



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.05.2015 Patentblatt 2015/20

(51) Int Cl.:
B22C 3/00 (2006.01) B22D 25/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14400044.5**

(22) Anmeldetag: **22.09.2014**

(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

(72) Erfinder:
• **Winterfeldt, Thomas**
47877 Willich (DE)
• **Schwarze, Michael**
41366 Schwalmthal-Waldniel (DE)
• **Jungen, Hardy**
41069 Mönchengladbach (DE)

(30) Priorität: **23.09.2013 DE 102013015640**

(74) Vertreter: **Reuther, Martin**
Patentanwalt
Zehnthofstrasse 9
52349 Düren (DE)

(71) Anmelder: **SMS Meer GmbH**
41069 Mönchengladbach (DE)

(54) **Verfahren und Anlage zur Herstellung von Kupferhalbzeug sowie Verfahren und Vorrichtung zum Auftragen einer Schichte**

(57) Um bei der Kupfergewinnung den Wirkungsgrad zu erhöhen, wird ein Verfahren zur Herstellung von Kupferhalbzeug vorgeschlagen, bei welchem zunächst Kupfer geschmolzen und in einem Anstich innerhalb mehrerer Kokillen zu Kupferanoden gegossen, anschließend durch Elektrolyse unter Verwendung wenigstens einer der Kupferanoden Kupferkathoden gebildet und diese Kupferkathoden dann zu Kupferhalbzeug weiterverarbeitet werden, welches sich dadurch auszeichnet, dass

auf wenigstens eine der Kokillen eine Langzeitbeschichtung als Schichte aufgetragen wird, eine schwefelfreie Schichte auf die Kokille aufgetragen wird und/oder dass ein Teil der in den Kokillen gegossenen Werkstücke unmittelbar zu Kupferhalbzeug weiterverarbeitet wird. Die Erfindung bewirkt ferner ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Auftragen einer Schichte auf einer Kokille und eine Anlage zu Herstellung von Kupferhalbzeug.

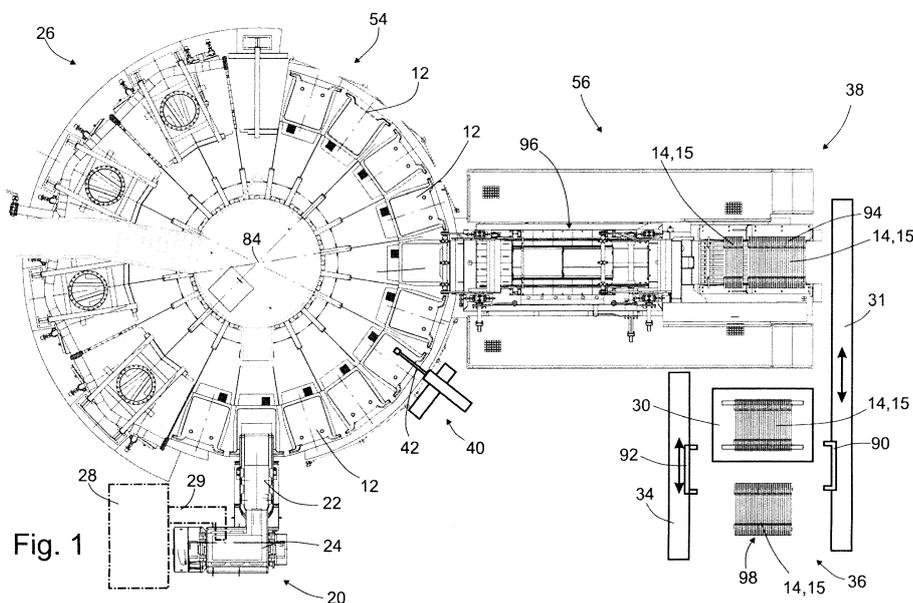


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zur Herstellung von Kupferhalbzeug sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Auftragen einer Schlichte auf eine Kokille.

[0002] Es ist bekannt bei Verfahren und Anlagen zur Herstellung von Kupferhalbzeug zunächst Kupfer zu schmelzen und in einem Anstich innerhalb mehrerer Kokillen zu Kupferanoden zu gießen, anschließend durch Elektrolyse unter Verwendung wenigstens einer der Kupferanoden Kupferkathoden zu bilden und diese Kupferkathoden dann zu Kupferhalbzeug weiterzuverarbeiten. Hierfür sind ferner auch Verfahren und Vorrichtungen zum Auftragen einer Schlichte auf eine Kokille bzw. auf die Kokillen vorgesehen. Bei Schlichten handelt es sich um Überzugsstoffe, die auf die Kokillen aufgetragen werden, um die in der Regel poröse Kokillenoberfläche vor dem Gießvorgang zu glätten. Die aus der EP1 103 325 A1 bekannte technische Lehre befasst sich hierbei mit dem Abreinigen gegossener Kupferanoden von anhaftenden Resten einer Schlichteverkrustung.

[0003] Insbesondere der Einsatz der Elektrolyse ist sehr energieintensiv und hat mithin einen entscheidenden Einfluss auf den Wirkungsgrad, also auf das Verhältnis der Menge an fertig hergestelltem Kupferhalbzeug zu der hierfür erforderlichen Energiemenge.

[0004] Es ist Aufgabe vorliegender Erfindung, bei der Kupfergewinnung den Wirkungsgrad zu erhöhen.

[0005] Als Lösung werden Verfahren und Anlagen zur Herstellung von Kupferhalbzeug sowie Verfahren und Vorrichtungen zum Auftragen einer Schlichte auf eine Kokille mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche vorgeschlagen. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen, in der nachfolgenden Beschreibung und der zugehörigen Zeichnung.

[0006] Hierbei geht die Erfindung von der Grundidee aus, dass nicht alles Kupfer elektrolytisch in sehr reiner Form gewonnen werden muss, sondern dass es möglich ist, bei geeigneten Randparametern einen Teil des Kupfers unmittelbar nach dem Raffinieren ggf. unter Beigabe von elektrolytisch gewonnenem Kupfer weiterzuverarbeiten.

[0007] Ein Verfahren zur Herstellung von Kupferhalbzeug, bei welchem zunächst Kupfer geschmolzen und in einem Anstich innerhalb mehrerer Kokillen zu Kupferanoden gegossen, anschließend durch Elektrolyse unter Verwendung wenigstens einer der Kupferanoden Kupferkathoden gebildet und diese Kupferkathoden dann zu Kupferhalbzeug weiterverarbeitet werden, kann sich dadurch auszeichnen, dass auf wenigstens eine der Kokillen eine Langzeitbeschichtung als Schlichte aufgetragen wird.

[0008] Eine als Langzeitbeschichtung eingerichtete Schlichte bringt den Vorteil mit sich, dass diese im Vergleich zu bekannten Schlichten wesentlich länger betriebssicher halten kann. Eine Langzeitbeschichtung ist hierbei als eine Beschichtung zu verstehen, mit welcher ein wenigstens zweimaliges Urformen bzw. Eingießen von Kupfer in die Kokillen möglich ist, ohne dass es hierdurch zu wesentlichen Beschädigungen bzw. Veränderungen der Langzeitbeschichtung kommt. Durch den Einsatz einer derartigen Langzeitbeschichtung wiederum kann ein ggf. entstehender Materialeintrag von Schlichte-Material in die gegossenen Kupferanoden gegenüber den bekannten Schlichten wesentlich reduziert werden.

[0009] Aufgrund der durch die Langzeitbeschichtung möglichen wesentlichen Reduktion des Materialeintrags von Schlichte-Material in die jeweilige Kupferanode bzw. aufgrund der durch die Verwendung der Langzeitbeschichtung möglichen wesentlichen Reduktion der Verunreinigung der Kupferanoden durch Schlichte-Material kann die jeweils gegossene Kupferanode bzw. das in der jeweiligen Kokille gegossene Werkstück im Vergleich zu bekannten Verfahren mit einer wesentlich geringeren Kontamination bzw. Verunreinigung durch Schlichte-Material bereitgestellt werden.

[0010] Die durch die Langzeitbeschichtung ermöglichte wesentlich geringere Kontamination bzw. Verunreinigung mit dem Schlichte-Material ermöglicht - bei geeigneten Randparametern - auch vorteilhaft eine unmittelbare Weiterverarbeitung zumindest eines Teils des raffinierten Kupfers bzw. der in den Kokillen gegossenen Kupferanoden bzw. Werkstücke - ggf. unter Beigabe von elektrolytisch gewonnenem Kupfer - mit einem akzeptablen bzw. erwünschten Reinheitsgrad des jeweiligen Kupferhalbzeugs, und zwar ohne Vorschalten einer Elektrolyse.

[0011] Insbesondere kann auch unter Verwendung einer Kokille mit der beschriebenen Langzeitbeschichtung eine Elektrolyse mit der in der Kokille gegossenen Kupferanode durchgeführt werden, die vorteilhaft mit einem gegenüber bekannten Verfahren wesentlich weniger kontaminierten Schlamm bzw. Elektrolyseschlamm verbunden ist, und zwar insbesondere in Folge der oben beschriebenen geringen Kontamination der Kupferanode mit Schlichte-Material.

[0012] Insgesamt betrachtet kann aufgrund des oben Dargelegten durch Auftragen der Langzeitbeschichtung als Schlichte auf wenigstens eine der Kokillen letztlich der Wirkungsgrad bei der Herstellung von Kupferhalbzeug wesentlich reduziert werden - also das Verhältnis der Menge des hergestellten Kupferhalbzeugs zu der hierfür aufgewendeten Energiemenge.

