



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.01.2020 Patentblatt 2020/04

(51) Int Cl.:
B21B 45/02 (2006.01) B21B 45/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19180051.5**

(22) Anmeldetag: **13.06.2019**

(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

(71) Anmelder: **KME Mansfeld GmbH**
06333 Hettstedt (DE)

(72) Erfinder: **Schwedler, Olaf**
39130 Magdeburg (DE)

(74) Vertreter: **Griepenstroh, Jörg et al**
Bockermann Ksoll
Griepenstroh Osterhoff
Patentanwälte
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(30) Priorität: **18.07.2018 DE 102018117405**

(54) **VERFAHREN ZUM ENTZUNDERN EINES KUPFERAUSGANGSMATERIALS FÜR EIN FERTIGEN EINES KUPFERPRODUKTES UND KUPFERPRODUKT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entzundern eines Kupferausgangsmaterials für ein Fertigen eines Kupferproduktes, wobei das Kupferausgangsmaterial unter Einwirken von Sauerstoff zumindest teilweise eine Zunderschicht aufweist, mit folgenden Schritt:
- Entzundern des Kupferausgangsmaterials durch Aufbringen einer Entzunderflüssigkeit mittels einer Hochdruckvorrichtung auf eine Oberfläche des Kupferausgangsmaterials derart, dass sich die Zunderschicht vom Kupferausgangsmaterial ablöst,

wobei als Entzunderflüssigkeit eine Walzemulsion verwendet wird, in der Hochdruckvorrichtung eine Hochdruckdüse oder mehrere Hochdruckdüsen verwendet wird oder werden, wobei die Hochdruckdüse oder die Hochdruckdüsen beim Entzundern rotiert oder rotieren, und die Walzemulsion mit einem Druck in einem Bereich von 110 MPa bis 140 MPa auf die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials aufgebracht wird. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Kupferprodukt.

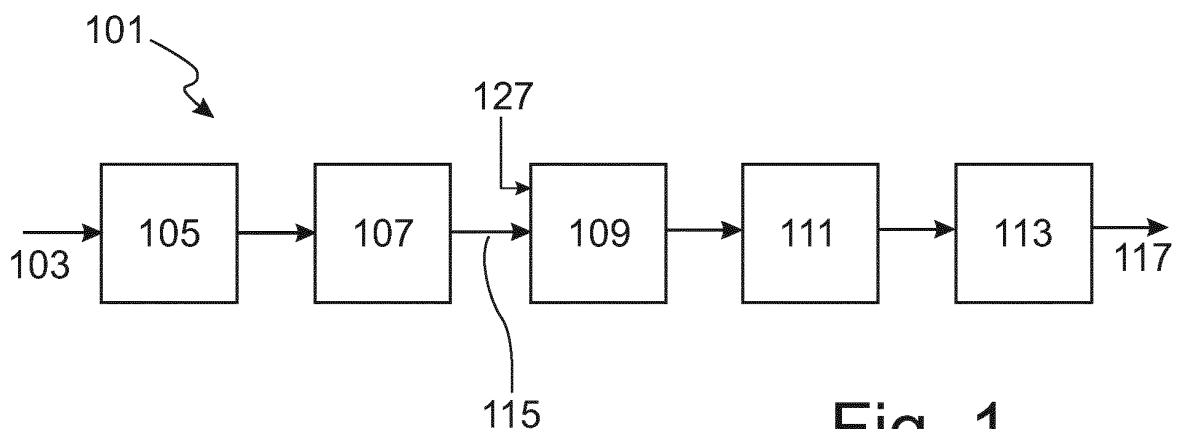


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entzundern eines Kupferausgangsmaterials für ein Fertigen eines Kupferproduktes, wobei das Kupferausgangsmaterial unter Einwirkung von Sauerstoff zumindest teilweise eine Zunderschicht ausbildet. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Kupferprodukt.

[0002] Vor allem warmes Kupferausgangsmaterial, wie beispielsweise ein gegossener Kupferstrang, bildet in der Atmosphäre unter Einwirkung von Luftsauerstoff eine Zunderschicht als Kupferoxidschicht auf der Oberfläche des Kupferausgangsmaterials aus. Diese Zunderschicht muss vor den weiteren Fertigungsschritten entfernt werden.

[0003] Zum Entzundern eines Kupferausgangsmaterials sind beispielsweise chemische Verfahren, wie Beizen, und mechanische Verfahren wie Bürsten und Schälern zum Entfernen der Zunderschicht bekannt. Des Weiteren ist auch das Abstrahlen der Zunderschicht unter Verwenden eines abrasiven Mediums, wie beispielsweise feste Sandkörner, unter Hochdruck bekannt.

[0004] Nachteilig bei den bekannten Verfahren ist, dass beim chemischen Beizen die Beize vor dem nächsten Fertigungsschritt abgespült werden muss und ein Aufbringen von Beize auf einem heißen Kupferausgangsmaterial erhöhte Sicherheits- und Arbeitssicherheitsanforderungen bedarf. Bei den mechanischen Verfahren ist zudem nachteilig, dass bereits abgelöste Zunderanteile, welche noch auf der Oberfläche des Kupferausgangsmaterials liegenbleiben und/oder vom Schälern oder der Bürste erfasst werden, aufgrund des weiteren mechanischen Einwirkens zu Rillen und Riefen in der Oberfläche des Kupferausgangsmaterials führen können. Dies gilt ebenso für die Verwendung von abrasiven Medien, bei denen zusätzlich die Problematik eines ungleichmäßigen Abtrags über die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials besteht.

[0005] Aus der US 4 043 166 A ist ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung eines Kupferwalzdrahtes bekannt, bei welchem nach einem ersten Walzgerüst mittels zweier Sprühdüsen Walzemulsion auf den Kupferstab mit einem Druck bis zu 60 MPa gesprüht wird. Die beiden Sprühdüsen geben zur Entfernung von Zunder einen breiten flachen Strahl mit einem Volumenstrom von weniger als 50 l/min ab.

[0006] Die DE 10 2015 206 393 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum Reinigen einer Oberfläche und zum Entfernen von Zunder von einer Bramme bekannt, welche einen Düsenträger mit mindestens einer Spritzdüse aufweist, welcher an einer ersten Scheibe befestigt ist. Ein Zwischenraum zwischen dieser ersten Scheibe und einer zweiten Scheibe bildet eine Druckkammer aus, welche über eine Zuleitung mit Wasser als Druckmedium befüllt wird. Die beiden Scheiben sind auf einer Rotationswelle befestigt. Mittels dieser Vorrichtung wird ein Druck bis zu 100 MPa aufgebracht.

