



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.09.2007 Patentblatt 2007/39

(51) Int Cl.:
B43K 5/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07005437.4**

(22) Anmeldetag: **16.03.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **DIPLOMAT Cunewalde GmbH**
02733 Cunewalde (DE)

(72) Erfinder: **Roscher, Dietrich Dr.-Ing.**
98693 Ilmenau (DE)

(30) Priorität: **25.03.2006 DE 102006013920**

(74) Vertreter: **Ostriga, Sonnet, Wirths & Roche**
Stresemannstrasse 6-8
42275 Wuppertal (DE)

(54) **Tintenschreibgerät und Verfahren zur Steuerung des Tintenflusses an der Schreibfederspitze**

(57) Ein Tintenschreibgerät mit einem hülsenförmigen Stiftschaft, einem zur Aufnahme der Tinte dienenden Vorratsbehälter mit Belüftungsöffnung, einem Schreibeinsatz mit Schreibfeder, einem die Tinte zur Schreibfederspitze führenden Tintenleitsystem mit einem Zwischenspeicher, einer Mikropumpe, einem Ventil und einer Batterie oder Akku und einer elektronischen Regelung des Tintenflusses ist gekennzeichnet durch mindestens zwei wirksame Regelkreise zur Regulierung des Tintenflusses aus dem Vorratsbehälter (1) und aus dem Zwischenspeicher (6) bis an die Schreibfederspitze (10),

wobei ein erster Regelkreis zum Nachfüllen des Zwischenspeichers (6) mit einem elektronisch steuerbaren Mikroventil (32) zwischen dem Vorratsbehälter (1) und dem Zwischenspeicher (6) und ein zweiter Regelkreis zur Einstellung des Betriebsdruckes am Schreibeinsatz (60) mittels Drucksensor (31) und mit mindestens einer Mikropumpe (34) im Hauptkanal (8) wirksam ist und dass der Zwischenspeicher (6) als Steuerkapillare für den zweiten Regelkreis ausgeführt ist und jeweils zwischen der Steuerkapillare (17) und Hauptkanal (8) Kapillarfallen (16) angeordnet sind. Das Verfahren beschreibt die Steuerung des Tintenflusses an der Schreibfederspitze.

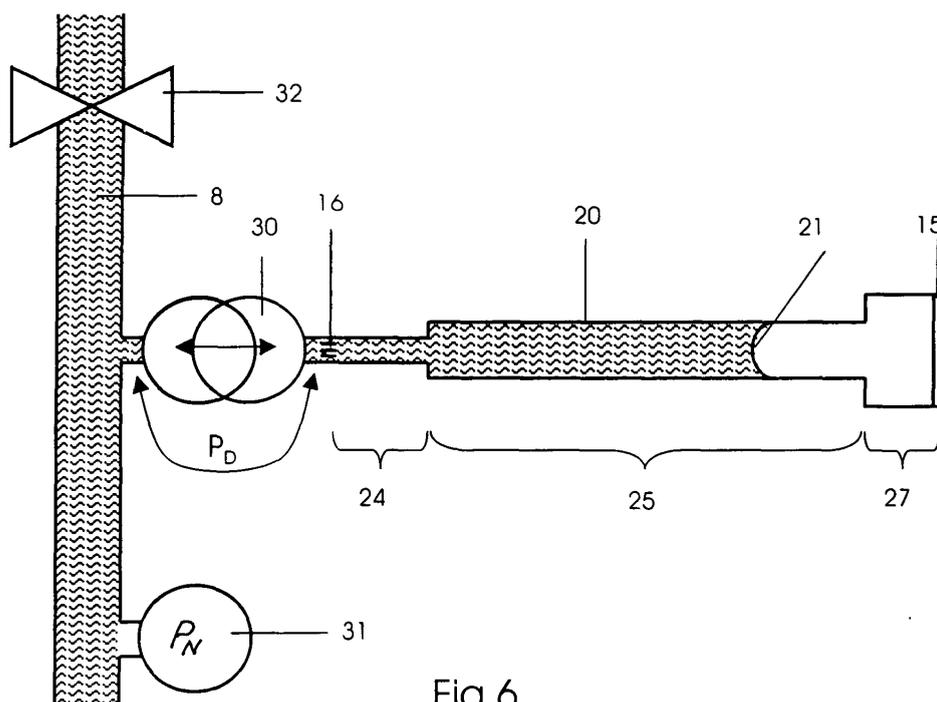


Fig.6

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Tintenschreibgerät, insbesondere einen Füllfederhalter und ein Verfahren zur Steuerung des Tintenflusses an der Schreibfederspitze.

[0002] Bekannt sind unterschiedlichste Bauarten von Füllfederhaltern, Tuscheschreibgeräten, Faserstiften zur bedarfsabhängigen Abgabe von Schreibflüssigkeiten. Ein gemeinsames Merkmal dieser Bauarten ist, dass die Schreibflüssigkeit beim eigentlichen Schreibvorgang aus einem kapillaren Sekundär-Flüssigkeitsbehälter entnommen wird, dessen Kapillarität einen definierten Unterdruck erzeugt, der das Saugverhalten des Papiers, Temperatur- und Luftdruckschwankungen sowie den hydrostatischen Druck kompensiert. Dieser Sekundärflüssigkeitsbehälter muss von Zeit zu Zeit nachgefüllt werden, was durch Öffnen eines Belüftungsventils am Vorratsbehälter geschieht. Schreibspitze und Vorratsbehälter sind durch einen Hauptkanal verbunden, wobei der Hauptkanal einen Abzweig besitzt, der mit dem Sekundärflüssigkeitsbehälter verbunden ist.

Diese Art der Kompensation des hydrostatischen Druckes sowie der Temperatur- und Luftdruckschwankungen hat seine Grenzen. Insbesondere bei plötzlicher Reduzierung des Luftdruckes bzw. bei plötzlicher Temperaturerhöhung besteht die Notwendigkeit, ein Austreiben der Schreibflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter wegen der Expansion der eingeschlossenen Luft zu verhindern. Aber auch das Belüftungsventil, das bei konventionellen Schreibgeräten bei einem bestimmten Unterdruck öffnet oder in Abhängigkeit vom Füllstand im Sekundärflüssigkeitsbehälter öffnet oder schließt, arbeitet durch die Abhängigkeit von verschiedenen schwer zu kontrollierenden Parametern nicht präzise. Die Wirkung von verschiedenen konstruktiven Kompensationsmaßnahmen kann nur teilweise den unterschiedlichen Füllstand der Flüssigkeitsbehälter berücksichtigen. Auch die eigentliche Abgabe der Schreibflüssigkeit an das Papier hängt von nicht beeinflussbaren Parametern ab wie z.B. die Saugfähigkeit unterschiedlicher Papiersorten.

Es sind deshalb viele Versuche bekannt, durch den Einsatz elektronisch gesteuerter Funktionselemente die Arbeitsweise der Kompensation zu verbessern.

[0003] In der DE 32 20 750 wird eine Anordnung beschrieben, bei der zwischen dem Vorratsbehälter und dem kapillaren Sekundär-Flüssigkeitsbehälter ein elektronisch steuerbares Ventil angeordnet ist, das in Abhängigkeit vom Füllstand im Sekundärbehälter geöffnet oder geschlossen wird.

