(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 875 605 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.11.1998 Patentblatt 1998/45

(51) Int. Cl.[6]: **C25D 7/06**

(21) Anmeldenummer: **98107344.8**

(22) Anmeldetag: **22.04.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **25.04.1997 DE 19717489**

(71) Anmelder:
SMS SCHLOEMANN-SIEMAG AKTIENGESELLSCHAFT
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder: **Schimion, Werner**
57271 Hilchenbach (DE)

(74) Vertreter:
Valentin, Ekkehard et al
Patentanwälte,
Müller-Grosse-Pollmeier-Valentin-Gihske,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)

(54) Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung von Bändern

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung von Bändern, bei der Kantenaufwachsungen des abgeschiedenen Metalls sicher verhindert und gleichzeitig die Nachteile von Anordnungen nach den Stand der Technik mit Kentenmasken vermieden werden sollen.

Diese Aufgabe wird durch eine kantenmaskenfreie Anordnung zum Metallbeschichten gelöst, bei der jede Anode parallel zur Laufrichtung des Bandes in Anodenstreifen geteilt ist, die Anodenstreifen gegeneinander isoliert sind und jeder Anodenstreifen einzeln mit Strom versorgt ist.

EP 0 875 605 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung von Bändern, die durch einen mit Metall angereicherten sauren Elektrolyten laufen, mit mindestens einer parallel zu dem Band angeordneten unlöslichen Anode, von der der Strom zum als Kathode geschalteten Band fließt, wobei Metall aus dem Elektrolyten auf der Oberfläche des Bandes abgeschieden wird.

Kaltgewalztes Band aus normalem Kohlenstoffstahl muß mit einer Schutzschicht versehen werden, um die Korrosion zu verhindern oder zumindest stark zu verzögern. Die Art der Schutzschicht richtet sich nach dem Verwendungszweck und dem wirtschaftlich vertretbarem Aufwand.

Zum Stand der Technik gehört u. a. das Verzinken. Bei der Verzinkung kann der Korrosionsschutz durch einen metallischen Überzug erreicht werden, der elektrolytisch aufgetragen wird.

Anlagen zum ein- oder beidseitigem Auftragen derartiger Zinkschichten in Dicken von etwa 2,5 - 15 Micrometern sind aus dem Stand der Technik bekannt. Die Anoden sind parallel zum Band in einem möglichst geringen Abstand zwischen 5 und 30 mm angeordnet. Der Raum zwischen jeder Anode und dem Band ist mit einem mit Metall (Zink) angereicherten, sauren Elektrolyten gefüllt. Während des Beschichtens fließt der Strom von den Anoden zu dem als Kathode geschalteten Band, auf dessen Oberfläche das Zink abgeschieden wird.

Mit diesen herkömmlichen Anordnungen kommt es sowohl bei einals auch bei beidseitiger Beschichtung zu Problemen. Die Stromflußdichte nimmt zu den Kanten des Bandes hin zu. Infolgedessen kommt es an den Bandkanten zu einer außerordentlich hohen Stromdichte, was zu einer verstärkten Abscheidung von Zink führt. Daher ist im Kanterbereich des Bandes die Zinkschicht etwa 2 bis 3 mal dicker als die mittlere Zinkschicht.

Abgesehen von der Metall- und Energieverschwendung führt dies zu Problemen beim Aufwickeln der Bänder und in den nachfolgenden Verarbeitungsprozessen. Aus diesem Grund müssen die Bänder an den Kanten vor dem Aufwickeln sehr breit basäumt werden, was neben dem erheblichen Materialverlust zusätzlichen Arbeitsaufwand mit sich bringt.

Soll mit einer derartigen Anordnung das Band nur einseitig beschichtet werden, kommen weitere Probleme hinzu. Wird die Anode der nicht zu beschichtenden Bandseite völlig entfernt oder durch eine Dummy-Anode, (z. B. eine Kunststoffplatte) ersetzt, kommt es nicht nur zu einem Kantenaufzinken auf der zu beschichtenden Seite, sondern infolge eines Umgriffes des Stromflusses auch zu einem Kantenaufzinken auf der nicht zu beschichtenden Seite.

Wird die Anode auf der nicht zu beschichtenden Seite lediglich elektrisch abgeschaltet, kommt es außerdem noch dazu, daß auch auf der nicht zu beschichtenden Bandseite Metall abgeschieden wird. Der Grund hierfür liegt darin, daß von den gegenüber dem Band breiteren Anoden außerhalb des Bandbereiches Strom durch den Elektrolyten auf die abgeschaltete Anode übergeht und diese damit unter Spannung gegenüber dem Band setzt.