[0007] In der DE 60 2004 012 810 T2 wird eine Anlage

zur Schmierung von Walzen in einer Walzstraße sowie die generelle Verwendung von Walzemulsionen und von Alkohol zur Vorbeugung der Ausbildung von Oxidschichten beschrieben.

[0008] Aus der US 4 233 830 A ist ein Verfahren zum Entzundern beschrieben, bei welchem vor dem Walzen eines Kupferstabs im ersten Schritt eine Entzunderung mittels Strahldüsen aufgrund eines thermischen Schocks und des chemischen Einwirkens einer chemisch aktiven Flüssigkeit, welche Alkohol aufweist, bei einem relativ niedrigen Druck von 0,2 - 0,3 MPa erfolgt. Anschließend wird im zweiten Schritt eine Flüssigkeit mit einem höheren Druck von bis zu 22 MPa zum Entfernen der gebildeten Oxidflocken verwendet.

[0009] Vor allem für die Fertigung von einbrennlackierten Drähten, welche außen eine elektrisch isolierende Lackschicht aufweisen, reicht die mit den bekannten Verfahren erzielbare Entzunderung und Oberflächenqualität der bekannten Verfahren nicht aus, um ein hochwertiges Kupferprodukt herzustellen. Da die elektrisch isolierende Lackschicht von einbrennlackierten Drähten sehr dünn ist und die Lackschicht stets eine geringere Lackschichtdicke als die Zunderschichtdicke aufweist, bestehen erhöhte Anforderungen an das Entzundern und die Oberflächenrauigkeit des entzunderten Kupferausgangsmaterials. Beispielsweise beträgt die Zunderschichtdicke üblicherweise 30 bis 40 µm, während bei einem Lackdrahtdurchmesser von 0,012 mm die Lackschichtdicke 1 µm sowie bei einem Lackdrahtdurchmesser von 0,534 mm die Lackschichtdicke 17 µm beträgt.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, den Stand der Technik zu verbessern.

[0011] Gelöst wird die Aufgabe durch ein Verfahren zum Entzundern eines Kupferausgangsmaterials für ein Fertigen eines Kupferproduktes, wobei das Kupferausgangsmaterial unter Einwirken von Sauerstoff zumindest teilweise eine Zunderschicht ausbildet, mit folgenden Schritt:

- Entzundern des Kupferausgangsmaterials durch Aufbringen einer Entzunderflüssigkeit mittels einer Hochdruckvorrichtung auf eine Oberfläche des Kupferausgangsmaterials derart, dass sich die Zunderschicht vom Kupferausgangsmaterial ablöst,

wobei als Entzunderflüssigkeit eine Walzemulsion verwendet wird, in der Hochdruckvorrichtung eine Hochdruckdüse oder mehrere Hochdruckdüsen verwendet wird oder werden, wobei die Hochdruckdüse oder die Hochdruckdüsen beim Entzundern rotiert oder rotieren, und die Walzemulsion mit einem Druck in einem Bereich von 110 MPa bis 140 MPa auf die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials aufgebracht wird.

[0012] Somit wird durch das Verfahren eine qualitativ hochwertige Oberfläche des Kupferausgangsmaterials frei von Zunder für das weitere Fertigen des Kupferproduktes bereitgestellt.

[0013] Es ist besonders vorteilhaft, dass das Entzun-

dem durch Aufbringen einer Entzunderflüssigkeit mittels einer Hochdruckvorrichtung bei einem hohen Druck von 110 MPa oder höher erfolgt, da neben der vollständigen Entfernung der Zunderschicht dadurch auch die sich ablösenden Teile der Zunderschicht direkt durch die auftreffende Entzunderflüssigkeit von der Oberfläche entfernt und weggeschwemmt werden. Folglich verbleiben keine abgelösten Zunderteile auf der entzündeten Oberfläche des Kupferausgangsmaterials, welche Rillen und/oder Riefen im Kupferausgangsmaterial verursachen können. Bei einem nachgeschalteten Walzprozess ist es zwingend erforderlich, dass nach dem Entzundern keine Zunderteile auf dem Kupferausgangsmaterial verbleiben und somit in das Walzwerk gelangen, da diese ansonsten in das Kupferausgangsmaterial eingewalzt werden und somit zu einem minderwertigen Produkt führen.

[0014] Somit wird aufgrund des hohen Druckes eine vollständige Ablösung der Zunderschicht von der Oberfläche des Kupferausgangsmaterials erzielt. Dadurch, dass die Walzemulsion als Hochdruckmedium mit einem sehr hohen Druck auf die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials auftrifft, werden die sich ablösenden Teile der Zunderschicht aufgrund eines Abpralleffektes direkt mit der von der Oberfläche abprallenden Walzemulsion weggespült.

[0015] Zudem wird aufgrund des hohen Druckes beim Aufprall auf die Oberfläche, die Walzemulsion in feinste Sprühtröpfchen zerteilt, sodass das Kupferausgangsmaterial vollständig von einem Sprühnebel der Walzemulsion umgeben ist und sich die Sprühtröpfchen gleichmäßig auf die entzündete Oberfläche des Kupferausgangsmaterials ablagern. Somit wird die entzündete Oberfläche des Kupferausgangsmaterials gleichmäßig mit Walzemulsion benetzt und für ein anschließendes Walzen des Kupferausgangsmaterials ist kein weiterer Auftrag oder nur ein geringer Auftrag von zusätzlicher Walzemulsion notwendig.

[0016] Erfindungsgemäß wird oder werden in der Hochdruckvorrichtung eine Hochdruckdüse oder mehrere Hochdruckdüsen verwendet. Somit wird die Walzemulsion mittels der Hochdruckdüse oder der Hochdruckdüsen gezielt gelenkt und auf die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials gerichtet.

[0017] Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung beruht darauf, dass zum einen frei von einem abrasiven Material mittels der Entzunderflüssigkeit eine direktes Entfernen und Forttragen der abgelösten Zunderteile von der entzündeten Oberfläche des Kupferausgangsmaterials erfolgt, und somit eine Riefen- und/oder Rillenbildung in der Oberfläche des Kupferausgangsmaterials verhindert wird, und zum anderen durch Verwenden einer Walzemulsion als Entzunderflüssigkeit gleichzeitig eine Benetzung der entzündeten Oberfläche des Kupferausgangsmaterials und somit eine Schutzschicht aufgebracht wird.

Folgendes Begriffliche sei erläutert:

[0018] Ein "Entzundern" ist insbesondere das Ablösen und/oder Abtrennen einer Zunderschicht von einer Oberfläche des Kupferausgangsmaterials.

