



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 448 999 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91103406.4**

51 Int. Cl.⁵: **H01B 13/06**

22 Anmeldetag: **06.03.91**

30 Priorität: **30.03.90 DE 4010306**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.10.91 Patentblatt 91/40

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE ES GB IT

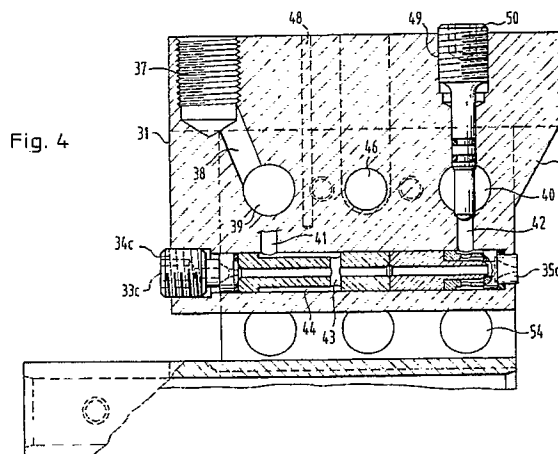
71 Anmelder: **MAG Maschinen und Apparatebau
Gesellschaft mbH.
Puntigamerstrasse 127
A-8055 Graz(AT)**

72 Erfinder: **Berthold, Herbert
Karl-Hubmann-Strasse 4
A-8530 Deutschlandsberg(AT)
Erfinder: Pichler, Hans-Peter
Neufeldweg 169
A-8041 Graz(AT)**

74 Vertreter: **Herrmann-Trentepohl, Werner,
Dipl.-Ing. et al
Herrmann-Trentepohl, Kirschner, Grosse,
Bockhorni & Partner Forstenrieder Allee 59
W-8000 München 71(DE)**

54 **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Lackdrähten mit Schmelzharzen.**

57 Zur Herstellung von Lackdrähten mit nahezu lösungsmittelfreien Schmelzharzen wird verfahrensgemäß der Blankdraht für die Beschichtung materialabhängig vorbereitet, ein Harzvorrat für die Beschichtung geschmolzen und durch Wärmezufuhr auf einer Temperatur gehalten, um die für die Beschichtung geeignete Viskosität zu erhalten, das geschmolzene Harz mit Überdruck entgegen der Bewegungsrichtung des Drahtes über eine vorgegebene Strecke an diesem über dessen gesamten Umfang entlanggepumpt, wobei Teile des Harzes den Draht beschichten, während das überschüssige Harz und das den Draht beschichtende Harz, nachdem es auf ein vorbestimmtes Umfangsmaß kalibriert wurde dem Vorrat zurückgeführt wird. Anschließend wird das den Draht beschichtende Harz gehärtet. Vorrichtungsgemäß umfaßt eine Beschichtungsvorrichtung eine Drahtvorbereitungsvorrichtung, insbesondere zum Reinigen, Erwärmen und dergleichen des Drahtes zu dessen materialabhängigen Vorbereitung, eine Harzaufbereitungsvorrichtung, eine Harzauftragsvorrichtung, wobei die Harzaufbereitungs- und Harzauftragsvorrichtung in Form eines geschlossenen Kreislaufes angeordnet sind sowie einen Einbrennofen.



EP 0 448 999 A2

Die Erfindung betrifft ein verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 23 zur Herstellung von Lackdrähten mit lösungsmittelfreien Schmelzharzen.

Unter Lackdraht versteht man lackisolierte Drähte, die bzgl. der Form in Rund- und Flachdrähte und bzgl. des Werkstoffes in Kupfer- und Aluminiumdrähte unterschieden werden. Der Lackdraht dient dazu, eine gute Isolation eines elektrischen Leiters gegen einen benachbarten Leiter oder den Träger von Wicklungen zu ermöglichen. Der Hauptvorteil gegenüber anderen Isolationen besteht darin, daß die Wandstärke der Lackschicht äußerst gering ist. So beträgt die Schichtdicke beispielsweise bei einem Kupferdrahtdurchmesser von 0,4 mm ganze 16 μm .

Lackdraht wird hauptsächlich zur Herstellung von elektrischen Wicklungen verwendet, die zur Stromleitung, spannungsumwandlung, Feldaufbau und Feldablenkung dienen.

Die Lackschichtdicke wird durch mehrmaligen Lackauftrag erreicht und kann aus stofflich einheitlichen Schichten oder aus zwei bis drei stofflich verschiedenen Schichten bestehen. Beispiele für im Stand der Technik verwendete Lacke sind Polyuretan (PUR), zur Verwendung in Kleinmotoren, Transformatoren, Relais, Magnetspuln usw., Zweischichtlacke, mit denen die mechanischen, thermischen und chemischen Eigenschaften verbessert werden können, Nylonüberzüge, die sehr glatt sind sowie Backlacke, mit welchen Wicklungen durch Heißluft oder Erwärmung durch Stromstoß zu einer Einheit verklebt werden können.

Bei Lackieranlagen wird üblicherweise zwischen konventionellen und solchen mit kombinierter Inline-Ziehmaschine unterschieden. Lackieranlagen mit Inline-Ziehmaschinen gewinnen durch eine Reihe von Vorteilen immer mehr an Bedeutung, die im wesentlichen in der höheren Weichheit des Kupfers und besseren Qualität durch die gleiche Zieh- und Lackiereinrichtung bestehen. Eine derartige Anlage zur Lackdrahtherstellung im Inlineverfahren ist beispielsweise aus der DE-PS 3 118 830 bekannt.

Die im Stand der Technik bekannten, verwendeten Lacke bestehen im wesentlichen aus filmbildenden Harzen und Lösungsmitteln. Das Lösungsmittel erlaubt ein Auftragen des Überzuges in flüssiger Form und beeinflusst durch seine Zusammensetzung die Gleichmäßigkeit des Lackfilmes. Für Drahtlacke verwendete Lösungsmittel sind im wesentlichen Mischungen aus Kresol, Xylenol und Solventnaphta und machen einen Anteil von ca. 2/3 des Lackvolumens aus.

