



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.10.2018 Patentblatt 2018/40

(51) Int Cl.:
C25F 1/04 (2006.01) **B21C 23/08 (2006.01)**
C25D 7/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18164144.0**

(22) Anmeldetag: **27.03.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Palm, Klaus-Dieter**
06333 Hettstedt (DE)
• **Moses, Christian**
04655 Kohren-Sahlis (DE)

(74) Vertreter: **Weidner Stern Jeschke**
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Universitätsallee 17
28359 Bremen (DE)

(30) Priorität: **31.03.2017 DE 102017107007**

(71) Anmelder: **MKM Mansfelder Kupfer und Messing GmbH**
06333 Hettstedt (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES KUPFERPROFILS, KUPFERPROFIL UND VORRICHTUNG**

(57) Verfahren zum Herstellen eines Kupferprofils aus einem Kupferausgangsmaterial, insbesondere eines Kupferdrahtes, mit folgenden Schritten
- elektrolytisches Reinigen des Kupferausgangsmaterials, wobei das Kupferausgangsmaterial in einem kupferhaltigen Elektrolyt in einem Elektrolytbad mit mindestens einer Elektrode eingebracht wird, die Elektrode mittels einer Spannungsversorgung polarisiert wird und das

Kupferausgangsmaterial über den Elektrolyten polarisiert wird, so dass das Kupferausgangsmaterial frei von einer direkten Spannungsversorgung ist, und
- Strangpressen des elektrolytisch gereinigten Kupferausgangsmaterials durch eine Formmatrize, sodass das Kupferprofil vorliegt.

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Kupferprofil und eine Vorrichtung zum Herstellen eines Kupferprofils.

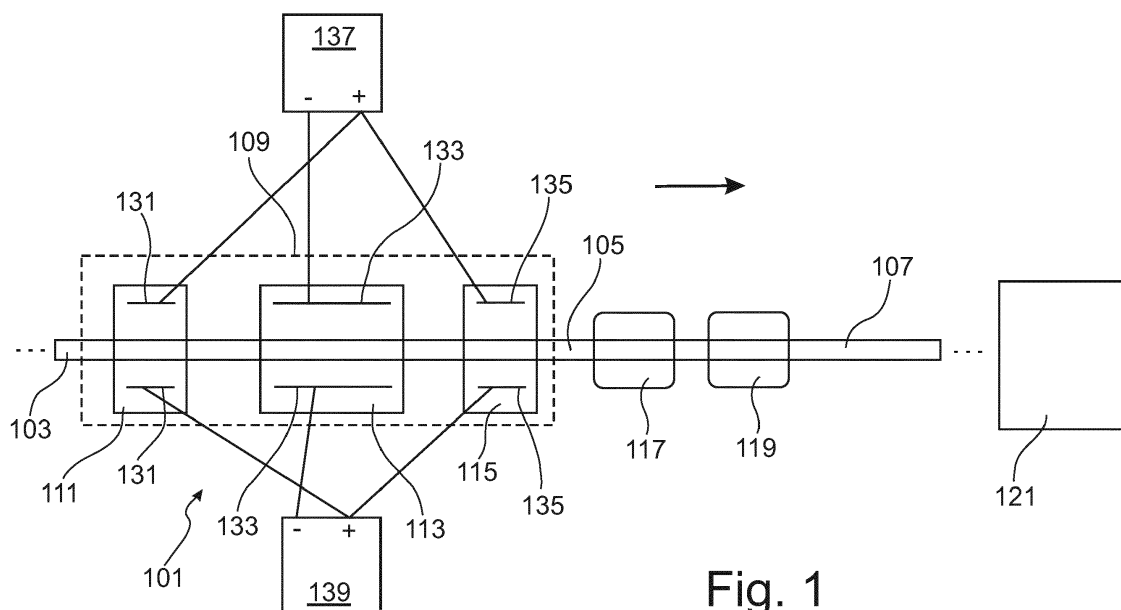


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Kupferprofils aus einem Kupferausgangsmaterial, insbesondere eines Kupferdrahtes. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Kupferprofil und eine Vorrichtung.

[0002] Beim kontinuierlichen Herstellen von Kupferprofilen wird ein Kupferausgangsmaterial, beispielsweise ein Draht mit einem Durchmesser von 20 Millimetern bei einem Warmumformen durch eine Formmatrize gepresst und somit mittels Strangpressverfahrens ein Kupferprofil hergestellt.

[0003] Nachteilig bei diesem Herstellungsprozess ist, dass das gefertigte stranggepresste Kupferprofil Fehlstellen, wie Blasen, Riefen und/oder Kantenrisse aufweisen kann, welche insbesondere in Abhängigkeit von der Vormaterialqualität auftreten. Diese Qualitätsfehler führen dazu, dass das Kupferprofil entweder nur zu einem geringeren Preis als der übliche Marktpreis verkauft werden kann oder eingeschmolzen werden muss, um anschließend das Kupfer erneut für die Herstellung eines Kupferausgangsmaterials zu verwenden.

[0004] Aus der US 5,516,408 A ist ein mehrstufiges Verfahren zum Herstellen von Kupferdraht bekannt, bei dem kupferhaltiges Material zunächst mit einer Laugenlösung, Extraktion und einer wässrigen Stripping-Lösung stufenweise behandelt wird. Anschließend wird die kupferreiche Stripp-Lösung zwischen einer Anode und einer Kathode geführt, wobei sich Kupfer an der Anode abscheidet und entfernt wird, um es in Kupferdraht bei einer Temperatur unterhalb seiner Schmelztemperatur umzuwandeln. Hierzu wird eine konventionelle, elektrolytische Zelle oder eine Galvano-Formungszelle verwendet. Nachteilig hierbei ist, dass zur Herstellung des Kupferausgangsmaterials (Kupferdraht) ein komplexes mehrstufiges Verfahren notwendig ist und beim Herstellen eines Kupferprofils aus diesem mittels Elektrolyse gefertigten Kupferdraht das gefertigte Kupferprofil weiterhin von der Qualität des gefertigten Kupferdrahtes abhängig ist.

