



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑪ **CH 671 301 A5**

⑤① Int. Cl.4: **H 01 B 3/46**
H 01 B 3/48
H 01 B 17/32
H 01 B 19/04

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 1842/86

㉔ Anmeldungsdatum: 05.05.1986

㉓ Priorität(en): 17.05.1985 HU 1856/85

㉒ Patent erteilt: 15.08.1989

㉑ Patentschrift veröffentlicht: 15.08.1989

㉑ Inhaber:
Villamosipari Kutató Intézet, Budapest XV (HU)

㉒ Erfinder:
Szaplanczai, Pal, Dipl.-Ing., Budapest (HU)
Karger, Jozsefné S.Z.(-Kocsis), Dipl.-Ing, Solymar (HU)
Bognar, Alajos, Dipl.-Ing., Budapest (HU)
Téglas, Marton, Budapest (HU)
Csabai, Laszlo, Budapest (HU)

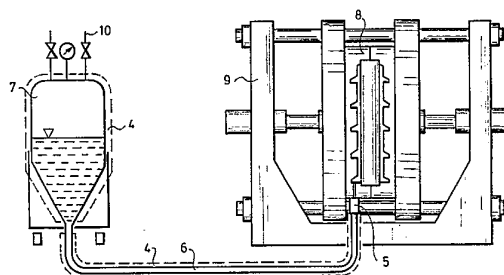
㉒ Vertreter:
Katzarov SA, Genève (Les Acacias)

⑤④ **Verfahren und Einrichtung zur Herstellung von Freiluftisolatoren aus flüssigem Silikonelastomergemisch.**

⑤⑦ Das Verfahren zur Herstellung von Freiluftisolatoren beruht auf der Verwendung von vernetzungsfähigen Silikonelastomergemischen die auf einem Kern aus Faser-verbundwerkstoffe aufgebaut werden.

Das flüssige Silikonelastomergemisch wird zuerst in einen Behälter (7) eingebracht, dann unter Druck gesetzt und einer Gussform (8) von unten zugeführt.

Solche Freiluftisolatoren sind witterungsfest.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung von Freiluftisolatoren, welche einen Kern aus Faserverbundwerkstoff enthalten, an dem die Kriechstrecke erweiternden Isolierschirme angebracht sind, dadurch gekennzeichnet, dass ein bei Raumtemperatur noch fließendes vernetzungsfähiges Silikonelastomergemisch einem Dosierbehälter zugegeben wird, danach in diesem Dosierbehälter Überdruck erzeugt wird, wodurch das Silikonelastomergemisch in die heizbare Giessform geleitet und die Vernetzung des Silikonelastomergemisches in der Giessform durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Dosierbehälter mit dem vernetzungsfähigen Silikonelastomergemisch von unten her aufgefüllt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem Silikonelastomergemisch in Berührung kommenden Konstruktionsteile der Anlage im Zeitraum ausser der Giesszeit unter -5°C abgekühlt werden.

4. Einrichtung für die Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1 basierend auf den Pumpen (1, 3, 11) und einer Mischeinheit (2), in welcher die Komponenten des zu vernetzenden Silikonelastomergemisches zusammengeführt werden, dadurch gekennzeichnet, dass ein lösbarer Giesskopf (5) am Ausgang der Mischeinheit (2) durch eine Rohrleitung (6) an einem Behälter (7) angeschlossen ist und dass weiterhin der Giesskopf (5) an der Giessform (8) ankopplbar ist.

5. Einrichtung gemäss Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschluss des Giesskopfes (5) an der Giessform (8) am Unterteil der Giessform (8) angebracht ist.

6. Einrichtung gemäss Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Giessform (8) entlang ihrer Längsachse geteilt und schliessbar ist.

7. Einrichtung gemäss Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Giessformteile durch eine hydraulische Öffnungs- und Sperrvorrichtung (9) bewegbar sind.

8. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein für die Einleitung von Pressluft brauchbarer Stutzen am Deckel des Dosierbehälters (7) angeordnet ist.

9. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass alle Konstruktionsteile, in denen vernetzungsfähiges flüssiges Silikonelastomergemisch eindringen kann, mit einem Mantel umhüllt sind, in welchem sich ein Kühlmedium befindet.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Freiluftisolatoren aus flüssigem Silikonelastomergemisch. Gegenstand der Erfindung ist weiterhin eine Einrichtung für die Herstellung der oben genannten Freiluftisolatoren, welche einen Kern aus faserverstärktem Verbundwerkstoff enthalten, an dem zur Vergrösserung der elektrischen Kriechstrecke Isolierschirme angebracht sind.

Es ist bekannt, dass eine komplizierte Isolierform für die Elektroindustrie aus einem Silikonelastomer durch warme Vernetzung (weiterhin mit HTV bezeichnet) nur in mehreren Schritten hergestellt werden kann. Dies ist in der DE-Patentschrift Nr. 2 746 870 der Firma Rosenthal Technik AG beschrieben. Gemäss dieser Patentschrift werden die HTV-Silikonelastomere in einem ersten Schritt auf eine mechanische Belastung tragende Glasfaserstange extrudiert und vulkanisiert.

In einem zweiten Schritt werden die Isolierschirme von

gewünschtem Mass ebenfalls durch Vulkanisieren aus HTV-Silikon mit dem an sich bekannten Gummiindustrie-Pressverfahren einzeln hergestellt, wonach die so erhaltenen Schirme in einem dritten Schritt auf die schon belegte Stange aufgereiht und mit einem speziellen Klebstoff befestigt werden.

Das erwähnte Verfahren beweist, dass ein komplizierter grosser Isolierkörper mit der bekannten Presstechnologie aus HTV-Silikonelastomer in einem Schritt nicht hergestellt werden kann. Dies ist dadurch zu erklären, dass die in der Elektroindustrie erforderliche Materialkontinuität (luftblasenfreier Zustand) einen ausserordentlich grossen spezifischen Pressdruck und demzufolge ein speziell geformtes Werkzeug und eine besondere Presseinrichtung benötigt. Weiterhin kann der mechanisch belastete Glasfaserkern (im allgemeinen eine Stange oder ein Rohr) während dem Pressen gesprengt, zertrümmert bzw. deformiert werden. Das Verfahren gemäss der erwähnten Patentschrift verlangt viel Arbeit und Energie. Ein weiteres Problem bildet das Kleben von Silikonelastomerteilen, was mechanisch wie auch elektronisch schwache Punkte verursacht. So war bis heute das Problem ungelöst, die Isolierkörper wirtschaftlich herstellen zu können. Für die Herstellung von solchen Isolierkörpern bildete auch das in der zweiten Hälfte des Jahres 1970 erschienene und im Spritzgussverfahren verarbeitbare, sogenannte fließende Silikonelastomer (bez.: LSR) keine bedeutende Vorteile. Dies ist damit zu erklären, dass die Verarbeitungstechnologie bei der Herstellung von Körpern von grösserem Ausmass eine ausserordentlich grosse werkzeugschliessende Kraft benötigen. So werden LSR-Type ausschliesslich zu kleinen technischen (Luller, O-Ringe, Medikamentenflötenstöpsel) verarbeitet. Für die Verarbeitung werden Schneckenkolben-Spritzmaschinen verwendet, mit welchen grössere Massen nicht mit Sicherheit lunkerfrei hergestellt werden können.

Das GB-Patent Nr. 1 292 276 beschreibt einen solchen Komposit-Isolator, in dem die mechanische Belastung tragende Stange mit Glasfaser skelett zentrisch angebracht und die Oberfläche der Stange mit einem dem Kriechstrom widerstehenden Material bedeckt ist, worauf durch Wärmeschrumpfende vorgefertigte Schirme aufgezogen werden. Die Schirme werden mit Hilfe einer aus einer durch Wärme schmelzenden Masse an die Stange befestigt. Ein grosser Nachteil des in der Patentschrift beschriebenen Herstellungsverfahrens ist die durch die Wärme auftretende Material-schrumpfung. Die Schrumpfschpannung der teilweise thermoplastisch formbaren Materialien ist so gering, dass zwischen dem aufgezogenen Schirm und dem Mantel der Tragstange keine Presskraft zustande kommen kann. In der Fuge verbleiben kleine Hohlräume und Sprünge, wo sich hineindiffundiertes Wasser kondensieren und ein elektrischer Durchschlag zustandkommen kann. Die Bemerkung bezieht sich auch auf den Überzug der Tragstange, der aus dem gleichen Material wie dasjenige der Schirm hergestellt ist und ebenso befestigt wird.

