



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 234 128 A1

4(51) H 01 M 4/04

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 M / 272 505 2

(22) 11.01.85

(44) 19.03.86

(71) Ingenieurschule für Maschinenbau und Elektrotechnik, 1134 Berlin, Marktstraße 9, DD

(72) Fuhrmann, Erich, Dr.-Ing.; Straub, Jonny, DD

(54) Verfahren zur Fließfertigung von Bleiakkulatorelementen

(57) Ziel und Aufgabe der Erfindung ist es, die Herstellung vollautomatisch durchzuführen und dabei den Bleieinsatz dadurch zu minimieren, daß er nur noch von den elektrischen Anforderungen, nicht von den mechanischen bestimmt wird. Das Wesen der Erfindung besteht darin, das Material bandförmig zuzuführen, die Bänder flexibel zu gestalten trotz Aushärten der Pasten und durch automatische Regelung und Steuerung des Wickelvorganges ein in Toleranzen austauschbares Produkt zu erhalten. Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild des Verfahrens. Fig. 1

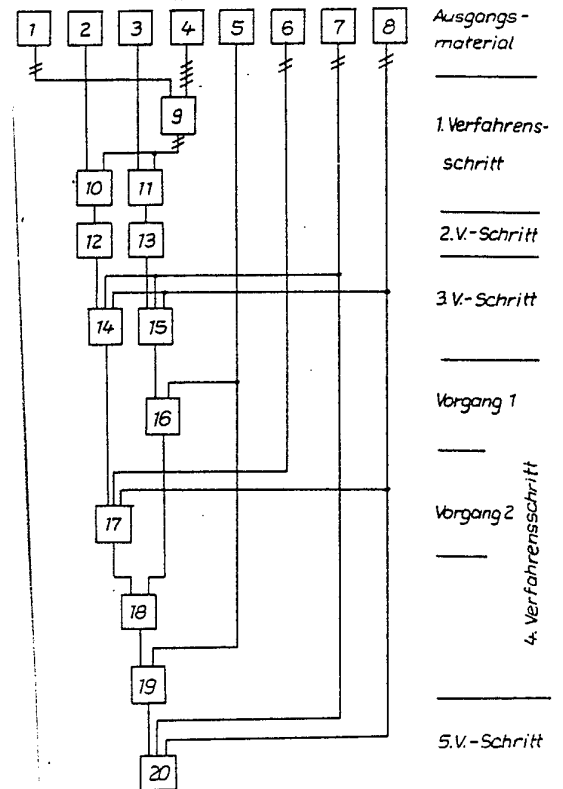


Fig. 1

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur Fließfertigung von Bleiakkulatorelementen, **gekennzeichnet** dadurch, daß positive und negative Elektroden bandförmig aus flexiblem Trägermaterial aus Blei hergestellt werden, welches zur besseren Stromleitung und zum fertigungstechnisch nötigen Vorschub mit je einer Randsaumzone an jeder Bandlängsseite ausgestattet sind und mit pastenförmigem Aktivmaterial zwischen den Randsäumen dergestalt aufgefüllt werden, daß eingeformte Querkerben nach dem Aushärten der Pasten einmal als Sollbruchstellen eine gewisse Bandkrümmung für einen Wickelvorgang zulassen und zum anderen als Kanäle zur Entgasung dienen, daß ferner optionale Trennstellen der Bänder weitgehend von Aktivmaterial frei sind, so daß durch Queresäumen mit Bleiband ein Pol zur Ableitung des Stromes angebracht werden kann, wobei sowohl an das Trägermaterial als auch an die Längs- und Queresäumung aus Blei vordergründig nur elektrische Anforderungen gestellt werden können und damit der Bleieinsatz ohne Rücksicht auf die mechanischen Beanspruchungen minimiert werden kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß während des Wickelvorganges die Zugspannung der Bänder so geregelt wird, daß einerseits durch elastische Verformung der Separatorbänder der Akkulatorelement-Rolle bleibende mechanische Radialspannungen aufgezwungen werden und andererseits die Rolle in vorgegebenen Toleranzen genau rund läuft, daß weiterhin die Länge der Aktivbänder durch Zählung an den optionalen Trennstellen begrenzt wird und der in vorgegebenen Toleranzen genaue Außendurchmesser durch Zuwickeln der Separatorbänder eingestellt wird, der dann mittels größenbeständiger Umhüllung aus Hüllmaterial fixiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aktivbänder mit einer Umhüllung versehen werden, die die Kerben in ihrer Funktion als Entgasungskanäle offenhält gegen das Eindringen des unter Radialspannungen stehenden Separators.