[0019] Ein "Kupferausgangsmaterial" ist insbesondere ein Halbzeug aus Kupfer und/oder Kupferlegierung, aus welchem ein Kupferprodukt gefertigt wird. Bei einem Kupferausgangsmaterial kann es sich beispielsweise um einen gegossenen Kupferstrang handeln. Das Kupferausgangsmaterial umfasst insbesondere auch Kupferlegierungen, Bronze, Messing und/oder niedriglegiertes Kupfer wie beispielsweise CuAg0,2 auf.

[0020] Bei einem "Kupferprodukt" handelt es sich insbesondere um ein aus dem Kupferausgangsmaterial gefertigtes Produkt aus Kupfer und/oder Kupferlegierung. Bei dem Kupferprodukt handelt es sich beispielsweise um einen Gießwalzdraht oder um einen einbrennlackierten Gießwalzdraht.

[0021] Eine "Zunderschicht" ist insbesondere eine poröse Oxidschicht hervorgerufen durch oxidierende Gase auf einer Metalloberfläche. Die Zunderschicht ist insbesondere eine Schicht auf und/oder an der Oberfläche des Kupferausgangsmaterials, welche sich durch Oxidation des Kupfers und/oder anderer Metalle der Oberfläche unter Einwirken von Sauerstoff und/oder anderen oxidierenden Gasen bildet. Die Bildung der Zunderschicht erfolgt insbesondere bei hohen Temperaturen weit über der Umgebungstemperatur unter Anwesenheit von Luftsauerstoff. Die Zunderschicht weist insbesondere Metalloxide und/oder Kupferoxid, wie Cu_2O und/oder CuO auf.

[0022] Eine "Entzunderflüssigkeit" ist insbesondere eine Flüssigkeit, welche zum Entzundern verwendet wird und/oder ein Ablösen der Zunderschicht von dem Kupferausgangsmaterial bewirkt. Bei der Entzunderflüssigkeit handelt es sich insbesondere um eine Walzemulsion. Eine Entzunderflüssigkeit weist insbesondere einen flüssigen Aggregatzustand auf.

[0023] Eine "Walzemulsion" ist insbesondere eine Emulsion, welche sowohl zum Entzundern als auch zu einem anschließenden Walzen des Kupferausgangsmaterials verwendet wird. Bei einer Walzemulsion handelt es sich insbesondere um eine Öl/Wasser-Emulsion, in der feinstverteilte Öltröpfchen in der kontinuierlichen Wasserphase vorliegen, oder eine Wasser/Öl-Emulsion, bei der Wasser als disperse Phase feinstverteilt in der kontinuierlichen Ölphase vorliegt. Die Walzemulsion weist insbesondere einen Emulgator (Tensid) zur Stabilisierung der feinst als Tröpfchen verteilten dispersen Phase und zum Verhindern einer Phasentrennung zwischen Öl und Wasser auf. Die Walzemulsion besteht beispielsweise aus 1,3 bis 3,5 Vol-% Walzöl, 2 bis 3 Vol-% Ethanol und als Rest aus Wasser.

[0024] Eine "Hochdruckvorrichtung" ist insbesondere eine Vorrichtung, welche die Entzunderflüssigkeit und somit die Walzemulsion auf einen höheren Druck als den Umgebungsdruck bringt und/oder diese auf die Oberfläche

che des Kupferausgangsmaterials aufbringt. Durch die Hochdruckvorrichtung trifft die Walzemulsion insbesondere mit einem Druck von größer 100 MPa auf die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials auf.

[0025] Eine "Hochdruckdüse" ist insbesondere eine rohrförmige technische Vorrichtung der Hochdruckvorrichtung, welche als Mündung die Walzemulsion unter hohem Druck abgibt. Die Hochdruckdüse kann insbesondere auf ihrer gesamten Länge die gleiche Querschnittsfläche aufweisen, sich erweitern, verjüngen oder andere komplexe Formen aufweisen. Durch die Hochdruckdüse wird die Walzemulsion insbesondere als scharf abgegrenzter Strahl und/oder gleichmäßig zerstäubt auf die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials aufgebracht. Die Hochdruckdüse bringt einen Strahl der Walzemulsion insbesondere derart auf die verzündete Oberfläche des Kupferausgangsmaterials, dass die Zunderschicht aufgrund des hohen Druckes einem Walzemulsionsschneiden unterliegt und durch Materialabtrag entfernt wird. Die Hochdruckdüse rotiert insbesondere selbst oder ist mittels eines Rotationsdüsenkopfes mit Rotor rotierbar.

[0026] Jede rotierbare Hochdruckdüse oder jeder Rotationsdüsenkopf mit mehreren Hochdruckdüsen bringt die Walzemulsion insbesondere mit einem Winkelbereich von 20° bis 180°, bevorzugt von 35° bis 65° auf das Kupferausgangsmaterial auf. Es ist besonders vorteilhaft bei einem rechteckigen oder quadratischen Kupferausgangsmaterial, dass eine rotierbare Hochdruckdüse und/oder ein Rotationsdüsenkopf auf jede Seitenfläche des Kupferausgangsmaterials gerichtet ist. Auf jede Seitenfläche eines Kupferausgangsmaterials oder bei einem runden Kupferausgangsmaterial auf einem Oberflächenbereich von 90° wird mittels der Hochdruckdüse oder des Rotationsdüsenkopfes die Walzemulsion mit einem Volumenstrom in einem Bereich von 15 l/min bis 350 l/min, bevorzugt von 250 l/min bis 300 l/min, aufgebracht.

[0027] Die Hochdruckdüse oder die Hochdruckdüsen weisen insbesondere einen Abstand in einem Bereich von 5 mm bis 35 mm, bevorzugt von 15 mm bis 25 mm von der Oberfläche des Kupferausgangsmaterials auf.

[0028] Unter "rotiert" wird verstanden, dass die Hochdruckdüse um ihre eigene Achse gedreht wird. Hierbei kann sich die Hochdruckdüse selbst drehen oder diese ist auf einem Rotationsdüsenkopf mit einem Rotor angeordnet. Selbstverständlich können bei Verwendung von mehreren Hochdruckdüsen diese eine unterschiedliche Rotationsrichtung und/oder Geschwindigkeit oder dieselbe Rotationsrichtung und Geschwindigkeit aufweisen.

[0029] In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird als Walzemulsion ein Gemisch aus Wasser und Walzöl verwendet.

[0030] Durch Verwenden eines Walzöls wird insbesondere das Abtrennen von abgelösten Teilen der Zunderschicht unterstützt und die Oberflächenqualität des entzündeten Kupferausgangsmaterials verbessert. Zu-

dem werden durch das Walzöl zusätzlich eine Schutzschicht und eine Schmierung erzielt.