[0004] Bei einem Füllfederhalter gemäß der DE 44 19 735 A1 wird die austretende Schreibflüssigkeit durch ein Pumpelement dosiert, welches die Schreibflüssigkeit zur Düse der Schreibspitze drückt. Das Pumpelement wird über einen Druckaufnehmer und eine Mikroschaltung aktiviert, indem bei Aufsetzen der Schreibspitze auf das Papier ein Piezoquarzröhrchen das Start- und Stopp-Signal für die Mikroschaltung gibt, sowie die ermittelte Auf-

setzkraft die Pumpfrequenz des Pumpelements bestimmt. Als Flüssigkeitsvorratsbehälter dient eine wechselbare Patrone, die beim Einsetzen beiderseits mit Kanülen durchstoßen wird, wobei im Boden der Patrone eine Trennwand aus semipermeablen Material eingelassen ist, die für Luft durchlässig und für die Tinte undurchlässig ist. Durch die direkte Belüftung der Patrone befindet sich das gesamte System in einem ständigen Druckausgleich mit der Außenluft, so dass gesonderte Kompensationsmaßnahmen für Temperatur- und Luftdruckänderungen entfallen können. Das Pumpelement und die Mikroschaltung werden von einer Batterie mit Strom versorgt. Auf die Aufteilung des Vorratsbehälters in einen Primär- und Sekundärvorratsbehälter wurde verzichtet, da die Mikropumpe die Fördermenge bestimmt. Diese Vorrichtung hat jedoch den Nachteil, dass die Mikropumpe ständig pumpen und damit Energie verbrauchen müsste. Ferner werden der momentane Füllstand der Patrone und die Kompensation des hydrostatischen Druckes durch die Regelung nicht erfasst. Eine Kompensation des unterschiedlichen Saugverhaltens des Papiers ist nicht möglich.

[0005] In der DE 43 28 312 wird eine Anordnung beschrieben, bei der volumenvARIABLE Flüssigkeitsreservoirs sowohl als Primärvorratsbehälter als auch Sekundärflüssigkeitsbehälter verwendet werden. In einer Ausführungsform wird vorgeschlagen, zwischen den beiden Flüssigkeitsbehältern ein elektronisch gesteuertes Ventil zu verwenden, in Abhängigkeit von den Druckverhältnissen im Sekundärflüssigkeitsbehälter geöffnet und geschlossen wird. Der Primärvorratsbehälter steht dabei unter einem Überdruck, so dass bei Öffnung des Ventils Schreibflüssigkeit in den Sekundärflüssigkeitsbehälter strömt und diesen Behälter wieder füllt. Geht man davon aus, dass der Sekundärflüssigkeitsbehälter unter Unterdruck stehen muss, damit die Schreibflüssigkeit nicht über die Federspitze ausläuft, werden die erforderlichen Kräfte wiederum durch den Unterdruck der Kammer, in dem sich der Sekundärflüssigkeitsbehälter befindet bzw. die schwer zu kontrollierenden Kräfte der Elastizität des volumenvARIABLE Flüssigkeitsreservoirs aufgebracht. Damit unterliegen die Druckbedingungen wiederum den Bedingungen der Umgebung wie Temperatur und atmosphärischer Druck, was man gerade vermeiden wollte. Bei einer anderen Ausführungsform in der DE 43 28 312 wird auf einen Sekundärflüssigkeitsbehälter verzichtet und direkt der Druck im Vorratsbehälter geregelt. Damit muss die Regelung während des gesamten Schreibbetriebes aktiv bleiben, um die Druckänderung bei Tintenentnahme auszugleichen. Zudem können keine handelsüblichen Standardpatronen verwendet werden.

[0006] In der DE 33 21 301 wird ein energetisch verbessertes Tintenversorgungssystem beschrieben, bei der eine Schlauchpumpe die Schreibflüssigkeit vom Vorratsbehälter in einen Sekundär-Flüssigkeitsbehälter drückt, die gleichzeitig als Ventil fungiert.

[0007] Energetisch wesentlich günstiger ist eine Anordnung nach DE 100 54 599. Wie bei der DE 44 19 735

beschrieben, wird die Tintenabgabe vom Primär-Flüssigkeitsbehälter an den Sekundärflüssigkeitsbehälter über ein elektronisch steuerbares Ventil beeinflusst. Der Sekundär-Flüssigkeitsbehälter ist, wie bei konventionellen, d.h. elektronisch nicht gesteuerten Schreibgeräten üblich, an einem Abzweig zwischen dem Vorratsbehälter und der Abgabestelle der Schreibflüssigkeit z.B. an einer Schreibfeder angeordnet. Das Steuersignal für das elektronisch gesteuerte Ventil liefert ein Sensor, der den Füllstand des kapillaren Sekundär-Flüssigkeitsbehälters misst. Es ist zu erwarten, dass dieses elektronisch gesteuerte Ventil wesentlich präziser arbeitet, als der kapillare Verschluss der Belüftung des Primär-Flüssigkeitsbehälters, wie er bei konventionellen Schreibgeräten verwendet wird.

Nachteilig bei dieser Art der Ventilsteuerung für den Austritt von Schreibflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter ist, dass die Druckverhältnisse im Schreibsystem unterschiedlich sind, je nachdem, ob das Ventil offen oder geschlossen ist bzw. der Sekundärflüssigkeitsbehälter gefüllt oder entleert wird. Auch kann durch diese Anordnung das unterschiedliche Saugverhalten des Papiers nicht kompensiert und eine gewünschte Strichintensität eingestellt werden.

[0008] In der DE 102 12 278.4 wird deshalb ein Flussmesser vorgeschlagen, der den tatsächlichen Fluss der Schreibflüssigkeit zur Schreibspitze misst und mit einem Sollwert vergleicht, der sich aus der Aufsetzkraft der Schreibspitze ergibt. Die Differenz beider Werte liefert ein Steuersignal für eine Mikropumpe. Das Ventil zwischen Vorratsbehälter und Sekundärflüssigkeitsbehälter wird erst dann geöffnet, wenn die Förderleistung der Mikropumpe einen festgelegten Maximalwert überschreitet. Zwischen Tintenvorratsbehälter und Mikropumpe ist zur dynamischen Entkopplung ein kleiner Sekundär-Flüssigkeitsbehälter für Schreibflüssigkeit angeordnet. Diese Anordnung gewährleistet sowohl die Unabhängigkeit des Tintenflusses von dem Öffnungszustand des Ventils zwischen dem Vorratsbehälter und dem Sekundär-Flüssigkeitsbehälter als auch die Einstellbarkeit der Strichstärke je nach Papierqualität. Das individuelle Schriftbild eines Füllfederhalters, das sich u.a. wegen der sich individuell variierenden Andruckkraft ergibt, bleibt erhalten. Energetisch ist diese Konzeption nicht optimal, da die Mikropumpe im Schreibbetrieb ständig und teilweise mit voller Leistung arbeiten muss. Unabhängig davon wird bei allen bisher dargestellten Lösungen wenig beachtet, dass gerade bei Füllfederhaltern der Gebrauchswert in der Ausbildung eines individuellen Schriftbildes einen sehr wesentlichen Faktor darstellt. Diese Individualität wird aber neben der Aufsetzkraft auch durch die Art der Federführung beeinflusst, also durch Richtung, Geschwindigkeit Beschleunigung und Neigungswinkel. Somit führt eine direkte Proportionalität zwischen Aufsetzkraft und Pumpleistung wie bei der DE 44 19 735 oder, zwar besser, zwischen Aufsetzkraft und Tintenfluss wie bei der DE 102 12 278.4 nicht zu einem optimalen Ergebnis. Hinzu kommt, dass die präzise Be-

stimmung der Aufsetzkraft und der Messung des tatsächlichen Flusses unter den dynamischen Bedingungen des Schreibens mit Frequenzen bis zu 1kHz sehr aufwändig ist.

5 **[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Dosiervorrichtung für eine Flüssigkeit, insbesondere Schreibflüssigkeiten, mit Kompensation von Luftdruck- und Temperaturänderungen durch elektronische Regelkreise zu schaffen, deren individuelles Schreibverhalten
10 hinsichtlich Aufsetzkraft und Schreibrichtung einem konventionellen, nicht elektronisch gesteuerten Füllfederhalter entspricht, darüber hinaus über Möglichkeiten zur Einstellung der Strichintensität und der Anpassung des Tintenflusses an die jeweilige Papierqualität verfügt und
15 zudem sehr energieeffizient arbeitet.