Die DE-OS Nr. 2 254 468 beschreibt ein anderes Verfahren, bei dem die einander gegenseitig überdeckenden Schirme aus Butylelastomer hergestellt und an der Längsachse der zentral angebrachten Tragstange befestigt sind. Der Nachteil dieses Verfahrens ist der, dass das Butylelastomer im Freien den Oxydationsprozessen nicht widerstehen kann. Daher ist ihre Kriechformfestigkeit nicht gut. Das vorgeschlagene Silikonfett als Zwischenschicht kann ebenfalls im Freien nicht angewandt werden. In dem elektrischen Feld, hervorgerufen durch das Butylelastomer, zersetzt sich das Silikonfett, so dass leitfähige Produkte entstehen und so zwischen dem Schirm und der Tragstange ein elektrischer Durchschlag zustande kommen kann.

Die additionsvernetzende, zweikomponente flüssige Silikonelastomere wurden bisher für die Herstellung von Freiluftisolatoren in der Elektroindustrie nicht benützt, da die rheologische und mechanischen Kennwerte des flüssigen Silikonelastomers die Herstellung grösserer Körper verhindert haben. Deshalb ist es kein Zufall, dass sich bisher allein die Epoxydharze für die Herstellung solcher Isolatoren bewährt haben.

Ziel der Erfindung, ist ein Verfahren, mit welchem sich Mittel- und Hochspannungsisolatoren aus flüssigem, additionsvernetzendem (zweikomponenten) Silikonelastomer fehlerfrei und wirtschaftlich herstellen lassen. Eine weitere Zielsetzung unserer Erfindung liegt darin, eine geeignete Einrichtung für die Verwirklichung des erfindungsgemässen Verfahrens zu verwirklichen.

Das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemässen Freiluftisolatoren ist dadurch gekennzeichnet, dass ein bei Raumtemperatur noch fließendes vernetzungsfähiges Silikonelastomergemisch einem Dosierbehälter zugegeben wird. Danach wird in diesem Dosierbehälter Überdruck erzeugt, wodurch das Silikonelastomergemisch in die heizbare Giessform geleitet und die Vernetzung des Silikonelastomergemisches in der Giessform durchgeführt wird.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass voluminöse Freiluftisolatoren aus vernetzbaren Silikonelastomergemisch in einem Schritt herstellbar sind. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass keine Wärmebehandlung der Isolatoren nach der Entformung nötig ist.

Zur Vermeidung von Luft einschliessen in dem gemäss dem obigen Verfahren hergestellten Isolator wird sowohl der Behälter als auch die Giessform mit dem Silikonelastomergemisch von unten geflutet.

Um zu vermeiden, dass sich das Silikonelastomergemisch ausserhalb der Giessform ansetzt, d. h. in den Konstruktionsteilen der Einrichtung, müssen diese Teile erfindungsgemäss auf -5°C abkühlbar sein.

Damit das Silikonelastomergemisch während der Herstellung des erfindungsgemässen Isolators die Giessform luftblasenfrei und vollständig ausfüllt, darf seine dynamische Viskosität den Wert von 300 000 MPa.s. nicht überschreiten.

Die erfindungsgemässe Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein lösbarer Giesskopf am Ausgang der Mischeinheit angeschlossen ist, welcher Giesskopf durch Rohrleitung am Dosierbehälter angeschlossen ist und an der Giessform ankoppelbar ist.

Die Vorteile dieser Einrichtung sind die Handlichkeit als Folge des einfachen Aufbaus sowie die durch die Anwendung des geschlossenen Systems gesicherte luftblasenfreie Materialzuführung und Verarbeitung. Es ist ausserordentlich vorteilhaft, dass diese Einrichtung nach Beendigung der Arbeit nicht abmontiert und mit Lösungsmittel ausgespült werden braucht, wie es bei den bekannten reaktionsharzverarbeitenden Einrichtungen unentbehrlich ist.