Die Nachteile des Lösungsmittels liegen in seinen gefährlichen Eigenschaften. Die Flüssigkeit ist üblicherweise giftig und ätzend und bildet bei Erhitzung explosive Gemische, die zudem noch schwerer als Luft sind. Das Einatmen der Dämpfe bewirkt Vergiftungserscheinungen bei den Bedienpersonen. Schäden der Haut und der Augen durch Durchdringen der Haut bis hin zu Lähmung des Zentralnervensystems mit Folgeschäden sind bekanntgeworden.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Beschichten von Drähten ist aus der EP-PS 0 063 963 bekannt, bei welcher ein Harz mit einem Lösungsmittelanteil von nur 5% verwendet wird. Der besondere Nachteil des gekennzeichneten Verfahrens und der beschriebenen Vorrichtung besteht darin, daß der Auftrag des Harzes in einem offenen System stattfindet, so daß eine Lösungsmittelentsorgung durchgeführt werden muß. Weiterhin werden in der erfindungsgemäßen Vorrichtung nur Lackkombinationen verwendet, die im Einsichtverfahren verwendet werden können und somit für einen schnellen Durchlauf und damit hohen Produktionsausstoß sorgen.

Ein alternatives Verfahren, bei dem Lösungsmittel fast vollständig eingespart wird, ist die Verwendung sogenannter Schmelzharze (Hot Melts). Die Harzschmelze muß auf eine vorbestimmte Temperatur gebracht werden, um für den Auftrag eine verarbeitbare Viskosität zu bekommen. Dies erfordert eine genaue Temperaturführung und die erzielten Schichtstärken sind größer als bei konventionellen Lacken, so daß zur Erzielung gewünschter Schichtstärken weniger Schmelzharzlackierungsschichten in entsprechend weniger Schritten aufgetragen werden müssen.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines hoch wärmefesten Lackdrahtes mittels Schmelzharzen anzugeben, bei dem der Lackdraht die Qualitätsprüfungen der internationalen Normen erfüllt, eine wirtschaftlichere Lackdrahtproduktion gegenüber herkömmlichen Verfahren und Anlagen ermöglicht wird, selbst strengste Umweltschutzvorschriften eingehalten werden und ein möglichst großer Einsatzbereich gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird verfahrensseitig durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 und vorrichtungsseitig durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 23 z.B. gelöst.

Vorteilhaftere Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Der besondere Vorteil der Erfindung aus umwelttechnischer Sicht liegt zum einen in der Tatsache, daß nahezu völlig lösungsmittelfreie Harze verwendet werden können und zum anderen darin, daß dieses Harz während des Beschichtens in einem geschlossenen System geführt wird, so daß praktisch, abgesehen von der auf dem Draht befindlichen Schicht, keine Emission stattfindet.

Der Draht wird direkt im Anschluß an die Beschichtung einem Trockungs- und Einbrennvorgang

unterzogen, so daß die Gesamtemission äußerst gering ist. Versuche haben gezeigt, daß auf einen Katalysator im Abgassystem vollständig verzichtet werden kann, da die Gesamtemission weit unterhalb zulässiger Werte liegt.

Von besonderem Vorteil aus wirtschaftlicher Sicht ist zudem, daß überschüssiges und abgezogenes Harz dem Vorrat wieder zugeführt und somit für weitere Beschichtungen zur Verfügung steht.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung anhand der Zeichnungen.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung von Lackdrähten mit Schmelzharzen;
- Fig. 2 ein Diagramm mit den Ergebnissen des wirtschaftlichen Vergleiches eines herkömmlichen Lackiersystems mit dem erfindungsgemäßen Schmelzharzsystem;
- Fig. 3 eine teilgeschnittene Ansicht einer Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Harzauftragsvorrichtung;
- Fig. 4 eine Schnittansicht entlang der Linie A-A gemäß Fig. 3;
- Fig. 5 eine Schnittansicht entlang der Linie B-B gemäß Fig. 3

Der Blankdraht wird von einer feststehenden Blankdrahtspule 2 über Kopf abgezogen. Eine Drahtbremse 3, bestehend aus zwei Bremsrollen und einer Stellschraube, sorgt für die richtige Spannung des Drahtes und verhindert ein durchhängen. Oberhalb der Drahtbremse ist der sogenannte Blankdrahtablauf 4 angeordnet.

Vor Eintritt in den Glühofen 6 wird der Blankdraht in einem vollentsalzten Wasserbad 5 gereinigt.

Der ziehharte Blankdraht 1 durchläuft einen Glühofen 6, in dem er rekristallisiert, d.h. in den erwünschten biegeweichen Zustand gebracht wird. Dabei verhindert Wasserdampf 7 als Schutzgasatmosphäre das Oxidieren der Drahtoberfläche. Durch die im Glühofen 6 herrschende Temperatur und durch den kontinuierlich zugeführten Wasserdampf 7 werden nochmals Verunreinigungsreste des Ziehprozesses entfernt.

Der Glühofen 6 weist eine erste Glühzone 8 und eine zweite Glühzone 9 auf, in denen unterschiedliche Verfahren, beispielsweise Umluft-, Abluft- oder Elektrobeheizung zur Anwendung kommen.

Unmittelbar nach dem Glühen wird der heiße Draht in einem Wasserbad 10 abgekühlt, damit er nicht anläuft. Am Draht verbleibendes Kühlwasser wird durch eine Abblasvorrichtung entfernt.

Die für das Schmelzharz notwendige Auftragstemperatur liegt zwischen 140° C und 180° C. Um eine Abkühlung des Harzes durch den Draht 1 zu verhindern, wird der Draht 1 vorgewärmt. Sowohl der Glühofen 6 als auch eine Drahtvorwärmung 11 werden über einen Nebenumluftkreislauf von einem Einbrennofen 16 mitbeheizt und mit Hilfe eines Ventilators bzw. einer Einstellklappe geregelt. Nach dem Glühen wird der Draht 1 über eine Blindretorte 25 zurückgeleitet. Das feste Harz wird in einem beschichteten Aluminiumtank mit eingegossenen Heizkörpern geschmolzen. Eine Zahnradschraube fördert das heiße Harz mit Überdruck zuerst durch einen Filter 13 und dann durch einen beheizten Zulaufschlauch 14 in die Auftragsvorrichtung 15. Das überschüssige Harz gelangt über den Rücklaufschlauch 16 wieder in den Harztank. Bei der gesamten Harzaufbereitungs- und Harzauftragsvorrichtung handelt es sich um ein geschlossenes System.

