



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 042 380 A1** 2007.03.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 042 380.9**

(22) Anmeldetag: **06.09.2005**

(43) Offenlegungstag: **08.03.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B29B 7/74 (2006.01)**

B29C 44/34 (2006.01)

B29B 7/88 (2006.01)

(71) Anmelder:
Nordson Corporation, Westlake, Ohio, US

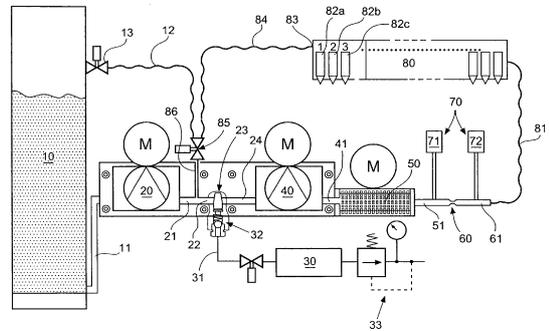
(74) Vertreter:
Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

(72) Erfinder:
Jones, Frank, 40822 Mettmann, DE; Puffe, Marcel, 53757 Sankt Augustin, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum Erzeugen eines Schaummaterials**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Schaummaterials, umfassend: eine Gaszufuhrleitung, die an einem ersten Ende mit einer Gasquelle verbindbar ist, eine Materialzufuhrleitung, die an einem ersten Ende mit einer Materialquelle verbindbar ist, eine Materialfördervorrichtung, die mit einem zweiten Ende der Materialzufuhrleitung verbunden ist und eine Mischvorrichtung, in welche Material und Gas einleitbar ist und darin miteinander vermischbar ist und aus der ein homogen vermischter Schaum aus einer Ausgabeöffnung ausgebar ist. Die Erfindung verbessert die Homogenität des erzeugten Schaums und erweitert den Bereich des produzierbaren Schaums um homogene Schäume mit sehr hohem Luftanteil, indem eine Schaumfördervorrichtung (40), die einlassseitig mit der Materialfördervorrichtung und der Gaszufuhrleitung und auslassseitig mit der Mischvorrichtung verbunden ist, vorgesehen wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Schaummaterials, umfassend: eine Gaszufuhrleitung, die an einem ersten Ende mit einer Gasquelle verbindbar ist, eine Materialzufuhrleitung, die an einem ersten Ende mit einer Materialquelle verbindbar ist, eine Materialfördervorrichtung, die mit einem zweiten Ende der Materialzufuhrleitung verbunden ist, eine Mischvorrichtung, in welche Material und Gas einleitbar ist und darin miteinander vermischbar ist und aus der ein homogener vermischter Schaum aus einer Ausgäbeöffnung ausgebar ist.

[0002] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zum Erzeugen eines Schaummaterials, mit den Schritten: Zuführen eines Gases aus einer Gasquelle, Zuführen eines Materials aus einer Materialquelle, Fördern des Materials mittels einer Materialfördervorrichtung, Mischen des Gases und des Materials in einer Mischvorrichtung, und Abgeben eines Schaums aus der Mischvorrichtung.

Stand der Technik

[0003] Eine Vorrichtung und ein Verfahren der vorgenannten Art sind aus EP 0 428 873 B1 bekannt. Vorrichtungen und Verfahren dieser Art dienen dazu, aus einem flüssigen, beispielsweise schmelzflüssigen Material und einem Gas, wie beispielsweise Luft, einen Schaum zu bilden, in dem das Material und das Gas intensiv miteinander vermischt werden. Solcherart hergestellte Schäume werden für eine Vielzahl von Anwendungen benötigt, beispielsweise als Klebstoffschäume, Schaumdichtungen, Schaumverpackungsmaterial oder Ähnliches.

[0004] Ein wichtiger Aspekt bei diesen Vorrichtungen und Verfahren ist es, dass ein möglichst homogener Schaum erzielt wird, d.h. ein Schaum der einerseits eine Porengröße aufweist, die in einem vorbestimmten Bereich liegt und der diesen Porengrößenbereich in allen Schaumbereichen einhält. Oftmals wird angestrebt, eine möglichst kleine Porengröße zu erzielen und möglichst viele Poren pro Schaumvolumeneinheit im Schaum vorliegen zu haben. EP 0 428 873 B1 schlägt hierzu ein System vor, bei dem der Durchfluss des Flüssigmaterials mit einer Durchflussmessvorrichtung gemessen wird, der Gasdurchfluss mittels einer Gasdurchflussmessvorrichtung gemessen wird, diese beiden Signale miteinander verglichen werden und aus vorgegebenen Sollwertdaten ein Sollgasgehalt ermittelt wird, der durch Berechnung und Einstellung eines Differenzgaswertes angestrebt wird. Dieses System kann zwar für eine Reihe von Schaumsorten eine zufriedenstellende Schaumqualität erzielen, jedoch weist das System eine aufwendige Steuerungstechnik auf, die zudem eine geringe Systemvariabilität bedingt.

[0005] Aus EP 0 651 677 B1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Aufbringen von Schaumbeschichtungen bekannt, bei dem angestrebt wird, die Schaumqualität dadurch zu erhöhen, dass in einem Auftragskopf dem Schaum von beiden Seiten zusätzliche erwärmte Luft seitlich zugeführt wird und dadurch eine zusätzliche Vermischung erzielt wird. Mit dieser zusätzlichen Luftzufuhr kann einerseits der Auftragsbeginn und das Auftragsende besser gesteuert werden, andererseits wird die Qualität des Schaums selbst verbessert. Die Vorrichtung und das Verfahren aus EP 0 651 677 B1 weisen jedoch den Nachteil auf, dass eine verhältnismäßig aufwendige konstruktive Ausführung des Schaumauftragskopfs erforderlich ist und zudem die Variabilität der Vorrichtung im Hinblick auf unterschiedliche Schaumarten und Schaumzusammensetzungen begrenzt ist.