[0031] Es ist besonders vorteilhaft, dass nicht alleine Wasser als Entzunderflüssigkeit verwendet wird, da Wasser beim Aufprall auf die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials Sauerstoff aus der Luft aufnimmt und somit zu einer Reoxidierung und Wiederverzundern führen kann.

[0032] Bei einem "Walzöl" handelt es sich insbesondere um ein Öl, welches zum Walzen verwendbar ist. Bei einem Walzöl handelt es sich insbesondere um einen Grundöl, wie beispielsweise ein naphthenbasisches Grundöl, paraffinisches Grundöl, synthetisches Grundöl und/oder Ester. Das Walzöl weist insbesondere einen vollsynthetischen, wassermischbarer Kühlschmierstoff auf und zeichnet sich durch einen guten Korrosionsschutz, eine bei 45 - 50 °C stabile Mikroemulsion, geringe Kupferaufnahme, Aminfreiheit, keine Fleckenbildung, gute Kühlwirkung und/oder sehr geringen Schaumanteil aus.

[0033] Um die entzündete Oberfläche des Kupferausgangsmaterials für die nachfolgenden Fertigungsschritte beizustellen, wird in der Walzemulsion ein Alkohol eingesetzt, sodass ein Wiederverzundern verhindert wird.

[0034] Somit wird durch den Alkohol eine Reoxidation der Kupferatome in der bereits entzündeten Oberfläche des Kupferausgangsmaterials durch Reaktion mit Sauerstoff und somit ein Wiederverzundern verhindert.

[0035] Ein "Alkohol" ist insbesondere eine organische Verbindung, welche eine oder mehrere an aliphatische Kohlenstoffatome gebundene Hydroxylgruppen besitzt. Bei einem Alkohol handelt es sich insbesondere um Ethanol, Methanol und/oder Isopropanol.

[0036] Es ist besonders vorteilhaft, dass nicht alleine die Walzemulsion als Entzunderflüssigkeit verwendet wird, sondern die Walzemulsion auch Alkohol, wie Ethanol oder Isopropanol, enthält, welcher dem Kupfer und/oder anderen Metallen Sauerstoff entzieht und somit die (Neu-)Entstehung von Kupferoxid und/oder einer Zunderschicht verhindert. Zudem schützt Alkohol das Kupferausgangsmaterial vor einer erneuten Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft und somit vor einer Reoxidierung und Wiederverzundern.

[0037] In einer weiteren Ausgestaltungsform des Verfahrens wird die Walzemulsion mit einem Druck in einem Bereich von 120 MPa bis 130 MPa auf die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials aufgebracht.

[0038] Um ein erwärmtes Kupferausgangsmaterial zum Erleichtern eines nachfolgenden Umformschrittes in der Fertigung bereitzustellen und das Ablösen der Zunderschicht zu unterstützen, weist das Kupferausgangsmaterial beim Entzundern eine Temperatur in einem Bereich von 450 °C bis 1085 °C, bevorzugt von 800 °C bis 1.000 °C auf.

[0039] Um ein gleichmäßiges Entfernen der Zunderschicht zu erzielen, wird oder werden die Hochdruckdüse oder die Hochdruckdüsen alternativ oder ergänzend beim Entzundern geschwenkt.

[0040] Unter "geschwenkt" wird insbesondere verstanden, dass die Hochdruckdüse hin und her bewegt wird. Dabei erfolgt die Schwenkbewegung beispielsweise nicht durch die Hochdruckdüse selbst, sondern die in einer Halterung gelagerte Hochdruckdüse wird mittels der Halterung hin und her bewegt.

[0041] Selbstverständlich kann ergänzend zu einer Hochdruckdüse oder mehrerer Hochdruckdüsen eine mechanische Entzunderung, beispielsweise durch einen Schäler oder eine Bürste erfolgen. Hierbei ist es jedoch vorteilhaft, wenn das abschließende Entzundern durch die Walzemulsion als Hochdruckmedium mittels der Hochdruckdüse oder Hochdruckdüsen erfolgt, sodass eine qualitativ hochwertige Oberfläche ohne Rillen und Riefen bereitgestellt wird.

[0042] In einer weiteren Ausgestaltungsform des Verfahrens wird beim Entzundern das Kupferausgangsmaterial an der Hochdruckdüse oder an den Hochdruckdüsen vorbeigeführt.

[0043] Somit wird ein kontinuierliches Entzundern des Kupferausgangsmaterials realisiert. Folglich kann beispielsweise ein kontinuierlich gegossener, endloser Kupferstrang im Durchlaufverfahren entzundert und direkt dem nächsten Fertigungsschritt zugeführt werden. Hierbei erfolgt das Vorbeiführen beispielsweise über Transportrollen und/oder -bänder.

[0044] In einer weiteren Gestaltungsform des Verfahrens wird eine Abstandseinheit zum Einstellen eines Abstandes der Hochdruckdüse oder der Hochdruckdüsen zum Kupferausgangsmaterial verwendet.

[0045] Dadurch kann die Treffergenauigkeit der Hochdruckdüsen verbessert und sichergestellt werden, dass das Kupferausgangsmaterial vollständig von der Walzemulsion getroffen wird. Mittels der Abstandseinheit kann folglich eine Bewegung des Kupferausgangsmaterials aufgrund von nicht konstanten Abkühlbedingungen, Spannungszuständen und sich daraus ergebenden Zwangsbewegungen kompensiert werden. Hierbei kann die vertikale Bewegungsrichtung des Kupferausgangsmaterials durch eine fixe Führungsrolle beschränkt werden, sodass hier nur die Schwerkraft wirksam ist. Die seitliche (horizontale) Treffergenauigkeit wird mittels der Abstandseinheit durch beispielsweise die Ausrichtung der gesamten Entzunderungsbox während des Betriebes verbessert, da die Abstandseinheit stets bündig zur Oberfläche des Kupferausgangsmaterials geführt werden kann.

[0046] Eine "Abstandseinheit" (auch "Abstandshalter" genannt) ist insbesondere ein Bauteil, welches die Einstellung eines definierten Abstandes zwischen einer Hochdruckdüse und einer Oberfläche des Kupferausgangsmaterials erlaubt. Dazu ist die Abstandseinheit beispielsweise am Rotor und/oder der Entzunderungsbox angeordnet. Bei einer Abstandseinheit kann es sich um einen stabilen Taststab handeln, welcher beispielsweise um das Abstandsmaß vom Rotor zur Oberfläche des Kupferausgangsmaterials (Strangoberfläche) über die Rotorkante hinausragt. Eine akkurate Abstandseinrich-

tung zwischen einer Hochdruckdüse und der Oberfläche des Kupferausgangsmaterials (Strangoberfläche) liegt insbesondere dann vor, wenn der stabile Taststab, welcher beispielsweise am Rotor oder der Entzunderungsbox fixiert ist, die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials gerade berührt. Die Abstandseinheit ist insbesondere temperaturbeständig, bevorzugt temperaturbeständig gegenüber einer Temperatur von bis zu 1.100 °C. Neben der Temperaturbeständigkeit muss in der Ausführung der Abstandseinheit als Taststab auch gewährleistet sein, dass bei einer Berührung des Kupferausgangsmaterials (Kupferstranges) kein Material vom Taststab abgetragen wird, weil ansonsten dadurch die Abstandseinstellung nicht mehr stimmen würde. Die Abstandseinheit weist als Material insbesondere Keramik, chrom- und/oder chrom-/nickelhaltigen Edelstahl und/oder Wolfram auf.

