



12

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**26.07.95 Patentblatt 95/30**

51 Int. Cl.<sup>6</sup> : **H01J 1/14, H01J 1/28**

21 Anmeldenummer : **93200613.3**

22 Anmeldetag : **04.03.93**

54 **Kathode mit einem Festkörperelement.**

30 Priorität : **07.03.92 DE 4207220**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**15.09.93 Patentblatt 93/37**

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**26.07.95 Patentblatt 95/30**

84 Benannte Vertragsstaaten :  
**DE FR GB**

56 Entgegenhaltungen :  
**EP-A- 0 333 369**  
**US-A- 4 369 392**  
**RCA REVIEW Bd. 35, Dezember 1974, Seiten**  
**520 - 538; T.N.CHIN ET AL. 'Electronic proces-**  
**ses in oxide cathodes'**  
**ADVANCES IN PHYSICS Bd. XXIV, Nr. 1-6,**  
**1975, LONDON Seiten 407 - 461 B.ABELES ET**  
**AL.: 'Structural and electrical properties of**  
**granular metal films'**

73 Patentinhaber : **Philips Patentverwaltung**  
**GmbH**  
**Wendenstrasse 35c**  
**D-20097 Hamburg (DE)**

84 **DE**  
Patentinhaber : **Philips Electronics N.V.**  
**Groenewoudseweg 1**  
**NL-5621 BA Eindhoven (NL)**  
84 **FR GB**

72 Erfinder : **Gärtner, Georg, Dr.**  
**Philips Patentverwaltung**  
**GmbH, Wendenstrasse 35**  
**W-2000 Hamburg 1 (DE)**  
Erfinder : **Lydtin, Hans, Dr.**  
**Philips Patentverwaltung**  
**GmbH, Wendenstrasse 35**  
**W-2000 Hamburg 1 (DE)**

74 Vertreter : **Hartmann, Heinrich, Dipl.-Ing. et al**  
**Philips Patentverwaltung GmbH,**  
**Wendenstrasse 35c**  
**D-20097 Hamburg (DE)**

**EP 0 560 436 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 Festkörperelement, welches metallische Bestandteile sowie oxidische Bestandteile enthält.

5 Nachlieferungskathoden bestehen aus einer porösen Metallmatrix mit mehr als 70% Metall-Volumenanteil, wodurch eine gute elektrische Leitfähigkeit erhalten wird, sowie eine Oxidkomponente wie z.B. Erdalkalioxide BaO oder CaO oder  $4\text{BaO}\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ , die sich in den Poren der Metallmatrix oder in einem Vorratsbereich befindet. Bei Betrieb einer solchen Kathode bei 900 bis 1000°C bilden sich atomare Filme, bestehend aus dem im Oxid enthaltenden Metall/en (Ba) und atomarem Sauerstoff (O) auf der Metall-Kathodenoberfläche (W) aus  
10 und sorgen für eine niedrige Austrittsarbeit. Bekannte Kathoden dieser Art sind die I-Kathode (vgl. EP-A 0333 369) und die Scandat-Kathode (vgl. EP-A 0442 163). Derartige Kathoden weisen die eingangs genannten Merkmale auf.

Bei Betriebstemperaturen zwischen 900°C und 1000°C werden Sättigungsstromdichten zwischen 10 und 150A/cm<sup>2</sup> erreicht. Solche Kathoden erfordern relativ hohe Heiztemperaturen, die zu Lebensdauerbegrenzung  
15 infolge Zerstörung der W-Heizwendel führen.

