

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 559 283 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.11.1996 Patentblatt 1996/46

(51) Int Cl.⁶: **H01J 1/14, H01J 1/28**

(21) Anmeldenummer: **93200563.0**

(22) Anmeldetag: **01.03.1993**

(54) Kathode mit einem porösen Kathodenelement

Cathode with porous cathode element

Cathode muni d'un élément de cathode poreux

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

(30) Priorität: **05.03.1992 DE 4206909**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.09.1993 Patentblatt 1993/36

(73) Patentinhaber:
• **Philips Patentverwaltung GmbH**
22335 Hamburg (DE)
Benannte Vertragsstaaten:
DE
• **Philips Electronics N.V.**
5621 BA Eindhoven (NL)
Benannte Vertragsstaaten:
FR GB NL

(72) Erfinder:

- **Gärtner, Georg, Dr.**
W-2000 Hamburg 1 (DE)
- **Lydtin, Hans, Dr.**
W-2000 Hamburg 1 (DE)

(74) Vertreter: **Hartmann, Heinrich, Dipl.-Ing. et al**
Philips Patentverwaltung GmbH,
Röntgenstrasse 24
22335 Hamburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

FR-A- 1 410 641 **GB-A- 996 970**
GB-A- 2 116 356 **GB-A- 2 238 655**
US-A- 4 986 788

- **SOV. PHYS. TECH. PHYS. Bd. 21, Nr. 4, April**
1976, Seiten 455 - 458 T. AMIRKHANOV ET AL.
'Local characteristics of an oxide cathode'

EP 0 559 283 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kathode mit einem porösen Kathodenelement, welches mindestens ein hochschmelzendes Metall sowie nanostrukturierte Partikel mit mittlerem Durchmesser < 1000 nm enthält.

Elektronenemitter von Vakuumelektronenröhren, beispielsweise von Bildröhren, Röntgenröhren und allgemein von Röhren in der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik sollen wegen steigender Leistungsanforderungen hohe Emissionsstromdichten bei möglichst niedriger Betriebstemperatur, eine hohe Lebensdauer, hohe Resistenz gegenüber Vergiftung durch Restgase und ein stabiles Verhalten bei Elektronenbeschuß aufweisen.

HDTV-Kathoden müssen Emissionsstromdichten von 20 A/cm^2 zulassen, wobei die Betriebstemperaturen deutlich unter 1000°C liegen sollen und Lebensdauern von mehr als $20\,000$ h gefordert werden. Kathoden moderner Hochleistungsrontgenröhren sollen Emissionsstromdichten von 10 A/cm^2 bei relativ hohen Restgasdrücken von bis zu 10^{-3} mbar und bei intensivem Ionenbeschuß liefern.

Wichtigstes Eigenschaftskriterium einer Kathode ist eine über die Lebensdauer gleichbleibend hohe Emissionsstromdichte. Bei einem bekannten Material mit gegebener Austrittsarbeit für Elektronen läßt sich die Elektronenemission durch Temperaturerhöhung exponentiell erhöhen.

Dadurch können jedoch eine Erhöhung der Verlustleistung, eine Verminderung der mechanischen Stabilität des emittierenden Festkörpers bzw. seines Heizers und infolge Verdampfung des emittierenden Materials eine schnelle Erschöpfung des Vorrats und schädliche Kontaminationen von Systembauteilen einer Röhre (beispielsweise Gitter) verursacht werden, so daß einer hinsichtlich der Elektronenemission vorteilhaften Temperaturerhöhung Grenzen gesetzt sind.

Für den Hochtemperaturbetrieb sind nur wenige hochschmelzende Metalle, insbesondere W, Re und Ta als Refraktärmetalle geeignet, da gleichzeitig die Forderung nach einer niedrigen Verdampfungsrate erfüllt werden muß.

Ein Vorteil des Hoch-Temperaturbetriebs reiner Metalle ist die geringe Kontamination (Vergiftung) der Kathodenoberfläche und die geringe Empfindlichkeit gegenüber Ionenbeschuß. Allerdings ist selbst reines Wolfram für hohe Emissionsstromdichten $> 5 \text{ A/cm}^2$ und Lebensdauern von $> 10^3$ h ungeeignet. Demgegenüber können solche Emissionsbedingungen durch Aufbau geeigneter Oberflächenkomplexe (Adsorbat/Substrat-Dipolschichten) erfüllt werden, wodurch die Elektronenaustrittsarbeit herabgesetzt wird. Damit erreicht man hohe Emissionsstromdichten bei relativ niedrigen Betriebstemperaturen und geringe Energieverluste. In der Praxis werden Materialkombinationen von W/ThO₂, W/Th, W/Ba, W/BaO, W/Sc₂O₃/BaO/CaO/Al₂O₃ verwendet.

