

(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **263 794 A1**4(51) C 25 D 3/38
C 25 D 21/12**AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP C 25 D / 303 567 1	(22)	05.06.87	(44)	11.01.89
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	VEB Galvanotechnik Leipzig, Torgauer Straße 76, Leipzig, 7050, DD
(72)	Liebscher, Heinz, Prof. Dr. rer. nat.; Nutsch, Rolf, Dr.-Ing.; Löwe, Holger, Dr. rer. nat.; Senf, Dietrich, Dipl.-Ing.; Richter, Klaus, Dr.-Ing.; Vieweger, Ulrich, Dr. rer. nat., DD

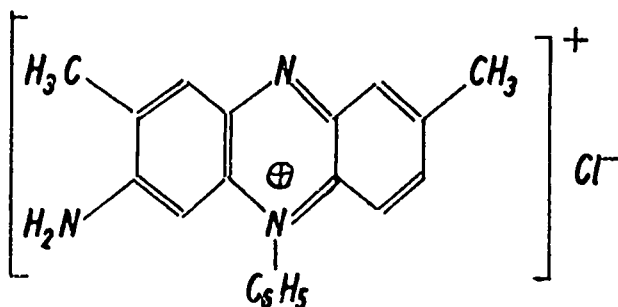
(54) **Verfahren zur elektrolytischen Kupferabscheidung aus sauren Elektrolyten mit dimensionsstabiler Anode**

(55) Elektrolytische Kupferabscheidung, dimensionsstabile Anode, pyramidenförmige Topographie, reversibel umsetzbare Stoffe, oxidative Zerstörung, aliphatische Polyether, organische Basen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur elektrolytischen Kupferabscheidung aus sauren Elektrolyten mit dimensionsstabiler Anode unter Verwendung von Zusätzen zur Erzeugung von Kupferschichten mit definierten physikalisch-mechanischen Eigenschaften, vorzugsweise mit einer pyramidenförmigen Topographie. Durch die Verwendung von reversibel elektrochemisch umsetzbaren Stoffen als Zusätze zum Elektrolyten wird eine oxidative Zerstörung der für die funktionellen Eigenschaften wirksamen Zusätze vermieden. Die wirksamen Zusätze bestehen aus einem wasserlöslichen aliphatischen Polyether und einer organischen Base.

Erfindungsansprüche:

1. Verfahren zur elektrolytischen Kupferabscheidung aus sauren Elektrolyten mit dimensionsstabiler Anode unter Verwendung von Zusätzen zur Erzeugung von Kupferschichten mit definierten physikalisch-mechanischen Eigenschaften, vorzugsweise mit einer pyramidenförmigen Topographie, **dadurch gekennzeichnet**, daß einem bekannten Elektrolyten 10^{-3} Mol/l bis 1 Mol/l eines elektrochemisch reversibel umsetzbaren Zusatzstoffes, wie $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ oder SnCl_2 , einzeln oder in Kombination, vorzugsweise 10^{-2} Mol/l $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$, mit 1 bis 10 mg/l eines wasserlöslichen, aliphatischen Polyethers und/oder 0,1 bis 10 mg/l einer organischen Base zugesetzt werden.
2. Verfahren nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als wasserlöslicher, aliphatischer Polyether 3 mg/l $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{C}-(\text{CH}_3)\text{H}-\text{O}-(\text{CH}_2-\text{C}-(\text{CH}_3)-\text{H}-\text{O})_{10}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)\text{H}-\text{OH}$ zugesetzt wird.
3. Verfahren nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als organische Base 0,5 mg/l



zugesetzt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit den Zusatzstoffen in Kombination mit einer oder mehrerer der genannten organischen Verbindungen bei Temperaturen von 30°C bis 70°C und bei erzwungener Konvektion bis zu einer Stromdichte von 300 A/dm^2 Kupferschichten mit einer gleichmäßig über die Schicht verteilten pyramidenförmigen Topographie abgeschieden werden.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur elektrolytischen Abscheidung von Kupferschichten mit definierten physikalisch-mechanischen Eigenschaften, vorzugsweise zur Abscheidung von Kupferschichten mit einer pyramidenförmigen Topographie bei hohen Stromdichten unter Anwendung von dimensionsstabilen Anoden aus sauren, zusatzhaltigen Elektrolyten.

