



19 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 51 683 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
C 25 D 13/00

21 Aktenzeichen: 100 51 683.1
22 Anmeldetag: 18. 10. 2000
43 Offenlegungstag: 2. 5. 2002

DE 100 51 683 A 1

71 Anmelder:
Dürr Systems GmbH, 70435 Stuttgart, DE
74 Vertreter:
Grießbach und Kollegen, 70182 Stuttgart

72 Erfinder:
Weschke, Jürgen, Dipl.-Ing., 71263 Weil der Stadt,
DE; Feser, Ralf, Prof. Dr.-Ing., 58644 Iserlohn, DE
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
DE 199 48 177 C1
DE 196 06 000 C1
DE 37 19 440 C1
DE 199 40 233 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54 Anodenzelle zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung von Werkstücken
57 Um eine Anodenzelle zur Erzeugung eines elektrischen Feldes in einem Tauchbecken zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung von Werkstücken, insbesondere von Fahrzeugkarosserien, welche mindestens eine Anode umfaßt, zu schaffen, welche es ermöglicht, eine gewünschte Schichtdickenverteilung an den zu beschichtenden Werkstücken zu erzielen, und dabei einfach aufgebaut und wartungsfreundlich ist, wird vorgeschlagen, daß die zur Erzeugung des elektrischen Feldes zwischen der Anode und dem zu beschichtenden Werkstück wirksame Fläche der Anode gegenüber der von der Außenkontur der betreffenden Anode begrenzten Fläche reduziert ist.

DE 100 51 683 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anodenzelle zur Erzeugung eines elektrischen Feldes in einem Tauchbecken zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung von Werkstücken, insbesondere von Fahrzeugkarosserien, welche mindestens eine Anode umfaßt.

[0002] Solche Anodenzellen sind aus dem Stand der Technik bekannt.

[0003] Insbesondere sind Tauchbecken zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung von Fahrzeugkarosserien bekannt, welche an der Wandung des Tauchbeckens angeordnete Anodenzellen mit in den Anodenzellen angeordneten, im wesentlichen rechteckigen, Anodenblechen umfassen. Die an den Anodenzellen vorbei durch das Tauchbecken geförderten Fahrzeugkarosserien werden auf kathodisches Potential gelegt, so daß zwischen den Anodenblechen der Anodenzellen einerseits und den Fahrzeugkarosserien andererseits ein elektrisches Feld erzeugt wird. Dieses elektrische Feld bewirkt eine elektrolytische Dissoziation des Elektrolyten in dem Tauchbecken, bei welcher in der Grenzschicht der als Kathode geschalteten Fahrzeugkarosserien Hydroxid-Ionen gebildet werden. Da der für die kathodische Tauchlackierung verwendete Lack (sogenannter KTL-Lack) nur im sauren Milieu dispergierbar ist, koaguliert der Lack an der Kathode und führt so zu einer Schichtbildung auf der Fahrzeugkarosserie.

[0004] Die Schichtbildungsrate hängt von der lokalen Feldstärke an der Fahrzeugkarosserie ab. Da die Potentialdifferenz zwischen Kathode und Anode konstant ist, hängt die elektrische Feldstärke vom Abstand zwischen dem jeweils beschichteten Bereich der Fahrzeugkarosserie und der Anode ab. Teile der Karosserie, die sich näher an der Anode befinden, wie zum Beispiel die Seitenteile der Karosserie, werden mit einer höheren Schichtbildungsrate beschichtet als Teile der Karosserie, die weiter von der Anode entfernt sind, wie beispielsweise Innenbereiche des Schwellers und das Dach.

[0005] Dies bedeutet jedoch, daß zur Erreichung einer Mindestschichtdicke im Schwellerinnenbereich von beispielsweise 12 µm an den Seitenteilen der Fahrzeugkarosserie und auf Bereichen der Hauben der Fahrzeugkarosserie Schichtdicken von bis zu 24 µm gebildet werden. Diese Überbeschichtung an Teilen der Fahrzeugkarosserie führt zu einem Mehrverbrauch an KTL-Lack sowie zu einer erhöhten Steinschlagempfindlichkeit.

[0006] Aus der DE 196 06 000 C1 ist es bekannt, die Dicke der Lackabscheidung an einer Fahrzeugkarosserie bei kathodischer Tauchlackierung dadurch örtlich gleichmäßiger zu gestalten, daß auf jeder Längsseite des Tauchbeckens seitlich der zu lackierenden Karosserien jeweils mehrere vertikal voneinander beabstandete Anoden vorgesehen sind. Hierbei ist von Nachteil, daß die unterhalb der obersten Anode angeordneten weiteren Anoden von außerhalb des Tauchbeckens nicht zugänglich sind, so daß zur Wartung dieser Anoden das Elektrolytbad aus dem Tauchbecken abgelassen werden muß. Außerdem sedimentieren an der Oberseite der nach vertikal oben frei in dem Tauchbecken angeordneten Anoden Feststoffpartikel aus dem Elektrolytbad, weshalb die Anoden gemäß der DE 196 06 000 C2 mit einer Sedimentationsschutzleiste abgedeckt werden müssen.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anodenzelle der eingangs genannten Art zu schaffen, welche es ermöglicht, eine gewünschte Schichtdickenverteilung an den zu beschichtenden Werkstücken zu erzielen, und dabei einfach aufgebaut und wartungsfreundlich ist.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einer Anodenzelle mit den

Merkmale des Oberbegriffs von Anspruch 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die zur Erzeugung des elektrischen Feldes zwischen der Anode und dem zu beschichtenden Werkstück wirksame Fläche der Anode gegenüber der von der Außenkontur der betreffenden Anode begrenzten Fläche reduziert ist.

[0009] Der erfindungsgemäßen Lösung liegt das Konzept zugrunde, solche Anoden einzusetzen, welche hinsichtlich ihrer Anordnung und ihrer Außenkontur herkömmlichen Anoden entsprechen können, und das zwischen den Anoden und den zu beschichtenden Werkstücken erzeugte elektrische Feld durch gezielte Verringerung der wirksamen Fläche der Anoden so einzustellen, daß die gewünschte Schichtdickenverteilung an dem zu beschichtenden Werkstück erzielt wird.

[0010] Dadurch, daß die wirksame Fläche der Anode innerhalb der Außenkontur der Anode verringert wird, kann die Außenkontur der Anode unabhängig von der jeweils gewünschten wirksamen Fläche der Anode gewählt werden. Insbesondere können Anoden mit unterschiedlicher wirksamer Fläche eine identische Außenkontur aufweisen, was die Herstellung und Handhabung der Anoden vereinfacht.

[0011] Um eine in einer Richtung senkrecht zur Durchlaufrichtung der Werkstücke durch das Tauchbecken variierende Schichtdickenverteilung an den zu beschichtenden Werkstücken zu erzeugen, kann vorgesehen sein, daß der mittlere Anteil der zur Felderzeugung wirksamen Fläche der Anode an der von der Außenkontur der Anode begrenzten Gesamtfläche längs einer Längsrichtung der Anode variiert. Bereiche der Anode, in denen der mittlere Anteil der wirksamen Fläche hoch ist, führen zu einer höheren Schichtdicke an den daran vorbeigeführten Bereichen der zu beschichtenden Werkstücke als Bereiche der Anode, in denen der mittlere Anteil der wirksamen Fläche klein ist.

[0012] Eine Anodenzelle, deren Anode einen längs einer Längsrichtung variierenden mittleren Anteil der wirksamen Fläche aufweist, wird in dem Tauchbecken vorteilhafterweise so angeordnet, daß die Längsrichtung der Anode quer, vorzugsweise im wesentlichen senkrecht, zur Durchlaufrichtung der zu beschichtenden Werkstücke durch das Tauchbecken ausgerichtet ist.

[0013] Bei einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anodenzelle wird die wirksame Fläche der Anode dadurch reduziert, daß die Anodenzelle mindestens eine zwischen der Anode und dem zu beschichtenden Werkstück angeordnete elektrische Abschirmung zur Reduzierung der zur Erzeugung des elektrischen Feldes zwischen der Anode und dem Werkstück wirksamen Fläche der Anode umfaßt.

[0014] Durch das Vorhandensein der elektrischen Abschirmung können die Feldlinien des elektrischen Feldes im wesentlichen nur von denjenigen Bereichen der Anode zu dem Werkstück durchtreten, welche nicht durch die elektrische Abschirmung ausgeblendet werden. Durch geeignete Wahl der Größe und Gestalt der elektrischen Abschirmung und deren Anordnung relativ zu der jeweiligen Anode kann so ein beliebig geformter Ausschnitt der Anodenfläche zur Erzeugung des elektrischen Feldes unwirksam gemacht werden; nur der nicht durch die elektrische Abschirmung ausgeblendete Bereich der Anodenfläche ist zur Erzeugung des elektrischen Feldes wirksam.

[0015] Um eine besonders wirksame elektrische Abschirmung zu erhalten, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die elektrische Abschirmung ein elektrisch leitfähiges Material umfaßt. Mit einem elektrisch gut leitfähigen Material kann erreicht werden, daß das elektrische Feld zwischen der Abschirmung und dem zu beschichtenden Werkstück deutlich geschwächt wird.

[0016] Ferner ist vorzugsweise vorgesehen, daß die elek-

trische Abschirmung auf kathodisches Potential legbar ist. In diesem Fall liegen die elektrische Abschirmung und das zu beschichtende Werkstück auf demselben elektrischen Potential, so daß das elektrische Feld zwischen der elektrischen Abschirmung einerseits und dem zu beschichtenden Werkstück andererseits völlig verschwindet. Die von dem durch die elektrische Abschirmung ausgeblendeten Bereich der Anode ausgehenden Feldlinien enden sämtlich an der der Anode zugewandten Seite der elektrischen Abschirmung.

[0017] Um zu verhindern, daß die elektrische Abschirmung selbst als Kathode fungiert, ist vorzugsweise vorgesehen, daß die elektrische Abschirmung eine Beschichtung aus elektrisch nicht leitfähigem Material umfaßt. Dadurch wird vermieden, daß aufgrund der hohen Feldstärke zwischen der Anode und der elektrischen Abschirmung Strom abfließt und durch elektrolytische Dissoziation an der elektrischen Abschirmung störende Elektrolysegase entstehen.

[0018] Die Beschichtung aus elektrisch nicht leitfähigem Material kann beispielsweise KTL-Lack oder eine Kunststoff-Pulverbeschichtung umfassen.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die elektrische Abschirmung als Abschirmblech ausgebildet ist. Ein solches Abschirmblech kann als im wesentlichen ebenes rechteckiges Blech oder als beispielsweise halbkreisförmig gebogenes Blech ausgebildet sein. Eine solche Ausgestaltung einer elektrischen Abschirmung kann in besonders einfacher Weise hergestellt werden.

[0020] Um die Lage und die Ausdehnung der wirksamen Fläche der Anode in einfacher Weise festlegen zu können, ist vorzugsweise vorgesehen, daß die elektrische Abschirmung mindestens eine Durchtrittsöffnung für den Durchtritt des elektrischen Feldes aufweist. Diese Durchtrittsöffnung entspricht einem Bereich der Anode, welcher durch die elektrische Abschirmung nicht ausgeblendet wird und daher zur Erzeugung des elektrischen Feldes zwischen der Anode und dem zu beschichtenden Werkstück wirksam ist.

[0021] Um die wirksame Fläche der Anode in einer Erprobungsphase oder bei einem Wechsel der Art der zu beschichtenden Werkstücke, insbesondere bei einem Wechsel des Typs der Fahrzeugkarosserien, in einfacher Weise verändern zu können, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die elektrische Abschirmung, beispielsweise das Abschirmblech, aus der Anodenzelle entnehmbar ist. Die aus der Anodenzelle entnommene Abschirmung kann mit zusätzlichen oder vergrößerten Durchtrittsöffnungen versehen werden oder gegen eine andere Abschirmung mit einer anderen Anzahl oder Anordnung von Durchtrittsöffnungen ausgetauscht werden.

[0022] Besonders günstig ist es, wenn die elektrische Abschirmung nach oben aus der Anodenzelle herausziehbar ist. Auf diese Weise ist ein Austausch der Abschirmung möglich, ohne daß hierzu das Elektrolytbad aus dem Tauchbecken abgelassen werden muß.

[0023] Alternativ oder ergänzend zu einer Reduzierung der wirksamen Fläche der Anode mittels einer zwischen der Anode und dem zu beschichtenden Werkstück angeordneten elektrischen Abschirmung kann auch vorgesehen sein, daß die Anode mit mindestens einer Durchgangsöffnung zur Reduzierung der zur Erzeugung des elektrischen Feldes zwischen der Anode und dem zu beschichtenden Werkstück wirksamen Fläche der Anode versehen ist.