[0006] Aus EP 0 220 450 B1 ist schließlich ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufschäumen hochviskoser Polymermaterialien bekannt, bei dem/der eine Flüssigkeit und ein Gas in einer Mischvorrichtung miteinander vermischt werden, die zwei rotierende Wellen mit daran angeformten Mischelementen umfasst. Diese Mischvorrichtung kann zwar einen homogenen Schaum erzielen, weist jedoch den Nachteil auf, dass insbesondere der Beginn und das Ende der Schaumbildung mit einer Beeinträchtigung der Schaumqualität einhergehen und zudem die Variabilität des Systems im Hinblick auf verschiedene Betriebsarten, Schaumarten und Schaumzusammensetzung gering ist.

Aufgabenstellung

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, welches eine höhere Variabilität bei der Herstellung bzw. dem Auftragen von Schaummaterial aufweist und gleichzeitig eine zumindest gleichbleibende, vorzugsweise höhere Schaumqualität auch bei hohem Gasanteil als bekannte Systeme erzeugen kann.

[0008] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, die durch eine Schaumfördervorrichtung, die einlassseitig mit der Materialfördervorrichtung und der Gaszufuhrleitung und auslassseitig mit der Mischvorrichtung verbunden ist, fortgebildet ist.

[0009] Durch die Schaumfördervorrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird eine wesentlich variabelere Gestaltung der Förderraten von Material, Schaum und Gas erreicht und hierdurch wird es ermöglicht, dass einerseits die Schaumqualität durch besser aufeinander abgestimmte Förderraten erhöht wird und andererseits die erfindungsgemäße Vorrichtung mit unterschiedlichen Betriebsmodi betrieben werden kann, um beispielsweise eine gleichbleibende Schaumqualität bei Beginn, Ende und zwischen-

zeitlicher Unterbrechung des Schaumerzeugungsvorgangs zu erzielen. So ermöglicht die erfindungsgemäße Vorrichtung beispielsweise in einfacher Weise den Bypassbetrieb und kann darüber hinaus den Anteil von Gas im erzeugten Schaummaterial in einem sehr weiten Bereich variieren, ohne dabei die Schaumqualität negativ zu beeinflussen.

[0010] Dabei kann die Schaumfördervorrichtung in verschiedener Weise ausgebildet sein und beispielsweise als kontinuierlich oder diskontinuierlich arbeitende Pumpe ausgestaltet sein. Die Schaumfördervorrichtung kann einlassseitig mit einer separaten Materialleitung und einer separaten Gasleitung verbunden sein. Alternativ können Gas und Material bereits vor der Einlassseite der Schaumfördervorrichtung zusammengeführt werden und dann in einer gemeinsamen Leitung der Schaumfördervorrichtung zugeführt werden.

[0011] Eine erste bevorzugte Ausführungsform ist fortgebildet durch eine erste Rückführleitung, die an einem ersten Ende mit der Ausgabeöffnung und an einem zweiten Ende mit der Einlassseite der Schaumfördervorrichtung in Verbindung steht, um Schaum aus der Mischvorrichtung in die Schaumfördervorrichtung zu leiten. Die Rückführleitung kann sich entweder direkt vom auslassseitigen Ende der Mischvorrichtung erstrecken und zur Einlassseite der Schaumfördervorrichtung führen. In vielen Fällen ist es jedoch vorteilhaft, die Rückführleitung mit einem Schaumauftragskopf zu verbinden, der mit der Auslassseite der Mischvorrichtung in Verbindung steht und auf diese Weise Schaum von der Mischvorrichtung durch den Schaumauftragskopf über die Rückführleitung zu der Einlassseite der Schaumfördervorrichtung zu leiten. Die Rückführleitung kann dabei entweder direkt in die Schaumfördervorrichtung münden oder in eine Leitung münden, die beispielsweise bereits Material, Gas oder beides in die Schaumfördervorrichtung leitet.

[0012] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn eine Gasventilvorrichtung zum Regeln oder Steuern der Gasflussmenge durch die Gaszufuhrleitung bereitgestellt wird. Auf diese Weise wird es ermöglicht, dass die zugeführte Gasmenge pro Zeiteinheit geregelt oder gesteuert wird, um hierdurch die Schaumzusammensetzung und – qualität beeinflussen zu können. Bei der Gasventilvorrichtung kann es sich vorzugsweise um ein mit einem Aktuator betätigtes Ventil handeln, dessen Durchflussquerschnitt von einer voll offenen zu einer voll geschlossenen Stellung in möglichst mehreren Stufen, vorzugsweise stufenlos mittels des Aktuators verstellt werden kann.

[0013] Eine weitere vorteilhafte Fortbildung umfasst eine Drosselvorrichtung, die in Schaumflussrichtung hinter dem Auslassende der Schaumfördervorrichtung angeordnet ist. Eine solche Drosselvorrichtung

kann beispielsweise in Form einer Messblende bereitgestellt werden, die in eine Schaumtransportleitung hinter der Mischvorrichtung eingesetzt ist. Eine solche Messblende kann beispielsweise hinsichtlich ihrer geometrischen Abmessungen an verschiedene Schaumqualitäten angepasst werden. Weiterhin ist es oftmals vorteilhaft, wenn die Drosselvorrichtung in Form einer manuell oder automatisch verstellbaren Ventildrossel besteht, die den Querschnitt der Schaumförderleitung in einem bestimmten, einstellbaren Verhältnis verengt.

[0014] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn eine Druckmessvorrichtung zum Messen des Drucks hinter dem Auslassende der Schaumfördervorrichtung bereitgestellt wird. Der Druck hinter dem Auslassende der Schaumförderpumpe ist eine geeignete Messgröße, um die Schaumqualität, insbesondere die Viskosität des Schaums zu ermitteln. Anhand dieser Messgröße kann dann eine Einstellung der Verfahrensparameter der unterschiedlichen Vorrichtungsteile erzielt werden, um eine bestimmte Schaumqualität zu erzielen.