[0013] Bei dem obigen Verfahren wird das geschmolzene Kupfer vorzugsweise in einem Anstich innerhalb mehrerer Kokillen zu den Kupferanoden gegossen. Der Anstich kann hierbei insbesondere quasi-kontinuierlich oder auch in relativ kurz dauernden Zyklen vorgenommen werden, insbesondere kann der Anstich beispielsweise nur über zwei bis sechs Stunden erfolgen bzw. vorgenommen werden, wobei je Kokille beispielsweise ca. 30 Sekunden bis drei Minuten, in der Regel um die 1,5 Minuten benötigt werden können.

[0014] Diese Weiterverarbeitung der Kupferkathoden zu Kupferhalbzeug kann z.B. ein Urformen in einem Ofen umfassen, in welchen die Kupferkathoden eingebracht werden, wobei nach dem Urformen durch Ausgießen aus dem Ofen und anschließendes Auswalzen z.B. ein Kupferhalbzeug in Form eines Drahts gebildet werden kann.

[0015] Ein Verfahren zur Herstellung von Kupferhalbzeug, bei welchem zunächst Kupfer geschmolzen und in einem Anstich innerhalb mehrerer Kokillen zu Kupferanoden gegossen, anschließend durch Elektrolyse unter Verwendung wenigstens einer der Kupferanoden Kupferkathoden gebildet und diese Kupferkathoden dann zu Kupferhalbzeug weiterverarbeitet werden, kann sich auch dadurch auszeichnen, dass auf wenigstens eine der Kokillen eine schwefelfreie Schlichte aufgetragen wird.

[0016] Durch Vorsehen einer schwefelfreien Schlichte kann vorteilhaft eine Kontamination der in den Kokillen gegossenen Kupferanoden bzw. eine Kontamination von in den Kokillen gegossenen Werkstücken mit Schwefel wirksam vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert werden, so dass auch durch das Vorsehen der schwefelfreien Schlichte bzw. durch Auftragen einer schwefelfreien Schlichte auf die jeweilige Kokille der obige Wirkungsgrad - insbesondere durch die mit der schwefelfreien Schlichte mögliche unmittelbare Weiterverarbeitung des raffinierten Kupfers auch ohne Elektrolyse - wesentlich erhöht werden kann. Ferner ist eine wesentliche Erhöhung des obigen Wirkungsgrad auch dadurch möglich, dass die Auftragung einer schwefelfreien Schlichte auf die jeweilige Kokille eine Elektrolyse ermöglicht, die mit einem wesentlich weniger kontaminierten Elektrolyse-Schlamm verbunden ist, einhergehend mit einer entsprechenden wesentlichen Reduzierung des für die Elektrolyse erforderlichen Energieaufwands.

[0017] Bei einer bevorzugten Ausführungsform werden die Kokillen während eines Anstichs getaktet einer Eingießvorrichtung zugeführt und wenigstens ein Teil der Schlichte wird außerhalb der Taktung aufgetragen.

[0018] Das Auftragen wenigstens eines Teils der Schlichte außerhalb der Taktung bringt den Vorteil mit sich, das im Unterschied zu bekannten Herstellungsverfahren für die Auftragung mehr Zeit zur Verfügung steht, so dass das Auftragen der Schicht sehr kontrolliert erfolgen kann, einhergehend mit der vorteilhaften Ausbildung einer sehr gleichförmigen Schicht, die insbesondere dann bei geeigneter Verfahrensführung auch entsprechende Standzeiten für ihre Verwendung als Langzeitbeschichtung gewährleisten kann.

[0019] Insbesondere kann vorteilhaft zumindest eine Grundsicht der Schlichte außerhalb der Taktung aufgetragen werden, wobei vorzugsweise auch eine auf die Grundsicht aufgetragene Arbeitsschicht außerhalb der Taktung aufgetragen wird.

[0020] Dadurch, dass die Grundsicht und gegebenenfalls auch die Arbeitsschicht außerhalb der Taktung aufgetragen werden, kann das Auftragen dieser Schichten sehr kontrolliert erfolgen, so dass die Grundsicht bzw. die Arbeitsschicht vorteilhaft sehr gleichförmig ausgebildet werden kann. Eine eine Grundsicht und eine Arbeitsschicht umfassende Beschichtung weist im Vergleich zu bekannten Beschichtungen eine sehr hohe Dauerfestigkeit bzw. Betriebssicherheit auf, insbesondere derart, dass sie ohne wesentliche Abtragungserscheinungen wenigstens ein zweimaliges Urformen bzw. Eingießen des Kupfers in die jeweilige Kokille überstehen bzw. als Langzeitbeschichtung genutzt werden kann.

[0021] Alternativ zu dem Auftragen der Arbeitsschicht auf die Grundsicht außerhalb der Taktung kann diese jedoch auch innerhalb der Taktung - also in dem Takt, in welchem die Kokillen der Eingießvorrichtung zugeführt werden - auf die jeweilige Kokille aufgetragen werden. Diese Vorgehensweise ist insbesondere dann von Vorteil, wenn bei einzelnen Kokillen, bei denen viel Abtrag von Schlichte-Material erfolgt, eine Nachbeschichtung durch Auftragen einer Arbeitsschicht, insbesondere auch auf Teilflächen bzw. Teilbereichen der Grundsicht zur Verbesserung der Güte der gegossenen Kupferanoden beitragen kann.

[0022] Ein Verfahren zur Herstellung von Kupferhalbzeug, bei welchem zunächst Kupfer geschmolzen und in einem Anstich innerhalb mehrerer Kokillen zu Kupferanoden gegossen, anschließend durch Elektrolyse unter Verwendung wenigstens einer der Kupferanoden Kupferkathoden gebildet und diese Kupferkathoden dann zu Kupferhalbzeug weiterverarbeitet werden, kann sich auch dadurch auszeichnen, dass ein Teil der in den Kokillen gegossenen Werkstücke unmittelbar zu Kupferhalbzeug weiterverarbeitet wird.

[0023] Dadurch, dass ein Teil der in den Kokillen gegossenen Werkstücke unmittelbar zu Kupferhalbzeug weiterverarbeitet wird - also eine Weiterverarbeitung unter Umgehung der Elektrolyse vorgenommen wird - kann eine wesentliche Energieeinsparung bei der Herstellung des Kupferhalbzeugs realisiert werden, da für diese Werkstücke auf die energieintensive Elektrolyse verzichtet wird. Diese Vorgehensweise ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die in den Kokillen gegossenen Werkstücke z.B. infolge eines ungleichmäßigen Gießvorgangs oder infolge einer ungleichmäßigen Entnahme aus der Kokille - z.B. mittels einer Hebelstange - beschädigt und nicht für die nachfolgende Elektrolyse geeignet handhabbar sind. Insofern sind diese Werkstücke zwar nicht für die Elektrolyse geeignet, weisen jedoch gegebenenfalls die für das jeweilige Kupferhalbzeug erforderliche Materialgüte auf, so dass von der elektrolytischen Verarbeitung vorteilhaft abgesehen werden kann. Durch die Umgehung der energieintensiven Elektrolyse kann daher insgesamt gesehen der oben näher definierte Wirkungsgrad bei dem Herstellen des Kupferhalbzeugs wesentlich verbessert werden.

[0024] Vorteilhaft wird zumindest ein Teil der unmittelbar aus den Kupferanoden zu Kupferhalbzeug weiter zu verarbeiteten Werkstücke mit den Kupferkathoden gemeinsam zu Kupferhalbzeug weiterverarbeitet. Auf diese Weise kann

der Grad an Verunreinigungen, die in der Regel insbesondere von den Kupferanoden in das Kupferhalbzeug eingebracht werden, entsprechend eingestellt werden.

[0025] Bei den unmittelbar zu Kupferhalbzeug weiter zu verarbeitenden Werkstücken kann es sich insbesondere, wie bereits oben dargelegt, um Werkstücke handeln, die z.B. in Folge eines ungleichmäßigen Gießvorgangs oder einer ungleichmäßigen Entnahme aus der jeweiligen Kokille eine schlechte Handhabbarkeit aufweisen und mithin nicht für die Elektrolyse geeignet sind. Durch die gemeinsame Verarbeitung der Kupferkathoden mit den unmittelbar zu Kupferhalbzeug weiter zu verarbeitenden Werkstücken kann eine wesentliche Erhöhung bzw. Verbesserung des oben definierten Wirkungsgrads dadurch realisiert werden, dass diese Werkstücke unter Umgehung der energieintensiven Elektrolyse mit durch die Elektrolyse bereitgestellten Kupferkathoden kombiniert werden, um das Kupferhalbzeug herzustellen. Insbesondere kann durch geeignete Kombination der Werkstücke mit den Kupferkathoden bzw. durch geeignete Anpassung des Verhältnisses der Anzahl der unmittelbar zur Weiterverarbeitung vorgesehenen Werkstücke zu der Anzahl der Kupferkathoden der Gütegrad des herzustellenden Kupferhalbzeugs an erwünschte bzw. vorgegebene Verhältnisse vorteilhaft angepasst werden.

[0026] Das gemeinsame Verarbeiten der weiter zu verarbeitenden Werkstücke mit den Kupferkathoden kann beispielsweise durch Vermischen derselben in einem Ofen und daran anschließendes erneutes Urformen erfolgen.