[0024] Anders als bei einer Reduzierung der wirksamen Fläche durch eine elektrische Abschirmung tritt hier die Verringerung der wirksamen Fläche nicht durch Ausblendung eines Bereichs der Anode ein, sondern vielmehr dadurch, daß ein Teil aus der Anode selbst herausgeschnitten

wird, so daß sich an dem herausgeschnittenen Teil keine elektrischen Ladungen ausbilden können.

[0025] Anzahl, Gestalt und Größe der Durchgangsöffnungen in der Anode können besonders einfach variiert werden, wenn die Anode einen Halterahmen und an dem Halterahmen gehaltene Anoden-Teilbleche umfaßt.

[0026] Um das Auftreten von Spaltkorrosion an der variabel aufgebauten Anode weitgehend zu vermeiden, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß der Halterahmen aus einem spaltkorrosionsbeständigen Werkstoff hergestellt ist.

[0027] Ferner ist es günstig, wenn das Anoden-Teilblech einen Haltebereich umfaßt, an dem das Anoden-Teilblech von dem Halterahmen gehalten wird, wobei der Haltebereich aus einem spaltkorrosionsbeständigen Werkstoff gebildet ist.

[0028] Besonders günstig ist es, wenn der Halterahmen und der Haltebereich des Anoden-Teilblechs aus demselben spaltkorrosionsbeständigen Werkstoff gebildet sind.

[0029] Ferner kann vorgesehen sein, daß das Anoden-Teilblech außer dem Haltebereich auch einen Felderzeugungsbereich umfaßt, der aus einem von dem Material des Haltebereichs verschiedenen Material gebildet und spaltfrei mit dem Haltebereich verbunden ist.

[0030] Ein solcher Felderzeugungsbereich des Anoden-Teilblechs kann aus einem Werkstoff mit einer geringeren Spaltkorrosionsbeständigkeit, beispielsweise aus nichtrostendem Stahl, beispielsweise aus dem Werkstoff **1.4404**, gebildet werden.

[0031] Die spaltfreie Verbindung zwischen dem Haltebereich und dem Felderzeugungsbereich kann beispielsweise durch Schweißung hergestellt werden.

[0032] Die wirksame Fläche der Anode ist in einer Erprobungsphase oder bei einem Wechsel der Art der zu beschichtenden Werkstücke, insbesondere bei einem Typwechsel der zu beschichtenden Fahrzeugkarosserien, besonders leicht veränderbar, wenn vorgesehen ist, daß die Anode aus der Anodenzelle entnehmbar ist. Nach Entnehmen aus der Anodenzelle kann die Anzahl oder die Gestalt der Durchgangsöffnungen in der Anode verändert werden oder die Anode gegen eine andere Anode mit einer anderen Konfiguration von Durchgangsöffnungen ausgetauscht werden.

[0033] Eine solche Bearbeitung der Anode oder ein Austausch der Anode gegen eine andere Anode kann ohne Ablassen des Elektrolytbades aus dem Tauchbecken bewerkstelligt werden, wenn die Anode nach oben aus der Anodenzelle herausziehbar ist.

[0034] Die erfindungsgemäße Anodenzelle eignet sich insbesondere zur Verwendung in einer Vorrichtung zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung von Werkstücken, insbesondere von Fahrzeugkarosserien, die ein Tauchbecken und mindestens eine in dem Tauchbecken angeordnete erfindungsgemäße Anodenzelle umfaßt.

[0035] Umfaßt die Vorrichtung zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung mehrere Anodenzellen, die in der Längsrichtung des Tauchbeckens aufeinanderfolgen und jeweils eine elektrische Abschirmung umfassen, welche mindestens eine Durchtrittsöffnung für den Durchtritt des elektrischen Feldes aufweist, so kann vorgesehen sein, daß die elektrischen Abschirmungen der aufeinanderfolgenden Anodenzellen hinsichtlich Höhe und/oder Größe voneinander verschiedene Durchtrittsöffnungen aufweisen. Hierdurch wird es möglich, die verschiedenen Bereiche eines zu beschichtenden Werkstücks unterschiedlich lange zu beschichten.

[0036] Insbesondere kann vorgesehen sein, daß die elektrischen Abschirmungen mehr Durchtrittsöffnungen auf der Höhe des Schwellerbereichs einer zu lackierenden Fahrzeugkarosserie als auf den Höhen anderer Karosserieteile aufweisen, so daß der Schwellerbereich länger beschichtet

wird als die übrigen Karosserieteile und auf den Einsatz zusätzlicher Bodenanoden zur Beschichtung des Schwellerbereichs verzichtet werden kann.

[0037] Umfaßt die Vorrichtung zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung mehrere Anodenzellen, die in der Längsrichtung des Tauchbeckens aufeinanderfolgen und deren Anoden jeweils mit mindestens einer Durchgangsöffnung zur Reduzierung der zur Erzeugung des elektrischen Feldes zwischen der jeweiligen Anode und dem zu beschichtenden Werkstück wirksamen Fläche der Anode versehen sind, so kann vorgesehen sei, daß die Anoden der aufeinanderfolgenden Anodenzellen hinsichtlich Höhe und/oder Größe voneinander verschiedene Durchgangsöffnungen aufweisen. Hierdurch wird es möglich, für verschiedene Teilbereiche der zu beschichtenden Werkstücke unterschiedlich lange Beschichtungszeiten zu erzielen.

[0038] Weitere Merkmale und Vorteile sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und zeichnerischen Darstellung von Ausführungsbeispielen.

[0039] In den Zeichnungen zeigen:

[0040] Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch ein Tauchbecken zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung von Fahrzeugkarosserien;

[0041] Fig. 2 einen schematischen vertikalen Schnitt durch eine Anodenzelle des Tauchbeckens aus Fig. 1;

[0042] Fig. 3 eine schematische perspektivische Explosionsdarstellung der Anodenzelle aus Fig. 2;

[0043] Fig. 4 eine schematische Darstellung des Verlaufs des elektrischen Potentials zwischen einer Anode und einer als Kathode geschalteten zu lackierenden Fahrzeugkarosserie;

[0044] Fig. 5 einen schematischen Querschnitt durch das Tauchbecken aus Fig. 1 mit einer Darstellung des elektrischen Potentialfeldes zwischen einer zu lackierenden Fahrzeugkarosserie und Anoden ohne elektrische Abschirmung;

[0045] Fig. 6 einen schematischen Querschnitt durch das Tauchbecken aus Fig. 1 mit einer Darstellung des elektrischen Potentialfeldes zwischen einer zu lackierenden Fahrzeugkarosserie und Anoden, deren wirksame Fläche auf den unteren Bereich der Anoden beschränkt ist;

[0046] Fig. 7 eine schematische Darstellung eines mit Durchgangsöffnungen versehenen Abschirmblechs, welche die Zuordnung der Durchgangsöffnungen zu unterschiedlichen Bereichen der zu lackierenden Fahrzeugkarosserie darstellt;

[0047] Fig. 8 eine schematische Darstellung von in der Längsrichtung des Tauchbeckens aufeinanderfolgenden Abschirmblechen mit Durchgangsöffnungen, welche die Zuordnung der Durchgangsöffnungen zu den unterschiedlichen Bereichen der zu lackierenden Fahrzeugkarosserie darstellt;

[0048] Fig. 9 eine schematische Vorderansicht einer Anode, die einen Halterahmen mit zwei daran eingehängten Anoden-Teilblechen umfaßt, wobei sich die Anoden-Teilbleche über einen unteren Bereich des Halterahmens erstrecken;

[0049] Fig. 10 eine schematische Seitenansicht der Anode aus Fig. 9;

[0050] Fig. 11 eine schematische Vorderansicht eines Teil-Anodenblechs der Anode aus den Fig. 9 und 10;

[0051] Fig. 12 eine schematische Vorderansicht einer Anode, die einen Halterahmen und drei daran eingehängte Anoden-Teilbleche umfaßt, wobei sich zwei der Anoden-Teilbleche über einen unteren Bereich des Halterahmens erstrecken und ein weiteres Anoden-Teilblech am oberen Rand des Halterahmens angeordnet ist;

[0052] Fig. 13 ein Schaubild, das die kritische Lochkorrosionstemperatur CPT verschiedener Werkstoffe in 10%

Fe(III)Cl-Lösung als Funktion der Wirksumme darstellt; und

[0053] Fig. 14 ein Schaubild, das die kritische Spaltkorrosionstemperatur CCT verschiedener Werkstoffe in 10% Fe(III)Cl-Lösung als Funktion der Wirksumme darstellt.

[0054] Gleiche oder funktional äquivalente Elemente sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

[0055] Ein in Fig. 1 dargestelltes, als Ganzes mit 100 bezeichnetes Tauchbecken zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung von Fahrzeugkarosserien 102 (siehe Fig. 5 und 6) umfaßt eine Wanne 104, die bis zu einem Flüssigkeitspegel, 106 mit einem Elektrolytbad 108 gefüllt ist. Über einen Überlauftrand 110 kann Elektrolyt aus dem Elektrolytbad 108 in einen Überlaufbehälter 112 abfließen.

[0056] Der Überlaufbehälter 112 ist über eine Elektrolyt-Zuführleitung 114 mit einer Pumpe 116 und einem Filter 118 und über von der Elektrolyt-Zuführleitung 114 abzweigende Elektrolyt-Zweigleitungen 120 mit Injektordüsen 122 im Bodenbereich der Wanne 104 verbunden.

[0057] Mittels der Injektordüsen 122, aus denen der durch die Elektrolyt-Zweigleitung 120 zugeführte Elektrolyt in das Elektrolytbad 108 ausströmt, wird in dem Elektrolytbad 108 eine Strömung erzeugt, deren mittlere Strömungsrichtung 124 der Durchlaufrichtung 126 der Fahrzeugkarosserien 102 durch das Elektrolytbad 108, welche parallel zur Längsrichtung 128 des Tauchbeckens 100 verläuft, entgegengesetzt parallel ist.

[0058] Am – in der mittleren Strömungsrichtung 124 gesehen – hinteren Ende der Wanne 104 ist in deren Bodenbereich ein als "Tankerschnauze" bezeichneter Vorsprung 130 ausgebildet, aus welchem Elektrolyt über eine Elektrolyt-Zuführleitung 132 mit einer Pumpe 134 und einem Filter 136 und über von der Elektrolyt-Zuführleitung 132 abzweigende Elektrolyt-Zweigleitungen 138 weiterhin im Bodenbereich der Wanne 104 angeordneten Injektordüsen 122' zugeführt wird, welche ebenfalls zur Erzeugung der Elektrolytströmung durch das Elektrolytbad 108 beitragen.

[0059] Im Bodenbereich der Wanne 104 sedimentierender Schmutz wird durch die Elektrolytströmung in den Vorsprung 130 befördert, dort zusammen mit Elektrolyt aus dem Elektrolytbad 108 mittels der Pumpe 134 abgesaugt und im Filter 136 abgeschieden. Der von dem sedimentierten Schmutz befreite Elektrolyt kehrt über die Injektordüsen 122' in das Elektrolytbad 108 zurück.

[0060] In entsprechender Weise wird der Elektrolyt aus dem Überlaufbehälter 112, der von der Pumpe 116 angesaugt wird, in dem Filter 118 von darin enthaltenem Schmutz befreit und dem Elektrolytbad 108 über die Injektordüsen 122 wieder zugeführt.

[0061] Ferner umfaßt das Tauchbecken 100 in der Wanne 104 entlang der Seitenwände der Wanne 104 angeordnete, in der Längsrichtung 128 des Tauchbeckens 100 aufeinanderfolgende und in der Längsrichtung 128 voneinander beabstandete Anodenzellen 138 mit Anoden 139, die aus Anodenblechen 140 gebildet sind. Die Anodenbleche 140 sind über elektrische Verbindungsleitungen 142 mit den positiven Ausgängen von Gleichrichtern 144 verbunden und dadurch auf positives anodisches Potential gelegt.

[0062] In der Regel sind die positiven Ausgänge der Gleichrichter 144 geerdet, so daß das anodische Potential dem Massepotential entspricht.