Erstrebenswert ist dabei eine möglichst uniforme Belegung der emittierenden Fläche mit Komplexen, die eine niedrige Austrittsarbeit bei gleichzeitig geringer Abdampfrate haben. Dieses Ziel versucht man in der Praxis mit Hilfe strukturmodifizierter Kathoden, wie z.B. Imprägnations-, Top-Layer-, Mixed Metal Matrix-, Multilayer- und Controlled Porosity Dispenser-Kathoden zu erreichen. Die Gründe für die dennoch unzureichende Emission der konventionellen strukturmodifizierten Kathoden sind ein zu geringer Bedeckungsgrad der emittierenden Kathodenoberfläche - z.B. mit BaO bei imprägnierten Kathoden - durch ungenügende Nachlieferung aus den Poren oder Korngrenzen nach Abdampfung/Absputtern oder wegen der Kontamination von Oberflächenplätzen durch Restgase.

Die grundsätzliche Möglichkeit, hohe Emissionsstromdichten über Temperaturerhöhungen einzustellen, wird bei derartigen Kathodenausführungsformen über eine niedrige Lebensdauer erkaufte. Im schlimmsten Fall werden Oberflächenplätze irreversibel mit Elementen bzw. Molekülen belegt, welche die Austrittsarbeit sogar noch über den Wert des reinen Matrixmetalles erhöhen. Zwar regenerierbar aber in der Auswirkung ähnlich nachteilig ist der Verlust eines die Austrittsarbeit herabsetzenden Adsorbats (z.B. Sc aus Sc₂O₃) durch Verdampfung oder Ionenbeschuß.

Eine Dispenser-Kathode mit einem thermionisch emittierenden Kathodenelement der eingangs genannten Art ist durch die EP-A-0442 163 als I-Kathode bekannt. Dabei sind in einer Materialstruktur Oxidpartikel wie beispielsweise BaO eingebettet.

Aus der FR-A 1 410 641 ist eine Kathode mit einem porösen Metallkörper bekannt. Der grob poröse Körper weist dabei an einer Oberfläche eine dünne emittierende Schicht auf, deren Porosität so fein ist, daß sich eine gleichmäßige Emission ergibt.

Aus der GB-A 21 16 356 ist eine Kathode mit imprägnierten Poren bekannt. Diese Kathode enthält sowohl Partikel aus hochschmelzendem Metall als auch Partikel aus Scandium-Oxiden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kathodenelement der eingangs genannten Art derart zu gestalten, daß bei gegebener Temperatur höhere Emissionsstromdichten bei hoher Lebensdauer ermöglicht werden.

Die Lösung gelingt dadurch, daß das Kathodenelement vollständig aus Partikeln gebildet ist, deren mittlerer Durchmesser kleiner als 1000 nm ist, und welche in homogener Verteilung miteinander verbunden sind, daß 5 bis 90% des Gesamtvolumens des Kathodenelements aus ungefüllten und zur Umgebung offenen Poren besteht, wobei die von den Poren gebildeten freien Abstände zwischen benachbarten Partikeln kleiner als 1000 nm sind.

Eine weitere Kathode ist dadurch gekennzeichnet, daß das poröse Kathodenelement sowohl Partikel aus hochschmelzenden Metallen als auch Partikel aus Metalloxiden (wie Sc₂O₃, Y₂O₃, Eu₂O₃, La₂O₃, ThO₂) ent-

hält, welche auf einem beheizbaren Substrat aufgebracht sind.

Ein erfindungsgemäßes Kathodenelement wird im Folgenden als "Effusionskathodenelement" bezeichnet, da Elektronen bei Betrieb aus den oberflächennahen, dicht verteilten Poren ins Vakuum "effundieren". Ein Effusionskathodenelement im Sinne der vorliegenden Erfindung kann, wenn es selbst keine Erdalkalioxide enthält, als Deckelement z.B. für eine I-Kathode bekannter Art verwendet werden. Andererseits kann ein erfindungsgemäßes Effusionskathodenelement auch Partikel aus Erdalkalioxiden enthalten, so daß es dann als vollwertiges Kathodenelement verwendbar ist.