[0005] In der DE 694 22 715 T2 wird ein Verfahren zum Herstellen eines länglichen Stromkollektors einer Alkalizelle mit einer Anode und einer Kathode beschrieben, wobei vor einem Elektroplattieren eines Metallleitungsdrahtes mit Indium zunächst der Messingdraht als Ausgangsprodukt einer elektrolytischen kathodischen oder anodischen Reinigung unterzogen wird. Hierbei wird der Draht entsprechend als Kathode oder Anode verwendet. Durch die Ausbildung des Drahtes als Elektrode ist nachteilig, dass der Draht mit einer Gleichstromquelle verbunden sein muss.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, den Stand der Technik zu verbessern.

[0007] Gelöst wird die Aufgabe durch ein Verfahren zum Herstellen eines Kupferprofils aus einem Kupferausgangsmaterial, insbesondere eines Kupferdrahtes, mit folgenden Schritten:

- Elektrolytisches Reinigen des Kupferausgangsmaterials, wobei das Kupferausgangsmaterial in einem kupferhaltigen Elektrolyt in einem Elektrolytbad mit mindestens einer Elektrode eingebracht wird, die Elektrode mittels einer Spannungsversorgung polarisiert wird, und das Kupferausgangsmaterial über den Elektrolyten polarisiert wird, sodass das Kupferausgangsmaterial frei von einer direkten Spannungsversorgung ist, und
- Strangpressen des elektrolytisch gereinigten Kupferausgangsmaterials durch eine Formmatrize, sodass das Kupferprofil vorliegt.

[0008] Es hat sich überraschend gezeigt, dass durch eine elektrolytische Reinigung des Kupferausgangsmaterials vor dem Strangpressen, die oben genannten Materialfehler im stranggepressten Kupferprofil fast vollständig ausgeschlossen werden. Dies war insbesondere unerwartet, da nach dem Stand der Technik bereits früher das Kupferausgangsmaterial häufig mithilfe eines Ultraschallbades vorgereinigt wurde. Aus diesem Grunde ist eine derartige Qualitätssteigerung des Kupferausgangsmaterials durch ein elektrolytisches Reinigen, die sich aufgrund des elektrolytischen Prozesses ablaufenden chemischen Reaktionen und/oder Änderungen der Oberflächenstruktur des Kupferausgangsmaterials absolut überraschend gewesen.

[0009] Somit werden mittels des erfinderischen Verfahrens die kontinuierlich hergestellten Kupferprofile bereitgestellt, welche eine hohe Qualität aufweisen und ohne dass es im Wesentlichen zu Ausschussproduktion kommt. Folglich wird sowohl die Produktqualität als auch die -quantität erhöht. Dementsprechend müssen wesentlich geringere Mengen an fehlgefertigten Kupferprofilen wieder eingeschmolzen und wieder erneut zu einem Kupferausgangsmaterial verarbeitet werden. Somit wird der Material- und Energiebedarf pro hergestelltem Kupferprofil deutlich gesenkt.

[0010] Es ist besonders vorteilhaft, dass das elektrolytische Reinigen und das Strangpressen nacheinander in einer einzigen Herstellungsanlage ohne Unterbrechung des kontinuierlichen Herstellungsprozesses durchgeführt werden.

[0011] Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung beruht darauf, dass durch das elektrolytische Reinigen des Kupferausgangsmaterials nicht nur Verschmutzungen wie Öl und anhaftende andere Stoffe entfernt werden, sondern auch die Oberflächenstruktur des Kupferausgangsmaterials verbessert wird, indem durch Ablösen und/oder Abscheiden von Kupfer die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials homogenisiert wird, sodass beim nachfolgenden Strangpressen weniger Fehlstellen wie Blasen, Riefen und/oder Kantenrisse entstehen.

Folgendes Begriffliche sei erläutert:

[0012] Ein "Kupferprofil" ist insbesondere ein im

Strangpressverfahren hergestelltes längliches Bauteil aus Kupfer und/oder Kupferlegierung. Ein Kupferprofil weist insbesondere über seine gesamte Länge einen gleichen Querschnitt auf. Das Kupferprofil kann massiv ausgeführt sein oder einen oder mehrere Hohlräume aufweisen.

[0013] Ein "Kupferausgangsmaterial" ist insbesondere ein Halbzeug aus Kupfer und/oder Kupferlegierung, aus welchem durch Strangpressen ein Kupferprofil gefertigt wird. Das Kupferausgangsmaterial wird insbesondere vor dem Strangpressen elektrolitisch reinigen unterzogen. Bei einem Kupferausgangsmaterial kann es sich beispielsweise um einen Kupferdraht wie einen Gießwalzdraht oder Gießdraht handeln.

[0014] Unter einem "Kupferdraht" wird insbesondere dünn, lang und biegsam geformtes Metall aus Kupfer und/oder Kupferlegierung verstanden. Ein Kupferdraht kann insbesondere einen kreisförmigen Querschnitt oder eine andere Querschnittsform aufweisen. Bei einem Kupferdraht kann es sich insbesondere auch um einen Flach-, Vierkant- und/oder Profildraht handeln. Der Kupferdraht ist insbesondere auf Rollen (Haspeln) gewickelt. Der Kupferdraht weist insbesondere einen Durchmesser von 4 Millimeter bis 30 Millimeter, bevorzugt 8 Millimeter bis 25 Millimeter auf.

[0015] Unter "elektrolitischen Reinigen" wird insbesondere ein Prozess verstanden, bei dem unter Anlegen einer elektrischen Spannung und Übertragung von Elektronen ein elektrolitisches Ablösen von Verunreinigungen und/oder Kupfer und/oder ein Wiederabscheiden von Kupfer auf dem Kupferausgangsmaterial erfolgt oder erfolgen. Im Gegensatz zur klassischen Elektrolyse, bei der eine Anode und eine Kathode über eine Gleichspannungswelle direkt verbunden sind, ist beim elektrolitischen Reinigen nur die mindestens eine Elektrode mit der Spannungsquelle verbunden und/oder die beiden oder mehreren Elektroden im Elektrolytbad weisen die gleiche Polarisierung auf. Hierbei ist das Kupferausgangsmaterial nicht direkt mit einer Spannungsversorgung elektrisch verbunden, sondern wird lediglich über den Elektrolyten polarisiert und die entsprechenden chemischen Reaktionen am Kupferausgangsmaterial induziert.