Oxidkathoden (vgl. EP-A 0395 157) bestehen aus einer relativ dicken porösen Oxidschicht aus Erdalkalioxi-oxiden (beispielsweise BaO.SrO) und weiteren Oxiddotierungen (beispielsweise Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) auf einem Metallträger wie Nickel. Sie erlauben deutlich niedrigere Betriebstemperaturen von ca. 730 bis 850°C mit Emissionsstromdichten von 10 bis 50A/cm<sup>2</sup>, allerdings nur im µsec-Bereich. Auf Grund der geringen elektrischen  
20 Leitfähigkeit der Oxidkomponenten ist die Dauerbelastbarkeit auf 1-3 A/cm<sup>2</sup> begrenzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Festkörperelement der eingangs genannten Art derart zu gestalten, daß sich auch bei niedrigen Betriebstemperaturen hohe Emissionsstromdichten bei hoher Lebensdauer ergeben.

Die Lösung gelingt dadurch, daß die Struktur der Bestandteile und der prozentuale Volumenanteil  $v_m$  der  
25 metallischen Bestandteile relativ zum Gesamtvolumen des Festkörperelements derart gewählt sind, daß der spezifische Widerstand  $\rho$  einen Wert im Bereich  $\rho_0 \cdot 10^{-4} > \rho > \rho_m \cdot 10^2$  hat, wobei  $\rho_0$  bzw.  $\rho_m$  die bei 20°C bestimmten spezifischen Widerstände der reinen oxidischen Bestandteile bzw. der reinen metallischen Bestandteile sind.

Der Begriff "Perkolation" wird im Zusammenhang mit dem Verhalten granularer Metalle in "Adv. Physics  
30 24 (1975), Seite 424 ff, verwendet.

Der spezifische elektrische Widerstand  $\rho$  eines erfindungsgemäßen Festkörperelements hat einen Wert im Bereich der sogenannten Perkolationsschwelle. Kathoden mit erfindungsgemäßen Festkörperelementen können deshalb als Perkulationskathoden bezeichnet werden.

Im Bereich der Perkolationsschwelle einer aus metallischen und oxidischen feinen Partikeln gebildeten  
35 Materialzusammensetzung wechselt die metallische zur oxidischen Leitfähigkeit. In Abhängigkeit vom prozentualen Volumenanteil des Metalls ( $v_m$ ) des Festkörperelements ändert sich der spezifische Widerstand  $\rho$  im Bereich zwischen  $v_m = 0$  bis  $v_m = 1$  mit einem typisch S-förmigen Verlauf, wobei der Bereich der Perkolationsschwelle durch den steilen Kennlinienbereich bei mittleren Werten von  $v_m$  definiert ist. Dieser Bereich kann auch durch  $d^2 \log \rho / dV_m^2 = 0$  und  $d^3 \log \rho / dV_m^3 < 0$  mathematisch eingegrenzt werden. In diesem Bereich liegt der  
40 spezifische Widerstand  $\rho$  zwischen  $\rho_0 \cdot 10^{-4}$  und  $\rho_m \cdot 10^2$ , vorzugsweise im Bereich zwischen  $10^3 \Omega\text{cm}$  und  $10^{-3} \Omega\text{cm}$ . Zur näheren Erläuterung des erfindungsgemäß vorzusehenden Bereichs wird auf Fig. 2 Bezug genommen. Dort ist der spezifische elektrische Widerstand  $\rho$  (gemessen bei Raumtemperatur) eines aus BaO- und W-Partikeln der mittleren Größe 30 nm zusammengesetzten Festkörpers in logarithmischem Maßstab in Abhängigkeit des prozentualen Metallvolumenanteils  $v_m$  dargestellt. Im Bereich  $v_m = 0$  ergibt sich der hohe spezifische  
45 Widerstand  $\rho_0$  eines BaO-Festkörpers, im Bereich  $v_m = 100\%$  der spezifische Widerstand  $\rho_m$  von Wolfram. Im Bereich  $0 < v_m < v_{ma}$  wird ein oxidisches, im Bereich  $v_{mb} < v_m < 100\%$  ein metallisches Leitwertverhalten festgestellt. Ein Mischverhalten ergibt sich im Bereich  $v_{ma} < v_m < v_{mb}$  der Perkolationsschwelle. Im steilen Kennlinienbereich P zwischen den Grenzwerten  $v_{ma}$  und  $v_{mb}$  ist die relative Volumenzusammensetzung eines erfindungsgemäßen Festkörperelements gewählt, wobei Volumenanteile im schraffierten Bereich für Kathoden besonders  
50 günstig sind. Für diesen schraffierten Bereich gilt in etwa als zusätzliche Bedingung, daß  $d^4 \log \rho / dV_m^4$  positiv ist. Die Grenzwerte  $v_{ma}$  und  $v_{mb}$  können den Bereich von  $v_m = 20\%$  bis  $v_m = 80\%$  einschließen. Die Steilheit der Kennlinie P hängt in starkem Maße von der Struktur des erfindungsgemäßen Festkörperelements ab, nämlich von der Größe der metallischen und/oder oxidischen Partikel sowie von der Homogenität ihrer Verteilung. Eine vorteilhafte Ausführung ist dadurch gekennzeichnet, daß der oxidische Volumenanteil größer als  
55 der metallische ist. Partikel im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Teilchen, die separat gebildet (Laserablation, Sputtern von einem Target) und zu einem Festkörperelement verbunden wurden, oder auch Körner, die auf einem Substrat durch chemischen Niederschlag aus der Dampfphase (CVD) gebildet wurden. Ferner können zwischen CVD-Körnern auch separat gebildete weitere Teilchen eingemischt werden (vgl. EP-A 0442

