

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 704 555 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**12.11.1997 Patentblatt 1997/46**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **C25B 1/00**, G01J 1/48,  
B01J 19/12, H01G 9/20

(21) Anmeldenummer: **95113648.0**

(22) Anmeldetag: **31.08.1995**

### (54) **Aluminium-Elektrode**

Aluminium electrode

Electrode en aluminium

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR**

(30) Priorität: **28.09.1994 DE 4434557**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**03.04.1996 Patentblatt 1996/14**

(73) Patentinhaber: **Becromal S.p.A.**  
**I-20089 Quinto de' Stampi Rozzano (MI) (IT)**

(72) Erfinder:  
• **Chiavarotti, Giovanni, c/o Keil & Schaafhausen**  
**D-60322 Frankfurt am Main (DE)**  
• **Di Quarto, Francesco, c/o Keil & Schaafhausen**  
**D-60322 Frankfurt am Main (DE)**

• **Piazza, Salvatore, c/o Keil & Schaafhausen**  
**D-60322 Frankfurt am Main (DE)**  
• **Sunseri, Carmelo, c/o Keil & Schaafhausen**  
**D-60322 Frankfurt am Main (DE)**

(74) Vertreter: **KEIL & SCHAAFHAUSEN**  
**Patentanwälte**  
**Eysseneckstrasse 31**  
**60322 Frankfurt am Main (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-C- 381 725** **US-A- 3 628 017**  
**US-A- 4 107 008** **US-A- 4 481 091**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5 no. 56**  
**(P-57) [728] ,17.April 1981 & JP-A-56 010219**  
**(MATSUSHITA) 2.Februar 1981,**

**EP 0 704 555 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 betrifft die Verwendung einer Aluminiumfolie für die chemische Reduktion flüssiger und/oder gasförmiger Komponenten wie  $\text{CO}_2$ , und/oder als Detektor für elektromagnetische Strahlung, z.B. im UV-Bereich, unter Ausnutzung des Fotoemissionsprozesses (Fotoeffekt).

Unter dem Fotoeffekt versteht man das Herauslösen von Elektronen aus dem Inneren eines Festkörpers durch seine Oberfläche hindurch in das umgebende Medium, Luft oder Vakuum, durch Einstrahlung elektromagnetischer Strahlung, wie Licht-, Röntgen- oder  $\gamma$ -Strahlen. Bei diesem, sogenannten äußeren Fotoeffekt läßt sich eine mit elektromagnetischer Strahlung, bspw. im UV-Bereich bestrahlte, isoliert aufgehängte Metallplatte auf ein elektrisches Potential auf, wenn dafür gesorgt wird, daß die herausgelösten Elektronen durch ein elektrisches Feld abgesaugt werden. Die Anzahl der Fotoelektronen bzw. die Stromstärke des durch die Fotoelektronen gebildeten Fotostroms ist bei Einwirkung monochromatischer elektromagnetischer Strahlung der Frequenz der absorbierten Lichtintensität proportional. Die kinetische Energie der ausgelösten Fotoelektronen hängt von der Frequenz der einfallenden elektromagnetischen Strahlung und von der sogenannten Austrittsarbeit des bestrahlten Metalls ab.

