

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85106733.0

51 Int. Cl.<sup>4</sup>: C 25 D 7/06

22 Anmeldetag: 31.05.85

30 Priorität: 08.06.84 DE 3421480

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
15.01.86 Patentblatt 86/3

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE DE FR GB IT SE

71 Anmelder: **Conradty GmbH & Co. Metallelektroden KG**  
**Grünthal 1-6**  
**D-8505 Röthenbach a.d. Pegnitz(DE)**

72 Erfinder: **Koziol, Konrad, Dipl.-Chem.**  
**Kirchhoffstrasse 16**  
**D-8505 Röthenbach a.d. Pegnitz(DE)**

72 Erfinder: **Wenk, Erich**  
**Heimgartenweg 95**  
**D-8500 Nürnberg 30(DE)**

74 Vertreter: **Eitle, Werner, Dipl.-Ing. et al.**  
**Hoffmann, Eitle & Partner Patentanwälte Arabellastrasse**  
**4**  
**D-8000 München 81(DE)**

54 **Beschichtete Ventilmetal-Elektrode zur elektrolytischen Galvanisierung.**

57 Eine derartige beschichtete Ventilmetal-Elektrode besteht aus mindestens einem Stromzuleiter 10 und mindestens einem Stromverteiler 20. Stromzuleiter 10 und Stromverteiler 20 sind über blechartige Verbindungselemente 30 mechanisch sowie elektrisch leitend verbunden. Die aktive Fläche 40 dieser Elektrode besteht aus Lamellen 41 aus Ventilmetal mit einer aktiven Oberflächenbeschichtung.

Die wesentlichen Merkmale dieser Elektrode bestehen darin, daß die beschichtete Gesamtoberfläche der Lamellen  $F_A$  und die von der Gesamtanordnung der Lamellen eingenommene Fläche  $F_P$  (Länge und Breite der Elektrodenfläche) einen Flächenfaktor

$$20 \geq F_A : F_P \geq 4, \text{ vorzugsweise}$$

$14 \geq F_A : F_P \geq 6$ , aufweist, und daß die größeren Anteile der beschichteten Oberfläche der Lamellen senkrecht zur Fläche des zu beschichteten Bandes ausgerichtet sind.



Beschichtete Ventilmetail-Elektrode zur  
elektrolytischen Galvanisierung

Die Erfindung betrifft eine beschichtete Ventilmetail-Elektrode zur elektrolytischen Abscheidung von Metallen aus wässrigen Lösungen der Metallsalze auf ein in bezug auf diese bewegtes Metall-Flachzeug,  
5 insbesondere Band, vorzugsweise Anode zur elektrolytischen Galvanisierung mit Zink, bestehend aus mindestens einem Stromzuleiter, mindestens einem damit elektrisch leitend verbundenen Stromverteiler und einer daran angeordneten aktiven Fläche, die zu dem  
10 Metallband ausgerichtet ist.

Die kontinuierliche elektrolytische Beschichtung von Flachzeug aus Metall, d.h. von Bändern und Blechen, insbesondere die elektrolytische Verzinkung, ist  
15 schon eine relativ alte Technologie (DE-PS 250 403; DE-PS 689 548). Bei dieser kontinuierlichen elektro-

lytischen Verzinkung wird Zink aus der wässrigen Lösung seiner Salze auf kaltgewalztem Band bzw. Blech aus weichen unlegierten Stählen, im allgemeinen Baustählen oder aus hochfesten, zum Kaltumformen geeigneten Stählen, abgeschieden. Die Elektrode ist als Anode und das Band als Kathode geschaltet. In einem Arbeitsgang kann ein einseitiges oder aber zweiseitiges Verzinken erfolgen, wobei bei der doppelseitigen Beschichtung auch unterschiedliche Schichtstärken erzeugt werden können. Die Bandführung und damit die Elektrodenanordnung kann horizontal, vertikal oder radial, d.h. mit kreisbogenförmig gebogenen Elektroden, erfolgen, wobei die radiale Anordnung natürlich nur eine einseitige Beschichtung zuläßt.

In den letzten Jahren hat die geschilderte Technologie eine neue Belebung gefunden. Neben der Elektro- und Haushaltwarenindustrie setzt vor allem die Automobilindustrie elektrolytisch verzinktes Flachzeug im Karosseriebereich ein. Der Zinküberzug schützt nämlich das Stahlblech aktiv vor Korrosion und eignet sich mit einschlägigen Oberflächennachbehandlungen, wie phosphatiert, chromatgespült oder chromatpassiviert, besonders gut für eine nachfolgende Lackierung.

Eine bekannte Anordnung zur elektrolytischen Verzinkung von Walzband (DE-OS 29 17 630) ist dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrolyt im Bad mit relativ hoher Geschwindigkeit parallel zur Bandoberfläche sowie entgegen der Bandlaufrichtung geführt wird. Dadurch soll zur Vermeidung eines dendritischen Kristallwachstums und zur Verbesserung der Stromausbeute

auf hydrodynamische Weise der Stofftransport zu dem als Kathode wirkenden Band verbessert werden. Bei dieser Anordnung werden unlösliche Anoden eingesetzt, die entweder aus Kohle oder aus Blei mit Kupferkern bestehen. Derartige Anoden sind allerdings bei höheren Stromdichten problematisch, weil sie einem großen Verschleiß unterliegen und eine ungleichmäßige Stromverteilung zeigen. Des weiteren bilden diese Anoden durchgehende Flächen, so daß insbesondere bei einer Horizontalanordnung das entstehende Gas, nämlich Sauerstoff an der Anode und Wasserstoff am Band, nur ungenügend abgeführt werden kann. Dies gilt insbesondere für den Bereich unterhalb des Bandes. Das nicht abgeführte Gas stört und verlangsamt den Verzinkungsprozeß mit der Folge eines ungenügenden Wirkungsgrades der Anlage. Bei Bleianoden kommt noch der zusätzliche Nachteil hinzu, daß sich das Blei in das auf dem Blech abgeschiedene Zink einbaut, wodurch der Korrosionsschutz verschlechtert und die Lackhaftung negativ beeinflußt wird.