Um diesen Problemen zu begegnen, sind bereits sogenannte Kantenmasken bekannt geworden, die in Form von elektrisch isolierenden Platten oder Folien den Stromfluß zwischen den beiden Anoden neben dem Band verhindern.

Die Bandkanten umfassen an den Stirnseiten der elektrisch isolierenden Platten angeordnete U-Profile. Von der Eintauchtiefe der Bandkanten in die U-Profile hängt das Maß der Kantenaufzinkung ab. Es ist daher erforderlich, die U-Pofile dem Bandlauf stets exakt nachzuführen. Dies erfordert eine Bandkanten-Positionsmessung und aufwendige Kantenmaskenantriebe mit komplizierter Meß- und Regelungstechnik.

Ein weiterer Nachteil der Kantenmasken ist deren Störanfälligkeit. Beispielsweise nicht glatte Bandkanten oder plötzlich auftretende Breitenschwankungen des Bandes können die Kantenmasken beschädigen. Teuere Stillstände und Reparaturen sind die Folge.

Schließlich erfordern die Kantenmasken einen Mindestabstand zwischen den Anoden, um sie hinreichend stabil ausführen zu können.

Außerdem lösen auch die Kantenmasken nicht das Problem, daß die Beschichtungsdicke über die Breite des Bandes ein direktes Abbild des Querprofiles des Bandes ist. Weist das Band beispielsweise einen Querbogen oder andere Unplanheiten oder Schieflagen zwischen den Anoden auf, resultiert hieraus eine ungleichmäßige Beschichtungsdicke. Um diesen unerwünschten Effekt zu vermeiden, werden den Beschichtungsprozessen nach dem Stand der Technik teuere Streckrichtanlagen vorgeschaltet.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung der eingangs erwähnten Art zu schaffen, die Kantenaufwachsungen des abgeschiedenen Metalls sicher verhindert und gleichzeitig die Nachteile der Anordnungen mit Kantenmasken vermeidet. Insbesondere soll ein gleichmäßige Metallbeschichtung unabhängig von etwaigen Bandunplanheiten gewährleistet, eine Entfernung der Anode auf einer nicht zu beschichtenden Seite überflüssig und keine beweglichen Teile im Anodenbereich erforderlich sein.

Im einzelnen wird diese Aufgabe bei einer Anordnung der eingangs erwähnten Art dadurch gelöst, daß jede Anode parallel zur Laufrichtung des Bandes in Anodenstreifen geteilt ist, die Anodenstreifen gegeneinander isoliert sind und jeder Anodenstreifen einzeln mit Strom versorgt ist.

Die erfindungsgemäße Anordnung erlaubt es, in Abhängigkeit der jeweiligen Breite des zu beschichten-

den Bandes nur diejenigen Anodenstreifen mit Strom zu versorgen, die sich gegenüber dem Band befinden. Hierzu läßt sich die aktuelle Bandlage mit dem sowieso vorhandenen Bandlagenmeßsystem ermitteln.

Mit der erfindungsgemäßen Anordnung lassen sich insbesondere auch unplane Bänder vorteilhaft beschichten, indem die Stromversorgung einzelner Anodenstreifen, die der Bandoberfläche näher stehen als vom Mittelwert der Abstände vorgesehen, abgeschaltet werden.

Infolge der Streuwirkung der benachbarten Anodenstreifen wird das Band zwar weiter beschichtet, jedoch in geringerem Maße. Abgeschwächt gilt dies auch für die übernächsten Streifen. Infolgedessen führt das Abschalten einzelner Anodenstreifen zu einer Vergleichmäßigung der Beschichtung.

Wenn zwischen den Anodenstreifen angeordnete Isolierstoffe die Anodenstreifen gegeneinander isolieren und die Isolierstoffe zumindest über die dem Band zugewandte Oberfläche jeder Anode hinaus in das Elektrolyt hineinragen, wird ein Stromübergang von einem mit Strom versorgten Anodenstreifen auf einen nicht versorgten Anodenstreifen wirkungsvoll unterbunden. Dies wirkt sich insbesondere im Bandkantenbereich vorteilhaft aus, da der Stromfluß direkt auf die Bandoberfläche gelenkt und die beim Stand der Technik übliche, hohe Stromdichtenkonzentration unterbunden wird.

Sind die Anodenstreifen genügend schmal, läßt sich durch Wahl der Über- oder Unterdeckung der Bandkanten mit bestromten Anodenstreifen auch die Schichtdicke steuern, beispielsweise zur Bandkante hin abfallend, gleichmäßig oder ansteigend. Die über die Oberfläche jeder Anode hinausragenden Isolierstreifen schützen bei genügend schmalen Anodenstreifen die Anode vor Bandanschlägen, für die extrem unplane Bänder oder ein Nachlassen der Zugspannung in dem Band ursächlich sein können. Die unter Strom bei herkömmlicher Anordnungen zu hohen Kurzschlußströmen führenden und mit einer starken Beschädigung der Anodenoberfläche einhergehen Bandberührungen, werden in dieser Ausgestaltung der Erfindung daher sicher vermieden.