Die Erfindung schlägt die Verwendung einer Aluminiumfolie für die chemische Reduktion flüssiger und/oder gasförmiger Komponenten wie  $\text{CO}_2$  und/oder als Detektor für elektromagnetische Strahlungen, z.B. im UV-Bereich, unter Ausnutzung des Fotoeffektes vor. Dieses Ziel wird im wesentlichen dadurch erreicht, daß man die Aluminiumfolie einer Oberflächenbehandlung zur Vergrößerung der Oberflächenrauigkeit aussetzt, die aufgerauhte Aluminiumfolie als negative Elektrode in einem ggf. die reduzierenden flüssigen und/oder gasförmigen Komponenten enthaltenen Elektrolytbad einer Potentialspannung aussetzt, und die aufgerauhte mit einer Potentialspannung in dem Elektrolytbad beaufschlagte Aluminiumfolie einem Fotoemissionsprozeß, z.B. unter Verwendung der nachzuweisenden elektromagnetischen Strahlung, unterwirft. Eine solchermaßen präparierte Aluminiumfolie eignet sich in besonderer Weise für die chemische Reduktion flüssiger und/oder gasförmiger Komponenten und/oder als Detektor für elektromagnetische Strahlung, da sich überraschenderweise zeigt, daß bereits bei einer Einwirkung von relativ langwelliger elektromagnetischer Strahlung auf die Aluminiumfolie eine überraschend hohe Quantenausbeute erzielbar ist. Die Quantenausbeute ist definiert als das Verhältnis der Anzahl der emittierten Elektronen bezogen auf die Anzahl der einfallenden Photonen. Mittels der stark reduzierend wirkenden emittierten Fotoelektronen können flüssige Komponenten ohne weiteres reduziert werden. Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, mit einer derartigen Aluminiumfolie sehr stabile gasförmige Substanzen wie  $\text{CO}_2$  oder  $\text{N}_2$  mittels der aus der Aluminiumfolie austretenden Fotoelektronen zu reduzieren.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung rauht man die Aluminiumfolie mechanisch, z.B. durch Sandstrahlen, durch elektromechanisches Polieren und/oder durch elektrochemisches Ätzen auf. Durch diese Maßnahmen wird die Quantenausbeute positiv beeinflusst.

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung versieht man die Oberfläche der Aluminiumfolie mit einer Rauigkeit entsprechend einem Rauigkeitsfaktor zwischen 1,75 und 3.

Von Vorteil wird eine Aluminiumfolie mit einer Kapazität zwischen  $0,5$  und  $2,0 \mu\text{F cm}^{-2}$  (bei  $+8 \text{ V (MSE)}$ ) verwendet.

Nach einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung vergrößert man die Oberfläche einer unbehandelten Aluminiumfolie durch eine Oberflächenbehandlung, insbesondere durch elektrochemisches Ätzen oder dgl., um einen Faktor (Oberflächenvergrößerungsfaktor (SEF) zwischen etwa 10 und etwa 40.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, daß die Oberfläche der Aluminiumfolie mit Perchlorsäure und/oder Ethanol zur Vergrößerung der Oberfläche behandelt wird.

Alternativ oder in Kombination zu dieser Oberflächenbehandlung der Aluminiumfolie mit Perchlorsäure und/oder Ethanol kann die Oberfläche, insbesondere zum Strahlen, mit Aluminiumpartikeln einer Korngröße bzw. eines mittleren Durchmessers zwischen  $1 \mu\text{m}$  und etwa  $45 \mu\text{m}$  behandelt werden.

Von Vorteil werden als Elektrolytbad Lösungen unter Ausschluß aggressiver Anionen, wie z.B. Halogene, verwendet.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung weist das Elektrolytbad von Vorteil einen pH-Wert zwischen etwa 5 und etwa 10 auf.

Im Rahmen dieser Erfindung werden unter dem Begriff Elektrolytbad auch solche Bäder verstanden, die gasförmige Komponenten, insbesondere  $\text{CO}_2$  und/oder  $\text{N}_2$  aufweisen, die mittels der Aluminiumfolie unter Ausnutzung des Fotoeffekts ebenfalls reduzierbar sind.

Der Betrag der Potentialspannung, mit der die Aluminiumfolie beaufschlagbar ist, wird bevorzugt auf Werte unter etwa 2 Volt eingestellt. Durch diese Maßnahme läßt sich in vorteilhafter Weise die von den Fotoelektronen beim Austreten aus der Aluminiumfolie zu überwindende Austrittsarbeit senken. Infolge dessen besteht auch die Möglichkeit, langwellige elektromagnetische Strahlung zum Auslösen der Fotoelektronen aus der Aluminiumfolie einzusetzen, wobei in diesem Fall auf eine Vielzahl geeigneter elektromagnetischer Strahlungsquellen zurückgegriffen werden kann.

Als besonders vorteilhaft hat sich die Verwendung elektromagnetischer Strahlung im UV-Bereich erwiesen.

In einem speziellen Anwendungsfall wurde elektromagnetische Strahlung einer Wellenlänge  $\lambda$  von etwa  $300 \text{ nm}$  mit Vorteil verwendet.