[0047] Bei einer Abstandseinheit kann es sich aber auch um ein akustisches und/oder optisches Abstandsmessgerät handeln. Die Abstandseinheit ist insbesondere mit einer Steuer- und/oder Regeleinheit verbunden, sodass die Hochdruckdüse, der Rotationsdüsenkopf und/oder die Entzunderungsbox beispielsweise mittels eines Stellmotors derart eingestellt werden kann, dass stets der optimale vorgegebene Abstand zwischen der Hochdruckdüse oder den Hochdruckdüsen und der Oberfläche des Kupferausgangsmaterials eingehalten wird, auch wenn das Kupferausgangsmaterial sich an der Hochdruckdüse oder den Hochdruckdüsen vorbeibewegt.

[0048] Um ein zeitnahes, direktes Entzundern beim Fertigen des Kupferproduktes zu realisieren, erfolgt vor dem Entzundern ein Gießen einer Kupferschmelze zu dem Kupferausgangsmaterial.

[0049] Somit kann direkt nach dem Gießen des Kupferausgangsmaterials, welches aufgrund der erhöhten Gießtemperaturen stark zum Verzundern aufgrund einer Reaktion mit dem Sauerstoff der umgebenden Atmosphäre beim Transport zur nächsten Fertigungsstation neigt, zeitnah ein Entzundern erfolgen.

[0050] Ein "Gießen" von Kupfer und/oder Kupferlegierung ist insbesondere ein Fertigungsverfahren, bei dem das Kupferausgangsmaterial als Werkstück (Gussstück) aus flüssigem Metall (Schmelze) hergestellt wird. Beim Gießen erstarrt die Schmelze insbesondere in einer bestimmten Form zu dem Kupferausgangsmaterial. Bei einem Gussstück handelt es sich beispielsweise um einen Kupferstrang.

[0051] In einer weiteren Gestaltungsform des Verfahrens erfolgt nach dem Entzundern direkt ein Walzen des Kupferausgangsmaterials, wobei die beim Entzundern auf das Kupferausgangsmaterial aufgebrauchte Walzemulsion beim Walzen verwendet wird, sodass ein gewalztes Kupferprodukt vorliegt.

[0052] Es ist besonders vorteilhaft, dass die zum Entzundern im vorgelagerten Fertigungsschritt verwendete Walzemulsion auch direkt beim Walzen verwendet wird. Dadurch, dass das entzunderte Ausgangsmaterial be-

reits gleichmäßig beim Entzundern mit Walzemulsion benetzt wurde, ist keine oder nur eine geringfügige weitere Zufuhr von Walzemulsion beim Walzen notwendig. Zudem ist das Kupferausgangsmaterial zwischen den Fertigungsschritt des Entzunderns und des Walzens und somit bei dem entsprechenden Transport zwischen der Entzunderanlage und der Walzanlage durch die aufgetragene Walzemulsion gegenüber einer Oxidation und/oder einer anderen Oberflächenbeeinträchtigung geschützt. Des Weiteren schützt das Walzöl in der Walzemulsion das warme Kupferausgangsmaterial davor, dass die Walzenoberfläche die Kupferoberfläche des warmen Kupferstrangs beschädigt. Hierzu weist das Walzöl eine Kühlwirkung auf. Üblicherweise weisen die Walzenoberflächen einen Kupferoxidbelag, welcher u.a. durch eingewalzten Zunder von der Oberfläche des Kupferstranges kommt. Dieser Belag, welcher die Standzeit der Walzen reduziert, wird durch das vorherige Entzundern stark verringert und somit die Standzeit der Walzen erhöht.

[0053] Unter "Walzen" wird insbesondere ein Fertigungsverfahren zum Druckumformen verstanden, bei dem das Kupferausgangsmaterial zwischen zwei oder mehreren rotierenden Werkzeugen umgeformt und dabei dessen Querschnitt verringert wird. Beim Walzen handelt es sich insbesondere um ein Kaltwalzen oder ein Warmwalzen, wobei beim letzterem das Umformen oberhalb der Kristallisationstemperatur des Kupferausgangsmaterials stattfindet. Ein Walzen umfasst insbesondere auch ein Vorwalzen und ein Fertigwalzen.

[0054] In einem weiteren Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch ein Kupferprodukt, insbesondere ein Gießwalzdraht, wobei das Kupferprodukt nach einem zuvor beschriebenen Verfahren hergestellt ist, sodass die Oberfläche des Kupferproduktes frei von Zunder ist.

[0055] Somit wird ein Kupferprodukt mit einer sehr hohen Oberflächenqualität bereitgestellt, wie dies beispielsweise für einbrennlackierte Drähte erforderlich ist. Folglich wird bei einem einbrennlackierten Draht, bei dem die Zunderschicht viel dicker als die nachfolgend aufzubringende Lackschichtdicke ist, aufgrund des optimierten Entzundern eine sehr geringe Oberflächenrauigkeit des Kupferausgangsmaterials und folglich eine sehr homogene, dünne Lackschicht erreicht.

[0056] Im Weiteren wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine stark schematische Schnittdarstellung einer Drahtgieß-Walzanlage mit einer Hochdruckentzunderungsanlage, und

Figur 2 eine stark schematische Darstellung der Hochdruckentzunderungsanlage aus Figur 1, und

Figur 3 eine stark schematische Schnittdarstellung einer Hochdruckentzunderungsanlage mit Abstandsstab.

[0057] Eine Drahtgieß-Walzanlage 101 weist eine Ofenstrecke 105, eine Gießmaschine 107, eine Hochdruckentzunderungsanlage 109, ein Vorwalzwerk 111 und ein Fertigwalzwerk 113 auf. Über eine Zufuhr 103 werden Kupferkathoden und Schrotte der Ofenstrecke 105 zugeführt und zu einer Kupferschmelze geschmolzen. Anschließend wird die Kupferschmelze in die Gießmaschine 107 überführt, in der die Kupferschmelze zu einem endlosen, rechteckigen Kupferstrang 115 mit einer Abmessung von 90 x 60 mm gegossen wird. Der endlose Kupferstrang 115 wird kontinuierlich der Hochdruckentzunderungsanlage 109 zugeführt. Ebenso wird der Hochdruckentzunderungsanlage 109 kontinuierlich eine Walzemulsion 127 zugeführt.

