

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 668 374 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94102542.1**

(51) Int. Cl.⁶: **C25D 7/06**

(22) Anmeldetag: **20.02.94**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.08.95 Patentblatt 95/34

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: **HANS HÖLLMÜLLER
MASCHINENBAU GMBH & CO.
Kappstrasse 69
D-71083 Herrenberg (DE)**

(72) Erfinder: **Holtzmann, Abraham, Dr. c/o
Adv. Plating Technologies
P.O. Box 1233
Bat-Yam 59112 (IL)
Erfinder: Haas, Rainer**

**Filsstr.6
D-71083 Herrenberg (DE)
Erfinder: Hartmann, Bernd, Dr.
Heinrich-Sohnrey-Strasse
D-37197 Hattorf (DE)
Erfinder: Renz, Werner
Bahnhofstrasse 7
D-75172 Pforzheim (DE)**

(74) Vertreter: **Ostertag, Ulrich
Patentanwälte
Dr. Ulrich Ostertag
Dr. Reinhard Ostertag
Eibenweg 10
D-70597 Stuttgart (DE)**

(54) **Vorrichtung zur Galvanisierung dünner, ein- oder beidseits mit einer leitfähigen Beschichtung versehener Kunststoffolien.**

(57) Eine Vorrichtung zur Galvanisierung dünner, ein- oder beidseits mit einer leitfähigen Beschichtung versehener Kunststoffolien (1), die ggfs. mit Durchgangsbohrungen versehen sein können, umfaßt eine Fördereinrichtung (20 bis 23), welche die Kunststoffolie (1) im Bereich der mit Elektrolyt gefüllten Kammer (6) horizontal bewegt. Die Kontaktiereinrichtungen (9 bis 16), welche die Kunststoffolie (1) auf kathodisches Potential bringt, befinden sich außerhalb der Kammer (6) im "Trockenen".

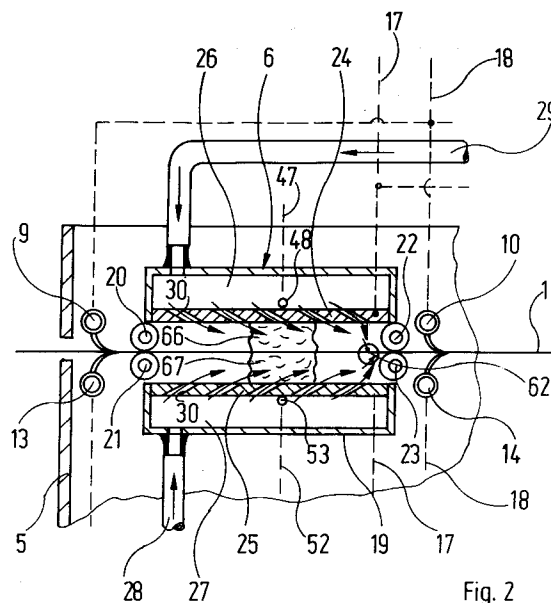


Fig. 2

EP 0 668 374 A1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Galvanisierung dünner, ein- oder beidseitig mit einer leitfähigen Beschichtung versehener Kunststoffolien, mit

- a) mindestens einer zugeordneten Vorratshaspel für die zu galvanisierende Kunststoffolie;
- b) mindestens einer zugeordneten Vorratshaspel für die galvanisierte Kunststoffolie;
- c) einer Fördereinrichtung, welche die Kunststoffolie kontinuierlich von der einen zu der anderen Vorratshaspel befördert;
- d) mindestens einer zwischen den Vorratshaspeln liegenden, mit Elektrolyt beschickbaren Kammer, in der sich in der Nähe des Bewegungsweges der Kunststoffolie mindestens eine Anode befindet, welche elektrisch mit dem einen Pol einer Galvanisier-Stromquelle verbunden ist;
- e) mindestens einer Kontaktiereinrichtung, welche elektrisch mit dem anderen Pol der Galvanisier-Stromquelle verbunden ist und Kontakt zu der sich bewegenden Kunststoffolie herstellt.

Herkömmliche gedruckte Leiterplatten sind diskrete Werkstücke, die auf einem starren Träger ggf. beidseitig ein bestimmtes Schaltungsbild tragen. Die Schaltungsbilder auf den gegenüberliegenden Seiten können elektrisch über

Durchgangsbohrungen miteinander verbunden sein, deren Mantelflächen auf galvanischem Wege mit einem metallischen Überzug versehen worden sind. Ähnlich aufgebaut sind die sogenannten Multilayer-Innenschichten. Dies sind ebenfalls diskrete Gegenstände, die jedoch einen flexiblen Träger umfassen und, übereinandergestapelt, zu einer dreidimensionalen Schaltung miteinander verbunden werden. Es zeichnet sich eine Entwicklung ab, diese diskreten Leiterplatten bzw. Multilayer-Innenschichten durch dünne Kunststoffolien zu ersetzen, in welche die erforderlichen Durchgangsbohrungen durch spezielle trockene Plasmaätzverfahren eingebracht werden. Diese Verfahren sind nicht nur erheblich kostengünstiger als das mechanische Bohren; sie gestatten darüber hinaus die Herstellung von Durchgangsbohrungen mit so kleinen Durchmessern, wie sie auf mechanischem Wege nicht erreichbar waren. Die erhaltenen Durchgangsbohrungen haben zudem ein außerordentlich günstiges Aspektverhältnis, das heißt, Verhältnis von Länge zu Durchmesser der Durchgangsbohrung. Auch die Handhabung der (zusammenhängenden) Kunststoffolie ist in vielem einfacher als diejenige der diskreten Leiterplatten. Dies gilt noch für mehr im Vergleich zu diskreten Folienstücken, die äußerst schwierig zu bearbeiten sind.

Die Kunststoffolien sind an den zu galvanisierenden Flächen mit einer leitfähigen Beschichtung versehen. An den ebenen "Hauptflächen" besteht diese leitfähige Beschichtung im allgemeinen aus Metall, während die Mantelflächen eventuell vor-

handener Durchgangsbohrungen häufig mit einer geeigneten Polymerschicht leitfähig gemacht sind. Wenn nachfolgend von "Kunststoffolie" die Rede ist, so ist damit vereinfachend immer die beschichtete Kunststoffolie gemeint.

Bekannte Vorrichtungen zur Galvanisierung derartiger dünner Kunststoffolien, die im allgemeinen aus Polyimid hergestellt werden, arbeiten so, daß sie die Kunststoffolie im Elektrolyt mehrfach schlangenlinienartig zwischen unteren und oberen Umlenkwalzen auf und ab führen. Hierdurch wird versucht, die Abmessung der Galvanisiervorrichtung kleinzuhalten, obwohl der Bewegungsweg der Kunststoffolie im Bad verhältnismäßig groß ist. Solche Vorrichtungen sind jedoch sehr aufwendig in der Bauweise; die mehrfache Umlenkung um die oberen und unteren Umlenkwalzen kann die sich gerade bildenden Metallschichten mechanisch beeinträchtigen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart auszugestalten, daß sie im mechanischen Aufbau einfacher ist, ohne größere Abmessungen zu benötigen und ohne den Plattiervorgang selbst zu beeinträchtigen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß

- f) die Fördereinrichtung so eingerichtet ist, daß die Kunststoffolie im gesamten Bereich der mit Elektrolyt beschickbaren Kammer horizontal verläuft.

Erfindungsgemäß wird also die Kunststoffolie im Elektrolytbad während des Elektrolysevorganges ausschließlich horizontal gehalten. Die bei bekannten Vorrichtungen vorgenommene Wegverlängerung durch schlangenlinienförmiges Auf- und Abführen wird ersatzlos weggelassen. Bei gleicher Abmessung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie ist zwar deren Bewegungsweg im Elektrolyten erheblich kürzer als bei der bekannten Vorrichtung; dies wird jedoch dadurch kompensiert, daß die geometrischen Verhältnisse bei der erfindungsgemäßen Führung der Kunststoffolie erheblich günstiger sind. Insbesondere kann die Anströmung der Kunststoffolie mit Elektrolyt so gestaltet werden, daß sich keine Verarmungs- und Konzentrationseffekte ergeben.

Dabei ist es an und für sich aus der DE-OS 36 24 481 bzw. der DE-OS 32 36 545 bekannt, diskrete Leiterplatten herkömmlicher Art im horizontalen Durchlauf zu galvanisieren. Bei diesen diskreten Leiterplatten gibt es jedoch die Möglichkeit einer schlangenlinienförmigen Auf- und Abwärtsbewegung im Elektrolytbad mit einigermaßen vernünftigen konstruktivem Aufwand nicht.

Die Kontaktiereinrichtung sollte dabei außerhalb der mit Elektrolyt beschickbaren Kammer angeord-

net sein. Dies ist ein weiterer Vorteil der endlosen Kunststoffolie gegenüber den diskreten Leiterplatten: Die Kontaktierung muß nicht im Elektrolyten selbst geschehen, wo sich an der Kontaktiereinrichtung ebenfalls Metall abscheiden würde. Dies stellt bei den bekannten Vorrichtungen zur Herstellung diskreter Leiterplatten ein erhebliches Problem dar.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die mit Elektrolyt gefüllte Kammer in eine Mehrzahl in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie gesehen hintereinander angeordneter Galvanisierkammern unterteilt. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn - wie oben erwähnt - die Kontaktierung außerhalb des Elektrolyten erfolgen soll. Der Abstand zweier in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie hintereinander folgender Kontaktiereinrichtungen darf jedoch nicht zu groß werden, damit nicht Spannungsabfälle innerhalb der Kunststoffolie zu ungleichmäßiger Galvanisierung führen.

Es empfiehlt sich daher, wenn die Kontaktiereinrichtungen vor, zwischen und hinter den Galvanisierkammern angeordnet sind. Die Länge der einzelnen Galvanisierkammern richtet sich dann nach dem zulässigen Spannungsabfall innerhalb der Kunststoffolie.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist am Einlaß und am Auslaß jeder Galvanisierkammer mindestens ein Quetschwalzenpaar angeordnet, das gleichzeitig als alleinige Fördereinrichtung dient. Unter "alleiniger Fördereinrichtung" wird verstanden, daß Zwischen den Quetschwalzenpaaren am Einlaß und am Auslaß keine weiteren Fördereinrichtungen, insbesondere also beispielsweise keine Transportrollen, vorgesehen sind. Die Kunststoffolie durchspannt vielmehr die gesamte Galvanisierkammer frei zwischen dem Quetschwalzenpaar am Einlaß und dem Quetschwalzenpaar am Auslaß. Diese Bauweise ist besonders kostengünstig. Außerdem sinkt die Gefahr von Verwerfungen der Kunststoffolie beim Durchgang durch die Gesamtvorrichtung umso mehr je geringer die Anzahl der Stellen ist, an der die Kunststoffolie festgehalten wird.

