

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50037/2012
(22) Anmeldetag: 22.02.2012
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2013

(51) Int. Cl. : **C25B 11/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 413109 B WO 2004005585 A1
WO 2007116004 A2
JP 2005325417 A
JP 2005272908 A
JP 2005272910 A

(73) Patentinhaber:
pro aqua Diamantelektroden Produktion
GmbH & Co KG
8712 Niklasdorf (AT)

(72) Erfinder:
Staber Wolfgang
Bruck an der Mur (AT)
Hermann Robert
Oberaich (AT)
Wesner Wolfgang
Wien (AT)
Schelch Michael
Oberaich (AT)

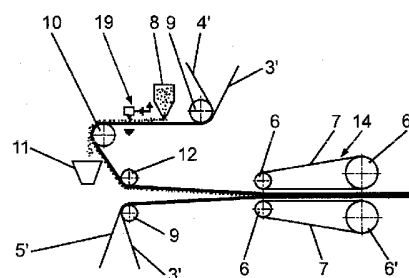
(54) Verfahren zur Herstellung einer Elektrode

(57) Verfahren zur Herstellung einer Elektrode, welche elektrisch leitfähige Partikel (2), insbesondere dotierte Diamantpartikel oder dotierte TiO₂-Kristallpartikel aufweist, die einlagig in einer Kunststoff-Trägerschicht (1) eingebettet sind und beidseitig dieser Schicht herausragen.

Es werden eine erste und eine zweite Hilfsschicht (3) aus einem weichen Material mit zumindest einer Folie (4, 5) aus Kunststoff und ggf. zumindest einer Stützschiicht (20) kontinuierlich zu einem mehrlagigen Material zusammengefügt, wobei auf die oder eine der Folie(n) (4) die Partikel (2) einlagig und anhaftend aufgebracht werden, wobei das mehrlagige Material in eine Doppelbandpresse (14) oder einen Kalandrier transportiert und dort Druck und Wärme ausgesetzt wird, wobei der Kunststoff der Folie(n) (4, 5) aufschmilzt und die Partikel (2) an beiden Außenseiten der aus der bzw. den Folie(n) (4, 5) entstandenen Trägerschicht (1) freigelegt werden, und wobei nach dem Austritt aus der Doppelbandpresse (14) oder dem Kalandrier die Hilfsschichten (3) entfernt werden und der abgekühlte Materialverbund zu Elektroden geschnitten wird.

Die Erfindung stellt daher einen kontinuierlichen Herstellprozess zur Verfügung, welcher es gestattet, die Elektroden mit hoher Produktionskapazität und in hoher Qualität herzustellen.

Fig. 3



Beschreibung

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ELEKTRODE

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Elektrode, welche elektrisch leitfähige Partikel, insbesondere dotierte Diamantpartikel oder dotierte TiO_2 -Kristallpartikel aufweist, die einlagig in eine Kunststoff-Trägerschicht eingebettet sind und beidseitig dieser Schicht heraus ragen.

[0002] Ein derartiges Verfahren ist aus der WO 2007/116004 A2 bekannt. Als elektrisch leitfähige Partikel sind dotierte Diamantpartikel vorgesehen, welche zwischen zwei Kunststofffolien eingebracht sind, wobei die Partikel durch Erhitzen bzw. Aufschmelzen der beiden Folien unter äußerem Druck an den Folienaußenseiten freigelegt werden. Das in einer Pressform durchzuführende Verfahren schränkt die Produktionskapazität deutlich ein, da der Pressvorgang jeweils lange Zeit in Anspruch nimmt. Darüber hinaus ist die Größe der herzustellenden Elektroden begrenzt.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit welchem qualitativ hochwertige Elektroden bei hoher Produktionskapazität herstellbar sind.

[0004] Gelöst wird die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass eine erste und eine zweite Hilfsschicht aus einem weichen Material mit zumindest einer Folie aus Kunststoff und ggf. zumindest einer Stützschrift kontinuierlich zu einem mehrlagigen Material zusammengefügt werden, wobei auf die oder eine der Folie(n) die Partikel einlagig und anhaftend aufgebracht werden, wobei das mehrlagige Material in eine Doppelbandpresse oder einen Kalandrier transportiert und dort Druck und Wärme ausgesetzt wird, wobei der Kunststoff der Folie(n) aufschmilzt und die Partikel an beiden Außenseiten der aus der bzw. den Folie(n) entstandenen Trägerschicht freigelegt werden, und wobei nach dem Austritt aus der Doppelbandpresse oder dem Kalandrier die Hilfsschichten entfernt werden und der abgekühlte Materialverbund zu Elektroden geschnitten wird.