[0016] Unter einem "Elektrolyt" wird insbesondere eine stromleitende Flüssigkeit verstanden, deren chemische Verbindung sich durch einen elektrolitischen Prozess aufspalten lässt und somit in Ionen dissoziiert, welche sich unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes gerichtet bewegen.

[0017] Unter einem "kupferhaltigen Elektrolyt" ist zu verstehen, dass der Elektrolyt Kupfer (Cu^{2+}) aufweist. Hierbei kann dem Elektrolyt Kupfer zugesetzt werden oder der Elektrolyt weist bereits durch die vorhergehende Verwendung in der elektrolitischen Reinigung Kupfer auf. Das gelöste Kupfer im Elektrolyt trägt zur elektrischen Leitfähigkeit des Elektrolyten bei.

[0018] Bei einem "Elektrolyt" handelt es sich beispielsweise um 2 bis 12 Gewichtsprozent Dikaliumhydrogen(1-

hydroxyethyliden)bisphosphonat, welches im Elektrolytbad oder den Elektrolytbädern wiederverwendet wird.

[0019] Unter einem "Elektrolytbad" wird insbesondere ein offener oder geschlossener Behälter verstanden, welcher den Elektrolyt aufweist. Das Elektrolytbad weist insbesondere eine Öffnung oder Durchführöffnung zum Einbringen und Ausbringen des Kupferausgangsmaterials in und aus dem Elektrolyt innerhalb des Elektrolytbades auf.

[0020] Eine "Elektrode" ist insbesondere ein Elektrodenleiter, welcher elektrischen Strom (Elektronen) an den Elektrolyt abgibt und/oder vom Elektrolyt aufnimmt. Die Elektrode ist insbesondere mit einer Spannungsquelle über einen Leiter (beispielsweise Kabel) verbunden. Insbesondere baut sich durch Oxidations- und/oder Reduktionsreaktionen oder durch eine äußere Spannung an der Elektrode ein elektrochemisches Potenzial auf. Eine Elektrode, an welcher eine Oxidation abläuft, ist insbesondere eine Anode und die Elektronen fließen von der Anode über einen Leiter ab. Entsprechend gehen Kationen (Cu^{2+}) aus der Anode in Lösung und somit in den Elektrolyt über. Da in diesem Fall die chemische Reaktion durch einen von einer äußeren Spannung hervorgerufenen Stromfluss erzwungen wird, wird die Oxidation durch den Elektrodenentzug an der positiven geladenen Anode hervorgerufen, sodass die Anode in diesem Fall den Pluspol darstellt. Eine Elektrode, an welcher eine Reduktion abläuft, ist eine Kathode und Elektronen fließen über einen Leiter zur Kathode und Kationen (Cu^{2+}) aus dem Elektrolyt scheiden sich an der Kathode ab. In diesem Fall stellt die Kathode den Minuspol dar. Eine Elektrode weist insbesondere Blei, unlegierten Stahl oder Kupfer auf oder besteht aus Blei, unlegierten Stahl oder Kupfer.

[0021] Prinzipiell ist es ausreichend, wenn mindestens eine Elektrode sich im Elektrolyt des Elektrolytbades befindet. Hierbei ist für das eigentliche Induzieren der chemischen Reaktionen die Position der Elektrode im Elektrolytbad unerheblich. Um jedoch eine homogene Oberflächeneigenschaft des Kupferausgangsmaterials zu erzielen, ist es besonders vorteilhaft, wenn die mindestens eine Elektrode oder zwei oder mehrere Elektroden pro Elektrolytbad umgebend um das Kupferausgangsmaterial angeordnet sind, sodass ein gleichmäßiger Elektronenfluss induziert wird. Selbstverständlich kann dies jedoch auch durch eine einzige Elektrode erreicht werden, welche beispielsweise als Gitter- oder Lochelektrode in Form eines Hohlzylinders ausgeführt und zentral mittels der Spannungsversorgung kontaktiert ist, wobei das Kupferausgangsmaterial durch den länglichen inneren Hohlraum dieser Elektrode geführt wird. Gleichzeitig kann der Elektrolyt durch das Gitter oder die Löcher in den inneren Hohlraum der Elektrode gelangen, sodass ungünstige Konzentrationsprofile oder eine Verarmung an Kupfer oder Ionen vermieden werden. Bei zwei oder mehreren flächigen Elektroden können diese beispielsweise in einem gleichen Abstand zueinander um das Kupferausgangsmaterial im Elektrolytbad angeordnet

sein.

[0022] Unter "polarisiert" wird bei der mindestens einen Elektrode verstanden, dass die mindestens eine Elektrode in einem Elektrolytbad aufgrund der Spannungsversorgung entweder einen Minuspol (-) oder einen Pluspol (+) bilden.

[0023] Eine "Spannungsversorgung" ist insbesondere eine Versorgung der Elektroden mit einer Gleichspannung. Die Versorgung mit einer Gleichspannung kann beispielsweise über ein Netzteil erfolgen.

[0024] Unter "polarisiert" wird bei dem Kupferausgangsmaterial verstanden, dass dem Kupferausgangsmaterial, welches nicht direkt mit einer Spannungsversorgung verbunden ist, aufgrund der Spannungsversorgung der mindestens einen Elektrode und somit dem induzierten Elektronenfluss im Elektrolyt eine Polarisierung und somit eine negative oder positive Ladung aufgezungen wird. Üblicherweise wird das Kupferausgangsmaterial entgegengesetzt zur Polarisierung der mindestens einen Elektrode polarisiert, d. h. wenn die Elektrode der Minuspol ist, wird das Kupferausgangsmaterial über den Elektrolyt als Pluspol polarisiert und umgekehrt. Somit ist das Kupferausgangsmaterial insbesondere entgegengesetzt zur mindestens einen Elektrode polarisiert.

[0025] Als "Strangpressen" wird insbesondere ein Umformverfahren verstanden, bei dem Stäbe, Drähte oder unregelmäßig geformte Profile hergestellt werden. Beim Strangpressen wird insbesondere das elektrolytisch gereinigte Ausgangsmaterial auf eine Umformtemperatur erwärmt und durch eine Formmatrize gepresst, sodass ein Kupferprofil gefertigt wird. Die äußere Form des Kupferprofils wird insbesondere durch die Formmatrize bestimmt. Das Strangpressen dient insbesondere zur Herstellung eines Kupferprofils als Endlosmaterial, welches in der gewünschten Länge abgetrennt wird.