Von der Harzaufbereitungs- und Harzauftragsvorrichtung 12 wird das heiße Harz mit Überdruck in die Auftragsvorrichtung 15 und dort in Hartmetalldüsen befördert. Überschüssiges Harz gelangt durch den Rücklauf wieder in die Harzaufbereitungs- und Harzauftragsvorrichtung 12 zurück. Die Harzauftragsvorrichtung 15 ist mit einem regelbaren Heizelement versehen, um die Harzschmelze in einem für die Verarbeitung günstigen Viskositätsbereich von 300-1000 mPas zu halten.

Der Draht 1 durchläuft die Vorrichtung viermal (in Sonderfällen bis zu sechsmal), d.h. es sind vier Hartmetalldüsen mit verschiedenen Durchgangsquerschnitten in der Vorrichtung eingesetzt.

Im Einbrennofen 16 durchläuft der Draht 1 zuerst die Trockenzone 17, danach die Einbrennzone 18. In der Einbrennzone 18 wird der Festkörperanteil des Harzes durch Polymerisation in einen hochmolekularen, chemisch und thermisch widerstandsfähigen Zustand übergeführt. Der Hot-Melt-Einbrennofen 16 arbeitet nach dem Umluftsystem. Da zum Unterschied zu den konventionellen Lackieranlagen keine Verbrennungsenergie aus den Lösungsmitteln anfällt, ist hier ein Gasbrenner 19 oder alternativ ein Elektroheizregister im Umluftkreislauf integriert.

Die Umluftmenge wird durch die Umluftventilatorumdrehzahl 20 geregelt.

Über eine Klappe 21 ist eine Temperaturbeeinflussung möglich, indem der Widerstand der Umluft geregelt wird, welcher bei geöffneter Klappe 21 am geringsten ist. Anschließend gelangt der Draht zu einer Aufwickelmaschine 24.

Der fertige Lackdraht 23 wird über eine Abzugsscheibe gezogen und aufgespult.

Der Einbrennofen 16 besitzt zudem einen regelbaren Abgasventilator 22, der die Abluft ins Freie bläst.

Um ein einwandfreies Funktionieren der Drahtlackieranlage zu gewährleisten, sind Meß- und Regelein-

richtungen erforderlich, die wichtige Größen messen und innerhalb vorgegebener Grenzen regeln. Der Schaltschrank 26 beinhaltet die gesamte Steuerung der Drahtlackieranlage sowie die Anzeigegeräte für Temperaturen, Ventilatordrehzahlen, Kontrolleuchten usw.

Die wichtigsten zu messenden Größen sind neben Verbrauchsgrößen wie Gasverbrauch, Stromverbrauch, Harzverbrauch, der Drehzahl eines Nebenumluftventilators, des Hauptumluftventilators 20 und des Abgasventilator 22, die Stellung der Abgasklappe 21 und eines HFz-Prüfgerätes vor allem Temperaturen. Gemessen werden die Temperaturen in den Bereichen der Glühzone 1, der Glühzone 2, der Blindretorte, der Drahtvorwärmung, das Harzgeschirrs, der Trockenzone sowie der Einbrennzone, die Raumtemperatur, die Temperatur vor dem Gasbrenner, die Temperaturen der Wärmetauscher Ein- und Austritte im Bereich der Drahtvorwärmung, die Temperatur des Harztankes, des Tankrücklaufes, des Tankvorlaufes, eines Tankrücklaufkopfes sowie die Temperaturen der verschiedensten Umlenkrollen. Verschiedenste Umlenkrollen sind in der Fig. 1 gezeigt, jedoch nicht weiter bezeichnet.

Versuche haben gezeigt, daß eine Reihe der gemessenen Größen einen erheblichen Einfluß auf die Qualität des fertigen Lackdrahtes haben. Dies sind die Temperatur des Glühofens, die entscheidend ist für die Weichheit des Kupferdrahtes und durch Messen der Biegekraft und der Streckgrenze an fertigen Lackdrahtproben kontrolliert wird. Bei zu hoher Glühtemperatur können kleine Kupferspieße, Borsten genannt, aufstehen und ein Ansteigen der Hochspannungsfehlerzahl erzeugen.

Eine weitere wichtige Einflußgröße ist die Temperatur des Harztankes, die so gewählt werden muß, daß das Harz eine für die Pumpenförderung zum Auftragsgeschirr günstige Viskosität erlangt. Bei zu hohen Temperaturen aber altert das Harz und wird wieder zäher. In diesem Zusammenhang ist die Temperatur der Harz Zu- und Abführungsschläuche von Bedeutung, wobei hier das Kriterium für die Temperaturwahl hauptsächlich der für die problemlose Förderung günstige Viskositätsbereich ist. Wegen der geringen Mengen in den Schläuchen kommt dem Problem des Alterns nur eine untergeordnete Bedeutung zu.

In der Harzauftragsvorrichtung 15 muß die Temperatur exakt regelbar sein, um die Harzschmelze in einem Viskositätsbereich von 300 - 1000 mPas zu halten.

Eine wichtige Einflußgröße ist die Temperatur und Hauptumluftmenge des Einbrennofens. Beide Faktoren sind Einflußgrößen auf den Einbrenngrad des Harzes und damit entscheidende Faktoren für die Qualität des Lackdrahtes. Durch zu niedrige oder zu hohe Einbrenntemperatur können bei Beanspruchung des Lackdrahtes Risse in der Isolationsschicht entstehen.

Einen enormen Einfluß auf die Qualität des fertigen Lackdrahtes 23 hat die Drahtgeschwindigkeit. Die hierzu wichtige Kennzahl ist der $v \cdot d$ -Wert, der die Produktionsleistung einer Maschine angibt. Dabei ist v die Drahtgeschwindigkeit in m/min und d der Drahtdurchmesser in mm. Das sich durch Geschwindigkeitsänderung auch die Verweilzeit des Drahtes im Einbrennofen ändert, müssen bei Geschwindigkeitszunahme auch die Temperatur in den einzelnen Heizzonen wie Glüh- und Einbrennzone und eventuell auch andere Faktoren geändert werden.

Für die entsprechenden Lackdraht/Harzkombinationen lassen sich natürlich optimale Parameter durch Versuche ermitteln.

Als fast allgemeingültiger Einstellgrößen haben sich als optimal erwiesen:

40	Temperatur Glühofenzone 2	460°C
	Temperatur Harztank	160°C
	Temperatur Harzzu- und	
45	-abführungsschläuche	140°C
	Drehzahl Abluftventilator	2300 Umdrehungen/min.