Bei einem weiteren bekannten Verfahren zur elektrolytischen Abscheidung von Metallen aus wäßrigen Lösungen der Metallsalze auf Stahlband der einschlägigen Art (europäische Patentanmeldung, Veröffentlichungs-Nr. 0 100 400) wird zur Verbesserung der Elektrolytbewegung und damit einer angestrebten Verkleinerung der Strömungsgrenz- und dadurch der Diffusionsschichtdicke der längs der Ebene des Stahlbandes gerichtete Elektrolytstrom, der im Niederdruck geführt wird, durch Elektrolytteilströme quer zur Bandlaufrichtung, die im Hochdruck gefahren werden, in einen turbulenten Strömungszustand versetzt. Eine nach diesem Verfahren arbeitende Vorrichtung ist allerdings

relativ kompliziert, weil die Elektrolytführung in einem Hochdruck- und einem Niederdruckteil erfolgen muß. Dies erfordert einen relativ großen Aufwand an Rohren, Düsen und ähnlichen Bauteilen sowie u.U. von  
5 zwei Wiederaufbereitungsaggregaten für die beiden Elektrolytströme. Ein weiterer Nachteil resultiert daraus, daß bei diesem Verfahren sich verbrauchende Anoden eingesetzt werden, die natürlich nachgestellt werden müssen. Mit nachführbaren Elektroden ist es  
10 aber nicht möglich, stets in der erforderlichen konstanten Weise einen möglichst geringen Abstand zwischen Anode und Stahlband einzuhalten, um den Spannungsverlust zu minimieren.

15 Während bei den vorstehend beschriebenen Anlagen der Elektrolyt parallel zur Bandoberfläche geführt wird, ist es auch möglich, den Elektrolyten senkrecht auf die Bandoberfläche aufzubringen und auf diese Weise über die Bandoberfläche zu lenken. Bei einer ein-  
20 schlägigen Vorrichtung zum elektrolytischen Behandeln eines Metallbandes dieser Art (DE-OS 31 08 615) sind hierfür die Elektroden mit mindestens einem Schlitz versehen, durch den hindurch der Elektrolyt zur Oberfläche des Metallbandes herausgedrückt wird, so daß  
25 ein geeigneter statischer Druck im Elektrolyten aufgebaut wird, der dafür sorgen soll, daß das Metallband in einem möglichst konstanten Abstand zwischen zwei gegenüberliegenden Elektroden gehalten wird. Bei dieser Anordnung ist aber nicht bedacht, daß zum  
30 einen durch die Schlitz die wirksame Elektrodenfläche erniedrigt wird mit der Folge, daß der Stromtransport zu dem zu behandelnden Band negativ beeinflusst wird und daß andererseits aufgrund des Vorsehens ersichtlich nur weniger Schlitz das Band nicht

ausreichend intensiv und gleichmäßig mit dem Elektrolyten beaufschlagt wird. Vielmehr können in der Strömung zwischen Elektrode und Band Totzonen oder dergleichen entstehen, die aufgrund der dort sich einstellenden Metall-Ionen-Verarmung einen ungenügenden Ionen-transport in Richtung auf das Band bedingen mit der Folge, daß auf diesem ein nicht den Anforderungen entsprechender Schichtaufbau entsteht.

Schließlich ist im Rahmen von Laborversuchen zur Hochleistungsverzinkung schon u.a. eine beschichtete Titananode aus Titan-Streckmetall eingesetzt worden. Durch die Ausnehmungen dieser Titananode wurde die Elektrolytströmung hindurchgedrückt und damit diese Elektrolytströmung im wesentlichen senkrecht auf die Bandoberfläche aufgebracht. Zwischen dieser Titananode und dem Band war ein Faservlies als Art Abstandhalter angeordnet. Diese Laborversuche sollen nun auf einer Bandpilotanlage verifiziert werden.

Insgesamt muß danach festgestellt werden, daß bei den bekannten Verfahren bzw. Vorrichtungen der Gestaltung und der Art der Anode sowohl hinsichtlich der zu erzielenden Stromdichten als auch hinsichtlich der Beteiligung der Anoden an der Elektrolyt-Führung relativ wenig Beachtung geschenkt worden ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, für die angesprochenen Prozesse eine Ventilmetallelektrode bzw. -anode zu schaffen, die den Anforderungen in einem Hochleistungsbetrieb und den dabei auftretenden Problemen Rechnung trägt.

- Diese Aufgabe wird bei einer Elektrode, insbesondere Anode, der vorausgesetzten Art dadurch gelöst, daß die aktive Fläche aus Lamellen aus Ventilmetal mit einer aktiven Oberflächenbeschichtung gebildet ist,
- 5 daß die beschichtete Gesamtoberfläche der Lamellen  $F_A$  und die von der Gesamtanordnung der Lamellen eingenommene Fläche  $F_P$  (Länge x Breite der Elektrodenfläche) einen Flächenfaktor
- 20  $\geq F_A : F_P \geq 4$ , vorzugsweise
- 10 14  $\geq F_A : F_P \geq 6$ , aufweist, und daß die größeren Anteile der beschichteten Oberfläche der Lamellen senkrecht zur Fläche des zu beschichteten Bandes ausgerichtet sind, daß der Stromzuleiter aus einem Stab mit einem Kern aus elektrisch hochleitendem Metall,
- 15 insbesondere Kupfer, und einer Ummantelung aus Ventilmetal besteht, daß der Stromverteiler durch einen Stab aus Ventilmetal gebildet ist, daß der Stromverteiler mit dem Stromzuleiter und über mindestens ein blechartiges Verbindungselement aus Ventilmetal me-
- 20chanisch und elektrisch leitend mit dem Stromzuleiter dadurch verbunden ist, daß das Verbindungselement einerseits mit der Ummantelung des Stromzuleiters und andererseits mit dem Stromverteiler verschweißt ist.
- 25 Der erste Grundgedanke der Erfindung besteht danach darin, die aktive Fläche der Elektrode aufzulösen in eine offene Struktur aus im Abstand zueinander parallel und bei Horizontal- sowie Vertikalzellen in einer Ebene und bei Radialzellen auf einer Zylinderfläche
- 30 angeordneten Lamellen bzw. Stäben oder dergleichen. Diese Lamellen lassen sich sehr einfach auf ebenen und auch auf gekrümmten Flächen anordnen, so daß die erfindungsgemäßen Anoden sich sowohl bei Horizontal- und Vertikalzellen als auch bei Radialzellen einsetzen lassen.
- 35