[0005] Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß auch dadurch gelöst, dass auf eine Hilfsschicht aus einem weichen Material ein Gemisch aus Kunststoffgranulat und den Partikeln aufgebracht wird, anschließend eine zweite Hilfsschicht aus dem weichen Material aufgelegt wird und das derart gebildete mehrschichtige Material Druck und Wärme ausgesetzt wird, so dass das Kunststoffmaterial aufschmilzt und die Partikel an beiden Außenseiten der sich bildenden Trägerschicht freigelegt werden, wobei anschließend die Hilfsschichten entfernt werden und der gekühlte Materialverbund zu Elektroden geschnitten wird.

[0006] Die Erfindung stellt daher einen kontinuierlichen Herstellprozess zur Verfügung, welcher es gestattet, die Elektroden mit hoher Produktionskapazität und in hoher Qualität herzustellen.

[0007] Auf besonders einfache und zweckmäßige Weise lassen sich die Partikel mittels einer Streueinrichtung auf die Folie aufbringen. Diese Streueinrichtung kann in an sich bekannter Weise ausgeführt sein und einen Vorratsbehälter für die Partikel umfassen. Sie kann ferner von der zentralen Steuerung der Vorrichtung hinsichtlich der Menge der auf die Folie zu streuenden Partikel entsprechend gesteuert werden. Die Streueinrichtung gestattet ferner ein Aufbringen der Partikel über die gesamte Breite der Folie.

[0008] Die Partikel sollen möglichst einlagig und weitgehend ohne gegenseitigen Kontakt auf die Folie aufgebracht werden und auf dieser, bis sie mit der zweiten Folie oder der zweiten Hilfsschicht zusammengefügt wird, haften. Auf eine besonders elegante und einfache Weise wird eine Haftung der Partikel durch eine elektrostatische Aufladung der Partikel und der Folie, mittels eines geeigneten Generators, erzielt. Damit wird eine Haftung der unmittelbar mit der Folie in Kontakt stehenden Partikel erreicht, die überschüssigen, nicht haftenden Partikel können beispielsweise abgesaugt oder beim Weitertransport der Folie über eine Walze, Rolle oder dergleichen abfallen und in einem Behälter aufgefangen werden. Alternativ kann eine Haftung der Partikel auf der Folie durch das vorherige Aufbringen einer Klebeschicht auf der Folie erfol-

gen. Mit der Folie nicht in Kontakt stehende Partikel können, wie beschrieben, entfernt werden.

[0009] Je nach Kunststoffmaterial werden die im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders geeigneten Folien entweder als Folienbahnen oder als Folienplatten vom Hersteller zur Verfügung gestellt. Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet sowohl die Verwendung von Platten als auch von Bahnen.

[0010] Das in ein oder mehreren Lagen eingebrachte Stützmaterial ist bevorzugt ein Gitter oder ein Gewebe, welches zwischen der Folie bzw. zumindest einer der Folien und der dieser benachbarten Hilfsschicht oder an der Außenseite zumindest einer der Hilfsschichten oder zwischen den Folien positioniert wird. Die Ausführung als Gitter oder Gewebe hat den Vorteil, dass die Partikel - die Diamantpartikel oder die TiO_2 -Kristallpartikel - beim Aufschmelzen des Folienmaterials die Stützschiicht bzw. die Stützschiichten durchdringen können und so an beiden Seiten der gebildeten Trägerschicht herausragen. Das Material für die Stützschiicht bzw. die Stützschiichten soll einen höheren Schmelzpunkt aufweisen als das Folienmaterial, um ein Schmelzen der Stützschiichten beim Aufschmelzen der Folie(n) zu vermeiden.

[0011] Werden zur Herstellung der Elektrode Diamantpartikel verwendet, so können diese insbesondere Einkristalle und sogenannte Industriediamanten mit bevorzugten Korngrößen zwischen 160 μm und 350 μm sein.

[0012] TiO_2 -Kristallpartikel werden bevorzugt mit Korngrößen zwischen 300 μm und bis zu 5 mm, insbesondere bis zu 2 mm, verwendet.