[0010] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein erster Regelkreis unter Nutzung von unterschiedlichen Kapillarkräften von mindestens zwei Steuerkapillaren und einer Mikropumpe optimale Bedingungen für die Versorgung eines an sich konventionellen
20 Schreibensatzes in allen Betriebszuständen gewährleistet und dass ein zweiter Regelkreis bestehend aus einem Ventil mit elektronischer Ansteuerung das Nachfüllen der Steuerkapillaren besorgt. Wahlweise wird ein dritter Regelkreis mit einer zweiten Mikropumpe, einem
25 Flussmesser und einer Tandemkapillare mit abgestuftem Querschnitt wirksam.

Die Erfindung stellt eine weiterführende Verbesserung des Schreibgerätes dar, wie es bereits in der DE 102 12
30 278 beschrieben wurde.

[0011] Der der Erfindung zugrunde liegende Gedanke wird in der nachfolgenden Beschreibung anhand eines Ausführungsbeispiels, das in den Zeichnungen dargestellt ist, näher erläutert.

35 Es zeigen:

- Fig. 1 1 ein Schema der Kanalstruktur eines konventionellen Füllfederhalters,
- 40 Fig. 2 den Druckverlauf in einer Tintenpatrone,
- Fig. 3 eine Darstellung des Regelsystems eines konventionellen Füllfederhalters,
- 45 Fig. 4 ein Schema der Kanalstruktur des erfindungsgemäßen Schreibsystems mit Mikropumpe im Hauptkanal,
- Fig. 5 ein Ablaufschema des Regelvorganges,
- 50 Fig. 6 ein Schema der Kanalstruktur des erfindungsgemäßen Schreibsystems mit Mikropumpe in der Steuerkapillare,
- 55 Fig. 7 ein Schema der Kanalstruktur des erfindungsgemäßen Schreibsystems mit zwei Mikropumpen und einer Tandemkapillare,

- Fig. 8 eine Darstellung des Regelsystems des erfindungsgemäßen Füllfederhalters,
- Fig. 9 einen Querschnitt durch den Schreibmodul,
- Fig. 10 ein Layout der Kanalstruktur des Schreibmoduls von der Vorderseite,
- Fig. 11 einen Querschnitt zur Anordnung der hydrophoben Membran,
- Fig. 12 eine Gesamtdarstellung des Tintenschreibgerätes im Längsschnitt,
- Fig. 13 eine Kupplung zwischen Hauptkanal und Tintenleiter.

[0012] Zum besseren Verständnis der Erfindung soll zunächst noch einmal auf die Funktionsweise eines herkömmlichen Schreibsystems eingegangen werden. Fig. 1 zeigt zunächst das Schema eines konventionellen Füllfederhalters, wie er seit mindestens 100 Jahren bekannt ist. Beim Aufsetzen der Schreibfeder 62 auf die Oberfläche des Papiers 12 wird die Schreibflüssigkeit aus dem Kapillarsystem des Sekundär-Flüssigkeitsbehälters 6 entgegen der in diesem Behälter wirkenden Kapillarkraft durch die Saugkraft des Papiers, die durch die Papierkapillarität 11 entsteht, herausgezogen. Der Vorgang wird durch Überwinden einer Kapillarunterbrechung an der Schreibfeder 62 beim Aufsetzen auf die Papieroberfläche 12 in Gang gesetzt und durch den hydrostatischen Druck im Hauptkanal 8 unterstützt. Die Schreibfeder 62 ist bekanntermaßen geteilt und besitzt einen Anschluss für kratzfreies Schreiben individuell für Rechts- oder Linkshänder. Wirkt eine Aufsetzkraft, teilt sich die Schreibfeder 62, der Tintenfluss wird gespreizt und auf mehrere Papierkapillaren 11 verteilt. Im Ergebnis erhöht sich die Linienbreite und es entsteht das für einen Füllfederhalter charakteristische individuelle Schriftbild. Der Vorgang der Entnahme von Schreibflüssigkeit 2 aus dem Sekundär-Tintenbehälter 6 setzt sich solange fort, bis dieser Behälter weitgehend entleert ist. Weiteres Schreiben erzeugt einen Unterdruck im Hauptkanal 8, da bedingt durch die Oberflächenspannung der Schreibflüssigkeit 2 und den sich an Kanalverengungen 13 ausbildenden Menisken keine Luft durch den Sekundär-Flüssigkeitsbehälter 6 hindurch in den Hauptkanal 8 hineingezogen werden kann. Der entstehende Unterdruck setzt sich durch den Hauptkanal 8 in den Vorratsbehälter 1 fort und bewirkt eine Erhöhung des Unterdrucks des Luftvolumens 3.

[0013] Das Belüftungsventil 4, das häufig als kurzer Kanal ausgeführt wird, ist durch einen Flüssigkeitsmeniskus verschlossen. Übersteigt der Unterdruck im Luftvolumen 3 ein bestimmtes Maß, reißt der Meniskus auf und eine Luftblase dringt in den Vorratsbehälter 1 ein, was zu einer Reduzierung des Unterdrucks im Luftvolumen 3 führt. Dadurch strömt, unterstützt durch die Kapil-

larkräfte, Schreibflüssigkeit 2 durch den Hauptkanal 8 in den Kammern des Sekundär-Flüssigkeitsbehälter 6 bis dieser Prozess durch die Kapillarbegrenzung 7 unterbrochen wird. Der Unterdruck im gesamten System, insbesondere auch im Vorratsbehälter 1, reduziert sich, bis sich wieder ein Flüssigkeitsmeniskus am Belüftungsventil 4 ausbildet und den weiteren Lufteintritt verhindert. Fig. 2 verdeutlicht den Druckverlauf des Luftvolumens 3 im Vorratsbehälter 1. Nach einem kontinuierlichen Aufbau des Unterdruckes tritt eine sprunghafte Reduzierung des Unterdruckes beim Eintritt einer Luftblase durch das Belüftungsventil 4 ein. Mit wachsender Entleerung des Vorratsbehälters 1 werden die Zeitintervalle von Sprung zu Sprung länger. Dieses vollständig aus mechanischen und fluidischen Funktionselementen ohne elektronische Hilfsmittel aufgebaute Schreibsystem funktioniert millionenfach in der Praxis bewährt mit bestimmten Ausnahmen. So führen Verringerungen des Luftdruckes bzw. Temperaturerhöhungen zu einer Verringerung des Unterdruckes im Luftvolumen 3, was zu einem Austreiben von Schreibflüssigkeit 2 aus dem Vorratsbehälter 1 führt, ohne das eigentlich ein Bedarf des Schreibsystems besteht. Überschüssige Schreibflüssigkeit 2 kann zwar durch das Kapillarsystem im Sekundär-Flüssigkeitsbehälter 6 und im Schreibinsatz 60 (siehe Fig. 12) mit Schreibfeder 9 in bestimmten Umfang aufgenommen werden, eine unerwünschte Abgabe von Schreibflüssigkeit 2, insbesondere nach dem Aufsetzen der Schreibfeder 9 auf die Papieroberfläche 12, kann aber nicht vollständig vermieden werden. Weiterhin wirkt der Verlauf des Unterdrucks im Vorratsbehälter 1 mit wachsender Entleerung, wie er in Fig. 2 dargestellt wird, als Störfunktion mit Druckschwankungen in der Größenordnung von 500 Pascal innerhalb eines ansonsten sorgfältig abgestimmten Kapillarsystems. Entsprechend schwankt die Abgabe von Schreibflüssigkeit 2 an die Schreibfederspitze 61 und ändert sich die Schreibintensität als Verhältnis der abgegebenen Menge von Schreibflüssigkeit 2 im Verhältnis zur Aufsetzkraft F_s der Schreibfederspitze 61.