Eine derart aus Lamellen gebildete aktive Fläche einer Elektrode ist ferner geeignet, durch ihre Struktur die Elektrolytströmung zu steuern und zu lenken. Wie schon ausgeführt wurde, ist zu einer optimalen Prozeßführung eine gezielte Elektrolytbewegung erforderlich, um die Diffusionsschichtdicke auf der Kathode, d.h. dem Band, zu verkleinern und gleichzeitig eine unzulässig große Metall-Ionen-Verarmung des Elektrolyten in der Kathodennähe zu verhindern. Dazu trägt bei der erfindungsgemäßen Elektrode zusätzlich die Art der Gasabfuhr bei. Das Gas kann nämlich zwischen den durch die Lamellen gebildeten Kanälen unter Beschleunigung entweichen. Das derart entweichende Gas reißt die Elektrolytflüssigkeit in Art eines Pumpeneffektes mit, mit der Folge eines sehr schnellen Austausches des Elektrolyten im Bereich der Bandoberfläche mit dem übrigen Elektrolytvolumen. Durch diesen Austausch wird einer Metall-Ionen-Verarmung des Elektrolyten im Kathodenbereich, d.h. im Bandbereich, entgegengewirkt.

Verstärkt wird der geschilderte Pumpeneffekt bei der erfindungsgemäßen Elektrode noch dadurch, daß gemäß einem weiteren Merkmal der erfindungsgemäßen Konzeption die größeren Anteile der beschichteten Oberfläche der Lamellen senkrecht zur Fläche des zu beschichtenden Bandes ausgerichtet sind. Die Lamellen stehen damit - im Querschnitt senkrecht zur Bandoberfläche gesehen - hochkant, besitzen also eine größere Höhe senkrecht zur Bandoberfläche in bezug auf die Breite parallel zur Bandoberfläche. Nachdem sich an den zur Bandoberfläche senkrechten Flächenbereichen der Lamellen sukzessive vom Band weggerichtet die

größere Menge an Gas bildet, wird von dort unter Beschleunigung der Gasstrom vom Band bzw. der Elektrode abgeleitet. Dadurch bleibt andererseits die Gasbeladung im Spalt zwischen Elektrode und Band klein mit  
5 der Folge eines optimalen Wirkungsgrads für den Beschichtungsprozeß.

Die geschilderte Maßnahme, wonach die größeren Anteile der beschichteten Oberfläche der Lamellen senkrecht zur Fläche des zu beschichtenden Bandes ausgerichtet sind, reduziert auch erheblich den Verschleiß der erfindungsgemäßen Elektroden. Aufgrund mechanischen Abriebs zwischen Band und Elektrode können nämlich nur die kleineren Anteile der beschichteten  
10 Oberfläche, welche dem Band zugerichtet sind und parallel zur Bandoberfläche verlaufen, einer mechanischen Abnutzung unterliegen. Die größeren Anteile der aktiven Oberfläche der erfindungsgemäßen Elektrode bleiben aber dabei erhalten. Dies sichert der erfindungsgemäßen Elektrode eine Art Notlaufeigenschaft,  
15 d.h. ein Weiterarbeiten der Elektrode ist auch bei teilweise abgearbeiteter Oberflächenbeschichtung möglich.

25 In engem Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Idee, die aktive Oberfläche der erfindungsgemäßen Elektrode in Form einer Lamellenstruktur auszubilden, steht der weitere Grundgedanke der Erfindung, eine Elektrode mit großem Flächenfaktor zu schaffen, was dadurch erreicht wird, daß die beschichtete Gesamtoberfläche der Lamellen  $F_A$  und die von der Gesamtanordnung der  
30 Lamellen eingenommene Fläche  $F_P$  (Länge x Breite der Elektrodenfläche) einen Flächenfaktor

20  $\geq F_A : F_P \geq 4$ , vorzugsweise  
35 14  $\geq F_A : F_P \geq 6$ , aufweist. Dadurch lassen

sich äußerst hohe kathodische Stromdichten bei relativ geringer Stromdichte und gleichmäßiger Stromverteilung an der aktiven Fläche der erfindungsgemäßen Elektrode erreichen. Aufgrund der vertretbaren Stromdichte an der erfindungsgemäßen Elektrode bei zu-

5 gleich hohen Stromdichten für den elektrolytischen Nutzprozeß weist die aktive Oberflächenbeschichtung, die geeignet gewählt wird, eine lange Lebensdauer auf. Hinzu kommt noch der geschilderte Effekt, daß

10 aufgrund der Lamellenstruktur die "innere Oberfläche", die ebenfalls mit einer aktiven Oberflächenbeschichtung versehen ist, also diejenigen Anteile der beschichteten Oberfläche der Lamellen, die senkrecht zur Fläche des zu beschichtenden Bandes ausgerichtet sind, keiner mechanischen Abnutzung unter-

15 liegt, was ebenfalls zu einer langen Betriebsdauer und zu den Notlaufeigenschaften der erfindungsgemäßen Elektrode beiträgt.

20 Eine weiteres Merkmal der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, den Stromzuleiter der Elektrode aus einem Stab mit einem Kern aus elektrisch hochleitendem Metall, insbesondere Kupfer, zu fertigen. Eine derartige Konstruktion läßt einen Transport einer

25 ausreichend großen Strommenge bei möglichst geringem Spannungsabfall zu. Ferner kann bei Ausbildung eines derartigen Stromzuleiters mit flachem Querschnitt dieser leicht in bezug auf die jeweilige breitere Fläche gebogen werden, so daß dieser Stromzuleiter

30 sehr gut dem vorgegebenen Zellengehäuse angepaßt werden kann. Insbesondere läßt sich ein derartiger Stromzuleiter sehr einfach winkelförmig biegen, so

daß bei einer Horizontal-Zelle der dann im wesentlichen vertikal verlaufende Stromzuleiter am oberen Ende in Richtung auf die Stromschiene und am unteren Ende in Richtung auf den Stromverteiler der horizontal ausgerichteten aktiven Fläche abgewinkelt ausgestaltet werden kann.