[0063] Die negativen Ausgänge der Gleichrichter 144 sind mit jeweils einem Abschnitt 146 einer als Ganzes mit 148 bezeichneten Stromschiene verbunden, so daß die Abschnitte 146 der Stromschiene 148 auf negatives kathodische Potential gelegt sind. Die zu lackierenden Fahrzeugkarosserien 102, welche mittels einer geeigneten Fördervorrichtung, beispielsweise einem (nicht dargestellten) Pendel-

förderer, in das Elektrolytbad 108 des Tauchbeckens 100 eingebracht, längs der Durchlaufichtung 126 durch das Elektrolytbad 108 hindurchgeführt und anschließend aus dem Elektrolytbad 108 wieder ausgebracht werden, stehen während der gesamten Eintauchzeit mit einem Abschnitt 146 der Stromschiene 148 in elektrisch leitender Verbindung, so daß auch die aus metallischem und somit elektrisch leitfähigem Material bestehenden Fahrzeugkarosserien 102 auf dem negativen kathodischen Potential liegen.

[0064] Dadurch, daß die Anodenbleche 140 und die Fahrzeugkarosserien 102 auf unterschiedliche elektrische Potentiale gelegt werden, kommt es zu einer elektrolytischen Dissoziation von in dem Elektrolyten vorhandenen Wassermolekülen, wobei in der Grenzschicht der Anoden 139 Protonen und Sauerstoffmoleküle gebildet werden, während in der Grenzschicht der als Kathode fungierenden Fahrzeugkarosserien 102 Hydroxid-Ionen und Wasserstoffmoleküle gebildet werden. Aufgrund der Bildung der Hydroxid-Ionen in der Grenzschicht der Kathode bildet sich an der Kathode ein basisches Milieu, was dazu führt, daß in dem Elektrolyten enthaltener KTL-Lack, der nur in einem sauren Milieu dispergierbar ist, an der Kathode koaguliert und so eine Lackschicht an der Oberfläche der jeweils zu lackierenden Karosserie 102 ausbildet. Der Stofftransport von weiteren geladenen und dispergierten Lackpartikeln an die zu beschichtenden Oberflächen erfolgt in der Kernströmung des Elektrolytbades 108 durch Strömungsturbulenzen und in der Kathoden-Grenzschicht durch Wanderung der geladenen Lackpartikel in dem elektrischen Feld.

[0065] Die elektrische Feldstärke ist abhängig von dem Gradienten des elektrischen Potentialfelds zwischen der Anode und der Kathode, das heißt der zu beschichtenden Oberfläche. Da das Potential jeweils über die gesamte Kathode und die gesamte Anode konstant ist, hängt der Gradient des elektrischen Potentialfeldes vom lokalen Abstand der Kathode, das heißt der zu lackierenden Fahrzeugkarosserie 102, von der Anode ab.

[0066] Bei einer vollflächigen Anode ohne elektrische Abschirmung werden daher Teile der Karosserie 102, die sich näher an der Anode befinden, wie beispielsweise die Seitenteile der Karosserie, mit einer höheren Schichtdicke beschichtet als solche Bereiche der Karosserie, die weiter von der Anode entfernt sind, wie beispielsweise Innenbereiche des Schwellers und das Dach.

[0067] Um die Dicke der jeweils abgeschiedenen Lackschicht gezielt zu beeinflussen, sind die Anodenzellen 138 des Tauchbeckens 100 jeweils mit einer elektrischen Abschirmung versehen.

[0068] Der Aufbau einer Anodenzelle 138 ist aus den Fig. 2 und 3 zu ersehen.

[0069] Jede der Anodenzellen 138 umfaßt einen dem Elektrolytbad 108 zugewandten vorderen Rahmen 150, welcher im wesentlichen rechteckig ausgebildet ist und eine rechteckige Durchgangs-Öffnung umgibt, und einen der Seitenwand der Wanne 104, an welcher die Anodenzelle 138 angeordnet ist, zugewandten hinteren Rahmen 152, welcher ebenfalls rechteckig ausgebildet ist und an seiner Oberseite Halterungen 154 zum Einhängen des hinteren Rahmens 152 an einer Seitenwand der Wanne 104 aufweist.

[0070] Zwischen dem vorderen Rahmen 150 und dem hinteren Rahmen 152 sind die übrigen Bestandteile der Anodenzelle 138 gehalten; dabei handelt es sich um eine im wesentlichen rechteckige Anionenaustauschermembran 156, die zwischen zwei nur in der Fig. 2, jedoch nicht in der Fig. 3 dargestellten Abstandsgittern 158 gehalten ist, ein im wesentlichen rechteckiges Anodenblech 140, das an seinem oberen Rand mit einem Vorsprung 160 versehen ist, an dem das Anodenblech nach oben aus der Anodenzelle 138 her-

ausgezogen werden kann, ein zwischen dem Anodenblech 140 und der Anionenaustauschermembran 156 angeordnetes im wesentlichen rechteckiges Abschirmblech 162, das an seinem oberen Rand mit einem Vorsprung 164 versehen ist, an dem das Abschirmblech 162 nach oben aus der Anodenzelle 138 herausgezogen werden kann, einen gitterrostförmigen Abstandshalter 166, welcher zwischen dem hinteren Rahmen 152 und dem Anodenblech 140 angeordnet ist und aus einem elektrisch isolierenden Material besteht, um den hinteren Rahmen 152 elektrisch von dem Anodenblech 140 zu isolieren, und einen gitterrostförmigen zweiten Abstandshalter 168, welcher zwischen dem Anodenblech 140 und dem Abschirmblech 162 angeordnet ist und aus einem elektrisch isolierenden Material ausgebildet ist, um das Anodenblech 140 und das Abschirmblech 162 elektrisch voneinander zu isolieren.

[0071] Ferner umfaßt die Anodenzelle 138 eine ringförmig geschlossene Dichtung 170, welche an der dem vorderen Rahmen 150 abgewandten Seite der Anionenaustauschermembran 156 längs deren Rändern angeordnet ist, um den Innenraum der Anodenzelle 138 gegenüber dem Elektrolytbad 108 abzudichten.

[0072] Ferner ist die Anodenzelle 138 mit einem Zulauf 172 zum Zuführen von Anolyt zu der Anodenzelle 138 und mit einem Ablauf 174 zum Abführen von Anolyt aus dem Innenraum der Anodenzelle 138 versehen. Der Innenraum der Anodenzelle 138, der Zulauf 172 und der Ablauf 174 sind Bestandteile eines Anolytkreislaufs durch die Anodenzelle 138, welcher ferner (nicht dargestellte) Einrichtungen zum Konditionieren des Anolyten, insbesondere zum Entfernen von Korrosionsprodukten, die von der Anode stammen, von Essigsäure und von Anionen aus dem Anolyten umfaßt. Das Entfernen von Essigsäure aus dem Anolyten ist erforderlich, da der KTL-Lack mit Essigsäure dispergiert wird und während der kathodischen Elektro-Tauchlackierung überschüssige Essigsäure zur Anode wandert.

[0073] Der Anolyt in der Anodenzelle 138 weist einen pH-Wert im Bereich von ungefähr 2,5 bis ungefähr 3 auf.

[0074] Das Anodenblech 140 besteht beispielsweise aus Edelstahl oder aus Titan mit einer Oxidbeschichtung. Die Oxidbeschichtung kann beispielsweise ein Tantal-Iridium-Oxid oder ein Tantal-Ruthenium-Oxid sein.

[0075] Das Abschirmblech 162 weist einen oder mehrere Durchtrittsbereiche 176 auf, die jeweils durch eine, vorzugsweise rechteckige, Durchtrittsöffnung 178 in dem Abschirmblech 162 gebildet sind. In diesen Durchtrittsbereichen 176 können die Feldlinien 180 (siehe die schematische Darstellung der Fig. 4) des elektrischen Feldes zwischen dem positiv geladenen Anodenblech 140 und der (in Fig. 4 rein schematisch dargestellten) negativ geladenen Fahrzeugkarosserie 102 durch das Abschirmblech 162 hindurchtreten. Auf der Höhe des Durchgangsbereichs 176 steigt das elektrische Potential im wesentlichen linear vom Potential des Anodenblechs 140 (beispielsweise 0 V) bis zu dem kathodischen Potential der Fahrzeugkarosserie 102 (beispielsweise 300 V) an. In Fig. 4 ist dieser lineare Potentialanstieg schematisch durch die Linie 182 dargestellt.

[0076] Das Abschirmblech 162 ist so ausgebildet, daß es zum einen das elektrische Feld abschirmt und zum anderen nicht als Elektrode fungieren kann.

[0077] Insbesondere kann das Abschirmblech 162 als ein Metallblech mit einer Beschichtung aus KTL-Lack oder mit einer Beschichtung aus Kunststoff ausgebildet sein. Dabei kann die Kunststoffbeschichtung beispielsweise als Pulverbeschichtung ausgebildet sein, um eine vollständige Beschichtung auch der Kanten des Abschirmblechs 182 zu erreichen.

[0078] Der elektrisch leitfähige Kern des Abschirmblechs

162 wird auf dasselbe kathodische Potential gelegt wie die Fahrzeugkarosserie **102**, so daß das elektrische Feld zwischen dem Abschirmblech **162** und der Fahrzeugkarosserie **102** im wesentlichen verschwindet. Die gesamte Differenz zwischen dem anodischen Potential und dem kathodischen Potential fällt zwischen dem Anodenblech **140** und dem Abschirmblech **162** an, wie aus dem in **Fig. 4** mit 184 bezeichneten Potentialverlauf im Bereich des Abschirmblechs **162** zu ersehen ist.

[**0079**] Werden die verschiedenen Abschnitte **146** der Stromschiene **148** auf unterschiedliche kathodische Potentiale gelegt, so ist jedes Abschirmblech **162** auf dasselbe kathodische Potential zu legen wie derjenige Abschnitt **146** der Stromschiene **148**, mit welchem die Fahrzeugkarosserie **102** gerade in Kontakt steht, wenn sie dem jeweiligen Abschirmblech **162** im Elektrolytbad **108** gegenüberliegt.

[**0080**] Der Umstand, daß das Abschirmblech **162** und die Fahrzeugkarosserie **102** auf dasselbe Potential gelegt werden, ist in der schematischen Darstellung der **Fig. 4** durch eine elektrisch leitfähige Verbindung **186** zwischen der Kathode und dem Abschirmblech **162** veranschaulicht.

[**0081**] Durch die elektrische Isolierung **188** des Abschirmblechs **162** ist gewährleistet, daß das Abschirmblech **162** nicht als Kathode fungiert, so daß trotz der hohen elektrischen Feldstärke im Bereich zwischen dem Anodenblech **140** und dem Abschirmblech **162** keine elektrische Ladung durch das Abschirmblech **162** abfließen kann und somit an dem Abschirmblech **162** keine elektrolytische Dissoziation von Wasser unter Bildung von Hydroxid-Ionen und Wasserstoff stattfindet.

[**0082**] Die auf der Höhe des Abschirmblechs **162** vom Anodenblech **140** ausgehenden elektrischen Feldlinien enden an dem Abschirmblech **162**, so daß das elektrische Feld durch das Abschirmblech **162** abgeschirmt wird und die elektrische Feldstärke an denjenigen Bereichen der Fahrzeugkarosserie **102**, welche auf der Höhe des Abschirmblechs **162** liegen, sehr klein ist oder ganz verschwindet.

[**0083**] Da die Abscheiderate des KTL-Lacks an der Fahrzeugkarosserie **102** von der lokalen elektrischen Feldstärke abhängt, ist die Abscheiderate in dem durch das Abschirmblech **162** ausgeblendeten Bereich **190** deutlich kleiner als in dem Bereich **192** der Fahrzeugkarosserie **102**, welcher dem Durchtrittsbereich **176** in dem Abschirmblech **162** gegenüberliegt.

[**0084**] In dem nicht ausgeblendeten Bereich **192** ist die Abscheiderate deutlich höher als in dem ausgeblendeten Bereich **190**.

[**0085**] Durch geeignete Wahl der Lage, Größe und Form der Durchtrittsöffnungen **178** in den Abschirmblechen **162** läßt sich so die gewünschte Verteilung der Lackabscheiderate über die gesamte Höhe der Fahrzeugkarosserie **102** hinweg einstellen.

[**0086**] Der Einfluß der Abschirmbleche **162** auf die Feldverteilung in dem Elektrolytbad **108** ist aus einem Vergleich der **Fig. 5** und **6** zu ersehen.

[**0087**] **Fig. 5** zeigt die Äquipotentiallinien **194** des elektrischen Feldes zwischen einer durch das Elektrolytbad **108** hindurchgeführten Fahrzeugkarosserie **102** und seitlich längs der Seitenwände der Wanne **104** angeordneten Anodenzellen **138** mit vollständig eingeschobenen Anodenblechen **140** und vollständig herausgezogenen Abschirmblechen **162**.