[0015] Bei den beiden vorgenannten Fortbildungen ist es insbesondere bevorzugt, dass die Druckmessvorrichtung ausgebildet ist, um den Druck vor und/oder hinter der Drosselvorrichtung zu bestimmen, insbesondere um den Differenzdruck über der Drosselvorrichtung zu bestimmen. Der Differenzdruck über der Drosselvorrichtung oder der Druck vor und/oder hinter der Drosselvorrichtung lässt sich besonders gut dazu verwenden, um die Schaumqualität, insbesondere die Viskosität und unterschiedliche Eigenschaften des Schaums zu bestimmen und hiermit die Verfahrensparameter der anderen Vorrichtungsteile anzusteuern.

[0016] Weiterhin kann bei diesen Fortbildungen bevorzugt die Druckmessvorrichtung einen ersten Drucksensor zum Bestimmen des Drucks vor der Drosselvorrichtung und einen zweiten Drucksensor zum Bestimmen des Drucks hinter der Drosselvorrichtung umfassen. Diese Art der Ausbildung der Druckmessvorrichtung stellt eine besonders robuste und kostengünstige Methode dar, um den Druck vor und hinter der Drosselvorrichtung zu ermitteln. Insbesondere kann aus diesen Daten in einfacher Weise der Differenzdruck über der Drosselvorrichtung berechnet werden.

[0017] Bei den zuvor beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen mit Gasventilvorrichtung und mit Druckmessvorrichtung ist es insbesondere bevorzugt, wenn eine Steuerungsvorrichtung bereitgestellt wird, die ausgebildet ist, um das Signal der Druckmessvorrichtung zu verarbeiten und die Gasventilvorrichtung anzusteuern, um einen Gasfluss durch die Gaszufuhrleitung einzustellen und so eine bestimmte Viskosität des Schaums hinter der Auslass-

seite der Schaumfördervorrichtung zu erzielen. Eine solche Steuerungsvorrichtung erlaubt es in besonders zuverlässiger Weise, eine bestimmte Schaumqualität, insbesondere Schaumviskosität des erzeugten Schaums einzustellen und kann besonders schnell und zuverlässig auf äußere Einflüsse, wie Druckänderungen, Änderungen der Qualität des Materials, der Temperatur, des Gegendrucks oder Ähnlichem reagieren.

[0018] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist ausgebildet, um Schäume mit unterschiedlichen Gasanteilen von 0% (= ungeschäumtes Material) bis 95%, insbesondere 60%-95% herzustellen. Insbesondere ist es bevorzugt, wenn die Schaumfördervorrichtung ausgebildet ist, um einen größeren Volumenstrom zu fördern als die Materialfördervorrichtung, insbesondere einen etwa doppelt so großen Volumenstrom. Es hat sich gezeigt, dass die Volumenförderaten der Schaumfördervorrichtung und der Materialfördervorrichtung einen wesentlichen Einfluss auf die Schaumqualität haben. Grundsätzlich ist es vorteilhaft, wenn die Schaumfördervorrichtung mehr Volumen fördert als die Materialfördervorrichtung, wobei das Verhältnis dieser Förderaten abhängig von der Art des zu erzeugenden Schaums, des Ausgangsmaterials und des Ausgangsgases ist.

[0019] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn eine zweite Rückföhrleitung bereitgestellt wird, die an einem ersten Ende mit der Ausgabeöffnung verbunden ist und an einem zweiten Ende mit einer Materialquelle verbindbar ist, insbesondere auf einem solchen Niveau, dass das zweite Ende in den luftgefüllten oberen Bereich der Materialquelle mündet. Die zweite Rückföhrleitung kann vorzugsweise durch ein steuerbares Ventil verschlossen und geöffnet werden. Die Verbindung mit der Ausgabeöffnung kann vorzugsweise auch über einen Auftragskopf bereitgestellt werden. Über diese zweite Rückföhrleitung kann die Materialfördervorrichtung auf einfache Weise im Standbybetrieb betrieben werden und fördert hierbei das Material aus der Materialquelle unmittelbar in die Materialquelle zurück. Dieser Standbybetrieb ist insbesondere vorteilhaft, wenn die Qualität des Schaums von Beginn an zuverlässig eingestellt werden soll oder diese Qualität bei vorübergehendem Stopp der Nachfrage nach erzeugtem Schaum aufrechterhalten werden soll. Diese Rückföhrleitung ermöglicht es, dass in den vorgenannten Fällen die Materialfördervorrichtung nicht gestoppt werden muss, sondern weiter betrieben werden kann und auf diese Weise die Qualität aufrechterhalten bzw. hergestellt wird.

[0020] Die Rückföhrleitung ermöglicht darüber hinaus einen Spölvorgang der Anlage, wenn von einer Schaumqualität auf eine andere Schaumqualität gewechselt wird. Hierzu wird die Schaumabgabe gestoppt und die Materialfördervorrichtung und die Mischvorrichtung betrieben, sodass durch die Rück-

föhrleitung direkt in die Materialquelle gefördert wird. Diese Zirkulation wird solange aufrechterhalten, bis die Anlage durchweg mit der neuen Schaumqualität (beispielsweise einem Schaum mit geringerem oder höherem Gasanteil) gefüllt ist und die Schaumabgabe wieder gestartet werden kann.

[0021] Weiterhin ermöglicht die Rückföhrleitung, dass bei einem längeren Stopp der Schaumabgabe aus der Anlage ein Weiterbetrieb der Materialfördervorrichtung möglich ist, ohne dass es zu einer kritischen Druckerhöhung in der Anlage kommt. Hierzu wird die Rückföhrleitung geöffnet, wenn die Schaumabgabe für eine gewisse Zeitspanne geschlossen ist und so die Rückföhrung des zugeführten Materials ermöglicht.

[0022] Insbesondere ist es bevorzugt, dass die Materialfördervorrichtung als Zahnradpumpe ausgebildet ist und durch einen Motor angetrieben wird. Eine Zahnradpumpe ermöglicht über einen weiten Bereich eine proportional im Verhältnis zur Drehzahl stehende Förderate und kann daher für die erforderliche Steuerung oder Regelung besonders vorteilhaft eingesetzt werden.

