (AS1) are provided successively in the longitudinal direction.
7. Collector according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the distance arrangements (R1, R2, R3, R4) form circular-ring-shaped bodies, in particular made of ceramic, which bear extensively against the collector sleeve (AH) and against the electrode lateral surfaces (M1, M2, M3, M4).
8. Collector according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that**, at the first collector stage (AS1), the radial thickness of the distance arrangement (R1) and the voltage of the electrode (E1, M1) with respect to the collector sleeve (AH) are smaller/lower than the thickness of the distance arrangement (R3) and the voltage of the electrode (E3, M3) at the at least one further collector stage.
9. Travelling-wave tube having an electron beam source, a delay line and having a collector according to one of Claims 1 to 8.

Revendications

1. Collecteur, pour un tube à ondes progressives, pourvu de plusieurs niveaux de collecteur (AS1, AS2, AS3, AS4) placés de manière successive dans la direction d'un axe longitudinal (LA) et entourés d'une enveloppe de collecteur (AH), au moins un premier niveau de collecteur (AS1) qui fait face à l'orifice d'entrée de faisceau (OE) du collecteur et au moins un niveau de collecteur (AS3) supplémentaire opposé à l'orifice d'entrée de faisceau étant prévus et les électrodes (E1) du premier (AS1) et de l'au moins un (AS3) niveau de collecteur supplémentaire comportant chacune un segment d'enveloppe, lequel par l'intermédiaire d'agencements écarteurs (R1, R3) isolants électrique relie les électrodes de manière conductrice de chaleur avec l'enveloppe de collecteur (AH), **caractérisé en ce que** sur le premier niveau de collecteur (AS1), un premier diamètre intérieur (D1) de l'agencement écarteur (R1) est inférieur à un diamètre intérieur (DW) de l'agencement écarteur (R3) sur au moins un niveau de collecteur (AS3) supplémentaire, **en ce que** sur le premier niveau de collecteur (AS1), un diamètre extérieur (A1) de l'agencement écarteur (R1) est inférieur à un diamètre extérieur (AW) de l'agencement écarteur (R3), sur au moins un niveau de collecteur (AS3) supplé-

- mentaire, **caractérisé en ce**
qu'au moins dans la zone longitudinale du premier
niveau de collecteur (AS1), dans la direction d'un
faisceau d'électrons, en direction axiale après l'ori-
fice d'entrée (OE) de l'électrode (E1) du premier ni-
veau de collecteur (AS1), un agencement d'aimants
(RM1) aménagé pour la concentration du faisceau
d'électrons est prévu sur l'axe longitudinal. 5
2. Collecteur selon la revendication 1, **caractérisé en**
ce que dans la zone longitudinale de l'au moins une
électrode supplémentaire aucun agencement
d'aimants aménagé pour la concentration du fais-
ceau d'électrons n'est prévu près de l'axe longitu-
dinal. 10 15
3. Collecteur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé**
en ce que sur l'au moins un niveau de collecteur
(AS3) supplémentaire, le diamètre intérieur (DW)
et/ou le diamètre extérieur (AW) de l'agencement
écarteur (R3) sont supérieurs d'au moins 30 %, no-
tamment d'au moins 50 % au diamètre intérieur (D1)
ou au diamètre extérieur (A1) de l'agencement écar-
teur (R1) sur le premier niveau de collecteur (AS1). 20 25
4. Collecteur selon l'une quelconque des revendica-
tions 1 à 3, **caractérisé en ce que** sur le premier
niveau de collecteur (A1), le diamètre intérieur (D1)
de l'agencement écarteur (R1) ne s'élève pas à plus
de 200 %, notamment pas à plus de 150 % de la
longueur axiale de la surface d'appui entre la surface
d'enveloppe d'électrode (M1) et l'agencement écar-
teur (R1). 30
5. Collecteur selon l'une quelconque des revendica-
tions 1 à 4, **caractérisé en ce que** qu'entre le pre-
mier (AS1) et le niveau de collecteur supplémentaire
(AS3) est inséré un deuxième niveau de collecteur
(AS2), avec un diamètre intérieur et/ou extérieur de
l'agencement écarteur (R2) plus faible par rapport
au niveau de collecteur supplémentaire. 35 40
6. Collecteur selon l'une quelconque des revendica-
tions 1 à 5, **caractérisé en ce que** successivement
dans la direction longitudinale, sont prévus deux ni-
veaux de collecteur (AS3, AS4) supplémentaires
avec un diamètre intérieur et/ou extérieur supérieur
par rapport au premier niveau de collecteur (AS1). 45
7. Collecteur selon l'une quelconque des revendica-
tions 1 à 6, **caractérisé en ce que** les agencements
écarteurs (R1, R2, R3, R4) forment des corps en
anneaux de cercle, notamment en céramique, les-
quels s'appuient à plat sur l'enveloppe de collecteur
(AH) et sur les surfaces d'enveloppe d'électrodes
(M1, M2, M3, M4). 50 55
8. Collecteur selon l'une quelconque des revendica-
tions 1 à 7, **caractérisé en ce que** sur le premier
niveau de collecteur (AS1), l'épaisseur radiale de
l'agencement écarteur (R1) et la tension de l'élec-
trode (E1, M1) contre l'enveloppe de collecteur (AH)
sont inférieures à l'épaisseur de l'agencement écar-
teur (R3) et à la tension de l'électrode (E3, M3) sur
l'au moins un niveau de collecteur supplémentaire.
9. Tube à ondes progressives, pourvu d'une source de
faisceau d'électrons, d'une ligne de temporisation et
d'un collecteur selon l'une quelconque des revendi-
cations 1 bis 8.