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß wahlweise der Pluspol in Rollenmitte und der Minuspol an der Peripherie liegen kann oder auch umgekehrt, daß ferner die Pole nach einer Stirnseite der Rolle herausgeführt werden können, als auch jeder Pol an eine andere Stirnseite oder jeder Pol nach beiden Stirnseiten.
5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß es sowohl in einem Zuge in einer Fertigungsanlage vollautomatisch ohne menschlichen Zugriff durchgeführt werden kann, als auch in einzelnen Verfahrensschritten auf getrennten Maschinen mit Zwischenlagerung.
6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das so hergestellte Bleiakkulatorelement gegen statische und dynamische mechanische Beanspruchungen im Betrieb, bei der Montage, Lagerung und Transport weitgehend unempfindlich ist und aus dieser Sicht keine bestimmte Gebrauchslage vorgeschrieben werden muß.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fließfertigung von Bleiakkulatorelementen, die dann später zu Batterien vereinigt und in Gehäuse eingesetzt werden können, um in Fahrzeugen oder anderswo als Stromversorgung oder Energiepuffer zu dienen. Das Anwendungsgebiet wird durch die weitverbreitete Pb, PbO₂, PbSO₄, H₂SO₄-Reaktion unter technologischer Verwendung des aktiven Materials in Pastenkonsistenz gekennzeichnet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Das traditionelle Verfahren zur Herstellung von Elementen ist gekennzeichnet durch Gießen einzelner Plattengitter, Auffüllen der Gitter mit aktivem Material in Pastenkonsistenz, Aushärten der Pasten, Montage zu Plattensystemen und endlich Montage positiver und negativer Plattensysteme mit Separatoren im Gehäuse.

Diese Technologie ist eine typische Stückgutfertigung und sehr automatisierungsfeindlich. Der Bleieinsatz ist nicht nur elektrisch bedingt, sondern auch durch die Festigkeit. Die Akkulatoren werden durch Schwingungen leicht infolge Ausfallens von Aktivmaterial unbrauchbar.

In BRD 2403 222 wird ein Verfahren der Fließfertigung vorgestellt, welches den Mangel hat, daß die angewendeten Pb-Folien nach elektrotechnischer Umsetzung mangels mechanischer Stabilität zerfallen.

In BRD 3118 548 A1 wird ein Verfahren für spezielle elektrochemische Zellen vorgestellt, bei dem das Aktivmaterial mit perforierter Hauptoberfläche umschlossen ist. Diese Anordnung ist aber für die traditionelle Plattenbauweise angegeben.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, unter weitgehender Verwendung der Erfahrungen mit Bleiakkulatoren, insbesondere der Palette verschiedener Pasten für das Aktivmaterial eine Fließfertigung zu ermöglichen, die leicht teil- oder vollautomatisiert werden kann.