Eine homogene Verteilung der Partikel bedeutet, daß in jedem Volumenelement mit einem Volumen $(20 \bar{d})^3$ die Anzahlen der jeweiligen Partikel mit einem mittleren Durchmesser $\bar{d}$ um weniger als $\pm 20\%$ voneinander abweichen, wobei $\bar{d}$ als Mittelwert der statistisch streuenden Durchmesser d der Partikel definiert ist.

Als Durchmesser d von natürlich nicht genau kugelförmig ausgebildeten Partikeln ist der Mittelwert der in verschiedenen Winkellagen gemessenen räumlichen Erstreckung der Partikel zu verstehen.

Erfindungsgemäße Effusionskathodenelemente können zusätzlich mit an sich bekannten Deckschichten aus insbesondere Os oder Ru versehen sein. Solche Deckschichten sollten aber ebenfalls offenporig gestaltet werden.

Bei einem erfindungsgemäßen Effusionskathodenelement grenzen die für die Elektronenemission wichtigen Elemente und Verbindungen in homogener feiner Verteilung mit einer hohen Gesamtfläche an Poren an. Da die Poren offen und damit auf festkörperfreiem Wege von den Außenflächen des Effusionskathodenelements her zugänglich sind, ist die aktiv wirksame Fläche des erfindungsgemäßen Effusionskathodenkörpers erheblich vergrößert. Eine Nachlieferung von Erdalkaliatomen zu oberflächennahen Bereichen wird durch die offenen Poren hindurch erleichtert. Infolgedessen lassen sich hohe Emissionsstromdichten bereits bei relativ niedrigen Betriebstemperaturen erreichen.

Eine erfindungsgemäße Anordnung ist auch unempfindlich gegenüber Ionenbeschuß (Sputtern) und gegen Restgasbelegung (Vergiftung). Die Sputtereffekte betreffen nämlich nur die äußere Oberfläche, nicht aber die oberflächennahen Bereiche in der porösen Struktur. Unerwünschte Restgasbelegungen im Inneren der Struktur sind unter Betriebsbedingungen erschwert, weil die dort befindlichen freien Oberflächen der Partikel in hohem Maße mit erwünschten Atomen/Molekülen belegt sind.

Diese Vorteile kommen insbesondere dann signifikant gegenüber bekannten Kathoden zur Geltung, wenn das Effusionskathodenelement aus Partikeln besteht, von denen mindestens 90% einen Durchmesser im Bereich von 5 bis 1000 nm, vorzugsweise 30 bis 500 nm aufweisen. Je kleiner die Partikeldurchmesser sind, um so größer wird das Verhältnis der insgesamt verfügbaren

aktiven Oberfläche zur äußeren Oberfläche des Effusionskathodenelements. Bei zu kleinen Partikeldurchmessern ($d < 1$ nm) und auch bei zu kleinen Porendurchmessern wird allerdings die Wirksamkeit der Poren zu gering, da Strukturen aus Partikeln mit $d < 1$ nm bei Betriebstemperaturen von 750° nicht auf Dauer stabil bleiben. Falls mehr als 10% der Partikel der Festkörperstruktur Durchmesser von mehr als 500 nm aufwiesen, wurde die an sich hervorragende Widerstandsfähigkeit erfindungsgemäßer Kathoden gegen Ionenbombardement merkbar verschlechtert.

Die hochschmelzenden metallischen Komponenten sollten einen Anteil von $> 30\%$, insbesondere etwa 50-90% des Gesamtvolumens der Festkörperpartikel aufweisen. Ein Wert von etwa 50% hat sich dabei für Erdalkalioxid-Partikel enthaltende erfindungsgemäße Effusionskathodenkörper als vorteilhaft erwiesen. Bei einem Metallanteil von weniger als 30% ist eine genügend gute metallische Leitung des Effusionskathodenelements nicht mehr gewährleistet.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die oxidischen Partikel mindestens teilweise von einer dünnen Metallhülle umgeben sind oder daß mindestens ein Teil der metallischen Partikel von einer dünnen oxidischen Deckschicht umhüllt ist. Die Hüllschichten müssen natürlich so dünn bzw. so durchlässig strukturiert sein, daß der bedeckte Kern durch die Hülle hindurch aktiv wirksam werden kann.