[0058] Beim Transport des gegossenen Kupferstrangs 115 mit einer Temperatur von ca. 900°C von der Gießmaschine 107 zu der Hochdruckentzunderungsanlage 109 tritt der Kupferstrang 115 in Kontakt mit einer umgebenden Atmosphäre, wobei durch einen Luftsauerstoff in der Atmosphäre eine Oxidation des Kupfers an der Oberfläche des Kupferstranges zu Kupferoxid erfolgt, wodurch sich eine Zunderschicht 121 mit einer Dicke von 30 µm bis 40 µm vollständig auf einer Oberfläche des Kupferstranges 115 ausbildet. Der Kupferstrang 115 mit der Zunderschicht 121 wird in einer Förderrichtung 123 kontinuierlich der Hochdruckentzunderungsanlage 109 zugeführt.

[0059] Die Hochdruckentzunderungsanlage 109 weist vier Rotationsdüsenköpfe 125 auf, wobei jeder Rotationsdüsenkopf 125 auf eine Seitenfläche des rechteckigen endlosen Kupferstranges 115 gerichtet ist. Jeder Rotationsdüsenkopf 125 wird in einer Rotationsrichtung 129 gedreht und weist mehrere Hochdruckdüsen auf, durch welche die Walzemulsion 127 mit einem Druck bis zu 130 MPa als scharfer Strahl auf die Zunderschicht 121 auf der Oberfläche des Kupferstranges 115 aufgebracht wird, wodurch sich die Zunderschicht 121 im Bereich der auftreffenden Strahlen der Walzemulsion 127 ablöst und aufgrund eines Aufpralldruckes der Walzemulsion 127 und dem kontinuierlichen Zuführen der Walzemulsion 127 die Teile der abgelösten Zunderschicht 121 sofort weggeschwemmt werden, sodass in Förderrichtung 123 hinter den Rotationsdüsenköpfen 125 eine Oberfläche des Kupferstrangs 115 frei von der Zunderschicht 121 und frei von Riefen und Rillen vorliegt.

[0060] Somit wird ein entzunderter Kupferstrang 115 mit einer hohen Oberflächenqualität für ein nachfolgendes Walzen im Vorwalzwerk 111 bereitgestellt. Im Vorwalzwerk 111 erfolgt ein Vorumformen des Kupferstranges 115 und im anschließenden Fertigwalzwerk 113 ein Endformen des vorumgeformten Kupferstranges 115 zu einem runden Gießwalzdraht 117. Folglich wird ein Gießwalzdraht 117 mit einer sehr hohen Oberflächenqualität gefertigt. Anschließend erfolgt ein nicht gezeigtes Abkühlen des Gießwalzdrahtes in einer Kühlstrecke, ein Aufwickeln und Verpacken von Drahtwickeln.

[0061] Zur Qualitätscharakterisierung wird eine Torsionsprobe des gefertigten Gießwalzdrahtes erstellt und

dieser einer Sichtprüfung unterzogen, in der keine Zunderzeilen nach der Torsion zu sehen sind.

[0062] Mithin wird ein Verfahren zum Entzundern eines Kupferausgangsmaterials bereitgestellt, welches durch Verwenden einer Walzemulsion unter Hochdruck eine vollständig entzunderte, hochwertige Oberfläche des Kupferausgangsmaterials sowie ein Schutz der Oberfläche des Kupferausgangsmaterials in den nachfolgenden Fertigungsschritten ermöglicht.

[0063] In einer Alternative weist eine Hochdruckentzunderungsanlage 209 eine Entzunderungsbox 237 auf, wobei an der Entzunderungsbox 237 ein Abstandsstab 235 fest angeordnet ist. Die Entzunderungsbox 237 ist mit einem Rotationsdüsenkopf 225 verbunden, welcher einen Rotor 231 und zwei Düsen 233 aufweist. Mittels des Abstandsstabes 235 weisen die Düsen 233 einen Abstand von 20 mm von einer Oberfläche eines Kupferstrangs 215 auf. Der Kupferstrang 215 wird kontinuierlich an den Düsen 233 vorbeibewegt, wobei jede Düse 233 mit einem Aufbringwinkel von 70° Walzemulsion 227 auf die Oberfläche des Kupferstrangs 215 aufbringt. Hierbei trifft die Walzemulsion mit einem Druck von 125 MPa auf die Oberfläche des Kupferstrangs 215 auf und die in Fig. 3 nicht gezeigte Zunderschicht auf dem Kupferstrang 215 wird wie oben beschrieben entfernt.

[0064] Aufgrund von sich ändernden Abkühlbedingungen des gegossenen Kupferstrangs 215 treten während eines Förderns des Kupferstrangs 215 in seiner Längsrichtung mittels nicht gezeigter Führungsrollen an der Hochdruckentzunderungsanlage 209 vorbei seitliche Schwankungen in horizontaler Richtung des Kupferstrangs 215 auf. Diese Schwankungen werden mittels des Abstandsstabes 235, welcher stets die Oberfläche des Kupferstrangs 215 gerade berührt, unter Verwendung einer nicht gezeigten Steuer- und Regeleinrichtung und nicht gezeigten Stellmotoren an der Entzunderungsbox 237 derart eingestellt, dass stets der vorgegebene Abstand von 20 mm der Düsen 233 zur Oberfläche des Kupferstrangs 215 eingestellt wird.

[0065] Dadurch wird aufgrund der Verwendung des Abstandshalters 235 die Qualität des Entzunderns weiter verbessert und eine sehr homogene entzunderte Oberfläche des Kupferstrangs 215 erreicht. Folglich ist der entzunderte Kupferstrang 215 anschließend optimal für die Fertigung eines einbrennlackierten Drahtes verwendbar.