Darlegung des Wesens der Erfindung

– **Die technische Aufgabe**, die durch die Erfindung gelöst wird, besteht darin, die für die gewollte elektrochemische Umsetzung notwendigen Stoffe in einem geeigneten Ausgangszustand und im genau notwendigen Mengenverhältnis dem automatischen Produktionsprozeß zuzuführen und diesen so zu gestalten, daß die Formgebung und Anordnung der Stoffe hauptsächlich nach dem Gesichtspunkt der Funktion (Kapazität, Kurzschlußstrom) erfolgt, daß der Einsatz von Blei nur in einer Menge erfolgt, wie er elektrotechnisch und unbedingt notwendig ist und daß die Elemente bestimmten mechanischen Belastungen (Erschütterungen im Fahrzeugbetrieb) gewachsen sind.

– **Die Merkmale der Erfindung** ergeben sich aus dem Herstellungsverfahren, welches aber auch eine andere zweckmäßige Form des Akkulatorelementes erzwingt. Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren wird anhand der Ausgangsmaterialien und durch fünf Verfahrensschritte dargelegt.

Das Ausgangsmaterial für die Fließfertigung hat folgende Komponenten:

1. Das Trägermaterial für die Aktivmassen aus Akku-Blei. Es ist bandförmig bzw. wird in Bandform gebracht, quer zur Längsseite flexibel, haftfähig für Aktivpasten und in Richtung seiner Dicke durch mäßigen Druck verformbar. Es wird sowohl für die positive wie auch für die negative Elektrode benötigt.
2. Paste für das negative Aktivmaterial und
3. Paste für das positive Aktivmaterial, beide Pasten schnell aushärtbar und gut formbar
4. dünnes Bleifolienband (wird in vier gleichen Rollen benötigt) und

5. dickes Bleifolienband, beide zum Besäumen der Aktivbänder zwecks Herstellung des elektrisch notwendigen Querschnittes
6. Separatorband (wird in zwei gleichen Rollen benötigt). Es muß säurebeständig und elektrisch nicht leitend sein, jedoch gut durchlässig für Säure in seiner Dickenrichtung. Es muß quer flexibel sein und insbesondere muß es erfindungsgemäß eine gute Elastizität in seiner Dickenrichtung aufweisen.
7. Hüllmaterial in Bandform mit den Eigenschaften: dünn, haltbar, nicht leitend, säurebeständig, säuredurchlässig, allseitig, flexibel, jedoch möglichst unelastisch (d. h. nicht dehnbar)
8. Faden mit mäßiger Haltbarkeit und säurebeständig

Im ersten Verfahrensschritt wird das Trägermaterial auf Bezugsbandbreite gebracht, wenn es nicht schon als Bandmaterial in dieser Breite vorliegt. Als Bezugsbandbreite wird die gewünschte Bauhöhe des Elementes bezeichnet. Die beiden Ränder längsseits des Bandes werden mit dem dünnen Bleifolienband umfassend gesäumt. Die dünnen Bleifolienbänder werden zu diesem Zweck vorher mittig gefaltet und so beidseitig über das Trägermaterial von beiden Seiten geschoben. Auf jeder Seite des Trägermaterials ist also die gleiche Anordnung spiegelbildlich. Die Befestigung geschieht durch eine besondere Art, nämlich durch viele Stiche mit einer zylindrischen Nadel, die wie die Bleistiftmine in einem Zeichenzirkel angeschliffen ist. Dadurch wird ein Teil des Folienmaterials ohne von der Folie abzureißen durch das Loch auf die andere Seite mitgenommen, wirkt also ähnlich wie ein Niet. Ein anschließendes Walzen schafft eine innige Verbindung mit geringem Übergangswiderstand.