[**0088**] Die Fahrzeugkarosserie **102** ist in den **Fig. 5** und **6** um einen kleinen Winkel um ihre horizontale Längsachse verschwenkt; diese Verkipfung der Fahrzeugkarosserie **102** dient dazu, das Abfließen des KTL-Lacks beim Auftauchen der Fahrzeugkarosserie **102** aus dem Elektrolytbad **108** zu erleichtern.

[**0089**] In den **Fig. 5** und **6** entsprechen kleine Abstände zwischen aufeinanderfolgenden Äquipotentiallinien **194** einer hohen elektrischen Feldstärke.

[**0090**] Es ist daher aus **Fig. 5** zu ersehen, daß bei vollständig ausgezogenen Abschirmblechen **162** die elektrische Feldstärke in den Schwellerbereichen **196** nur geringfügig höher ist als in den Seitenwandbereichen **198** und in den Haubenbereichen **200** der Fahrzeugkarosserie **102**.

[**0091**] Würde eine solche elektrische Feldverteilung über die gesamte Länge des Tauchbeckens **100** beibehalten, so würden sich an den Seitenwandbereichen **198** und den Haubenbereichen **200** Schichtdicken von teilweise $24\ \mu\text{m}$ ergeben, bis im korrosionsrelevanten Schwellerinnenbereich die erwünschte Schichtdicke von mindestens $12\ \mu\text{m}$ vorliegt. Eine solche Überbeschichtung der Seitenwandbereiche **198** und der Haubenbereiche **200** führt nicht nur zu einem Mehrverbrauch an KTL-Lack, sondern auch zu einer erhöhten Steinschlagempfindlichkeit.

[**0092**] Wird dagegen in die Anodenzellen **138** jeweils ein Abschirmblech **162** eingeschoben, welches im unteren Drittel eine Durchtrittsöffnung **178** aufweist und in den oberen zwei Dritteln durchgehend ausgebildet ist, so ergibt sich der in **Fig. 6** dargestellte Verlauf des elektrischen Potentialfeldes.

[**0093**] Der Abstand zwischen den aufeinanderfolgenden Äquipotentiallinien **194** ist in diesem Fall in den Schwellerbereichen **196** deutlich kleiner als an den Seitenwandbereichen **198** und an den Haubenbereichen **200**. Demgemäß ist in diesem Fall die elektrische Feldstärke und somit die lokale Abscheiderate an den Seitenwandbereichen **198** und den Haubenbereichen **200** deutlich geringer als in den Schwellerbereichen **196**. Die erforderliche Mindestschichtdicke an den Schwellerinnenbereichen kann daher erreicht werden, ohne daß eine Überbeschichtung an den Seitenwandbereichen **198** und den Haubenbereichen **200** auftritt.

[**0094**] **Fig. 7** zeigt ein Abschirmblech **162** mit einer oberen Durchgangsöffnung **178a** und einer unteren Durchgangsöffnung **178b**.

[**0095**] Wie aus **Fig. 7** zu ersehen ist, erstreckt sich die obere Durchgangsöffnung **178a** über die Höhe des Dachbereichs der im Elektrolytbad **108** an dem Abschirmblech **162** vorbei transportierten Fahrzeugkarosserie **102**, während sich die untere Durchgangsöffnung **178b** über die Höhe des Schwellerbereichs **196**, des Seitenwandbereichs **198** und des Haubenbereichs **200** erstreckt.

[**0096**] Der zwischen der oberen Durchgangsöffnung **178a** und der unteren Durchgangsöffnung **178b** angeordnete Ausblendbereich **206a** des Abschirmblechs **162**, welcher sich über die Höhe des Fensterbereichs **204** der Fahrzeugkarosserie **102** erstreckt, schirmt das elektrische Feld in diesem Bereich ab, so daß der Fensterbereich **204** durch das Abschirmblech **162** bei der KTL-Beschichtung ausgeblendet wird.

[**0097**] Wären alle Anodenzellen **138** längs der Durchlaufrichtung **126** der Fahrzeugkarosserie **102** durch das Elektrolytbad **108** in der in **Fig. 7** dargestellten Weise ausgebildet, so würde eine Überbeschichtung der Seitenwandbereiche **198** und der Haubenbereiche **200** resultieren.

[**0098**] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Tauchbeckens **100** ist daher vorgesehen, daß die Anodenzellen **138** zu mehreren, beispielsweise vier, in der Längsrichtung **128** des Tauchbeckens **100** aufeinanderfolgenden Gruppen zusammengefaßt sind, wobei die Anodenzellen **138** jeder Gruppe mit jeweils gleichen Abschirmblechen **162**, die Anodenzellen **138** verschiedener Gruppen jedoch mit voneinander verschiedenen Abschirmblechen **162** bestückt sind.

[**0099**] Dabei sind die Abschirmbleche **162a** der in der

Durchlaufrichtung **126** der Fahrzeugkarosserie **102** vorne liegenden Gruppe von Anodenzellen **138** ebenso aufgebaut, wie vorstehend im Zusammenhang mit **Fig. 7** beschrieben, das heißt mit einer oberen Durchgangsöffnung **178a**, welche den Dachbereich **202** der Fahrzeugkarosserie **102** zur Beschichtung freigibt, und mit einer unteren Durchgangsöffnung **178b**, welche den Schwellerbereich **196**, den Seitenwandbereich **198** und den Haubenbereich **200** freigibt, sowie mit einer zwischen der oberen Durchgangsöffnung **178a** und der unteren Durchgangsöffnung **178b** angeordneten Ausblendbereich **206a** versehen, welcher den Fensterbereich **204** der Fahrzeugkarosserie **102** ausblendet.

[0100] Die Abschirmbleche **162b** der in der Durchlaufrichtung **126** auf die erste Gruppe folgenden zweiten Gruppe von Anodenzellen **138** weisen eine obere Durchgangsöffnung **178a** auf, welche den Dachbereich **202** der Fahrzeugkarosserie **102** zur Beschichtung freigibt, eine untere Durchgangsöffnung **178c**, die den Schwellerbereich **126** zur Beschichtung freigibt, eine mittlere Durchgangsöffnung **178d**, die den Haubenbereich **200** zur Beschichtung freigibt, einen oberen Ausblendbereich **206a**, der den Fensterbereich **204** der Fahrzeugkarosserie **102** ausblendet, und einen unteren Ausblendbereich **206b**, der den Seitenwandbereich **198** ausblendet.

[0101] Die Abschirmbleche **162c** der auf die zweite Gruppe von Anodenzellen **138** in der Durchlaufrichtung **126** folgenden dritten Gruppe von Anodenzellen **138** weisen eine obere Durchgangsöffnung **178a** auf, die den Dachbereich **202** der Fahrzeugkarosserie **102** zur Beschichtung freigibt, eine untere Durchgangsöffnung **178c**, die den Schwellerbereich **196** zur Beschichtung freigibt, sowie einen zwischen den beiden Durchgangsöffnungen **178a** und **178c** sich erstreckenden Ausblendbereich **206c**, der den Seitenwandbereich **198**, den Haubenbereich **200** und den Fensterbereich **204** der Fahrzeugkarosserie **102** ausblendet.

[0102] Die Abschirmbleche **162d** der auf die dritte Gruppe von Anodenzellen **138** in der Durchlaufrichtung **126** folgenden vierten Gruppe von Anodenzellen **138** weisen eine untere Durchgangsöffnung **178c** auf, die den Schwellerbereich **196** der Fahrzeugkarosserie **102** zur Beschichtung freigibt, sowie einen sich von dem oberen Rand der Durchgangsöffnung **178c** bis zum oberen Rand des Abschirmblechs **162** erstreckenden Ausblendbereich **206d**, der den Seitenwandbereich **198**, den Haubenbereich **200**, den Fensterbereich **204** und den Dachbereich **202** der Fahrzeugkarosserie **102** ausblendet.

[0103] Beim Transportieren der Fahrzeugkarosserie **102** durch das Elektrolytbad **108** längs der Durchlaufrichtung **126** werden demnach im Bereich der ersten Gruppe von Anodenzellen **138** mit den Abschirmblechen **162a** der Schwellerbereich **196**, der Seitenwandbereich **198**, der Haubenbereich **200** und der Dachbereich **202** der Fahrzeugkarosserie **102** mit großer Abscheiderate und der ausgeblendete Fensterbereich **204** mit kleiner Abscheiderate beschichtet.

[0104] Im Bereich der zweiten Gruppe von Anodenzellen **138** mit den Abschirmblechen **162b** werden der Schwellerbereich **196**, der Haubenbereich **200** und der Dachbereich **202** mit großer Abscheiderate, der ausgeblendete Seitenwandbereich **198** und der ausgeblendete Fensterbereich **204** hingegen mit geringer Abscheiderate beschichtet.

[0105] In dem Bereich der dritten Gruppe von Anodenzellen **138** mit den Abschirmblechen **162c** werden der Schwellerbereich **196** und der Dachbereich **202** mit großer Abscheiderate beschichtet, während der ausgeblendete Seitenwandbereich **198**, der ausgeblendete Fensterbereich **204** und der ausgeblendete Haubenbereich **200** der Fahrzeugkarosserie **102** mit geringer Abscheiderate beschichtet werden.

[0106] Schließlich wird im Bereich der vierten Gruppe von Anodenzellen **138** mit den Abschirmblechen **162d** nur noch der Schwellerbereich **196** mit großer Abscheiderate beschichtet, während alle übrigen Bereiche der Fahrzeugkarosserie **102** ausgeblendet sind.

[0107] Auf diese Weise ist es möglich, den Schwellerbereich **196** mit der schwer zugänglichen Schwellerinnenseite länger als die übrigen Bereiche der Karosserie zu beschichten, so daß die im Schwellerinnenbereich erforderliche Schichtdicke von beispielsweise ungefähr $12\ \mu\text{m}$ erreicht werden kann, ohne daß es im Seitenwandbereich **198** und im Haubenbereich **200** zu einer Überbeschichtung kommt.

[0108] Die Dicke der in den durch die verschiedenen Gruppen von Anodenzellen **138** definierten Beschichtungsphasen abgeschiedenen Beschichtungen kann durch die Anzahl von Anodenzellen **138**, welche jeder dieser Gruppen jeweils zugeordnet werden, eingestellt werden.

[0109] Außerdem ist es möglich, das an der Fahrzeugkarosserie **102** beim Passieren der verschiedenen Gruppen von Anodenzellen **138** anliegende kathodische Potential zu variieren und auf diese Weise die Dicke der von den verschiedenen Gruppen von Anodenzellen **138** erzeugten Beschichtungen in gewünschter Weise einzustellen.

[0110] Hierdurch ist es möglich, die Dicken der KTL-Beschichtungen in den verschiedenen Bereichen der Fahrzeugkarosserie **102** unabhängig voneinander auf den jeweils gewünschten Wert einzustellen.

[0111] Eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung von Fahrzeugkarosserien **102** unterscheidet sich von der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform dadurch, daß die Anodenzellen **138** keine Abschirmbleche **162**, sondern mit Durchgangsöffnungen zur Verringerung der elektrischen Feldstärke an einem ausgewählten Teilbereich der Fahrzeugkarosserien **102** versehene Anoden **139** umfassen.

[0112] Wie aus den **Fig. 9, 10** und **12** zu ersehen ist, umfaßt die Anode **139'** jeder Anodenzelle **138** der zweiten Ausführungsform einen im wesentlichen rechteckigen Halterahmen **208**, an dessen Oberseite ein Vorsprung **164** vorgesehen ist, an welchem die Anode **139'** als Ganzes nach oben aus der Anodenzelle **138** herausgezogen werden kann und an welcher die Anode **139'** elektrisch kontaktiert, das heißt auf anodisches Potential gelegt werden kann.

[0113] An den Vorderseiten der Längsträger **209** des Halterahmens **208** sind äquidistant angeordnete, in horizontaler Richtung vom Halterahmen **208** aus abstehende Haltestifte **211** vorgesehen, an welchen ein oder mehrere im wesentlichen rechteckige Anoden-Teilbleche **210** eingehängt sind.

[0114] Um die Anoden-Teilbleche **210** an den Haltestiften **211** zu sichern, können (nicht dargestellte) Befestigungsmittel verwendet werden, mittels derer die Anoden-Teilbleche **210** lösbar an den Haltestiften **211** des Halterahmens **208** festlegbar sind, beispielsweise Sicherungsmuttern, Sicherungsscheiben oder ähnliches.