[0027] In obigen Verfahren, bei denen vorgesehen ist, auf wenigstens eine Kokille bzw. mehrere der Kokillen eine Langzeitbeschichtung als Schlichte aufzutragen, eine schwefelfreie Schlichte auf die wenigstens eine Kokille aufzutragen bzw. einen Teil der in den Kokillen gegossenen Werkstücke unmittelbar zu Kupferhalbzeug weiterzuverarbeiten, wird von der Grundidee ausgegangen, dass nicht alles Kupfer elektrolytisch in sehr reiner Form gewonnen werden muss, sondern es möglich ist, bei geeigneten Randparametern einen Teil des Kupfers unmittelbar nach dem raffinieren ggf. auch unter Beigabe von elektrolytisch gewonnenem Kupfer weiterzuverarbeiten.

[0028] Ein Verfahren zum Auftragen einer Schlichte auf eine Kokille kann sich dadurch auszeichnen, dass die Schlichte mehrlagig, insbesondere zweilagig, aufgetragen wird, wie bereits vorstehend durch den Auftrag einer Grundschicht und einer Arbeitsschicht beispielhaft dargelegt. Durch ein mehrlagiges Auftragen der Schlichte kann eine Beschichtung in Form einer Langzeitbeschichtung gebildet werden, die gegenüber bekannten Schlichte-Beschichtungen wesentlich dauerfester bzw. wesentlich länger betriebssicher haltbar ist. Insbesondere kann eine derartige Langzeitbeschichtung wenigstens einem zweimaligen Urformen bzw. Eingießen von geschmolzenem Metall bzw. geschmolzenem Kupfer in die jeweilige Kokille ohne nennenswerte Abtragungen bzw. Einbindungen von Schlichte-Material in das jeweilige Gießprodukt widerstehen, einhergehend auch mit einer vorteilhaften und zum Teil bereits vorstehend erläuterten Erhöhung bzw. Verbesserung des Wirkungsgrads.

[0029] Ein Verfahren zum Auftragen einer Schlichte auf eine Kokille kann sich auch dadurch auszeichnen, dass die Schlichte sequenziell aufgesprüht wird, was insbesondere auch bei einem Bereitstellen einer mehrlagig aufgetragenen Schlichte, ggf. auch lediglich für den Auftrag einer der Lagen, vorteilhaft sein kann. Durch das sequenzielle Aufsprühen kann vorteilhaft eine Beschichtung mit einer vorteilhaften geringen Porengröße und einer sehr glatten Oberfläche realisiert werden, einhergehend mit einer wesentlichen Erhöhung der Dauerfestigkeit der Schicht, die - wie bereits oben dargelegt - auch mit einer wesentlichen Verbesserung des Wirkungsgrads einhergeht.

[0030] Besonders vorteilhaft wird durch Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit bei dem sequenziellen Auftrag die Schichtdicke der Schlichte gesteuert. Auf diese Weise kann eine Schlichte-Schicht bzw. Schlichte-Beschichtung mit einer gleichbleibenden bzw. mit einer im Wesentlichen gleichbleibenden bzw. mit einer an einen Verschleiß der Schlichte angepassten Schichtdicke geschaffen werden, was wiederum mit einer vorteilhaften Erhöhung der Dauerfestigkeit bzw. Langzeitfestigkeit der aufgetragenen Beschichtung verbunden ist.

[0031] Auch ein Verfahren zum Auftragen einer Schlichte auf eine Kokille, welches sich dadurch auszeichnet, dass die Kokille während des Auftragens temperiert wird, bringt den Vorteil mit sich, dass infolge des Temperierens während des Auftragens die Dauerfestigkeit bzw. Langzeitfestigkeit der Schlichte-Schicht gegenüber bekannten Schlichte-Schichten wesentlich verbessert werden kann. Dies ist wiederum mit einer wesentlichen Erhöhung des Wirkungsgrads bei einem Verfahren zur Herstellung von Kupferhalbzeug unter Verwendung einer oder mehrerer Kokillen verbunden, wie bereits oben dargelegt. Dass durch Temperieren während des Auftragens die Dauerfestigkeit bzw. Langzeitfestigkeit wesentlich verbessert werden kann, ist insbesondere eine Folge des Umstands, dass die Schlichte durch das Temperieren sehr gleichmäßig und in einem gleichbleibenden thermodynamischen Zustand auf die jeweilige Kokille aufgetragen werden kann.

[0032] In diesem Zusammenhang sei betont, dass der Begriff der "Temperierung" vorliegt nicht auf eine bloßes Erwärmen, wie dieses beispielsweise auch während eines Anstichs durch das Einbringen des Kupfers in die Kokillen bedingt ist, gerichtet ist, sondern auf ein gezieltes Einhalten bestimmter Temperaturen bzw. eines bestimmten Temperaturprofils, insbesondere ggf. auch unter einer Temperatursenkung, gerichtet ist.

[0033] Vorzugsweise wird die Kokille während des Auftragens auf unter 200°C, vorzugsweise auf unter 180°C, temperiert. Es hat sich herausgestellt, dass bei einer Temperierung der Kokille während des Auftragens unterhalb dieser Temperaturgrenzen eine hohe Dauerfestigkeit für die durch das Auftragen bereitgestellte Schlichte-Schicht bzw. Schlichte-Beschichtung geschaffen werden kann. Insbesondere eine Temperierung der Kokille auf 110°C bzw. auf ca. 110°C

hat sich zur Erzielung einer sehr hohen Dauerfestigkeit bzw. Langzeitfestigkeit der Schlichte-Schicht als besonders vorteilhaft erwiesen.

[0034] Vorteilhaft wird die Kokille während des Auftragens auf zwischen 100°C und 125°C, vorzugsweise auf zwischen 105°C und 115°C temperiert. Eine Einschränkung auf diese Temperaturbereiche bringt den Vorteil mit sich, dass in diesen Temperaturbereichen die beim Auftragen der Schlichte entstehende Verdampfung die Ausbildung der Schicht nicht unnötig beeinträchtigt und sich insbesondere eine stabile und feste Schicht ausbildet. Insbesondere wenn die Kokille während des Auftragens auf zwischen 105°C und 115°C temperiert wird, sind die mit der entstehenden Verdampfung einhergehenden Prozesse kaum oder gar nicht vorhanden. Bei einer Einschränkung auf die obigen Temperaturbereiche ist die Wasserdampfbildung vorzugsweise in einem Maße vorhanden, bei welcher es nicht zu schädigenden Wirkungen an der Kokille oder an der Schlichte-Schicht durch Kraterbildungen kommen kann, also durch Verdampfen des in dem Schlichte-Material vorhandenen Wassers.

[0035] Besonders bevorzugt wird die Schlichte als Grundsicht und als Arbeitsschicht aufgetragen. Auf diese Weise kann - vergleiche auch die obigen Ausführungen - eine sehr dauerfeste bzw. betriebssichere Beschichtung, insbesondere in Form einer Langzeitbeschichtung gebildet werden.

[0036] Vorzugsweise wird die Grundsicht bei einer Temperierung der Kokille auf zwischen 100°C und 125°C, vorzugsweise auf zwischen 105°C und 115°C, und die Arbeitsschicht bei einer Temperierung der Kokille auf unter 200°C, vorzugsweise auf unter 180°C, aufgetragen.

[0037] Wie bereits oben dargelegt kann durch die Auftragung der Grundsicht bei einer Temperierung der Kokille auf zwischen 100°C und 125°C, vorzugsweise auf zwischen 105°C und 115°C eine mit der Verdampfung von Schlichte-Material einhergehendes Einbinden bzw. Verunreinigung der Kokille durch Einlagern von Schlichte-Material in das Kokillenmaterial auf ein Minimum reduziert bzw. nahezu vollständig ausgeschlossen werden. Ferner hat sich gezeigt, dass, auch ein Auftragen der Arbeitsschicht bei einer Temperierung der Kokille auf unter 200°C, vorzugsweise auf unter 180°C mit einer sehr hohen Dauerfestigkeit bzw. Betriebssicherheit der Arbeitsschicht einhergeht, die wenigstens ein zweimaliges Urformen bzw. Eingießen in die Kokille ermöglicht, ohne dass es dabei zu einer wesentlichen Formveränderung der Arbeitsschicht bzw. zu einem Materialabtrag an der Arbeitsschicht kommt, die sich nachteilig auf die Dauerfestigkeit bzw. Langzeitfestigkeit der Arbeitsschicht auswirken könnte. Insbesondere die Arbeitsschicht wird beim Eingießen von geschmolzenem Kupfer sehr hohen Belastungen ausgesetzt, da das Kupfer mit der Arbeitsschicht in unmittelbarem Kontakt tritt, so dass also eine sehr hohe Dauerfestigkeit dieser Schicht von großem Vorteil ist.

[0038] Besonders bevorzugt wird die Schichtdicke der Schlichte durch Steuerung des Volumenstroms und/oder des Drucks der Schlichte gesteuert. Auf diese Weise kann vorteilhaft eine Schlichte-Schicht mit einer gleichbleibenden bzw. an den jeweiligen Verschleiß angepasster Dicke realisiert werden, einhergehend mit der Schaffung einer Schicht mit einer glatten Oberfläche und einer sehr geringen Porengröße.