Während dieses Walzens wird, – mit den Walzen als Begrenzung des Randes –, die Paste aufgetragen. Die befestigten Randsäume können nun zum Transport dienen, ähnlich wie beim Kinofilmband, nur daß keine durchgehenden Transportlöcher im Rand eingebracht werden. Die Randsäume werden von Paste freigehalten. Das Trägermaterial mit der Paste durchläuft nun ein besonderes Formwalzenpaar, welches dem Aktivband seine Dicke, Dichte und Oberflächenform gibt. Die erfindungsgemäße Oberfläche ist über die gesamte Breite der Paste (Bezugsbandbreite minus zwei Saumbreiten) senkrecht zur Bandbegrenzung gekerbt. Diese Kerben haben drei Aufgaben. Einmal stellen sie Sollbruchstellen des Pastenmaterials dar, welches nach dem Aushärten beim Aufrollen des Bandes an dieser Stelle brechen soll, so daß nur das Trägermaterial den Zusammenhang bewirkt, zum zweiten dienen die so entstehenden Hohlräume der Entgasung, insbesondere beim Lochvorgang und zum dritten vergrößern sie die Oberfläche des Aktivmaterials (große Stromstärke möglich). Nach einer bestimmten Länge mit solchen Kerben folgt eine etwas breitere Kahlstelle, d. h. eine pastenfreie Bandstelle, realisiert durch eine oder mehrere Stellen auf den Formwalzen. Sie hat den Zweck, daß hier das Band bequem abgetrennt und quer zur Bandrichtung zwecks Herstellung guter elektrischer Leitfähigkeit gesäumt werden kann. Diese Kahlstellen werden optionale Trennstellen genannt.

Diese Beschreibung bezieht sich sowohl auf die Herstellung des Bandes für die positive als auch des für die negative Elektrode.

Im zweiten Verfahrensschritt, der ebenfalls für das positive und negative Band gleich ist, erfolgt das Aushärten des Pastenmaterials im gestreckten Zustand des Bandes im Durchlauf. Dabei kann es je nach Pastenart günstig sein, das Band während des Härtens, geführt an den Randsäumen einige Male sanft zu krümmen, um die Sollbruchstellen vorzubereiten. Nach dem Aushärten müssen abgeplatze Aktivmasseeteilchen entfernt werden.

Im dritten Verfahrensschritt werden die Aktivbänder (das positive und das negative) verpackt, d. h. in das Hüllmaterial eingeschlagen. Das Hüllmaterial liegt als Bandmaterial mit etwa doppelter Bezugsbandbreite vor. Es wird nun das Aktivband auf der polabgewandten Seite umgeschlagen und läßt auf der Polseite das Saumband zum Teil frei. Es wird an den Saumbändern beidseitig und an allen optionalen Trennstellen beidseitig mit Faden festgenäht. Dieses Hüllmaterial hat zwei Aufgaben zu erfüllen: Einmal soll es bei der Montage oder im späteren Betrieb herausfallende Masseeteilchen festhalten, um sie möglichst weiter teilweise durch Berührung mit dem leitenden Material in Funktion zu halten oder zumindest ihre unkontrollierte Wanderung zu verhindern, die Kurzschluß herbeiführen könnte. Zum zweiten soll sie das Eindringen des elastischen Separatormaterials in die Kerben begrenzen, so daß die Gasblasen weiterhin durch die Kerbenkanüle entweichen können.

Im vierten Verfahrensschritt findet die automatische Montage des Bleiakkulatorelementes statt. In diesen technologischen Abschnitt laufen folgende bandförmige Halbzeuge ein:

- das umhüllte Band mit positivem Aktivmaterial
- das umhüllte Band mit negativem Aktivmaterial
- das dicke Bleifolienband
- zwei Bänder mit Separatormaterial

Gleichzeitig, aber räumlich getrennt, spielen sich zuerst zwei verschiedene Vorgänge mit den beiden Aktivbändern ab, wobei es technologisch gleichgültig ist, welchem der beiden Bänder welcher Vorgang zugeordnet wird.

Vorgang 1: Von einem Aktivband wird an der Trennstelle das Hüllmaterial zurückgeklappt und die Trennstelle mit dem dicken Bleifolienband nach dem gleichen Schema gesäumt, wie die Bandlängsseiten mit dem dünnen Bleifolienband. Besonders innig muß die elektrische Verbindung zwischen den beiden Randsäumen und dem jetzt angebrachten Trennstellensaum sein (gegebenenfalls Nieten oder Punktschweißen). Während das dicke Bleifolienband auf der polabgewandten Seite bündig abgetrennt wird, steht es auf der Polseite über und aus dem Überstand wird durch spiralgiges Aufrollen ein Pol gewickelt.