[0115] Um Spaltkorrosion an der variabel aufgebauten Anode **139'** weitgehend zu vermeiden, wird der Halterahmen **208** aus einem korrosionsbeständigen Werkstoff hergestellt.

[0116] Wie am besten aus **Fig. 11** zu ersehen ist, umfaßt ferner jedes der Anoden-Teilbleche **210** an seinen Endbereichen jeweils einen Haltebereich **213**, an dem das betreffende Anoden-Teilblech **210** von dem Halterahmen **208** gehalten wird, zu welchem Zweck jeder der Haltebereiche **213** mit jeweils zwei Durchgangsbohrungen **215** zur Aufnahme jeweils eines der Haltestifte **211** des Halterahmens **208** versehen ist.

[0117] Zur Vermeidung von Spaltkorrosion werden die Haltebereiche **213** jedes Anoden-Teilblechs **210** ebenfalls

aus einem spaltkorrosionsbeständigen Werkstoff, vorzugsweise aus demselben Werkstoff wie der Halterahmen 208, gebildet.

[0118] Der zwischen den endseitigen Haltebereichen 213 jedes Anoden-Teilblechs 210 angeordnete, im wesentlichen rechteckige Felderzeugungsbereich 217 ist zwischen den Längsträgern 209 des Halterahmens 208 in ausreichendem Abstand von denselben angeordnet, so daß dieser Felderzeugungsbereich 217 schon aufgrund seiner Anordnung weniger spaltkorrosionsgefährdet ist.

[0119] Der Felderzeugungsbereich 217 kann daher aus einem Werkstoff mit einer geringeren Spaltkorrosionsbeständigkeit gebildet werden, beispielsweise aus nichtrostendem Stahl, z. B. aus dem Werkstoff 1,4404.

[0120] An seinen beiden Endbereichen 219 ist der Felderzeugungsbereich 217 spaltfrei, beispielsweise durch Schweißung, mit jeweils einem der beiden Haltebereiche 213 verbunden.

[0121] Dadurch, daß die Kontaktstellen zwischen dem Halterahmen 208 und den Anoden-Teilblechen 210 aus spaltkorrosionsbeständigem Werkstoff gefertigt werden, ist gewährleistet, daß eine Spaltkorrosion an diesen Kontaktstellen weitgehend vermieden wird.

[0122] Als spaltkorrosionsbeständige Werkstoffe kommen insbesondere die folgenden Werkstoffe in Betracht:

- Legierungen auf der Basis von Eisen, welche Chrom, Nickel, Molybdän und/oder andere Legierungselemente enthalten, die die Korrosionsbeständigkeit steigern;
- Legierungen auf der Basis von Titan, Zirkon, Niob oder Tantal.

[0123] Um die Abhängigkeit der Empfindlichkeit einer Legierung in Bezug auf Spalt- oder Lochkorrosion von der Legierungszusammensetzung abzuschätzen, kann insbesondere die sogenannte Wirksumme verwendet werden.

[0124] Die Wirksumme WS einer Legierung errechnet sich wie folgt:

$WS = \text{Chrom-Gehalt der Legierung (in Gewichts-\%)} + 3,3 \times \text{Molybdän-Gehalt der Legierung (in Gewichts-\%)}$

[0125] Enthält die Legierung außer Chrom und Molybdän auch Stickstoff, so errechnet sich die Wirksumme WS' wie folgt:

$WS' = \text{Chrom-Gehalt der Legierung (in Gewichts-\%)} + 3,3 \times \text{Molybdän-Gehalt der Legierung (in Gewichts-\%)} + 30 \times \text{Stickstoff-Gehalt der Legierung (in Gewichts-\%)}$

[0126] In Fig. 13 ist für verschiedene Nickel-Werkstoffe und hochlegierte Sonderedelstähle die kritische Lochkorrosionstemperatur CPT in 10%-iger Fe(III)Cl-Lösung als Funktion der Wirksumme WS bzw. WS' eingetragen.

[0127] In Fig. 14 ist für verschiedene Nickelwerkstoffe und hochlegierte Sonderedelstähle die kritische Spaltkorrosionstemperatur CCT in 10%-iger Fe(III)Cl-Lösung als Funktion der Wirksumme WS bzw. WS' eingetragen.

[0128] Die beiden Fig. 13 und 14 sind aus dem Buch von U. Heubner et al.: "Nickel-Werkstoffe und hochlegierte Sonderedelstähle", Krupp, VDM, expert verlag, 1985, Ehningen, entnommen.

[0129] Aus den Fig. 13 und 14 ergibt sich, daß die Beständigkeit gegen Spaltkorrosion und/oder Lochkorrosion in der Regel mit ansteigender Wirksumme WS bzw. WS' ebenfalls ansteigt. Werkstoffe, die eine hohe Wirksumme aufweisen, eignen sich daher besonders als Material für den Halterahmen 208, die Haltestifte 211 und die Haltebereiche 213.

[0130] Mittels der an den Halterahmen 208 einhängbaren Anoden-Teilbleche 210 können an jeder der Anoden 139' von den Anoden-Teilblechen 210 überdeckte Felderzeu-

gungsbereiche 212 gebildet werden, wobei die zwischen zwei Felderzeugungsbereichen 212 oder zwischen einem Felderzeugungsbereich 212 und dem Halterahmen 208 verbleibenden Zwischenräume jeweils eine Durchgangsöffnung 214 der Anode 139' bilden.

[0131] Bereiche einer Fahrzeugkarosserie 102, die in der Höhe eines Felderzeugungsbereichs 212 an einer Anode 139' vorbei transportiert werden, werden mit hoher Abscheiderate beschichtet, da das elektrische Feld zwischen der Anode 139' und der Fahrzeugkarosserie 102 in der Höhe der Felderzeugungsbereiche 212 eine hohe Feldstärke aufweist.

[0132] Auf der Höhe der Durchgangsöffnungen 214 in der Anode 139' herrscht hingegen nur eine geringe elektrische Feldstärke, da sich in den Durchgangsöffnungen 214 keine positiven Ladungen ansammeln können. In Höhe der Durchgangsöffnung 214 an der Anode 139' vorbei transportierte Bereiche der Fahrzeugkarosserie 102 werden daher nur mit geringer Abscheiderate beschichtet.

[0133] Die Durchgangsöffnungen 214 in den Anoden 139' haben somit eine vergleichbare Wirkung wie die Ausblendbereiche 206 der Abschirmbleche 162 der ersten Ausführungsform.

[0134] Die Felderzeugungsbereiche der Anoden 139' der zweiten Ausführungsform haben hingegen im wesentlichen dieselbe Wirkung wie die Durchtrittsöffnungen 178 in den Abschirmblechen 162 der ersten Ausführungsform.

[0135] Durch geeignete Auswahl und Aufeinanderfolge von Anodenzellen 138 mit den Anoden 139', welche Felderzeugungsbereiche 212 und Durchgangsöffnungen 214 aufweisen, kann daher in entsprechender Weise wie bei der ersten Ausführungsform die gewünschte Beschichtungsdicke für jeden Bereich der Fahrzeugkarosserie 102 unabhängig von der Beschichtungsdicke der anderen Bereiche der Fahrzeugkarosserie 102 eingestellt werden.

[0136] Da die Durchgangsöffnungen 214 der variablen Anoden 139' in ihrer Wirkung den Ausblendbereichen 206 der Abschirmbleche 162 entsprechen und die Felderzeugungsbereiche 212 der Anoden 139' in ihrer Wirkung den Durchtrittsöffnungen 178 in den Abschirmblechen 162 entsprechen, können die variablen Anoden 139' und die Abschirmbleche 162 auch in ein und derselben Anodenzelle 138 miteinander kombiniert werden.

[0137] Bei einer solchen Kombination werden solche Bereiche der Fahrzeugkarosserie 102 mit einer hohen Abscheiderate beschichtet, welche in einer solchen Höhe an der Anodenzelle 138 vorbei transportiert werden, in welcher die variable Anode 139' einen Felderzeugungsbereich 212 und das Abschirmblech 162 eine Durchtrittsöffnung 178 aufweist.

[0138] Hingegen werden solche Bereiche der Fahrzeugkarosserie 102 mit nur geringer Abscheiderate oder überhaupt nicht beschichtet, welche in einer Höhe an der Anodenzelle 138 vorbei transportiert werden, in welcher die variable Anode 139' eine Durchgangsöffnung 214 und/oder das Abschirmblech 162 einen Ausblendbereich 206 aufweist.

[0139] Im übrigen stimmt die zweite Ausführungsform einer Vorrichtung zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung von Fahrzeugkarosserien hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der ersten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

Patentansprüche

1. Anodenzelle zur Erzeugung eines elektrischen Feldes in einem Tauchbecken (100) zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung von Werkstücken, insbesondere von Fahrzeugkarosserien (102), umfassend mindestens eine Anode (139; 139'), dadurch gekenn-

- zeichnet, daß die zur Erzeugung des elektrischen Feldes zwischen der Anode (139; 139') und dem zu beschichtenden Werkstück wirksame Fläche der Anode (139; 139') gegenüber der von der Außenkontur der Anode begrenzten Fläche reduziert ist.
2. Anodenzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anodenzelle (100) mindestens eine zwischen der Anode (139) und dem zu beschichtenden Werkstück angeordnete elektrische Abschirmung zur Reduzierung der zur Erzeugung des elektrischen Feldes zwischen der Anode (139) und dem Werkstück wirksamen Fläche der Anode (139) umfaßt.
3. Anodenzelle nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Abschirmung ein elektrisch leitfähiges Material umfaßt.
4. Anodenzelle nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Abschirmung auf kathodisches Potential legbar ist.
5. Anodenzelle nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Abschirmung eine Beschichtung aus elektrisch nicht leitfähigem Material umfaßt.
6. Anodenzelle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung KTL-Lack umfaßt.
7. Anodenzelle nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Abschirmung als Abschirmblech (163) ausgebildet ist.
8. Anodenzelle nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Abschirmung mindestens eine Durchtrittsöffnung (178) für den Durchtritt des elektrischen Feldes aufweist.
9. Anodenzelle nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Abschirmung aus der Anodenzelle (138) entnehmbar ist.
10. Anodenzelle nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Abschirmung nach oben aus der Anodenzelle (138) herausziehbar ist.
11. Anodenzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (139') mit mindestens einer Durchgangsöffnung (214) zur Reduzierung der zur Erzeugung des elektrischen Feldes zwischen der Anode (139') und dem zu beschichtenden Werkstück wirksamen Fläche der Anode (139') versehen ist.
12. Anodenzelle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (139') einen Halterahmen (208) und mindestens ein an dem Halterahmen (208) gehaltenes Anoden-Teilblech (210) umfaßt.
13. Anodenzelle nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Halterahmen (208) aus einem spaltkorrosionsbeständigen Werkstoff hergestellt ist.
14. Anodenzelle nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Anoden-Teilblech (210) einen Haltebereich (213) umfaßt, an dem das Anoden-Teilblech (210) von dem Halterahmen (208) gehalten wird, wobei der Haltebereich (213) aus einem spaltkorrosionsbeständigen Werkstoff gebildet ist.
15. Anodenzelle nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Anoden-Teilblech (210) außer dem Haltebereich (213) auch einen Felderzeugungsbereich (217) umfaßt, der aus einem von dem Material des Haltebereichs (213) verschiedenen Material gebildet und spaltfrei mit dem Haltebereich (213) verbunden ist.
16. Anodenzelle nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (139') aus der Anodenzelle (138) entnehmbar ist.
17. Anodenzelle nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (139') nach oben aus der An-

- denzelle (138) herausziehbar ist.
18. Vorrichtung zur kathodischen Elektro-Tauchlackierung von Werkstücken, insbesondere von Fahrzeugkarosserien (102), umfassend ein Tauchbecken (100) und mindestens eine in dem Tauchbecken (100) angeordnete Anodenzelle (138) nach einem der Ansprüche 1 bis 17.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung mehrere Anodenzellen (138) nach einem der Ansprüche 2 bis 10 umfaßt, die in der Längsrichtung (128) des Tauchbeckens (100) aufeinanderfolgen und jeweils eine elektrische Abschirmung umfassen, welche mindestens eine Durchtrittsöffnung (178) für den Durchtritt des elektrischen Feldes aufweist, wobei die elektrischen Abschirmungen der aufeinanderfolgenden Anodenzellen (138) hinsichtlich Höhe und/oder Größe voneinander verschiedene Durchtrittsöffnungen (178) aufweisen.
20. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung mehrere Anodenzellen (138) nach einem der Ansprüche 11 bis 17 umfaßt, die in der Längsrichtung (128) des Tauchbeckens (100) aufeinanderfolgen und deren Anoden (139') jeweils mit mindestens einer Durchgangsöffnung (214) zur Reduzierung der zur Erzeugung des elektrischen Feldes zwischen der jeweiligen Anode (139') und dem zu beschichtenden Werkstück wirksamen Fläche der Anode (139') versehen sind, wobei die Anoden (139') der aufeinanderfolgenden Anodenzellen (138) hinsichtlich Höhe und/oder Größe voneinander verschiedene Durchgangsöffnungen (214) aufweisen.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