Die Giessform ist zweckmässig entlang der Längsachse geteilt und schliessbar. Die getrennten Giessformteile werden durch eine hydraulische Öffnungs- und Sperrvorrichtung bewegt.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemässen Einrichtung wird die Rohrleitung in den Dosierbehälter von unten eingeführt. Am oberen Teil des Behälters ist ein für die Einleitung der Pressluft brauchbare Stutzen angeordnet. Mit dieser Auslegung wird erreicht, dass das flüssige Silikonelastomergemisch hoher dynamischer Viskosität mit Pressluft transportierbar ist. Für den Transport und die Überführung des flüssigen Silikonelastomers haben sich bisher nur Kolben- und Zahnradschleppen bewährt.

Obwohl das Silikonelastomergemisch in die Giessform

durch Pressluft transportiert wird, kann ein luftblasenfreies Produkt hergestellt werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemässen Einrichtung werden die das noch flüssige Silikonelastomergemisch enthaltende Einrichtungsteile von einem kühlführenden Mantel umhüllt. Auf diese Weise ist es möglich, diese Teile ausser der Giesszeit unter Einleitung des Kühlmediums auf mindestens -5°C abzukühlen.

Im Folgenden wird die Ausführungsform der erfindungsgemässen Einrichtung anhand von Zeichnungen näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt schematisch die Füll- und Mischeinheit angeschlossen am Dosierbehälter. Aus den Fässern bzw. Behältern, die die Komponenten des Silikonelastomers und andere Additive enthalten, werden diese Materialien durch die pneumatisch beschriebenen Pumpen 1, 3, 11 transportiert. In dem gewünschten Mischverhältnis wird mit der Pumpe 1 Vinylfunktions-Polysiloxan und mit der Pumpe 3 Hydrogenfunktions-Polysiloxan zugegeben. Mit der Pumpe 11 werden andere Additive (z. B. Pigment, Füllstoff dispergiert, z. B. in Silikonöl) der Mischeinheit 2 bei Raumtemperatur zugeführt. Die in der Mischeinheit 2 homogenisierte Komponenten, im weiteren vernetzungsfähiges Silikonelastomergemisch genannt, wird durch den Giesskopf 5 und durch die Rohrleitung 6 in den Dosierbehälter 7 geführt. Der kühlbare Mantel 4 sichert, dass die Teile der Anlage gefüllt mit Silikonelastomergemisch nicht verstopft werden, durch Abkühlen auf -5° wird vermieden, dass sich das Gemisch vernetzt.

Fig. 2 zeigt den Formfüllungsprozess. Nachdem die Giessform 8 mit der Hilfe der Öffnungs- und Sperrvorrichtung 9 geschlossen wurde, wird das in den Dosierbehälter 7 gelagerte Silikonelastomergemisch durch die Rohrleitung 6 und den Giesskopf 5 in die geheizte Giessform 8 so geführt, dass durch den am Deckel des Dosierbehälters befindlichen Stutzen Pressluft zugeführt wird. Das in die Giessform 8 von unten nach oben strömende Silikonelastomergemisch füllt die Giessform 8 aus und verdrängt die Luft, wonach das Silikonelastomergemisch unter Wärmeeinwirkung vernetzt wird. Ein Überdruck von 5-6 bar im Dosierbehälter 7 wird bis zur vollkommenen Vernetzung des Silikonelastomergemisches beibehalten. Bei der Entformung öffnet sich die hydraulische Öffnungs- und Sperrvorrichtung 9 und das fertige Isolatorstück kann herausgenommen werden. Der so vernetzte Silikonelastomerisolator benötigt keine weitere Wärmebehandlung.

Die Herstellung des erfindungsgemässen Isoliermaterials wird anhand von Beispielen näher erläutert.

Beispiel 1

Es wird ein Gemisch 1:1 von 49,9 Gew.-% Polysiloxan mit Vinylfunktion mit 7×10^4 mPas dynamischer Viskosität und von 49,9 Gew.-% Polysiloxan mit Hydrogenfunktion und mit 7×10^5 mPas dynamischer Viskosität und von 0,2 Gew.-% Hexamethyl-zyklotrisiloxan und Methyl-zyklo-tetrasiloxan und 50% Ultramarin in einem statischen Rührer, im geschlossenen System bei Zimmertemperatur vorgemischt.

Die Viskosität dieses Gemisches ist 1×10^5 mPas. Dieses Gemisch wird in eine auf 120°C geheizte Form geführt und in der Form unter einem Druck von 5 bar vernetzt. Der fertige Isolator wird aus der Form nach einer Vernetzungszeit von 15 Sekunden herausgenommen.