Vorgang 2: Das andere Aktivband wird an seiner Ober- und Unterseite mit je einem Separatorband versehen. Die drei Bandanfänge werden durch Nähen zusammengeheftet.

Nachdem beide Vorgänge fertigbearbeitet sind, werden die Bandanfänge aus beiden Vorgängen übereinander gelegt und maschinell geklammert, wobei diese Klammer gleichzeitig als Wickeldorn dient und später herausgezogen wird.

Das Wickeln erfolgt mit geregelter Zugspannung so, daß einmal die in Richtung ihre Dicke elastischen Separatorbänder auf etwa die Hälfte ihres Formänderungsbereiches zusammengedrückt werden, was eine bleibende Radialspannung des Elementes zur Folge haben soll. Zum anderen hat die Regelung zum Ziel, daß Abweichungen von der genau runden Querschnittsform des Elementes ausgeglichen werden.

In diesem Verfahrensschritt sind in zweierlei Hinsicht Varianten möglich. Einmal kann vor dem gemeinsamen Wickeln auf den Randbandsaum der Polseite, der aus der Umhüllung herausragt, auf der gesamten Länge oder aber auf einem Teilschnitt anschließend an den Pol zwecks Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit noch dickes Folienband aufgewalzt werden. Zum anderen ist man frei in der Wahl der Lage der Pole, d. h. man kann die Polseite beider Bänder auf einer Seite oder aber gegenüberliegend anordnen.

Die gewünschte Länge des Wickelprozesses wird durch Zählen der optionalen Trennstellen des bereits gepolten Aktivbandes festgelegt. Ist die eingestellte Zahl erreicht, wird dieses Band abgetrennt. Das andere Aktivband wird an der nächstfolgenden optionalen Trennstelle abgeschnitten und nach dem gleichen Schema mit dickem Bleifolienband querbesäumt und mit einem gewickelten Pol versehen. Dann läuft der Wickelprozeß nur mit den Separatorbändern weiter, bis der vorgegebene Außendurchmesser erreicht ist.

Im fünften und letzten Verfahrensschritt wird die Innenklammer herausgezogen und das fertiggewickelte Element so mit Hüllmaterial an seinem Umfang verpackt, daß es weiter unter elastischer Radialspannung steht und einen tolerierten Außendurchmesser hat. Es ist dann mechanisch relativ unempfindlich, kann also gefahrlos gelagert, transportiert und montiert werden. Es ist auch – vom mechanischen Aspekt her – lageunabhängig im Betrieb.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend unter Bezugnahme auf Figuren näher erläutert werden.

Es zeigen

Fig. 1: ein Blockschaltbild des Verfahrens mit den Komponenten des Ausgangsmaterials und den fünf Verfahrensschritten.

Fig. 2: Trägermaterial aus gelochter Bleifolie, wobei der leitende Querschnitt zur Polseite hin zunimmt. Die Randsäume bestehen aus ungelochtem Material.

Fig. 3: Ein bandrandbesäumter Trägerstreifen aus Bleiwolle als Trägermaterial.

Fig. 4: Ein Aktivband mit Paste nach Durchlauf durch das Formwalzenpaar.

Fig. 5: Ein Schnitt durch Fig. 4.

Fig. 6: Ein Aktivband in seiner Umhüllung mit Darstellung der Nähte zum Anheften des Hüllmaterials.

Fig. 7: Die schematische Anordnung der Bänder am Wickelanfang im Schnitt mit Darstellung der Klammer, die auch als Wickelkern dient.

Fig. 8: Montage, Bandführung und Regelungsgrößen.