50 Gefahren wurde ein Lackdraht des Types W 180 L, $d = 1,06$ mm, Harz 526 HM.

Die Einflußgrößen haben sich als optimal in folgender Kombination ergeben:

55

Temperatur Harzauftragsvorrichtung	170°C
Temperatur Einbrennofen	530°C
5 Drehzahl in dem Umluftventilator	3000 Umdrehungen/min.
Drehzahl Hauptumluftventilator	3700 Umdrehungen/min
Drahtgeschwindigkeit	28 m/min.

10

Fig. 2 zeigt die Zusammenstellung der wichtigsten Kostenarten im Vergleich zwischen einem herkömmlichen Lackiersystem mit dem erfindungsgemäßen Schmelzharzsystem. Auf der Abzisse sind die Kostenarten aufgeschlüsselt und auf der Ordinate die Kosteneinheit pro Tonne Lackdraht (Ke/t Lackdraht). Als Vergleichsdaten wurden die wissenschaftlichen Daten der vertikalen Drahtlackieranlage VN6, die derzeit den industriellen Standard für Drahtlackieranlagen darstellt, verwendet.

Es zeigt sich im Ergebnis, daß die erfindungsgemäße Anlage nach dem Hot-Melt-Verfahren in allen Kostenarten günstiger abschneidet.

Als Hauptergebnis ist zu erkennen, daß das erfindungsgemäße Verfahren und die entsprechende Vorrichtung hinsichtlich der Kosten erstmalig erheblich wirtschaftlicher als herkömmliche Lackiermaschinen bzw. Verfahren einzustufen sind.

Im folgenden wird anhand der Fig. 3 bis 5 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Harzauftragsvorrichtung beschrieben.

Die Harzauftragsvorrichtung 31 weist ein Gehäuse 32 auf, in welches Durchgangsbohrungen 33a bis 33d hindurchführen. Diese Bohrungen 33a bis 33d sind die Drahtdurchführungsbohrungen, so daß es sich hier um eine vierzügige Harzauftragsvorrichtung handelt. Es können somit entweder im Parallelverfahren vier Drähte oder ein Draht nach entsprechender Umlenkung und Rückführung viermal beschichtet werden.

Am Eintritt und Austritt dieser Drahtführungen sind Hartmetallhülsen 34a bis 34d bzw. 35c angeordnet. Weiterhin sind Dichtelemente, beispielsweise sogenannte Stopfbüchsen eingebracht. Damit ist der Drahtdurchlauf an der Vorder- und Rückseite abgedichtet, so daß ein unter Druck befindliches Medium nicht an der Vorder- und Rückseite austreten kann.

An der Oberseite sind zwei Sackbohrungen 36 und 37 angeordnet, wobei 36 der Harzeinlauf und 37 der Harzauslauf ist. Diese mit Gewinde versehenen Bohrungen sind über einen Kanal 38, der sich schräg ins Innere des Gehäuses 32 erstreckt, mit jeweils einem im wesentlichen senkrecht zu den Drahtdurchführungen, jedoch oberhalb derselben verlaufenden Kanal 39 bzw. 40 verbunden. Durch diesen querverlaufenden Kanal wird das einlaufende Harz in Querrichtung nach oberhalb aller vier Drahtdurchführungen verteilt. Die Kanäle 39 und 40 sind ihrerseits durch senkrecht verlaufende Kanäle 41, 43 jeweils mit den Drahtführungen verbunden.

Wenn ein Draht die Drahtführung, beispielsweise 33c, durchläuft, passiert er damit die vordere Hülse 34c, läuft durch die Drahtdurchführung und passiert die hintere Hülse 35c. Durch den Harzeinlauf 36 dringt Harz in das Gehäuse 32 ein und wird über einen nicht gezeigten, schräg verlaufenden Kanal in den quer zu den Drahtdurchführungen verlaufenden Kanal 10 verteilt. Von dort wird das Harz über die Kanäle 42 in die jeweiligen Drahtführungen 33a bis 33d unter Überdruck gedrückt und läuft durch die Drahtführung entgegen der Bewegungsrichtung des Drahtes. Durch eine Bohrung 43 in der Drahtführung verteilt sich das überschüssige Harz in eine ringförmige Querschnittverringernung an der Außenseite der Drahtführung. Von dort wird das Harz unter Überdruck durch die Kanäle 41 in den querverlaufenden Sammelkanal 39 gedrückt. Von dort wird das Harz über den schrägverlaufenden Kanal 38 in den Harzauslauf 37 und somit wieder zurück zur Harzvorbereitungsvorrichtung geführt.

Die querverlaufenden Kanäle 39 und 40 sind selbstverständlich an ihren Enden ebenfalls vollständig mittels Dichtmittel 45 abgedichtet. In einer ebenfalls quer zu den Drahtführungen und im wesentlichen parallel zu den Verteilungskanälen 39 und 40 verlaufenden Bohrung 46 ist eine Heizung 47 eingesetzt, mittels welcher das Gehäuse und damit die gesamte Harzauftragsvorrichtung auf einer Temperatur gehalten wird, die bei dem Harz die gewünschte Viskosität einstellt, die für die Beschichtung des Drahtes wünschenswert ist. Weiterhin sind entsprechenden Bohrungen noch Thermoelemente 48 zum Messen der Temperatur eingesetzt.