163), so daß beispielsweise dem Substrat über einen Gasstrom zugeführte BaO-Partikel in eine per CVD auf dem Substrat gebildete Wolfram-Matrix eingelagert werden.

Erfindungsgemäße Festkörperelemente bestehen aus feinen und homogen gemischten Strukturen individueller chemisch verschiedenartiger Festkörperelemente, wobei ein räumliches Netzwerk metallischer Partikel in ein räumliches Netzwerk oxidischer Bestandteile oder umgekehrt verschachtelt ist und gegebenenfalls Tunnelstromstrecken mit einbezogen werden. Weiterhin können auch sowohl die oxidischen als auch die metallischen Bestandteile als Partikel bzw. Körner vorliegen.

Besonders hohe Emissionsstromdichten werden dadurch erreicht, daß die metallischen Bestandteile oder die oxidischen Bestandteile in Form von Partikeln im jeweils anderen Bestandteil derart homogen verteilt sind, daß sich in Volumenbereichen der Größe  $(20\bar{d})^3$  die Anzahl der Partikel um weniger als  $\pm 20\%$  von dem entsprechenden Volumenanteil im gesamten Festkörperelement unterscheidet, wobei  $\bar{d}$  der mittlere Durchmesser der Partikel ist. Große lokale Agglomerationen von Partikeln sind dabei zu vermeiden.

Das erfindungsgemäße Festkörperelement ist vorzugsweise dadurch gekennzeichnet, daß die metallischen Partikel so angeordnet sind, daß - gegebenenfalls über Tunnelstrecken - Bahnen mit metallischer Leitfähigkeit durch das oxidische Geflecht bestehen.

Hochbelastbare Kathoden wurden auch dadurch erhalten, daß der mittlere Durchmesser  $\bar{d}$  der Partikel kleiner als 800 nm, vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 100 nm und insbesondere im Bereich von 1 bis 20 nm gewählt ist.

Bei kleinen Partikelabmessungen lassen sich erfindungsgemäße Festkörperelemente besonders zuverlässig mit den gewünschten Perkolationsseigenschaften herstellen. Die Festkörpereigenschaften (beispielsweise elektrischer Widerstand) sind bei inniger Durchmischung der Partikel ausreichend isotrop.

Bei einer Dimensionierung außerhalb des in Figur 2 schraffierten Bereichs ist es vorteilhaft, daß der spezifische elektrische Widerstand  $\rho$  im Bereich von  $10^2$  bis  $10^{12} \Omega\text{cm}$  eingestellt ist und daß der mittlere Durchmesser  $\bar{d}$  der Partikel im Bereich von 0,5 bis 4 nm gewählt ist.

