

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Februar 2001 (15.02.2001)

PCT

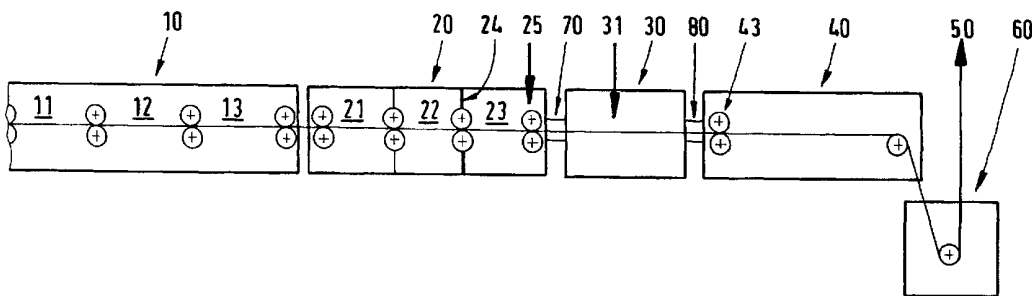
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/11099 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: C23C 2/06, 2/02 (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/07582 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REIFFERSCHIED,
(22) Internationales Anmeldedatum: 4. August 2000 (04.08.2000) Markus [DE/DE]; Bahnhofstrasse 42, D-40883 Ratingen
(25) Einreichungssprache: Deutsch (DE). BRISBERGER, Rolf [DE/DE]; Am Tapp 17,
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch D-47661 Issum (DE).
(30) Angaben zur Priorität: (74) Anwalt: EKKEHARD, Valentin; Valentin, Gihlske,
199 37 216.0 6. August 1999 (06.08.1999) DE Grosse, Hammerstrasse 2, D-57072 Siegen (DE).
199 43 238.4 10. September 1999 (10.09.1999) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): AU, BR, BY, CA, CN,
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von ID, IN, JP, KR, MX, NZ, PL, RU, TR, US, ZA.
US): SMS DEMAG AG [DE/DE]; Eduard-Schloemann- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
Strasse 4, D-40237 Düsseldorf (DE). BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND INSTALLATION FOR HOT DIP GALVANIZING HOT ROLLED STEEL STRIP

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANLAGE ZUM FEUERVERZINKEN VON WARMGEWALZTEM STAHLBAND



(57) Abstract: The invention relates to a method for hot dip galvanizing hot rolled steel strip and to a hot rolled strip galvanizing installation. In a first method step, the strip (50) to be galvanized is introduced into a pickling station (10) inside of which the layer of scale as well as reaction products are removed from the surface of the strip. In a subsequent working step, the strip (50) is introduced into a rinsing station (20) in which residual pickle and pickle products are removed from the surface of the strip. Afterwards, the strip (50) is introduced into a drying station (30) and dried therein. From there, the strip (50) is introduced, in another method step, into a furnace (40) in which it is heated, under a protective gas atmosphere, up to a galvanizing temperature. In a final method step, the strip is guided through a galvanizing bath in which it is coated with a hot dip galvanizing layer. This method is improved in such a way that the strip (50) is heated in the furnace (40) to a temperature that does not exceed the bath dipping temperature in the zinc bath by more than 50 °K.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Feuerverzinken von warmgewalztem Stahlband sowie eine Warmbandverzinkungsanlage. In einem ersten Verfahrensschritt wird zu verzinkendes Band (50) in eine Beizstation (10) eingeführt und darin die Zunderschicht sowie Reaktionsprodukte von der Bandoberfläche entfernt. In einem folgenden Arbeitsschritt wird das Band (50) in eine Spülstation (20) eingeführt und darin die Bandoberfläche von Rückständen der Beize und von Beizprodukten befreit. Anschließend wird das Band (50) in eine Trockenstation (30) eingeführt und getrocknet. Von dort wird das Band (50) in einem weiteren Verfahrensschritt in einen Ofen (40) eingeführt und darin unter Schutzgasatmosphäre auf Verzinkungstemperatur erwärmt, und in einem letzten Verfahrensschritt durch ein Verzinkungsbad hindurchgeführt, wobei es mit einer Feuerverzinkungsschicht überzogen wird. Das Verfahren wird dadurch verbessert, daß das Band (50) im Ofen (40) auf eine Temperatur erwärmt wird, die maximal 50 °K über der Eintauchtemperatur des Bades ins Zinkbad liegt.