[0023] Weiterhin ist es bei der vorgenannten Ausführungsform mit Gasventilvorrichtung vorteilhaft, wenn die Materialfördervorrichtung Mittel zur Erzeugung eines drehzahlabhängigen Steuersignals umfasst und eine Steuervorrichtung ausgebildet ist, um dieses Steuersignal zu verarbeiten und die Gasventilvorrichtung anzusteuern, um einen Gasfluss durch die Gaszuföhrleitung einzustellen und so eine bestimmte Viskosität des Schaums hinter der Auslassseite der Schaumfördervorrichtung zu erzielen. Bei dieser Ausführungsform wird es ermöglicht, dass der Gasfluss in Abhängigkeit des Materialflusses gesteuert oder geregelt wird und hierdurch eine besonders herausragende Schaumqualität auch dann erzielt werden kann, wenn die Nachfrage nach dem erzeugten Schaum schwankt und die erfindungsgemäße Vorrichtung folglich in zeitlichen Abständen unterschiedliche Mengen an Schaum pro Zeiteinheit erzeugen muss.

[0024] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist eine Schaumauftragsvorrichtung umfassend: einen Schaumauftragskopf mit einer Schaumzutrittsöffnung und mindestens einer Schaumauftragsöffnung, bei der die Schaumzutrittsöffnung mit der Auslassseite einer Mischvorrichtung einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche verbunden ist. Diese Schaumauftragsvorrichtung ermöglicht es, dass die erfindungsgemäßen Vorteile der Schaumerzeugungsvorrichtung, wie zuvor beschrieben, vorteilhaft verwendet werden für einen Schaumauftragsvorgang.

[0025] Dabei kann die erfindungsgemäße Schaum-

auftragsvorrichtung weiter fortgebildet werden durch eine Schaumdurchlauföffnung, die mit dem ersten Ende der zuvor beschriebenen Rückführleitung verbunden ist. Auf diese Weise wird erreicht, dass die erfindungsgemäße Schaumauftragsvorrichtung in einem Bypassbetrieb betrieben wird, bei dem wenig oder kein Material aus der Schaumauftragsöffnung abgegeben wird und stattdessen das erzeugte Schaumauftragsmaterial durch die Schaumdurchlauföffnung wieder der Schaumfördervorrichtung zugeführt wird und hierdurch zirkuliert. Dies ermöglicht, dass weder die Materialfördervorrichtung noch die Schaumfördervorrichtung gestoppt werden muss, wenn der Schaumauftragsvorgang unterbrochen werden muss, sondern diese beiden Fördervorrichtungen stattdessen weiterlaufen und so eine gleichbleibende Schaumqualität auch bei Unterbrechung des Auftragsvorgangs erhalten bleibt. Diese Fortbildung ist weiterhin vorteilhaft, wenn bereits zu Beginn eines Schaumauftragsvorgangs eine hohe Qualität erzielt werden soll. In einem solchen Fall wird zunächst der Schaum in Bypassstellung durch die Schaumdurchlauföffnung gefördert, bis sich eine konstante und zufriedenstellende Schaumqualität in diesem Bypassbetrieb eingestellt hat und hiernach wird der Schaumauftragsvorgang gestartet.

[0026] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem das Gas und das Material vor oder in einer Schaumfördervorrichtung zusammengeführt werden und mittels der Schaumfördervorrichtung zur Mischvorrichtung gefördert werden. Durch die Zusammenführung des Gases und des Materials vor oder in einer Schaumfördervorrichtung und die zusätzliche Förderung dieses Materials mit der Schaumfördervorrichtung wird die Variabilität des Verfahrens erhöht und zudem die Schaumqualität in einem weiten Bereich verbessert oder zumindest auf gleichem Niveau gehalten, wie im Stand der Technik.

[0027] Dabei ist es insbesondere vorteilhaft, wenn der Schaum zumindest teilweise über eine Rückführleitung aus der Mischvorrichtung in die Schaumfördervorrichtung geleitet wird. Dies ermöglicht einen Bypassbetrieb, um die Schaumqualität vor Produktionsbeginn oder bei Produktionsunterbrechungen konstant zu halten.

[0028] Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der Gasfluss mittels einer Gasventilvorrichtung gesteuert oder geregelt wird. Die Steuerung oder Regelung des Gasflusses kann bei vielen Schaumarten besonders einfach zur Einstellung einer bestimmten Schaumqualität, insbesondere -viskosität eingesetzt werden.

[0029] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der Schaum hinter der Schaumfördervorrichtung gedrosselt wird. Dies kann zu einer weiteren Stabilisierung des Ver-

fahrens genutzt werden und zudem die Schaumqualität erhöhen.

[0030] Das erfindungsgemäße Verfahren kann weiter fortgebildet werden, indem der Schaumdruck hinter der Schaumfördervorrichtung, vorzugsweise der Differenzdruck über einer Drosselvorrichtung hinter der Schaumfördervorrichtung gemessen wird. Diese Druckmessung ermöglicht es, die so ermittelten Signale für eine Steuerung oder Regelung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu nutzen. Diese Steuerung oder Regelung kann sich dabei auf unterschiedliche Verfahrensschritte beziehen und kann beispielsweise eine Steuerung oder Regelung der Materialfördervorrichtung, der Gasventilvorrichtung oder einer Kombination davon beinhalten.

[0031] Insbesondere ist es dabei bevorzugt, dass der gemessene (Differenz-)druck einer Steuer- oder Regelvorrichtung zugeführt wird, die eine Gasventilvorrichtung so ansteuert dass der Gasfluss so eingestellt wird, dass eine bestimmte Qualität, insbesondere Viskosität des Schaums hinter der Auslassseite der Schaumfördervorrichtung erzielt wird. Dies ermöglicht eine besonders wirksame und schnell reagierende Steuerung oder Regelung der Qualität, insbesondere Viskosität des Schaums.

[0032] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der geförderte Schaumvolumenstrom größer ist als der geförderte Materialvolumenstrom, insbesondere etwa doppelt so groß. Die Förderraten von Schaum und Material können in ihrem Verhältnis zueinander die Schaumqualität maßgeblich beeinflussen und eignen sich daher besonders gut für die Erzielung bestimmter Schaumqualitäten.