Zum einen aus fertigungstechnischen zum anderen aus reinigungs- und einstelltechnischen Gründen wurden oberhalb der senkrechten Verbindungskanäle 41, 42 Bohrungen 49 mit Dicht- und Einstellschrauben 50 angeordnet. Weitere Bohrungen 51 bis 54 für Belüftungs-, Reinigungs- oder sonstige Zwecke sind in den Figuren gezeigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Lackdrähten mit nahezu lösungsmittelfreien Schmelzharzen, wobei der Draht von einem Blankdrahtablauf abgezogen, beschichtet und wieder von einer Aufwickelmaschine aufgewickelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß
 - der Blankdraht für die Beschichtung materialabhängig vorbereitet wird,
 - ein Harzvorrat für die Beschichtung geschmolzen und durch Wärmezufuhr auf der Schmelztemperatur gehalten wird.
 - das geschmolzene Harz mit Überdruck entgegen der Bewegungsrichtung des Drahtes über eine vorgegebene Strecke an diesem über dessen gesamten Umfang entlanggepumpt wird, wobei Teile des Harzes den Draht beschichten,
 - das überschüssige Harz zu dem Vorrat zurückgeführt wird,
 - das den Draht beschichtende Harz auf ein vorbestimmtes Umfangsmaß kalibriert und das abgezogene Harz zu dem Vorrat zurückgeführt wird, und
 - das den Draht beschichtende Harz gehärtet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Blankdraht nach dem Abziehen vom Blankdrahtablauf gereinigt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Blankdraht nach dem Abziehen vom Blankdrahtablauf in einem vollentsalzten Wasserbad gereinigt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Blankdraht vor der Beschichtung zur Rekristallisierung geglüht, d.h. in den gewünschten Biegeweichen Zustand gebracht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß Blankdraht mit Umluft beheizt und nachgeglüht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß Blankdraht mit Abluft beheizt und nachgeglüht wird.
7. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß Blankdraht elektrisch beheizt und nachgeglüht wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Blankdraht in mehrere Glühstufen nach unterschiedlichen Verfahren geglüht wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß während des Glühens Wasserdampf zur oxidationsverhinderung zugeführt wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Blankdraht nach dem Glühen abgekühlt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß Blankdraht im Wasserbad abgekühlt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach dem Abkühlen am Blankdraht verbleibendes Wasser durch Abblasen entfernt wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Blankdraht direkt vor dem Beschichten vorgewärmt wird.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das in einem Vorratstank geschmolzene Harz während der Zuführung zur Beschichtung beheizt wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das in einem Vorratstank geschmolzene Harz vor der Zuführung zur Beschichtung gefiltert wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Harz vom Schmelzen bis zur Rückführung in einem geschlossenen Kreislauf geführt wird.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Harz unter
5 Überdruck durch den geschlossenen Kreislauf gepumpt wird.
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Harz während der Beschichtung unter Wärmezufuhr im gewünschten Viskositätsbereich gehalten wird.
19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere
10 Drähte mehrfach parallel beschichtet werden.
20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Draht mehrfach hintereinander beschichtet wird.
21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der beschichtete Draht getrocknet wird.
22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der getrocknete Draht einem Einbrennvorgang unterzogen wird.
20
23. Vorrichtung zur Herstellung von Lackdrähten mit lösungsmittelfreien Schmelzharzen, mit einem Blankdrahtablauf, einer Beschichtungsvorrichtung für lösungsmittelfreie Harze und einer Aufwickelmaschine, **dadurch gekennzeichnet**, daß
25 die Beschichtungsvorrichtung folgende Baugruppen aufweist :
 - eine Drahtvorbereitungsvorrichtung (2-11), insbesondere zum Reinigen und Erwärmen, des Blankdrahtes zu dessen materialabhängigen Vorbereitung,
 - eine Harzaufbereitungs- und eine Harzauftragsvorrichtung (12-15) in Form eines geschlossenen Kreislaufes, und
 - 30 - einen Einbrennofen (16).
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Drahtvorbereitungsvorrichtung eine Reinigungsvorrichtung (5) für den Blankdraht ausgebildet ist.
- 35 25. Vorrichtung nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Reinigungsvorrichtung (5) ein vollentsalztes Wasserbad für den Draht aufweist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Drahtvorbereitungsvorrichtung .. eine Glühvorrichtung (6) für den Blankdraht ausgebildet ist.
- 40 27. Vorrichtung nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Glühvorrichtung eine Wasserdampfungsvorrichtung (7) aufweist.
28. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Glühvorrichtung (6) mehrere unabhängig voneinander beheizte Glühzonen (8, 9) aufweist.
45
29. Vorrichtung nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Glühzone (8,9) eine Umluftheizvorrichtung aufweist.
- 50 30. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Glühzone (8, 9) eine elektrische Heizvorrichtung aufweist.
31. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Glühzone (8, 9) eine Abluftheizvorrichtung aufweist.
- 55 32. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Glühvorrichtung (6) eine Abkühlvorrichtung (10) nachgeschaltet ist.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abkühlvorrichtung (10) Kühlwasser enthält.
- 5 34. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abkühlvorrichtung (10) eine Blasvorrichtung zum Abblasen des restlichen Kühlwassers vom Draht nachgeschaltet ist.
35. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Drahtvorbereitungsvorrichtung eine Vorwärmvorrichtung (11) für den Blankdraht ausgebildet ist.
- 10 36. Vorrichtung nach Anspruch 35, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorwärmeinrichtung (11) ein Wärmetauscher ist bzw. direkt elektrisch beheizt wird.
37. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Glüh- (6) und die Vorwärmvorrichtungen (11) mit Nebenumluft vom Einbrennofen gespeist sind, wobei zur Umluftregelung ein Ventilator (20) und/oder eine Einstellklappe (21) angeordnet sind.
- 15 38. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Harzaufbereitungsvorrichtung (12) einen Harztank, einen Heizkörper, sowie je einen Zu- und Rücklauf (14. 15) zur Harzauftragsvorrichtung aufweist und somit einen geschlossenen Kreislauf aufweist.
- 20 39. Vorrichtung nach Anspruch 38, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Harztank vorzugsweise ein beschichteter Aluminiumtank ist.
40. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Heizkörper ein in den Harztank integriertes Heizelement ist.
- 25 41. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zulauf (14) beheizbar ist.
- 30 42. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Pumpe (13) zum Fördern des Harzes durch die Harzauftragsvorrichtung (12) angeordnet ist.
43. Vorrichtung nach Anspruch 42, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Pumpe (13) eine Zahnradpumpe ist.
- 35 44. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Harzauftragsvorrichtung (15) folgende Elemente aufweist:
- 40 - einen Anschluß für den Harzzulauf (36) von der Harzaufbereitungsvorrichtung (12),
- einen Anschluß für den Harzrücklauf (37) zu der Harzaufbereitungsvorrichtung,
- eine Draht Eintrittsöffnung (34a-34d), welche durch den hindurchgeführten Draht druckfest verschlossen ist,
- eine Draht Austrittsöffnung (35a-35c), welche durch den hindurchgeführten Draht druckfest verschlossen ist,
- 45 - eine Innenröhre (33a-33d), welche die Draht Eintrittsöffnung mit der Draht Austrittsöffnung in gerader Linie verbindet und mit dem Anschluß (36) für den Harzzulauf (14) und dem Anschluß (37) für den Harzrücklauf (15) verbunden ist.
45. Vorrichtung nach Anspruch 44, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Harzauftragsvorrichtung (15) weiterhin eine integrierte Heizvorrichtung (47) aufweist.
- 50 46. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Draht Eintrittsöffnung und die Draht Austrittsöffnung Hartmetalldüsen sind.
- 55 47. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbindungen der Anschlüsse (36, 37) für den Harzzulauf (14) und den Harzrücklauf (15) an der Innenröhre derart angeordnet sind, daß ein von der Draht Eintrittsöffnung bzw. Draht Austrittsöffnung beabstandeter Mittelteil der Innenröhre vom gepumpten Harz durchströmt ist.

48. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Harzauftragsvorrichtung (15) mehrere parallel angeordnete Innenröhren (33a-33d) mit entsprechenden Drahteintrittsöffnungen und Drahtaustrittsöffnungen und Harzleitungsanschlüssen (39, 40) aufweist.
- 5 49. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Harzauftragsvorrichtung (15) vier parallel angeordnete Innenröhren mit entsprechenden Drahteintrittsöffnungen und Drahtaustrittsöffnungen und Harzleitungsanschlüssen aufweist.
- 10 50. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Einbrennofen (16) ein nach dem Umluftprinzip arbeitender Schachtofen ist.
51. Vorrichtung nach Anspruch 50, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Einbrennofen eine Trocken- (17) und eine Einbrennzone (18) aufweist.
- 15 52. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Einbrennofen einen Gasbrenner (19) aufweist oder ein Elektroheizregister aufweist.
53. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Temperatur im Einbrennofen und die Drehzahl eines Umluftventilators (20) geregelt ist.
- 20 54. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Abgasabsaugvorrichtung (22) angeordnet ist.
- 25 55. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Steuereinrichtung (26) für die Ablaufsteuerung und Überwachung sowie Betriebszustandsregelung angeordnet ist.

30

35

40

45

50

55

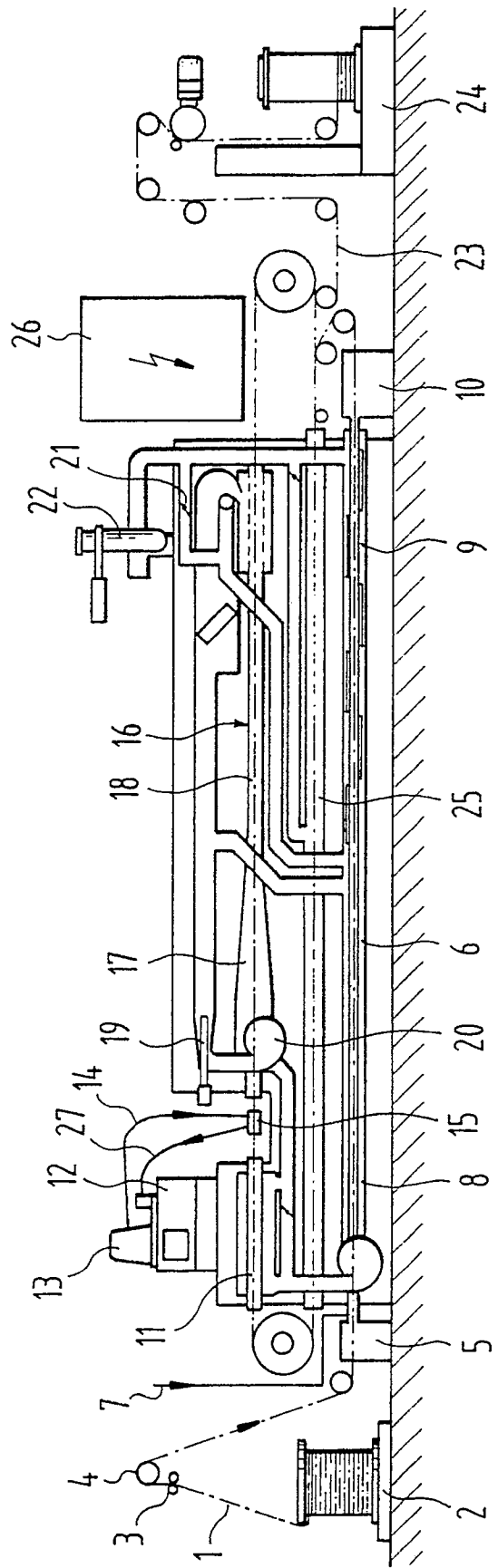


Fig. 1

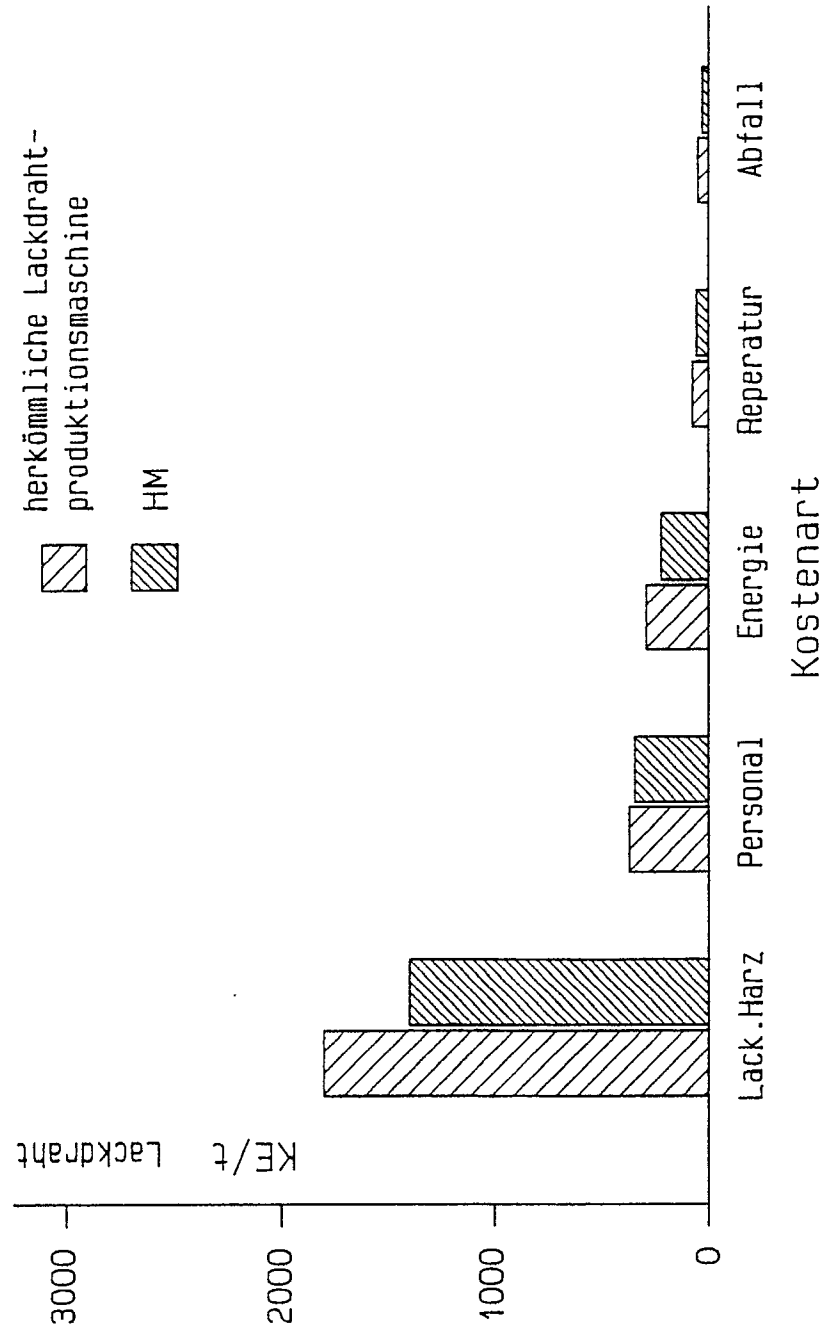
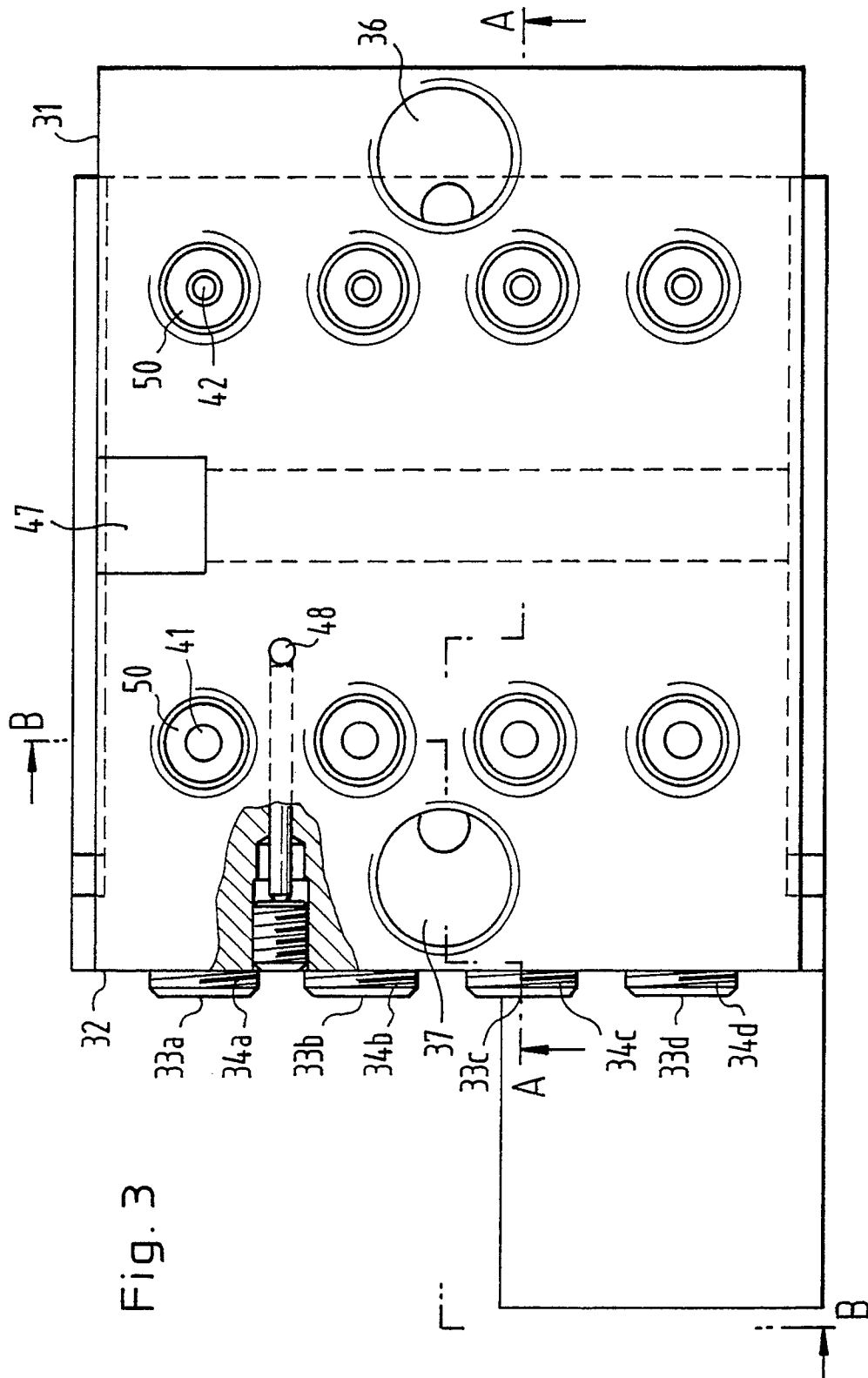
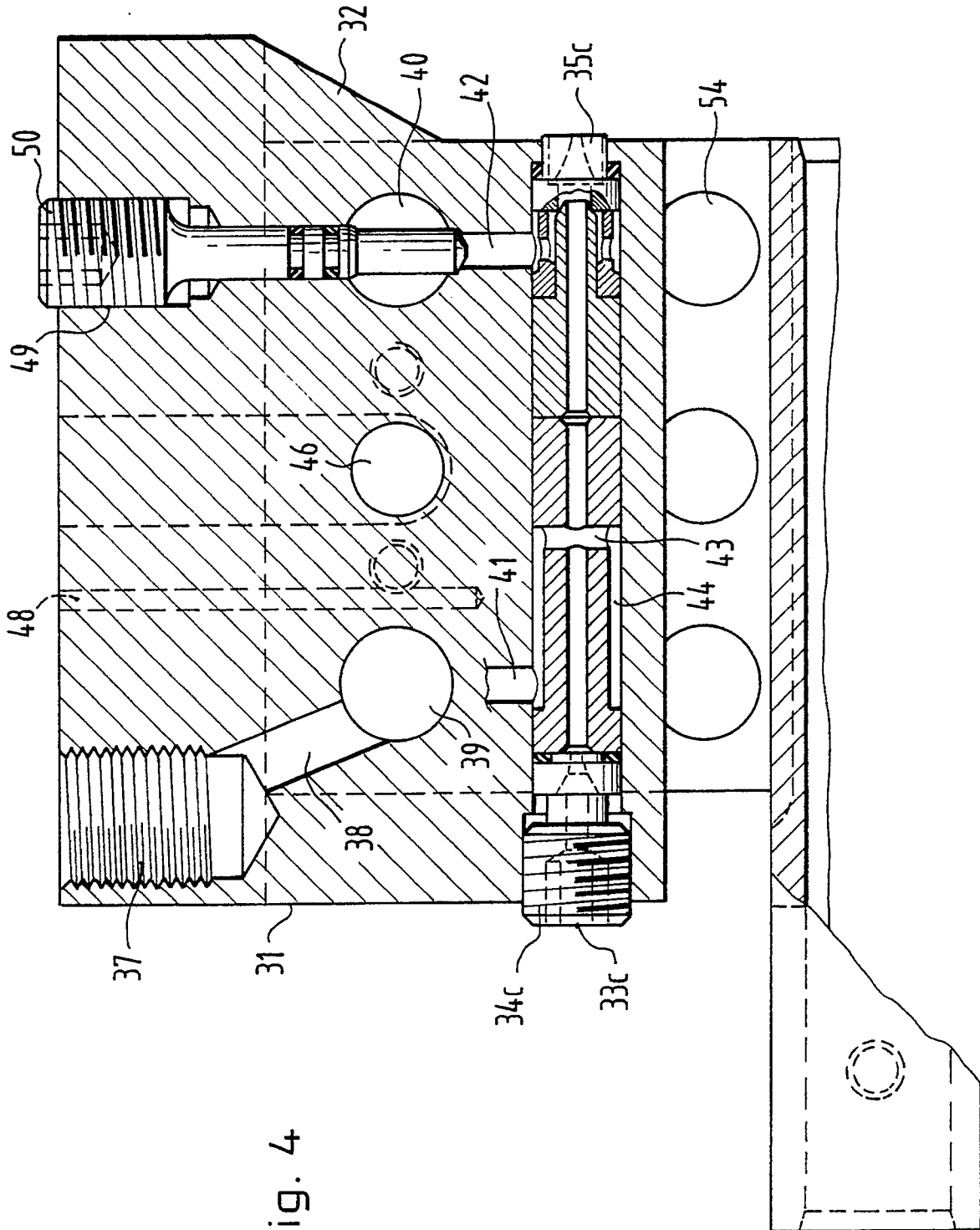