WO 01/11099 A2



Veröffentlicht:

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Verfahren und Anlage zum Feuerverzinken von warmgewalztem Stahlband

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Anlage zum Feuerverzinken von warmgewalztem Stahlband, wobei in einem ersten Verfahrensschritt das Band in eine Beizstation eingeführt und darin eine Zunderschicht sowie Reaktionsprodukte von der Bandoberfläche entfernt werden. In einem weiteren Verfahrensschritt wird das Band in eine Spülstation eingeführt und darin die Bandoberfläche von Rückständen der Beize und Beizprodukten freigespült, und anschließend in eine Trockenstation eingeführt und darin getrocknet. Von dort wird das Band in einem weiteren Verfahrensschritt in einen Ofen eingeführt und darin unter Schutzgasatmosphäre auf Verzinkungstemperatur eingestellt, und in einem letzten Verfahrensschritt durch ein Verzinkungsbad hindurchgeführt und dabei die Oberfläche des Bandes mit einer Feuerverzinkungsschicht überzogen.

Die Feuerbeschichtung, insbesondere die Feuerverzinkung von warmgewalzten Stahlband, sogenanntem Warmband, gewinnt gegenüber der herkömmlichen Kaltbandfeuerbeschichtung wirtschaftlich mehr und mehr an Bedeutung.

Durch Entwicklung der Dünnbrammentechnologie bei Warmband besteht die technische Möglichkeit, Warmbänder im Dickenbereich unter 1,2 mm aus der Gießhitze zu erzeugen. Es besteht damit ferner die Möglichkeit, Kaltband in Abhängigkeit der Kundenanforderungen durch vergleichsweise preisgünstigeres Warmband zu substituieren.

Für die Feuerbeschichtung, insbesondere das Feuerverzinken von Stahlbändern, sind unterschiedliche Verfahren und Anlagen bekannt. Hierbei handelt es sich überwiegend um Anlagentypen, bei denen kaltgewalzte Bänder zum Einsatz kommen.

In solchen Anlagen ist dem eigentlichen Beschichtungsprozeß ein Glühofen vorgeschaltet, worin bei hohen Temperaturen eine Gefügeumwandlung zur Erzielung der gewünschten mechanischen Eigenschaften erfolgt. Der dabei vorhandene Temperaturunterschied zwischen Schmelzbad, bevorzugt Zink oder Zinklegierungen, und der maximalen Bandtemperatur kann bis zu 400° C betragen. Mit dieser Bandüberhitzung ist jedoch eine Feuerbeschichtung nicht durchführbar, weshalb eine Abkühlung des Bandes vor der Beschichtung auf Temperaturen nahe der Schmelzbadtemperatur vorgenommen werden muß.

Warmband bzw. vorgeglühtes Kaltband bedürfen dagegen keiner Glühung zwecks Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften, vielmehr wird die Bandtemperatur lediglich der des Schmelzbades angepaßt, um die gewünschte Reaktion der Stahlbandoberfläche mit den Legierungsbestandteilen des Schmelzbades zu erreichen. Dagegen ist eine Hochtemperaturglühung oftmals für die mechanischen Eigenschaften des Bandes sogar von Nachteil.

Die vorliegende Erfindung betrifft exemplarisch ausschließlich die Verfahrensvarianten zur Warmband-Feuerveredelung bzw. Warmband-Feuerverzinkung.

Das angestrebte Temperaturniveau, insbesondere bei der Warmbandfeuerverzinkung, liegt bei bisher betriebenen Anlagen zur Feuerbeschichtung immer noch höher, als die erforderlichen 450° C des Zinkbades. Grund dafür ist die erforderliche Entfernung aller Oxidationsprodukte und ihrer Vorstufen aus der Stahlbandoberfläche. Oxidationsprodukte entstehen zwangsläufig im Übergangsbereich aus der Beizstufe über Spül- und Trockungsstufe in den Ofeneingang durch Einwirkung von Luftsauerstoff. Die Menge und Ausbildung der in den Ofen eintretenden Oxidationsprodukte und der vom Band eingeschleppte Luftsauerstoff bestimmen die notwendigen Verfahrensparameter der Behandlungsprozedur, gekennzeichnet durch ein erforderliches Reduktionspotential, Temperaturniveau und Haltezeit. Vielfach liegt das angewendete Temperaturniveau so hoch, daß das Band vor Eintritt in das Zinkbad noch zusätzlich gekühlt werden muß.