Um diesem Risiko noch wirksamer zu begegnen, sind die Isolierstreifen vorzugsweise aus verschleißfestem und bruchsicherem Material hergestellt.

Ein weiterer zentraler Vorteil der über die Oberfläche jeder Anode hinausragenden Isolierstreifen besteht darin, daß das Elektrolyt parallel mit der oder gegen die Bandlaufrichtung geführt wird. Die sich über die Bandbreite einstellende, gleichmäßige Strömungsgeschwindigkeit hat eine gleichmäßigere Metallabscheidung als bei den bekannten Anordnungen zur Folge, bei der Querströme auftreten können, insbesondere wenn die Zu- und/oder Abfuhr des strömenden Elektrolyts in den Anodenbereich nicht sorgfältig ausgeführt sind.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind mehrere erfindungsgemäße Anoden in Laufrichtung des Bandes hintereinander geschaltet. Aufgrund der individuellen Steuerungsmöglichkeiten der hintereinander geschalteten Anoder läßt sich über die Summierung des mit jeder einzelnen Anode individuell steuerbaren Beschichtungsprofils eine stets gleichmäßige Schichtdicke gewährleisten.

Besonders wirksam läßt sich das Beschichtungsprofil steuern, indem die Anodenstreifen mit Hilfe eines Stromreglers mit Strom versorgt werden. Der Stromregler hält die in jedem Anodenstreifen gewünschte Stromstärke konstant. Da nach dem Gesetz vom Coulomb die galvanisch abgeschiedene Metallmasse direkt proportional der Stromsumme ist, läßt sich damit die Beschichtungsdicke genau steuern (z.B. ein Gramm Zinkabscheidung erfordert 1,22 Ah).

Alternativ läßt sich die Dicke der Beschichtung dadurch steuern, daß die Anodenstreifen jeder Anode über ihre Länge mehrfach unterteilt sind und jeder Anodenstreifenteil vorzugsweise über einen Schalter einzeln mit Strom versorgt ist. Wird der Anodenstreifen beispielsweise 4-fach unterteilt, kann jeder Anodenstreifen mit 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, und 100 % Stromstärke beaufschlagt werden.

Hierdurch wird ein prozentual adäquater Schichtaufbau auf dem Band im Bereich dieses Teils des Anodenstreifens hergestellt.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Prinzipzeichnungen und Diagrammen zur Erfindung und zum Stand der Technik des näheren erläutert:

Es zeigen:

- Figur 1: Eine Anordnung zum elektrogalvanischen Beschichten von Bändern nach dem Stand der Technik ohne Kantenmasken,
- Figur 2: eine Anordnung zur elektrogalvanischen Beschichtung von Bändern nach dem Stand der Technik mit Kantenmasken,
- Figur 3: eine Darstellung der Schichtdicke bei unplanen Bändern am Beispiel eines Bandes mit Querbogen,
- Figur 4: ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung,
- Figur 5: eine Darstellung zur Schichtdickensteuerung mit Hilfe einer erfindungsgemäßen Anordnung mit vier hintereinander geschalteten Anoden bei einseitiger Beschichtung sowie
- Figur 6: ein Diagramm zur Verdeutlichung des Schichtdickenausgleichs im Kantenbereich des Bandes.

Figur 1 zeigt eine Anordnung zum elektrogalvanischen Beschichten eines in einem Elektrolyt 1 laufenden Bandes 2. Parallel zu den Oberflächen 2a, 2b des Bandes 2 sind in geringem Abstand eine obere und eine untere Anode 3a, 3b angeordnet. Die Breite der oberen und unteren Anode 3a, 3b richtet sich nach dem

breitesten zu beschichtenden Band. Bei einer Breite des Bandes von beispielsweise 1850 mm kann die Anodenbreite 2050 mm betragen.

Während der Metallbeschichtung fließt Strom von den Anoden 3a, 3b zu dem als Kathode geschalteten Band 2. Das Zink aus den Elektrolyten 1 wird auf den Oberflächen 2a, 2b abgeschieden.

Um eine Aufwachsung von Zink an Kanten 2c, 2d des Bandes 2 zu verhindern, wurden im Stand der Technik die Anordnung sogenannter Kantenmasken 4, wie in Figur 2 dargestellt, vorgeschlagen. Sie bestehen aus isolierenden Platten 4a, 4b und die Bandkanten 2c, 2d umfassenden U-Profilen 4c, 4d.