Fig. 2





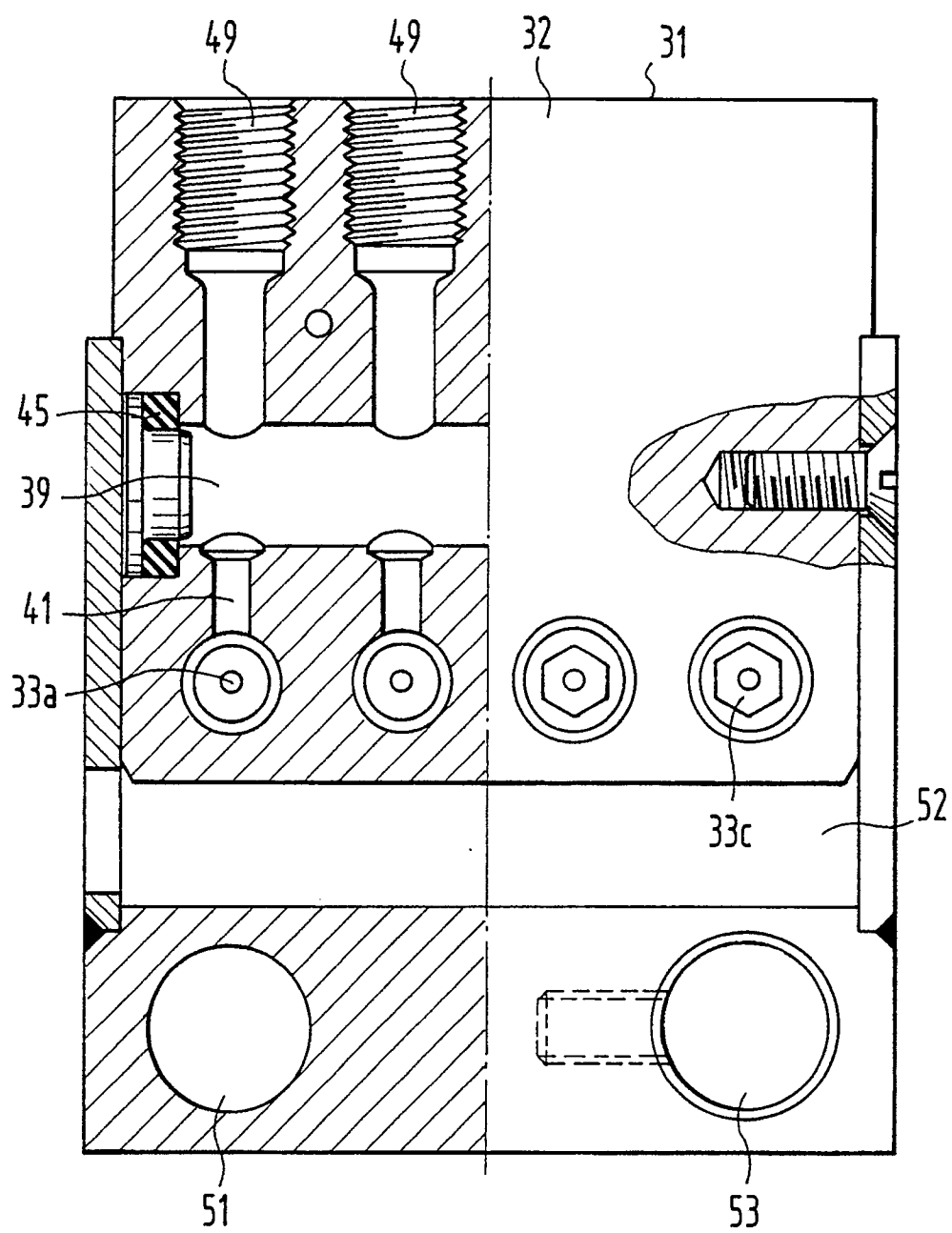


Fig. 5