[0033] Es ist bevorzugt, wenn das Material zumindest teilweise von der Ausgabeöffnung der Mischvorrichtung zu einer Materialquelle zurückgeleitet wird, insbesondere zu einem solchen Niveau, dass das Material in den luftgefüllten oberen Bereich der Materialquelle mündet. Diese Zurückleitung kann vorzugsweise auch durch einen Auftragskopf erfolgen. Auf diese Weise wird ein Bypassbetrieb der Materialfördervorrichtung erreicht, der einerseits auch bei Unterbrechung der Schaumnachfrage einen Weiterbetrieb der Materialfördervorrichtung ermöglicht und folglich eine besonders gute Schaumqualität in solchen Fällen erzielt, andererseits auch eine Spülung der Anlage bei gewünschter Umstellung der Schaumqualität ermöglicht.

[0034] Schließlich kann das erfindungsgemäße Verfahren fortgebildet werden, indem die Materialfördervorrichtung ein drehzahlabhängiges Steuersignal erzeugt, dass einer Steuervorrichtung zugeführt wird, die dieses Steuersignal verarbeitet und dazu verwendet, eine Gasventilvorrichtung anzusteuern, um einen Gasfluss durch die Gaszufuhrleitung einzustel-

len und so eine bestimmte Viskosität des Schaums hinter der Auslassseite der Schaumfördervorrichtung zu erzielen. Durch diese Fortbildung wird eine besonders wirksame Steuerung oder Regelung der Schaumherstellung erzielt, die einerseits auf unterschiedliche Nachfragemengen nach erzeugtem Schaum schnell und mit gleichbleibender Schaumqualität reagieren kann und andererseits besonders gut auf Schwankungen der äußeren Bedingungen, wie beispielsweise Materialqualität, Materialtemperatur, Gasdruck, Gastemperatur, reagieren kann.

[0035] Ein weiterer Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein Verfahren zum Auftragen eines Schaums auf ein Substrat, mit den Schritten Zuführen des Schaums zu einem Schaumauftragskopf, Abgeben des Schaums aus mindestens einer Auftragsöffnung des Schaumauftragskopfes auf das Substrat, bei dem der Schaum mit einem Verfahren der zuvor beschriebenen Weise erzeugt wird. Dieses Auftragsverfahren ermöglicht es in besonders vorteilhafter Weise, einen Auftragsvorgang von Schaummaterial besonders konstanter Qualität durchzuführen.

[0036] Dabei kann das erfindungsgemäße Schaumauftragsverfahren fortgebildet werden, indem der Schaum vom Schaumauftragskopf zumindest teilweise zur Einlassseite der Schaumfördervorrichtung geleitet wird. Dies ermöglicht einen Bypassbetrieb der Schaumauftragsvorrichtung, bei dem der Schaumauftragskopf von Schaummaterial durchflossen wird und folglich vor einem Schaumauftragsbeginn oder bei einer Schaumauftragsunterbrechung die Schaumqualität durch den Bypassbetriebe konstant gehalten werden kann und der Ausschuss an Schaum reduziert werden kann.

Ausführungsbeispiel

[0037] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird anhand der beiliegenden Figur beschrieben. Diese Figur zeigt eine schematische Darstellung der Bauteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0038] Die dargestellte Vorrichtung umfasst eine Materialquelle **10**, in der ein flüssiges Auftragsmaterial in erwärmtem, schmelzflüssigem Zustand aufbewahrt wird.

[0039] Die Materialquelle **10** ist über eine erste Verbindungsleitung **11** mit einer Materialförderpumpe **20** verbunden, die das Material aus der Materialquelle **10** in eine zweite Verbindungsleitung **21** fördert.

[0040] Aus der zweiten Verbindungsleitung **21** tritt das geförderte Material in einen dritten Verbindungsleitungsabschnitt **22** ein und wird an einem T-Stück **23** mit Luft aus einer Luftzuführleitung **31** vermischt.

[0041] Die Luft, die über die Luftzuführleitung **31** dem T-Stück **23** zugeführt wird, wird hinsichtlich ihres Volumenstroms durch ein Luftsteuerungsventil **30** geregelt und ist an das T-Stück **23** mit einem Rückschlagventil **32** angeschlossen, welches verhindert, dass Material aus dem Leitungsabschnitt **22** in die Luftzuführleitung **31** gedrückt wird. Ein geregeltes Drosselventil **33** stellt einen konstanten Eingangsdruck für die Luftsteuerungsvorrichtung **30** bereit.

[0042] Die vermengte Luft/Materialmasse wird über einen vierten Verbindungsleitungsabschnitt **24** einer Schaumförderpumpe **40** zugeführt, die das Luft/Materialvolumen an ihrer Auslassseite in einen fünften Verbindungsleitungsabschnitt **41** fördert, der in eine Mischvorrichtung **50** mündet.

[0043] Die Mischvorrichtung **50** ist ein Rotationsmischer, in der die Luft/Materialmenge homogen miteinander vermischt wird, beispielsweise in der Art, wie in EP 0 220 450 B1 beschrieben. Hierzu wird Bezug genommen auf EP 0 220 450 B1, insbesondere die dort beschriebene Scheibenmischvorrichtung gemäß Spalte **4**, Zeile **21** bis Spalte **5**, Zeile **51** sowie die Fig. 2-4 mit den zugehörigen Beschreibungsteilen.

[0044] Aus der Mischvorrichtung wird das homogen vermischte Schaummaterial durch einen sechsten Leitungsabschnitt **51** einer Drossel **60** zugeführt. In Schaumströmungsrichtung vor und hinter der Drossel **60** sind Drucksensoren **71,72** einer Druckmessvorrichtung **70** angeordnet, die den Differenzdruck über die Drossel **60** aufnehmen.