[0014] Die Funktionsweise des herkömmlichen Schreibsystems kann anhand einer elektrischen Analogie entsprechend Fig. 3 dargestellt werden. Der hydrostatische Druck P_p im Vorratsbehälter 1 repräsentiert in der elektrischen Analogie eine elektro-motorischen Kraft (EMK), die bei geschlossenen Belüftungsventil 4 durch den Unterdruck P_L des Luftvolumens vollständig kompensiert wird. Diese beiden Spannungen ändern sich je nach Füllungsgrad des Vorratsbehälters 1 und Gebrauchslage des Schreibgerätes. Bricht der Meniskus im Belüftungsventil 4 durch, wirkt der hydrostatische Druck P_p und fließt ein Strom I_L in den Kondensator C_T . Der Schalter S_v steht für das Belüftungsventil 4. Der kapillare Sekundär-Flüssigkeitsbehälter 6 wird als Kondensator C_T dargestellt, der Ladung aufnimmt und bedingt durch seine Ladespannung auch wieder Ladung als Stromfluss über die Zeit abgeben kann. In Serienschaltung befindet sich eine EMK E_z , die die Kapillarkraft des Sekundär-Flüssigkeitsbehälters 6 symbolisiert.

[0015] Eine andere EMK mit der Spannung E_p stellt das Saugverhalten des Papiers dar. Auch diese Spannung ist veränderlich und von den jeweiligen Papiereigenschaften abhängig. Der Schalter S_U symbolisiert das Aufsetzen der Schreibfeder 62 auf das Papier 12 und den damit eintretenden Fluss I_S der Schreibflüssigkeit 2. Im Fluss I_S sind verschiedene Widerstände R_S , R_T und R_V angeordnet, die für die Strömungswiderstände der einzelnen Funktionselemente und Verbindungskanäle stehen. Der Widerstand R_S repräsentiert einen variablen Widerstand, dessen Größe von der wirkenden Aufsetzkraft P_S abhängig ist.

[0016] Das Schreibverhalten eines Schreibgerätes als Wechselwirkung zwischen individuell unterschiedlicher Aufsetzkraft und Schreibrichtung wird nun entscheidend durch die Gestaltung der Schreibspitze beeinflusst. Bekannt sind zum Beispiel Flügelfedern, die sich durch ein besonderes Schwingverhalten der Seitenflügel, einem speziellen Innenschliff, der ein leichtes Überspringen der Tinte beim Berühren der Papieroberfläche ermöglicht, sowie bestimmte Materialeigenschaften auszeichnen. Geht man davon aus, dass es sich bei der Gestaltung der Schreibspitze und deren Verhalten beim Schreiben um gewünschte Eigenschaften handelt, die zur Ausbildung eines persönlichen Charakters des Schriftbildes sich im Verlaufe der Entwicklung ausgeprägt haben, sollte ein elektronisch gesteuertes Schreibgerät diesen persönlichen Charakter respektieren und unterstützen.

[0017] Der Grundgedanke der Erfindung geht davon aus, dass der Schreibspitze unter allen Betriebsbedingungen, die durch unterschiedliche Umgebungsbedingungen, Öffnen und Schließen von Ventilen gekennzeichnet sind, optimale Betriebsbedingungen mit elektronischen Mitteln gesichert werden. Zu diesem Zweck werden verschiedene Betriebszustände betrachtet:

- A) Schreiben bei geschlossenem Belüftungsventil
- B) Schreiben bei offenem Belüftungsventil
- C) Ruhezustand

Im Betriebszustand A werden optimale Verhältnisse bezogen auf den Schreibbeinsatz 60, bestehend aus Schreibfeder 62 mit Schreibfederspitze 61, Tintenleiter 9 und Halterung 69 dann erreicht, wenn eine konstante Gegenkraft E_Z z.B. durch eine Kapillare mit konstantem Querschnitt auf die Schreibflüssigkeit wirkt, die im Sekundär-Flüssigkeitsbehälter gespeichert ist. Diese Bedingung ist bei einem konventionellen Füllfederhalter übrigens bereits weitgehend erfüllt. Diese Gegenkraft, repräsentiert durch die EMK E_Z in Fig. 3 kann am Punkt N durch einen Spannungs- bzw. Druckmesser als Wert P_N gemessen werden. Der für das Schriftbild optimale Betriebsdruck für den Schreibbeinsatz am Punkt N soll mit $P_{N\text{soll}}$ bezeichnet werden. Aus dem Schema ist ersichtlich, dass die individuelle Modulation des Tintenflusses I_S unter anderem vom Verhältnis der Widerstände R_S , R_T und R_V beeinflusst werden kann. Daraus ergeben sich zwei Möglichkeiten der der praktischen Einstellung eines

Schriftbildes. Einmal kann durch Wahl des Durchmessers der Kapillaren im Sekundär-Flüssigkeitsbehälters der Durchschnittswert des Flusses I_S beeinflusst werden. Zum anderen kann durch Dimensionierung des Widerstandes R_T im Verhältnis zum Mittelwert des Widerstandes R_S die Dynamik der individuellen Modulation des Tintenflusses I_S verändert werden.

[0018] In Fig. 4 ist eine Möglichkeit dargestellt, wie mit Hilfe von einer Steuerkapillare 14 und einer Kompensationskapillare 17 in Kombination mit einer Mikropumpe 30 des Druckes am Punkt N während der Betriebszustände A und B auf den für optimales Schreiben optimalen Wert $P_{N\text{soll}}$ geregelt werden kann.

Eine solche Steuerkapillare 14 oder Kompensationskapillare 17 besteht aus einer Kapillare, die an einem Ende mit einer Kapillarfalle 16 bzw. 19, am anderen Ende mit einer luftdurchlässigen Membran 15 bzw. 18 oder mit einer weiteren Kapillarfalle abgeschlossen ist. Die luftdurchlässige Membran 15 bzw. 18 ist für Flüssigkeiten undurchlässig und kann beispielsweise aus hydrophob beschichtetem Gewebe hergestellt werden.

[0019] Im Betriebszustand A befindet sich der Meniskus 21 in der Steuerkapillare 14 zwischen den beiden möglichen Endstellungen. Die Kapillare 14 hat eine Kapillarkraft E_Z , die in Wechselwirkung mit der Saugkraft des Papiers E_p und den festen Widerständen R_F und R_T sowie dem variablen Widerstand R_S ein optimales Schriftbild eines Füllfederhalters erzeugt. Durch Wahl des Querschnittes der Steuerkapillare 14 kann dabei in bestimmten Umfang die Intensität des Schriftbildes durch Änderung des mittleren Flusses I_S bestimmt werden. Mit wachsender Dauer des Schreibvorganges entleert sich der Kapillarabschnitt 22 und der Meniskus 21 bewegt sich in Richtung der Kapillarfalle 16. Der nun einsetzende Regelvorgang soll anhand von Fig. 4 und Fig. 5 erläutert werden.

[0020] Berührt der Meniskus die Kapillarfalle 16, so wird weitere Schreibflüssigkeit 2 aus der dünneren Kompensationskapillare 17 entnommen. Der durch den Druckmesser 31 gemessene Unterdruck steigt entsprechend der größeren Kapillarkraft der Kompensationssteuerkapillare 17 kurzzeitig an, die Mikropumpe 30 springt im Pumpenregelkreis an, um den Unterdruck auf den Sollwert $P_{N\text{soll}}$ zu regeln. In der Folge wird im Betriebszustand B das Mikroventil 32 geöffnet und Schreibflüssigkeit 2 strömt nach. Damit verringert sich der vom Druckmesser 31 gemessene Unterdruck P_N kurzzeitig unter den Sollwert $P_{N\text{soll}}$. Die Mikropumpe 30 schaltet die Pumprichtung um und erzeugt einen Druck P_D entgegen der Flussrichtung der Schreibflüssigkeit 2, so dass der Istwert P_N wieder dem Sollwert $P_{N\text{soll}}$ entspricht. Der Tintenfluss I_L , der aus dem Vorratsbehälter 1 durch das Mikroventil 32 durch den Hauptkanal 8 fließt, teilt sich in einen Fluss in die Kompensationskapillare 17 und in die Steuerkapillare 15 hinein sowie in einen Fluss I_S in Richtung Federspitze 9 auf. Der sich einstellende Gegen Druck P_D der Mikropumpe erreicht ein Maximum, wenn sowohl die Steuerkapillare 14 als auch die Kompensati-

onskapillare 17 gefüllt sind und die Saugwirkung beider Kapillaren entfällt. Zu diesem Zeitpunkt wirkt der volle hydrostatische Druck P_P der Schreibflüssigkeit 2 im Vorratsbehälter 1. Die Stabilisierung des Gegendruckes P_D auf einen stationären Wert bewirkt das Schließen des Mikroventils 32. Das Schreibsystem kehrt wiederum in den Betriebszustand A zurück, in welchem eine Pumpwirkung der Mikropumpe 30 nicht erforderlich ist. Das entsprechende Ersatzschaltbild ist in Fig. 8 dargestellt.