[0039] Eine Anlage zur Herstellung von Kupferhalbzeug mit einem Raffinierofen (i), mit dem Raffinierofen nachgeordneten Kokillen, die aus dem Raffinierofen befüllbar sind (ii), mit einem Elektrolysebad (iii), mit einem Anodentransport zum Transport von in den Kokillen gegossenen Anoden zu dem Elektrolysebad (iv), mit einer dem Elektrolysebad nachgeordneten Weiterverarbeitungseinrichtung (v) und mit einem Kathodentransport zum Transport von Kathoden aus dem Elektrolysebad zu der Weiterverarbeitungseinrichtung (vi) kann sich dadurch auszeichnen, dass zwischen den Kokillen und der Weiterverarbeitungseinrichtung ein Umgehungstransport vorgesehen ist, mit dem in den Kokillen urgeformte Werkstücke unter Umgehung des Elektrolysebads zu der Weiterverarbeitungseinrichtung transportierbar sind.

[0040] Eine derartige Anlage eignet sich insbesondere zum Durchführen des obigen Verfahrens, bei dem ein Teil der in die Kokillen gegossenen Werkstücke unmittelbar zu Kupferhalbzeug weiterverarbeitet wird, insbesondere einhergehend mit einer wesentlichen Verbesserung des Wirkungsgrads bei der Herstellung des Kupferhalbzeugs.

[0041] Um die in die Kokillen gegossenen Werkstücke unmittelbar - also unter Umgehung der Elektrolyse - zu Kupferhalbzeug zu verarbeiten ist der Umgehungstransport vorgesehen. Durch den Umgehungstransport sind in den Kokillen urgeformte bzw. geformte Werkstücke unter Umgehung des Elektrolysebads zu der Weiterverarbeitungseinrichtung transportierbar.

[0042] Bei den urgeformten Werkstücken kann es sich insbesondere um Werkstücke handeln, die ursprünglich als Anoden vorgesehen sein sollten, jedoch infolge z.B. ungleichmäßiger Gießvorgänge oder infolge einer sonstigen Beschädigung, beispielsweise bei dem Versuch einer Entnahme aus einer Kokille, gegenüber einer vorgegebenen Anodenform übermäßig verformt sind, so dass sie sich nicht für die Elektrolyse nutzen lassen. Insbesondere kann es sich hierbei um Werkstücke handeln, bei denen Anodenohren gar nicht oder nicht in einer erwünschten Form vorhanden sind, so dass eine wirksame Handhabung der Anoden über die als Haken wirkenden Anodenohren nicht möglich ist. Diese Werkstücke können dann vorteilhaft unter Verwendung des Umgehungstransports unter Umgehung des Elektrolysebads zu der Weiterverarbeitungseinrichtung transportiert werden.

[0043] In der Weiterverarbeitungseinrichtung kann die Weiterverarbeitung der in den Kokillen urgeformten Werkstücke zu Kupferhalbzeug erfolgen. Insbesondere können die in den Kokillen urgeformte Werkstücke, die unter Umgehung des Elektrolysebads zu der Weiterbearbeitungseinrichtung transportiert werden, zusammen mit den Kupferkathoden, welche in dem Elektrolysebad durch Elektrolyse der Kupferanoden gebildet wurden, gemeinsam zu Kupferhalbzeug weiterver-

arbeitet werden.

[0044] Die Weiterverarbeitungseinrichtung kann z.B. einen Ofen, in welchen die Werkstücke und/oder die Kupferkathoden zwecks Verflüssigung durch Erhitzen eingebracht werden können, umfassen. Ferner kann die Weiterverarbeitungseinrichtung z.B. eine Presse und/oder eine Gießeinrichtung und/oder ein Walzwerk umfassen. Bei einem Walzwerk kann es sich z.B. um ein Walzwerk handeln, welches dazu eingerichtet ist, ein Kupferhalbzeug in Form eines stangenförmigen Materials oder eines Drahtmaterials zu bilden.

[0045] Die mittels des Umgehungstransports mögliche Umgehung kann insbesondere eine Umgehung unter Einschaltung bzw. Zwischenschaltung eines Zwischenspeichers und/oder einer Reinigungsvorrichtung sein, derart, dass die urgeformten Werkstücke bzw. die Anoden bei dem Umgehen bzw. die Kathoden zwischengespeichert und/oder gereinigt werden, bevor sie zu der Weiterverarbeitungseinrichtung gelangen.

[0046] Die dem Raffinierofen nachgeordneten Kokillen sind, wie bereits vorstehend angedeutet, aus dem Raffinierofen befüllbar, wobei das Befüllen auf einfache und praktische Weise z.B. unter Zwischenschaltung mehrerer Wannen vorgenommen werden kann.

[0047] Bei dem Elektrolysebad kann es sich um ein beliebig ausgebildetes Elektrolysebad handeln, welches dazu eingerichtet ist, unter Verwendung der in den Kokillen gegossenen Anoden reines bzw. nahezu reines Metall durch Abscheidung an einer Kathode zu gewinnen, wobei es sich bei dem Metall insbesondere um Kupfer handeln kann.

[0048] Der Anodentransport zum Transport von in den Kokillen gegossenen Anoden zu dem Elektrolysebad kann eine beliebige Transporteinrichtung umfassen, die für diese Funktionalität eingerichtet ist, also für das Transportieren von in den Kokillen gegossenen Anoden zu dem Elektrolysebad. Insbesondere kann hierfür ein Industrieroboter vorgesehen sein, der z.B. mit Saughebern ausgestattet ist, um die Anoden aus den Kokillen zu entnehmen und zu dem Elektrolysebad zu transportieren bzw. um die in den Kokillen gegossenen Anoden in das Elektrolysebad einzubringen.

[0049] Auch der Kathodentransport kann eine beliebige Transportvorrichtung umfassen, die für die vorgesehene Funktionalität eingerichtet ist, also für das Transportieren von Kathoden aus dem Elektrolysebad zu der Weiterverarbeitungseinrichtung.

[0050] Ferner kann auch der Umgehungstransport eine beliebige Transportvorrichtung umfassen, die dazu eingerichtet ist, die in den Kokillen urgeformten Werkstücke unter Umgehung des Elektrolysebads zu der Weiterverarbeitungseinrichtung zu transportieren. Insbesondere kann auch der Umgehungstransport einen Industrieroboter umfassen, der mit Saughebern versehen bzw. ausgestattet ist, um die in den Kokillen geformten bzw. urgeformten Werkstücke durch Saugkraft zu halten und durch entsprechende Aktivierung des Industrieroboters unter Umgehung des Elektrolysebads zu der Weiterverarbeitungseinrichtung zu transportieren.

[0051] Bei einer praktischen Ausführungsform der Herstellungsanlage weisen der Anodentransport und der Umgehungstransport eine gemeinsame Fördereinrichtung auf, die wahlweise - vorzugsweise nach vorgebbaren Parametern - Werkstücke aus den Kokillen als Anoden in Richtung des weiteren Anodentransports zu dem Elektrolysebad einerseits Werkstücke aus den Kokillen in Richtung des weiteren Umgehungstransports andererseits transportiert.

[0052] Durch Vorsehen der gemeinsamen Fördereinrichtung kann auf einfache und praktische Weise der Anodentransport und der Umgehungstransport realisiert werden. Hierfür ist die Fördereinrichtung dazu eingerichtet, wahlweise Werkstücke aus den Kokillen als Anoden in Richtung des weiteren Anodentransports zu dem Elektrolysebad zu transportieren bzw. Werkstücke aus den Kokillen in Richtung des weiteren Umgehungstransports zu transportieren, so dass durch eine einzige gemeinsame Fördereinrichtung gemeinsame Transportwege des Anodentransports und des Umgehungstransports auf einfache und praktische Weise realisiert werden können.

[0053] Bei der Fördereinrichtung kann es sich um eine beliebige Fördereinrichtung handeln, die dazu eingerichtet ist, die beschriebene Funktionalität durchzuführen. Hierbei kann es sich insbesondere um einen Industrieroboter handeln, welcher z.B. mit Saughebern versehen ist, um z.B. die in den Kokillen gegossenen Anoden aus den Kokillen herauszunehmen bzw. herauszutrennen und anschließend in Richtung des weiteren Anodentransports zu dem Elektrolysebad zu transportieren. Insbesondere kann dieser oder ein weiterer Industrieroboter - der z.B. mit Saughebern versehen sein kann - dafür vorgesehen sein, gegossene Werkstücke aus den Kokillen herauszunehmen bzw. herauszutrennen und in Richtung des weiteren Umgehungstransports zu transportieren.

[0054] Bevorzugt sind die Kokillen an einem gemeinsamen Kokillenträger angeordnet. Durch die Anordnung der Kokillen an einem gemeinsamen Kokillenträger kann eine sehr kompakte Anordnung bereitgestellt werden, mit welcher auf einfache und praktische Weise ein Befüllen der Kokillen über den Raffinierofen bzw. aus dem Raffinierofen möglich ist.

[0055] Insbesondere kann der Kokillenträger vorteilhaft um eine vorzugsweise vertikale Achse drehbar sein, so dass durch Drehen des Kokillenträgers jede Kokille in eine vorgesehene Befüllposition zum Befüllen der Kokille mit geschmolzenem Metall des Raffinierofens einbringbar ist. Auf diese Weise kann eine Vielzahl von Kokillen durch Drehen des Kokillenträgers auf einfache und praktische Weise und prozesssicher mit flüssigem Metall bzw. insbesondere mit flüssigem Kupfer befüllt werden.

[0056] Bei einer praktischen Ausführungsform der Herstellungsanlage ist eine Auftragsvorrichtung zum Auftragen einer Schlichte vorgesehen, deren Arbeitsbereich im Bereich des Kokillenträgers angeordnet ist.