[0026] Eine "Formmatrize" ist insbesondere eine Metallform, welche das Negativ der Außenform für das herzustellende Bauteil und somit insbesondere des Kupferprofils bildet.

[0027] In einer weiteren Ausgestaltungsform des Verfahrens werden in dem Elektrolytbad zwei Elektroden (133, 135, 137), drei Elektroden, vier Elektroden und/oder weitere Elektroden verwendet, wobei das Kupferausgangsmaterial zwischen den Elektroden eingebracht und die Elektroden mittels der Spannungsversorgung gleichpolarisiert werden.

[0028] Durch eine gleichmäßige Anordnung mehrerer Elektroden um das Kupferausgangsmaterial wird ein gleichmäßiger Elektronenfluss zum Kupferausgangsmaterial induziert und somit werden homogenen Oberflächeneigenschaften des Kupferausgangsmaterials erhalten.

[0029] Unter "gleich polarisiert" wird verstanden, dass die mindestens zwei Elektroden in einem Elektrolytbad entweder einen Minuspol (-) oder einen Pluspol (+) bilden und insbesondere das gleiche Potential aufweisen.

[0030] Zwei, drei, vier und/oder weitere Elektroden

entsprechen in ihrer Funktion und Ausgestaltung der oben definierten Elektrode.

[0031] In einer weiteren Ausgestaltungsform des Verfahrens wird die Elektrode oder werden die Elektroden kathodisch polarisiert, sodass sich Kupfer vom Kupferausgangsmaterial im Elektrolytbad ablöst.

[0032] Dadurch, dass die Elektrode oder die Elektroden im Elektrolytbad mittels der Spannungsversorgung kathodisch polarisiert werden, wird das Kupferausgangsmaterial über den Elektrolyt anodisch polarisiert und Kupfer aus dem Kupferausgangsmaterial geht als Cu^{2+} unter Abgabe von Elektronen an den Elektrolyt in Lösung. Somit werden gleichzeitig auf der äußeren Kupferoberfläche des Kupferausgangsmaterials vorliegende Verunreinigungen entfernt und durch das Ablösen von Kupfer werden Unebenheiten in der Oberflächenstruktur des Kupferausgangsmaterials ausgeglichen. Folglich werden Mikrolöcher oder -risse im Kupferausgangsmaterial entfernt.

[0033] Um die elektrolytische Reinigung weiter zu verbessern und Inhomogenität in der Oberflächenstruktur des Kupferausgangsmaterials auszugleichen, wird dem Elektrolytbad ein weiteres Elektrolytbad vorgeschaltet und/oder nachgeschaltet, wobei die mindestens eine Elektrode oder die Elektroden des weiteren Elektrolytbades anodisch polarisiert wird oder werden, sodass sich Kupfer aus dem kupferhaltigen Elektrolyt des weiteren Elektrolytbades auf das Kupferausgangsmaterial abscheidet.

[0034] Dadurch, dass nacheinander ein Ablösen von Verunreinigungen und/oder Kupfer vom Kupferausgangsmaterial und ein Abscheiden von Kupfer auf dem Kupferausgangsmaterial und/oder umgekehrt stattfindet, wird der Reinigungsprozess verbessert, die Oberflächenstruktur des Kupferausgangsmaterials weiter homogenisiert und somit die Gefahr von Fehlstellen beim nachfolgenden Strangpressen weiter minimiert.

[0035] Hierbei ist es besonders vorteilhaft, wenn das Kupferausgangsmaterial länger im Elektrolytbad mit der kathodisch polarisierten Elektrode oder den kathodisch polarisierten Elektroden verweilt als in einem weiteren Elektrolytbad mit der anodisch polarisierten Elektrode oder den anodisch polarisierten Elektroden, sodass die Phase des AblöSENS des Kupfers vom Kupferausgangsmaterial länger ist als die Phase des Abscheidens von Kupfer aus dem kupferhaltigen Elektrolyt auf das Kupferausgangsmaterial.

[0036] In einer weiteren Gestaltungsform des Verfahrens wird das Kupferausgangsmaterial kontinuierlich zugeführt und/oder durch das Elektrolytbad oder die Elektrolytbäder durchgezogen.

[0037] Dadurch, dass das Kupferausgangsmaterial nicht direkt mit einer Spannungsversorgung verbunden ist, und somit nicht selbst eine Elektrode im konventionellen Sinne einer Elektrolyse darstellt, kann das Kupferausgangsmaterial unabhängig vom elektrolytischen Prozess dem Elektrolytbad zugeführt und/oder durch das Elektrolytbad durchgezogen werden.

[0038] Durch die stromlose Übertragung der Polarisation auf das Kupferausgangsmaterial, stellt dieses über seine Länge keinen einheitlichen spannungsführenden elektrischen Leiter dar, sondern jedes Elektrolytbad stellt einen eigenständigen elektrolytischen Raum unabhängig von den anderen Elektrolytbädern dar. Dadurch kann das Kupferausgangsmaterial beispielsweise in Form eines Kupferdrahtes kontinuierlich durch zwei oder mehrere Elektrolytbäder durchgezogen werden, welche räumlich voneinander beabstandet sind, ohne dass die elektrolytischen Prozesse in den einzelnen Elektrolytbädern sich über den Kupferdraht beeinflussen können. Hierbei tritt der Kupferdraht beispielsweise an der Stirnseite jedes Elektrolytbades durch eine kleine Öffnung ein und auf der gegenüberliegenden Stirnseite wieder aus, bevor es nach einem räumlichen Abstand, beispielsweise von 15 bis 30 Millimeter durch die Stirnseite des nächstens Elektrolytbades eintritt und weiter durch alle Elektrolytbäder gezogen wird.

[0039] Um ein gleichmäßiges und kontinuierliches Bewegen des Kupferausgangsmaterials durch ein Elektrolytbad oder mehrere Elektrolytbäder zu gewährleisten, erfolgt das kontinuierliche Zuführen mittels einer Drahtablaufvorrichtung und/oder einer Richtvorrichtung.

[0040] Eine "Drahtablaufvorrichtung" ist eine automatische Vorrichtung, welche insbesondere einen Draht gleichmäßig von einer Spule oder Haspel abwickelt und dem ersten Elektrolytbad zuführt.