[0021] Einen alternativen Aufbau, bei dem die Mikropumpe 30 sowie die Steuerkapillare 14 und die Kompensationskapillare 17 in einer Tandemkapillare 20 sequentiell angeordnet sind, zeigt Fig. 6. Der Meniskus 21 befindet sich im Betriebszustand A im Kapillarabschnitt 25 der Tandemkapillare 20. Wird der Meniskus 21 in den Kanalabschnitt 24 gezogen, öffnet sich das Mikroventil 32 und Schreibflüssigkeit 2 strömt nach. Die Mikropumpe 30 übernimmt wiederum die Stabilisierung des Druckes P_N , der mit dem Druckmesser 31 gemessen wird, auf einen Sollwert $P_{N\text{soll}}$. Durch die Anordnung der Mikropumpe 30 wird die Füllung der Tandemkapillare 20 unterstützt. Die sich ändernden Druckverhältnisse, wenn der Meniskus 21 den Kanalabschnitt 27 der Tandemkapillare 20 erreicht, führen zum Schließen des Mikroventils 32 und Deaktivierung der Mikropumpe 30.

[0022] Eine weitere Anordnung der Erfindung ist in Fig. 7 dargestellt. Auch hier sind in einer Tandemkapillare 20 die einzelnen Steuerkapillaren in Form verschiedener Kapillarabschnitte 24 bis 27 sequentiell hintereinander angeordnet. Die Besonderheit besteht darin, dass im Betriebszustand A zwei Kapillarabschnitte 25 und 26 zur Verfügung stehen, die einen unterschiedlichen Querschnitt und damit eine unterschiedliche Kapillarkraft besitzen. Damit können ohne Zuhilfenahme einer Mikropumpe unterschiedliche Intensitäten des Flusses I_S der Schreibflüssigkeit eingestellt werden, je nachdem, in welchem Kanalabschnitt 25 oder 26 sich der Meniskus befindet. Das Öffnen des Mikroventils 32 und die Aktivierung der Mikropumpe 33 werden ausgelöst, wenn der Meniskus 21 einen Kanalabschnitt verlässt und in den nächsten Kanalabschnitt hineingezogen wird. Eine weitere Mikropumpe 34 kann dazu benutzt werden, um eine schnelle Umschaltung der Intensität der Schreiblinie von hoher Intensität zu niedriger Intensität zu erreichen. Beide Mikropumpen 30 und 34 werden aktiviert, um den Kanalabschnitt 26 schnell auszupumpen und überschüssige Schreibflüssigkeit 2 wieder in den Vorratsbehälter 1 zurückzupumpen. Mit Hilfe eines Flussmessers 33 ist es möglich, den mittleren Fluss I_S zu messen und auf den Messwert durch Umschalten auf einen anderen Kanalabschnitt 25 oder 26 zu reagieren. Die Darstellung von zwei Kanalabschnitten 25 und 26 ist dabei nur als Beispiel anzusehen. Prinzipiell sind auch mehr als zwei Kanalabschnitte denkbar, bei denen sich der Meniskus 21 im Betriebszustand befindet. Überhaupt ist eine Anordnung mit zwei Mikropumpen 30 und 34 dann sinnvoll, wenn zusätzlich auch der Leckfluss des Mikroventils 32 kompensiert werden soll.

[0023] Der Gesamtaufbau des Schreibmoduls ist in Fig. 9 bis 11 dargestellt. Fig. 9 zeigt einen Schnitt. Die Nadel 49 kontaktiert den Vorratsbehälter 1, der in Form einer Patrone ausgeführt ist. Die Schreibflüssigkeit 2 gelangt in die Ventilkammer 45 und von dort aus in den Düsenkanal 54. Die Einlassöffnung 47 kann durch einen Ventilstößel 53 verschlossen werden. Der Ventilstößel 53 selbst wird von einem Ventiltrieb 42 bewegt, der z.B. als Magnet- oder Piezoantrieb ausgeführt ist. Nach dem Düsenkanal 54 schließt sich die Pumpkammer 59 an, die wiederum mit der Druckmesskammer 56 über den Verbindungskanal 38 in Verbindung steht. An die Druckmesskammer 56 ist über den Druckausgleichskanal 55 der Drucksensor 44 fluidisch gekoppelt. Die Schreibflüssigkeit 2 fließt dann über den Fluidikadapter 48 in die Kanüle 50, der mit dem Schreibeinsatz 60 fluidisch gekoppelt ist. Der gesamte in Fig. 4, 6 und 7 beschriebene Hauptkanal 8 besteht in dem beschriebenen beispielhaften Aufbau aus der Nadel 49, der Einlassöffnung 47, der Ventilkammer 45, dem Düsenkanal 54, der Pumpkammer 59, dem Verbindungskanal 38, der Druckmesskammer 56, dem Fluidikadapter 48 und der Kanüle 50.

Die komplette Fluidikstruktur auf dem Kanalkörper 40 wird durch eine Deckmembran 39 aus LTCC - Keramik (Low-Temperature Cofiring Ceramic) abgedeckt, die mit dem Elektronikträger 41, der ebenfalls aus LTCC-Keramik besteht, mit Hilfe eines Sinterverfahrens verbunden ist. Die Deckmembran 39 dient gleichzeitig als Träger der Piezoplatte 43. Deckmembran 39 und Piezoplatte 43 bilden zusammen einen Bimorph, das heißt, wird die Piezoplatte mit einer Spannung beaufschlagt, verformt sich der Bimorph und bewirkt einen Druck auf die Pumpkammer 59. Die Volumenverdrängung hängt von der an die Pole der Piezoplatte 43 angelegten Impulsform und Größe ab. Der Kanalkörper 40 selbst wird beispielsweise aus Glas hergestellt, das ätztechnisch bearbeitet wurde.

[0024] In der Draufsicht auf den Kanalkörper entsprechend der Schnittlinie A-A von Fig. 9 ist in Fig. 10 die Position der Kompensationskapillare 17 und der Steuerkapillare 14 ersichtlich.

Beide Kapillaren beginnen in der Ventilkammer 45, werden mit den Kapillarfallen 16 und 19 gegen Lufteintritt in die Ventilkammer 45 geschützt und enden in Endkammern 35 bzw. 36, die mit einer hydrophoben Membran 57 abgedeckt sind.

In Fig. 11 ist durch einen Schnitt des Schreibmoduls 70 dargestellt, wie die hydrophobe Membran 57 zwischen Leiterplatte 52, Elektronikträger 41 und dem Kanalkörper 40 befestigt wird.