Ferner trägt die erfindungsgemäße Maßnahme, daß die Verbindung zwischen dem Stromzuleiter und dem Stromverteiler über ein Verbindungselement herbeigeführt wird, das einerseits mit der Ummantelung des Stromzuleiters und andererseits mit dem Stromverteiler verschweißt ist, zur schnellen und kostengünstigen Reaktivierung der erfindungsgemäßen Elektrode bei. Durch einfaches Auftrennen der Schweißnaht zwischen dem Verbindungselement und dem Stromverteiler lassen sich nämlich der Stromverteiler einschließlich der daran angeordneten Lamellen einfach entfernen, so daß die aktive Fläche der Wiederbeschichtung zugeführt werden kann, während der Stromzuleiter und alle anderen elektrischen Bauteile zur Stromversorgung der Zelle beim Betreiber verbleiben. Beim Betreiber müssen zum schnellen Wiedereinsatz der Zellen nur Aktivteile auf Lager gehalten werden, so daß relativ wenig Kapital gebunden ist. Erst durch dieses einfache Trennen und Wiederausammenfügen der erfindungsgemäßen Elektrode ist der Einsatz eines preisgünstigen und relativ dünnen Coatings auf den Aktivteilen wirtschaftlich sinnvoll. Jedes Verbindungselement kann aus einem Blechstreifen oder mehreren Blechstreifen bestehen. In letzterem Fall ist für jeden Stromverteiler ein separater Blechstreifen vorgesehen.

Schließlich sind noch die prinzipiellen Vorteile einer beschichteten Ventilmetallelektrode bei den zur Rede stehenden Galvanisierungsprozessen anzusprechen. Das Coating dieser derart beschichteten Ventilmetallelektroden ist natürlich wesentlich aktiver als das bis jetzt in erster Linie verwendete Blei. Die Sauerstoffabscheidung ist damit mit den erfindungsgemäßen Elektroden bei niedrigerem Anodenpotential möglich. Dadurch wird eine erhebliche Senkung des anodischen Anteils der Zellenspannung erreicht. Durch den bei der erfindungsgemäßen Elektrode angestrebten großen Flächenfaktor wird eine weitere Absenkung dieses anodischen Anteils der Zelleneinsparung erreicht. Insgesamt ergibt sich also eine erhebliche Energieeinsparung.

Andererseits können mit der erfindungsgemäßen Elektrode größere kathodische Stromdichten bei den Galvanisierungsprozessen erreicht werden, die höhere Bandgeschwindigkeiten ermöglichen.

Von den angesprochenen Ventilmetallen wird sich in erster Linie Titan anbieten. Falls höhere Durchbruchspotentiale erforderlich sind, kann auch an Tantal, Niob oder Zirkon gedacht werden.

Insgesamt wird mit der Erfindung eine Elektrode für Hochleistungs-Galvanisierprozesse zur Verfügung gestellt, die den dabei auftretenden Anforderungen Rechnung trägt. Dabei werden die Erfahrungen genutzt, die mit Ventilmetall-Elektroden als solchen in anderen elektrolytischen bzw. elektrochemischen Prozessen gewonnen werden konnten.

Die Lamellen der erfindungsgemäßen Elektrode können entweder als Vollwand-Lamellen ausgebildet sein oder aber aus Streckmetall. Bei einer Elektrolytströmung parallel zur Bandoberfläche, insbesondere entgegen  
5 der Bandlaufrichtung, können bei einer entsprechenden Anordnung der Lamellen aus Streckmetall quer oder schräg zur Strömungsrichtung diese unmittelbar von dem Elektrolyten durchströmt werden. Dadurch wird die Elektrolytströmung in eine erhöhte Turbulenz ver-  
10 setzt, was zusätzlich zu dem Gasblaseneffekt bzw. zu der bei der offenen Struktur der erfindungsgemäßen Elektrode erreichten Pumpenwirkung einerseits für eine schnelle Gasabfuhr und andererseits zu einer Verkleinerung der kathodenseitigen Diffusionsschicht-  
15 dicke und einer Verhinderung einer unzulässigen Metallionenverarmung des Elektrolyten in Kathodennähe beiträgt. Diese Effekte werden auf wesentlich einfachere Weise erzielt als durch Beaufschlagung der Hauptelektrolytströmung durch Hochdruck-  
20 Elektrolytströme von den Seiten der Elektrode her, wie dies durch den Stand der Technik vorgeschlagen worden ist.

Bei zur Bandoberfläche paralleler Elektrolytströmung  
25 kann es im Hinblick auf die Optimierung der Gasabfuhr zweckmäßig sein, daß die Lamellen, die entweder massiv ausgebildet sind oder aus Streckgitter bestehen, schräg zur Bandlaufrichtung bzw. zur Elektrolytströmung ausgerichtet sind. Die Elektrolytströmung erhält  
30 nämlich dadurch eine Bewegungskomponente in Richtung auf einen der Ränder des zu beschichtenden Bands. Diese derart gerichtete Elektrolytströmung führt zugleich einen Teil des entstandenen Gases seitlich von dem Band weg.

Bei parallel zur Bandoberfläche gerichteter Elektrolytströme wird der angesprochene Effekt noch in dem Fall verstärkt, in dem die Lamellen jeweils aus zwei in einem Winkel miteinander verbundenen Schenkeln bestehen, wobei die Spitze des Winkels entgegengesetzt zur Elektrolytströmung zeigt. Dadurch erhält die Elektrolytströmung und mit ihr das entwickelte Gas Bewegungskomponenten in Richtung auf die beiden Bandränder.

10

Bei Vertikalzellen, aber auch für die oberen Elektroden bei Horizontalzellen, und bei einer parallelen Beaufschlagung der Bandoberfläche durch die Elektrolytströmung kann es sich empfehlen, daß der Abstand der Lamellen zueinander in Strömungsrichtung des Elektrolyten sukzessive vergrößert wird. Damit wird also die Gasdurchtrittsfläche zwischen den Lamellen in Strömungsrichtung des Elektrolyten stetig oder in Stufen vergrößert, was der vermehrten Gasentwicklung in Richtung der Elektrolytströmung Rechnung trägt.

20

Schließlich können aber auch die Lamellen bezüglich ihrer Längserstreckung parallel zur Bandlaufrichtung angeordnet sein. Hier bilden die Lamellen also Kanäle in Richtung der Strömung des Elektrolyten, wodurch dieser mit besonders hoher Strömungsgeschwindigkeit entlang dem zu beschichtenden Band geleitet werden kann.