Die einzelnen Verfahrenselemente der in Fig. 1 dargestellte Struktur entsprechen dem Stand der Technik, so daß auf eine umfassende Beschreibung verzichtet werden kann.

Beispiele für das Trägermaterial 1 sind Siebgitter aus Bleidraht, gelochte Bleifolie nach Fig. 2, feingelochte Bleifolie etwa in Art eines Haushaltsreibseisens und schließlich Bleidrahtwolle. Anforderungen an die Pasten 2 und 3 sind vor allem schnelle Aushärtbarkeit im Durchlaufverfahren und Formbarkeit mittels Walzen. Gegebenenfalls muß der Aushärtevorgang in Stufen vorgenommen werden mit zwischenzeitlichen Formwalzen.

Das dünne Bleifolienband 4 könnte etwa eine Dicke von 0,2...0,4 mm und eine Breite von 20 mm haben, das dicke Bleifolienband 5 bei gleicher Breite ist etwa 0,5...0,8 mm dick, so daß Rand- und Trennstellensäume etwa 10 mm breit werden.

Als Separatorband 6 stehen u. a. folgende Materialarten zur Wahl: Glaswolleband, d. h. ein Vlies aus gekräuselter Glasfaser mit einem Volumenverhältnis Glas zu Hohlraum von 1:10 bis 1:5 in seiner Dicke elastisch verformbar von 3 mm auf 1 mm.

Weiterhin kommen poröse Bindungen von Polyester- oder Epoxidharzen infrage, die mit Glasfaser armiert sind: Gemische von Glaswolle mit Wolle aus Polypropylen oder PCTFE.

Gut geeignet ist offenporiger Polysterolschaum mit Glasfasern durchsetzt.

Für das Hüllmaterial 7 kommt perforierte Kunststoffolie oder Kunststoffgaze oder Glasfasergewebe in Leinenbindung in Betracht. Es wird mittels Faden 8 befestigt, wie Fig. 6 zeigt.

Innerhalb des ersten Verfahrensschrittes nach Fig. 1 werden in Fig. 2 und Fig. 3 zwei Varianten des bandrandbesäumten Trägerstreifens 9 dargestellt. Nach Beschickung mit Aktivmaterial sind die Sollbruchstellen und optionalen Trennstellen in Fig. 4 und Fig. 5 zu erkennen. Die Umhüllung mit Hüllmaterial 7 durch Nähen mittels Faden 8 ist aus Fig. 6 zu erkennen.

Erläuterungen zum vierten Verfahrensschritt geben Fig. 7 und Fig. 8.

Aus Fig. 8 erkennt man, daß die Bandanfänge genau über der Rollenkerne-Klammer platziert werden können, was die Zufuhr zur Klammer mittels Schwerkraft erleichtert.

Weiterhin erkennt man die zwei Meßfühler, als Tastrollen 26 ausgeführt, die den Zeitwert des Wickelradius an zwei gegenüberliegenden Orten messen. In Auswertung dieser Messung werden die Zugspannungen in den beiden Aktivbändern 14 und 15 mittels Bremsrollen 30 so verstellt, daß der Wickelkörper in vorgegebener Toleranz kreisförmig wird und unter angemessener Radialspannung steht. Die Separatorbänder 6 laufen selbst zugspannungsfrei dem Objekt zu.

Die Aufteilung der Zugspannung auf die Bänder 14 und 15 wird anhand der Messung der Einzelzugspannungen mittels Meßrollen 29 vorgenommen.