[0041] Eine "Richtvorrichtung" ist insbesondere eine Vorrichtung, welche dem abgewickelten Kupferausgangsmaterial eine gleichmäßige Ausrichtung und/oder einen gleichmäßigen Vorschub aufträgt. Eine Richtmaschine weist beispielsweise Richtrollen und/oder eine Drahtführungshülse auf.

[0042] In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird der kupferhaltige Elektrolyt in das Elektrolytbad, in das weitere Elektrolytbad und/oder die weiteren Elektrolytbäder und/oder zwischen den Elektrolytbädern rückgeführt.

[0043] Somit kann Elektrolyt, welcher durch das Durchführen und/oder Durchziehen des Kupferausgangsmaterials durch ein Elektrolytbad oder mehrere Elektrolytbäder verloren geht, in ein Elektrolytbad oder in mehrere Elektrolytbäder rückgeführt werden. Folglich kann der Elektrolyt wieder verwendet und Kosten können eingespart werden. Über die Rückführung des Elektrolyten kann auch eine optimale Kupferkonzentration im entsprechenden Elektrolyt eines Elektrolytbades eingestellt werden.

[0044] Es ist besonders vorteilhaft, dass durch Rückführung von Elektrolyt aus einem höher kupferhaltigen Elektrolytbad, die ausreichende Kupferkonzentration in einem anderen kupferärmeren Elektrolytbad eingestellt werden kann.

[0045] Um den jeweiligen Elektrolyt vom elektrolytisch gereinigten Kupferausgangsmaterial zu entfernen, erfolgt nach dem elektrolytischen Reinigen ein Spülen.

[0046] Dadurch wird vermieden, dass verbliebene

Elektrolytrückstände ihrerseits eine Störung und/oder eine Bildung von Fehlstellen beim nachfolgenden Strangpressen bewirken können.

[0047] Unter "Spülen" wird insbesondere das Entfernen von Elektrolytresten nach der elektrolytischen Reinigung verstanden. Zum Spülen wird das elektrolytisch gereinigte Kupferausgangsmaterial, insbesondere durch ein Spülbad oder mehrere Spülbäder kontinuierlich durchgezogen, wobei das Spülbad oder die Spülbäder insbesondere Wasser oder hochreines Wasser aufweisen. Um ein vollständiges Entfernen des Elektrolyten zu erreichen, ist es besonders vorteilhaft, wenn das elektrolytisch gereinigte Kupferausgangsmaterial durch mindestens zwei Spülbäder nacheinander durchgezogen wird. Bei einem Spülbad kann es sich auch um ein Ultraschallbad handeln.

[0048] In einer weiteren Ausgestaltungsform des Verfahrens erfolgt nach dem elektrolytischen Reinigen und/oder dem Spülen ein Trocknen, insbesondere ein Gebläsetrocknen.

[0049] Somit wird verhindert, dass verbliebener Elektrolyt oder verbliebenes Wasser beim nachfolgenden Warmumformen verdampfen und zu Fehlstellen im stranggepressten Kupferprofil führen.

[0050] Unter einem "Trocknen" wird insbesondere verstanden, dass verbliebene flüssige Elektrolytreste und/oder verbliebenes Wasser vom elektrolytisch gereinigten Kupferausgangsmaterial abgeblasen werden. Hierzu werden beispielsweise ein Gebläsetrockner, ein Luftmesser (auch sogenannte Airknives) und/oder ein Luftvorhang verwendet.

[0051] Es ist besonders vorteilhaft, dass alle vorgenannten Fertigungsschritte direkt kontinuierlich nacheinander bei gleicher Fördergeschwindigkeit des Kupferausgangsmaterials durch die Herstellungsvorrichtung bis zum gefertigten Kupferprofil durchgeführt werden.

[0052] In einem weiteren Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch ein Kupferprofil, welches nach einem zuvor beschriebenen Verfahren hergestellt ist.

[0053] Somit wird ein qualitativ hochwertiges Kupferprofil ohne Fehlstellen oder im Wesentlichen ohne Fehlstellen bereitgestellt, welches kostengünstig und kontinuierlich hergestellt wird.

[0054] In einem zusätzlichen Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung, welche derart eingerichtet ist, dass ein zuvor beschriebenes Verfahren durchführbar ist.

[0055] Dadurch wird eine Vorrichtung bereitgestellt, welche eine kontinuierliche Fertigung eines qualitativ hochwertigen Kupferprofils ermöglicht. Vorliegend werden alle notwendigen Fertigungsschritte mittels einer Herstellungsvorrichtung nacheinander ohne Unterbrechung durchgeführt.

[0056] In einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung drei Elektrolytbäder auf, wobei im ersten Elektrolytbad die mindestens eine Elektrode anodisch polarisiert ist, sodass sich Kupfer aus dem kupferhaltigen Elektrolyt auf das Kupferausgangsmaterial abscheidet,

im zweiten Elektrolytbad die mindestens eine Elektrode kathodisch polarisiert ist, sodass sich Kupfer vom Kupferausgangsmaterial ablöst, und im dritten Elektrolytbad die mindestens eine Elektrode anodisch polarisiert ist, sodass sich Kupfer aus dem kupferhaltigen Elektrolyt auf das Kupferausgangsmaterial abscheidet.

[0057] Durch die dreistufigen Elektrolytbäder mit einer Kupferabscheidung, Kupferauflösung und wiederum Kupferabscheidung vom beziehungsweise auf das Kupferausgangsmaterial wird eine optimale Reinigung des Kupferausgangsmaterials und eine optimale Oberflächeneigenschaft des Kupferausgangsmaterials erzielt. Folglich können sicher Fehlstellen beim nachfolgenden Strangpressen im gefertigten Kupferprofil vermieden werden.

[0058] Das weitere Elektrolytbad sowie das erste, zweite und dritte Elektrolytbad entsprechen in seiner Ausgestaltung dem oben definierten Elektrolytbad.

[0059] Um verlorengegangenen Elektrolyt oder aufgrund der kontinuierlichen Durchführung des Kupferausgangsmaterials durch das Elektrolytbad oder die Elektrolytbäder herausfließenden Elektrolyt wieder zu verwenden, sind das Elektrolytbad oder die Elektrolytbäder innerhalb einer Auffangwanne angeordnet, sodass beim Durchziehen des Kupferausgangsmaterials durch das Elektrolytbad oder die Elektrolytbäder verlorengegangener kupferhaltiger Elektrolyt in der Auffangwanne auffangbar und/oder in das Elektrolytbad oder die Elektrolytbäder rückführbar ist.