[0013] Die Stärke der Folie bzw. der Folien wird auf die durchschnittlichen Korngrößen der Partikel abgestimmt und beträgt üblicherweise zwischen 12,5 μm und 250 μm . Für eine gute Stabilität der fertigen Elektrode sowie ein optimales Freilegen der Partikel während des Press- oder Walzvorganges ist es gemäß der Erfindung vorteilhaft, wenn das Verhältnis zwischen der Stärke der Folie bzw. der Summe der Stärken der Folien und der Korngröße der Partikel für eine bestimmte Elektrode 3,9 bis 9,0, insbesondere bis zu 6,0 beträgt.

[0014] Je nachdem ob die Folien als Bahnen oder als Platten zur Verfügung stehen, werden auch die Hilfsschichten entsprechend in der Form von Bahnen oder Platten verwendet.

[0015] Wird anstelle von Folienmaterial ein Kunststoffgranulat verwendet, so wird das mehrschichtige Material, welches zuerst aus zwei Hilfsschichten und dem zwischen den Hilfsschichten befindlichen mit den Partikeln gemischtem Kunststoffgranulat hergestellt wird, ebenfalls in einer Doppelbandpresse oder in einem Walzenkalandr Druck und Wärme ausgesetzt, um derart ein Aufschmelzen des Kunststoffmaterials und ein Freilegen der Partikel an den beiden Seiten der sich aus dem Kunststoffmaterial bildenden Trägerschicht zu erzielen. Auch bei diesem alternativen Verfahren werden Diamantpartikel, insbesondere als Industriediamanten, mit Korngrößen zwischen 160 μm und 350 μm verwendet, TiO_2 -Kristallpartikel werden mit Korngrößen zwischen 300 μm und 5 mm, insbesondere bis zu 2 mm, verwendet.

[0016] Die Erfindung betrifft ferner Elektroden, welche gemäß den erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt sind.

[0017] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden nun anhand der schematischen Zeichnung, die Ausführungsbeispiele darstellt, näher beschrieben. Dabei zeigen

[0018] Fig. 1 eine Schnittdarstellung eines Abschnittes einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Elektrode,

[0019] Fig. 2 eine Schnittansicht während der Herstellung der Elektrode und

[0020] Fig. 3 und Fig. 4 Funktionsprinzipien der Herstellung der Elektrode unter Verwendung einer Doppelbandpresse.

[0021] Die Erfindung befasst sich mit einem Verfahren zur Herstellung einer Elektrode für eine elektrochemische Zelle (Elektrolysezelle). Die Elektrode besteht, wie es Fig. 1 zeigt, aus elektrisch leitfähigen Partikeln 2, welche einlagig und ohne gegenseitigen Kontakt in eine Kunststoff-Trägerschicht 1 eingebettet sind, beidseitig aus der Trägerschicht 1 etwas herausra-

gen und derart teilweise freigelegt sind. Die Partikel 2 sind entweder dotierte Diamantpartikel oder dotierte TiO_2 -Einkristalle. Die Diamantpartikel sind insbesondere in einem Hochdruck/Hochtemperaturverfahren hergestellte, vorzugsweise mit Bor, aber auch mit Stickstoff, Phosphor, Arsen, Antimon, Niob, Lithium, Schwefel oder Sauerstoff dotierte Industriediamanten (Einkristalle). Die dotierten TiO_2 -Kristalle können gemäß einem der bekannten Verfahren zur Kristallzüchtung aus einer Schmelze hergestellt sein, beispielsweise gemäß dem Verfahren von Bridgman-Stockbarger. Die TiO_2 -Kristalle können kleine gezüchtete Einkristalle oder Partikel von größeren gezüchteten Kristallen sein, wobei diese entsprechend zerkleinert, beispielsweise geschnitten, werden. Die Dotierung erfolgt im Ausgangsmaterial oder während der Kristallzüchtung in der Schmelze. Zur Dotierung kommt eine Vielzahl von Elementen in Frage, beispielsweise Lithium, Niob, Aluminium, Phosphor, Gallium, Bor, Arsen, Indium, Germanium, Iridium, Ruthenium, Rhodium, Antimon, Stickstoff, Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, Chrom oder Yttrium oder die Oxide oder die Fluoride der genannten Elemente. Besonders geeignet sind Iridium oder Ruthenium.

[0022] Die Partikel 2 weisen Korngrößen zwischen etwa 100 μm bis einige Millimeter, insbesondere bis zu 5 mm, auf. Zur Herstellung von Elektroden nach dem erfindungsgemäßen Verfahren eignen sich insbesondere Diamantpartikel mit Korngrößen zwischen 160 μm und 350 μm und TiO_2 -Partikel mit Korngrößen zwischen 300 μm und 5 mm, insbesondere bis zu 2 mm. Für die Herstellung einer bestimmten Elektrode werden im Wesentlichen gleich große Partikel 2 und zwar Partikel 2 eines Korngrößenbereiches, beispielsweise Diamantpartikel der Körnung 160 $\mu\text{m}/180 \mu\text{m}$, wie noch beschrieben wird, verwendet.