Bezugszeichenliste

[0066]

101	Drahtgieß-Walzanlage
103	Zufuhr von Kupferkathoden und Schrotte
105	Ofenstrecke
107	Gießmaschine
109	Hochdruckentzunderungsanlage
111	Vorwalzwerk
113	Fertigwalzwerk

115	Kupferstrang
117	Gießwalzdraht
121	Zunderschicht
123	Förderrichtung
5 125	Rotationsdüsenkopf
127	Walzemulsion
129	Rotationsrichtung
209	Hochdruckentzunderungsanlage
215	Kupferstrang
10 225	Rotationsdüsenkopf
227	Walzemulsion
229	Rotationsrichtung
231	Rotor
233	Düsen
15 235	Abstandsstab
237	Entzunderungsbox

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entzundern eines Kupferausgangsmaterials (115) für ein Fertigen eines Kupferproduktes (117), wobei das Kupferausgangsmaterial unter Einwirken von Sauerstoff zumindest teilweise eine Zunderschicht (121) ausbildet, mit folgenden Schritt:

- Entzundern des Kupferausgangsmaterials durch Aufbringen einer Entzunderflüssigkeit mittels einer Hochdruckvorrichtung (109, 209) auf eine Oberfläche des Kupferausgangsmaterials derart, dass sich die Zunderschicht vom Kupferausgangsmaterial ablöst, wobei als Entzunderflüssigkeit eine Walzemulsion (127) verwendet wird, in der Hochdruckvorrichtung eine Hochdruckdüse oder mehrere Hochdruckdüsen (233) verwendet wird oder werden, wobei die Hochdruckdüse oder die Hochdruckdüsen beim Entzundern rotiert oder rotieren, und die Walzemulsion mit einem Druck in einem Bereich von 110 MPa bis 140 MPa auf die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials aufgebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Walzemulsion ein Gemisch aus Wasser und Walzöl verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Walzemulsion ein Alkohol eingesetzt wird, sodass ein Wiederverzundern verhindert wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Walzemulsion mit einem Druck in einem Bereich von 120 MPa bis 130 MPa auf die Oberfläche des Kupferausgangsmaterials aufgebracht wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Kupferausgangsmaterial beim Entzundern eine Temperatur in einem Bereich von 450 °C bis 1.085°C, bevorzugt von 800 °C bis 1.000 °C aufweist. 5
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass alternativ oder ergänzend die Hochdruckdüse oder die Hochdruckdüsen beim Entzundern geschwenkt wird oder werden. 10
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass beim Entzundern das Kupferausgangsmaterial an der Hochdruckdüse oder an den Hochdruckdüsen vorbeigeführt wird. 15
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Abstandseinheit (235) zum Einstellen eines Abstandes der Hochdruckdüse oder der Hochdruckdüsen zum Kupferausgangsmaterial verwendet wird. 20
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Entzundern ein Gießen einer Kupferschmelze zu dem Kupferausgangsmaterial erfolgt. 25
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Entzundern direkt ein Walzen des Kupferausgangsmaterials erfolgt, wobei die beim Entzundern auf das Kupferausgangsmaterial aufgebrachte Walzemulsion beim Walzen verwendet wird, sodass ein gewalztes Kupferprodukt vorliegt. 30
35
11. Kupferprodukt (117), insbesondere Gießwalzdraht,
dadurch gekennzeichnet, dass das Kupferprodukt nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 hergestellt ist, sodass die Oberfläche des Kupferproduktes frei von Zunder ist. 40