Charakteristik der bekannten technischen Lösung

Es ist bekannt, daß mit Hilfe von Zusätzen Kupferschichten mit definierten physikalisch-mechanischen Eigenschaften, vorzugsweise Kupferschichten mit einer pyramidenförmigen Topographie unter Einsatz von löslichen Anoden, auch bei hohen Stromdichten und erzwungener Konvektion, erzeugt werden können.

Die Verwendung löslicher Anoden hat den Nachteil, daß aus ihrer Auflösung eine instabile Anodengeometrie resultiert, die zu zeitlich unterschiedlichen Stromdichten und demzufolge zu einer veränderlichen Schichtdickenverteilung des abgeschiedenen Metalls führt, wenn die geometrische Form der Anode über das elektrische Feld im Elektrolyten einen wesentlichen Einfluß besitzt. Letzteres ist besonders bei geringen Elektrodenabständen, die jedoch günstig für einen niedrigen Energiebedarf sind, zutreffend. Außerdem erfordern lösliche Anoden in der Regel Vorrichtungen, um die störende Beeinflussung der Metallabscheidung durch Auflöserückstände der Anoden zu verhindern, wie Anodenumhüllungen, Diaphragmen und intensive Filtration.

Derartige Umhüllungen oder Diaphragmen besitzen einen hohen elektrischen Widerstand und führen deshalb zu einer zusätzlichen Erwärmung des Elektrolyten und somit zu hohen Energieverlusten, besonders bei Anwendung hoher Stromdichten.

Ebenfalls bekannt ist, daß unlösliche Anoden eingesetzt werden können, wenn an die funktionellen Eigenschaften der herzustellenden Kupferschichten keine bedeutenden Anforderungen gestellt werden.

Bei Verwendung unlöslicher Anoden unterliegen die für die Erzeugung hochwertiger funktioneller Eigenschaften erforderlichen Zusätze generell einer Zersetzung beim Kontakt mit der Anode, die infolge der Sauerstoffentwicklung ein sehr positives Potential aufweist.

Auch bei Vermeidung eines direkten Kontaktes können im Elektrolyten gelöste, an der Anode gebildete Oxidationsmittel eine kontinuierliche Zerstörung der Zusätze hervorrufen.

Eine Arbeitsweise mit getrennten Anoden- und Katodenraum führt zu einer Komplizierung der konstruktiven Ausführung der Anlage und zu einer beträchtlichen Erhöhung des Energiebedarfs.

Aufgrund solcher Zersetzungsreaktionen wird eine vielfach höhere Zusatzmenge gegenüber dem Betrieb mit löslichen Anoden erforderlich, wenn nicht die Betriebsfähigkeit der Elektrolyse durch die Anreicherung von Zersetzungsprodukten mit negativen Einflüssen auf die abgeschiedene Kupferschicht nach kurzer Zeit ganz unterbunden wird.

Ziel der Erfindung

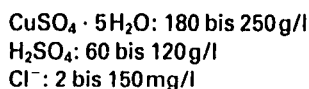
Die Erfindung hat das Ziel, ein Verfahren zur elektrolytischen Abscheidung von Kupferschichten mit definierten physikalisch-mechanischen Eigenschaften, vorzugsweise mit einer pyramidenförmigen Topographie bei Einsatz dimensionsstabiler Anoden zu schaffen. Dabei soll die Anwendung hoher Stromdichten und Temperaturen auch unter unterschiedlichen hydrodynamischen Bedingungen möglich sein. Die angewandten Zusätze sollen unter dem oxidativen Einfluß der Anode nicht bedeutend schneller abgebaut werden als bei Verwendung löslicher Anoden. Mit dem Verfahren soll eine wesentliche Erhöhung der Produktivität gegenüber den bisherigen Verfahren bei gleichzeitiger Energie- und Materialeinsparung und einer bedeutend erhöhten Anwendungsbreite erreicht werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, durch die Verwendung von reversibel elektrochemisch umsetzbaren Stoffen als Zusätze zum Elektrolyten eine oxidative Zerstörung der für funktionelle Eigenschaften wirksamen Zusätze zu vermeiden. Infolge des elektrochemischen Umsatzes der Zusatzstoffe an der Anode wird Bildung von Sauerstoff oder anderen, die Zusätze zerstörenden Stoffe verhindert oder zumindest stark eingeschränkt, so daß eine hohe Stabilität der Zusätze gewährleistet wird.