Die gewünschten Daten können bei gleichzeitig wirtschaftlicher Herstellungsmöglichkeit vorteilhaft dadurch erreicht werden, daß die Durchmesser  $\bar{d}$  der Partikel monomodal verteilt sind und eine Halbwertsbreite von  $\leq 50\%$  und den Mittelwert  $\bar{d}$  besitzen.

Gemäß einer bevorzugten Lösung ist vorgesehen, daß sowohl die metallischen als auch die oxidischen Bestandteile in Form von Partikeln vorliegen, wobei der mittlere Durchmesser  $\bar{d}_1$  der Partikel des einen Bestandteils kleiner als etwa 100 nm und die mittleren Durchmesser  $\bar{d}_2$  der Körper der Partikel des anderen Bestandteils kleiner als das 10-fache des Wertes  $\bar{d}_1$  gewählt sind, und daß die Partikel beider Bestandteile derart homogen verteilt sind, daß in einem Volumenbereich der Größe  $(20\bar{d}_2)^3$  die Anzahlen der Partikel eines jeden Bestandteils um weniger als  $\pm 20\%$  vom entsprechenden Volumenanteil im gesamten Festkörperelement abweichen.

Dann liegt ein insgesamt granularer Festkörper vor, welcher insbesondere dann, wenn die Durchmesser sämtlicher Partikel im Bereich von 0,5 bis 100 nm liegen, besonders isotrope Festkörpereigenschaften aufweist, dessen Eigenschaften auch bei einer Serienfertigung mit geringer Streubreite eingehalten werden können.

Mit erfindungsgemäßen Festkörperelementen aufgebaute Perkolationskathoden sind höher belastbar als Oxidkathoden, wobei niedrigere Betriebstemperaturen als bei Nachlieferungskathoden benötigt werden.

Folgende Materialkombinationen sind besonders geeignet:

	Oxidischer Anteil				Metallischer Anteil		
45	BaO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	W		
	BaO	SrO			W,	Ni,	Mg
	BaO	SrO	Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		W	Ni	
50	ThO <sub>2</sub>				W*	Re	
	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				Mo*	Pt	

\*: Eine Beimischung von W<sub>2</sub>C bzw. Mo<sub>2</sub> zu W bzw. Mo kann vorteilhaft sein.

55

Erfindungsgemäße Festkörperelemente erfordern nur relativ niedrige Betriebstemperaturen im Bereich von 730 bis 850°C. Da weder ein Hochtemperatur-Imprägnierschritt bei Temperaturen von mehr als 1500°C noch eine längere Aktivierung bei Temperaturen von etwa 1100°C notwendig sind, bleibt die Struktur eines

erfindungsgemäß strukturierten Festkörperelements weitgehend stabil, auch wenn Komponenten verwendet werden, deren feste Löslichkeit ineinander nicht vernachlässigbar ist.

Ein erfindungsgemäßes Festkörperelement kann durch direkten Stromdurchgang beheizt werden. Eine solche Lösung ist vorteilhaft dadurch gekennzeichnet, daß die Anteile und/oder die Partikelgrößen der oxidischen (negativer Temperaturkoeffizient) und/oder metallischen (positiver Temperaturkoeffizient) Bestandteile derart gewählt sind, daß sich der spezifische Widerstand im Bereich von Raumtemperatur bis Betriebstemperatur um weniger als 5%, vorzugsweise 1%, ändert. Das hat den Vorteil, daß bei direkter Heizung des Festkörperelements Heizstrom und - Spannung beim Aufheizen auf eine bestimmte Betriebstemperatur nicht oder nur unwesentlich nachgeregelt werden müssen.

Festkörperelemente gemäß der Erfindung sind in beliebiger bekannter Weise herstellbar. Beispielsweise geeignete Verfahren sind in EP-A 0442 163 oder in EP-A 0333 369 beschrieben.