25

30 Während die vorstehenden Anordnungen sich auf den Fall beziehen, in dem der Elektrolyt parallel zur Ebene des Bandes auf dieses aufgebracht wird, ist auch noch die Möglichkeit zu erörtern, das zu beschichtende Band im wesentlichen senkrecht durch den

Elektrolyten zu beaufschlagen. Auch bei einer derartigen Elektrolytströmung läßt sich die erfindungsgemäße Elektrodenanordnung mit Vorteil einsetzen. Die Auflösung der aktiven Fläche in Stäbe, Lamellen oder dergleichen stellt nämlich eine große Durchtritts-  
5 Gesamtfläche für den Elektrolyten durch die Elektrode zur Verfügung, so daß das zu beschichtende Band sehr intensiv und unter Vermeidung von Totzonen in der Strömung mit der elektrolytischen Lösung beaufschlagt  
10 werden kann. Auch in diesem Fall bewirken die Lamellen eine Art Düseneffekt, der für eine Beschleunigung der Elektrolytströmung sorgt.

Bei der im wesentlichen senkrechten Beaufschlagung der Bandfläche durch den Elektrolyten kann durch entsprechende Höhe der Verbindungselemente zwischen dem  
15 Stromzuleiter und dem Stromverteiler vermieden werden, daß der Stromzuleiter einen Strömungstotraum in der Elektrolyt-Strömung verursacht.

20 Ferner kann es sich empfehlen, daß der jeweilige Stromzuleiter an seinen gegenüberliegenden Enden mit je einem Anschluß für die Stromversorgung ausgerüstet ist. Damit wird der Elektrode von den beiden gegen-  
25 überliegenden Seiten her der Strom zugeführt. Dies sorgt für eine weitere Erniedrigung des Spannungsabfalls im Stromzuleiter.

Es kann des weiteren zweckmäßig sein, mehrere Strom-  
30 zuleiter je aktive Fläche vorzusehen. Auf der gleichen Linie liegt der Gedanke, eine Elektrodenfläche in mehrere Teilflächen zu unterteilen.

Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Elektrode werden im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

- 5 Fig. 1 die perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anode für eine Vertikal-Zelle,
- Fig. 2 einen Schnitt durch die Anordnung gemäß Fig. 1 nach der Schnittlinie II-II,
- 10 Fig. 3 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anode für eine Horizontal-Zelle,
- Fig. 4 bis 7 schematische perspektivische
- 15 Darstellungen von möglichen Anordnungen der Lamellen der aktiven Fläche der erfindungsgemäßen Anode in bezug auf die Band- und Elektrolyt-Führung.
- 20 Die Fig. 1 und 2 betreffen eine erfindungsgemäße Anode, ausgelegt für eine Vertikal-Zelle, in der also die Anoden und die Bandführung im Bereich der Anoden vertikal orientiert sind. Danach ist an einer Stromschiene 1, die ganz aus Kupfer bestehen kann, ein
- 25 insgesamt mit 10 bezeichneter, vertikal ausgerichteter Stromzuleiter 10 dadurch mechanisch und elektrisch leitend verbunden, daß das obere Ende des Stromzuleiters 10 mit einer Kopfplatte 2 verschweißt ist, die wiederum mittels Schrauben 3 an der Stromschiene 1 befestigt ist. Wie aus der Schnittzeichnung
- 30 gemäß Fig. 2 hervorgeht, besteht der Stromzuleiter aus einem Kern 11 aus elektrisch hochleitendem Werkstoff, vorzugsweise Kupfer, und einem Mantel 12 aus

Ventilmetall, vorzugsweise aus Titan. Der Stromzu-  
leiter 10 ist mit dazu senkrecht, d.h. in der Einbau-  
stellung der Anode horizontal, verlaufenden Stromver-  
teilern 20, die ebenfalls vorzugsweise aus Titan be-  
5 stehen, dadurch verbunden, daß zwei blechartige Ver-  
bindungselemente 30 zum Stromzuleiter 10 parallel  
verlaufend mit dessen Mantel 12 längs einer Schweiß-  
naht 31 verschweißt sind, während andererseits die  
10 Stromverteiler 20 mit den gegenüberliegenden Rändern  
der blechartigen Verbindungselemente 30 längs den  
Schweißnähten 32 verschweißt sind. Die blechartigen  
Verbindungselemente 30 bestehen ebenfalls zweckmäßi-  
gerweise aus Titan. Die aktive Fläche 40 dieser Anode  
ist gebildet aus Lamellen 41, die im Abstand zueinan-  
15 der parallel und in der Einbaustellung der Anode ver-  
tikal verlaufend in einer Ebene angeordnet sind. Die  
Lamellen haben dabei einen relativ schmalen recht-  
eckigen Querschnitt und sind mit ihrer (größeren) Hö-  
he senkrecht zu den Stromverteilern 20 und damit  
20 senkrecht zu dem auf der anderen Seite entlanggeföh-  
rten, zu beschichtenden Band ausgerichtet. Die Lamel-  
len 41 selbst bestehen aus Ventilmetall, zweckmäßi-  
gerweise ebenfalls Titan, und sind mit einer aktiven  
Oberflächenbeschichtung ausgerüstet. Aufgrund der ge-  
25 troffenen Anordnung der Lamellen 41, ihrer Abmessun-  
gen und ihrer Abstände zueinander genügen die Lamel-  
len 41 den Beziehungen, daß die beschichtete Gesamt-  
oberfläche der Lamellen  $F_A$  und die von der Gesamt-  
anordnung der Lamellen eingenommene Fläche  $F_P$  (Län-  
30 ge x Breite der Elektrodenfläche 40) einen Flächen-  
faktor  $20 \geq F_A : F_P \geq 4$  aufweist, und daß die  
größeren Anteile der beschichteten Oberfläche der La-  
mellen 41 senkrecht zur Fläche des zu beschichtenden  
Bandes ausgerichtet sind.

Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Anode, angepaßt an eine Horizontal-Zelle, in der also die Anoden sowie die Bandführung im Bereich der Anoden horizontal orientiert sind. Dabei sind gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen. In diesem Fall sind 5 danach pro Anode zwei Stromzuleiter 10 vorgesehen, die als Doppelwinkel ausgeführt sind, so daß jeweils der obere horizontale Schenkel 13 mit einer Stromschiene verbindbar ist, der vertikale Schenkel 14 in 10 die Zelle hineinführt und an dem horizontalen Schenkel 15 die aktive Fläche 40 der Anode angeschlossen ist. Dies erfolgt in analoger Weise über blechartige Verbindungselemente 30, die jeweils beidseits des jeweiligen horizontalen Schenkels 15 und parallel zu 15 diesem verlaufend mit den Stromzuleitern 10 verschweißt sind und mit denen andererseits die zu den Stromzuleitern senkrecht verlaufenden Stromverteiler 20 verschweißt sind. An den unteren Flächen der Stromverteiler 20 sind die Lamellen 41 angeordnet, 20 die die aktive Fläche 40 der Anode darstellen. Diese Lamellen 41 genügen ebenfalls den oben angegebenen Beziehungen.

Auch bei der Anordnung nach Fig. 3 bestehen die 25 Stromzuleiter aus einem Kern aus elektrisch hochleitendem Metall, insbesondere Kupfer, und einer Umman- telung aus Ventilmetall, insbesondere Titan. Die Stromzuleiter 10 weisen aber im Gegensatz zu der An- ordnung nach den Fig. 1 und 2 einen flachen recht- 30 eckigen Querschnitt auf, wobei die winkelförmige Bie- gung um eine Breitseite erfolgt. Es hat sich heraus- gestellt, daß derartige Biegungen ohne weite der Verbundkonstruktion ausgeführt werden kö

Die blechartigen Verbindungselemente 30 müssen nicht durchgehend ausgebildet sein. Vielmehr können sie als kurze Elemente ausgebildet sein, so daß jeweils ein derartiges Verbindungselement 30 einem Stromverteiler 20 zugeordnet ist.

Die Fig. 4 zeigt eine Anordnung der Lamellen 41 der aktiven Fläche 40 einer erfindungsgemäßen Anode derart, daß die Lamellen 41 bezüglich ihrer Längserstreckung quer zu der mit Pfeil angedeuteten Laufrichtung des Bandes ausgerichtet sind. Vorzugsweise entgegen dieser Bandlaufrichtung wird der Elektrolyt geführt. Bei dieser Orientierung von Band und Elektrolytströmung bestehen die Lamellen 41 zweckmäßigerweise aus Streckmetall, wodurch der Elektrolyt die Lamellenflächen selbst durchströmt und hierdurch in hohe Turbulenz versetzt wird.

Gemäß Fig. 5 sind die Lamellen 41 der aktiven Fläche 40 der erfindungsgemäßen Anode schräg zur Bandlaufrichtung angeordnet. Hierdurch erhält die parallel zur Bandoberfläche gerichtete Elektrolytströmung eine Bewegungskomponente in Richtung auf einen Rand des zu beschichtenden Bandes, wodurch die Gasabführung auch in dieser Richtung gefördert wird.

Einem gleichen Ziel dient die Anordnung nach Fig. 6, bei der die Lamellen 41 der aktiven Fläche 40 der erfindungsgemäßen Anode jeweils aus zwei zueinander winkelförmig orientierten Schenkeln 42 bestehen. Der Scheitel dieser winkelförmigen Lamellen 41 ist zweckmäßigerweise entgegen der Elektrolytströmung gerichtet, wodurch diese eine Bewegungskomponente in Richtung auf beide Ränder des Bandes erhält.

Schließlich zeigt die Fig. 7 eine Anordnung der Lamellen 41 der aktiven Fläche 40 der erfindungsgemäßen Anode parallel zur Bandlaufrichtung sowie zur Elektrolytströmung. Auch in diesem Fall bewirken die Lamellen einen Art Düseneffekt, der für eine Beschleunigung der Elektrolytströmung sorgt.

Patentansprüche:

1. Beschichtete Ventilmetail-Elektrode zur elektrolytischen Abscheidung von Metallen aus wässrigen Lösungen der Metallsalze auf ein in bezug auf diese bewegtes Metall-Flachzeug, insbesondere Band, vorzugsweise Anode zur elektrolytischen Galvanisierung mit Zink, bestehend aus
  - 5 - mindestens einem Stromzuleiter,
  - 10 - mindestens einem damit elektrisch leitend verbundenen Stromverteiler und
  - einer daran angeordneten aktiven Fläche, die zu dem Metallband ausgerichtet ist, dadurch  
15 gekennzeichnet,

- daß die aktive Fläche (40) aus Lamellen (41) aus Ventilmetail mit einer aktiven Oberflächenbeschichtung gebildet ist,
- 5 - daß die beschichtete Gesamtoberfläche der Lamellen  $F_A$  und die von der Gesamtanordnung der Lamellen eingenommene Fläche  $F_P$  (Länge und Breite der Elektrodenfläche) einen Flächenfaktor  $20 \geq F_A : F_P \geq 4$ , vorzugsweise  $14 \geq F_A : F_P \geq 6$ , aufweist, und  
10
- daß die größeren Anteile der beschichteten Oberfläche der Lamellen (41) senkrecht zur Fläche des zu beschichteten Bandes ausgerichtet sind,  
15
- daß der Stromzuleiter (10) aus einem Stab mit einem Kern (11) aus elektrisch hochleitendem Metall, insbesondere Kupfer, und einer Ummantelung (12) aus Ventilmetail besteht,  
20
- daß der Stromverteiler (20) durch einen Stab aus Ventilmetail gebildet ist, und
- 25 - daß der Stromverteiler (20) mit dem Stromzuleiter (10) und über mindestens ein blechartiges Verbindungselement (30) aus Ventilmetail mechanisch und elektrisch leitend mit dem Stromzuleiter dadurch verbunden ist, daß das  
30 Verbindungselement (30) einerseits (bei 31) mit der Ummantelung (11) des Stromzuleiters (10) und andererseits (bei 32) mit dem Stromverteiler (20) verschweißt ist.

2. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (41) der aktiven Fläche (40) als Vollwand-Lamellen ausgebildet sind.
- 5 3. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (41) der aktiven Fläche (40) aus Streckmetall bestehen.
- 10 4. Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (41) in bezug auf ihre Längserstreckung quer zur Bandlaufrichtung verlaufen (Fig. 4).
- 15 5. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (41) in bezug auf ihre Längserstreckung schräg zur Bandlaufrichtung ausgerichtet sind (Fig. 5).
- 20 6. Elektrode nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (41) aus zwei in einem Winkel miteinander verbundenen Schenkeln (42) bestehen (Fig. 6).
- 25 7. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen (41) in bezug auf ihre Längserstreckung längs zur Bandlaufrichtung ausgerichtet sind (Fig. 7).
- 30 8. Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Beaufschlagung des Bandes mit der Elektrolytströmung parallel zur Bandoberfläche der Abstand der Lamellen zueinander in Strömungsrichtung des Elektrolyten sich vergrößert.

- 5 9. Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellen - im Schnitt parallel zur Oberfläche des zu beschichtenden Bandes - zick-zack-förmig ausgebildet sind.
- 10 10. Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Stromzuleiter an seinen gegenüberliegenden Enden mit je einem Anschluß für die Stromversorgung ausgerüstet ist.