[0023] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Trägerschicht 1 aus zwei Folien 4, 5 aus chemisch stabilen Polymeren hergestellt, insbesondere aus Polytetrafluorethylen (Teflon), Polyvinylidenfluorid (PVDF), Perfluoralkoxylalkan (PFA), fluoriertem Ethylenpropylen (FEP), Ethylen-Tetrafluorethylen (ETFE), Polyetheretherketon (PEEK), Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyvinylchlorid (PVC) oder Polyphenylsulfid (PPS). Es werden zwei Folien 4, 5 aus dem gleichen Material mit Stärken von 12,5 μm bis 250 μm verwendet. Die Stärke der Folien 4, 5 richtet sich nach der Größe der Partikel 2. Jede Folie 4, 5 wird auf eine dünne Hilfschicht 3 aus einem weichen, nachgiebigen Material aufgelegt. Die Dicke der Hilfschichten 3 beträgt insbesondere zwischen 0,5 mm und 3 mm. Als Material für die Hilfschichten 3 kommen beispielsweise Teflon (Polytetrafluorethylen), Viton und Kapton (Fluorelastomere der Firma DuPont), Neopren (Chloropren-Kautschuk oder Polychloropren oder Chlorbutadien-Kautschuk), thermoplastische Vulkanisate (TPV), Fluorkautschuke, beispielsweise Copolymere von Vinylidenfluorid (VDF) und Hexafluorpropylen (HFP) und Terpolymere von VDF, HFP und Tetrafluorethylen (TFE), ferner fluorierte Elastomere, wie beispielsweise Perfluorkautschuk (FFKM), Tetrafluorethylen/Propylen-Kautschuke (FEPM) und fluorierte Silikonkautschuk (VQM), sowie Silikone, aber auch Graphit oder Metalle wie beispielsweise Blei, Aluminium oder Kupfer in Frage. Die Hilfsschichten 3 werden ebenso wie die Folien 4, 5 vorzugsweise als Rollenware angeliefert und verwendet, alternativ auch als Platten. Fig. 2 zeigt den diesbezüglichen Aufbau während der Herstellung der Elektrode mit zwei Folien 4, 5, den dazwischen befindlichen Partikeln 2 und den jeweils auf die Außenseiten der Folien 4, 5 befindlichen Hilfsschichten 3.

[0024] Fig. 3 und Fig. 4 zeigen schematisch Möglichkeiten der Herstellung der Elektrode unter Verwendung einer Doppelbandpresse 14. Doppelbandpressen sind in unterschiedlichen Ausführungen bekannt und bestehen beispielsweise aus zwei jeweils auf zwei Rollen 6, 6' gelagerten in sich geschlossenen parallel zueinander ausgerichteten Bändern 7, insbesondere aus Edelstahl. Zwischen dem oberen und dem unteren Band 7 ist ein Spalt, dessen Breite eingestellt werden kann. Das zu verpressende Material wird in den Spalt eingeführt bzw. eingespannt, sodass das Material zwischen den mit der gewünschten Geschwindigkeit in die gleiche Richtung laufenden Bändern 7 durch die Presse 14 gezogen wird. Dabei wird gleichzeitig auf das Material in der Presse 14 senkrecht von beiden Seiten in bekannter Weise Druck ausgeübt. Die das zu verpressende Material in die Doppelbandpresse 14 transportierende(n) Fördereinrichtung(en) ist/sind nicht dargestellt. Bei der in Fig. 3 dargestellten Variante werden von nicht