Selbstverständlich darf sich die Kunststoffolie innerhalb der Galvanisierkammer nicht so weit durchbiegen, daß eine der benachbarten Anoden berührt wird. Generell können die Galvanisierkammern (solange der oben erwähnte Gesichtspunkt des Spannungsabfalles noch nicht greift) umso länger gehalten werden, umso besser die Kunststoffolie gestrafft ist. Hierzu bieten sich verschiedene Möglichkeiten an:

So können beispielsweise am Einlaß und am Auslaß jeder Galvanisierkammer jeweils zwei Quetschwalzenpaare derart angeordnet sein, daß sie in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie aufeinander zu konvergieren und einen stumpfen Winkel einschließen. Wenn diese Quetschwalzenpaare ange-

trieben werden, ziehen sie die Kunststoffolie nicht nur in der gewünschten Förderrichtung sondern gleichzeitig senkrecht zu dieser nach außen, was eine Querstraffung bewirkt.

Der stumpfe Winkel kann zwischen 120° und 190°, vorzugsweise bei etwa 150° liegen.

Wenn - wie dies bei diskreten Leiterplatten häufig geschieht - die Kontaktiereinrichtung von seitlichen Kontaktrollenpaaren gebildet wird, kann ein ähnlicher Effekt auch dadurch erzielt werden, daß die Achsen beidseits der Kunststoffolie einander gegenüberliegender Kontaktrollenpaare in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie aufeinander zu konvergieren und einen stumpfen Winkel einschließen.

Eine Straffung der Kunststoffolie in Bewegungsrichtung läßt sich dadurch erreichen, daß die Umfangsgeschwindigkeit der Quetschwalzenpaare in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie zunimmt. Die in Bewegungsrichtung nachfolgenden Quetschwalzenpaare suchen also die Kunststoffolie immer etwas schneller wegzuziehen als sie von den vorgeschalteten Quetschwalzenpaaren nachgeliefert wird. Auf diese Weise ergibt sich ständig etwas Schlupf, der im einfachsten Falle zwischen den Quetschwalzenpaaren und der Kunststoffolie selbst stattfindet.

Die wachsende Umfangsgeschwindigkeit der Quetschwalzenpaare läßt sich wieder auf verschiedene Weise erreichen:

Im Blick auf die Antriebstechnik günstig ist diejenige Variante, bei welcher der Durchmesser der Quetschwalzenpaare in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie wächst. Dann kann die Drehzahl aller Quetschwalzenpaare in der Vorrichtung die gleiche sein; alle Quetschwalzenpaare können von derselben Antriebswelle aus mit demselben Übersetzungsverhältnis in Drehung versetzt werden.

Alternativ gibt es aber auch diejenige Variante, bei welcher die Drehzahl der Quetschwalzenpaare in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie wächst. Dann kann der Durchmesser aller Quetschwalzenpaare in der Vorrichtung konstant sein. Dies erleichtert die Lagerhaltung.

Selbstverständlich darf die empfindliche Kunststoffolie bzw. die hierauf abgeschiedene Metallschicht mechanisch durch die Quetschwalzenpaare nicht beschädigt werden. Dies könnte dann der Fall sein, wenn aufgrund zu unterschiedlicher Umfangsgeschwindigkeit der Schlupf zu groß wird. Deshalb empfiehlt sich, daß für jede Quetschwalze eine Rutschkupplung vorgesehen ist, welche das auf die Mantelfläche der Quetschwalzen übertragene Drehmoment auf einen Maximalwert begrenzt. Die Vorrichtung wird dann vorzugsweise so betrieben, daß die Rutschkupplungen ständig im Betrieb sind, wobei der Schlupf in der Rutschkupplung und nicht zwischen der Mantelfläche der Quetschwalze und

der Oberfläche der Kunststoffolie stattfindet.

Die "Spannweite", also die Länge der Galvanisierkammer, die von der Kunststoffolie frei überspannt werden kann, läßt sich ggf. dadurch verlängern, daß innerhalb der mit Elektrolyt beschickbaren Kammer beidseits zwischen der Kunststoffolie und einem stationären Teil ein Tampon aus weichem, offenporigem Kunststoffschäum vorgesehen ist. Der Kunststoffschäum ist durchlässig für den Elektrolyten, behindert also die Elektrolyse nicht. Trotz der Weichheit des Materials verleiht der Tampon jedoch der Kunststoffolie eine gewisse Stabilität, so daß insbesondere ein sporadisches Ausweichen oder -beulen erschwert wird.

Zweckmäßigerweise sind die stationären Teile zwei Anoden.

In gleicher Richtung zielt diejenige Maßnahme, daß die Bohrungen, über welche der Elektrolyt in die mit Elektrolyt beschickbare Kammer eintritt, beidseits der Kunststoffolie symmetrisch ausgestaltet sind. Dann kompensieren sich die von dem zuströmenden Elektrolyt auf die Kunststoffolie ausgeübten Druckkräfte weitgehend, so daß wiederum ein Ausbiegen oder -beulen in einer Richtung vermieden wird.

Dabei erweist sich wiederum diejenige Ausgestaltung als besonders günstig, bei welcher die Bohrungen derart schräggestellt sind, daß sie in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie aufeinander zu konvergieren. Entsprechend schräg wird also auch der Elektrolyt in den felderfüllten Raum der Elektrolyse eingeleitet. Er hat dabei eine Bewegungskomponente, die parallel zum Bewegungsweg der Folie und damit zu den Folienoberflächen selbst gerichtet ist. Aufgrund des günstigen Aspektverhältnisses der Durchgangsbohrungen in der Kunststoffolie werden deren Mantelflächen gleichwohl vollständig galvanisiert.

Die Bohrungen können in den Anoden ausgebildet sein.

Wie oben bereits erwähnt, ist der Abstand benachbarter Kontaktiereinrichtungen in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie im wesentlichen durch die inneren Spannungsabfälle in der Kunststoffolie bestimmt. Nun nimmt die Leitfähigkeit der Kunststoffolie während des Galvanisiervorganges zu. Daher kann bei einer Ausführungsform der Erfindung die Länge der Galvanisierkammern in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie zunehmen. Die jeweiligen Längsabmessungen der Galvanisierkammern können so auf den progressiven Schichtaufbau abgestimmt werden, daß - bei gleicher äußerer Spannung - im wesentlichen überall mit derselben Stromdichte gearbeitet wird.

Dieses Ziel ist aber nicht in allen Fällen erstrebenswert. Häufig kann es auch günstig sein, wenn der anfängliche Aufbau der metallischen Schicht bei der Elektrolyse zunächst mit geringeren Strom-

ichten erfolgt; die weitere Verstärkung der Metallschicht im Laufe der Elektrolyse kann dann mit zunehmender Stromdichte geschehen. Dies läßt sich nach einer Ausgestaltung der Erfindung einfach dadurch erzielen, daß alle Galvanisierkammern in der Vorrichtung dieselbe Länge aufweisen. Da in der zweiten Galvanisierkammer die Metallisierung bereits weiter fortgeschritten und daher die Leitfähigkeit der Kunststoffolie erhöht ist, ist hier die Stromdichte zwangsläufig größer als in der ersten Galvanisierkammer und so fort.

Soll ganz präzise und ggf. auch in Anpassung an die jeweils bearbeitete Kunststoffolie die Stromdichte eingestellt werden, kann auch das an den Anoden der verschiedenen Galvanisierkammern liegende Potential zumindest teilweise unterschiedlich sein. Auch dies ist ein Vorteil der Aufteilung der mit Elektrolyt beschickbaren Kammer in einzelne, hintereinander liegende Galvanisierkammern.

Wie oben schon erwähnt, setzt der Grundgedanke der erfindungsgemäßen Vorrichtung voraus, daß die Kunststoffolie trotz kurzer Verweildauer im Elektrolyten ausreichend galvanisiert wird. Dieses Ziel läßt sich zusätzlich dadurch fördern, daß die Galvanisier-Stromquelle mindestens einen einstellbaren Impulsgenerator umfaßt, dessen Ausgangssignale an die Anode und die Kontaktiereinrichtung gelegt und Rechteckimpulse mit wählbarer Wiederholfrequenz, Taktverhältnis, Amplitude und Polarität sind, wobei im zeitlichen Mittelwert die Anode gegenüber der Kontaktiereinrichtung positiv ist.

Überraschenderweise hat sich herausgestellt, daß die Plattiergeschwindigkeit um ein Vielfaches dann erhöht werden kann, wenn statt einer konstanten Gleichspannung an den Elektroden der Elektrolyse, d.h., an der Anode einerseits und der zu galvanisierenden Kunststoffolie andererseits, eine pulsierende Gleichspannung anliegt. Die stromlosen Zeiten, die zwischen den einzelnen Impulsen liegen, werden dadurch kompensiert, daß die Amplitude der Impulse entsprechend erhöht wird. Mit gleichem Stromverbrauch ist die Abscheidungsrate bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und damit die Stromausbeute erheblich höher als beim Stande der Technik. Die physikalischen Vorgänge, auf denen dies beruht, sind im einzelnen noch nicht erforscht. Es scheint jedoch festzustehen, daß hierbei Konzentrations- und Polarisierungseffekte im Bereich der Anoden und der zu plattierenden Kunststoffolien eine Rolle spielen, welche bei gepulstem Betrieb günstig beeinflußt werden. Insbesondere dürfte durch die höheren Spannungen, die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt werden können, das Durchdringen der Metallionen durch die Ladungs-Doppelschicht im Bereich der zu plattierenden Kunststoffolien begünstigt zu werden, so daß die Abscheidung von Metall erleichtert wird. Die genauen Para-

meter der von dem Impulsgenerator erzeugten Ausgangssignale, insbesondere also die Wiederholfrequenz, das Taktverhältnis und die Amplitude, können durch Versuche optimiert und so den gegebenen geometrischen Verhältnissen ebenso wie dem jeweils vorhandenen Elektrolyten angepaßt werden. Unterschiedliche Elektrolyte, also insbesondere unterschiedliche Arten von Metallionen und unterschiedliche Additive, können anders aussehende Impulse erforderlich machen.

Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung umfaßt die Galvanisierungsstromquelle mindestens zwei unabhängig voneinander betriebene Impulsgeneratoren, deren addierte Ausgangssignale an die Anode bzw. die Kontaktiereinrichtung gelegt sind und deren relative Phasenlage einstellbar ist. Durch die Überlagerung der mehreren, insbesondere zwei, von den unabhängigen Impulsgeneratoren erzeugten Rechteckimpulse, deren charakteristische Parameter unabhängig voneinander wählbar sind, lassen sich sehr differenzierte Gesamtpulse zusammensetzen, die zu günstigen Resultaten führen.

Besonders schnelle Galvanisierungsgeschwindigkeiten werden mit einer Ausführungsform der Erfindung erzielt, bei welcher der oder die Impuls-generatoren solche Ausgangssignale erzeugen, daß die effektiv an der Anode bzw. der Kontaktiereinrichtung liegende Spannung während eines Teiles der Zeit die umgekehrte Polarität aufweist, bei welcher die Anode gegenüber der Kontaktiereinrichtung negativ ist. Diese zeitweilige Umkehrung der Polarität der Betriebsspannung scheint insbesondere nachteilige Konzentrationseffekte auszuschließen. Möglicherweise geht dabei auch jeweils wieder ein kleiner Teil der zuvor bereits aufplattierten Schicht wieder in Lösung, was die Oberfläche von anhaftenden Verunreinigungen befreit. Insbesondere wird dadurch auch die Wasserstoffversprödung der abgeschiedenen Schicht vermieden.

Die Wiederholfrequenz der Ausgangssignale des Impulsgenerators kann zwischen 0,1 und 10.000 Hz liegen.

In vielen Fällen ist die bevorzugte oder ausschließliche Galvanisierung der Mantelflächen der Durchgangsbohrungen erwünscht. Überraschenderweise hat sich bei erfindungsgemäßen Vorrichtungen herausgestellt, daß eine bevorzugte Abscheidung von Metall an den Mantelflächen der Durchgangsbohrungen erfolgt, wenn der Elektrolyt gekühlt wird. Besonders brauchbar ist ein Temperaturbereich zwischen 10 und 30 °C, vorzugsweise zwischen 18 und 24 °C. Deshalb ist bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eine Einrichtung vorgesehen, mit welcher der Elektrolyt kühlbar ist.

Eine günstige Ausgestaltung sieht so aus, daß ein Sumpf für den Elektrolyten vorgesehen ist, aus

welchem der Elektrolyt kontinuierlich in die mit Elektrolyt beschickbare Kammer gebracht und in welchen der Elektrolyt von dort wieder zurückgebracht wird, und daß die Kühleinrichtung umfaßt:

- 5 a) einen Hauptkühler, mit welchem der in dem Sumpf befindliche Elektrolyt unterhalb einer ersten vorwählbaren Temperatur gehalten wird;
- b) mindestens einen Hilfskühler, mit welchem der dem Sumpf entnommene Elektrolyt auf dem
- 10 Wege zu der mit Elektrolyt beschickbaren Kammer kühlbar ist und der diesen Elektrolyten auf einer zweiten vorwählbaren Temperatur hält, die niedriger als die erste ist.

Durch die Aufteilung der gesamten Kühlwirkung auf einen Haupt- und einen Hilfskühler läßt sich eine besonders präzise und rasche Regelung der Elektrolyttemperatur "vor Ort", d.h. in der Nähe der zu plattierenden Kunststoffolien, bewerkstelligen. Die "Hauptkühlung" auf die erste vorwählbare Temperatur erfolgt durch ein verhältnismäßig großes Aggregat bereits im Sumpf. Diese erste vorwählbare Temperatur liegt nur wenig über derjenigen Temperatur, die der Elektrolyt "vor Ort" erreichen soll. Die endgültige, zweite Temperatur, die unter dem ersten Temperaturwert liegt, wird dann von dem schnell arbeitenden Hilfskühler geringerer Leistung bewirkt, welcher auf den Elektrolyten erst auf dessen Weg zu der Anode Einfluß nimmt.

In den meisten Vorrichtungen der eingangs genannten Art werden die Kunststoffolien auf beiden Seiten plattiert. Daher erstreckt sich beidseits zum Bewegungsweg der Kunststoffolie jeweils eine Elektrode. Bei derartigen Vorrichtungen ist nach einem weiteren Merkmal der Erfindung zweckmäßigerweise vorgesehen, daß zwei unabhängig voneinander betreibbare Hilfskühler vorgesehen sind, wobei der den ersten Hilfskühler durchströmende Elektrolyt die Kunststoffolie auf der der einen Anode zugewandten Seite und der den anderen Hilfskühler durchströmende Elektrolyt die Kunststoffolie auf der der anderen Anode zugewandten Seite

zugeführt wird.

Bei einer Ausgestaltung dieser Art der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist jedem Hilfskühler ein in der Nähe der Kunststoffolie auf der der entsprechenden Anode zugewandten Seite angeordneter Temperatursensor zugeordnet, welcher die dortige lokale Temperatur des Elektrolyten überwacht und danach den zugeordneten Hilfskühler steuert. Sind mehrere Anoden vorhanden, so kann es durchaus zweckmäßig sein, zur Vergleichmäßigung des Auftrages auf den gegenüberliegenden Seiten der zu galvanisierenden Kunststoffolie die lokale Temperatur des Elektrolyten unterschiedlich zu wählen, um so unterschiedlichen geometrischen Verhältnissen, auch in der Strömungsbewegung des Elektrolyten, Rechnung tragen zu können.

Zweckmäßigerweise ist die Anode eine inerte dimensionsstabile Elektrode; dann ist eine gesonderte Einrichtung vorgesehen, mit welcher dem Elektrolyten die bei der Galvanisierung entzogenen Metallionen wieder zuführbar sind. Die bekannten, eingangs erwähnten Vorrichtungen verwenden sich verbrauchende Anoden, d.h. Anodenkörbe, die mit dem Metall angefüllt sind, welches aufgalvanisiert werden soll. Dieses Metall geht dann während der Elektrolyse in den Elektrolyten über und ersetzt so diejenigen Metallionen, die gem Elektrolyten durch die Abscheidung an den zu galvanisierenden Gegenständen verloren gehen. Inerte Elektroden, wie sie erfindungsgemäß vorgeschlagen werden, führen jedoch zu besser reproduzierbaren Bedingungen und ermöglichen so günstigere Resultate bei der Aufplattierung. Außerdem werden die für den Service erforderlichen Stillstandszeiten verkürzt.

Die inerten Anoden können beispielsweise aus platinisiertem Streckmetall oder mit leitfähigem Oxid überzogenem Material oder Kohlenstoff bestehen.

Wird die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Kupfergalvanisierung eingesetzt, kann die Einrichtung, mit welcher dem Elektrolyten die bei der Galvanisierung entzogenen Kupferionen wieder zuführbar sind, umfassen:

- a) einen Vorrat an metallischem Kupfer;
- b) eine Einrichtung, mit welcher ein Teil des Elektrolyten mit Sauerstoff anreicherbar und dem metallischen Kupfer zuführbar ist.

Metallisches Kupfer ist in den üblicherweise verwendeten, schwefelsauren Kupfersulfatlösungen nicht lösbar. Dies ändert sich, wenn der Elektrolyt zusätzlich mit Sauerstoff angereichert wird. Die dosierte Sauerstoffanreicherung kann also dazu eingesetzt werden, eine ganz bestimmte Menge metallischen Kupfers chemisch aufzulösen, die so gewählt wird, daß die Konzentration der Kupferionen im Elektrolyten im wesentlichen konstant bleibt.

Insbesondere kann in diesem Zusammenhang eine Pumpe vorgesehen sein, welche dem Sumpf Elektrolyt entnimmt und über einen oder mehrere Luftinjektoren dem Vorrat an metallischem Kupfer zuführt. In diesem Falle wird der Sauerstoff, der zum Lösen des metallischen Kupfers erforderlich ist, der Umgebungsluft entnommen und bei der Passage der Luftinjektoren dem Elektrolyten beige-mischt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert; es zeigen

Figur 1: einen senkrechten Schnitt durch eine Vorrichtung zur Galvanisierung dünner Kunststoffolien, welche eine Vielzahl von Durchgangsbohrungen enthalten;

Figur 2: in größerem Maßstab eine der Galvanisierkammern, welche die Vor-

richtung von Figur 1 enthält;

Figur 3: in der Draufsicht schematisch die Orientierung der Quetschwalzen, die bei der Vorrichtung von Figur 1 verwendet werden;

Figur 4: schematisch die Einrichtung zur Aufbereitung des Elektrolyten, der in der Vorrichtung von Figur 1 verwendet wird;

Figur 5: ein Blockschaltbild der Schaltungsanordnung, mit welcher die Galvanisierspannung für die in Figur 1 dargestellte Vorrichtung erzeugt wird.

Figur 1 zeigt einen vertikalen Schnitt durch eine Vorrichtung, mit welcher dünne Kunststoffolien, die vorzugsweise aus Polyimid bestehen und zuvor in einem Plasma-Trockenätzverfahren mit Durchgangsbohrungen versehen worden sind, auf ihrer oberen und unteren Fläche sowie auf den Mantelflächen der Durchgangsbohrungen galvanisiert werden. Die Kunststoffolie 1 wird von einer Vorratshaspel 2 abgezogen und durch die Vorrichtung, die insgesamt mit dem Bezugszeichen 3 versehen ist, zu einer zweiten Vorratshaspel 4 geführt, auf welcher die behandelte Kunststoffolie wieder aufgewickelt wird. Die Vorratshapseln 2 und 4 brauchen der Galvanisiervorrichtung 3 nicht unmittelbar räumlich benachbart zugeordnet zu sein; zwischen den Haspeln 2 und 4 und der Galvanisiervorrichtung 3 können vielmehr weitere Behandlungsstationen vorgesehen sein, so daß insgesamt eine Fertigungslinie entsteht, die modular aufgebaut ist und durch welche die Kunststoffolie 1 zwischen den Haspeln 2 und 4 kontinuierlich im horizontalen Durchlauf hindurchgeführt wird. Als weitere derartige Module kommen beispielsweise Dekapier-, Spül-, Resist-Strip-, Trockenmoduln, Zwischenspeicher, Ansetzstationen usw. in Frage. Der genaue Aufbau dieser weiteren Moduln ist im vorliegenden Zusammenhang ohne Interesse.