Die vorteilhaften Eigenschaften eines erfindungsgemäßen Festkörperelements werden nicht nur bei kompaktem und 100% dichtem Aufbau erreicht. Eine Porosität bis etwa 20% ist sogar vorteilhaft, weil dadurch die Nachlieferung der emittierenden Filmkomponenten zur Oberfläche erleichtert wird. Die elektrische Leitfähigkeit ist dennoch nur unwesentlich durch Elektronengas-Leitung, sondern nahezu ausschließlich durch die Perkulationsstruktur bestimmt.

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

Figur 1 zeigt den Prinzipaufbau einer Kathode mit einem erfindungsgemäßen Festkörperelement

Figur 2 zeigt den spezifischen Widerstand  $\rho$  in Abhängigkeit des prozentualen Volumenanteils  $v_m$  metallischer Bestandteile einer nanostrukturierten, aus metallischen und oxidischen Bestandteilen bestehenden Festkörpers.

Figur 3 zeigt den Strukturaufbau eines Volumenelements des Festkörperelements nach Figur 1.

Figur 4 zeigt einen alternativen Strukturaufbau für ein Festkörperelement nach Fig. 1.

Die in Figur 1 im Querschnitt angedeutete Perkulationskathode besteht aus einer Wolfram-Heizwendel 1, einer Molybdän-Heizkappe 2, einer Metallbasis 3 aus Wolfram oder Nickel und einem erfindungsgemäß strukturierten Festkörperelement 4, dessen spezifischer elektrischer Widerstand  $\rho$  im Bereich der Perkulationsschwelle auf dem Kennlinienast P nach Figur 2 liegt.

Ein Volumenelement des Festkörperelements 4 ist in Figur 3 im Querschnitt stark vergrößert dargestellt. Man erkennt einen relativ kompakten Aufbau aus miteinander verbundenen Partikeln bei niedrigem Porenanteil von etwa 10 Vol%. Die metallischen Partikel 5 (schraffiert) bestehen aus Wolfram (28 Vol.%). Die oxidischen Partikel 6 (eng schraffiert) bestehen aus Scandiumoxid  $Sc_2O_3$  (2 Vol.%), während die oxidischen Partikel 7 (nicht schraffiert) aus Bariumoxid/Strontiumoxid (BaO/SrO) bestehen mit einem Anteil von 60 Vol.% am Gesamtvolumen. Der mittlere Durchmesser der Partikel 5,6 und 7 beträgt  $\bar{d} = 3$  nm.

Bei einer Betriebstemperatur von  $730^\circ C$ , einem Umgebungsdruck von  $10^{-8}$  Torr wurde eine Pulsemission ( $5 \mu sec$ ) von  $25 A/cm^2$  erreicht. Als Dauerbelastung waren  $10 A/cm^2$  im raumladungsbeschränkten Bereich möglich, also trotz niedriger Betriebstemperatur 4- fach höhere Werte als bei Oxidkathoden.

Bei einer Betriebstemperatur von  $880^\circ C$  wurden Puls-Emissionsstromdichten von mehr als  $160 A/cm^2$  und Dauerlasten von  $20 A/cm^2$  gemessen. Die angegebenen Werte für Dauerbelastbarkeit gelten für Lebensdauer von mehr als  $10^4$  Stunden. Ähnlich gute Werte wurden mit einer abgewandelten porenfreien Struktur nach Fig. 4 erzielt, bei welcher ansonsten die gleichen Anteile für die Bestandteile W,  $Sc_2O_3$  oder BaO/SrO vorgesehen wurden wie bei der Struktur nach Fig. 3. Allerdings sind hier W und  $Sc_2O_3$  als Partikel 8 bzw. 9 mit einem mittleren Durchmesser von 10 nm in einer Festkörpermatrix 10 von BaO/SrO eingebettet.