Nach einer speziellen Ausgestaltung verwendet man ein flüssiges Elektrolytbad, eine Potentialspannung von etwa 1,8 bis 1,9 Volt und eine elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge  $\lambda$  von etwa 300 nm. Unter diesen Bedingungen wurde überraschenderweise eine hohe Quantenausbeute von etwa 2% bis etwa 4% erreicht.

Aufgrund der hohen Quantenausbeute eignet sich die Aluminiumfolie mit Vorteil für die Verwendung als Detektor für elektromagnetische Strahlung, wobei man die Aluminiumfolie mit elektromagnetischer Strahlung, insbesondere UV-Strahlung, beaufschlagt und den Fotostrom meßtechnisch erfaßt. Aufgrund der recht hohen Quantenausbeute wird daher ein besonders empfindliches Meßinstrument bzw. ein empfindlicher Detektor für elektromagnetische Strahlung zur Verfügung gestellt.

Weitere Ziele, Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen.

Zur Verwendung einer Aluminiumfolie für bspw. die chemische Reduktion flüssiger oder gasförmiger Komponenten oder als Detektor für elektromagnetische Strahlung wird die Aluminiumfolie einer Oberflächenbehandlung zur Vergrößerung der wirksamen Oberfläche bzw. der Oberflächenrauigkeit ausgesetzt. Anschließend wird die Aluminiumfolie als negative Elektrode in ein Elektrolytbad eingebracht und mit einer Potentialspannung beaufschlagt. Setzt man die Aluminiumfolie in dem Elektrolytbad einer elektromagnetischen Strahlung, vorzugsweise mit Wellenlängen im UV-Bereich, aus, so ist eine Emission von Fotoelektronen aus der Aluminiumfolie direkt in das Elektrolytbad zu beobachten, sofern die Aluminiumfolie einer geeigneten Oberflächenbehandlung ausgesetzt, auf eine geeignete Potentialspannung gelegt und mit einer elektromagnetischen Strahlung geeigneter Wellenlänge beaufschlagt worden ist. Dieses Phänomen der Emission von Fotoelektronen aus der Aluminiumfolie direkt in das Elektrolytbad weist einige Gemeinsamkeiten mit dem Fotoeffekt auf, wie er an der Grenzschicht zwischen einem Metall und dem Vakuum beim Auftreffen von elektromagnetischer Strahlung auf die Metallfläche nachweisbar ist. Allerdings weist die photoninduzierte Emission von Elektronen aus einer Aluminiumfolie, die in ein Elektrolytbad eingetaucht ist, auch folgende unterschiedlichen Aspekte auf:

An der Grenzschicht zwischen der Metalloberfläche und der Elektrolytlösung baut sich eine elektrische Doppelschicht auf, an der die ganze Potentialspannung, mit der die Aluminiumfolie beaufschlagt wird, abfällt. Hieraus folgt, daß eine weitere Variable die Fotoemission der Elektronen aus der Aluminiumschicht in das Elektrolytbad beeinflusst. Im Vergleich zum Fotoeffekt an einer Metall/Vakuum-Grenzschicht ändert sich der Energieschwellwert für die Fotoemission der Elektronen gemäß der Gleichung

$$E_{th} \text{ (eV)} = E_{th} (0) - eV,$$

wobei  $E_{th} (0)$  derjenige Energieschwellwert (entsprechend der sogenannten Austrittsarbeit) bei einer Potentialspannung von 0 bezogen auf die elektrochemische Skala ist und der Term  $eV$  die Potentialspannung der Aluminiumfolie in dem Elektrolytbad bezogen auf eine Referenzelektrode angibt. Ersichtlich variiert der Energieschwellwert  $E_{th} \text{ (eV)}$  in Abhängigkeit von der angelegten Potentialspannung. Der wesentliche Unterschied zu dem Fotoeffekt an einer Metall/Vakuum-Grenzschicht ergibt sich aus der Tatsache, daß die angelegte Potentialspannung zu einer Polarisierung der Metall/Lösung-Grenzfläche führt und die Funktion der Austrittsarbeit ( $W_{Me/Sol}$ ) eines in eine Lösung eingebrachten Metalls im wesentlichen linear beeinflusst.