Die in Figur 1 dargestellte Galvanisiervorrichtung 3 umfaßt ein Maschinengehäuse 5, in welchem, in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1 hintereinanderliegend, drei Galvanisierkammern 6, 7, 8 angeordnet sind. In diesen Galvanisierkammern 6, 7, 8 findet die Plattierung der Kunststoffolie mit Metall, insbesondere mit Kupfer, Nickel, Gold, Zinn oder Bleizinn, statt. Der genaue Aufbau dieser Galvanisierkammern 6, 7, 8 wird weiter unten anhand der Figur 2 erläutert.

Unmittelbar vor und nach jeder Galvanisierkammer 6, 7, 8 (in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1 gesehen) befindet sich jeweils eine Kontaktiereinrichtung 9, 10, 11, welche einen elektrischen Kontakt zur nach oben weisenden Fläche der Kunststoffolie 1 herstellt, sowie weitere Kontaktiereinrichtungen 13, 14, 15, 16, welche einen elektrischen Kontakt zu der nach unten weisenden Flä-

che der Kunststoffolie 1 herstellen. Sie sind beim dargestellten Ausführungsbeispiel als Bürsten gestaltet. Die Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16 sind in der gestrichelt gezeichneten Weise elektrisch miteinander und mit den Leitungen 17, 18 verbunden, welche zum negativen Pol einer Schaltungsanordnung führt, welche die Galvanisierspannung erzeugt. Diese Schaltungsanordnung wird weiter unten anhand der Figur 5 näher erläutert. Für den Augenblick genügt zu wissen, daß über die Leitungen 17, 18 und die Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16 die Kunststoffolie 1 auf Kathodenpotential gebracht wird, so daß sich in den Galvanisierkammern 6, 7, 8 auf der Kunststoffolie 1 in der gewünschten Weise das Metall elektrolytisch abscheiden kann.

Die Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16 befinden sich außerhalb des zur Galvanisierung verwendeten Elektrolyten, der sich im wesentlichen nur innerhalb der Galvanisierkammern 6, 7, 8 sowie im unteren Bereich des Maschinengehäuses 5, der als Sumpfdient, befindet. Deswegen und aufgrund der Tatsache, daß die Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16 auch nicht im Bereich der Anoden der Elektrolyse, also nicht innerhalb eines elektrischen Feldes sind, wird verhindert, daß sich auch ihnen selbst Metall abscheidet. Dies stellte ein großes Problem bei den bekannten Galvanisiervorrichtungen dar, mit denen diskrete Leiterplatten plattiert werden.

Der Abstand benachbarter Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16 (in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1 gesehen) wird so kurz gewählt, daß die Spannungsabfälle innerhalb der Kunststoffolie 1 auf dem Wege zwischen benachbarten Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16 nicht ins Gewicht fallen, also noch nicht zu inhomogener Galvanisierung oder zur Entwicklung beträchtlicher Joule'scher Wärme führt. Dies ist einer von zwei Gesichtspunkten, welche die Länge der einzelnen Galvanisierkammern 6, 7, 8 bestimmen (auf den zweiten Gesichtspunkt wird weiter unten eingegangen). In der Praxis bewährt hat sich ein Abstand benachbarter Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16, der zwischen 40 und 80 cm, vorzugsweise bei etwa 50 cm liegt.

Beim Durchgang der Kunststoffolie 1 durch die hintereinander liegenden Galvanisierkammern 6, 7, 8 erhöht sich die Leitfähigkeit aufgrund der zunehmend aufgetragenen Metallschicht. Daher wäre es grundsätzlich möglich, den Abstand benachbarter Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16 und damit die Länge der Galvanisierkammern 6, 7, 8 in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1 zunehmen zu lassen. Die Elektrolyse könnte auf diese Weise über die gesamte Erstreckung der Galvanisiervorrichtung 3 hinweg mit konstanter Stromdichte erfolgen. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind jedoch alle Galvanisierkammern 6, 7, 8 - bis auf einen kleinen, unten erwähnten Unterschied - iden-

tisch ausgestaltet, haben also insbesondere auch identische Länge. Dies hat zur Folge, daß die Stromdichte der Elektrolyse in den Galvanisierkammern 6, 7, 8 in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1 anwächst. Dies kann ein durchaus erwünschter Effekt sein: Zu Beginn des Plattiervorganges, der beim dargestellten Ausführungsbeispiel in der Galvanisierkammer 6 erfolgt, ist die Stromdichte noch verhältnismäßig gering; der Plattiervorgang fängt sehr vorsichtig und schonend an, was die Haftung und Homogenität der zuallererst aufgetragenen Metallschicht verbessert. Mit dicker werdender Metallschicht kann dann das Aufgalvanisieren rascher erfolgen, ohne dabei die Qualität zu gefährden.

Grundsätzlich ist es auch möglich, auf die Stromdichte in den einzelnen Galvanisierkammern 6, 7, 8 dadurch Einfluß zu nehmen, daß die dort jeweils angelegte Anodenspannung unterschiedlich ist (das Kathodenpotential ist aufgrund der Tatsache, daß die Kunststoffolie 1 durch alle Galvanisierkammern 6, 7, 8 hindurchläuft, im wesentlichen zwangsläufig identisch, da zwischen den Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16 über die Kunststoffolie 1 laufende Ströme nach Möglichkeit vermieden werden sollen).

Zur näheren Erläuterung des Aufbaues der einzelnen Galvanisierkammern 6, 7, 8 wird nunmehr auf die Figur 2 Bezug genommen. Diese zeigt in vergrößertem Maßstab einen Ausschnitt aus Figur 1 im Bereich der ersten Galvanisierkammer 6. Diese weist ein Gehäuse 19 auf, dessen Einlaß von Quetschwalzenpaaren 20, 21 und dessen Auslaß von Quetschwalzenpaaren 22, 23 gebildet wird. Oberhalb und unterhalb der Kunststoffolie 1 erstrecken sich, in parallelem Abstand zu dieser, eine obere Anode 24 und eine untere Anode 25. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind alle Anoden 24 und 25 der Galvanisiervorrichtung 3 untereinander sowie mit einer Leitung 17 verbunden, die zu der in Figur 5 dargestellten und unten beschriebenen Schaltungsanordnung zur Erzeugung der Galvanisierspannung führen. Zwischen den Anoden 24 und 25 und dem Gehäuse 19 der Galvanisierkammer 6 ist jeweils ein Verteilerraum 26 bzw. 27 für den Elektrolyten ausgebildet. Der Elektrolyt wird den Verteilerräumen 26 und 27 über Rohrleitungen 28, 29 zugeführt, die mit der in Figur 4 dargestellten und weiter unten erläuterten Einrichtung zur Aufbereitung des Elektrolyten verbunden sind. Die Anoden 24 und 25 sind mit einer Vielzahl von Durchgangsbohrungen 30 versehen, die schräg gegen die Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1 angestellt sind, derart, daß sie in Bewegungsrichtung aufeinander zu konvergieren. Die Anordnung ist offensichtlich so, daß der über die Leitungen 28 bzw. 29 den Verteilerräumen 26 und 27 zugeführte Elektrolyt in den Raum zwischen den Anoden 24

und 25 und der Kunststoffolie 1 mit einer Bewegungskomponente eintritt, welche parallel zur Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1 ist. Hierdurch wird zweierlei bewirkt: Zum einen werden sehr starke einseitige Druckimpulse auf die Kunststoffolie 1 vermieden, welche eine Ausbiegung der Kunststoffolie 1 und/oder einen unruhigen Lauf zur Folge haben könnten. Zum anderen wird eine definierte Strömung des Elektrolyten in dem vom elektrischen Feld erfüllten Raum zwischen den Anoden 24 und 25 und der Kunststoffolie 1 bewirkt, so daß schädliche Folgen von Konzentrations- bzw. Verarmungseffekten vermieden werden können. Der Elektrolyt tritt bei dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel über seitliche Öffnungen 62 im Gehäuse 19 und von dort in den Sumpf der Vorrichtung 3, der sich im unteren Bereich des Maschinengehäuses 5 befindet. Von dort wird der Elektrolyt (vergl. Figur 1) über Anschlußstutzen 63, 64 und durch die in Figur 4 dargestellte Leitung 65 zur Einrichtung gebracht, welche den Elektrolyten wieder aufarbeitet.

Die Kunststoffolie 1 durchspannt die Galvanisierkammer 6 im wesentlichen frei zwischen den Quetschwalzenpaaren 20, 21 und 22, 23. Diese dienen nicht nur zum Abschluß des feld- und elektrolytgefüllten Raumes zwischen den Anoden 24, 25 und der Kunststoffolie 1 sondern gleichzeitig als Fördereinrichtung. Weitere Fördereinrichtungen, insbesondere Rollen, welche zwischen den Quetschwalzenpaaren 20, 21 und 22, 23 angeordnet wären, sind nicht vorgesehen. Durch besondere Maßnahmen, auf die weiter unten eingegangen wird, wird die Kunststoffolie 1 zwischen den Quetschwalzenpaaren 20, 21 und 22, 23 straff und flach gehalten. Bei in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1 gesehen sehr langen Galvanisierkammern 6 können jedoch, wie in Figur 2 angedeutet, zwischen den Anoden 24 und 25 und der Kunststoffolie 1 noch ein oder mehrere Tampons 66, 67 vorgesehen werden, die aus einem sehr weichen, offenporigen Kunststoffschäum bestehen. Die Tampons 66, 67 ermöglichen den Durchtritt von Elektrolyten, stabilisieren dabei aber gleichzeitig die Kunststoffolie 1 auf ihrem Weg zwischen den Quetschwalzenpaaren 20, 21 und 22, 23.