## Patentansprüche

1. Kathode mit einem Festkörperelement (4), welches metallische Bestandteile sowie oxidische Bestandteile enthält,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Struktur der Bestandteile und der prozentuale Volumenanteil  $v_m$  der metallischen Bestandteile relativ zum Gesamtvolumen des Festkörperelements (4) derart gewählt sind, daß der spezifische Widerstand  $\rho$  einen Wert im Bereich  $\rho_0 \cdot 10^{-4} > \rho > \rho_m \cdot 10^2$ , hat, wobei  $\rho_0$  bzw.  $\rho_m$  die bei  $20^\circ C$  bestimmten spezifischen Widerstände der reinen oxidischen Bestandteile bzw. der reinen metallischen Bestandteile sind.

2. Kathode nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß der spezifische Widerstand zwischen  $10^3 \Omega cm$  und  $10^{-3} \Omega cm$  beträgt.

3. Kathode nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß der prozentuale Volumanteil der Metallen  $v_m$  im Bereich von 20 bis 80 Vol. %  
liegt.
- 5 4. Kathode nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß der metallische prozentuale Volumenanteil  $v_m$  kleiner als der oxidische ist,  
und vorzugsweise im Bereich von 33-50% liegt.
- 10 5. Kathode nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß die metallischen Partikel so angeordnet sind, daß - gegebenenfalls über  
Tunnelstrecken - Bahnen mit metallischer Leitfähigkeit durch das oxidische Geflecht bestehen.
- 15 6. Kathode nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Durchmesser  $\bar{d}$  der Partikel (5 bis 9) kleiner als 800 nm, vor-  
zugsweise im Bereich von 0,5 bis 100 nm und insbesondere im Bereich von 1 bis 20 nm gewählt ist.
- 20 7. Kathode nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, durch welche ein Heizstrom durch das Festkörper-  
element (4) leitbar ist.
- 25 8. Kathode nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Anteile und/oder die Partikelgrößen der oxidischen und/oder metalli-  
schen Bestandteile derart gewählt sind, daß sich der spezifische elektrische Widerstand  $\rho$  im Bereich von  
der Raumtemperatur bis Betriebstemperatur um weniger als 5%, vorzugsweise um weniger als 1% än-  
dert.
- 30 9. Kathode nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß jeder metallische Bestandteil mindestens einen Repräsentant der Gruppe  
W, Ni, Mg, Re, Mo, Pt enthält.
- 30 10. Kathode nach Anspruch 1 oder 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß jeder oxidische Bestandteil mindestens einen Repräsentant der Gruppe  
BaO, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ThO, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> enthält.

35 **Claims**

- 40 1. A cathode including a solid body (4) which comprises metallic constituents and oxidic constituents, char-  
acterized in that the structure of the constituents and the volume-percent content  $v_m$  of the metallic con-  
stituents relative to the overall volume of the solid body (4) are chosen to be such that the resistivity  $\rho$   
has a value in the range of  $\rho_0 \cdot 10^{-4} > \rho > \rho_m \cdot 10^2$ , in which  $\rho_0$  and  $\rho_m$  are the resistivities, defined at 20°C,  
of the pure oxidic constituents and the pure metallic constituents, respectively.
- 45 2. A cathode as claimed in Claim 1, characterized in that the resistivity is between  $10^3 \Omega\text{cm}$  and  $10^{-3} \Omega\text{cm}$ .
3. A cathode as claimed in Claim 1 or 2, characterized in that the volume-percent content  $v_m$  of the metals  
is between 20% and 80% by volume.
- 50 4. A cathode as claimed in any one of Claims 1 to 3, characterized in that the metallic volume-percent content  
 $v_m$  is smaller than the oxidic volume content and is preferably between 33% and 50%.
- 55 5. A cathode as claimed in any one of Claims 1 to 4, characterized in that the metallic particles are arranged  
in such a way that - possibly *via* tunnel current paths - the oxidic network comprises ducts having a metallic  
conductivity.
6. A cathode as claimed in any one of Claims 1 to 5, characterized in that the average diameter  $\bar{d}$  of the  
particles (5 to 9) is smaller than 800 nm, preferably between 0.5 nm and 100 nm and particularly between  
1 nm and 20 nm.
7. A cathode as claimed in any one of Claims 1 to 6, characterized in that means are provided by which a

heating current can be passed through the solid body (4).