Eine andere Arbeitsweise ist durch eine signifikante Erhöhung des Temperaturniveaus im Zinkbad auf Werte oberhalb von 460° C gekennzeichnet. Besonders nachteilig bei dieser Verfahrensführung ist der erhöhte Anfall an zinkhaltiger Schlacke. Dies führt einerseits zu erhöhten Material- und Betriebskosten für das Zinkbad, sowie andererseits zu qualitativen Einbußen am Band.

Ausgehend vom vorgenannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Warmbandverzinkungsanlage anzugeben, welche die vorbezeichneten Nachteile und Schwierigkeiten überwindet und mit einem ökonomischen Aufwand an Material- und Betriebskosten feuerverzinktes Stahlband von hoher und fehlerloser Oberflächenqualität liefert.

Zur Lösung der Aufgabe wird bei einem Verfahren der im Oberbegriff von Anspruch 1 genannten Art mit der Erfindung vorgeschlagen, daß die Bandtemperatur im Ofen maximal auf 50 °K über Eintauchtemperatur in's Zinkbad eingestellt wird.

Vorteilhafterweise wird die H₂-Konzentration im Ofen auf max. 20 % vorzugsweise auf weniger als 5 % eingestellt. Zweckmäßig ist, daß die Verfahrensschritte zwischen der letzten Spülstufe der Spülstation über die Trockenstation bis hin zum Einlaß des Temperierofens unter hermetischer Abschirmung von Luftsauerstoff aus der Umgebung durchgeführt werden.

Eine entsprechende Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung sieht demgemäß vor, daß der Auslaß der letzten Spülstufe der Spülstation mit dem Einlaß des Trockners und dessen Auslaß mit dem Einlaß des Ofens durch Schleusen miteinander verbunden und gegenüber der umgebenden Atmosphäre hermetisch abgedichtet sind.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen einerseits des Verfahrens und andererseits der Warmbandverzinkungsanlage sind entsprechend den Merkmalen von Unteransprüchen vorgesehen.

Mit Vorteil wird durch das Verfahren und durch die Anlage nach der Erfindung sichergestellt, daß der nach Durchlauf des Bandes durch die Beizstation und Spülstation erreichte optimale Oberflächenzustand des Bandes in der anschließenden Trocknungsstufe sowie beim Übergang in den Ofenbereichen und aus diesem in das Verzinkungsbad konserviert wird.

Dies wird erreicht durch:

- die vorgenannte Einstellung der Temperatur des Bandes im Ofen,
- direkte Kopplung zumindest der letzten Spülstufe der Spülstation über die Trocknungsstufe mit dem Ofeneingang unter Abschirmung von Luftsauerstoff,
- Auftragen eines wasserbindenden Mediums, bevorzugt NH_3 , oder einer Lösung davon, auf das Band in der Spülstufe, wonach sich in der anschließenden Trocknungsstufe das wasserbindende Medium schnell und rückstandsfrei, das heißt ohne Eintrag von Sauerstoff oder flüssiges Reinigungsmedium vom Band entfernen läßt,
- alternativ durch einen Betrieb der Trockenstufe mit einer reduzierend wirkenden Atmosphäre, zum Beispiel N_2/H_2 -Gasgemisch.

Durch vorgenannte Maßnahmen wird der optimale Bandzustand nach dem Beizen bis in den Ofen konserviert und eine optimale Einstellung der Bandtemperatur beim Eintauchen in das Zinkbad erreicht. Der Zutritt von Sauerstoff und die damit verbundenen Oberflächenreaktionen, insbesondere Oxidation, sind unterbunden. Dies ermöglicht den Ofenbetrieb bei Temperaturen im Bereich der Schmelzbadtemperatur. Eine Überhitzung des Bandes und eine Verlängerung der Haltezeit im Ofen entfallen. Ein Bandkühler wird überflüssig. Insgesamt erlaubt die Vorgehensweise nach der Erfindung und die entsprechende Anlage eine wesentlich kompaktere Bauweise des Ofenelements und niedrigere Inve-

stitutions- und Betriebskosten. Zugleich ist der Ofenbetrieb mit niedrigeren H_2 -Gehalten im Schutzgas möglich. Die Nachteile bei dem vorgenannten konventionellen Verfahren mit erhöhter Zinkbadtemperatur werden vorteilhaft vermieden.

Erfindungsgemäß wird nämlich das Band auf eine Temperatur eingestellt, die maximal 50 °K höher liegt, als die Eintauchtemperatur in das Zinkbad.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Erläuterung eines in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels. Es zeigen:

Figur 1 ein Layout einer Feuerverzinkungsanlage nach dem Stand der Technik,

Figur 2 ein Layout einer Feuerverzinkungsanlage nach der Erfindung.