45

50

55

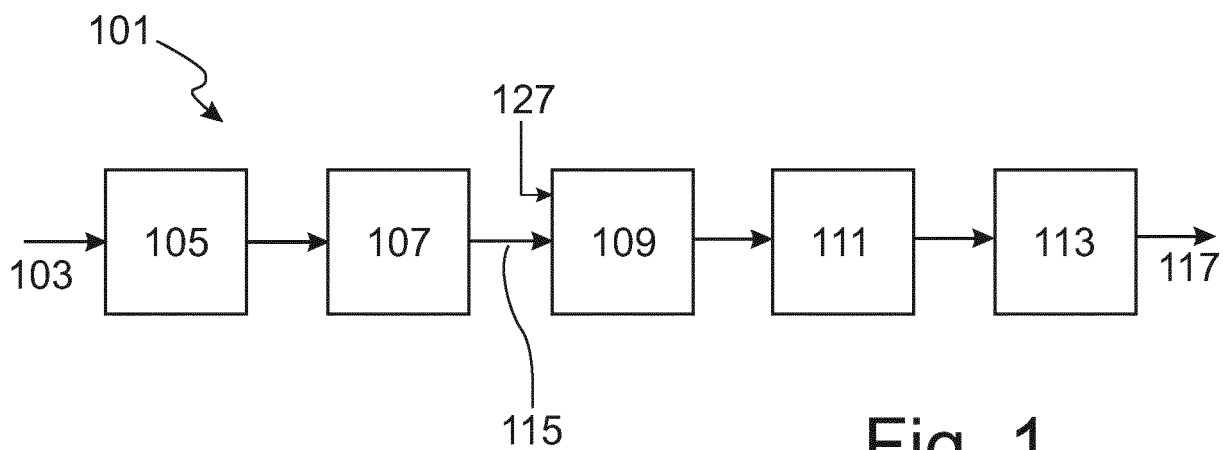


Fig. 1

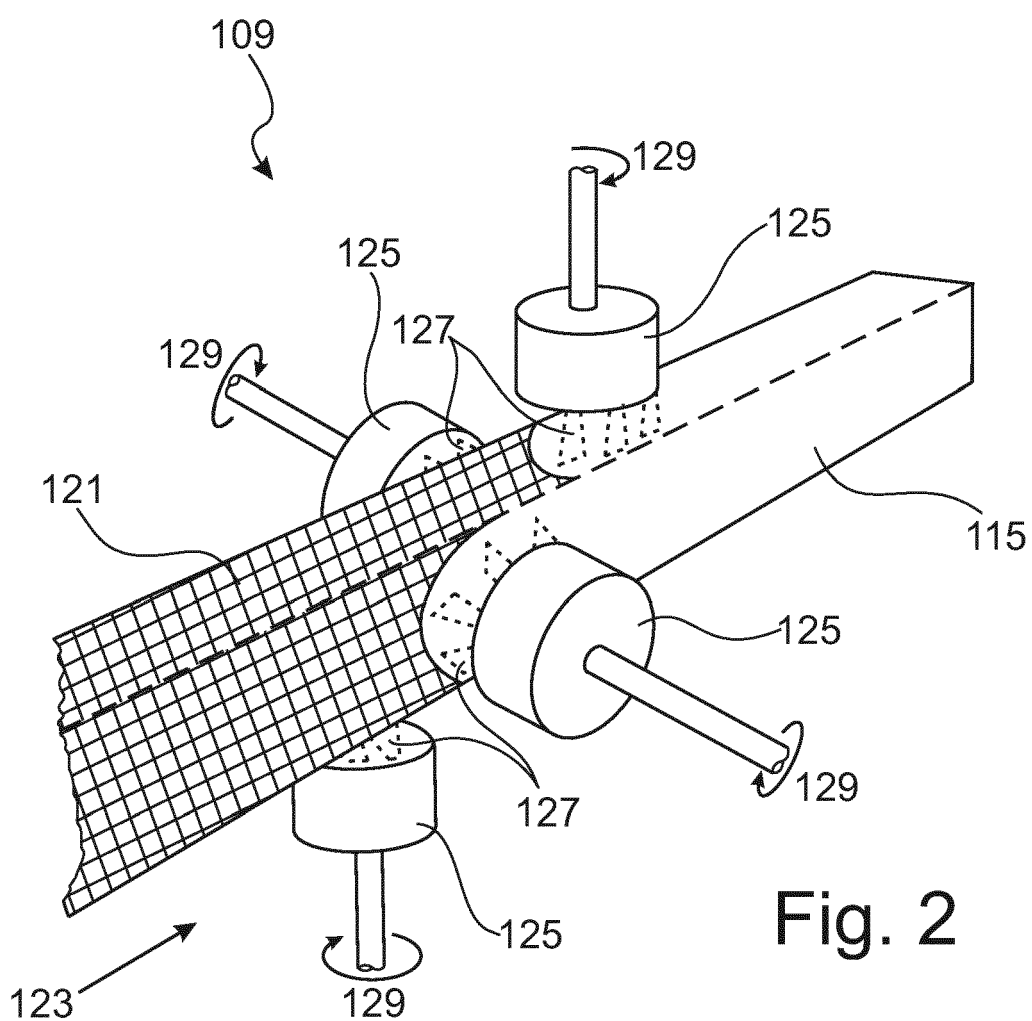


Fig. 2

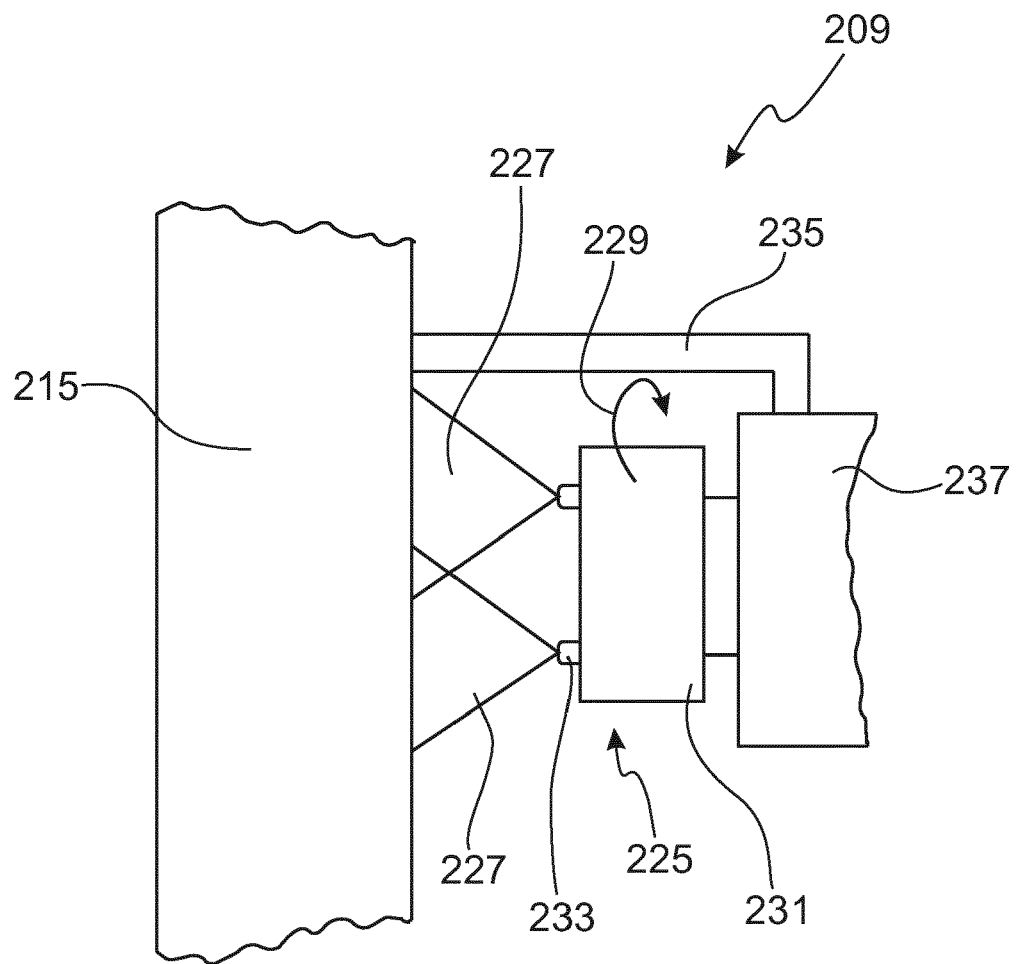


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 18 0051

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,D	US 4 043 166 A (LEROY JEAN) 23. August 1977 (1977-08-23)	11	INV.
Y	* Beispiele 1,2 *	1-10	B21B45/02 B21B45/04

X	US 3 986 378 A (ALEKHIN VLADIMIR YAKOVLEVICH ET AL) 19. Oktober 1976 (1976-10-19)	11	
Y	* Spalte 1, Zeile 53 - Zeile 68 *	1-10	
	* Beispiele 1-4 *		

X	DATABASE WPI Week 198118 23. August 1980 (1980-08-23) Thomson Scientific, London, GB; AN 1981-32172D XP002795444, -& SU 758 263 A1 (BORSHCHEVSKII G D) 23. August 1980 (1980-08-23)	11	
A	* Zusammenfassung *	1-10	

A,D	DE 10 2015 206393 A1 (SMS GROUP GMBH [DE]) 13. Oktober 2016 (2016-10-13)	1-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* Absatz [0014] *		B21B
	* Absatz [0019] *		B22D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. November 2019	Prüfer Peis, Stefano
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 03.92 (P04C03)

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

EP 19 18 0051

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.

15-11-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4043166 A	23-08-1977	CA 1013653 A	12-07-1977
		GB 1423945 A	04-02-1976
		JP S49113748 A	30-10-1974
		LU 67008 A1	01-10-1974
		US 4043166 A	23-08-1977
US 3986378 A	19-10-1976	KEINE	
SU 758263 A1	23-08-1980	KEINE	
DE 102015206393 A1	13-10-2016	CN 107530749 A	02-01-2018
		DE 102015206393 A1	13-10-2016
		EP 3280548 A1	14-02-2018
		TW 201641174 A	01-12-2016
		WO 2016162222 A1	13-10-2016

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 4043166 A [0005]
- DE 102015206393 A1 [0006]
- DE 602004012810 T2 [0007]
- US 4233830 A [0008]