- 5
8. A cathode as claimed in Claim 7, characterized in that the proportions and/or the particle sizes of the oxidic and/or metallic constituents are chosen to be such that the resistivity  $\rho$  changes by less than 5%, preferably by less than 1%, between ambient temperature and operating temperature.
9. A cathode as claimed in claim 1, characterized in that each metallic constituent comprises at least one representative from the group W, Ni, Mg, Re, Mo, Pt.
10. A cathode as claimed in claim 1, characterized in that each oxidic constituent comprises at least a representative of the group BaO, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ScO, ThO<sub>2</sub> and La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### Revendications

- 15
1. Cathode comprenant un élément à l'état solide (4) qui contient des constituants de la nature des métaux ainsi que des constituants de la nature des oxydes, caractérisée en ce que la structure des constituants et la fraction volumique en pour-cent  $v_m$  des constituants de la nature des métaux rapportée au volume total de l'élément à l'état solide (4) sont choisies de façon que la résistance spécifique  $\rho$  ait une valeur dans le domaine  $\rho_0 \cdot 10^{-4} > \rho > \rho_m \cdot 10^2$ , où  $\rho_0$  et  $\rho_m$  sont les résistances spécifiques déterminées à 20°C des constituants de la nature des oxydes purs ou des constituants de la nature des métaux purs.
- 20
2. Cathode suivant la revendication 1, caractérisée en ce que la résistance spécifique se situe entre  $10^3 \Omega\text{cm}$  et  $10^{-3} \Omega\text{cm}$ .
- 25
3. Cathode suivant la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la fraction volumique en pour-cent des métaux  $v_m$  se situe dans le domaine de 20 à 80% en volume.
4. Cathode suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la fraction volumique en pour-cent  $v_m$  des métaux est inférieure à celle des oxydes et se situe de préférence dans le domaine de 33 à 50%.
- 30
5. Cathode suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les particules métalliques sont disposées de façon que, éventuellement grâce à des trajets par effet tunnel, il existe dans l'édifice d'oxyde des parcours à conductibilité métallique.
- 35
6. Cathode suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le diamètre moyen  $d$  des particules (5 à 9) est choisi inférieur à 800 nm, de préférence dans le domaine de 0,5 à 100 nm et en particulier dans le domaine de 1 à 20 nm.
- 40
7. Cathode suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que des moyens sont prévus à l'aide desquels un courant de chauffage peut être conduit à travers l'élément à l'état solide (4).
8. Cathode suivant la revendication 7, caractérisée en ce que les fractions et/ou les granulométries des constituants de la nature des oxydes et/ou de la nature des métaux sont choisies de façon que la résistance électrique spécifique  $\rho$  se modifie dans le domaine de la température ambiante jusqu'à la température de service de moins de 5 % et de préférence de moins de 1%.
- 45
9. Cathode suivant la revendication 1, caractérisée en ce que chaque constituant de la nature des métaux contient au moins un représentant de la classe W, Ni, Mg, Re, Mo, Pt.
- 50
10. Cathode suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que chaque constituant de la nature des oxydes contient au moins un représentant de la classe BaO, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ThO, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