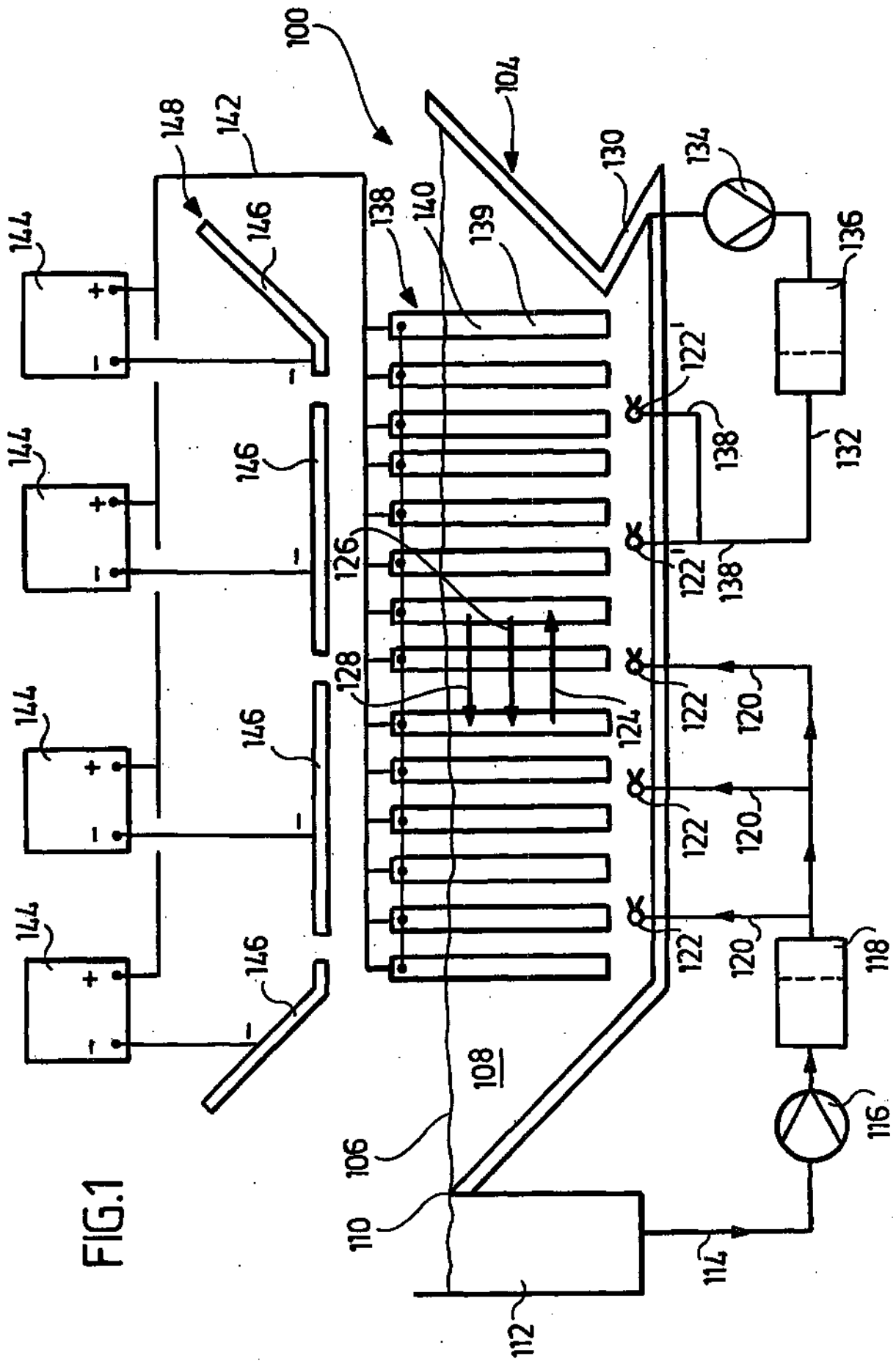


FIG.1

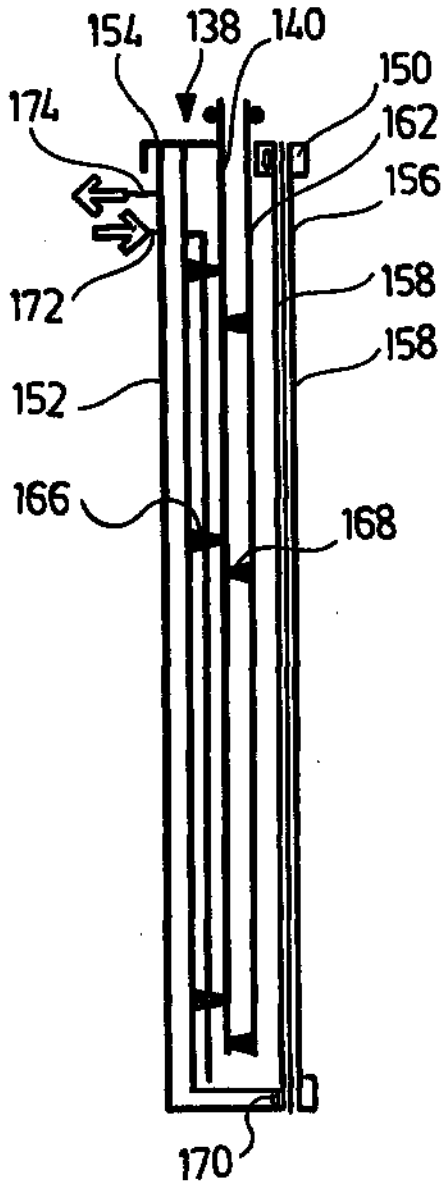


FIG. 2

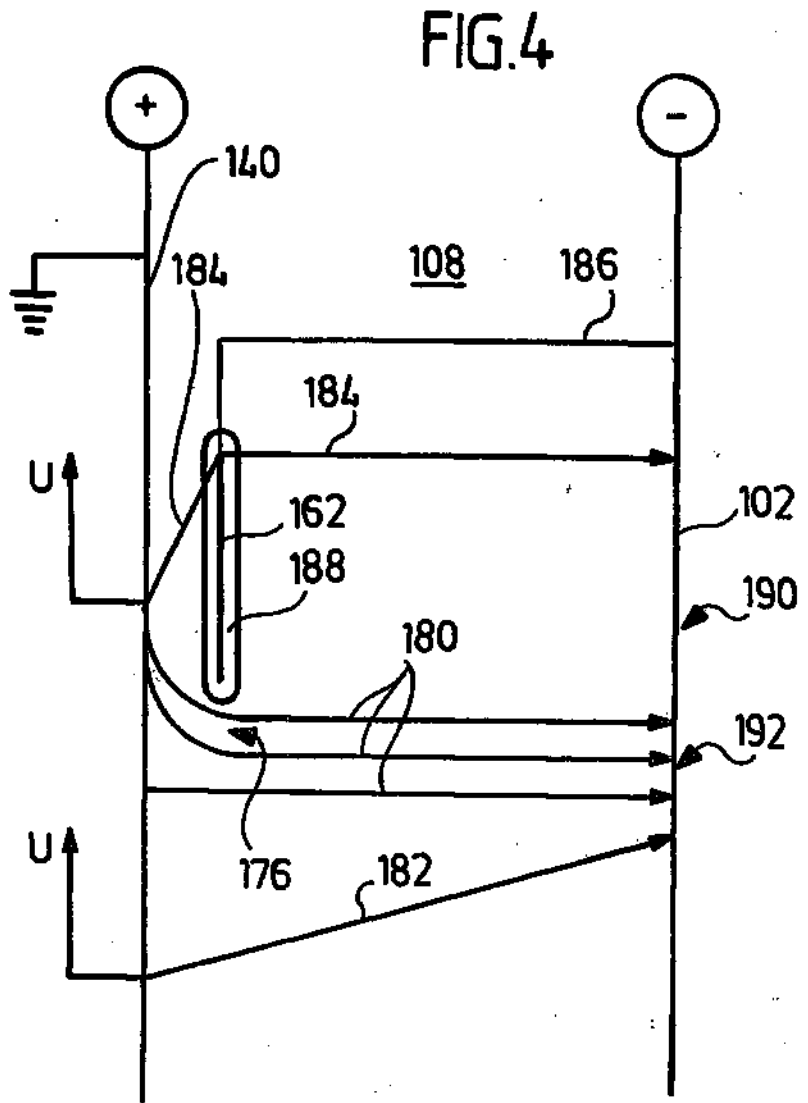


FIG. 4

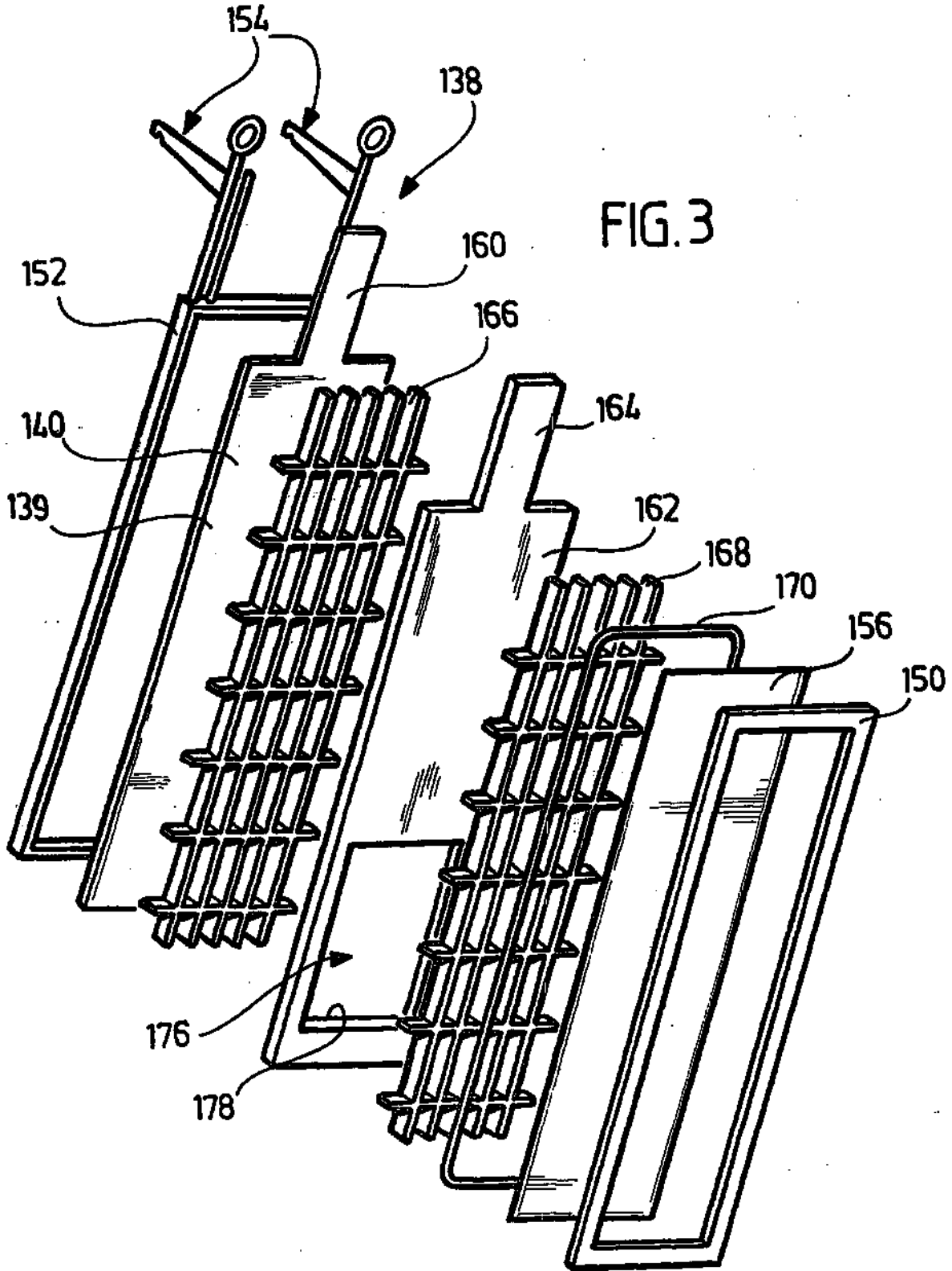


FIG. 5