[0057] Durch eine Auftragsvorrichtung zum Auftragen einer Schlichte, deren Arbeitsbereich im Bereich des Kokillen-

trägers angeordnet ist, kann auf einfache und praktische Weise auf jede der Kokillen eine Schlichte-Schicht bzw. Schlicht-Beschichtung aufgetragen werden, wobei das Versehen der Kokillen mit der Schlichte-Schicht bzw. Schlicht-Beschichtung mit den bereits oben dargelegten vorteilhaften Wirkungen verbunden ist. Insbesondere kann ein sehr betriebssicheres Auftragen der Schlichte auf die jeweilige Kokille dadurch realisiert werden, dass der Arbeitsbereich der Auftragsvorrichtung im Bereich des Kokillenträgers angeordnet ist.

[0058] Hierbei ist es insbesondere beispielsweise möglich, eine Arbeitsschicht im laufenden Betrieb, ggf. auch unter einer besonderen Abkühlung, aufzutragen bzw. zu regenerieren, während eine Grundsicht und ggf. auch eine erste Arbeitsschicht während Wartungsvorgängen bzw. insbesondere zwischen zwei Anstichen aufgetragen werden können.

[0059] Eine Vorrichtung zum Auftragen einer Schlichte auf eine Kokille kann sich dadurch auszeichnen, dass die Auftragsvorrichtung einen Arm aufweist, der eine Auftragseinrichtung umfasst und sequentiell über die Kokille bewegbar ist.

[0060] Durch eine Auftragsvorrichtung mit einem derartigen Arm - also einem Arm, der dazu eingerichtet ist, sich sequentiell über die Kokille zu bewegen - kann auf einer Kokille eine sehr glatte Beschichtung mit Schlichte bzw. Schlichte-Material ausgebildet werden, welche zudem eine sehr geringe Porengröße aufweist. Eine derartige Schlichte-Beschichtung bzw. Schlichte-Schicht weist infolge der sehr geringen Porengröße und insbesondere infolge ihrer sehr glatten Ausbildung eine sehr hohe Dauerfestigkeit bzw. Langzeitfestigkeit auf, so dass diese insbesondere mehrmaligen Eingießvorgängen von flüssigem erhitztes Metallmaterial ohne wesentliche Beeinträchtigungen bzw. Abtragungserscheinungen widerstehen kann. Die Auftragseinrichtung kann z.B. eine Düse oder einen Pinsel umfassen, um vorteilhaft durch Auftragen der Schlichte insbesondere eine Schlichte-Beschichtung bzw. Schlichte-Schicht mit einer sehr geringen Porengröße schaffen zu können.

[0061] Insbesondere kann der Arm zwei linear unabhängige Antriebe umfassen. Durch Vorsehen von zwei linear unabhängigen Antrieben kann der Arm vorteilhaft über die zwei Antriebe in zwei Dimensionen über die Kokille bewegt werden, um auf einfache und praktische Weise die jeweilige Kokille mit einer Schicht-Schicht zu versehen. Vor allem kann durch diese bereitgestellte Beweglichkeit des Arms auch auf einfache und praktische Weise eine Schicht bzw. Beschichtung mit einer vorgegebenen Dickenverteilung auf einer jeweiligen Kokillenfläche ausgebildet werden. Je nach Anwendungsfall kann eine vorgegebene Dickenverteilung der Schlichte-Schicht wesentlich zur Qualität des Gießprodukts, also z.B. einer Anode, beitragen.

[0062] Es versteht sich, dass zumindest eine der Bewegungskomponenten, insbesondere ein Bewegung parallel zu der ohne vorgesehene Bewegungsrichtung der Kokille, ggf. aber auch beide Bewegungskomponenten auch durch ein entsprechendes Bewegen der Kokille realisiert werden können. Ebenso versteht es sich, dass ggf. auch ein Industrieroboter oder ähnliches hierfür zum Einsatz kommen kann.

[0063] Bei einer weiteren praktischen Ausführungsform der Auftragsvorrichtung ist eine Kokillentemperierung vorzugsweise eine Kokillenheizung, sowie ein Kokillenthermometer vorgesehen.

[0064] Durch Vorsehen der Kokillentemperierung bzw. Kokillenheizung kann insbesondere in Verbindung mit einem Kokillenthermometer die Auftragung der Schlichte mit einer sehr genauen Temperaturführung der Kokille verbunden werden. Auf diese Weise können insbesondere die für die Ausbildung einer sehr dauerfesten bzw. langzeitfesten Beschichtung erforderlichen Kokillentemperaturen durch Steuern und/oder Regeln vorgegeben werden.

[0065] Allen obigen Verfahren, Anlagen und Vorrichtungen beruhen auf der gemeinsamen Grundidee, dass nicht alles Kupfer elektrolytisch in sehr reiner Form gewonnen werden muss, sondern, dass es möglich ist, bei geeigneten Randparametern einen Teil des Kupfers unmittelbar nach dem Raffinieren ggf. unter Beigabe von elektrolytisch gewonnenem Kupfer weiterzuverarbeiten.

[0066] Es versteht sich, dass die Merkmale der vorstehend bzw. in den Ansprüchen beschriebenen Lösungen gegebenenfalls auch kombiniert werden können, um die Vorteile entsprechend kumuliert umsetzen zu können.

[0067] Weitere Vorteile, Ziele und Eigenschaften vorliegender Erfindung werden anhand nachfolgender Beschreibung von Ausführungsbeispielen erläutert, die insbesondere auch in anliegender Zeichnung dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Aufsicht auf einen Teil einer Anlage zur Herstellung von Kupferhalbzeug;

Figur 2 die Auftragsvorrichtung nach Figur 1 in Aufsicht;

Figur 3 die Auftragsvorrichtung nach Figuren 1 und 2 in einer Frontansicht;

Figur 4 die Auftragsvorrichtung nach Figuren 1 bis 3 in einer Seitenansicht; und

Figur 5 eine schematische Ansicht des restlichen Teils der in Figur 1 dargestellten Anlage zur Herstellung von Kupferhalbzeug.

[0068] Die in den Figuren 1 und 5 schematisch dargestellte Anlage 26 zur Herstellung von Kupferhalbzeug 10 (vergleiche hierzu insbesondere auch Figur 5) umfasst einen Raffinierofen 28, dem Raffinierofen 28 nachgeordnete Kokillen 12, die aus dem Raffinierofen 28 unter Zwischenschaltung einer Eingießwanne 22 und einer Portionierwanne 24 befüllbar sind, und ein Elektrolysebad 30. Bei der Eingießwanne 22 und der Portionierwanne 24 handelt es sich um Wannen

einer Eingießvorrichtung 20 sind zum Eingießen von schmelzflüssigem Metall in die Kokillen 12 bzw. zum Befüllen der Kokillen 12 mit schmelzflüssigem Metall.

[0069] Die Herstellungsanlage 26 umfasst ferner einen Anodentransport 31 zum Transport von in den Kokillen 12 gegossenen Anoden 14 zu dem Elektrolysebad 30, eine dem Elektrolysebad 30 nachgeordnete Weiterverarbeitungseinrichtung 32 (vergleiche Figur 5) und einen Kathodentransport 34 (vergleiche Figur 1) zum Transport von Kathoden 16 aus dem Elektrolysebad 30 zu der Weiterverarbeitungseinrichtung 32.

[0070] Ferner ist zwischen den Kokillen 12 und der Weiterverarbeitungseinrichtung 32 ein Umgehungstransport 36 vorgesehen, mit dem in den Kokillen 12 urgeformte Werkstücke 15 unter Umgehung des Elektrolysebads 30 zu der Weiterverarbeitungseinrichtung 32 (vergleiche Figur 5) transportierbar sind.

[0071] Der Anodentransport 31 und der Umgehungstransport 36 weisen eine gemeinsame Fördereinrichtung 38 auf, die wahlweise Werkstücke 14, 15 aus den Kokillen 12 als Anoden 14 in Richtung des weiteren Anodentransports 31 zu dem Elektrolysebad 30 einerseits Werkstücke 14, 15 aus den Kokillen 12 in Richtung des weiteren Umgehungstransports 36 andererseits transportiert.

[0072] Die Kokillen 12 sind an einem gemeinsamen Kokillenträger 54 angeordnet, der um eine vertikale Achse 84 drehbar ist.

[0073] Die Herstellungsanlage 26 weist ferner eine Auftragsvorrichtung 40 (vergleiche Figur 1) zum Auftragen einer Schlichte 18 (vergleiche Figur 4) auf eine Kokille 12 auf, deren Arbeitsbereich im Bereich des Kokillenträgers 54 angeordnet ist (vergleiche Figur 1).

[0074] Die Auftragsvorrichtung 40 weist einen Arm 42 (vergleiche Figur 4) auf, der eine Auftragseinrichtung 44 mit einer Düse 86 umfasst und sequentiell über die jeweilige Kokille 12 bewegbar ist. Der Arm 42 umfasst zwei linear unabhängige Antriebe 50, 52, um eine zweidimensionale Beweglichkeit des Arms 42 über der jeweiligen Kokille 12 bereitzustellen (vergleiche auch Figur 2, dort auch in Verbindung mit den zwei Doppelpfeilen).

[0075] Der Antrieb 52 ist dazu eingerichtet, eine geradlinige Beweglichkeit des Arms 42 in einer Richtung rechtwinklig zur Längserstreckung des Arms 42 bzw. rechtwinklig zur Längserstreckung der Auftragsvorrichtung 40 unter Verwendung eines Schlittens 60 bereitzustellen, welcher in Bewegungsrichtung auf einem Sockel 58 längsbeweglich angebracht ist.