Von der Eintauchtiefe t der Bandkanten 2c, 2d hängt das Maß der Aufzinkung ab. Ein in der Figur 2 nicht gezeigter Antrieb für die Kantenmaske 4 führt die U-Profile 4c, 4d exakt dem Verlauf der Bandkanten 2c, 2d nach. Hiermit ist ein hoher Meß- und Regelungsaufwand verbunden.

Sowohl der Anordnung nach Figur 1 als auch nach Figur 2 haftet der Nachteil an, daß die Beschichtungsdicke über die Breite des Bandes ein direktes Abbild des Querprofiles des Bandes 2 ist.

Figur 3 veranschaulicht diesen Zusammenhang am Beispiel eines bogenförmigen Querschnitts des Bandes 2, das zwischen einer oberen und einer unteren Anode 3a, 3b geführt wird.

Die erfindungsgemäße Anordnung in Figur 4 besteht aus einzelnen Anodenstreifen 5a, 5b, die im gezeigten Ausführungsbeispiel sowohl oberhalb als auch unterhalb des Bandes 2 angeordnet sind. Die einzelnen Anodenstreifen 5a, 5b sind durch Isolierstreifen 6a, 6b gegeneinander isoliert, die in Richtung des Elektrolyten 1 über die Oberfläche der durch die Streifen 5a, 5b gebildeten Anoden hinausragen.

Die Anodenstreifen 5a, 5b bilden jeweils eine untere und eine obere kastenförmige Anode, die mit in Figur 4 nicht gezeigten seitlichen Abschlüssen zugleich den Strömungskanal für den Elektrolyten 1 bilden.

Indem mindestens einer der seitlichen Abschlüsse des Strömungskanals für den Elektrolyten 1 lösbar ausgebildet ist, läßt sich die gesamte Anordnung durch seitliches Verschieben mit geringem Zeitaufwand für Reparatur- und / oder Wartungsarbeiten austauschen. Besondere Beschichtungszellen sind bei einer solchen Ausführung entbehrlich.

Im Ausführungsbeispiel wird jeder einzelne Anodenstreifen 5a, 5b über jeweils einen eigenen Schalter 8a, 8b mit einem zentralen Gleichrichter 7a, 7b verbunden, der ihn mit Strom versorgt.

In Figur 4 ist zu sehen, daß lediglich diejenigen Schalter 8a, 8b geschlossen sind, denen Anodenstreifen 5a, 5b zugeordnet sind, die sich gegenüber der Oberfläche 2a, 2b des Bandes 2 befinden.

Anstelle der zentralen Gleichrichter 7a, 7b ist es auch möglich, jedem einzelnen Anodenstreifen einen separaten Gleichrichter zuzuordnen, der entweder über einen Schalter oder einen Stromregler mit dem Anodenstreifen verbunden ist.

Die lediglich wenige Millimeter in das Elektrolyt 1 hineinragenden Isolierstreifen 6a, 6b verhindern ein Anschlagen des Bandes 2.

Die Darstellung in Figur 5 geht davon aus, daß 4 erfindungsgemäß gestaltete Anoden (Figur 4) in Bandlaufrichtung hintereinander angeordnet sind. In dem Ausführungsbeispiel erfolgt lediglich eine Beschichtung auf der Oberfläche 2a des Bandes 2. Die Anodenstreifen 5b der unteren Anode sind sämtlich abgeschaltet.

In der linken Bildhälfte ist die Beschaltung der einzelnen Anodenstreifen 5a zu erkennen; im jeweiligen Diagramm rechts daneben, die sich über die Breite des Bandes 2 auf dessen Oberfläche 2a ausbildende Stärke der Zinkschicht.

Die Vergleichmäßigung durch die Aufsummierung der durch die aufeinanderfolgenden Anoden aufgebrachten Schichtstärken ist deutlich zu erkennen.

Schließlich zeigt Figur 6 eine Glättung der Zinkschicht im Kantenbereich beim Durchlaufen von nur 2 hintereinander geschalteten Anoden mit unterschiedlicher Beschaltung der Anodenstreifen 5a, 5b im Kantenbereich des Bandes 2.

Patentansprüche

1. Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung von Bändern, die durch einen mit Metall angereicherten sauren Elektrolyten laufen, mit mindestens einer parallel zu dem Band angeordneten unlöslichen Anode, von der der Strom zum als Kathode geschalteten Band fließt, wobei Metall aus dem Elektrolyten auf der Oberfläche des Bandes abgeschieden wird,
   dadurch gekennzeichnet,

   - daß jede Anode parallel zur Laufrichtung des Bandes in Anodenstreifen (5a, 5b) geteilt ist,
   - daß die Anodenstreifen (5a, 5b) gegeneinander isoliert sind und
   - daß jeder Anodenstreifen (5a, 5b) einzeln mit Strom versorgt ist.

2. Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung von Bändern nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß die Anode breiter als jedes in der Anordnung zu beschichtende Band (2) ist.

3. Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung von Bändern nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet,

   - daß zwischen den Anodenstreifen (5a, 5b) angeordnete Isolierstoffe die Anodenstreifen gegeneinander isolieren und

- daß die Isolierstoffe zumindest über die dem Band zugewandte Oberfläche jeder Anode hinaus in das Elektrolyt (1) hineinragen.

4. Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung von Bändern nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Isolierstoffe in Form von Streifen (6a, 6b) verschleißfest und bruchsicher sind.

5. Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung von Bändern nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Anodenstreifen (5a, 5b) eine Breite im Bereich zwischen 5 - 40 mm aufweisen.

6. Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung von Bändern nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß mehrere Anoden in Laufrichtung des Bandes (2) hintereinander geschaltet sind.

7. Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung von Bändern nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß jeder Anodenstreifen (5a, 5b) einzeln mittels eines Schalters (8a, 8b) mit Strom versorgt ist.

8. Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung von Bändern nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß jeder Anodenstreifen (5a, 5b) einzeln mittels eines Stromreglers mit Strom versorgt ist.

9. Anordnung zur elektrogalvanischen Metallbeschichtung von Bändern nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Anodenstreifen (5a, 5b) jeder Anode über ihre Länge mehrfach unterteilt sind und jeder Anodenstreifenteil, vorzugsweise über einen Schalter einzeln mit Strom versorgt ist.

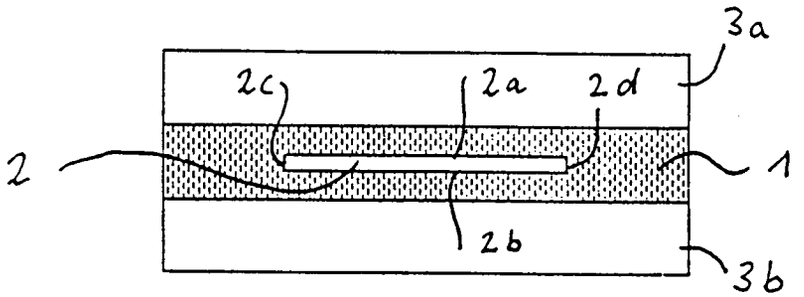


Fig. 1

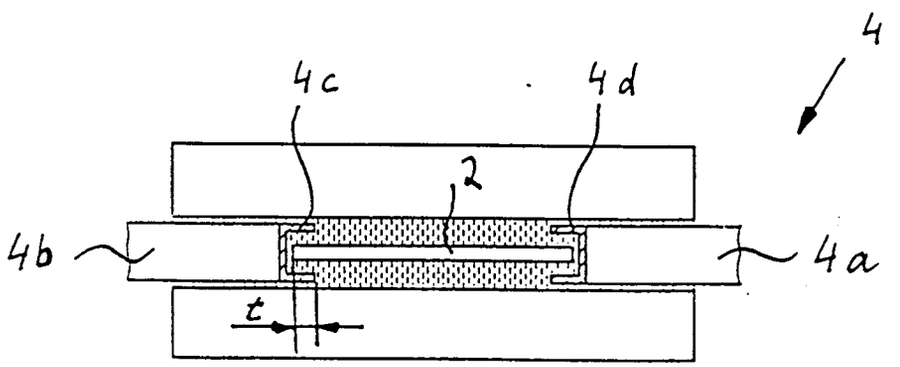
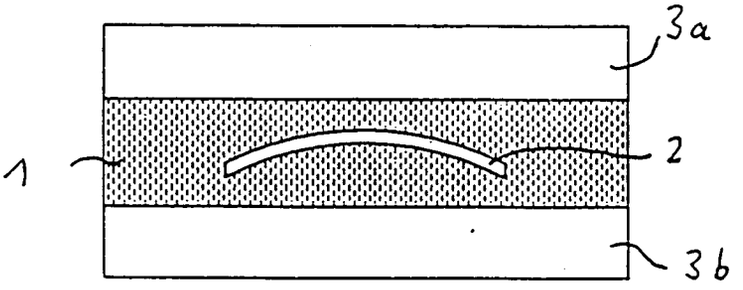