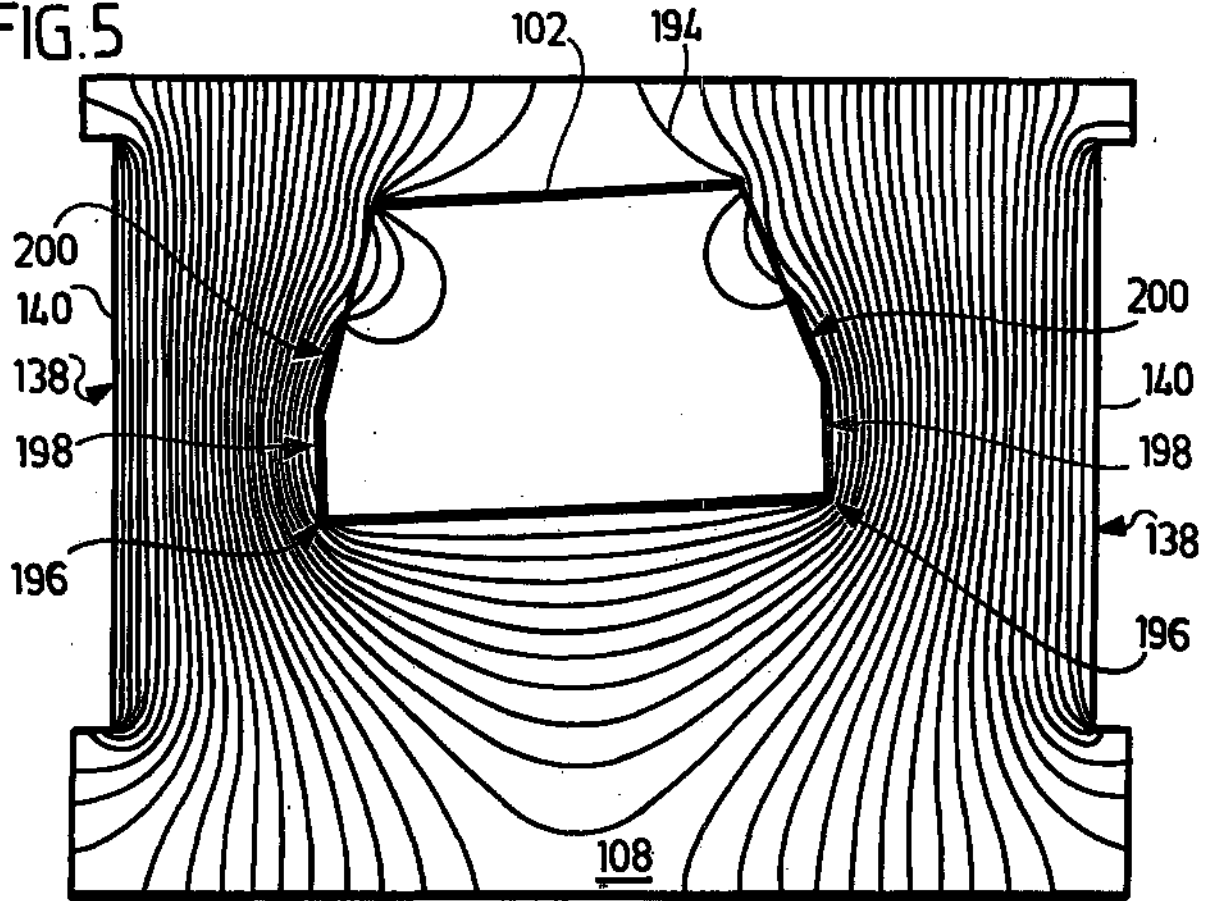


FIG. 6

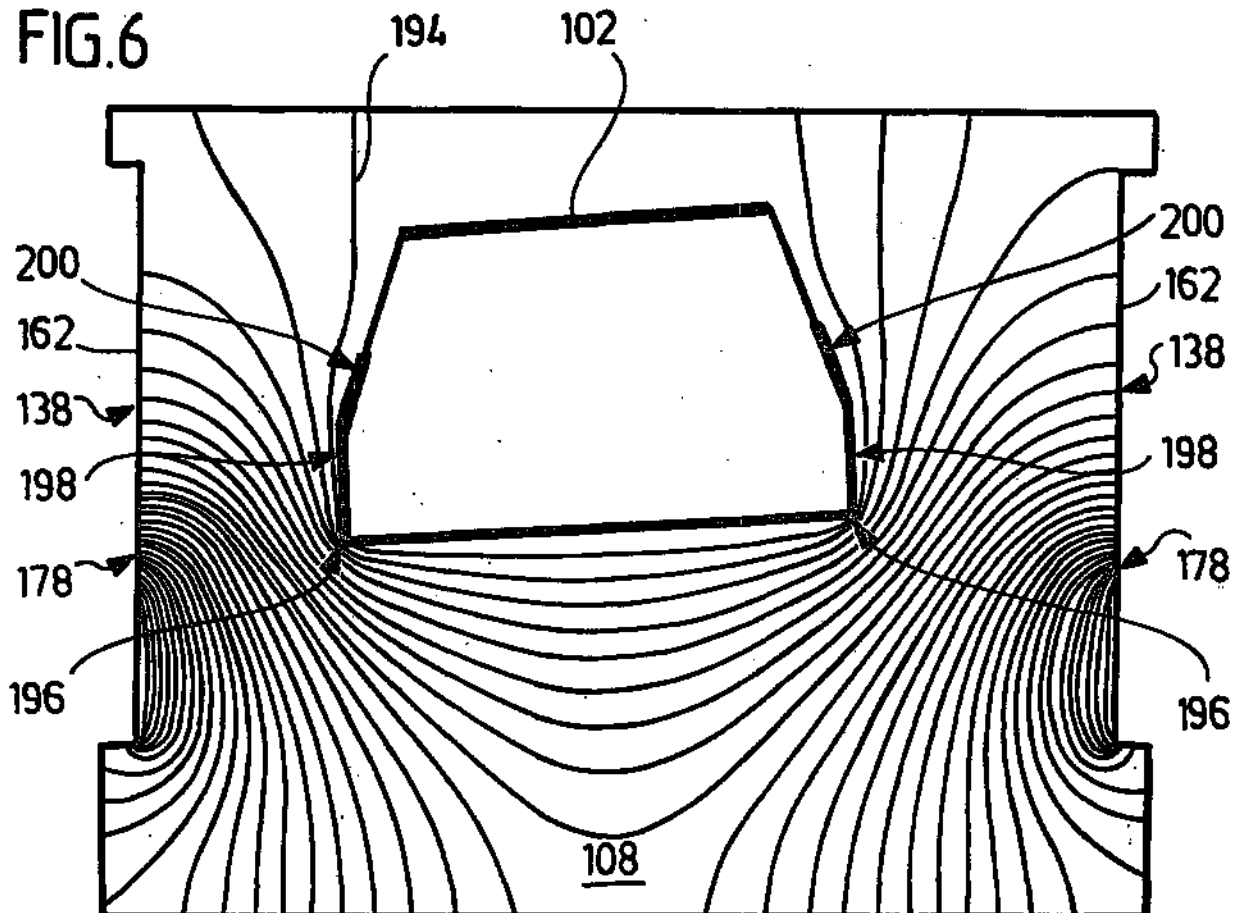


FIG.7

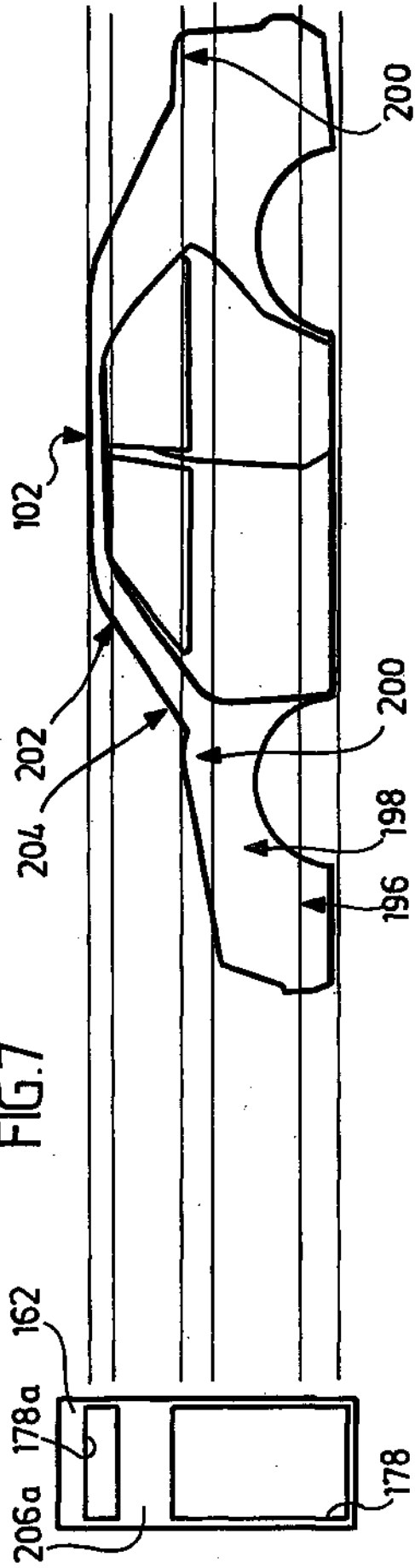


FIG.8

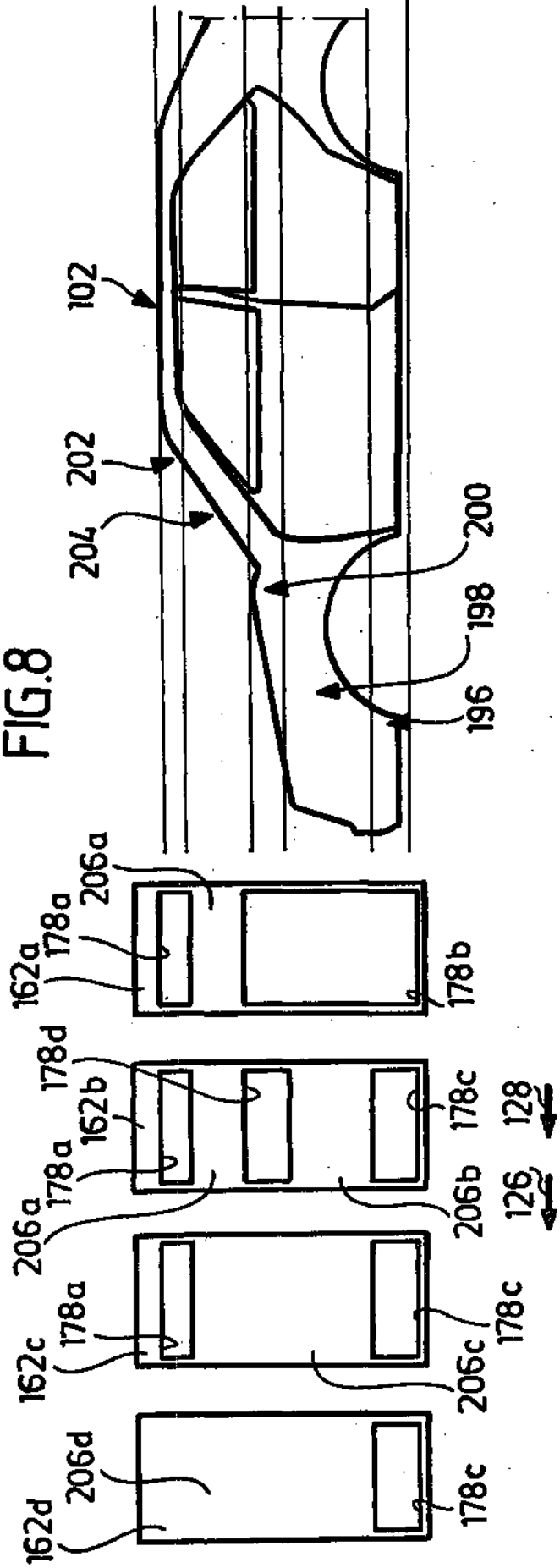


FIG.9

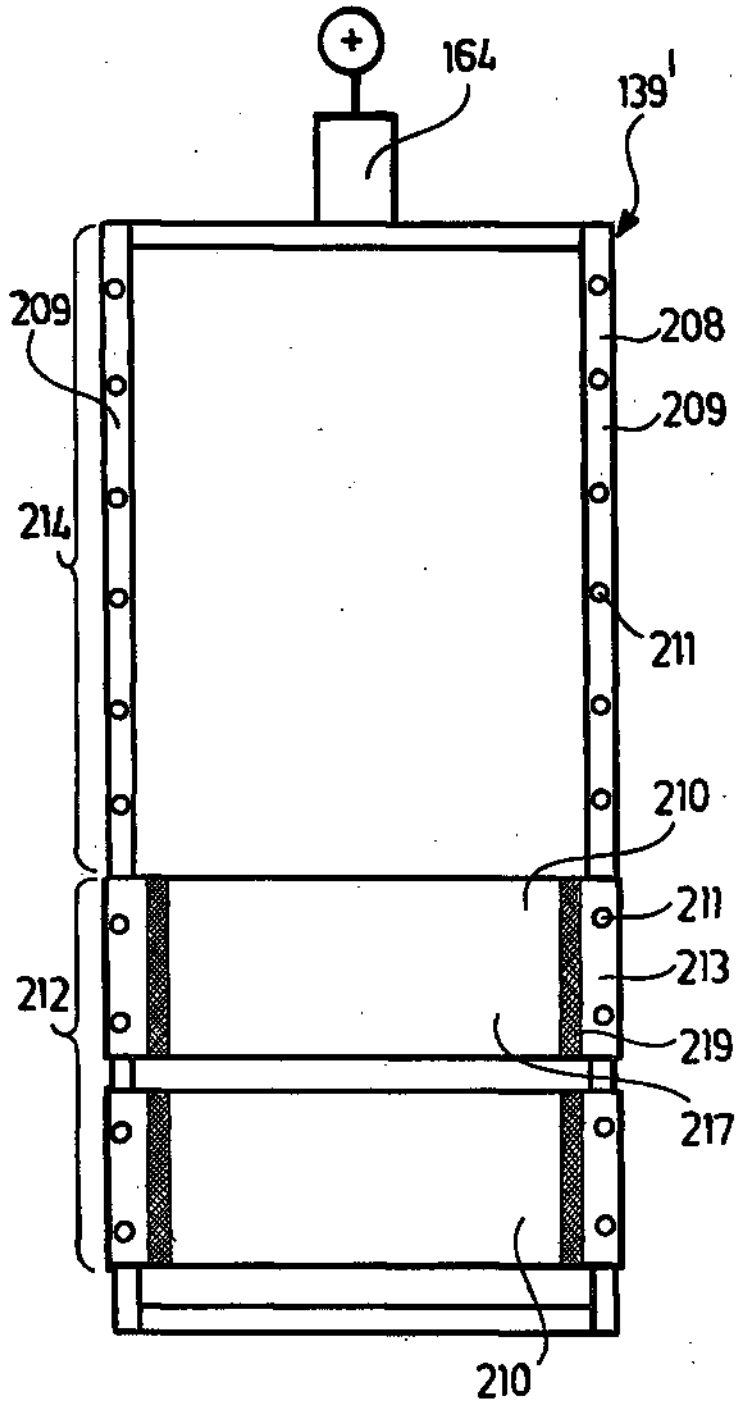