[0060] Somit kann der Elektrolyt wiederverwendet und Kosten eingespart werden sowie mittels der Rückführung gezielt eine Kupferkonzentration in einem Elektrolytbad eingestellt werden.

[0061] Eine "Auffangwanne" ist insbesondere ein flüssigkeitsdichtes Bauteil, welches aus der Vorrichtung beziehungsweise den Elektrolytbädern austretenden Elektrolyt auffängt. Bevorzugt weist die Auffangwanne ein derartiges Auffangvolumen auf, sodass der aufgefangene Elektrolyt mittels einer Pumpe oder mehrerer Pumpen in ein oder mehrere Elektrolytbäder zurückgepumpt werden kann.

[0062] Um die Verweildauer des durchgezogenen Drahtes in einem bestimmten Bad zu verlängern, kann dieses bestimmte Bad insbesondere räumlich in Durchzugsrichtung länger als eines der anderen Bäder ausgestaltet sein.

[0063] Im Weiteren wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigt

Figur 1 eine stark schematische Schnittdarstellung mit einer Ansicht von oben auf eine Herstellungsanlage eines Kupferprofils mit einer elektrolytischen Drahtreinigung und Wärmumformungsvorrichtung.

[0064] Eine Herstellungsanlage 101 für Kupferprofile weist eine elektrolytische Drahtreinigung 109, ein anschließend folgendes Ultraschallbad 117 als Spülbad,

eine nachfolgende Gebläsetrocknung 119 und eine Wärmumformvorrichtung 121 auf.

[0065] Die elektrolytische Drahtreinigung 109 weist drei aufeinander folgende Elektrolytbäder 111, 113 und 115 auf. Die Elektrolytbäder 111, 113 und 115 sind zueinander räumlich beabstandet und weisen jeweils seitlich an ihren Stirnseiten einen kreisrunden Drahteingang und einen kreisrunden Drahtausgang (nicht dargestellt) zum Durchziehen eines Kupferausgangsdrahtes 103 auf, wobei der jeweilige Durchmesser des kreisrunden Drahteinganges und -ausganges etwas größer als der Durchmesser des Kupferausgangsdrahtes 103 ist.

[0066] Das erste Elektrolysebad 111 weist zwei Hilfsanoden 131 auf, wobei die eine Hilfsanode 131 mit dem Pluspol eines ersten Netzteils 137 und die zweite Hilfsanode 131 mit dem Pluspol eines zweiten Netzteils 139 verbunden ist. Das zweite Elektrolysebad 113 weist zwei Hilfskathoden 133 auf, wobei die eine Hilfskathode 133 mit dem Minuspol des ersten Netzteils 137 und die zweite Hilfskathode 133 mit dem Minuspol des zweiten Netzteils 139 verbunden ist. Das dritte Elektrolysebad 115 weist wiederum zwei Hilfsanoden 135 auf, wobei die erste Hilfsanode 135 mit dem Pluspol des ersten Netzteils 137 und die zweite Hilfsanode mit dem Pluspol des zweiten Netztes 139 verbunden ist.

[0067] Die zwei im ersten Elektrolysebad 111 angeordneten Hilfsanoden 131 weisen unlegierten Stahl (S355) auf. Die zwei Hilfskathoden 133 im zweiten Elektrolysebad 113 bestehen aus Kupfer und die zwei Hilfsanoden 135 im dritten Elektrolysebad 115 weisen wiederum unlegierten Stahl (S355) auf. Als Elektrolyt wird 8 Gewichtsprozent Dikaliumdihydrogen (1-hydroxyethyliden) bisphosphonat eingesetzt, wobei aufgrund der Rückführung des Elektrolyten im ersten Elektrolysebad 111 bereits Kupfer-Ionen im Elektrolyt vorliegen.

[0068] Der Kupferausgangsdraht 103 weist einen kreisförmigen Querschnitt mit einem Durchmesser von 20 Millimetern auf. Der Kupferausgangsdraht 103 ist jeweils durch den kreisrunden Drahteingang und dem kreisrunden Drahtausgang durch das erste Elektrolysebad 111, das zweite Elektrolysebad 113 und das dritte Elektrolysebad 115 geführt. Sämtliche Elektrolysebäder 111, 113 und 115 stehen in einer Elektrolytwanne (nicht gezeigt), in welche durch die Drahteingänge und -ausgänge fließender Elektrolyt aus dem jeweiligen Elektrolysebädern 111, 113 und 115 aufgefangen wird.

[0069] Der in der Elektrolytwanne aufgefangene Elektrolyt wird bei entsprechendem Flüssigkeitsstand mittels Pumpen (nicht gezeigt) in die einzelnen Elektrolytbäder 111, 113 und 115 zurückgeführt, sodass der Kupferausgangsdraht 103 außerhalb zwischen den einzelnen Elektrolysebädern 111, 113 und 115 nicht von den Elektrolyten umgeben ist. Dagegen ist der Kupferausgangsdraht 103 innerhalb der einzelnen Elektrolysebäder 111, 113 und 115 vollständig von dem Elektrolyt umgeben.

[0070] Mittels der Herstellungsanlage 101 werden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

[0071] Mittels einer nicht gezeigten Drahtablauf- und

Richtmaschine wird der Kupferausgangsdraht 103 kontinuierlich dem ersten Elektrolysebad 111 zugeführt und mit gleicher Geschwindigkeit durch alle nachfolgenden Komponenten der Herstellungsanlage 101 transportiert. Hierbei ist der Kupferausgangsdraht 103 nicht mit dem ersten Netzteil 137 und nicht mit dem zweiten Netzteil 139 verbunden. Mittels des ersten Netzteils 137 und des zweiten Netzteils 139 werden entsprechend den Hilfsanoden 131, Hilfskathoden 133 und Hilfsanoden 135 jeweils eine Spannung von 13,8 Volt angelegt. In Abhängigkeit von der Elektrolytkonzentration und dem jeweiligen Zustand der Hilfsanoden 131, Hilfskathoden 133 und Hilfsanoden 135 fließt üblicherweise bei dieser Spannung von 13,8 Volt ein Strom zwischen 10 und 20 Ampere.