[0025] Fig. 12 zeigt einen Querschnitt durch das Schreibgerät mit Schreibeinsatz 60 im Vorderteil des Gehäuseunterteils 73. Der Schreibeinsatz 60 ist in seiner Ausführung einem konventionellen Füllfederhalter nachgebildet und besteht aus der Schreibfeder 62 mit der Schreibfederspitze 61, einer Schreibfederhalterung 69 mit integrierten Tintenleiter 9 als Verlängerung des Hauptkanals 8 und ist über die Kupplung 63 mit der Ka-

nüle 50 des Schreibmoduls 70 verbunden. Im Gehäuseoberteil 72 befinden sich als Vorratsbehälter 1 eine Tintenpatrone sowie ein Batteriefach zur Aufnahme der Batterie 71. Das Batteriefach ist durch eine Abdeckung 74 verschlossen. Der als Tintenpatrone ausgeführte Vorratsbehälter 1 ist mit einem Verschlussstopfen 75 verschlossen, der beim Einsetzen in das Schreibgerät mit einer Nadel 49 durchstoßen wird. Die Nadel 49 ist im Schreibmodul 70 wie in Fig. 9 dargestellt, befestigt und enthält alle fluidischen Funktionselemente wie Mikropumpen, Speicher und Ventile. Aus dem Schreibmodul 70 gelangt die Schreibflüssigkeit 2 über eine Kanüle 50 und einer elastischen Kupplung 63 zum Schreibeinsatz 60 konventioneller Bauart. Eine oder mehrere LED's 65 signalisieren den Betriebszustand des Gerätes. Seitlich am Gehäuseunterteil 73 angebracht befindet sich ein Touch-Kontakt 66, der der Steuerung signalisiert, dass ein Schreibprozess bevorsteht. Dieses Bedienelement 66 kann mit der Öffnung der Abdeckkappe 76 kombiniert werden, so dass nach längerem Liegenlassen des Schreibgerätes mit entfernter Abdeckkappe 76 zunächst durch die Mikropumpe 30 eine geringe Menge von Schreibflüssigkeit 2 an den Schreibeinsatz 60 gefördert wird, um eventuelle Kapillarunterbrechungen im Tintenkanal 62 zu überbrücken und ein sofortiges Anschreiben zu ermöglichen.

[0026] Das Verfahren zur Steuerung des Tintenflusses an einer Schreibfederspitze 61 eines Tintenschreibgerätes ist gekennzeichnet durch Einstellung eines konstanten Betriebsdruckes P_N am Eingang des Schreibeinsatzes 60 durch einen Regelkreis mit Vergleich des IST-Druckes mit einem SOLL-Betriebsdruck P_{NSoll} , wobei die Druckdifferenz mittels einer bidirektionalen arbeitenden Mikropumpe 30 ausgeregelt wird. Der Sollwert des Betriebsdruckes P_{NSoll} für den Schreibeinsatz 60 ist so bemessen, dass bei einem üblichen Schreibeinsatz 60 mit konventioneller Schreibfeder 62 ein für einen Füllfederhalter charakteristischer Linienzug in Abhängigkeit von Aufsetzkraft und Schreibrichtung ergibt. Die Kapillarkraft in der Steuerkapillare 14, 17 zur Kompensation der Saugkraft des Papiers und des hydrostatischen Druckes wird dabei so bemessen, dass sich bei geschlossenem Mikroventil 32 der SOLL-Betriebsdruck für den Schreibeinsatz 60 einstellt, ohne dass eine Pumpwirkung der Mikropumpe 30 erforderlich ist. Die Mikropumpe 30 wird vorteilhaft nur wirksam, wenn beim Öffnen des Mikroventils 32 Druckschwankungen in Abweichung vom Sollwert des Betriebsdruckes P_{NSoll} auftreten oder bei Korrektur anderer Abweichungen von den Standardeinstellungen des Tintenschreibgerätes, wie zum Beispiel Leckfluss des Mikroventils 32 oder von der Norm abweichendes Saugverhalten des Papiers. Eine weitere Ausführung des Verfahrens besteht darin, dass verschiedene Kapillarabschnitte 24, 25, 26 der Steuerkapillare 28 auswählbar sind und damit unterschiedliche SOLL-Betriebsdrücke P_{NSoll} für die Schreibfederspitze 61 für unterschiedliche Schreibintensitäten einstellbar sind. Bei einem weiteren Ausführungsmerkmal wird ausgenutzt, dass der

Strömungswiderstand in der Kupplung 63 zwischen Hauptkanal 8 und dem Tintenleiter 9, wie in Fig. 13 dargestellt wird, zum Beispiel mittels einer Schlauchklemme 67 einstellbar ist und damit die durch die Aufsetzkraft bedingte Modulation der Schreiblinie beeinflusst wird.

Patentansprüche

1. Tintenschreibgerät mit einem hülsenförmigen Stiftschaft, einem zur Aufnahme der Tinte dienenden Vorratsbehälter mit Belüftungsöffnung, einem Schreibeinsatz mit Schreibfeder, einem die Tinte zur Schreibfederspitze führenden Tintenleitsystem mit einem Zwischenspeicher, einer Mikropumpe, einem Ventil und einer Batterie oder Akku und einer elektronischen Regelung des Tintenflusses, **gekennzeichnet durch**
 - mindestens zwei wirksame Regelkreise zur Regulierung des Tintenflusses aus dem Vorratsbehälter (1) und aus dem Zwischenspeicher (6) bis an die Schreibfederspitze (10), wobei
 - ein erster Regelkreis zum Nachfüllen des Zwischenspeichers (6) mit einem elektronisch steuerbaren Mikroventil (32) zwischen dem Vorratsbehälter (1) und dem Zwischenspeicher (6) und
 - ein zweiter Regelkreis zur Einstellung des Betriebsdruckes am Schreibeinsatz (60) mittels Drucksensor (31) und mit mindestens einer Mikropumpe (34) im Hauptkanal (8) wirksam ist und
 - dass der Zwischenspeicher (6) als Steuerkapillare für den zweiten Regelkreis ausgeführt ist und
 - jeweils zwischen der Steuerkapillare (17) und Hauptkanal (8) Kapillarfallen (16) angeordnet sind.
2. Tintenschreibgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei parallel angeordnete Steuerkapillaren (14, 17) angeordnet sind, die in den Hauptkanal (8) münden, unterschiedlichen Querschnitt aufweisen und je eine Kapillarfalle (16, 19) aufweisen.
3. Tintenschreibgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerkapillaren (14, 17) als Tandemkapillare (20) hintereinander in Reihe liegen und in mehrere Längenabschnitte (24, 25, 26) stufenförmig abgesetzten Querschnitte aufweisen.
4. Tintenschreibgerät nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zweite Mikropumpe (34) in der Tandemkapillare (20) angeordnet ist.
5. Tintenschreibgerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikropumpe (30, 34) eine

bidirektional wirksame Mikropumpe ist.

6. Tintenschreibgerät nach Anspruch 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fluidikstruktur auf dem Kanalkörper (40) mit Hauptkanal (8), Ventil (32), Steuerkapillaren (14, 17) Kapillarfallen (16, 19), bidirektionaler Mikropumpe (30, 34) einseitig auf einem gemeinsamen Träger angeordnet ist, der mit einer Leiterplatte (52) aus LTCC-Keramik abgedeckt ist, wobei die Leiterplatte (52) gleichzeitig Träger der Piezoplatte (43) für die bidirektionale Mikropumpe (30) ist. 5
7. Tintenschreibgerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fluidik-Bauelement in Sandwichbauweise ausgeführt ist und der Kanalkörper (40) durch einen Verbund von mindestens zwei Keramiksichten bestehend aus einer Deckmembran (39) und einer Leiterplatte (41) abgedeckt ist. 15
8. Tintenschreibgerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drucksensor (31) auf der Keramiksicht der Abdeckung (41) angeordnet ist. 20
9. Tintenschreibgerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerkapillaren (14, 17) mäanderförmig ausgeführt sind. 25
10. Tintenschreibgerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerkapillaren (14, 17) in Endkammern (35, 36) führen, der von einer gemeinsamen hydrophoben Membran (57) abgedeckt ist. 30
11. Tintenschreibgerät mit einem hülsenförmigen Stiftschaft, einem zur Aufnahme der Tinte dienenden Vorratsbehälter mit Belüftungsöffnung, einem Schreibeinsatz mit Schreibfeder, einem die Tinte zur Schreibfederspitze führenden Tintenleitsystem mit einem Zwischenspeicher, einer Mikropumpe, einem Ventil und einer Batterie oder Akku und einer elektronischen Regelung des Tintenflusses, **gekennzeichnet durch** 35
- drei wirksame Regelkreise zur Regulierung des Tintenflusses aus dem Vorratsbehälter und aus dem Zwischenspeicher bis an die Schreibfederspitze, wobei 45
 - ein erster Regelkreis zum Nachfüllen des Zwischenspeichers (6) mit einem elektronisch steuerbaren Mikroventil (32) zwischen Vorratsbehälter (1) und dem Zwischenspeicher (6) und 50
 - ein zweiter Regelkreis zur Einstellung des Betriebsdruckes am Schreibeinsatz (60) mittels Drucksensor (44) und mindestens einer Mikropumpe (30) im Hauptkanal (8) wirksam ist, 55
 - dass der Zwischenspeicher (6) als Steuerkapillare (17) für den zweiten Regelkreis ausge-