Während die Emission eines Fotoelektrons aus einem Metall in das Vakuum als rein physikalisches Phänomen interpretiert werden kann, ohne daß es im Anschluß an die Emission der Elektronen zu chemischen Reaktionen kommt, ist dies im Falle einer Metall/Lösung-Grenzfläche anders. Dann gelangen nämlich die aufgrund des Fotoeffekts emittierten Elektronen in die Lösung bzw. das Elektrolytbad und setzen eine Reihe chemischer Reaktionen in Gang. Als Endresultat findet eine chemische Reduktion der flüssigen oder gasförmigen Komponenten, die in dem Elektrolytbad enthalten sind, statt.

Eine Abschätzung der Intensität des Fotostroms an einer Metall/Lösung-Grenzfläche ist relativ schwierig. Unter Außerachtlassung von Oberflächenvergrößerungseffekten, die gewöhnlich auf die Oberflächenrauigkeit und/oder an der Oberfläche erzeugte Elektronen auf Plasmaschwingungen des Metalls zurückzuführen sind, ergeben Modellberechnungen Quantenausbeuten in der Größenordnung von  $10^{-5}$  bis  $10^{-4}$  für unterschiedliche Metall/Elektrolyt-Oberflächen.

Im Spezialfall einer Aluminium/Vakuum-Grenzfläche konnten Quantenausbeuten von etwa 4% bei einer Energie der eingestrahlten elektromagnetischen Strahlung nahe der Plasmafrequenz ( $h\gamma = 10 \text{ eV}$ ) gemessen werden. Andererseits konnte für eine Aluminium/Elektrolyt-Grenzfläche ein Emissionsgrenzwert nahe  $h\gamma = 2 \text{ eV}$  ermittelt werden, der auf einer Reduzierung der metallischen Austrittsarbeit aufgrund der angelegten potentialen Spannung zurückzuführen ist. Die Austrittsarbeit für die Grenzschicht/Aluminium/Elektrolyt liegt bei etwa  $h\gamma = 4,15 \text{ eV}$ . Eine weitere Reduzierung der Austrittsarbeit an der Grenzschicht Aluminium/Elektrolytbad konnte nicht gemessen werden, da eine starke Wasserstoffentwicklung bei Potentialspannungen negativer als -1,95 Volt (bezogen auf MSE) in dem Elektrolytbad einsetzt.

Wie aus der Tabelle am Ende der Beschreibung zu entnehmen ist, kann eine Verstärkung des Fotostroms aufgrund einer geeigneten Oberflächenbehandlung des Metalls erreicht werden. So ist es angezeigt, die Aluminiumfolie mechanisch, z.B. durch Sandstrahlen, durch elektromechanisches Polieren oder durch elektrochemisches Ätzen oder einer Kombination dieser Verfahren aufzurauen. Insbesondere hat sich ein Elektropolieren der Oberfläche der Aluminiumfolie mittels Perchlorsäure und/oder Ethanol bewährt, wobei die Oberfläche der Aluminiumfolie in einem anschließenden Schritt mit Aluminiumpartikeln eines Durchmessers zwischen etwa 1 µm und etwa 45 µm mechanisch poliert wird. Die Oberfläche der Aluminiumfolie weist eine Rauigkeit entsprechend einem Rauigkeitsfaktor zwischen 1,75 und 3 auf. Diese Rauigkeitsfaktoren werden über eine Messung der Kapazität der Aluminiumfolie bei 9 Volt (MSE) ermittelt. Mit den dargestellten Oberflächenbehandlungsmethoden wurde die Oberfläche der Aluminiumfolie um einen Faktor (Oberflächenvergrößerungsfaktor SEF) zwischen etwa 10 und etwa 40 erhöht.