Eine Straffung der Kunststoffolie 1 erfolgt sowohl in Richtung der Bewegung als auch senkrecht hierzu.

Die Kunststoffolie 1 wird in Bewegungsrichtung stets dadurch auf Zug gehalten, daß die Umfangsgeschwindigkeit der Quetschwalzenpaare 20 bis 23 in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1 progressiv zunimmt. Konkret bedeutet dies, daß die Quetschwalzenpaare 22, 23 mit einer geringfügig größeren Umfangsgeschwindigkeit betrieben werden als die Quetschwalzenpaare 20, 21. Dies setzt sich in den nachgeschalteten Galvanisierkammern

fort: So laufen die Eingangs-Quetschwalzenpaare der Galvanisierkammer 7 (Figur 1) etwas schneller als die Ausgangs-Quetschwalzenpaare 22, 23 der ersten, in Figur 2 dargestellten Galvanisierkammer 6.

Die höhere Umfangsgeschwindigkeit der Quetschwalzenpaare kann auf zweierlei Art bewerkstelligt werden:

Am einfachsten ist es, den Durchmesser der Quetschwalzenpaare 20 bis 23 in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1 leicht anwachsen zu lassen, die Drehzahl der Quetschwalzen-20 bis 23 aber über die gesamte Erstreckung der Vorrichtung 3 hinweg konstant zu lassen. Dies hat den Vorteil, daß alle Quetschwalzenpaare 20 bis 23 von einer einzigen Antriebsquelle aus betrieben werden können, beispielsweise über eine durchgehende Welle, die sich entlang einer Längsseite der Vorrichtung 3 erstreckt und über Kegelradpaare an die Achsen der Quetschwalzenpaare 20 bis 23 angekoppelt ist.

Das zweite, etwas aufwendigere Verfahren besteht darin, die Umdrehungszahl der Quetschwalzenpaare 20 bis 23 in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1 ansteigen zu lassen, was aber höheren konstruktiven Aufwand erfordert. Hier müssen die Quetschwalzenpaare, die mit unterschiedlicher Drehzahl laufen sollen, entweder unterschiedlichen Antriebsquellen zugeordnet werden oder über individuelle Übersetzungsverhältnisse an die gemeinsame Antriebswelle gekoppelt werden.

In beiden Fällen ist zur Vermeidung einer Überbeanspruchung der Kunststoffolie 1 eine Rutschkupplung vorgesehen. Diese kann beispielsweise einfach dadurch realisiert werden, daß der Mantel der Quetschwalzenpaare 20 bis 23 gegenüber der coaxialen Antriebswelle verdrehbar und an diese durch eine definierte Reibung angekoppelt ist. Besser ist jedoch eine in den Antriebsweg eingefügte, einstellbare Reibungskupplung, die beispielsweise zwei gegeneinander preßbare Platten umfaßt. Die Umfangsgeschwindigkeiten der verschiedenen Quetschwalzenpaare 20 bis 23 werden dann jeweils so eingestellt, daß die Reibungskupplungen ansprechen, die Kunststoffolie 1 also mit einem durch die Reibungskupplungen vorgegebenen und begrenzten maximalen Zug beaufschlagt wird.

Zur Straffung der Kunststoffolie 1 in Querrichtung, also senkrecht zur Bewegungsrichtung, sind die Quetschwalzenpaare 20, 21 bzw. 22, 23 zweigeteilt, wie dies in Figur 3 schematisch dargestellt ist. Sie bestehen also tatsächlich aus jeweils zwei Quetschwalzenpaaren 20', 20'', 21', 21'', 22', 22'', 23', 23'', die derart zur Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1 angestellt sind, daß sie in Bewegungsrichtung konvergieren und dabei einen stumpfen Winkel einschließen. Brauchbar sind hier Winkel im Bereich zwischen 120° und 190°, vor-

zugsweise bei etwa 150° . Durch die Zweiteilung und winkelmäßige Anstellung der Quetschwalzenpaare 20, 21, 22, 23 wird bei der Drehung der Quetschwalzenpaare nicht nur eine Kraftkomponente erzeugt, welche die Kunststoffolie 1 in Bewegungsrichtung antreibt, sondern auch eine hierzu senkrecht stehende Kraftkomponente, welche die Kunststoffolie 1 senkrecht zur Bewegungsrichtung beaufschlagt und so strafft.

Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel, welches in der Zeichnung nicht dargestellt ist, sind die Quetschwalzenpaare 20, 21, 22, 23 am Einlaß bzw. Auslaß jeder Galvanisierkammer 6, 7, 8 einstückig und stehen senkrecht zur Bewegungsrichtung der Kunststoffolie 1. Die in seitlicher Richtung straffende Wirkung auf die Kunststoffolie 1 wird dann durch entsprechend schräg angestellte Kontaktierrollen erzeugt, die anstelle der in Figur 1 dargestellten bürstenartigen Kontaktiereinrichtungen 9 bis 15 eingesetzt werden. Ggf. ist es auch möglich, sowohl die Quetschwalzenpaare als auch die soeben erwähnten Kontaktierrollen unter einem entsprechenden Winkel anzuordnen.

Da, wie oben geschildert, die Quetschwalzenpaare 20, 21, 22, 23 als einzige Antriebsquelle verwendet werden, da insbesondere also keine seitlichen Antriebsrollen eingesetzt werden, ist es möglich, mit der in Figur 1 dargestellten Galvanisiervorrichtung Kunststoffolien 1 unterschiedlichster Breiten zu verarbeiten, ohne daß die Maschine deshalb umjustiert werden müßte. Allenfalls kann es erforderlich werden, diejenigen Anodenbereiche innerhalb der Galvanisierkammern 6, 7, 8, die seitlich über die Kunststoffolie 1 überstehen, abzudecken, um Feldverzerrungen im Bereich der seitlichen Kante der Kunststoffolie 1 auszuschalten.

Mit den Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16 verhält es sich in diesem Zusammenhang wie folgt: Im allgemeinen greifen die Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16 nur an einem oder beiden Rändern der Kunststoffolie 1 an, wo diese mit einem speziellen Metallstreifen zu diesem Zwecke versehen ist. Erfolgt die Kontaktierung beidseitig, so müssen bei einer Veränderung der Breite der verarbeiteten Kunststoffolie 1 zumindest die Kontaktiereinrichtungen auf einer Seite entsprechend verstellt werden. Reicht es aus, z.B. bei schmälere Kunststoffolien 1, ausschließlich einseitig zu kontaktieren, so ist eine Umjustierung der Kontaktiereinrichtungen bei einer Veränderung der Folienbreite nicht erforderlich: Alle Kunststoffolien werden in die Vorrichtung so eingeführt, daß sich der zu kontaktierende Rand immer an derselben Stelle befindet.

In Figur 4 ist diejenige Einrichtung dargestellt, welche der Aufbereitung des Elektrolyten dient, der über die Leitungen 28, 29 in die in Figur 1 dargestellte Vorrichtung 3 eingebracht und über die Anschlußstutzen 22, 23 dieser Vorrichtung 3 wieder

entnommen wird. Da die Vorrichtung mit inerten Anoden 24, 25 arbeitet, muß das Kupfer, welches auf die Kunststoffolie aufgalvanisiert wird, über den Elektrolyten zugeführt werden. Der Elektrolyt bedarf zudem, wie später noch deutlich werden wird, einer bestimmten Temperierung. Beide Arten der "Aufbereitung" erfolgen in der in Figur 4 gezeigten Einrichtung.

Diese Einrichtung umfaßt einen als Sumpf für den Elektrolyten dienenden Behälter 31, der bis zu einem bestimmten Niveau mit Elektrolyt angefüllt ist. In diesen ist ein durchlässiger Korb 32 eingetaucht, in dem sich Kupferschrott 33 befindet. Durch den Elektrolyten selbst, der im wesentlichen aus schwefelsaurem Kupfersulfat besteht, löst sich der Kupferschrott 33 nicht. Die Einbringung von Kupferionen in den Elektrolyten geschieht wie folgt:

Eine Pumpe 34 entnimmt dem Sumpf 31 Elektrolyt und führt diesen über eine Leitung 35 einer Vielzahl parallel geschalteter Luft-Injektoren 36 zu. In den Luft-Injektoren 36 wird der Elektrolyt mit Luft-Sauerstoff angereichert und so auf den Kupferschrott 33 im Behälter 32 gerichtet. Mit Hilfe des Luftsauerstoffes kann der Elektrolyt nunmehr den Kupferschrott 33 auflösen, so daß zusätzliche Kupferionen in den Elektrolyten gelangen.

Der Kupfergehalt im Elektrolyten kann in weiten Grenzen, etwa zwischen 0,5 und 60 g/l, vorzugsweise zwischen 2,5 und 50 g/l schwanken. Besonders typisch ist eine Kupferkonzentration von 25g/l. Häufig werden außerdem etwa 10g/l EDTA als Additiv eingesetzt.

In der Leitung 35 liegt ein Magnetventil 37, welches von einer Regeleinrichtung 38 für den Kupfergehalt des Elektrolyten gesteuert wird. Die Regeleinrichtung 38 ist über eine Leitung 39 mit einem im Elektrolyten angeordneten Sensor 40 verbunden. Dieser überwacht die Konzentration der Kupferionen im Elektrolyten, beispielsweise indem er die Dichte des Elektrolyten feststellt, oder auf photometrische Weise. Sinkt die Kupferionenkonzentration im Elektrolyten unter einen bestimmten Wert ab, so öffnet die Regeleinrichtung 38 das Magnetventil 37. Nunmehr kann über die Luft-Injektoren 36 mit Luftsauerstoff angereicherter Elektrolyt auf den Kupferschrott 33 treffen und aus diesem so lange Kupferionen herauslösen, bis die vom Sensor 40 überwachte Kupferionenkonzentration wieder den gewünschten Wert erreicht hat. Dann schließt die Regeleinrichtung 38 das Magnetventil 37.