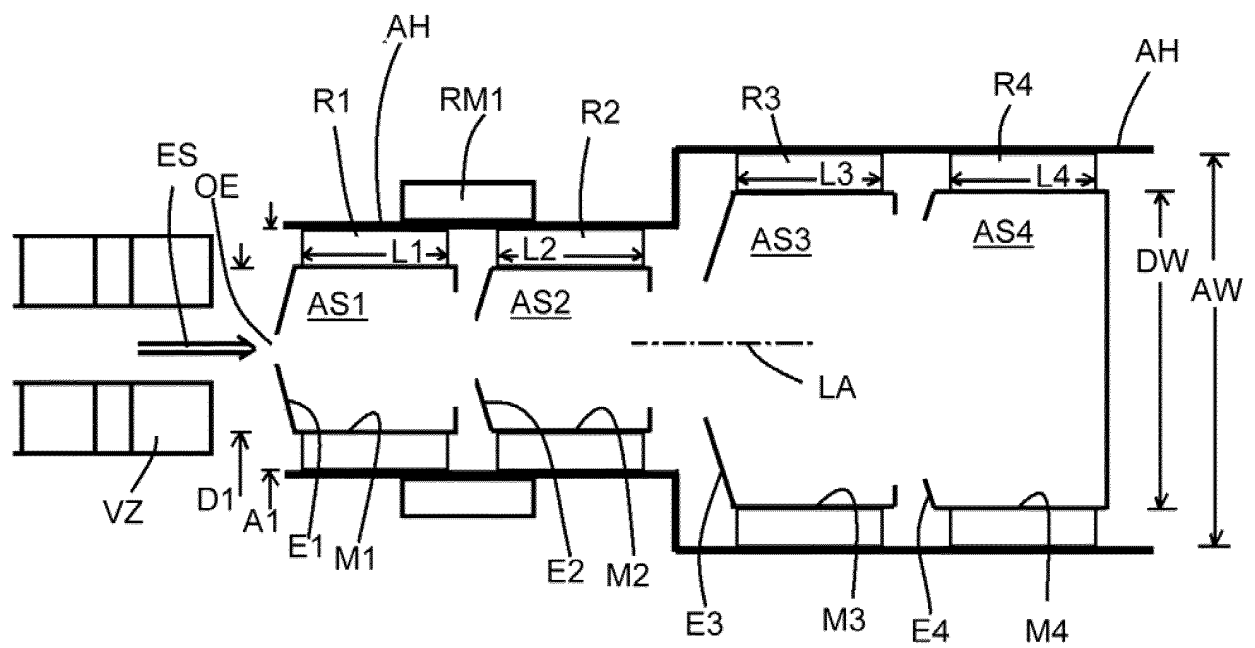


Fig. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0276090 B1 [0003]
- DE 69804954 T2 [0003] [0008]
- JP 2000133152 A [0004]
- DE 60225412 T2 [0005] [0008]
- DE 3913063 A1 [0006]
- US 5177394 A [0006]
- US 3153743 A [0007]
- US 5952785 A [0007]
- US 4096409 A [0009]
- US 6094009 A [0010]
- US 5780970 A [0011]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **J. BRETTING.** *Technische Röhren*, 1991, ISBN 3-7785-1645-0, 177 [0005]