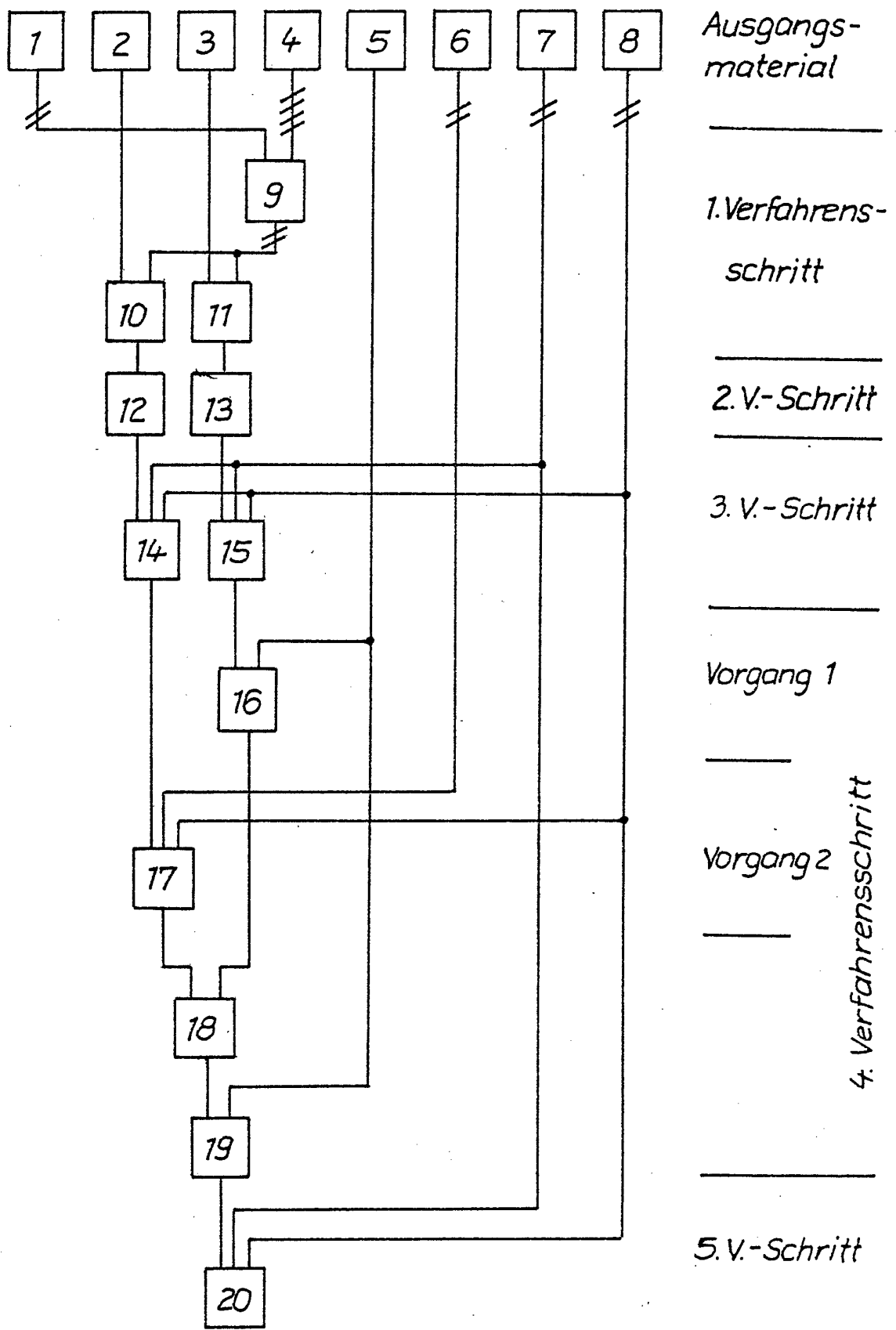


Fig. 1

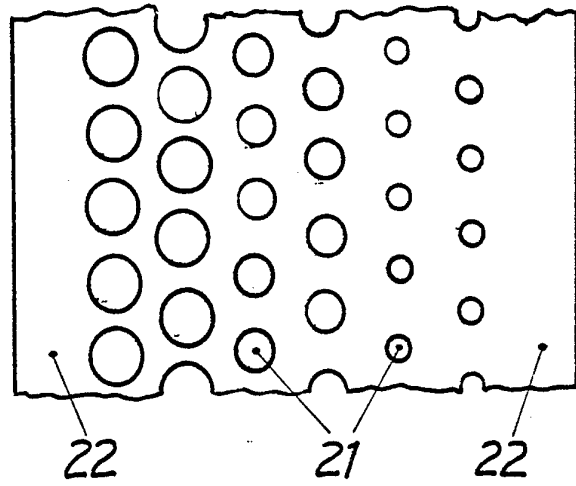