[0072] Im ersten Elektrolysebad 111 wird Kupfer aus dem Elektrolyt auf den Kupferausgangsdraht 103 abgeschieden. Im anschließenden zweiten Elektrolysebad 113 geht Kupfer vom Kupferausgangsmaterial 103 als Cu^{2+} im Elektrolyt in Lösung und wird auf den Hilfskathoden 133 abgeschieden. Im dritten Elektrolysebad 115 wiederum wird aufgrund der Hilfsanoden 135 eine Abscheidung von Kupferkationen aus dem Elektrolyt als elementares Kupfer auf dem Kupferausgangsmaterial 103 induziert. In dieser Abfolge ist eine Aufenthaltsdauer des Kupferausgangsdrahtes 103 aufgrund einer längeren Bauform des zweiten Elektrolysebades 113 länger als jeweils in dem ersten Elektrolysebad 111 und dem dritten Elektrolysebad 115.

[0073] Zum Abspülen von Elektrolytresten auf dem elektrolytisch gereinigten Kupferdraht 105 wird der elektrolytisch gereinigte Kupferdraht 105 mittels eines Ultraschallbades 117 gereinigt und gespült.

[0074] Anschließend erfolgt eine Trocknung des gereinigten Kupferdrahtes 105 mittels der Gebläsetrocknung 119, sodass dadurch ein elektrolytisch gereinigter, gespülter und getrockneter Kupferdraht 107 vorliegt.

[0075] Anschließend wird der elektrolytisch gereinigte, gespülte und getrocknete Kupferdraht 107 der Warmumformungsvorrichtung 121 zugeführt, wobei dieser durch eine Formmatrize in Form eines herzustellenden Kupferprofils stranggepresst wird. Das hergestellte Kupferprofil weist eine ebene, homogene Oberfläche im Wesentlichen frei von Blasen, Riefen und Kantendefekten auf.

Bezugszeichenliste

[0076]

101	Herstellungsanlage
103	Kupferausgangsdraht
105	elektrolytisch gereinigter Kupferdraht
107	gereinigter und getrockneter Kupferdraht
109	elektrolytische Drahtreinigung
111	erstes Elektrolysebad
113	zweites Elektrolysebad
115	drittes Elektrolysebad
117	Ultraschallbad

119	Gebläsetrocknung
121	Warmumformungsvorrichtung
131	Hilfsanode
133	Hilfskathode
135	Hilfsanode
137	erstes Netzteil
139	zweites Netzteil

10 Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Kupferprofils aus einem Kupferausgangsmaterial (103), insbesondere eines Kupferdrahtes, mit folgenden Schritten

- elektrolytisches Reinigen des Kupferausgangsmaterials, wobei das Kupferausgangsmaterial in einem kupferhaltigen Elektrolyt in einem Elektrolytbad (111, 113, 115) mit mindestens einer Elektrode (133, 135, 137) eingebracht wird, die Elektrode mittels einer Spannungsversorgung (137, 139) polarisiert wird und das Kupferausgangsmaterial über den Elektrolyten polarisiert wird, so dass das Kupferausgangsmaterial frei von einer direkten Spannungsversorgung ist, und
- Strangpressen des elektrolytisch gereinigten Kupferausgangsmaterials durch eine Formmatrize, sodass das Kupferprofil vorliegt.

2. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Elektrolytbad zwei Elektroden (133, 135, 137), drei Elektroden, vier Elektroden und/oder weitere Elektroden verwendet werden, wobei das Kupferausgangsmaterial zwischen den Elektroden eingebracht und die Elektroden mittels der Spannungsversorgung gleichpolarisiert werden.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrode oder die Elektroden kathodisch polarisiert wird oder werden, sodass sich Kupfer vom Kupferausgangsmaterial im Elektrolytbad ablöst.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Elektrolytbad (113) ein weiteres Elektrolytbad (111, 115) vorgeschaltet und/oder nachgeschaltet wird, wobei die mindestens eine Elektrode oder die Elektroden des weiteren Elektrolytbades anodisch polarisiert wird oder werden, so dass sich Kupfer aus dem kupferhaltigen Elektrolyt des weiteren Elektrolytbades auf das Kupferausgangsmaterial abscheidet.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kupferausgangsmaterial kontinuierlich zugeführt und/oder

durch das Elektrolytbad oder die Elektrolytbäder durchgezogen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kontinuierliche Zuführen mittels einer Drahtablaufvorrichtung und/oder einer Richtvorrichtung erfolgt. 5

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** kupferhaltiger Elektrolyt in das Elektrolytbad, in das weitere Elektrolytbad und/oder die weiteren Elektrolytbäder und/oder zwischen den Elektrolytbädern rückgeführt wird. 10
15

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem elektrolitischen Reinigen ein Spülen erfolgt.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem elektrolitischen Reinigen und/oder dem Spülen ein Trocknen, insbesondere ein Gebläsetrocknen, erfolgt. 20

10. Kupferprofil, welches nach einem Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche hergestellt ist. 25

11. Vorrichtung (101), welche derart eingerichtet ist, dass ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 durchführbar ist. 30

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung drei Elektrolytbäder (111, 113, 115) aufweist, wobei im ersten Elektrolytbad (111) die mindestens eine Elektrode anodisch polarisiert ist, sodass sich Kupfer aus dem kupferhaltigen Elektrolyt auf das Kupferausgangsmaterial abscheidet, im zweiten Elektrolytbad (113) die mindestens eine Elektrode kathodisch polarisiert sind, sodass sich Kupfer vom Kupferausgangsmaterial ablöst, und im dritten Elektrolytbad (115) die mindestens eine Elektrode anodisch polarisiert ist, sodass sich Kupfer aus dem kupferhaltigen Elektrolyt auf das Kupferausgangsmaterial abscheidet. 35
40
45

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Elektrolytbad oder die Elektrolytbäder innerhalb einer Auffangwanne angeordnet sind, so dass beim Durchziehen des Kupferausgangsmaterials durch das Elektrolytbad oder die Elektrolytbäder verlorengegangener kupferhaltiger Elektrolyt in der Auffangwanne auffangbar und/oder in das Elektrolytbad oder die Elektrolytbäder rückführbar ist. 50
55