Fig. 2


3a
1
2
3b

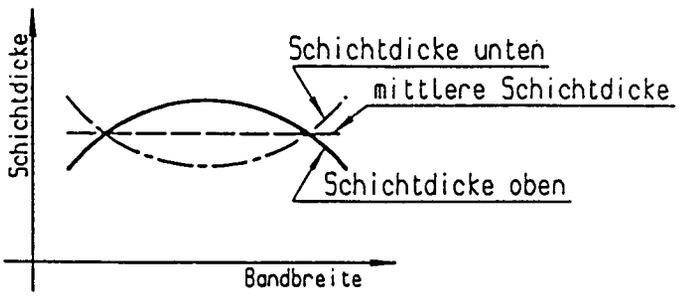
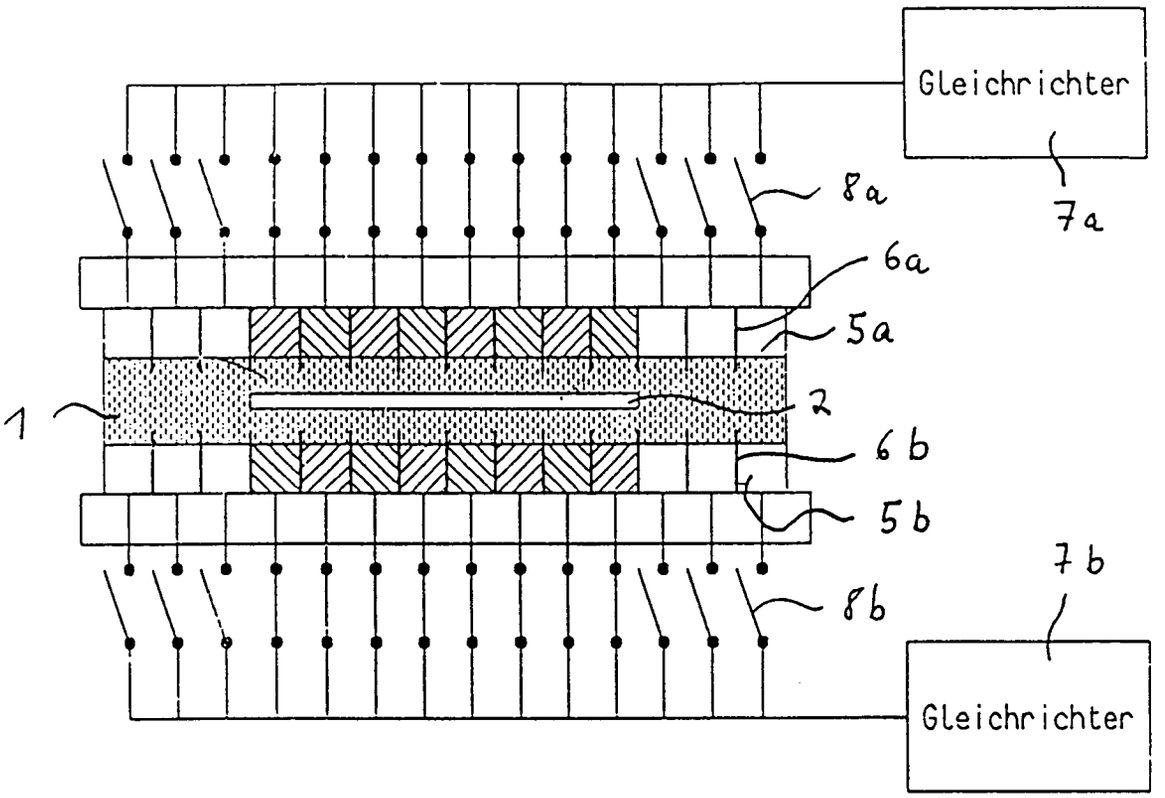

Schichtdicke
Schichtdicke unten
mittlere Schichtdicke
Schichtdicke oben
Bandbreite