[0045] Die Drucksensoren **71,72** sind mit einer Steuerungsvorrichtung (nicht dargestellt) verbunden, um ihr Druckmesssignal an diese Steuerungsvorrichtung zu übermitteln. Die Steuerungsvorrichtung ist mit der Gasventilvorrichtung **30** verbunden, um in Abhängigkeit der Druckmesssignale der Drucksensoren **71,72** den Zufuhrvolumenstrom des Gases durch die Leitung **31** zu regeln.

[0046] Hinter der Drossel **60** wird das homogen vermischte Schaummaterial durch einen weiteren Leitungsabschnitt **61** und eine flexible Schlauchleitung **81** zu einem Schaumauftragskopf **80** gefördert. Der Schaumauftragskopf **80** umfasst eine Vielzahl von Schaumauftragsdüsen **82a, b, c, ...** aus denen das Schaumauftragsmaterial auf ein Substrat abgegeben wird, das unter den Auftragsöffnungen dieser Schaumauftragsdüsen entlang läuft.

[0047] Der Schaumauftragskopf **80** weist weiterhin eine Durchlauföffnung **83** auf, die mit einem flexiblen Schlauchabschnitt **84** verbunden ist. Der flexible Schlauchabschnitt **84** mündet in ein Sperrventil **85**, das mit einem Leitungsabschnitt **86** verbunden ist. Der Leitungsabschnitt **86** mündet zwischen dem zweiten und dritten Leitungsabschnitt **21** bzw. **22** in

die Förderleitung zwischen der Materialförderpumpe **20** und dem T-Stück **23**, bei dem Luft zugeführt wird. Über die Schlauchleitung **84** und den Leitungsabschnitt **86** kann der Schaum durch Betrieb der Schaumförderpumpe **40** zirkuliert werden, ohne dass Schaum aus den Schaumaufragsdüsen **82a, b, c**, abgegeben wird.

[0048] Zusätzlich ist das Sperrventil **85** mit einer flexiblen Schlauchleitung **12** versehen, die mit dem Schlauchabschnitt **84** verbunden ist und über ein Ventil **13** in den oberen, luftgefüllten Teil der Materialquelle **10** mündet. Über diese Schlauchleitung **12** kann das Material bei Betrieb der Materialförderpumpe **20** durch die gesamte Anlage zirkuliert werden, ohne dass ein kritischer Druckanstieg in der Anlage erzielt wird, wenn aus den Schaumaufragsdüsen **82a, b, c**, ... kein Schaum abgegeben wird. Hierzu wird das Ventil **13** geöffnet, wenn die Schaumabgabe für eine bestimmte Zeitspanne gestoppt ist.

[0049] Zudem kann über die Schlauchleitung **12** eine Spülung der gesamten Anlage durchgeführt werden, indem die Schaumaufragsdüsen geschlossen werden, das Ventil **13** geöffnet wird und eine Zirkulation stattfindet bis beispielsweise die gesamte Anlage mit einer neuen, geänderten Schaumqualität befüllt ist.

[0050] Das erfindungsgemäße Schaumerzeugungs- und Auftragsverfahren läuft wie folgt ab: Die Materialförderpumpe **20** fördert Material aus der Materialquelle **10** zu der Schaumförderpumpe **40**. In einem ersten Betriebsmodus kann diesem Material keine Luft geführt werden, sodass das Material durch die Mischvorrichtung **50** ohne eine Mischung mit Luft dem Auftragskopf **80** zugeführt wird und folglich ein Auftrag von ungeschäumtem Material aus der Materialquelle erzielt wird. Hierbei kann in einem Bypassbetrieb über die flexiblen Leitungen **84, 12** das Material rezirkuliert werden, wenn die Materialförderpumpe **20** und die Schaumförderpumpe **40** betrieben werden. Alternativ kann das Material in einem zweiten Betriebsmodus in einem kleinen Kreislauf über die flexible Leitung **84** und den Leitungsabschnitt **86** zirkuliert werden, wenn nur die Schaumförderpumpe **40** betrieben wird.

[0051] In einem dritten Betriebsmodus wird dem geförderten Material am T-Stück **23** Luft oder ein anderes Gas, beispielsweise Stickstoff, zugeführt, sodass eine Gas/Materialmenge in die Schaumförderpumpe **40** eintritt und von dort in die Mischvorrichtung **50** gefördert wird. In der Schaumförderpumpe findet eine Vorvermischung des Materials und des Gases statt. In der Mischvorrichtung **50** wird diese Gas/Materialmischung zu einem homogenen Schaum vermischt und schließlich dem Auftragskopf **80** zugeführt. Beim Auftragskopf **80** wird dieses Schaummaterial aus den Auftragsdüsen **82a-c** auf ein Substrat abgegeben.

[0052] Soll der Auftragsvorgang vorübergehend unterbrochen werden, so können die Auftragsdüsen **82a-c** verschlossen werden und das Schaummaterial über die flexible Leitung **84** bei betriebener Schaumförderpumpe **40** zirkuliert werden. Dabei kann entweder die Materialförderpumpe abgestellt werden oder die Materialförderpumpe ebenfalls im Bypass betrieben werden, indem der Schaum über die flexiblen Leitungen **84, 12** in die Materialquelle **10** zurückgeführt wird.

[0053] Das Schaumerzeugungs- und Auftragsverfahren wird dabei geregelt, indem die Drucksensoren **71, 72** den Differenzdruck über die Drossel **60** erfassen und der Steuervorrichtung zuführen. Die Steuervorrichtung vergleicht den gemessenen Differenzdruck mit einem für die gewünschte Schaumqualität vorbestimmten Differenzsolldruck und führt in Abhängigkeit des Unterschieds von Ist-Differenzdruck und Soll-Differenzdruck der Gasventilvorrichtung **30** ein Signal zu, um die Gaszufuhr zu erhöhen oder zu verringern oder steuert die Materialförderpumpe, die Schaumförderpumpe und/oder die Mischvorrichtung entsprechend an.