Besonders hohe Emissionsstromdichten wurden dadurch ermöglicht, daß das Porenvolumen im oberen Teil des Effusionskathodenelements größer als im unteren Teil ist.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird anhand der Beschreibung von in der Zeichnung dargestellten vorteilhaften Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch ein Volumenelement eines erfindungsgemäßen Effusionskathodenelements, welches W- und Sc_2O_3 -Partikel, aber keine Erdalkalioxid-Partikel enthält und als Auflage für ein I-Kathodenelement (Fig. 3) geeignet ist.

Fig. 2 zeigt eine Ausführung mit Erdalkalioxid-Partikeln, welches als vollwertiges Dispenserkathodenelement verwendbar ist.

Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch ein Kathodenelement, bei welchem ein Effusionskathodenelement nach Fig. 1 auf einem I-Kathodenelement aufgebracht ist.

Fig. 4 zeigt eine strombeheizte mäanderförmige Ausführungsform eines Effusionskathodenelements mit einer Struktur nach Fig. 2.

Gemäß Fig. 3 ist ein Effusionskathodenelement 1 auf einem I-Kathodenelement 2 aufgebracht. Das I-Kathodenelement 2 besteht aus einer porösen W-Matrix 3, welche mit BaCa-Aluminat 4 imprägniert ist. Die Struktur eines Volumenelements des Effusionskathodenelements 1 ist in Fig. 1 angedeutet. Wolfram-Partikel 5 mit einem mittleren Durchmesser von 30 nm bilden ein tragendes Gerüst um Porenräume 6, in welchen bei Betrieb eine Elektronengaswolke entsteht. Eingelagert sind separate Oxidpartikel 7 aus Sc_2O_3 mit etwa gleichen Durchmessern. Infolge der Lieferung von Ba in Richtung des Pfeils 8 aus dem I-Kathodenelement 2 (Fig. 3) wird bei Betrieb der Kathode bei z.B. 900° C auf zu den Poren hin gerichteten Flächen der W-Partikel 5 ein Oberflächenkomplex 9 aus Ba-Sc-O gebildet. Bei 900° C und einer Feldstärke von ca. 4 kV/mm wurde nach 50 Stunden Betriebsdauer eine Emissionsstromdichte von 110 A/cm² gemessen (Elektronenstromrichtung gemäß den Pfeilen 10 und 11). Es ergaben sich bereits bei diesen labormäßig hergestellten Proben erheblich bessere Werte als mit bisher bekannten Kathodenelementen erreicht wurden. Bei 965° C wurden Lebensdauern von mehr als 3000 Stunden problemlos erreicht.

Bei der Ausführung nach Fig. 2 sind Sc_2O_3 -Kerne 12 und BaO-Kerne 13 (oder auch CaO-Kerne) mit W-Schichten 14a bzw. 14b umhüllt. Auf den zu den Porenräumen 15 gerichteten W-Flächen der zweischichtigen Partikel werden emittierende Schichten aus Ba-Sc-O gebildet. Für den in Richtung der Pfeile 16, 17 fließenden Elektronenstrom wurden Stromdichten von 95 A/cm² bei 850° C und Feldstärken von ca. 4kV/mm gemessen. Bei bekannten pulvermetallurgisch hergestellten Kathodenelementen, welche also keine offenporige Struktur aufweisen, konnte unter vergleichbaren Bedingungen höchstens 80 A/cm² erreicht werden. Dabei ist zu bedenken, daß die mit der Erfindung erreichten günstigen Werte an nicht optimierten labormäßig hergestellten Proben gemessen wurden. Die bei der Erfindung erforderliche Offenporigkeit konnte mit Niederschlagsverfahren wie insbesondere PCVD erreicht werden. Sinterverfahren erwiesen sich als wenig geeignet.

Fig. 4 zeigt ein mäanderförmig folienartiges Effusionskathodenelement 20, mit einer Struktur nach Fig. 2, welches auf einem vorzugsweise aus W, Ni oder Ti bestehenden Tragblech 21 angeordnet ist. Das Tragblech 21 kann gleichzeitig Substrat für die Herstellung der Schicht des Effusionskathodenelements 20 sein.