Fig. 3



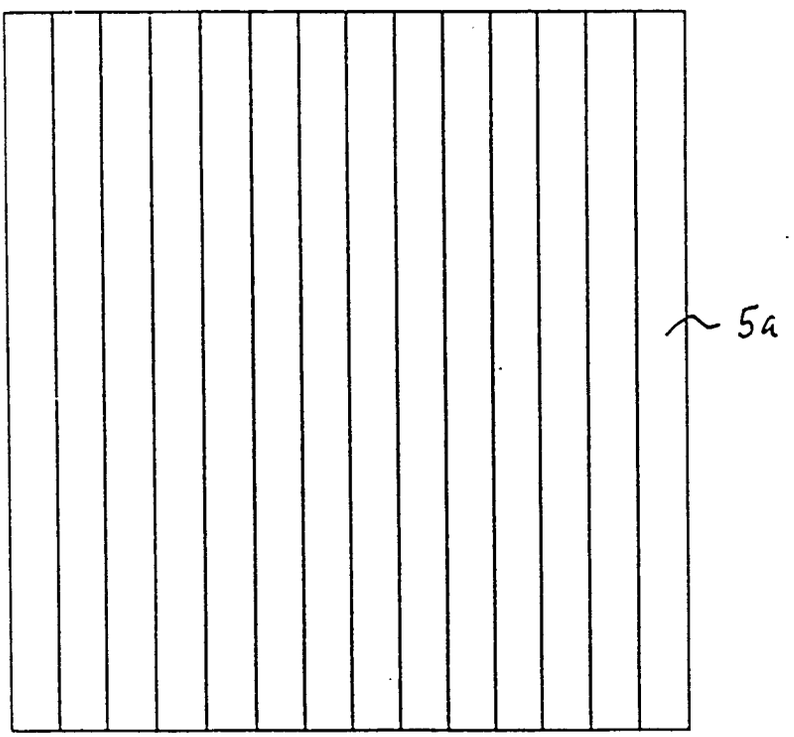


Fig. 4

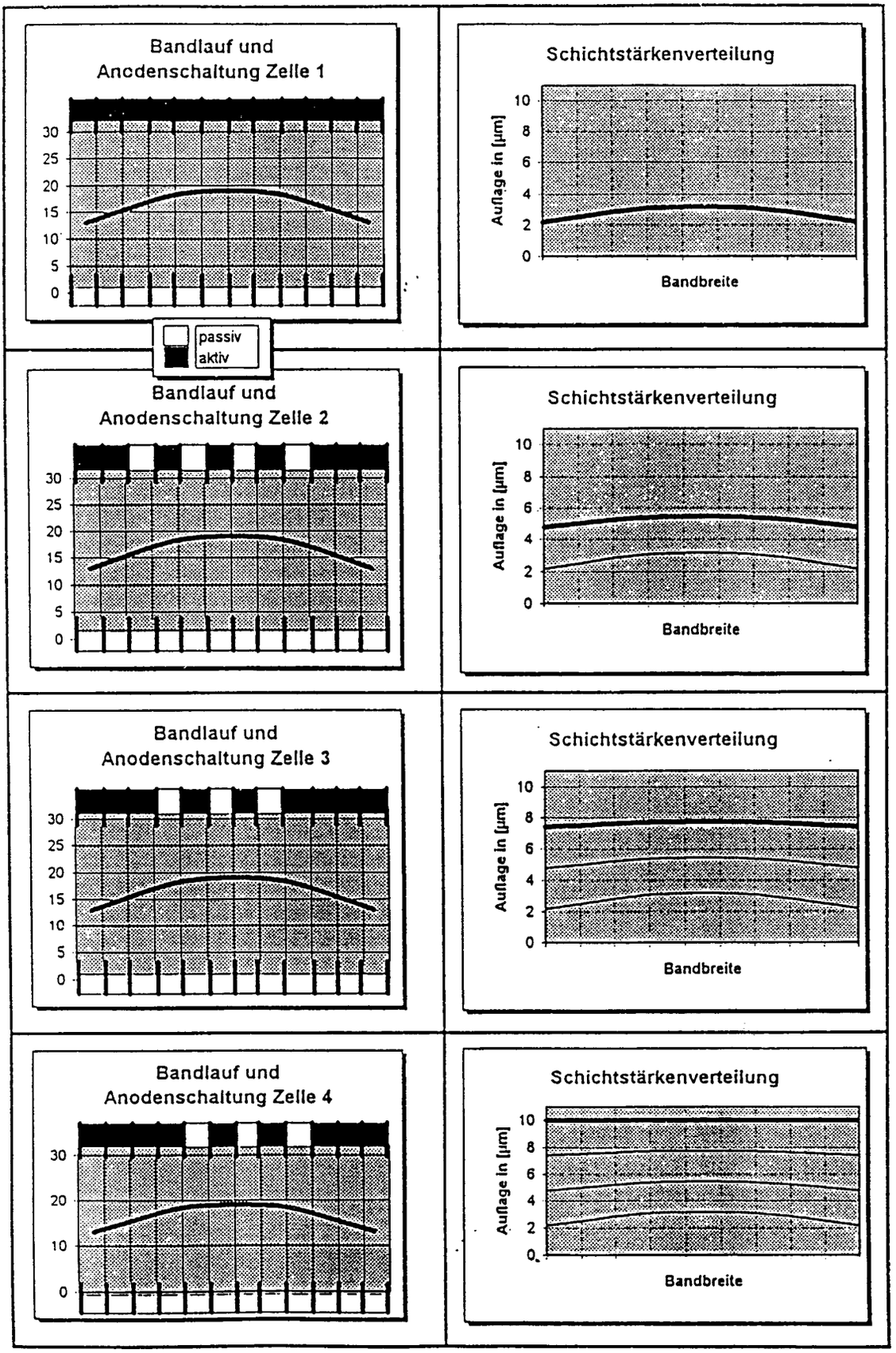

Bandlauf und
Anodenschaltung Zelle 1
30
25
20
15
10
5
0
passiv
aktiv
Schichtstärkenverteilung
Auflage in [µm]
10
8
6
4
2
0
Bandbreite
Bandlauf und
Anodenschaltung Zelle 2
Schichtstärkenverteilung
Bandlauf und
Anodenschaltung Zelle 3
Schichtstärkenverteilung
Bandlauf und
Anodenschaltung Zelle 4
Schichtstärkenverteilung