Fig. 2

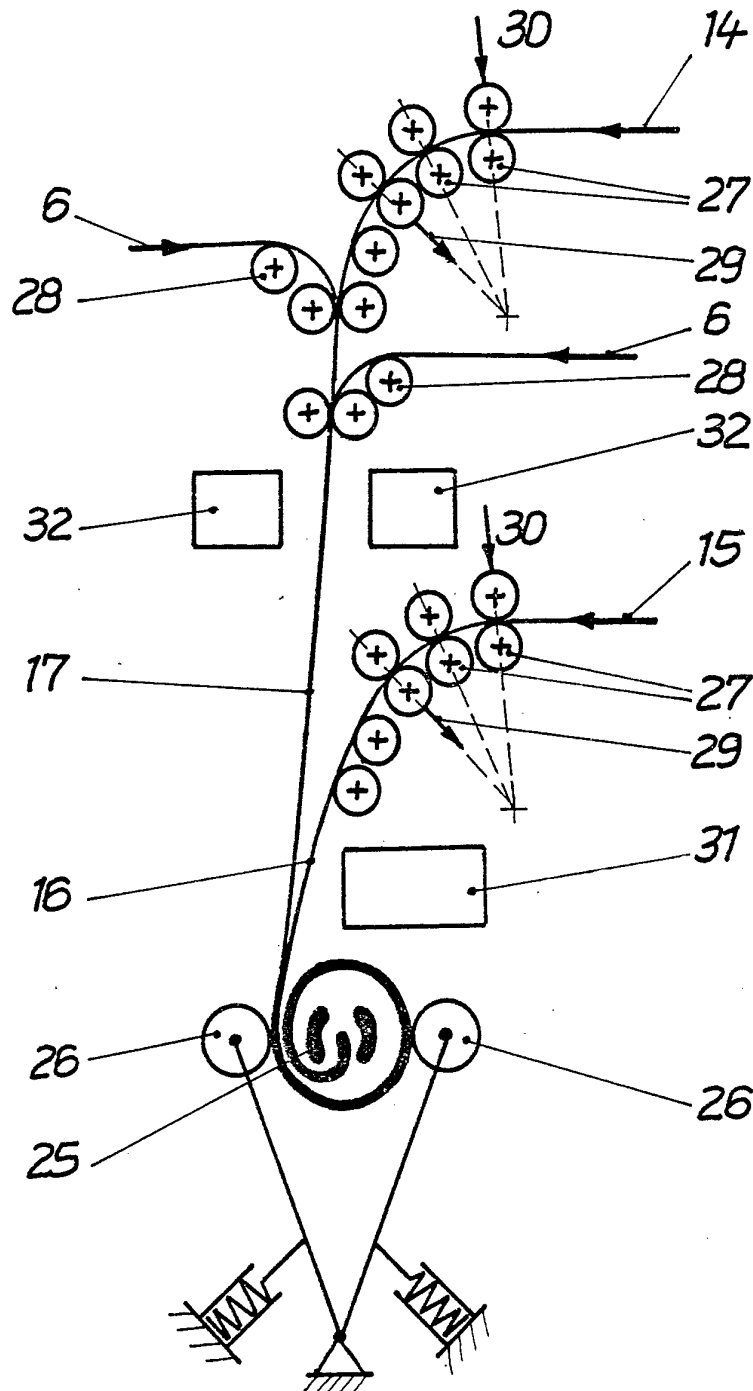


Fig. 3