gezeigten Rollen abgewickelte Hilfsschichtbahnen 3' und Folienbahnen 4', 5' jeweils über eine Rolle 9 geführt und derart zusammengefügt. Auf die in Fig. 3 obere Folienbahn 4' werden über eine Streueinrichtung 8 die Partikel 2 aufgebracht. Ein Generator 19 sorgt anschließend für eine elektrostatische Aufladung der Folienbahn 4' und der Partikel 2 und derart für eine elektrostatische Haftung der mit der Folienbahn 4' in Kontakt stehenden Partikel 2. Die überschüssigen Partikel 2 fallen beim Transport der auf der Hilfsschichtbahn 3' befindlichen Folienbahn 4' über eine weitere Rolle 10 in einen Auffangbehälter 11. Eine weitere Rolle 12 führt die Folienbahnen 4', 5' beim Eintritt in die Doppelbandpresse 14 zusammen. In der Doppelbandpresse 14 werden die Materialschichten Druck und Hitze ausgesetzt, sodass die Folienbahnen 4', 5' aufschmelzen und miteinander fest verbunden werden. Dabei dringen die Partikel 2 infolge der außenseitig befindlichen weichen Hilfsschichten 3' an beiden Seiten teilweise durch das Folienmaterial und werden an den Außenseiten des Folienmaterials jeweils teilweise freigelegt. Der aus der Doppelbandpresse 14 austretende Materialverbund wird optional gekühlt und die Hilfsschichtbahnen 3' werden abgezogen. Die „Elektrodenbahn“ wird zu Elektroden gewünschter Größe geschnitten.

[0025] Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform, bei der die Folien als Folienplatten 4'', 5'' verwendet werden. Auf ein auf Rollen 15 gelagertes, endloses Transportband 16 werden Materialstücke aus der Hilfsschichtbahn 3'', welche beispielsweise als Rollenware vorliegt, und der Folienplatte 4'' abgelegt. Die Materialstücke können beispielsweise zwischen Rollen- und Walzenpaaren 17 erstellt werden, die Hilfsschichtbahn 3'' wird entsprechend der Größe der Folienplatten 4'', 5'' geschnitten. Ein Materialstück aus Folienplatte 5'' und Hilfsschicht 3'' wird auf einer Hilfseinrichtung 18 abgelegt, die in Richtung des Doppelpfeiles P bewegbar ist. Auf den am Transportband 16 abgelegten Verbund aus Folienplatte 4'' und Hilfsschicht 3'' werden über eine Streueinrichtung 8 die Partikel 2 aufgebracht. Ein Generator 19 sorgt für die elektrostatische Aufladung der Partikel 2 und der Folienplatte 4'', sodass die in Kontakt mit der Folienplatte 4'' stehenden Partikel 2 auf der Folienplatte 4'' haften. Das Transportband 16 transportiert das Materialstück derart, dass die überschüssigen Partikel 2 abfallen und in einem Auffangbehälter 11 gesammelt werden können. An sich bekannte, nicht dargestellte Saugeinrichtungen sorgen für ein Haften des Materialstückes am Transportband 16, bis dieses mit dem zweiten, auf der Hilfseinrichtung 18 befindlichen Materialstück zusammengefügt wird. Dieses Material aus Folienstücken 4'', 5'', Partikeln 2 und Hilfsschichten 3'' wird in und durch die Doppelbandpresse 14 transportiert und, wie oben beschrieben, verschmolzen.

[0026] Das Material der Hilfsschichtbahnen 3', 3'' wird derart gewählt und an das Material der Folienbahnen 4', 5' bzw. Folienplatten 4'', 5'' angepasst, dass die Hilfsschichtbahnen 3', 3'' einen höheren Schmelzpunkt aufweisen als die Folienbahnen 4', 5' bzw. Folienplatten 4'', 5'' und beim Pressvorgang nicht schmelzen.

[0027] Anstelle von zwei Folienbahnen oder zwei Folienplatten kann zur Herstellung der Elektroden auch nur eine Folienbahn oder eine Folienplatte verwendet werden. Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform würde nur die Folienbahn 4' vorliegen, die Folienbahn 5' entfällt. Bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform würde nur eine, etwa die Folienplatte 4'' vorliegen, auf die Hilfseinrichtung 18 wird nur die eine Hilfsschichtplatte positioniert. Ansonsten verlaufen die Herstellverfahren analog zu den Beschriebenen ab, wobei in der Doppelbandpresse die Partikel die aufschmelzende Folienschicht durchdringen und daher schließlich an beiden Seiten aus dem ursprünglich einlagigen Folienmaterial heraus ragen.

[0028] Die Partikel 2 sollen beim Herstellverfahren einlagig und zumindest weitgehend ohne gegenseitigen Kontakt auf eine der Folien oder auf der Folie anhaftend aufgebracht werden. Anstelle einer elektrostatischen Aufladung, wie beschrieben, kann auf die Folienseite, auf welcher die Partikel aufgebracht werden, eine Klebeschicht, beispielsweise aus einem Kleber, aufgebracht werden, an welcher die Partikel 2 gut bzw. ausreichend anhaften.