Fig. 5

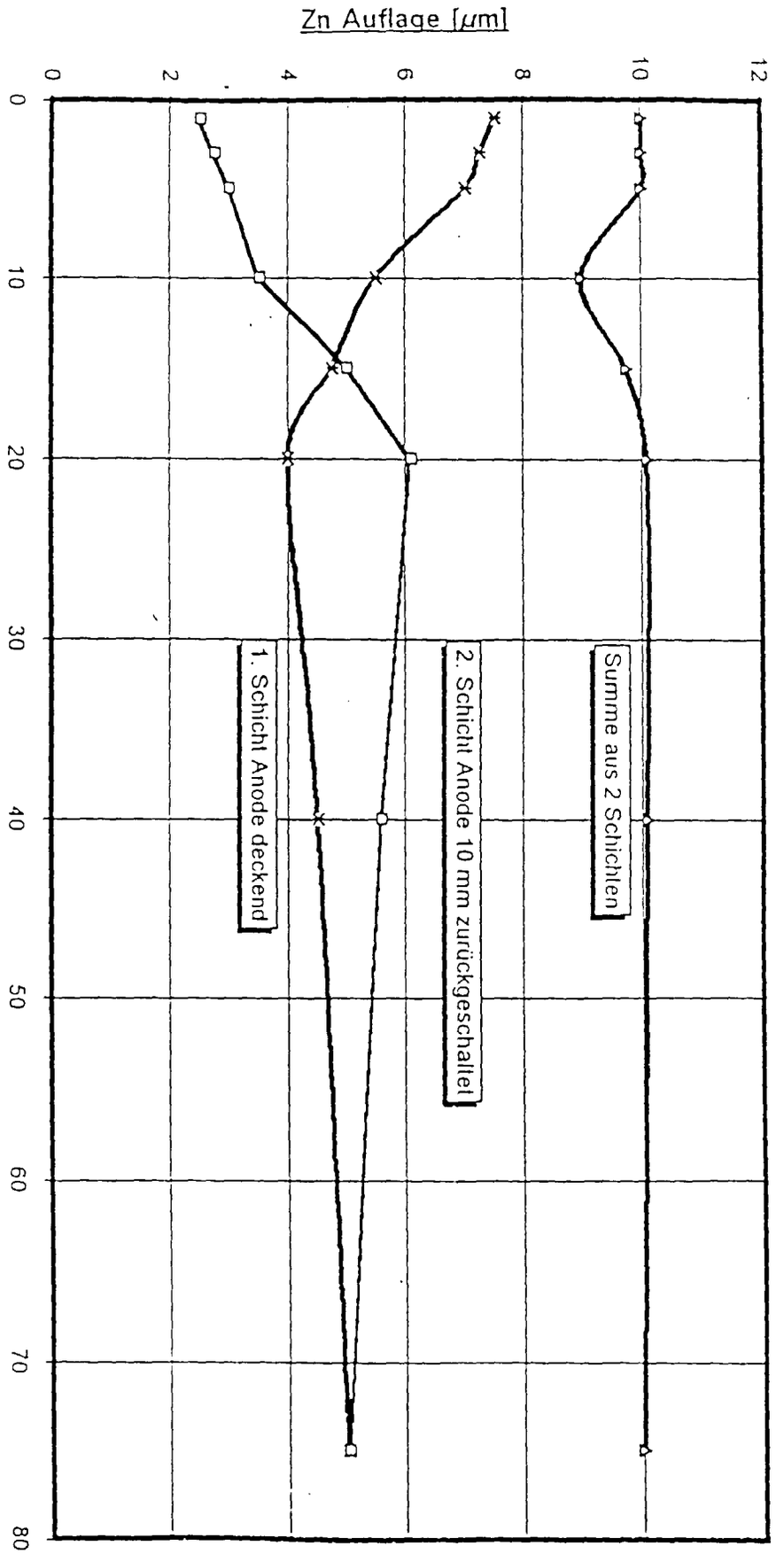

Zn Auflage [µm]
0
2
4
6
8
10
12
0
10
20
30
40
50
60
70
80
Summe aus 2 Schichten
2. Schicht Anode 10 mm zurückgeschaltet
1. Schicht Anode deckend

Fig. 6