Wegen der metallischen Leitfähigkeit erfindungsgemäßer Effusionskathodenelemente und der nanostrukturierten homogenen Struktur läßt sich das mäanderförmige Effusionskathodenelement 20 auch ohne Tragblech 21 direkt heizen. Bei einem hindurchgeleiteten Heizstrom (Pfeil 18), kann ein Elektronenstrom in Richtung des Pfeils 19 erzeugt werden.

Man kann natürlich auch eine indirekte Heizung vorsehen. Beispielsweise können gemäß Fig. 2 strukturierte Effusionskathodenelemente auf einem Wider-

standsheizleiter angeordnet sein.

Patentansprüche

1. Kathode mit einem porösen Kathodenelement, welches zwischen zwei einander gegenüberliegenden Oberflächen ein hochschmelzendes Metall enthält, dadurch gekennzeichnet, daß das Kathodenelement (1) Partikel (5,7) aus hochschmelzendem Metall enthält, daß weniger als 10% der Partikel (5,7) einen Durchmesser von mehr als 500 nm aufweisen und daß das Kathodenelement (1) Poren enthält, die von einer oder beiden Oberflächen zugänglich sind.
2. Kathode mit einem porösen Kathodenelement, welches zwischen zwei einander gegenüberliegenden Oberflächen ein hochschmelzendes Metall enthält, dadurch gekennzeichnet, daß das Kathodenelement (1) sowohl Partikel (5) aus hochschmelzendem Metall als auch Partikel aus Metalloxiden (7) enthält, daß weniger als 10% der Partikel (5,7) einen Durchmesser von mehr als 500 nm aufweisen und daß das Kathodenelement (1) Poren enthält, die von einer oder beiden Oberflächen zugänglich sind.
3. Kathode nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das poröse Kathodenelement (1) mit Heizungsmitteln versehen ist.
4. Kathode mit einem porösen Kathodenkörper (3) das von einem Impregnant (4) versehen ist und mit einer emittierenden Oberfläche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode auf der emittierenden Oberfläche ein poröses Kathodenelement (1) enthält, welches zwischen zwei einander gegenüberliegenden Oberflächen ein hochschmelzendes Metall enthält, wobei das Kathodenelement (1) sowohl Partikel (5) aus hochschmelzendem Metall als auch Partikel aus Metalloxiden (7) enthält, daß weniger als 10% der Partikel (5,7) einen Durchmesser von mehr als 500 nm aufweisen und daß das Kathodenelement (1) Poren enthält, die sich zwischen den beiden Oberflächen erstrecken.
5. Kathode mit einem porösen Kathodenelement, welches mindestens ein hochschmelzendes Metall sowie nanostrukturierte Partikel mit mittlerem Durchmesser < 1000 nm enthält, dadurch gekennzeichnet, daß das Kathodenelement (1) vollständig aus Partikeln (5,7) gebildet ist, deren mittlerer Durchmesser kleiner als 1000 nm ist, und welche in homogener Verteilung miteinander verbunden sind, daß 5 bis 90% des Gesamtvolumens des Kathodenelements (1) aus ungefüllten

und zur Umgebung offenen Poren (6,15) besteht, wobei die von den Poren (6,15) gebildeten freien Abstände zwischen benachbarten Partikeln (5,7,14a,14b) kleiner als 1000 nm sind.

6. Kathode nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das poröse Kathodenelement sowohl Partikel aus hochschmelzenden Metallen (5) als auch Partikel aus Metalloxiden (7) enthält, welche auf einem beheizbaren Substrat aufgebracht sind.

7. Kathode nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das poröse Kathodenelement ausschließlich Partikel aus einem hochschmelzenden Metall (5) oder Partikel aus Metalloxiden (7) enthält, und daß das Kathodenelement (1) auf einem I-Kathodenelement (2) aufgebracht ist.

8. Kathode nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das poröse Kathodenelement Partikel aus hochschmelzendem Metall und Partikel aus Metalloxiden und Partikel aus Erdalkalimetallloxiden enthält.

9. Kathode nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallanteil (5,14a,14b) einen Volumenanteil von >30% der gesamten Festkörperpartikel aufweist.

10. Kathode nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das poröse Kathodenelement (1) aus Partikeln (5,7,14a,14b) gebildet ist, von denen mindestens 30% einen Durchmesser im Bereich von 5 bis 1000 nm, vorzugsweise 30 bis 500 nm aufweisen.