führt ist und

- ein dritter Regelkreis mit einer zweiten Mikropumpe (34) einem Flussmesser (33) und einer Tandemkapillare (20) mit abgestuftem Querschnitt angeordnet ist und
 - jeweils zwischen den Steuerkapillaren (17, 14) und Hauptkanal (8) Kapillarfallen (16, 19) angeordnet sind.
12. Verfahren zur Steuerung des Tintenflusses an einer Schreibfederspitze eines Tintenschreibgerätes wie in Anspruch 1 beschrieben, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Eingang des Schreibeinsatzes (60) der IST-Druck gemessen und mit einem SOLL-Betriebsdruck verglichen wird und die sich daraus ergebende Differenz die Steuerung einer bidirektionalen Mikropumpe (30) bewirkt. 10
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapillarkraft in der Steuerkapillare (14, 17) so bemessen ist, dass sich bei geschlossenem Mikroventil (32) der SOLL-Betriebsdruck für den Schreibeinsatz (60) einstellt, ohne dass eine Pumpwirkung der Mikropumpe (30) erforderlich ist. 20
14. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** verschiedene Kapillarabschnitte (24, 25, 26) der Steuerkapillare (28) auswählbar sind, damit unterschiedliche SOLL-Betriebsdrücke für die Schreibfederspitze (61) für unterschiedliche Schreibintensitäten einstellbar sind. 30
15. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch einen einstellbaren und veränderbaren Strömungswiderstand des Hauptkanals (8) zwischen der Druckmesskammer (56) und der Schreibfeder (62) die durch die Aufsetzkraft bedingte Modulation der Schreiblinie beeinflusst wird. 35