Durch die Temperierung des Elektrolyten kann, wie bereits erwähnt, Einfluß darauf genommen werden, wo sich bevorzugt das Kupfer während der Elektrolyse in der Vorrichtung 3 von Figur 1 auf der Kunststoffolie 1 abscheidet. Es hat sich herausgestellt, daß eine Kühlung des Elektrolyten dazu führt, daß die Metallabscheidung bevorzugt an den Mantelflächen der Durchgangsbohrungen erfolgt. Be-

sonders geeignet ist ein Temperaturbereich zwischen 10 und 30 °C, vorzugsweise zwischen 18 und 24 °C. Aus diesem Grunde wird durch die in Figur 2 dargestellte Einrichtung der Elektrolyt zusätzlich gekühlt. Hierzu ist zunächst eine Haupt-Kühleinrichtung 41 vorgesehen, welche eine im Sumpf 31 angeordnete Kühlschlange 42 mit Kühlmittel versorgt. Durch die Kühlschlange 42 wird der im Sumpf 31 befindliche Elektrolyt auf einer bestimmten Grundtemperatur gehalten.

Eine Pumpe 43 entnimmt dem Sumpf 31 derart vorgekühlten Elektrolyt und führt diesen über die Leitung 29 der in Figur 1 gezeigten Vorrichtung 3 zu. In der Leitung 29 liegt ein Hilfskühler 44, dessen Kühlschlange 45 von einer Hilfs-Kühleinrichtung 46 versorgt wird. Die Hilfs-Kühleinrichtung 46 steht über eine elektrische Leitung 47 mit einem Temperatursensor 48 in Verbindung, der im Bereich der zu galvanisierenden Kunststoffolie 1 auf der der oberen inerten Anode 424 zugewandten Seite (Figur 2) angeordnet ist. Der Temperatursensor 47 mißt die dort herrschende lokale Temperatur des Elektrolyten. Steigt diese über einen bestimmten Wert an, so sorgt die Hilfs-Kühleinrichtung 46 durch Beschickung der Kühlschlange 45 im Hilfskühler 44 dafür, daß die Temperatur im Bereich des Sensors 48 wieder in entsprechender Weise absinkt.

Eine weitere Pumpe 49 entnimmt dem Sumpf 31 der Einrichtung von Figur 4 Elektrolyten und führt diesen über die Leitung 28 der in Figur 1 dargestellten Vorrichtung 3 zu. In der Leitung 28 liegt ein weiterer Hilfskühler 50, dessen Kühlschlange 51 unabhängig von der Kühlschlange 45 von der Hilfs-Kühleinrichtung 46 versorgt wird. Hierzu ist die Hilfs-Kühleinrichtung 46 über eine elektrische Leitung 52 mit einem Temperatursensor 53 verbunden, der im Bereich der zu galvanisierenden Kunststoffolie 1 auf der der unteren Anode 25 zugewandte Seite angeordnet ist und dort die lokale Temperatur mißt. Mit Hilfe des Temperatursensors 53, der Hilfs-Kühleinrichtung 46 und des Hilfskühlers 50 wird diese lokale Temperatur des Elektrolyten unterhalb eines bestimmten Wertes gehalten, der sich durchaus von dem Sollwert der Temperatur auf der anderen Seite der zu galvanisierenden Kunststoffolie 1 unterscheiden kann. Da die Grundkühlung des Elektrolyten bereits im Sumpf durch die Haupt-Kühleinrichtung 41 bzw. deren Kühlschlange 42 besorgt wird, braucht die Leistung der Hilfs-Kühleinrichtung 46 nicht sehr groß ausgelegt zu sein. Die Temperatur des Elektrolyten im Sumpf 31 befindet sich bereits recht nahe an den Sollwerten der Temperaturen im Bereich der oberen und unteren Anode 24, 25, so daß die Einregelung auf diese Sollwerte durch die Hilfskühler 44 und 50 sehr rasch und mit geringen Regelschwankungen erfolgen kann.

Die Galvanisier-Stromquelle für die Vorrichtung von Figur 1 ist in Figur 5 gezeigt. Sie umfaßt einen schematisch dargestellten Transformator 54, der primärseitig mit der Netzspannung und sekundärseitig mit zwei Impulsgeneratoren 55, 56 verbunden ist. Die Impulsgeneratoren 55 und 56 können jeweils unabhängig voneinander Rechteckimpulse erzeugen, deren Frequenz, Taktverhältnis, Amplitude, Polarität und relative Phasenlage im wesentlichen frei wählbar sind. Die Ausgangssignale der beiden Impulsgeneratoren 55 und 56 werden überlagert und über die Leitungen 17 bzw. 18 den Elektroden der Vorrichtung 3 von Figur 1 zugeführt. An den Elektroden (Anoden 24, 25, Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16 und damit letztendlich der Kunststoffolie 1 selbst) liegt somit eine gepulste Gleichspannung. Der Funktion der Vorrichtung 3 entsprechend liegt an den Anoden 24, 25 im zeitlichen Mittel überwiegend eine positive Spannung an; während gewisser Zeitspannen jedoch kann eine Umpolung dergestalt stattfinden, daß die Anoden 24, 25 gegenüber den Kontaktiereinrichtungen 9 bis 16 und damit gegenüber der Kunststoffolie 1 negativ sind. Während dieser Zeitphasen wird die auf der Kunststoffolie 1 abgeschiedene Kupferschicht kurzzeitig wieder etwas abgetragen. Außerdem werden Polarisations- und Konzentrationseffekte in der Nähe der Elektroden der Vorrichtung 3 von Figur 1 weitgehend eliminiert. Die von den beiden Impulsgeneratoren 55 und 56 abgegebenen Impulse werden für den jeweiligen Einsatzzweck optimiert und an die gegebene Geometrie der Vorrichtung 3 sowie die chemische Zusammensetzung und Temperatur des Elektrolyten angepaßt. Bei optimaler Einstellung, die durch gezielte Versuchsserien zu ermitteln ist, lassen sich sehr hohe Abscheideraten von einigen μ pro Meter bei einer Bewegungsgeschwindigkeit von etwa einem Meter pro Minute der Kunststoffolie 1 erzielen. Dies bedeutet, daß in einer Vorrichtung 3, deren Gesamtlänge 5 Meter nicht übersteigt, auf einen Schritt eine Schicht mit einer Dicke von 25 μ aufgalvanisiert werden kann. Die bisher bei Galvanisierungsvorgängen von Leiterplatten eingesetzte Sicherheitsschicht mit einer Dicke von 4-5 μ , die gesondert aufgebracht wurde, kann weggelassen werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Galvanisierung dünner, ein- oder beidseits mit einer leitfähigen Beschichtung versehener Kunststoffolien, mit
 - a) mindestens einer zugeordneten Vorrats-
haspel für die zu galvanisierende Kunststoff-
folie;
 - b) mindestens einer zugeordneten Vorrats-
haspel für die galvanisierte Kunststoffolie;

- c) einer Fördereinrichtung, welche die Kunststoffolie kontinuierlich von der einen zu der anderen Vorratshaspel befördert;
d) mindestens einer zwischen den Vorratshaspeln liegenden, mit Elektrolyt beschickbaren Kammer, in der sich in der Nähe des Bewegungsweges der Kunststoffolie mindestens eine Anode befindet, welche elektrisch mit dem einen Pol einer Galvanisier-Stromquelle verbunden ist;
e) mindestens einer Kontaktiereinrichtung, welche elektrisch mit dem anderen Pol der Galvanisier-Stromquelle verbunden ist und Kontakt zu der sich bewegenden Kunststoffolie herstellt,
dadurch gekennzeichnet, daß
f) die Fördereinrichtung (9 bis 16) so eingerichtet ist, daß die Kunststoffolie (1) im gesamten Bereich der mit Elektrolyt beschickbaren Kammer (6, 7, 8) horizontal verläuft.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktiereinrichtung (9 bis 16) außerhalb der mit Elektrolyt beschickbaren Kammer (6, 7, 8) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die mit Elektrolyt gefüllte Kammer in eine Mehrzahl in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie (1) gesehen hintereinander angeordneter Galvanisierkammern (6, 7, 8) unterteilt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß Kontaktiereinrichtungen (9 bis 16) vor, zwischen unter hinter den Galvanisierkammern (6, 7, 8) angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß am Einlaß und am Auslaß jeder Galvanisierkammer (6, 7, 8) mindestens ein Quetschwalzenpaar (20, 21, 22, 23) angeordnet ist, die gleichzeitig als alleinige Fördereinrichtung dienen.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß am Einlaß und Auslaß jeder Galvanisierkammer (6, 7, 8) jeweils zwei Quetschwalzenpaare (20', 20'', 21', 21'', 22', 22'', 23', 23'') derart angeordnet sind, daß sie in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie (1) aufeinander zu konvergieren und einen stumpfen Winkel einschließen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der stumpfe Winkel zwischen 120° und 190° liegt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der stumpfe Winkel bei etwa 150° liegt.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welcher die Kontaktiereinrichtung von seitlichen Kontaktrollenpaaren gebildet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen beidseits der Kunststoffolie (1) einander gegenüberliegender Kontaktrollenpaare in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie (1) aufeinander zu konvergieren und einem stumpfen Winkel einschließen.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Umfangsgeschwindigkeit der Quetschwalzenpaare (20, 21, 22, 23) in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie (1) zunimmt.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Quetschwalzenpaare (20, 21, 22, 23) in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie (1) wächst.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl der Quetschwalzenpaare (20, 21, 22, 23) in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie (1) wächst.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Quetschwalze (20, 21, 22, 23) eine Rutschkupplung vorgesehen ist, welche das auf die Mantelfläche der Quetschwalze (20, 21, 22, 23) übertragene Drehmoment auf einen Maximalwert begrenzt.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der mit Elektrolyt beschickbaren Kammer (6, 7, 8) beidseits zwischen der Kunststoffolie (1) und einem stationären Teil (24, 25) ein Tampon (66, 67) aus weichem, offenporigem Kunststoffschäum vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die stationären Teile (24, 25) zwei Anoden sind.
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrungen (30), über welche der Elektrolyt in die mit Elektrolyt beschickbare Kammer (6, 7, 8) eintritt, beidseits der Kunststoffolie (1) symmetrisch ausgestaltet sind.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrungen (30) derart schräg gestellt sind, daß sie in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie (1) aufeinander zu konvergieren. 5
18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrungen (30) in der Anode (23, 24) ausgebildet sind. 10
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Galvanisierkammern in Bewegungsrichtung der Kunststoffolie zunimmt. 15
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß alle Galvanisierkammern (6, 7, 8) in der Vorrichtung (3) dieselbe Länge aufweisen. 20
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das an den Anoden der verschiedenen Galvanisierkammern liegende Potential zumindest teilweise unterschiedlich ist. 25
22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Galvanisier-Stromquelle mindestens einen einstellbaren Impulsgenerator (55, 56) umfaßt, dessen Ausgangssignale an die Anoden (24, 25) und die Kontaktiereinrichtung (9 bis 16) gelegt und Rechteckimpulse mit wählbarer Wiederholfrequenz, Taktverhältnis, Amplitude und Polarität sind, wobei im zeitlichen Mittel die Anode (24, 25) gegenüber der Kontaktiereinrichtung (9 bis 16) positiv ist. 30
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Galvanisier-Stromquelle mindestens zwei unabhängig voneinander arbeitende Impulsgeneratoren (55, 56) umfaßt, deren addierte Ausgangssignale an die Anode (24, 25) bzw. die Kontaktiereinrichtung (9 bis 16) gelegt sind und deren relative Phasenlage einstellbar ist. 40
24. Vorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Impulsgeneratoren (55, 56) solche Ausgangssignale erzeugen, daß die effektiv an der Anode (24, 25) bzw. der Kontaktiereinrichtung (9 bis 16) liegende Spannung während eines Teils der Zeit die umgekehrte Polarität aufweist, bei welcher die Anode (24, 25) gegenüber der Kontaktiereinrichtung (9 bis 16) negativ ist. 50
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Wiederholfrequenz der Ausgangssignale des Impulsgenerators (55, 56) zwischen 0,1 und 10000 Hz liegt. 55
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung (42, 44, 50) vorgesehen ist, mit welcher der Elektrolyt kühlbar ist. 10
27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sumpf (31) für den Elektrolyten vorgesehen ist, aus welchem der Elektrolyt kontinuierlich in die mit Elektrolyt beschickbare Kammer (6, 7, 8) gebracht und in welchen der Elektrolyt von dort wieder zurückgebracht wird, und daß die Kühleinrichtung umfaßt:
- a) einen Hauptkühler (42), mit welchem der in dem Sumpf (31) befindliche Elektrolyt unterhalb einer ersten vorwählbaren Temperatur gehalten wird;
 - b) mindestens einen Hilfskühler (44, 50), mit welchem der dem Sumpf (31) entnommene Elektrolyt auf dem Wege zu der mit Elektrolyt beschickbaren Kammer (6, 7, 8) kühlbar ist und der diesen Elektrolyt auf einer zweiten vorwählbaren Temperatur hält, die niedriger als die erste ist. 20
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, bei welcher sich beidseits parallel zum Bewegungsweg der Kunststoffolie jeweils eine Anode erstreckt, dadurch gekennzeichnet, daß zwei unabhängig voneinander betreibbare Hilfskühler (44, 50) vorgesehen sind, wobei der den ersten Hilfskühler (44) durchströmende Elektrolyt der Kunststoffolie (1) auf der der einen Anode (24) zugewandten Seite und der den anderen Hilfskühler (50) durchströmende Elektrolyt der Kunststoffolie (1) auf der der anderen Anode (25) zugewandten Seite zugeführt wird. 35
29. Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Hilfskühler (44, 50) ein in der Nähe der Kunststoffolie (1) auf der der entsprechenden Anode (24, 25) zugewandten Seite angeordneter Temperatursensor (48, 53) zugeordnet ist, welcher die dortige Temperatur des Elektrolyten überwacht und danach den zugeordneten Hilfskühler (44, 50) steuert. 45
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (24, 25) eine inerte dimensionsstabile Elektrode ist und eine gesonderte Einrichtung (34-40) vorgesehen ist, mit welcher dem Elektrolyt die 55