FIG. 1

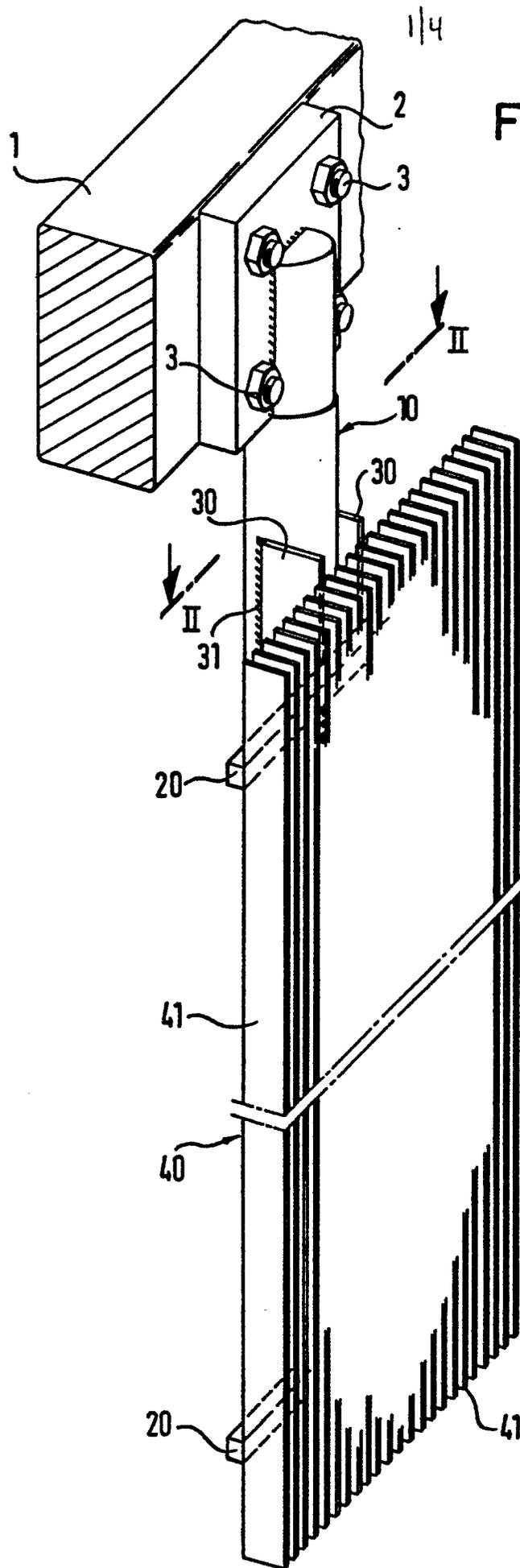


FIG. 2

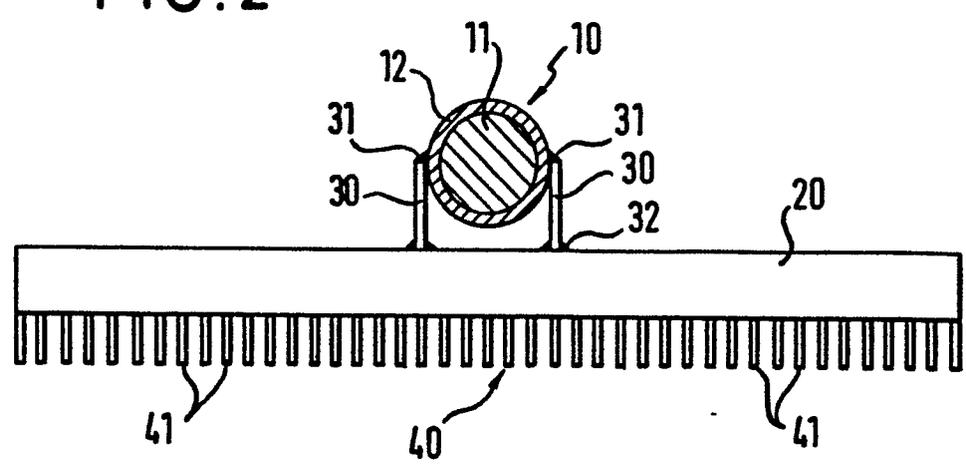


FIG. 4

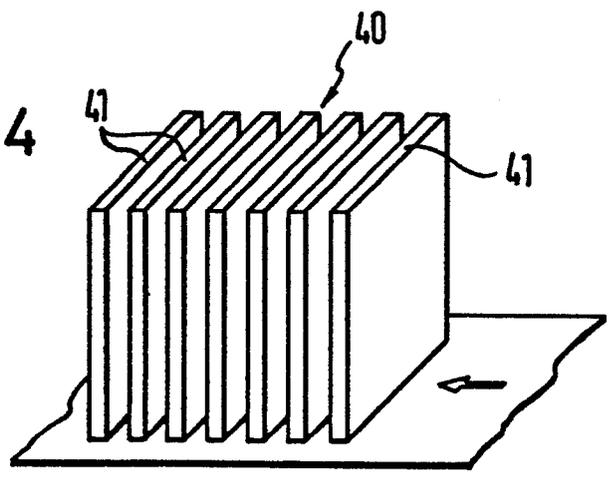


FIG. 5

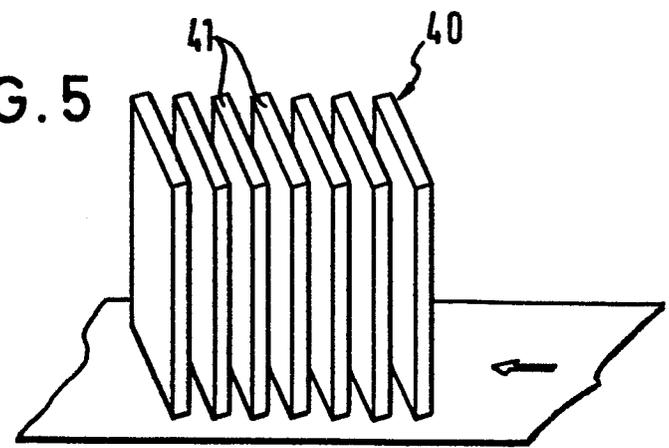


FIG. 3

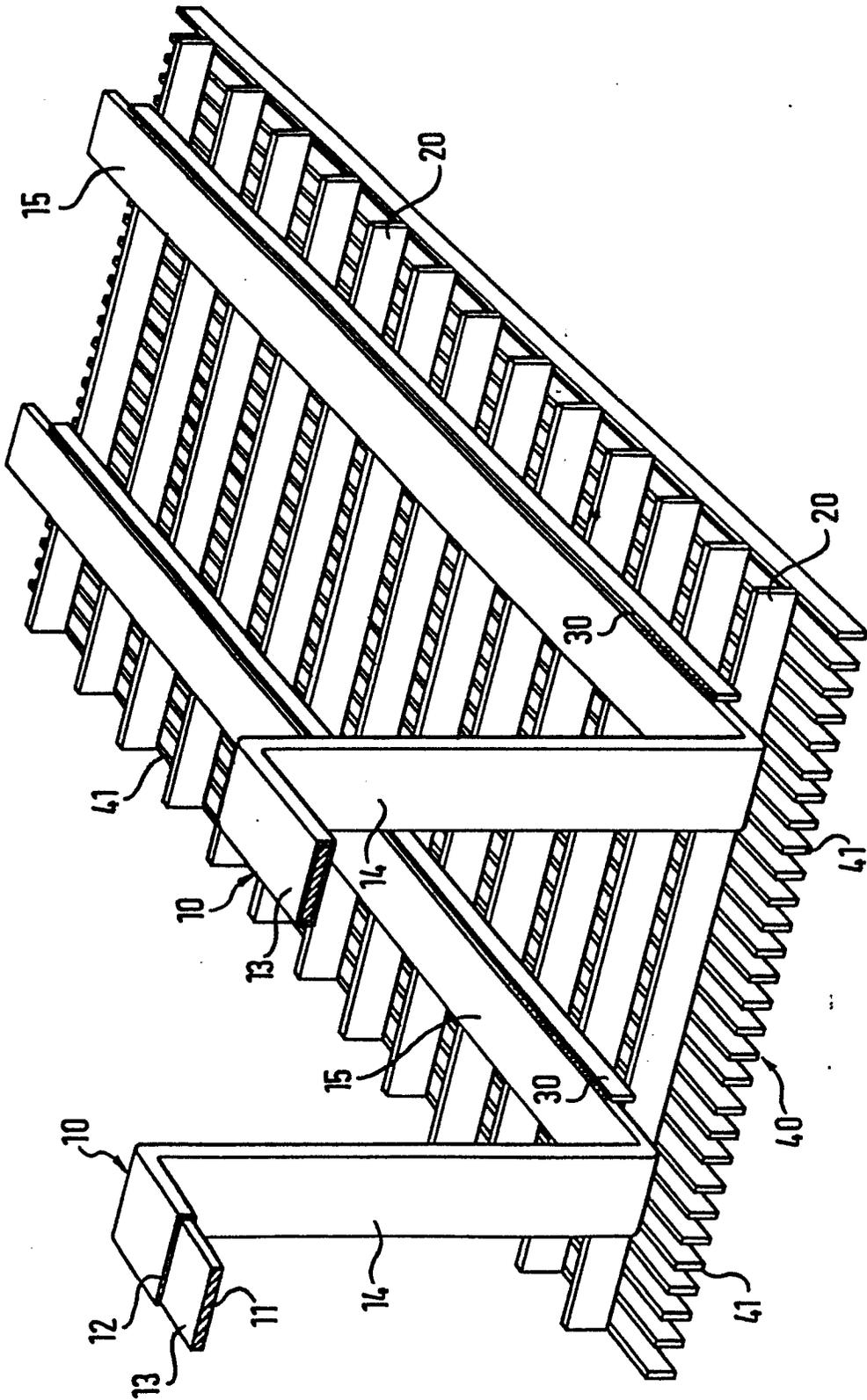


FIG. 6

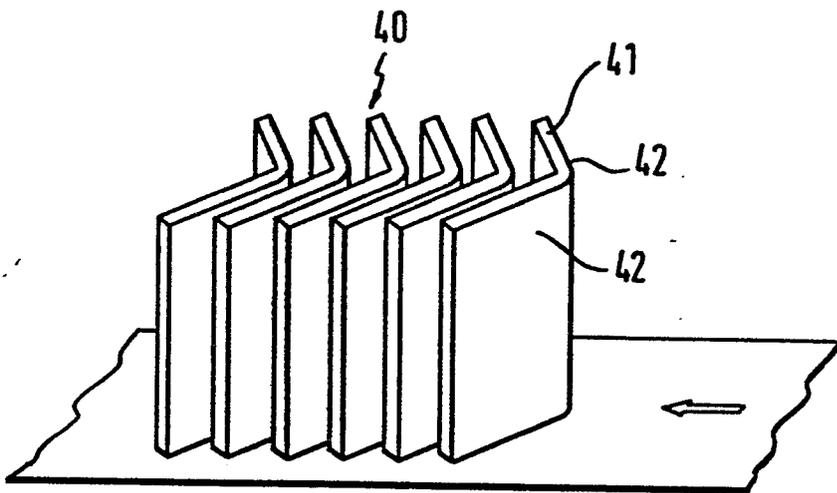


FIG. 7