[0076] Der Antrieb 50 ist dazu eingerichtet, eine geradlinige Beweglichkeit des Arms 42 parallel zur Längsrichtung des Arms 42 bzw. parallel zur Längserstreckung der Auftragsvorrichtung 40 bereitzustellen, wobei der Antrieb 50 hierfür einen Linearaktuator 88 (vergleiche Figur 2) umfasst, der mit dem Schlitten 60 verbunden ist.

[0077] Die Auftragsvorrichtung 40 ist ferner mit einer Kokillentemperierung in Form einer Kokillenheizung 46 sowie mit einem Kokillenthermometer 48 versehen (vergleiche Figuren 3 und 4).

[0078] Die dem Elektrolysebad 30 nachgeordnete Weiterverarbeitungseinrichtung 32 (vergleiche Figur 5) umfasst eine Ladevorrichtung 62 und einen Ofen 64. Über die Ladevorrichtung 62 sind Kupferkathoden 16, welche unter Verwendung von Kupferanoden 14 in dem Elektrolysebad 30 durch Elektrolyse gebildet wurden, in den Ofen 64 einbringbar. Ferner sind über die Ladevorrichtung 62 in den Ofen 64 auch Kupferanoden 14 bzw. Werkstücke 15 einbringbar, bei denen es sich insbesondere um in den Kokillen 12 gegossene Werkstücke handeln kann, die sich z.B. infolge einer ungleichmäßigen Entnahme aus den Kokillen 12 oder infolge eines ungleichmäßigen Gießvorgangs nicht für den Transport zu dem Elektrolysebad 30 eignen, weil z.B. die zum Transport vorgesehenen Anodenohren 100 nicht in der erforderlichen Form ausgebildet wurden. Das durch Erhitzen in dem Ofen 64 bereitgestellte schmelzflüssige Metall wird zur weiteren Verarbeitung einem Gieß- und Warmhalteofen 66 zugeführt.

[0079] Über den Gieß- und Warmhalteofen 66 wird das schmelzflüssige Metall weiteren Vorrichtungen der Weiterverarbeitungseinrichtung 32 zugeführt, und zwar im einzelnen einer Gießrinne 68, einem Gießer 70, einer Barrenverarbeitung 78 mit einer Führung 72 und einem Trennwerk 74, einem Walzwerk 76, einer Kühlstrecke 80 und einem Spiralsammler 82, zum Sammeln des Kupferhalbzeugs 10 in Form eines Drahtes.

[0080] Bei einem Verfahren zur Herstellung von Kupferhalbzeug 10 unter Verwendung der Herstellungsanlage 26 wird zunächst Kupfer in dem Raffinierofen 28 geschmolzen und in einem Anstich innerhalb mehrerer der Kokillen 12 zu Kupferanoden gegossen. Zur Realisierung des Anstichs werden die Kokillen 12 aus dem Raffinierofen 28 befüllt, und zwar unter Zwischenschaltung der Eingießwanne 22 und der Portionierwanne 24. Die Kokillen 12 werden zeitlich aufeinanderfolgend gefüllt, wobei die Kokillen 12 hierfür jeweils durch Drehen des Kokillenträgers 54 um die vertikale Achse 84 in die durch die den Raffinierofen 28 definierte Füllposition gebracht werden.

[0081] Über eine mit dem Raffinierofen 28 verbundene Zulauftrinne 29 können die Eingießwanne 22 und die Portionierwanne 24 mit schmelzflüssigem Kupfer des Raffinierofens zum Weiterleiten in die jeweilige Kokille 12 gefüllt werden. Nach dem Gießen der Kupferanoden 14 werden durch Elektrolyse unter Verwendung wenigstens einer der Kupferanoden 14 in dem Elektrolysebad 30 Kupferkathoden 16 gebildet und diese Kupferkathoden 16 dann zu dem Kupferhalbzeug 10 in Form eines Drahts mittels der Weiterverarbeitungseinrichtung 32 (vergleiche Figur 5) weiterverarbeitet.

[0082] Das obige Verfahren zeichnet sich nun dadurch aus, dass ein Teil der in die Kokillen 12 gegossenen Werkstücke 14, 15, die nach dem Eingießen in die Kokillen 12 und nach Erreichen einer gewissen Formbeständigkeit mittels der Entnahmevorrichtung 56 aus den Kokillen 12 entnommen werden, unmittelbar zu dem Kupferhalbzeug 10 weiterverarbeitet werden, wobei zumindest ein Teil der unmittelbar zu Kupferhalbzeug 10 weiter zu verarbeitenden Werkstücke 15

mit den Kupferkathoden 16 gemeinsam zu dem Kupferhalbzeug 10 weiterverarbeitet wird (vergleiche auch Figur 5).

[0083] Bei den Werkstücken die unmittelbar - also unter Umgehung einer Elektrolyse in dem Elektrolysebad 30 - zu dem Kupferhalbzeug 10 weiterverarbeitet werden, handelt es sich - wie bereits oben dargelegt - insbesondere um Werkstücke 15, die sich infolge eines ungleichförmigen Füllvorgangs bzw. infolge einer ungleichmäßigen Entnahme aus den Kokillen und eine damit einhergehende Verformung nicht für die Einbringung in das Elektrolysebad 30 mittels des Anodentransports 31 eignen. Ebenso können natürlich als Anoden geeignete Werkstücke dementsprechend unmittelbar weiterverarbeitet werden.

[0084] Um die Werkstücke 15 unter Umgehung der Elektrolyse unmittelbar zu dem Kupferhalbzeug 10 zu verarbeiten, werden die Werkstücke 15 mittels einer Überführungseinrichtung 96 der Fördereinrichtung 38 in einen ersten Zwischenspeicher 94 überführt. Ausgehend von dieser Position in dem ersten Zwischenspeicher 94 werden die Werkstücke 15 über einen Greifer 90 in Richtung des weiteren Anodentransports 31 und ferner in Richtung des weiteren Umgehungs- transports 36 unter Umgehung des Elektrolysebads 30 in einen zweiten Zwischenspeicher 98 gebracht. Ein weiterer Greifer 92, der auch zur Realisierung des Umgehungs- transports 36 vorgesehen ist, entnimmt die Werkstücke 15 dem zweiten Zwischenspeicher 98 zwecks Transports zu der Weiterverarbeitungseinrichtung 32 (vergleiche Figur 5).

[0085] Selbstverständlich ist die Weiterverarbeitung in der Weiterverarbeitungsvorrichtung 32 unter Umgehung der Elektrolyse in den Elektrolysebad 30 nicht nur auf die Werkstücke 15 beschränkt, die sich - wie bereits oben dargelegt - nicht für den Transport bzw. das Einbringen in das Elektrolysebad 30 eignen. Auch gegossene Kupferanoden 14 oder allgemein durch Gießen in den jeweiligen Kokillen 12 bereitgestellte Gießprodukte können mittels des Umgehungs- transports 30 unter Umgehung der Elektrolyse unmittelbar in der Weiterverarbeitungseinrichtung 32 zudem Kupferhalbzeug 10 weiterverarbeitet werden.

[0086] Sofern eine Elektrolyse vorgenommen werden soll, dient der erste Greifer 90 dem Überführen der jeweiligen Kupferanode 14 von dem ersten Zwischenspeicher 94 in das Elektrolysebad 30. Der zweite Greifer 92 dient - sofern keine Umgehung vorgesehen ist - auch der Entnahme der durch die Elektrolyse in dem Elektrolysebad 30 bereitgestellten Kupferkathode 16 aus dem Elektrolysebad 30 und dem sich hieran anschließenden Transport der Kupferkathode 16 zu der Weiterverarbeitungseinrichtung 32 (vergleiche Figur 5).

[0087] In der Weiterverarbeitungseinrichtung 32 werden dann ein Teil der unmittelbar zu dem Kupferhalbzeug 10 weiter zu verarbeitenden Werkstücke 15 mit Kupferkathoden 16 gemeinsam zu dem Kupferhalbzeug 10 weiterverarbeitet, und zwar derart, dass die Werkstücke 14 und die Kupferkathoden 16 mittels der Ladevorrichtung 62 in den Ofen 64 eingebracht werden und dort zu einem schmelzflüssigem Halbzeugmaterial erhitzt werden. Das schmelzflüssige Halb- zeugmaterial wird dem Gieß- und Warmhalteofen 66 zugeführt und von da aus über die über die Gießrinne 68, den Gießler 70 der Barrenverarbeitung 78 zugeführt, von wo aus eine Weiterverarbeitung in dem Walzwerk 76 erfolgt. Das zu einem Draht verarbeitete Halbzeugmaterial 10 wird nach Durchlaufen einer Kühlstrecke 80 in einem Spiralsammler 82 gesammelt.

[0088] Während eines Anstichs werden die Kokillen 12 unter Drehung des Kokillenträgers 54 getaktet der Eingießvorrichtung 20 zugeführt. Außerhalb dieser Taktung - also insbesondere z.B. in Betriebspausen, in denen kein Befüllen der Kokillen 12 mit geschmolzenem Kupfer erfolgt, wird auf jede der Kokille 12 eine Langzeitbeschichtung als Schlichte aufgetragen, wobei die Langzeitbeschichtung zweischichtig ausgebildet ist und eine Grundsicht und eine Arbeitsschicht umfasst.

[0089] Die Arbeitsschicht wird nach dem Auftragen der Grundsicht auf dieselbe aufgetragen.