Claims

1. A cathode including a porous cathode element which comprises a high melting point metal between two facing surfaces, characterized in that the cathode element (1) comprises particles (5,7) of a high melting point metal, in that less than 10% of the particles (5,7) have a diameter in excess of 500 nm, and in that the cathode element (1) has pores which are accessible from one or both surfaces.

2. A cathode including a porous cathode element comprising a high melting point metal between two facing surfaces, characterized in that the cathode element (1) comprises particles (5) of a high melting point metal as well as particles of metal oxides (7), in that less than 10% of the particles (5,7) have a diameter in excess of 500 nm, and in that the cathode element (1) has pores which are accessible

from one or both surfaces.

3. A cathode as claimed in Claim 2, characterized in that the porous cathode element (1) is provided with heating means.

4. A cathode including a porous cathode body (3) which is provided with an impregnant (4) and with an emissive surface, characterized in that the cathode comprises a porous cathode element (1) on its emissive surface, which element comprises a high melting point metal between two facing surfaces, the cathode element (1) comprising particles (5) of a high melting point metal as well as particles of metal oxides (7), in that less than 10% of the particles (5,7) have a diameter in excess of 500 nm, and in that the cathode element (1) has pores which extend between the two surfaces.

5. A cathode including a porous cathode element comprising at least a high melting point metal as well as nano-structured particles having an average diameter of < 1000 nm, characterized in that the cathode element (1) completely consists of particles (5, 7) whose average diameter is smaller than 1000 nm and which in a homogeneous distribution are connected to each other, in that 5 to 90% of the overall volume of the cathode element (1) consists of unfilled pores (6, 15) which are open to their surroundings, the free distances, constituted by the pores (6, 15), between neighbouring particles (5, 7, 14a, 14b) being smaller than 1000 nm.

6. A cathode as claimed in Claim 5, characterized in that the porous cathode element comprises particles of high melting point metals (5), as well as particles of metal oxides (7), which are provided on a heatable substrate.

7. A cathode as claimed in Claim 5, characterized in that the porous cathode element exclusively comprises particles of a high melting point metal (5) or particles of metal oxides (7) and in that the cathode element (1) is provided on an I cathode element (2).

8. A cathode as claimed in Claim 5 or 6, characterized in that the porous cathode element comprises particles of a high melting point metal and particles of metal oxides and particles of alkaline earth metal oxides.

9. A cathode as claimed in any one of Claims 5 to 8, characterized in that the metal fraction (5, 14a, 14b) amounts to a volume fraction of > 30% of all the solid-state particles.

10. A cathode as claimed in any one of Claims 5 to 9, characterized in that the porous cathode element

(1) is composed of particles (5, 7, 14a, 14b) of which at least 30% has a diameter in the range from 5 to 1,000 nm, preferably from 30 to 500 nm.

Revendications

1. Cathode munie d'un élément cathodique poreux qui contient un métal à haut point de fusion entre deux surfaces disposées en face l'une de l'autre, caractérisée en ce que l'élément cathodique (1) contient des particules (5, 7) faites d'un métal à haut point de fusion, que moins de 10% des particules (5, 7) ont un diamètre de plus de 500 nm et que l'élément cathodique (1) contient des pores qui sont accessibles à partir de l'une des surfaces ou des deux.

2. Cathode munie d'un élément cathodique poreux qui contient un métal à haut point de fusion entre deux surfaces disposées en face l'une de l'autre, caractérisée en ce que l'élément cathodique (1) contient tant des particules (5) faites d'un métal à haut point de fusion que des particules d'oxydes métalliques (7), que moins de 10% des particules (5, 7) ont un diamètre de plus de 500 nm et que l'élément cathodique (1) contient des pores qui sont accessibles à partir de l'une des surfaces ou des deux.

3. Cathode suivant la revendication 2, caractérisée en ce que l'élément cathodique poreux (1) est muni de moyen de chauffage.

4. Cathode comprenant un corps de cathode poreux (3) muni d'un imprégnant (4), ainsi qu'une surface émissive, caractérisée en ce que la cathode contient sur la surface émissive un élément cathodique poreux (1) qui contient un métal à haut point de fusion entre deux surfaces disposées en face l'une de l'autre, l'élément cathodique (1) contenant tant des particules (5) faites d'un métal à haut point de fusion que des particules d'oxydes métalliques (7), que moins de 10% des particules (5, 7) ont un diamètre de plus de 500 nm et que l'élément cathodique (1) contient des pores qui s'étendent entre les deux surfaces.