[0029] Wie es Fig. 2 zeigt, kann zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit der hergestellten Elektroden entweder zwischen zumindest einer der Folien 4, 5 und der jeweiligen Hilfsschicht 3 oder zwischen der einzigen Folie und zumindest einer Hilfsschicht oder zwischen den Folien 4,

5 eine Stützschiicht 20, ein- oder mehrlagig, welche als Stützgitter oder Stützgewebe oder dergleichen ausgeführt ist, eingebracht werden. Die Partikel 2 durchdringen während des Pressvorganges auch das Stützgitter bzw. Stützgewebe 20. Alternativ ist es möglich, ein Stützgitter oder Stützgewebe 20 auf der bereits hergestellten Elektrode auf eine Außenseite oder auf beide Außenseiten aufzubringen, beispielsweise aufzulaminieren oder aufzukleben. Als Material für das Stützgitter bzw. das Stützgewebe 20 eignen sich Kunststoffe, wie Polytetrafluorethylen (Teflon), Polyvinylidenfluorid (PVDF), Perfluoralkoxylalkan (PFA), fluoriertes Ethylenpropylen (FEP), Ethylen-Tetrafluorethylen (ETFE), Polyetheretherketon (PEEK) oder Polyphenylensulfid (PPS), Glasfasern, kunststoffbeschichtete Glasfasern, Keramiken oder Metalle.

[0030] Das Material für die Stützschiicht(en) 20 wird auf das Material der Folien 4, 5 bezüglich des Schmelzpunktes abgestimmt, sodass die Stützschiicht(en) beim Aufschmelzen der Folien 4, 5 nicht schmelzen.

[0031] Für eine gute Stabilität der hergestellten Elektrode sowie ein optimales Freilegen der Partikel 2 während des Pressvorganges ist es gemäß der Erfindung vorteilhaft, die Korngrößen der Partikel 2 auf die Folienstärken der Folien 4, 5 auf besondere Weise abzustimmen. Das Verhältnis der durchschnittlichen Korngrößen (Partikelkörnung) der eingesetzten Partikel 2 zur Summe der Stärken der verwendeten Folien 4, 5 (Folienbahnen 4', 5', Folienplatten 4'', 5'') oder zur Stärke der verwendeten Folie, falls nur eine eingesetzt wird, sollte gemäß der Erfindung zwischen 3,9 und 9,0, insbesondere bis zu 6,0 betragen. Es können Folien 4, 5 mit unterschiedlicher Stärke verwendet werden, beispielsweise kann eine Folie 4, 5 einer Stärke von 25 µm in Kombination mit einer Folie 4, 5 einer Stärke von 50 µm verwendet werden.

[0032] Der in der Doppelbandpresse 14 aufgebrachte Flächendruck beträgt zwischen 50 N/cm² und 500 N/cm², vorzugsweise zwischen 100 N/cm² und 300 N/cm².

[0033] Alternativ zu Folien 4, 5 kann das Kunststoffmaterial als Kunststoffgranulat (PTFE) eingesetzt werden, welches analog zur oben beschriebenen Ausführungsform in einer Doppelbandpresse mit den Partikeln 2 verbunden sind. Es wird ein Gemisch aus dem Kunststoffgranulat und den Partikeln 2 auf eine auf einer Fördereinrichtung positionierte Hilfsschiichtbahn aufgebracht, anschließend eine zweite Hilfsschiichtbahn aufgelegt und der derart hergestellte Materialverbund in der Doppelbandpresse Hitze und Druck ausgesetzt, sodass das Kunststoffgranulat zur Trägerschiicht verschmilzt und die Partikel an beiden Seiten dieser Schicht freigelegt werden.

[0034] Zum Aufschmelzen der Folien kann anstelle einer Doppelbandpresse ein Walzenkalandrier oder dergleichen verwendet werden.

[0035] Das Herstellverfahren läuft ferner über eine entsprechende zentrale elektronische Steuerung weitgehend automatisch ab.