[0090] Das Auftragen erfolgt unter Verwendung der Auftragsvorrichtung 40, wobei hierfür der Arm 42 mit der Auftrag- einrichtung 44 sequentiell über die jeweilige Kokille 12 bewegt wird, um die Schlichte 18 sequentiell über die Düse 86 auf die jeweilige Kokille 12 aufzusprühen. Hierbei wird unter anderem durch Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit bei dem sequentiellen Auftrag die Schichtdicke der Schlichte gesteuert. Ergänzend wird die Steuerung der Schichtdicke der Schlichte dadurch verbessert bzw. verfeinert, dass auch eine Steuerung des Volumenstroms und des Drucks der Schlichte 18 vorgenommen wird, welcher über die Düse 86 (vergleiche Figur 4) aus der Auftragseinrichtung 44 austritt.

[0091] Während des Auftragens der Schlichte auf die Kokillen 12 zum Bilden der Langzeitbeschichtung werden die jeweiligen Kokillen 12 temperiert. Die Temperierung der Kokillen 12 erfolgt unter Verwendung der Kokillentemperierung der Auftragsvorrichtung 40 in Form der Kokillenheizung 46. Hierdurch ist eine sehr genaue Temperaturführung möglich, insbesondere weil die Kokillentemperierung eine nicht näher veranschaulichte Regelungseinrichtung zum Regeln der mittels des Kokillenthermometers 48 messbaren Temperatur aufweist.

[0092] Zum Erzielen einer sehr dauerfesten bzw. betriebssicheren Langzeitbeschichtung wird jede der Kokillen 12 derart temperiert, dass die Grundsicht bei einer Temperierung der Kokillen 12 auf zwischen 105°C und 115°C auf- getragen wird, und dass die Arbeitsschicht bei einer Temperierung der Kokillen 12 auf unter 180°C aufgetragen wird.

Bezugszeichenliste:

[0093]

	10	Kupferhalbzeug	54	Kokillenträger
	12	Kokille	56	Entnahmevorrichtung
5	14	Kupferanode	58	Sockel
	15	Werkstück	60	Schlitten
	16	Kupferkathode	62	Ladevorrichtung
	18	Schlichte	64	Ofen
	20	Eingießvorrichtung	66	Gieß- und Warmhalteofen
10	22	Eingießwanne	68	Gießrinne
	24	Portionierwanne	70	Gießer
	26	Herstellungsanlage	72	Führung
	28	Raffinierofen	74	Trennwerk
	29	Zulauftrinne	76	Walzwerk
15	30	Elektrolysebad	78	Barrenverarbeitung
	31	Anodentransport	80	Kühlstrecke
	32	Weiterverarbeitungseinrichtung	82	Spiralsammler
	34	Kathodentransport	84	vertikale Achse
20	36	Umgehungstransport	86	Düse
	38	Fördereinrichtung	88	Linearaktuator
	40	Auftragsvorrichtung	90	Greifer
	42	Arm	92	Greifer
	44	Auftragseinrichtung	94	erster Zwischenspeicher
25	46	Kokillenheizung	96	Überführungseinrichtung
	48	Kokillenthermometer	98	zweiter Zwischenspeicher
	50	Antrieb	100	Anodenoehr
	52	Antrieb		

30

Patentansprüche

- 35 1. Verfahren zur Herstellung von Kupferhalbzeug (10), bei welchem zunächst Kupfer geschmolzen und in einem Anstich innerhalb mehrerer Kokillen (12) zu Kupferanoden (14) gegossen, anschließend durch Elektrolyse unter Verwendung wenigstens einer der Kupferanoden (14) Kupferkathoden (16) gebildet und diese Kupferkathoden (16) dann zu Kupferhalbzeug (10) weiterverarbeitet werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf wenigstens eine der Kokillen (12) eine Langzeitbeschichtung als Schlichte und/oder eine schwefelfreie Schlichte (18) aufgetragen wird und/oder dass ein Teil der in den Kokillen (12) gegossenen Werkstücke (14, 15) unmittelbar zu Kupferhalbzeug (10) weiterverarbeitet wird.
- 40 2. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kokillen (12) während eines Anstichs getaktet einer Eingießvorrichtung (20) zugeführt werden und wenigstens ein Teil der Schlichte (18) außerhalb der Taktung aufgetragen wird.
- 45 3. Herstellungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Grundschicht der Schlichte (18), vorzugsweise auch eine auf die Grundschicht aufgetragene Arbeitsschicht, außerhalb der Taktung aufgetragen wird.
- 50 4. Herstellungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der unmittelbar zu Kupferhalbzeug (10) weiter zu verarbeitenden Werkstücke (14, 15) mit den Kupferkathoden (16) gemeinsam zu Kupferhalbzeug (10) weiterverarbeitet wird.
- 55 5. Verfahren zum Auftragen einer Schlichte (18) auf eine Kokille (12), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlichte (18) mehrlagig aufgetragen wird, **dass** die Schlichte (18) sequentiell aufgesprüht wird und/oder **dass** die Kokille (12) während des Auftragens temperiert wird.
6. Auftragsverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Steuerung der Bewegungsgeschwin-

digkeit bei dem sequentiellen Auftrag die Schichtdicke der Schlichte gesteuert wird.

- 5
7. Auftragsverfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kokille (12) während des Auftragens auf unter 200 °C, vorzugsweise auf unter 180 °C, insbesondere auf zwischen 100 °C und 125 °C, vorzugsweise auf zwischen 105 °C und 115 °C, temperiert wird.
8. Auftragsverfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlichte (18) als Grundschicht und als Arbeitsschicht aufgetragen wird.
- 10
9. Auftragsverfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundschicht bei einer Temperierung der Kokille (12) auf zwischen 100 °C und 125 °C, vorzugsweise auf zwischen 105 °C und 115 °C, und die Arbeitsschicht bei einer Temperierung der Kokille auf unter 200 °C, vorzugsweise auf unter 180 °C, aufgetragen wird.
- 15
10. Auftragsverfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Steuerung des Volumenstroms und/oder des Drucks der Schlichte (18) die Schichtdicke der Schlichte (18) gesteuert wird.
11. Anlage (26) zur Herstellung von Kupferhalbzeug (10)
- 20
- i. mit einem Raffinierofen (28),
- ii. mit dem Raffinierofen (28) nachgeordneten Kokillen (12), die aus dem Raffinierofen (28) befüllbar sind,
- iii. mit einem Elektrolysebad (30),
- iv. mit einem Anodentransport (31) zum Transport von in den Kokillen (12) gegossenen Anoden (14) zu dem Elektrolysebad (30) und
- 25
- v. mit einer dem Elektrolysebad (30) nachgeordneten Weiterverarbeitungseinrichtung (32) und
- vi. mit einem Kathodentransport (34) zum Transport von Kathoden (16) aus dem Elektrolysebad (30) zu der Weiterverarbeitungseinrichtung (32),
- dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Kokillen (12) und der Weiterverarbeitungseinrichtung (32) ein Umgehungstransport (36) vorgesehen ist, mit dem in den Kokillen (12) urgeformte Werkstücke (14, 15) unter Umgehung des Elektrolysebads zu der Weiterverarbeitungseinrichtung (32) transportierbar sind.
- 30
12. Herstellungsanlage (26) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anodentransport (31) und der Umgehungstransport (36) eine gemeinsame Fördereinrichtung (38) aufweisen, die wahlweise Werkstücke (14, 15) aus den Kokillen (12) als Anoden (14) in Richtung des weiteren Anodentransports zu dem Elektrolysebad einerseits und Werkstücke (14, 15) aus den Kokillen (12) in Richtung des weiteren Umgehungstransports andererseits transportiert.
- 35
13. Herstellungsanlage (26) nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kokillen (12) an einem gemeinsamen Kokillenträgers (54) angeordnet sind, wobei vorzugsweise ein Arbeitsbereich einer Auftragsvorrichtung (40) zum Auftragen einer Schlichte (18) im Bereich des Kokillenträgers (54) angeordnet ist.
- 40
14. Vorrichtung (40) zum Auftragen einer Schlichte (18) auf eine Kokille (12), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auftragsvorrichtung (40) einen Arm (42) aufweist, der eine Auftragseinrichtung (44) umfasst und sequentiell über die Kokille (12) bewegbar ist.
- 45
15. Auftragsvorrichtung (40) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arm (42) zwei linear unabhängige Antriebe (50, 52) umfasst.
- 50
16. Auftragsvorrichtung (40) nach Anspruch 14 oder 15, **gekennzeichnet durch** eine Kokillentemperierung, vorzugsweise **durch** eine Kokillenheizung (46), sowie **durch** ein Kokillenthermometer (48).
- 55