Gemäß dem in Figur 1 gezeigten Layout einer konventionellen Feuerverzinkungsanlage wird in einem ersten Verfahrensschritt ein Band 50 in eine Beizstation 10 mit drei Beizstufen 11 bis 13 eingeführt und darin eine Zunderschicht sowie Reaktionsprodukte von der Bandoberfläche entfernt. Üblicherweise wird das Beizen in der Beizstation 10 bzw. in den Beizstufen 11, 12, 13 mittels Salzsäure (HCL) vorgenommen.

In dem folgenden Verfahrensschritt wird das Band 50 in die Spülstation 20 mit den Spülstufen 21 bis 23 eingeführt und darin die Bandoberfläche von Rückständen der Beize und der Beizprodukte befreit. Anschließend wird das Band in die Trockenstation 30 eingeführt und darin getrocknet. Von dort wird das Band 50 in einem weiteren Verfahrensschritt in einen Ofen 40, umfassend eine Vorwärmstufe 41 sowie eine integrierte Temperierstufe 42, eingeführt und darin bevorzugt unter Schutzgasatmosphäre bis auf Verzinkungstemperatur erwärmt, und in einem letzten Verfahrensschritt durch ein Verzinkungsbad hindurchge-

führt. Dabei wird die Oberfläche des Bandes 50 mit einer Feuerverzinkungsschicht überzogen.

Im Gegensatz zur konventionellen Verzinkungsanlage nach Figur 1 werden nach dem erfindungsgemäßen Layout der Feuerverzinkungsanlage gemäß Figur 2 die Verfahrensschritte zwischen der letzten Spülstufe 23 der Spülstation 20 über die Trockenstation 30 bis hin zum Einlaß 43 des Temperierofens 40 unter hermetischer Abschirmung von Luftsauerstoff aus der Umgebung ausgeführt.

Unter Erweiterung der Spülstation 20 um eine Spülstufe 23 bzw. durch Abschotten der Spülstufe 23 mit Hilfe einer Trennwand 24 von den vorhergehenden Spülstufen 21, 22 wird ein wasserabweisendes bzw. -bindendes Medium 25 in die Spülstufe 23 eingegeben. Als Medium kann beispielsweise NH_3 , oder eine Lösung von NH_3 verwendet werden.

Eine vorzugsweise Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, daß die Spülung des Bandes 50 in der Spülstation 20 in den ersten Stufen 21, 22 mit deionisiertem Wasser und in der dritten Stufe 23 mit oder unter Zusatz von NH_3 als Trocknungsmedium durchgeführt wird.

Die Trocknung des Bandes 50 in der Trockenstation 30 erfolgt ohne Luftzufuhr. Erfindungsgemäß wird die Trocknung mittels Wärmestrahlung unter Zusatz einer Mischung von Stickstoff-, Wasserstoff- und Ammoniakgas (N_2/NH_3) bzw. H_2 durchgeführt.

Die Trockenstation 30 ist beiderseits mit Schleusen 70, 80 im Anschluß an die benachbarten Stationen 20 und 40 hermetisch gegen Zutritt von Luftsauerstoff abgeschlossen, wobei der Auslaß der letzten Spülstufe 23 der Spülstation 20 mit dem Einlaß der Trockenstation 30 und dessen Auslaß mit dem Einlaß 43 des Temperierofens 40 durch Schleusen 70, 80 miteinander verbunden und gegenüber der umgebenden Atmosphäre hermetisch abgedichtet sind.

Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen wird der optimale Bandzustand nach dem Beizen bis in den Temperierofen erhalten, weil das Einschleppen von Luftsauerstoff unterbunden wird. Infolgedessen kann, wie dies der Darstellung des Temperierofens 40 in Figur 2 zu entnehmen ist, dessen Bauart aufgrund der niedrigeren erforderlichen Heizleistung und Wegfall der Kühlstrecke vereinfacht und mit günstigeren Investitions- und Betriebskosten realisiert werden. Der Ofenbetrieb ist zudem mit vergleichsweise niedrigen H_2 -Gehalten im Schutzgas möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Feuerverzinken von warmgewalztem Stahlband, wobei:
 - in einem ersten Verfahrensschritt das Band (50) in eine Beizstation (10-13) eingeführt und darin eine Zunderschicht sowie Reaktionsprodukte von der Bandoberfläche entfernt werden,
 - in einem weiteren Verfahrensschritt das Band (50) in eine Spülstation (21-23) eingeführt und darin die Bandoberfläche von Rückständen der Beize und Beizprodukten befreit, und anschließend
 - in eine Trockenstation eingeführt und getrocknet wird, und von dort
 - in einem weiteren Verfahrensschritt in einen Ofen (40) eingeführt und darin unter Schutzgasatmosphäre auf Verzinkungstemperatur eingestellt, und
 - in einem letzten Verfahrensschritt durch ein Verzinkungsbad hindurchgeführt und dabei die Oberfläche des Bandes (50) mit einer Feuerverzinkungsschicht überzogen wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Bandtemperatur im Ofen (40) maximal auf 50 °K über Eintauchtemperatur in's Zinkbad eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die H₂-Konzentration im Ofen (40) auf maximal 20 %, bevorzugt auf weniger als 5 % eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Verfahrensschritte zwischen der letzten Spülstufe (23) der Spülstation (20) über die Trockenstation (30) bis hin zum Einlaß (43) des Ofens (40) unter hermetischer Abschirmung gegen Luftsauerstoff aus der Umgebung durchgeführt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß in die letzte Spülstufe (23) der Spülstation (20) ein wasserabweisendes bzw. -bindendes und das Band (50) benetzendes Medium (25) aufgegeben wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß das in der dritten Spülstufe (23) aufgegebene Medium (25) NH_3 oder eine NH_3 -haltige Lösung ist.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Trocknung des Bandes (50) in der Trockenstation (30) ohne Luftzufuhr von außen mittels Wärmestrahlung unter Zusatz einer Mischung von Stickstoff, Wasserstoff und Ammoniakgas (N_2/NH_3) + H_2 oder einer Mischung von zweien der genannten Gase vorgenommen wird.
7. Warmbandverzinkungsanlage, umfassend eine Beizstation (10), eine Spülstation (20), einen Trockner (30), einen Ofen (40) sowie ein nachgeordnetes Feuerverzinkungsbad (60),
dadurch gekennzeichnet,
daß der Auslaß der letzten Spülstufe (23) der Spülstation (20) mit dem Einlaß des Trockners (30), und dessen Auslaß mit dem Einlaß (43) des Ofens (40) durch Schleusen (70, 80) miteinander verbunden und gegenüber der umgebenden Atmosphäre hermetisch abgedichtet sind.
8. Anlage nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Spülstufen (21-23) und die Erwärmungsstufe (41) bzw. die Temperierstufe (42) gegeneinander durch Zwischenwände (24) abgeschottet sind.

FIG.1

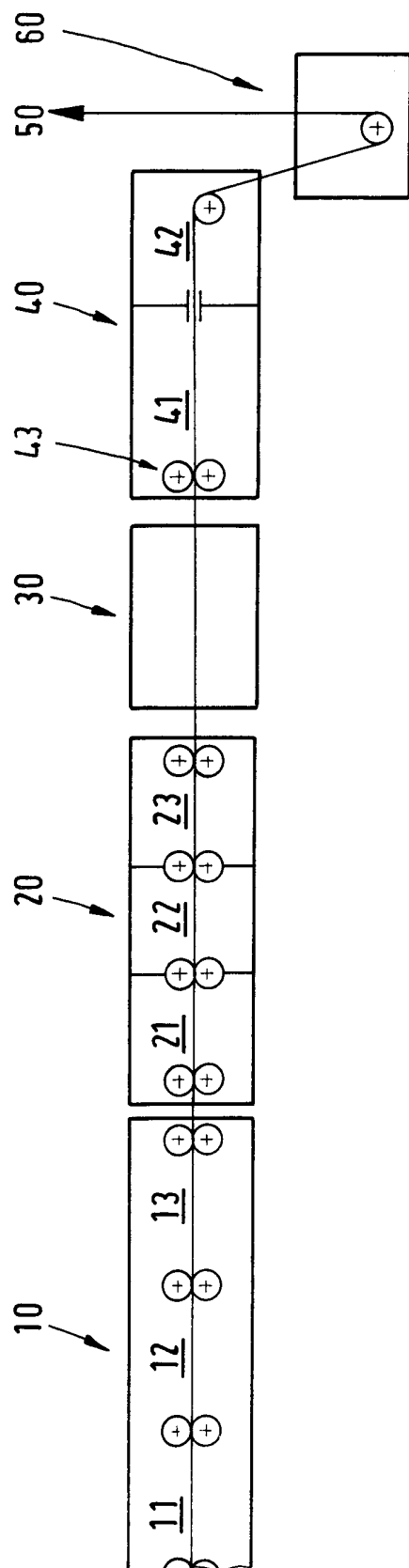


FIG.2