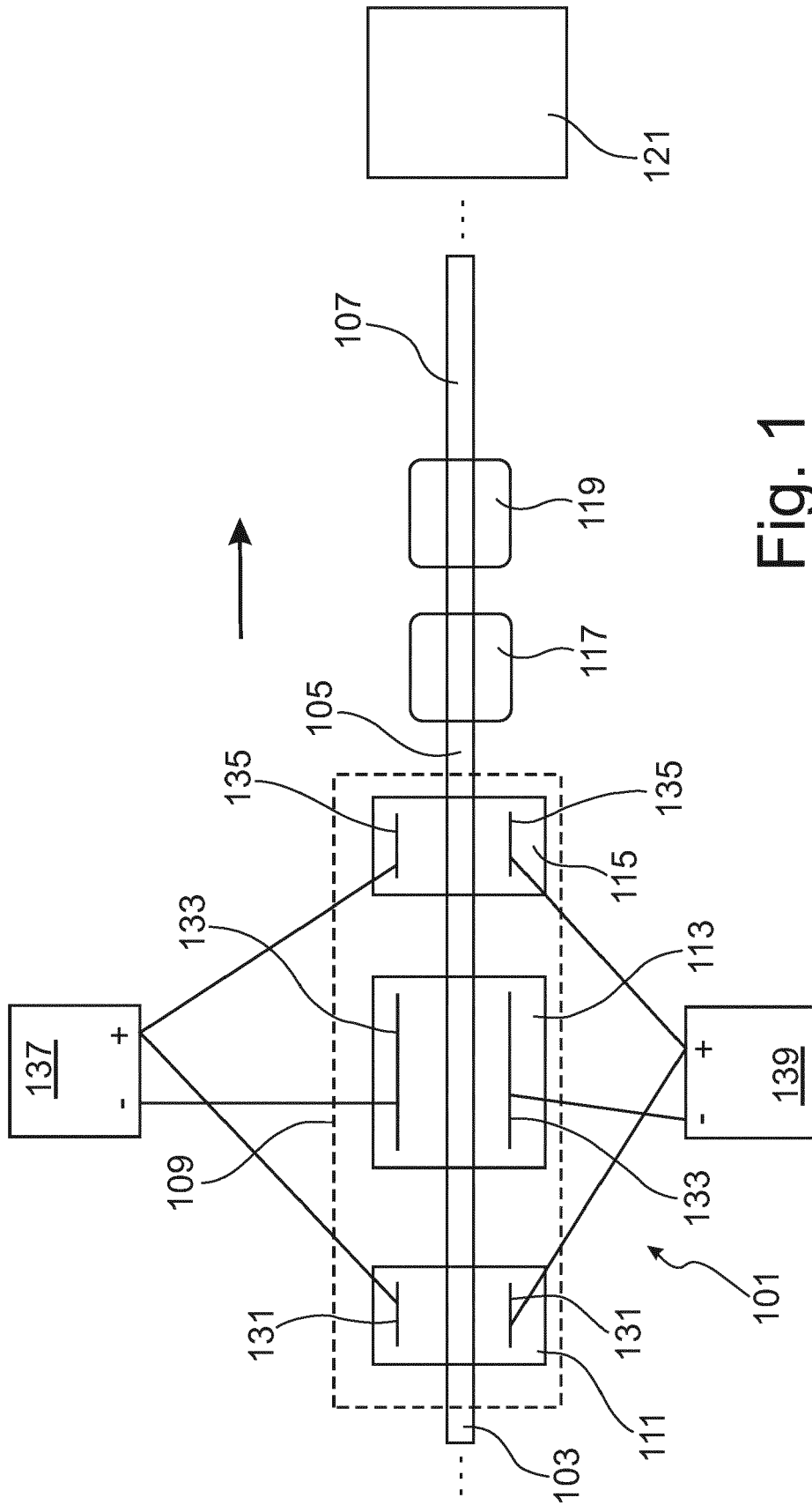


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 16 4144

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2007 034096 A1 (UMICORE AG & CO KG [DE]) 22. Januar 2009 (2009-01-22)	10	INV. C25F1/04 B21C23/08 C25D7/06
A	* Absätze [0004] - [0005], [0013] - [0017]; Anspruch 1 *	1-9, 11-13	
A	WO 2015/091854 A2 (SCHLENK METALLFOLIEN GMBH & CO KG [DE]; SEIDEL ANDREAS [DE]) 25. Juni 2015 (2015-06-25) * Seite 25 - Seite 26; Ansprüche 11,12; Abbildung 1; Beispiel 5 *	1-13	
A	EP 0 518 850 A1 (ANDRITZ PATENTVERWALTUNG [AT]) 16. Dezember 1992 (1992-12-16) * Abbildungen 1,2a,3,4,5a,5b,6a *	1-13	
A	US 4 492 615 A (LEFEBVRE JACQUES [FR]) 8. Januar 1985 (1985-01-08) * Spalte 1, Zeilen 6-12; Abbildung 1 * * Spalte 5, Zeilen 49-59; Tabelle III *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C25F B21C C25D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. August 2018	Prüfer Hammerstein, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 16 4144

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-08-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007034096 A1	22-01-2009	KEINE	
WO 2015091854 A2	25-06-2015	DE 102013021502 A1	25-06-2015
		EP 2989236 A2	02-03-2016
		US 2016319451 A1	03-11-2016
		WO 2015091854 A2	25-06-2015
EP 0518850 A1	16-12-1992	AT 399167 B	27-03-1995
		CA 2070583 A1	11-12-1992
		EP 0518850 A1	16-12-1992
		FI 922468 A	11-12-1992
		JP 2984736 B2	29-11-1999
		JP H05202500 A	10-08-1993
		TW 282492 B	01-08-1996
		US 5382335 A	17-01-1995
		ZA 9204181 B	24-02-1993
US 4492615 A	08-01-1985	CA 1197212 A	26-11-1985
		DE 3361277 D1	02-01-1986
		EP 0093681 A1	09-11-1983
		FR 2526052 A1	04-11-1983
		JP H0255516 B2	27-11-1990
		JP S58193392 A	11-11-1983
		US 4492615 A	08-01-1985

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5516408 A [0004]
- DE 69422715 T2 [0005]