Die so hergestellten Isolierkörper haben auch nach dreijähriger Benützung im Freien keinen Schaden durch Vögel erlitten.

Beispiel 2

Nach dem im Beispiel 1 angegebenen Verfahren wurde ein Gemisch hergestellt, das 50 Gew.-% Polysiloxan mit Vinylfunktion und mit einer dynamischen Viskosität von 7×10^4 und 50 Gew.-% Polysiloxan mit Hydrogenfunktion und 1×10^5 mPas dynamischer Viskosität enthält. Die dynamische Viskosität dieses Gemisches ist ebenfalls 1×10^5 mPas. Es wurde gefunden, dass dieser keine feldspatähnliche Zugabe enthaltende Isolierkörper nach einigen Monaten im Freien beschädigt wurde und dass die Kriechstromfestigkeit dieser Isolierkörper in einer stark verschmutzten Umwelt in erster Linie wegen Krähenschaden beschädigt wurden.

Beispiel 3

Zu einem 41 Gew.-% eines Vinylfunktionspolysiloxan mit dynamischer Viskosität von 1×10^6 mPas wurden zuerst 1 Gew.-% Nosean gemischt, danach 40 Gew.-% Hydrogenfunktionspolysiloxan mit 2×10^6 mPas Viskosität sowie in einem 1:1 Gemisch von 18 Gew.-% Hexamethyl-zyklo-trisiloxan und Methylzyklotetrasiloxan verteilten 50 Gew.-% Ultramarin zugemischt.

Die dynamische Viskosität dieses Gemisches ist 8×10^4 mPas.

Die bedeutende Erhöhung der Viskosität ist den 18 Gew.-% zugemischten Ultramarin zuzuschreiben, und es wurde festgestellt, dass sogar unter einem Druck von 10 bar keine luftblasenfreien Isolatoren hergestellt werden konnten. Ultramarin kann deshalb in so grosser Menge nicht beigemischt werden.

Beispiel 4

Zu einem 38 Gew.-% eines Vinylfunktionspolysiloxan mit 7×10^4 mPas dynamischer Viskosität werden vorhergehend 0,5 Gew.-% Kankrinit und 0,5 Gew.-% Nosean gemischt, und dazu werden 38 Gew.-% Hydrogenfunktionspolysiloxan mit 1×10^5 dynamischer Viskosität und 23 Gew.-% Aluminiumtrihydrat zugemischt. Die dynamische Viskosität des so erhaltenen Gemisches ist 3×10^5 mPas. Die auf diese Weise erhaltenen Isolierkörper – wenn als Füllstoff Aluminiumtrihydrat angewendet wurde – weisen im Freien eine Erosionsbeständigkeit und Feuerfestigkeit auf, die besser als die Vergleichsmuster waren und nach dreijähriger Freiluftbenüt-

5 zung keine durch Vögel verursachten Beschädigungen aufwiesen.

Beispiel 5

Zu 40 Gew.-% 25 Gew.-% Calciumkarbonat enthaltendes Vinylfunktionspolysiloxan mit 1×10^5 mPas dynamischer Viskosität und zu 40 Gew.-% 25 Gew.-% Calciumkarbonat enthaltendes Hydrogenfunktionspolysiloxan mit 1×10^5 mPas dynamischer Viskosität werden 50 Gew.-% eines 1:1 Gemisches von 10 Gew.-% Hexamethylzyklotrisiloxan und 15 Methylzyklo-tetra-siloxan verteilte Ultramarin und als Zusatzstoff 5 Gew.-% Kolloidkieselsäure und 5 Gew.-% Quarzmehl gegeben. Die dynamische Viskosität des so erhaltenen Gemisches beträgt $2,5 \times 10^5$ mPas. Das Zumischen von 10 Gew.-% Ultramarin ergibt noch eine gute Viskosität. Mit 20 diesem Gemisch wird ein gut giessbares Isoliermaterial erhalten, das der Vögelbeschädigung widersteht aber seine elektrische Erosions- und Feuerbeständigkeit sind schlechter als gemäss Beispiel 4.