bei der Galvanisierung entzogenen Metallionen wieder zuführbar sind.

- 31.** Vorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode (24, 25) aus platinisiertem Streckmetall oder mit leitfähigem Oxid überzogenem Material oder Kohlenstoff besteht. 5
- 32.** Vorrichtung nach Anspruch 30 zur Kupfergalvanisierung, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung, mit welcher dem Elektrolyten die bei der Galvanisierung entzogenen Kupferionen wieder zuführbar sind, umfaßt: 10
- a) einen Vorrat (33) an metallischem Kupfer; 15
 - b) eine Einrichtung (34-40), mit welcher ein Teil des Elektrolyten mit Sauerstoff anreicherbar und dem metallischen Kupfer zuführbar ist. 20
- 33.** Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß eine Pumpe (34) vorgesehen ist, welche dem Sumpf (31) Elektrolyt entnimmt und über einen oder mehrere Luftinjektoren (36) dem Vorrat (33) an metallischem Kupfer zuführt. 25

30

35

40

45

50

55

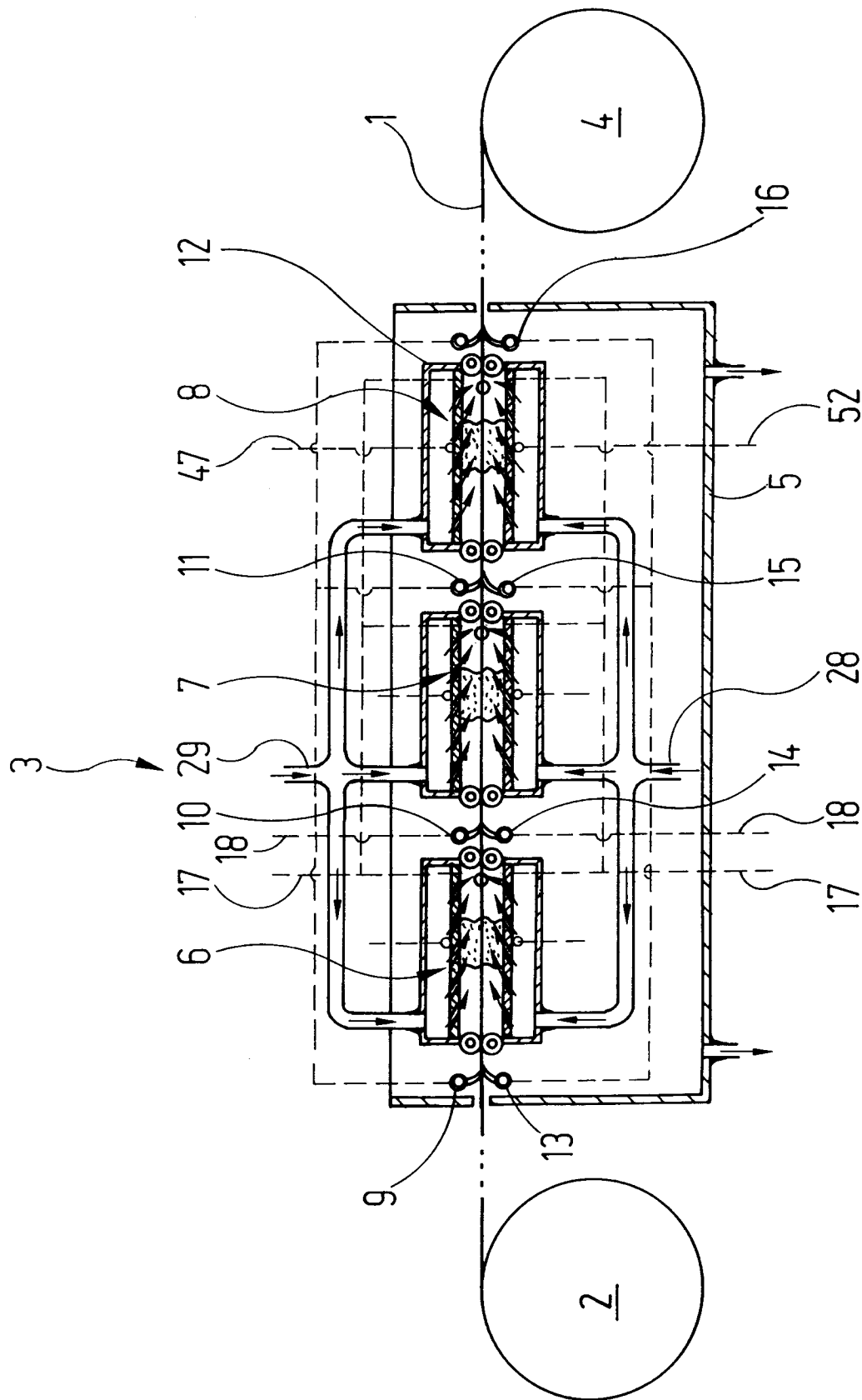
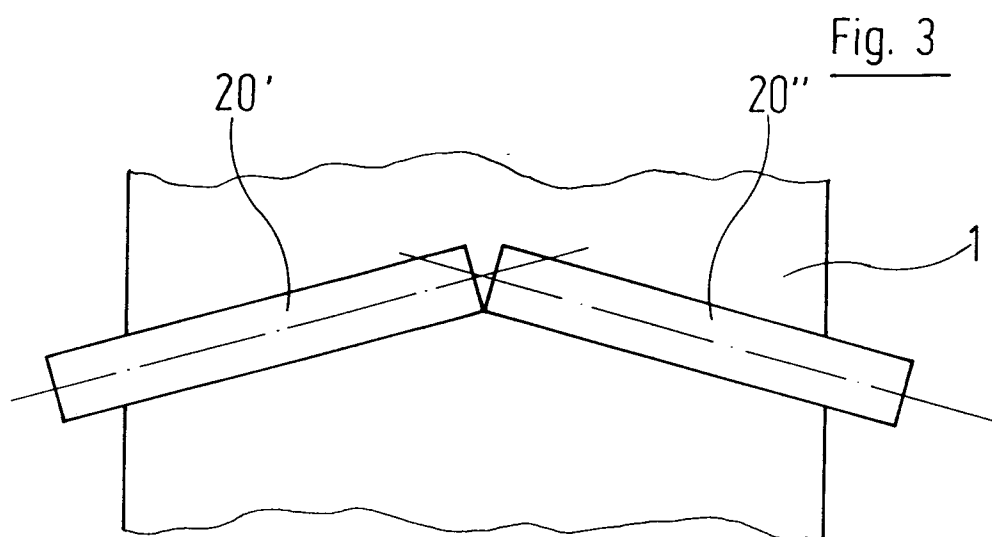
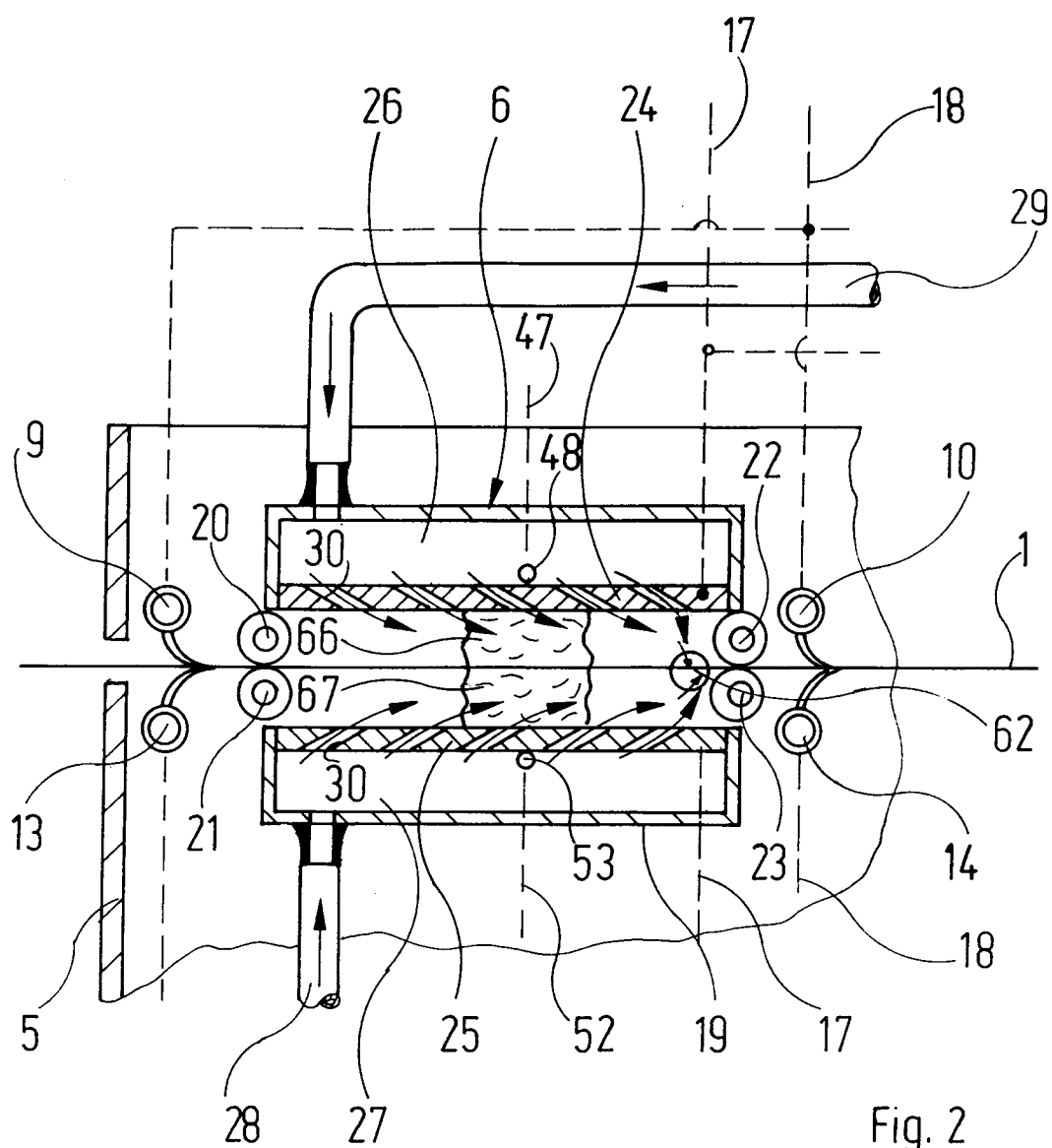