BEZUGSZIFFERNLISTE

- | | |
|-----|--------------------|
| 1 | Trägerschiicht |
| 2 | Partikel |
| 3 | Hilfsschiicht |
| 3' | Hilfsschiichtbahn |
| 3'' | Hilfsschiichtbahn |
| 4 | Folie |
| 4' | Folienbahn |
| 4'' | Folienplatte |
| 5 | Folie |
| 5' | Folienbahn |
| 5'' | Folienplatte |
| 6 | Rolle |
| 6' | Rolle |
| 7 | Band |
| 8 | Streuereinrichtung |

- 9 Rolle
- 10 Rolle
- 11 Auffangbehälter
- 12 Rolle
- 14 Doppelbandpresse
- 15 Rolle
- 16 Transportband
- 17 Rollen- bzw. Walzenpaar
- 18 Hilfseinrichtung
- 19 Generator
- 20 Stützschiicht

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Elektrode, welche elektrisch leitfähige Partikel (2), insbesondere dotierte Diamantpartikel oder dotierte TiO_2 -Kristallpartikel aufweist, die einlagig in einer Kunststoff-Trägerschicht (1) eingebettet sind und beidseitig dieser Schicht herausragen, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste und eine zweite Hilfsschicht (3) aus einem weichen Material mit zumindest einer Folie (4, 5) aus Kunststoff und ggf. zumindest einer Stützschiicht (20) kontinuierlich zu einem mehrlagigen Material zusammengefügt werden, wobei auf die oder eine der Folie(n) (4) die Partikel (2) einlagig und anhaftend aufgebracht werden, wobei das mehrlagige Material in eine Doppelbandpresse (14) oder einen Kalanders transportiert und dort Druck und Wärme ausgesetzt wird, wobei der Kunststoff der Folie(n) (4, 5) aufschmilzt und die Partikel (2) an beiden Außenseiten der aus der bzw. den Folie(n) (4, 5) entstandenen Trägerschicht (1) freigelegt werden, und wobei nach dem Austritt aus der Doppelbandpresse (14) oder dem Kalanders die Hilfsschichten (3) entfernt werden und der abgekühlte Materialverbund zu Elektroden geschnitten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Partikel (2) über eine Streueinrichtung (8) auf die Folie (4) aufgebracht werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Haftung der Partikel (2) auf der Folie (4) die Partikel (2) und die Folie (4) elektrostatisch aufgeladen werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Haftung der Partikel (2) auf der Folie (4) die Folie mit einer Klebeschicht versehen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Folie(n) (4, 5) als Folienbahn(en) (4', 5') verwendet wird bzw. werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Folie(n) (4, 5) als Platte(n) (4", 5") verwendet wird bzw. werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Stützschiicht (20) ein Gitter oder ein Gewebe ist und zwischen der Folie oder zumindest einer der Folien und der dieser benachbarten Hilfsschicht oder an der Außenseite zumindest einer der Hilfsschichten oder zwischen den Folien positioniert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Partikel (2) Diamantpartikel (Einkristalle) mit Korngrößen zwischen 160 μm und 350 μm sind.
9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Partikel (2) TiO_2 -Kristallpartikel mit Korngrößen zwischen 300 μm und 5 mm, insbesondere bis zu 2 mm, sind.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Folie(n) (4, 5) eine Stärke zwischen 12,5 μm und 250 μm aufweisen.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis zwischen der Stärke der Folie bzw. der Summe der Stärken der Folien (4, 5) und der Korngröße der Partikel (2) für eine bestimmte Elektrode 3,9 bis 9,0 beträgt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis zwischen der Stärke der Folie bzw. der Summe der Stärken der Folien (4, 5) und der Korngröße der Partikel (2) für eine bestimmte Elektrode bis zu 6,0 beträgt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hilfsschichten (3) in Form von Bahnen oder Platten verwendet werden.
14. Verfahren zur Herstellung einer Elektrode, welche elektrisch leitfähige Partikel (2), insbesondere dotierte Diamantpartikel oder dotierte TiO_2 -Kristalle, aufweist, welche einlagig in eine Kunststoff-Trägerschicht (1) eingebettet und beidseitig dieser Schicht freigelegt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf eine Hilfsschicht aus einem weichen Material ein Gemisch aus Kunststoffgranulat und den Partikeln aufgebracht wird, anschließend eine zweite Hilfsschicht aus dem weichen Material aufgelegt wird und das derart gebildete mehrschichtige Material Druck und Wärme ausgesetzt wird, sodass das Kunststoffmaterial aufschmilzt und die Partikel an beiden Außenseiten der sich bildenden Trägerschicht freigelegt werden, wobei anschließend die Hilfsschichten entfernt werden und der gekühlte Materialverbund zu Elektroden geschnitten wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mehrschichtige Material in einer Doppelbandpresse (14) Druck und Wärme ausgesetzt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mehrschichtige Material in einem Walzenkalanders Druck und Wärme ausgesetzt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass Partikel (2) Diamantpartikel (Einkristalle) mit Korngrößen zwischen $160\ \mu\text{m}$ und $350\ \mu\text{m}$ sind.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Partikel (2) TiO_2 -Kristallpartikel mit Korngrößen zwischen $300\ \mu\text{m}$ und $5\ \text{mm}$, insbesondere bis zu $2\ \text{mm}$, sind.
19. Elektrode, welche nach dem Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13 hergestellt ist.
20. Elektrode, welche dem Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 18 hergestellt ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