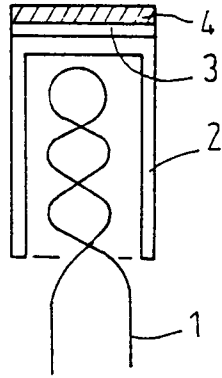


Fig.1

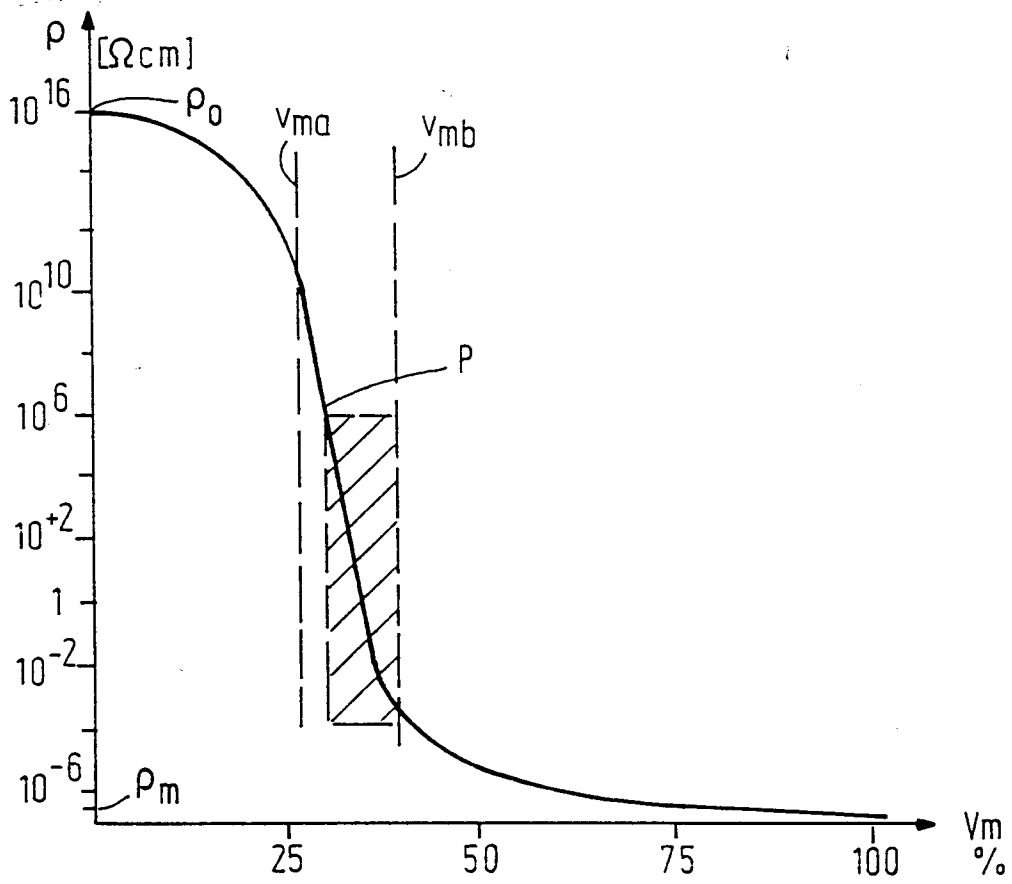


Fig.2

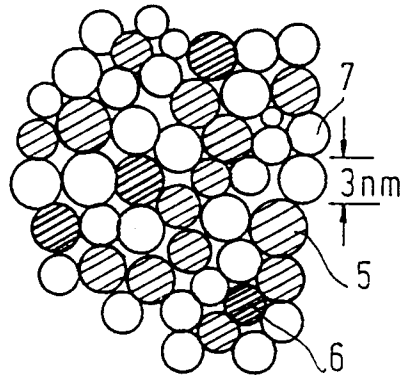


Fig.3

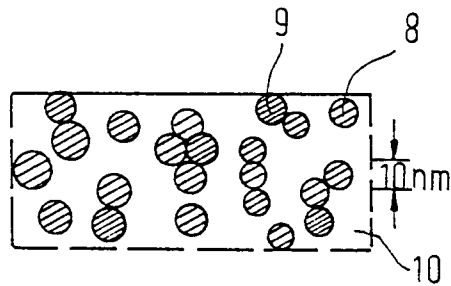


Fig.4