[0054] Ein weiterer Steuerungs- bzw. Regelungseffekt wird dadurch erzielt, dass die Materialförderpumpe **20** als Zahnradpumpe ausgebildet ist und ein drehzahlabhängiges Signal erzeugt, das ebenfalls der Steuerungsvorrichtung zugeführt wird. Die Steuerungsvorrichtung steuert nun in Abhängigkeit von diesem drehzahlabhängigen Signal die Gasventilvorrichtung **30** so an, dass bei steigender Drehzahl der Materialförderpumpe **20** auch eine steigende Gasmenge am T-Stück **23** eingespiesen wird und umkehrt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erzeugen eines Schaummaterials, umfassend:

- eine Gaszufuhrleitung (**31**), die an einem ersten Ende mit einer Gasquelle verbindbar ist,
- eine Materialzufuhrleitung (**11**), die an einem ersten Ende mit einer Materialquelle verbindbar ist,
- eine Materialfördervorrichtung (**20**), die mit einem zweiten Ende der Materialzufuhrleitung verbunden ist,
- eine Mischvorrichtung (**50**), in welche Material und Gas einleitbar ist und darin miteinander vermischtbar ist und aus der ein homogen vermischter Schaum aus einer Ausgabeöffnung ausgebar ist, gekennzeichnet durch eine Schaumfördervorrichtung (**40**), die einlassseitig mit der Materialfördervorrichtung und der Gaszufuhrleitung und auslassseitig mit der Mischvorrichtung verbunden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine erste Rückführleitung (**84**), die an einem ersten Ende mit der Ausgabeöffnung und an einem

zweiten Ende mit der Einlassseite der Schaumförder-
vorrichtung in Verbindung steht, um Schaum aus der
Mischvorrichtung in die Schaumfördevorrichtung zu
leiten.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekenn-
zeichnet durch eine Gasventilvorrichtung (**30**) zum
Regeln oder Steuern der Gasflusses durch die Gas-
zufuhrleitung.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Drosselvor-
richtung (**60**), die in Schaumflussrichtung hinter dem
Auslassende der Schaumfördevorrichtung angeord-
net ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Druckmess-
vorrichtung (**70**) zum Messen des Drucks hinter dem
Auslassende der vor Schaumfördevorrichtung.

6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 4 und 5, da-
durch gekennzeichnet, dass die Druckmessvorrich-
tung ausgebildet ist, um den Druck vor und/oder hin-
ter der Drosselvorrichtung zu bestimmen, insbeson-
dere um den Differenzdruck über der Drosselvorrich-
tung zu bestimmen.

7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 4, 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Druckmessvor-
richtung einen ersten Drucksensor (**71**) zum Bestim-
men des Drucks vor der Drosselvorrichtung und eine
zweiten Drucksensor (**72**) zum Bestimmen des
Drucks hinter der Drosselvorrichtung umfasst.

8. Vorrichtung nach Anspruch 3 und einem der
vorhergehenden Ansprüche 5 bis 7, gekennzeichnet
durch eine Steuerungsvorrichtung, die ausgebildet
ist, um das Signal der Druckmessvorrichtung zu ver-
arbeiten und die Gasventilvorrichtung anzusteuern,
um einen Gasfluss durch die Gaszufuhrleitung einzu-
stellen und so eine bestimmte Viskosität des
Schaums hinter der Auslassseite der Schaumförder-
vorrichtung zu erzielen.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die
Schaumfördevorrichtung ausgebildet ist, um einen
größeren Volumenstrom zu fördern als die Material-
fördevorrichtung, insbesondere einen etwa doppelt
so großen Volumenstrom.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, gekennzeichnet durch eine zweite Rück-
führleitung (**12**), die an einem ersten Ende mit der
Ausgabeöffnung verbunden ist und an einem zweiten
Ende mit einer Materialquelle verbindbar ist, insbe-
sondere auf einem solchen Niveau, dass das zweite
Ende in den luftgefüllten oberen Bereich der Materi-
alquelle mündet.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mate-
rialfördevorrichtung (**20**) als Zahnradpumpe ausge-
bildet ist und durch einen Motor angetrieben wird.

12. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Materialfördevorrichtung Mit-
tel zur Erzeugung eines drehzahlabhängigen Steuer-
signals umfasst und eine Steuervorrichtung ausgebil-
det ist, um dieses Steuersignal zu verarbeiten und die
Gasventilvorrichtung anzusteuern, um einen Gas-
fluss durch die Gaszufuhrleitung einzustellen und so
eine bestimmte Viskosität des Schaums hinter der
Auslassseite der Schaumfördevorrichtung zu erzie-
len.

13. Schaumauftragsvorrichtung umfassend:
einen Schaumauftragskopf (**80**) mit einer Schaumzu-
trittsöffnung und mindestens einer Schaumauftrags-
öffnung,
dadurch gekennzeichnet, dass die Schaumzutrittsöff-
nung mit der Auslassseite einer Mischvorrichtung ein-
er Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-
sprüche verbunden ist.

14. Schaumauftragsvorrichtung nach Anspruch
13, gekennzeichnet durch eine Schaumdurchlauföff-
nung (**83**), die mit dem ersten Ende einer ersten
Rückführleitung nach Anspruch 2 verbunden ist.

15. Verfahren zum Erzeugen eines Schaumma-
terials, mit den Schritten:

- Zuführen eines Gases aus einer Gasquelle,
- Zuführen eines Materials aus einer Materialquelle
(**10**),
- Fördern des Materials mittels einer Materialförder-
vorrichtung (**20**),
- Mischen des Gases und des Materials in einer
Mischvorrichtung (**50**), und
- Abgeben eines Schaums aus einer Ausgabeöff-
nung der Mischvorrichtung,
dadurch gekennzeichnet, dass das Gas und das Ma-
terial vor oder in einer Schaumfördevorrichtung (**40**)
zusammengeführt werden und mittels der Schaum-
fördevorrichtung zur Mischvorrichtung gefördert
werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch ge-
kennzeichnet, dass der Schaum zumindest teilweise
über eine Rückführleitung (**84**) aus der Mischvorrich-
tung (**50**) in die Schaumfördevorrichtung (**40**) geleit-
et wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, da-
durch gekennzeichnet, dass der Gasfluss mittels ein-
er Gasventilvorrichtung (**30**) gesteuert oder geregelt
wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden
Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass

der Schaum hinter der Schaumfördervorrichtung gedrosselt wird.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaumdruck hinter der Schaumfördervorrichtung, vorzugsweise der Differenzdruck über einer Drosselvorrichtung (**60**) hinter der Schaumfördervorrichtung gemessen (**70**) wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der gemessene (Differenz-)druck einer Steuervorrichtung zugeführt wird, die eine Gasventilvorrichtung so ansteuert dass der Gasfluss so eingestellt wird, dass eine bestimmte Qualität, insbesondere Viskosität des Schaums hinter der Auslassseite der Schaumfördervorrichtung erzielt wird.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der geförderte Schaumvolumenstrom größer ist als der geförderte Materialvolumenstrom, insbesondere etwa doppelt so groß.