Fig. 1



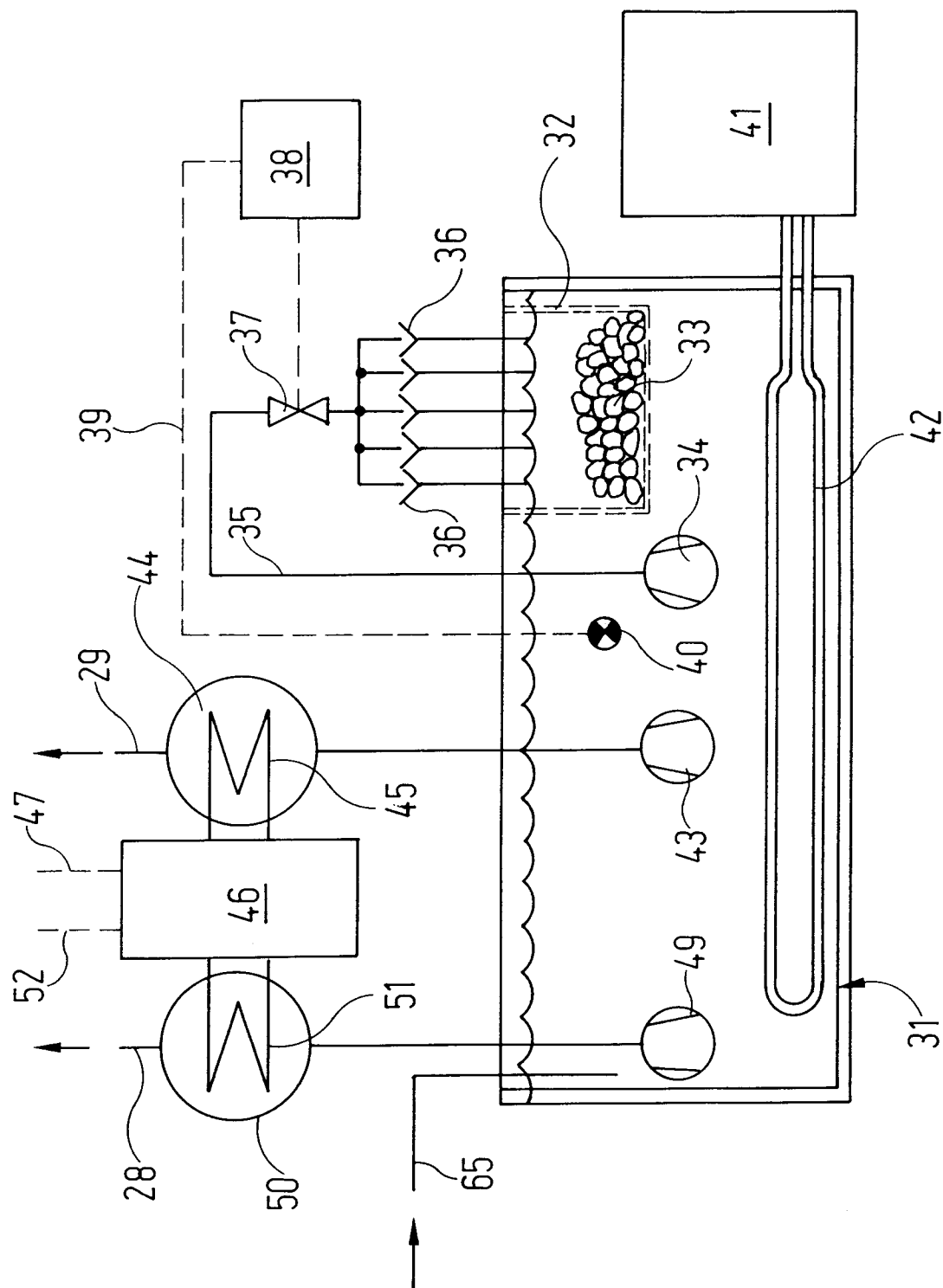


Fig. 4

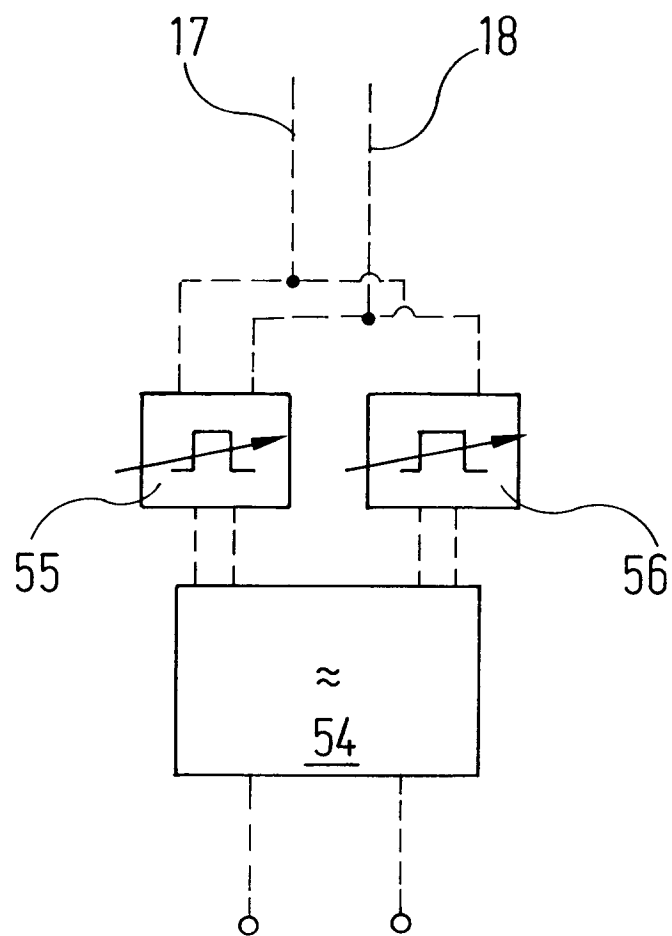


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 2542

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	CH-A-537 460 (DR. EUGEN DÜRRWÄCHTER DODUCO) * Spalte 1, Zeile 13 - Zeile 18; Abbildung 7 *	1-5, 26-33	C25D7/06
A	GB-A-1 186 357 (METADALIC LIMITED)		
A	US-A-2 395 437 (VENABLE) * Abbildung 5 *		
A	US-A-4 039 398 (FURUYA) * Abbildung 1 *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			C25D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17. Juni 1994	Prüfer Nguyen The Nghiep, N
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			