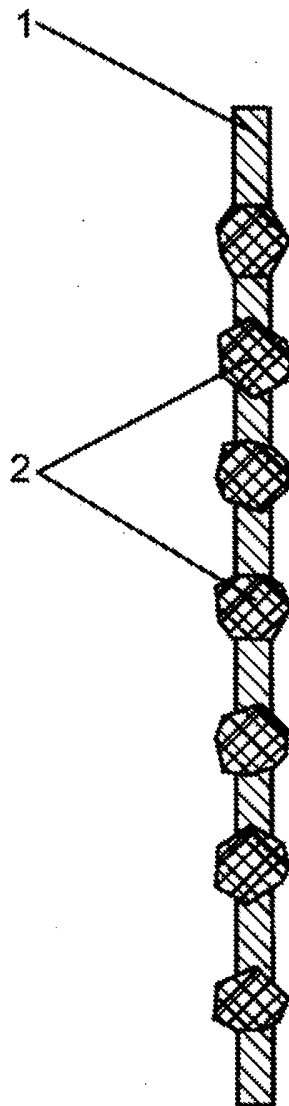


Fig. 2

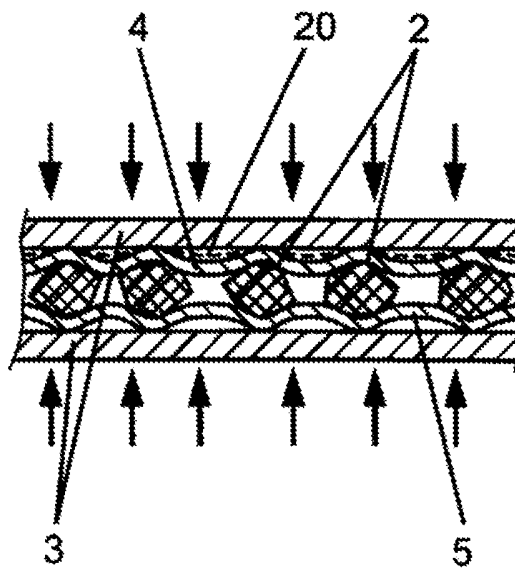


Fig. 3

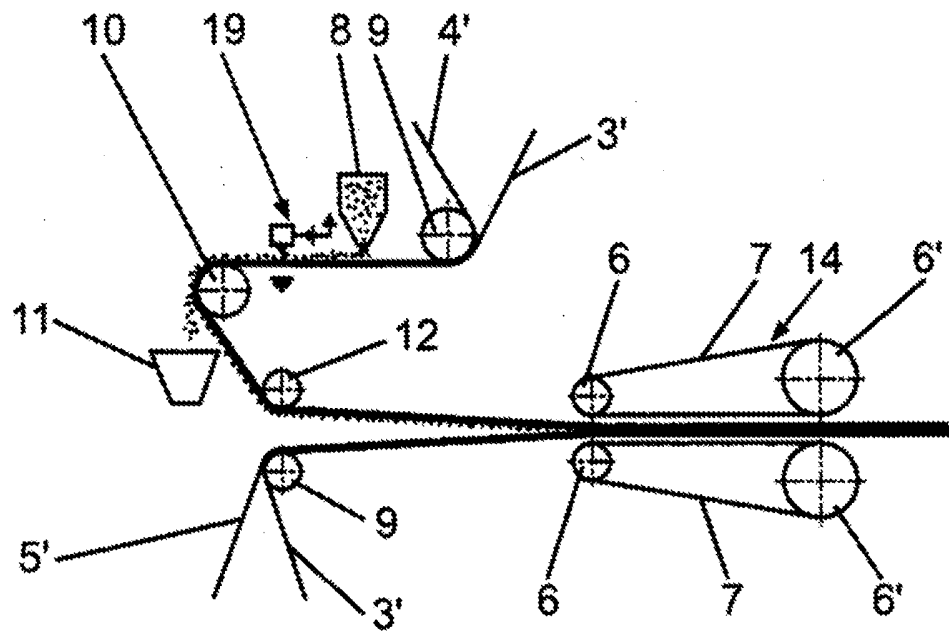


Fig. 4