Als Zusatzstoffe sind alle Substanzen geeignet, die unter den jeweils gegebenen Bedingungen, wie pH-Wert, Temperatur und Elektrolytzusammensetzung, chemisch stabil sind, sich elektrochemisch reversibel umsetzen lassen, die Metallabscheidung nicht nachteilig beeinflussen und auf die Zusätze keine negativen Auswirkungen haben.

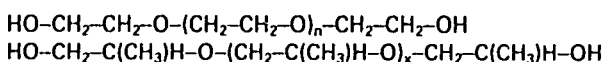
Erfindungsgemäß werden einem Grundelektrolyten der Zusammensetzung



Zusatzstoffe, wie z. B. Cr³⁺, V³⁺, Ce³⁺, Sn²⁺ und Fe²⁺ einzeln oder in Kombinationen zugesetzt, der zur Erzeugung glatter und glänzender Kupferschichten, nachstehende Verbindung enthält. Dabei werden die genannten Zusatzstoffe in Konzentrationen von 10⁻³ Mol/l bis 1 Mol/l zugesetzt.

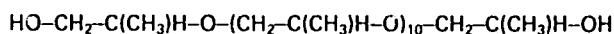
Zur Erzielung einer pyramidenförmigen Topographie bei Temperaturen von 30 bis 70°C, bei erzwungener Konvektion und bei Stromdichten bis 300A/dm² werden dem genannten Grundelektrolyten neben den o. g. Zusatzstoffen folgender organische Verbindungen einzeln oder in Gemischen zugesetzt:

1. Ein wasserlöslicher, aliphatischer Polyether, in Mengen von 1 bis 10mg/l, wie z. B.



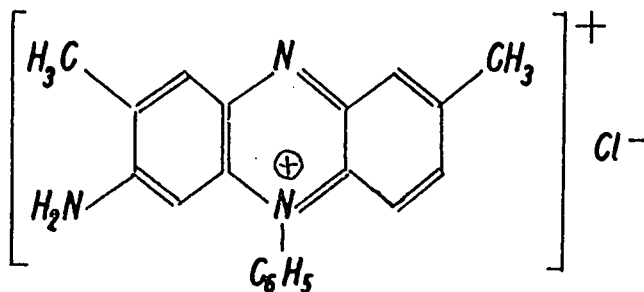
mit
 n von 20 bis 300 und
 x von 8 bis 12.

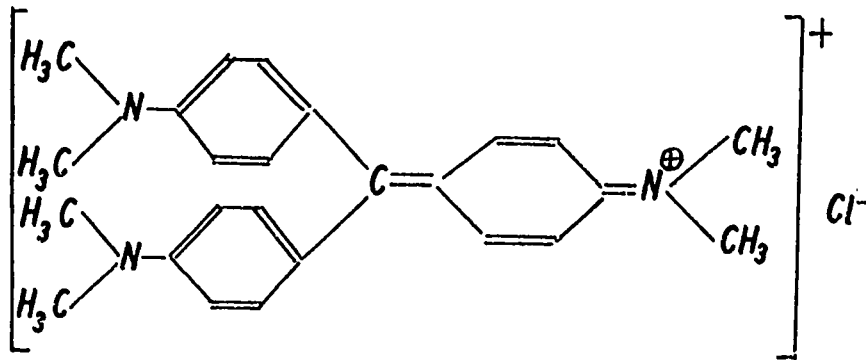
Vorzugsweise werden 3mg/l



zugesetzt.

2. Eine organische Base, in Mengen von 0,1 bis 10mg/l, wie z. B.





vorzugsweise in einer Konzentration von 0,5 mg/l.
Dabei werden die genannten Verbindungen in Konzentrationen von 0,1 bis 100 mg/l zugesetzt.
Die angewandten Zusatzstoffe entwickeln ebenso wie die Zusätze zur Erzeugung der bestimmten funktionellen Eigenschaften keine störenden Abbauprodukte und können in geringen Konzentrationen angewendet werden. Sie erlauben eine kontinuierliche Regenerierung und sind analytisch bestimmbar.
Die pyramidenförmige Topographie ist gleichmäßig über die abgeschiedene Kupferschicht verteilt.