Beispiel 6

Zu 20 Gew.-% Vinylfunktionspolysiloxan mit 7×10^4 mPas dynamischer Viskosität werden 10 Gew.-% Kankrinit zugemischt und danach wird zu diesem Gemisch 20 Gew.-% Hydrogenfunktionspolysiloxan mit 1×10^5 mPas dynamischer Viskosität und als Füllstoff 50 Gew.-% Quarzmehl zugegeben. Die dynamische Viskosität dieses Gemisches beträgt 2×10^6 mPas. Es ist ersichtlich, dass sich die dynamische Viskosität infolge des grossen Quarzmehlgehaltes bedeutend erhöht, so dass man aus diesem Material keinen 35 Isolator giessen kann, und auch Probekörper konnten nur schwierig verfertigt werden.

Die elektrischen und mechanischen Kennzeichen der Isolierstoffe gemäss Beispiel 1 bis 6 sind in der Tabelle 1 angegeben;

Tabelle 1

Kennzeichen	Norm	Masseinheit	1	2	Beispiele 3	4	5	6
elektr. Stabilität	DIN 53431	kV/mm	23	23	21	24	21	19
Kriechstromstabilität	DIN 53480	Stufe	KA3C	KA3C	KA3C	KA3C	KA3C	KA3C
elektr. Erosionsbeständigkeit	Werknorm	Stunde	697	532	479	791	683	-
Lichtbogenbeständigkeit	ASTM D 495-61	s	230-240	210-220	195-215	230-240	195-215	140-150
Zerreissfestigkeit	DIN 53504	N/mm ²	5,5	5,4	5	5,3	5,2	4,0
Zerreissdehnung	DIN 53504	%	120	120	90	70	90	50
Weiterreissfestigkeit	ASTM D 624	N/mm	8,5	7,8	7,5	8,0	8,2	6,1
Härte	DIN 53505	Shore A	50	50	47	52	50	73
Verbrennbarkeit/O ₂ -Index	ASTM D 2863	%	29,3	26,2	26,3	33,7	26,6	29,6

Aus den Daten der Tabelle kann festgestellt werden, dass die Isolierstoffe gemäss den Beispielen 1 und 4 sowohl gute mechanische und elektrische Eigenschaften haben und bei Freiluft-Anwendung der Beschädigung durch Vögel widerstehen.