Das Elektrolytbad besteht aus solchen Lösungen, die keine aggressiven Anionen, wie z.B. Halogene, aufweisen. Der pH-Wert des Elektrolytbades liegt in einem Bereich zwischen etwa 5 und etwa 10. Aufgrund der oben erwähnten Wasserstoffentwicklung in dem Elektrolytbad wird der Betrag der Potentialspannung auf Werte unter etwa 2 Volt eingestellt. Bei der eingestrahnten elektromagnetischen Strahlung handelt es sich um Wellenlängen im UV-Bereich, insbesondere wurde Strahlung einer Wellenlänge von  $\lambda$  von etwa 300 nm eingesetzt. Dies entspricht einer Photonenergie von  $h\nu = 4$  eV. Unter diesen Bedingungen konnte im Dauerzustand, also im eingeschwungenen Zustand des Systems, eine Quantenausbeute von etwa 2% bis etwa 4% erzielt werden.

Berücksichtigt man die äußerst starke reduzierende Wirkung der emittierten Fotoelektronen, kann mit diesem System auch eine Reduzierung sehr stabiler gasförmiger Substanzen, wie CO<sub>2</sub> oder N<sub>2</sub> erreicht werden. Eine weitere Art der Verwendung des beschriebenen Systems besteht in dem Einsatz der Aluminium/Lösung-Grenzfläche als Detektor für elektromagnetische Strahlung insbesondere im UV-Bereich, in dem eine hohe Quantenausbeute erzielbar ist.

| Probe                               | Fläche<br>[cm <sup>2</sup> ] | Kapazität bei<br>+8 V(MSE)<br>[μF cm <sup>2</sup> ] | $I_{ph}(max)$ bei<br>-1.8 V(MSE)<br>und<br>$\lambda=300$ nm<br>[nA] | Rauhigkeits-<br>faktor | Oberflächenver-<br>größerungsfak-<br>tor SEF |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|
| Becromal<br>3D                      | 0.660                        | 1.80                                                | 1050 *                                                              | 3                      | 27                                           |
| Electropo-<br>lished rod            | 0.283                        | 0.60                                                | 13                                                                  | 1                      | 1                                            |
| Mechani-<br>cally po-<br>lished rod | 0.283                        | 1.06                                                | 300                                                                 | 1.76                   | 13                                           |

\*  $I_{ph}(max) = 1300$  nA bei -1.9 V(MSE)

## Patentansprüche

1. Verwendung einer Aluminiumfolie für die chemische Reduktion flüssiger und/oder gasförmiger Komponenten wie CO<sub>2</sub>, und/oder als Detektor für elektromagnetische Strahlung, z. B. im UV-Bereich, indem man

- die Aluminiumfolie einer Oberflächenbehandlung zur Vergrößerung der Oberflächenrauigkeit aussetzt,
- die aufgerauhte Aluminiumfolie als negative Elektrode in einem ggf. die zu reduzierenden flüssigen und/oder gasförmigen Komponenten enthaltenden Elektrolytbad einer Potentialspannung aussetzt, und
- die aufgerauhte mit einer Potentialspannung in dem Elektrolytbad beaufschlagte Aluminiumfolie einem Fotoemissionsprozeß, z. B. unter Verwendung der nachzuweisenden elektromagnetischen Strahlung, unterwirft.

2. Verwendung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Aluminiumfolie mechanisch, z. B. durch Sandstrahlen, durch elektromechanisches Polieren und/oder durch elektrochemisches Ätzen aufraut.

3. Verwendung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Oberfläche der Aluminiumfolie mit einer Rauigkeit entsprechend einem Rauigkeitsfaktor zwischen 1,75 und 3 versieht.

4. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß man eine Aluminiumfolie mit einer Kapazität zwischen 0,5 und 2,0  $\mu\text{F cm}^{-2}$  (bei + 8 V (MSE)) verwendet.

5. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Oberfläche der Aluminiumfolie durch eine Oberflächenbehandlung, insbesondere durch elektromechanisches Ätzen oder dgl., um einen Faktor (Oberflächenvergrößerungsfaktor SEF) zwischen etwa 10 und etwa 40 vergrößert.

6. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Oberfläche der Aluminiumfolie mit Perchlorsäure und/oder Ethanol behandelt.

7. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß man zur Oberflächenbehandlung der Aluminiumfolie, insbesondere zum Polieren, Aluminiumpartikel einer Korngröße bzw. eines mittleren Durchmessers zwischen etwa 1  $\mu\text{m}$  und etwa 45  $\mu\text{m}$  verwendet.

8. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß man als Elektrolytbad Lösungen unter Ausschluß aggressiver Anionen, wie z.B. Halogene, verwendet.

9. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Elektrolytbad einen pH-Wert zwischen etwa 5 und etwa 10 aufweist.

10. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Elektrolytbad gasförmige Komponenten, insbesondere  $\text{CO}_2$  und/oder  $\text{N}_2$ , aufweist.

11. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß man den Betrag der Potentialspannung auf Werte unter etwa 2 Volt einstellt.

12. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß man elektromagnetische Strahlung im UV-Bereich verwendet.

13. Verwendung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß man elektromagnetische Strahlung einer Wellenlänge  $\lambda$  von etwa 300 nm verwendet.

14. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9, 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß man mit einem flüssigen Elektrolytbad, einer Potentialspannung von etwa 1,8 bis etwa 1,9 V und eine elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge  $\lambda$  von etwa 300 nm eine Quantenausbeute (Anzahl der emittierten Elektronen/Anzahl der auftreffenden Photonen) von etwa 2% bis etwa 4% erzielt.

15. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche als Detektor für elektromagnetische Strahlung, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Aluminiumfolie mit elektromagnetischer Strahlung, insbesondere UV-Strahlung beaufschlagt und den Fotostrom meßtechnisch erfaßt.

## Claims

1. Use of an aluminium foil for the chemical reduction of liquid and/or gaseous components such as  $\text{CO}_2$ , and/or as a detector for electromagnetic radiation, eg. in the UV range, where

- the aluminium foil is exposed to surface treatment to increase the surface roughness,
- the roughened aluminium foil, as a negative electrode in an electrolyte bath containing the liquid and/or gaseous components to be reduced, is exposed to a potential voltage, and
- the roughened aluminium foil receiving a potential voltage in the electrolyte bath undergoes a photo-emission process, eg. under application of the electromagnetic radiation to be detected.

2. Use according to claim 1, characterised in that the aluminium foil is roughened mechanically eg. by sand blasting, by electromechanical polishing and/or by electrochemical etching.

3. Use according to claim 1 or 2, characterised in that the surface of the aluminium foil has a roughness corresponding to a roughness factor of between 1.75 and 3.

4. Use according to any of the previous claims, characterised in that an aluminium foil is used with a capacitance of between 0.5 and 2.0  $\mu\text{F cm}^{-2}$  (at + 8 V (MSE)).

5. Use according to any of the previous claims, characterised in that the surface of the aluminium foil is enlarged by surface treatment, in particular by electromechanical etching or similar, by a factor (surface enlargement factor SEF) of between 10 and approximately 40.

6. Use according to any of the previous claims, characterised in that the surface of the aluminium foil is treated with perchloric acid and/or ethanol.

7. Use according to any of the previous claims, characterised in that for surface treatment of the aluminium foil, in particular for polishing, aluminium particles are used of a grain size or an average diameter of between approximately 1  $\mu\text{m}$  and approximately 45  $\mu\text{m}$ .

8. Use according to any of the previous claims, characterised in that solutions, excluding aggressive anions eg. halogens, are used as an electrolyte bath.

9. Use according to any of the previous claims, characterised in that the electrolyte bath has a pH value of between approximately 5 and approximately 10.

10. Use according to any of claims 1 to 7, characterised in that the electrolyte bath has gaseous components, in particular  $\text{CO}_2$  and/or  $\text{N}_2$ .

11. Use according to any of the previous claims, characterised in that the amount of the potential voltage is set to values under approximately 2 Volts.

12. Use according to any of the previous claims, characterised in that electromagnetic radiation in the UV range is used.

13. Use according to claim 12, characterised in that electromagnetic radiation is used of a wave length  $\lambda$  of approximately 300 nm.

14. Use according to any of the previous claims 1 to 9, 11 to 13, characterised in that with a liquid electrolyte bath, a potential voltage of approximately 1.8 to 1.9 V and an electromagnetic radiation with a wavelength  $\lambda$  of approximately 300 nm, a quantum yield (number of electrons emitted over number of photons received) of approximately 2% to approximately 4% is achieved.