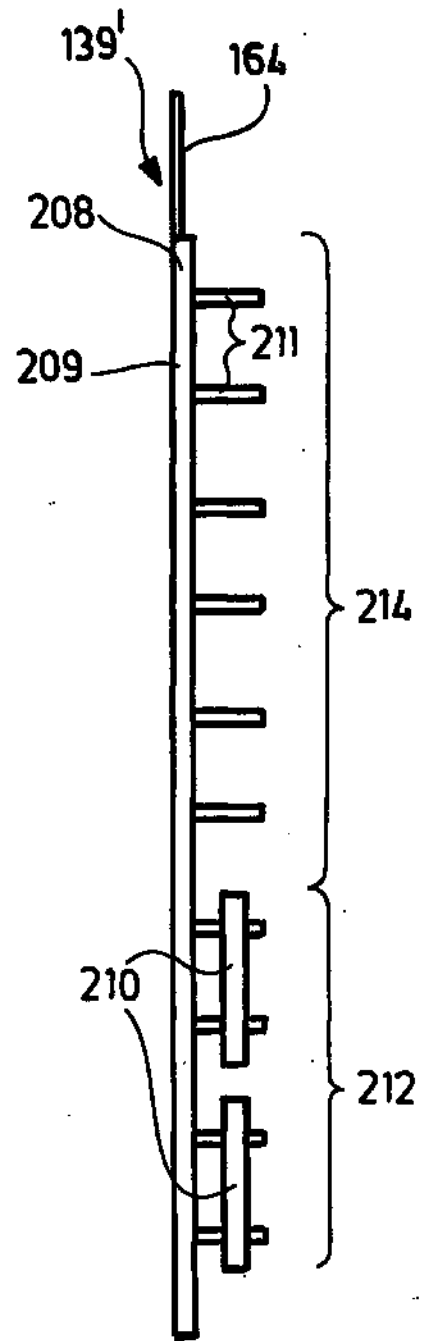


FIG.10



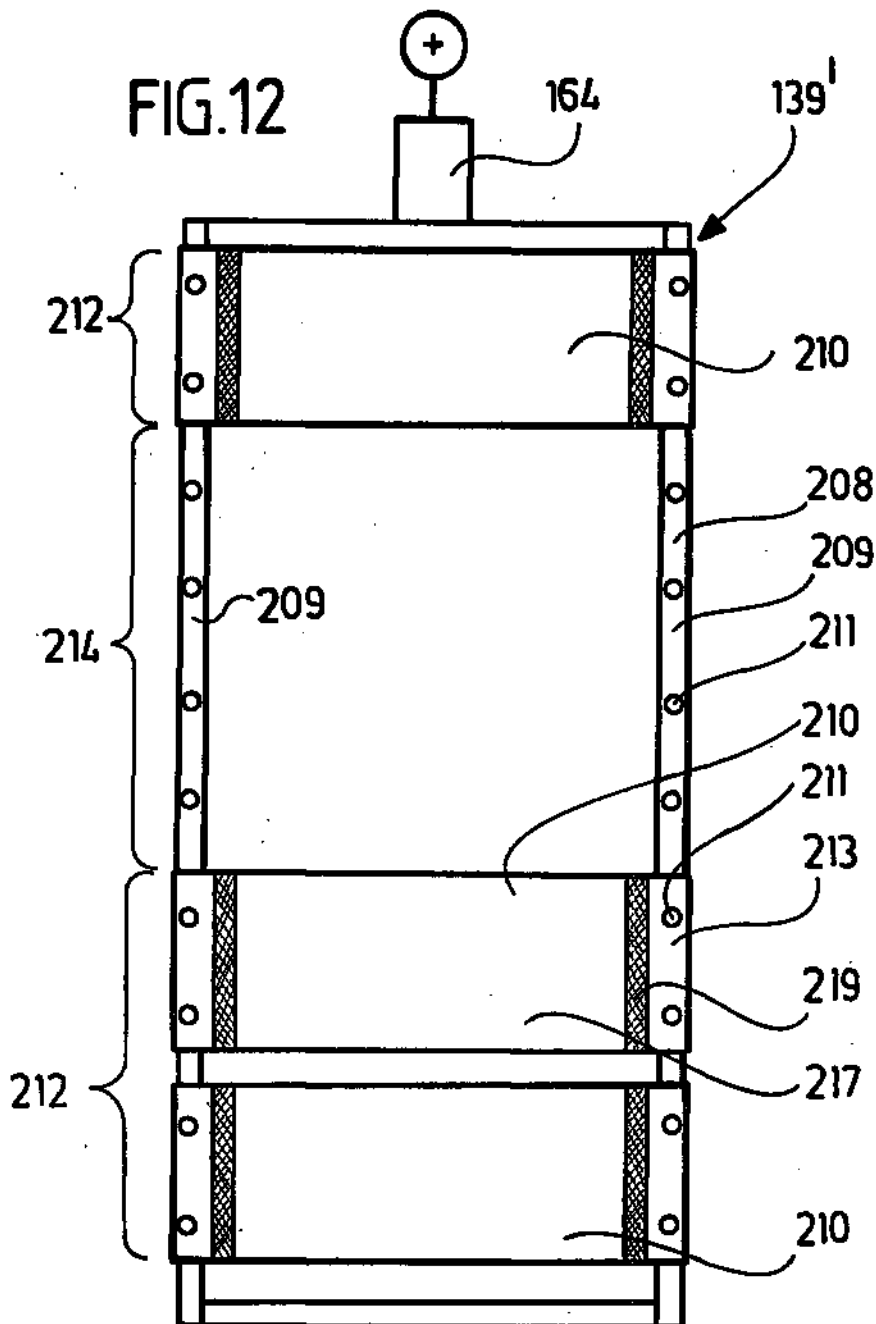
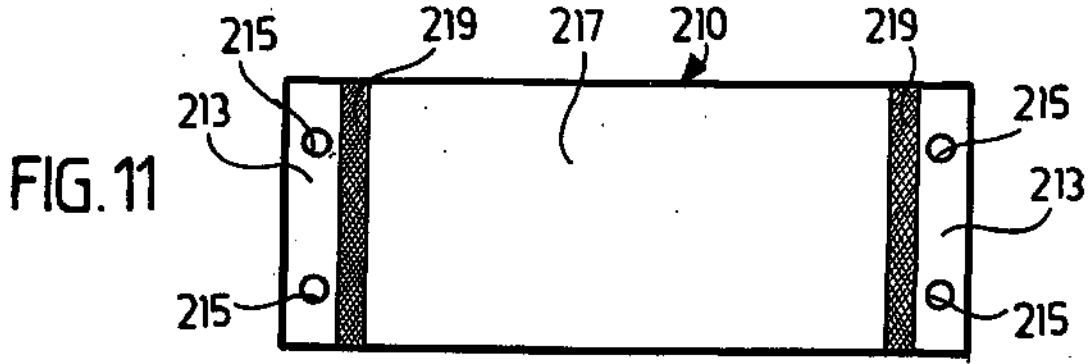


FIG. 13

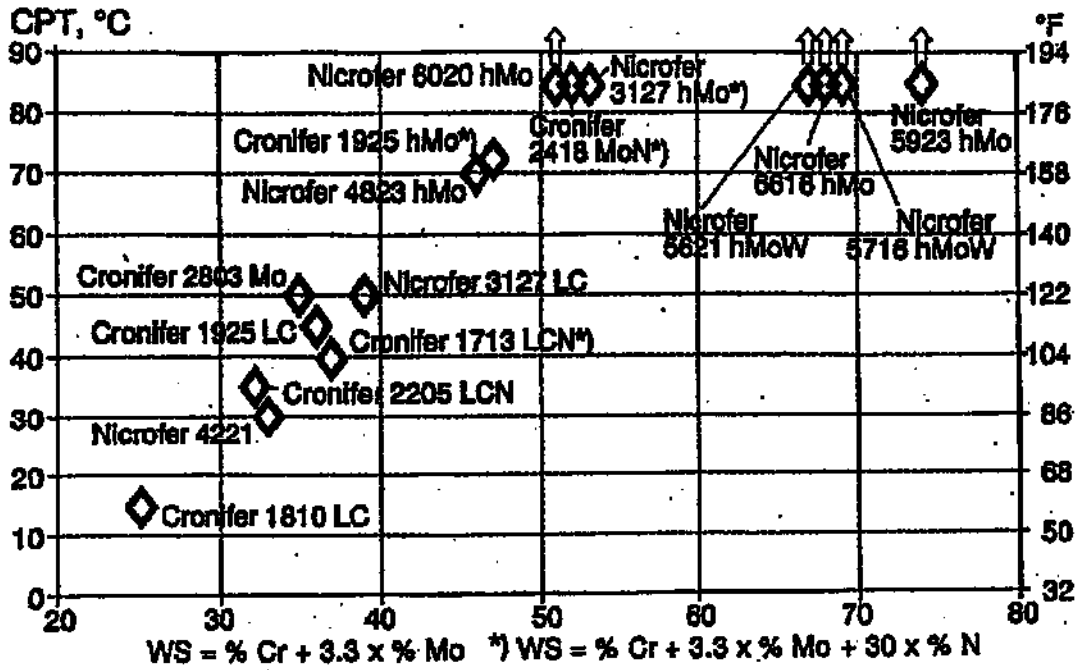


FIG.14