22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Material zumindest teilweise von der Ausgabeöffnung der Mischvorrichtung zu einer Materialquelle zurückgeleitet (**12**) wird, insbesondere zu einem solchen Niveau, dass das Material in den luftgefüllten oberen Bereich der Materialquelle mündet.

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Materialfördervorrichtung ein drehzahlabhängiges Steuersignal erzeugt, dass einer Steuervorrichtung zugeführt wird, die dieses Steuersignal verarbeitet und dazu verwendet, eine Gasventilvorrichtung anzusteuern, um einen Gasfluss durch die Gaszufuhrleitung einzustellen und so eine bestimmte Viskosität des Schaums hinter der Auslassseite der Schaumfördervorrichtung zu erzielen.

24. Verfahren zum Auftragen eines Schaums auf ein Substrat, mit den Schritten
Zuführen des Schaums zu einem Schaumauftragskopf (**80**),
Abgeben des Schaums aus mindestens einer Auftragsöffnung des Schaumauftragskopfes auf das Substrat,
dadurch gekennzeichnet, dass der Schaum mit einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 15 bis 23 erzeugt wird.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaum vom Schaumauftragskopf zumindest teilweise zur Einlassseite der Schaumfördervorrichtung geleitet wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

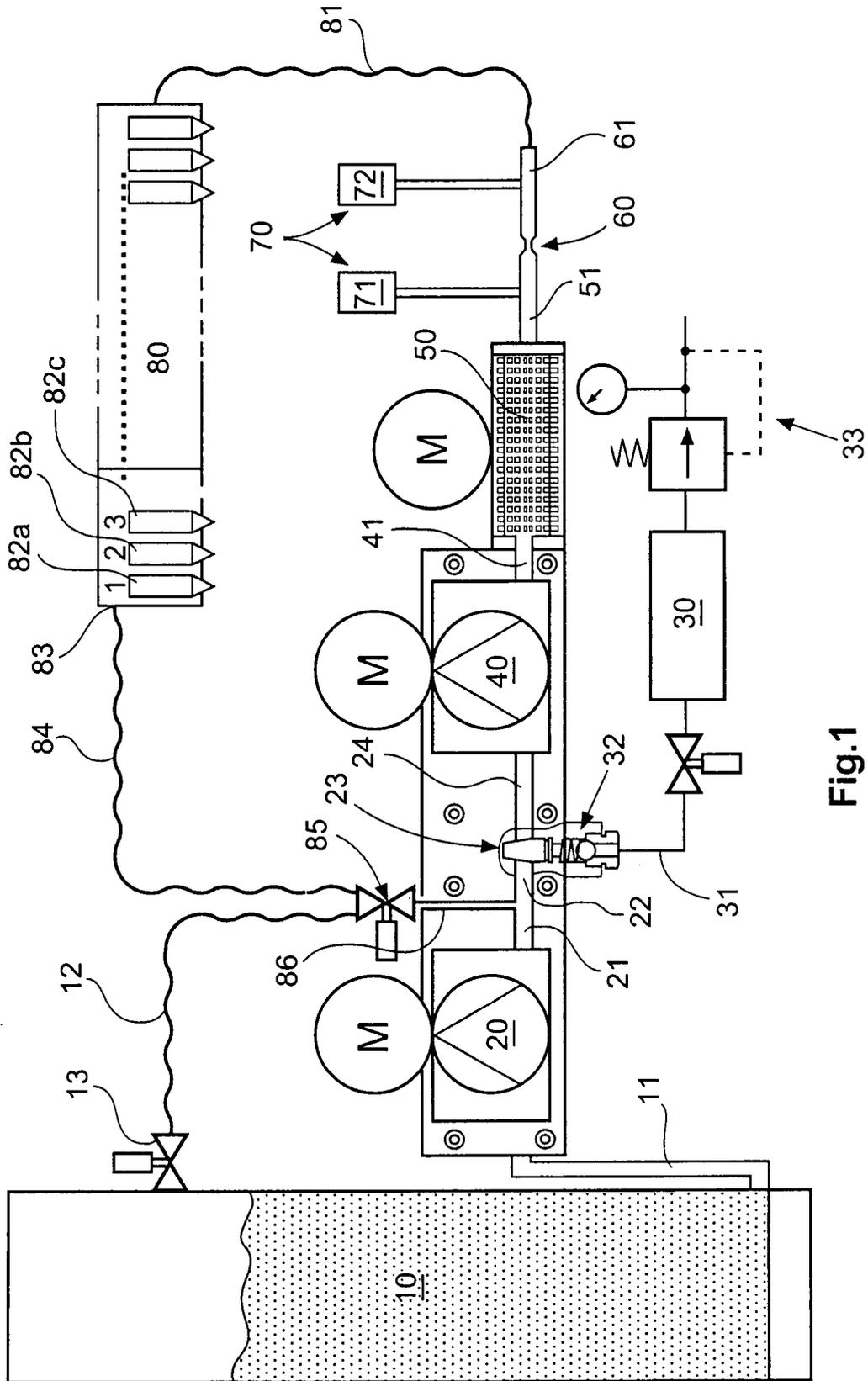


Fig.1