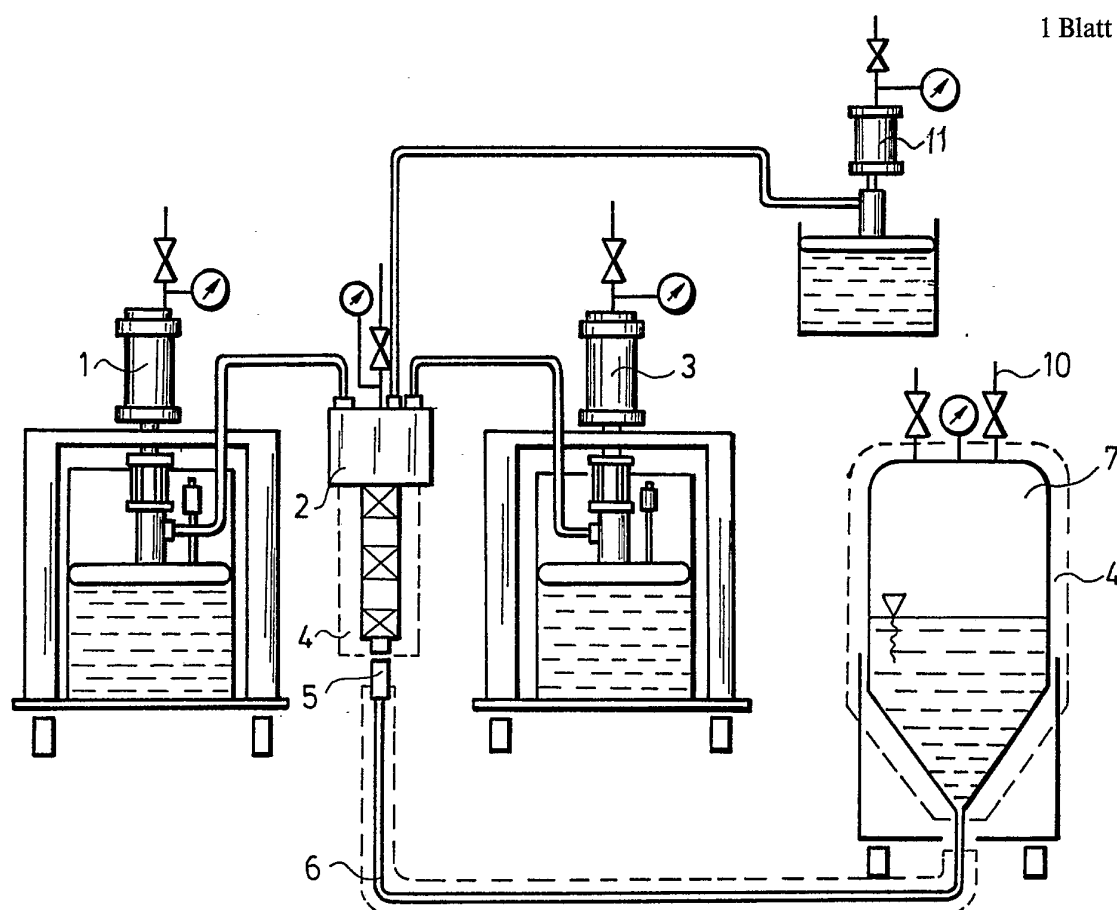


Fig. 1

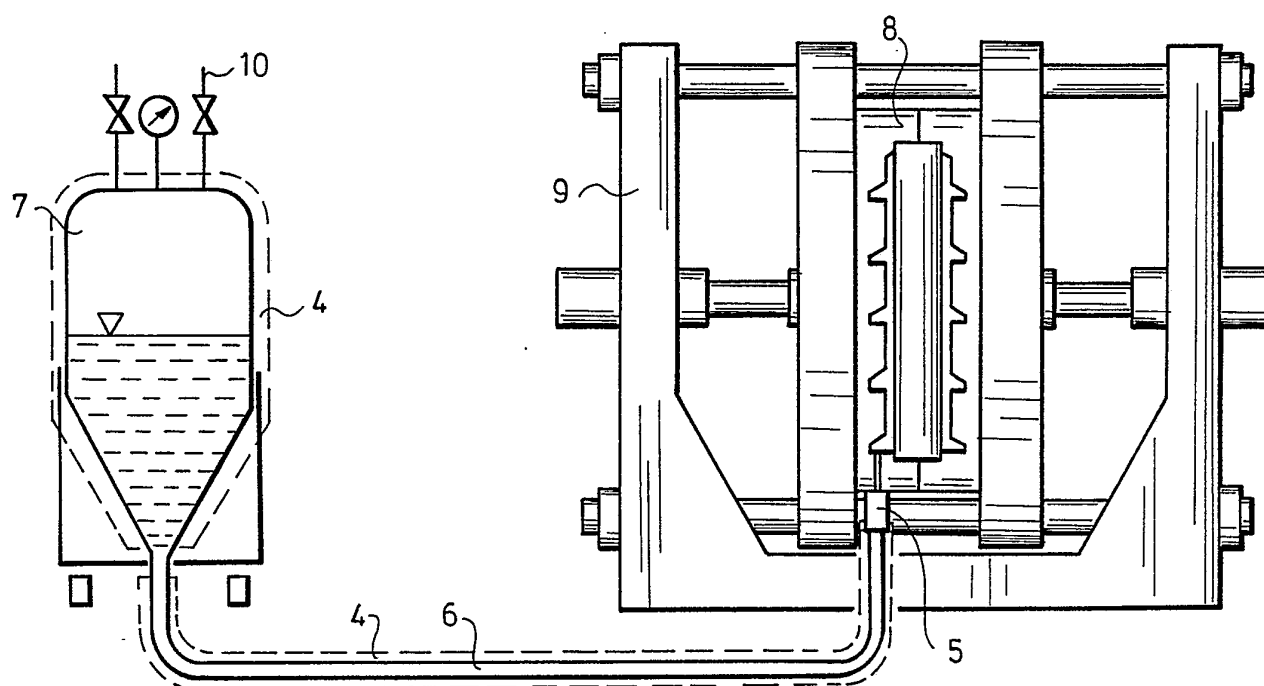


Fig. 2