5. Cathode comprenant un élément cathodique poreux qui contient au moins un métal à haut point de fusion ainsi que des particules nanostructurées d'un diamètre moyen plus petit que 1000 nm, caractérisée en ce que l'élément cathodique (1) est formé totalement de particules (5, 7) dont le diamètre moyen est inférieur à 1000 nm et qui sont unies les unes aux autres en répartition homogène, que 5 à 90% du volume total de l'élément cathodique (1) consistent en pores (6, 15) non remplis et ouverts sur l'extérieur, les distances libres formées par les pores (6, 15) entre des particules voisines

(5, 7, 14a, 14b) étant inférieures à 1000 nm.

6. Cathode suivant la revendication 5, caractérisée en ce que l'élément cathodique poreux contient tant des particules faites de métaux à haut point de fusion (5) que des particules faites d'oxydes métalliques (7), qui sont appliquées sur un substrat pouvant être chauffé.

7. Cathode suivant la revendication 5, caractérisée en ce que l'élément cathodique poreux contient exclusivement des particules faites d'un métal à haut point de fusion (5) ou des particules d'oxydes métalliques (7) et que l'élément cathodique (1) est appliqué sur un élément cathodique I (2).

8. Cathode suivant la revendication 5 ou 6, caractérisée en ce que l'élément cathodique poreux contient des particules faites d'un métal à haut point de fusion et des particules d'oxydes métalliques et des particules de métaux alcalino-terreux.

9. Cathode suivant l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisée en ce que la fraction de métal (5, 14a, 14b) forme une fraction volumique > 30% des particules solides totales.

10. Cathode suivant l'une quelconque des revendications 5 à 9, caractérisée en ce que l'élément cathodique poreux (1) est formé de particules (5, 7, 14a, 14b) dont au moins 30% ont un diamètre dans l'intervalle de 5 à 1000 nm, de préférence de 30 à 500 nm.

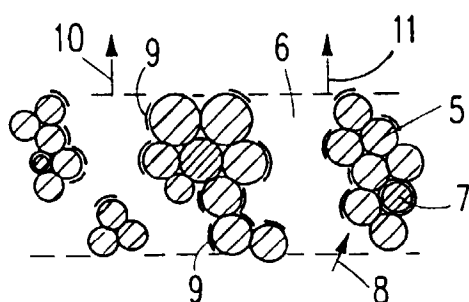


Fig.1

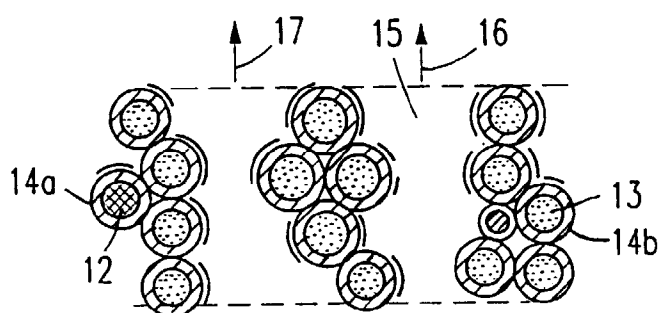


Fig.2

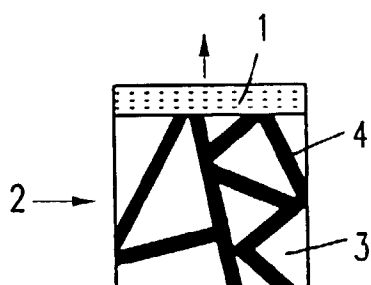


Fig.3

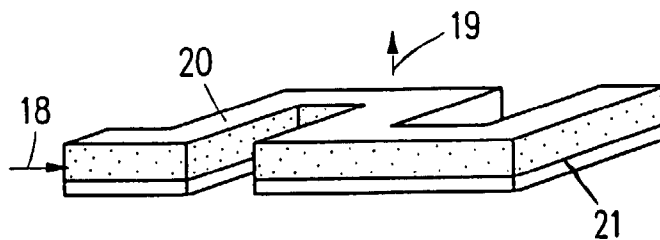


Fig.4