15. Use according to any of the previous claims as a detector for electromagnetic radiation, characterised in that the aluminium foil is bombarded with electromagnetic radiation, in particular UV radiation, and the photoelectric current detected by measurement.

## Revendications

1. Utilisation d'une feuille mince d'aluminium pour la réduction chimique de constituants liquides et/ou gazeux comme  $\text{CO}_2$ , et/ou à titre de détecteur de rayonnements électromagnétiques, par exemple dans le domaine de l'ultraviolet, selon laquelle :

- on expose la feuille d'aluminium à un traitement de sa surface pour augmenter la rugosité de cette surface,
  - on soumet à un potentiel de tension électrique la feuille d'aluminium rendue rugueuse, et servant d'électrode négative, le cas échéant dans un bain d'électrolyte contenant les constituants liquides et/ ou gazeux à réduire, et
  - 5 - on soumet la feuille d'aluminium, rendue rugueuse et placée sous potentiel de tension électrique, dans le bain d'électrolyte à un processus de photoémission, par exemple en utilisant le rayonnement électromagnétique à décélérer.
- 10 2. Utilisation selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'on rend rugueuse la feuille d'aluminium mécaniquement, par exemple par sablage, par polissage électromécanique et/ou par attaque électrochimique.
  3. Utilisation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'on confère à la surface de la feuille d'aluminium une rugosité correspondant à un facteur de rugosité compris entre 1,75 et 3.
  - 15 4. Utilisation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'on utilise une feuille d'aluminium ayant une capacité comprise entre 0,5 et 2,0  $\mu\text{F cm}^{-2}$  (à + 8 V (MSE)).
  5. Utilisation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que on augmente d'un facteur (facteur d'augmentation de surface, SEF) compris entre environ 10 et environ 40, la surface de la feuille d'aluminium par un traitement de surface, en particulier par une attaque électrochimique ou une opération analogue.
  - 20 6. Utilisation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'on traite la surface de la feuille d'aluminium par de l'acide perchlorique et/ou par de l'éthanol.
  - 25 7. Utilisation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'on utilise, pour le traitement de la feuille d'aluminium, en particulier pour le polissage, des particules d'aluminium d'une grosseur de grain, respectivement d'un diamètre moyen compris entre environ 1  $\mu\text{m}$  et environ 45  $\mu\text{m}$ .
  8. Utilisation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'on utilise comme bain d'électrolyte des solutions, ne comportant pas d'anions agressifs, comme par exemple des halogènes.
  - 30 9. Utilisation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le bain d'électrolyte présente une valeur de pH comprise entre environ 5 et environ 10.
  - 35 10. Utilisation selon une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le bain d'électrolyte présente des constituants gazeux, en particulier  $\text{CO}_2$  et/ou  $\text{N}_2$ .
  11. Utilisation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'on ajuste à des valeurs inférieures à 2 volts environ le niveau du potentiel de tension électrique.
  - 40 12. Utilisation selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce qu'on utilise un rayonnement électromagnétique dans le domaine de l'ultraviolet.
  13. Utilisation selon la revendication 12, caractérisée en ce qu'on utilise un rayonnement électromagnétique d'une longueur d'onde  $\lambda$  d'environ 300 nm.
  - 45 14. Utilisation selon une des revendications 1 à 9, 11 à 13 précédentes, caractérisée en ce qu'on obtient avec un bain d'électrolyte liquide, un potentiel de tension électrique d'environ 1,8 à environ 1,9 volt et un rayonnement électromagnétique ayant une longueur d'onde  $\lambda$  d'environ 300 nm, un rendement quantique (nombre d'électrons émis/nombre de photons reçus) d'environ 2% à environ 4%.
  - 50 15. Utilisation selon l'une des revendications précédentes à titre de détecteur de rayonnement électromagnétique, caractérisée en ce qu'on soumet la feuille d'aluminium à un rayonnement électromagnétique, en particulier un rayonnement ultraviolet, et en ce que l'on détecte par des techniques de mesure le courant photoélectrique.
  - 55