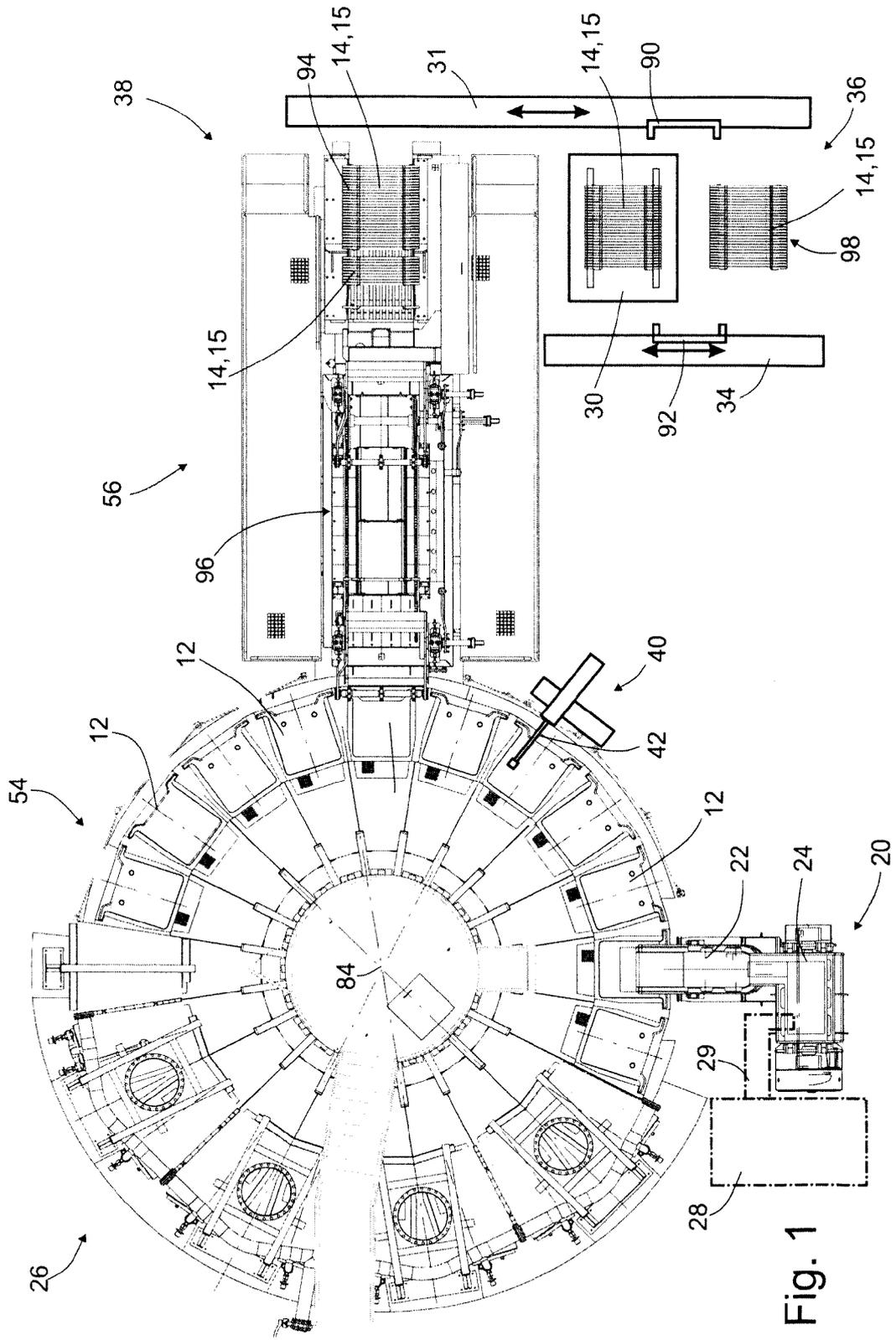


Fig. 1

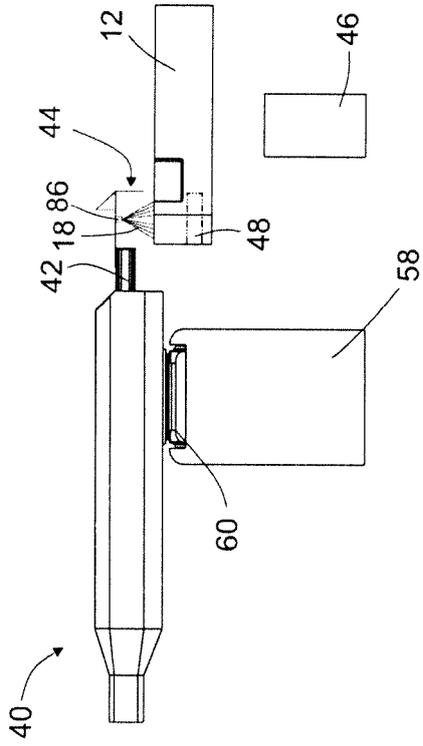


Fig. 4

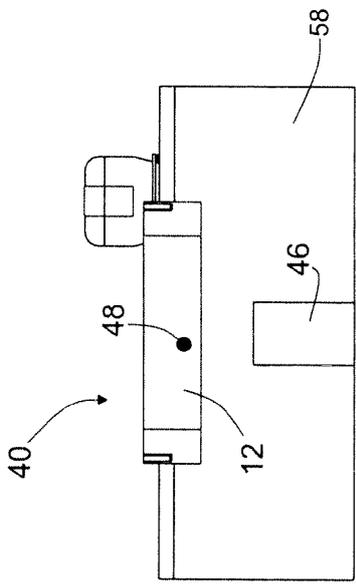


Fig. 3

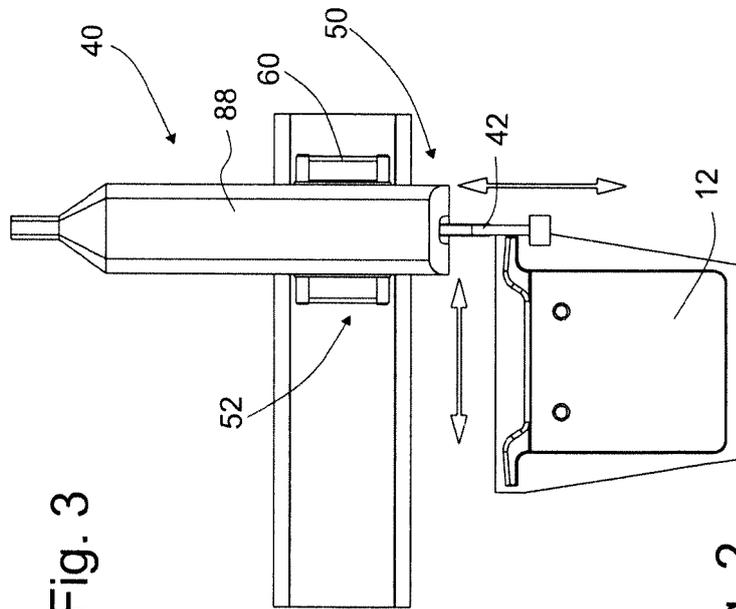


Fig. 2

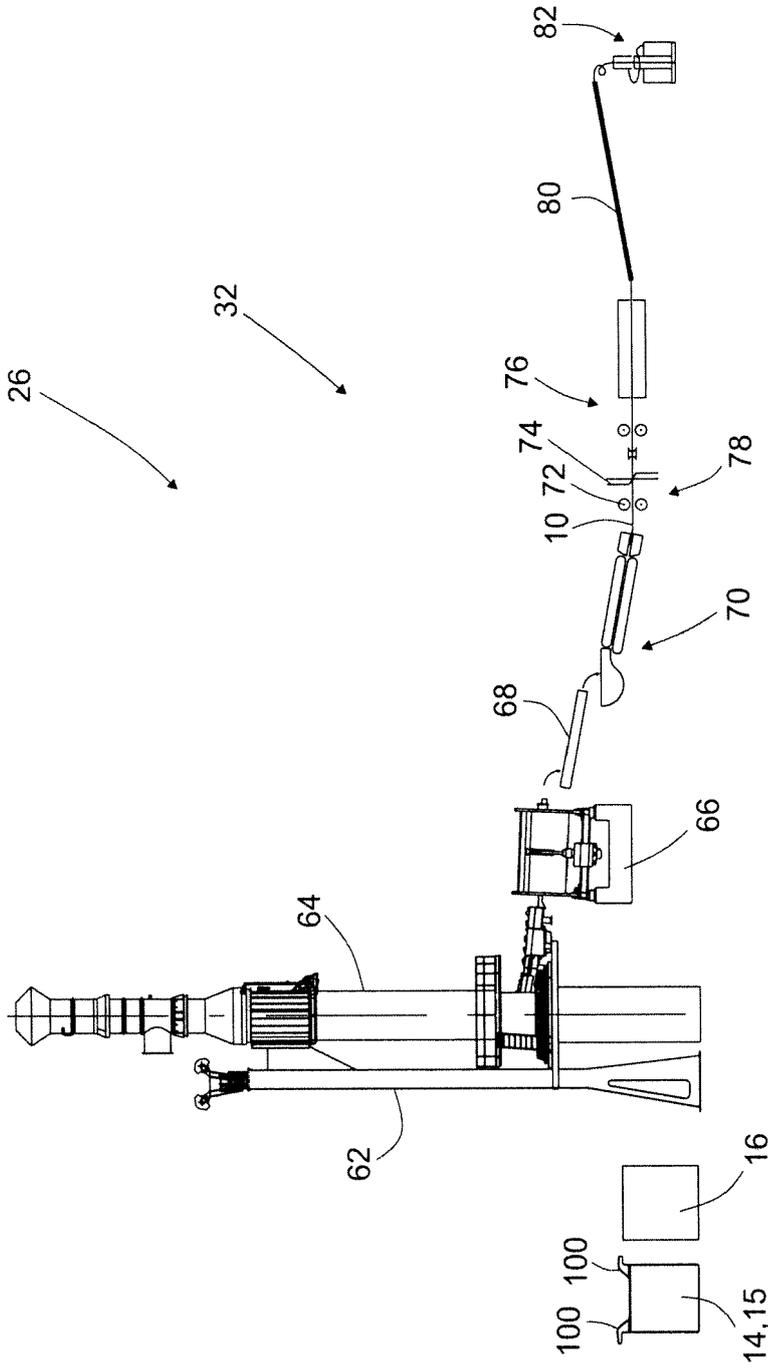


Fig. 5

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

- EP 1103325 A1 [0002]