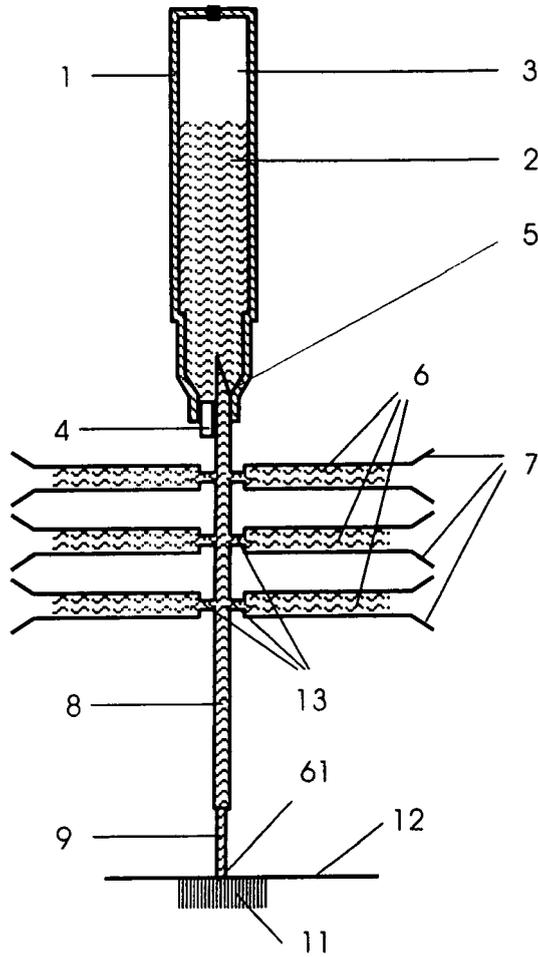


Fig.1

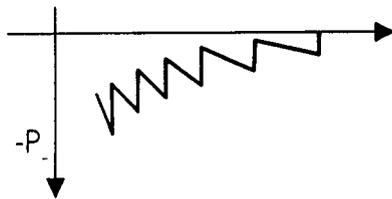


Fig.2

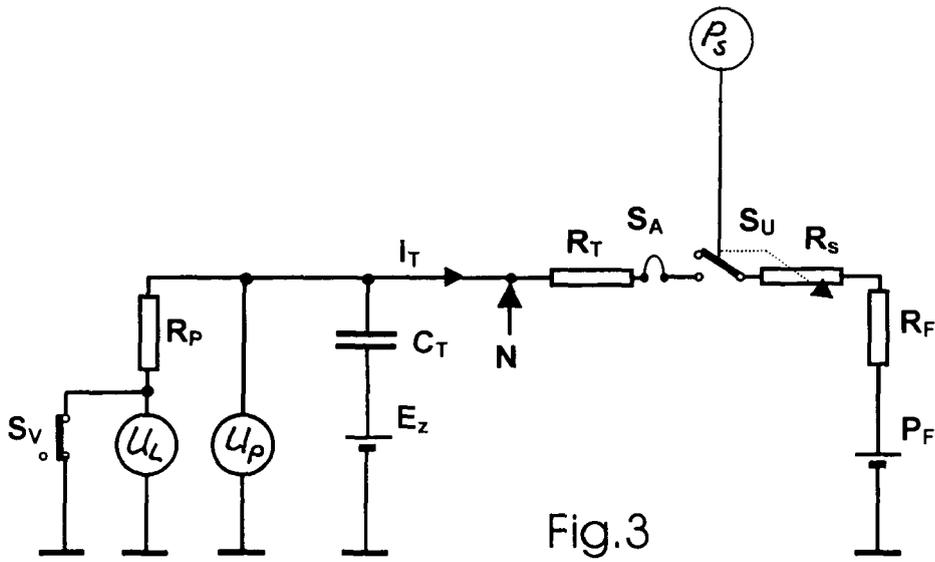


Fig. 3

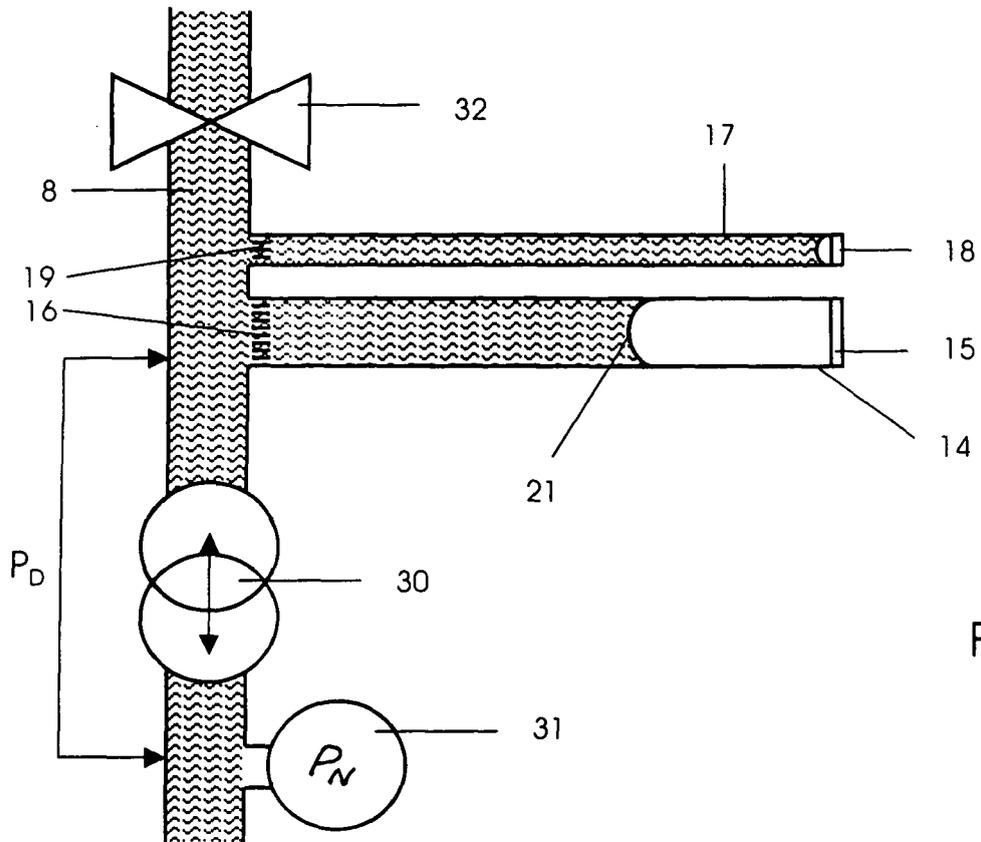


Fig. 4

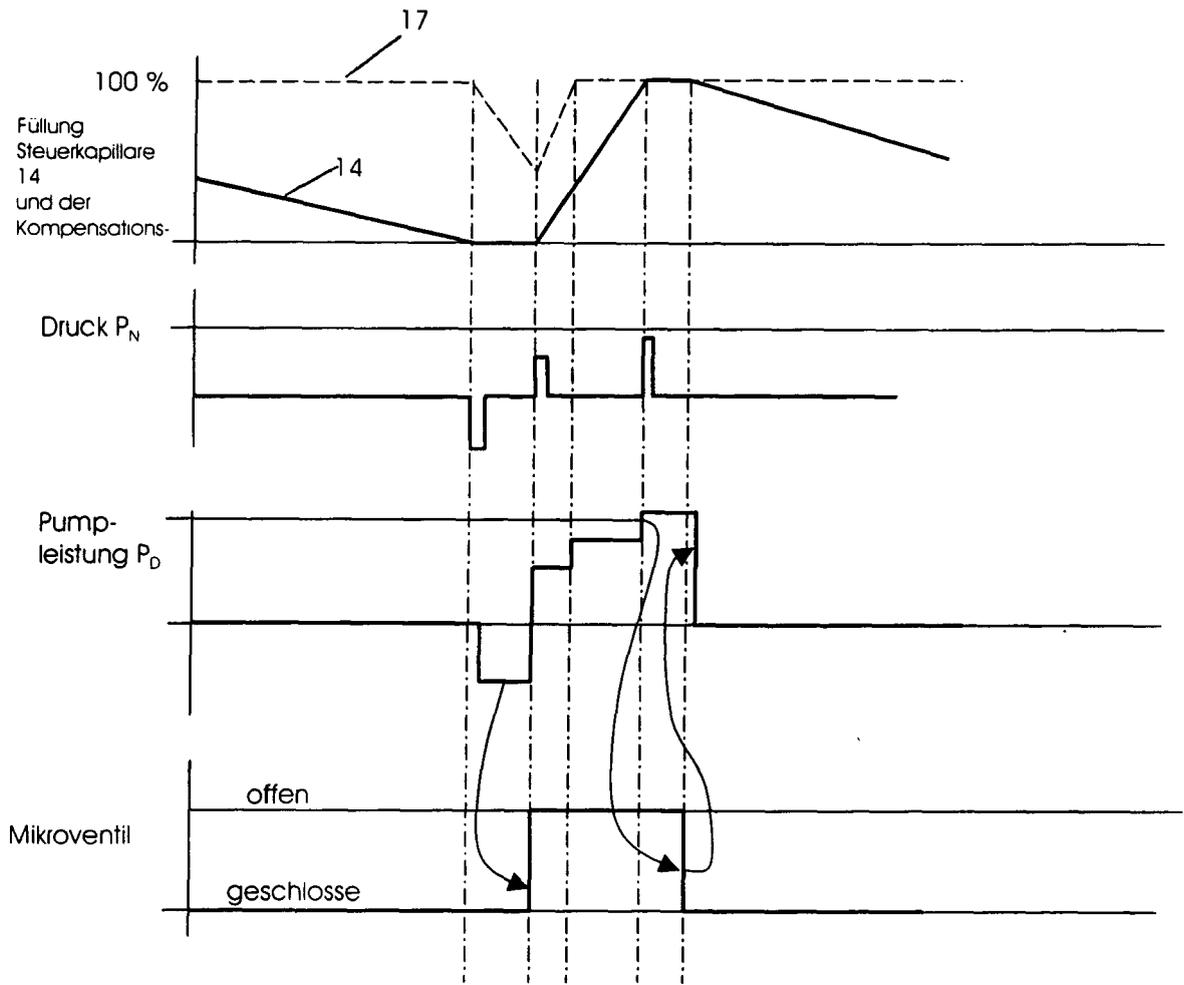


Fig.5

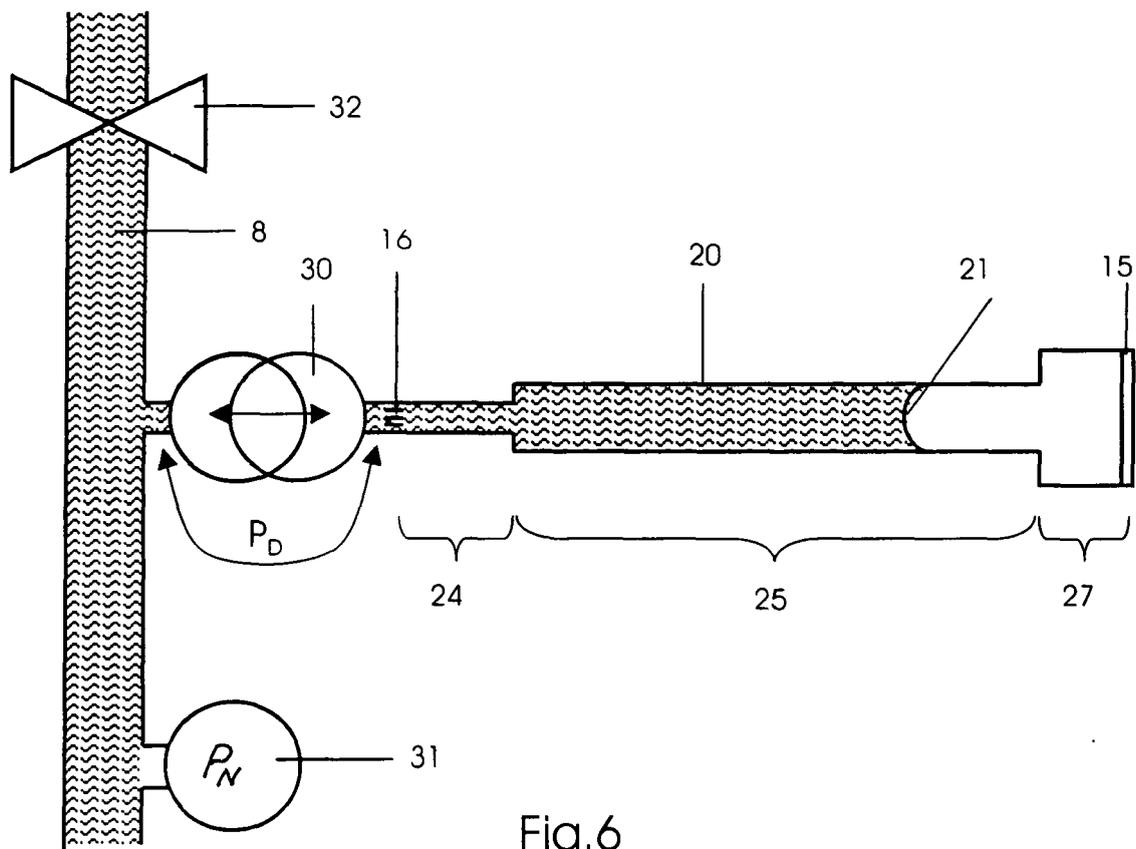


Fig.6

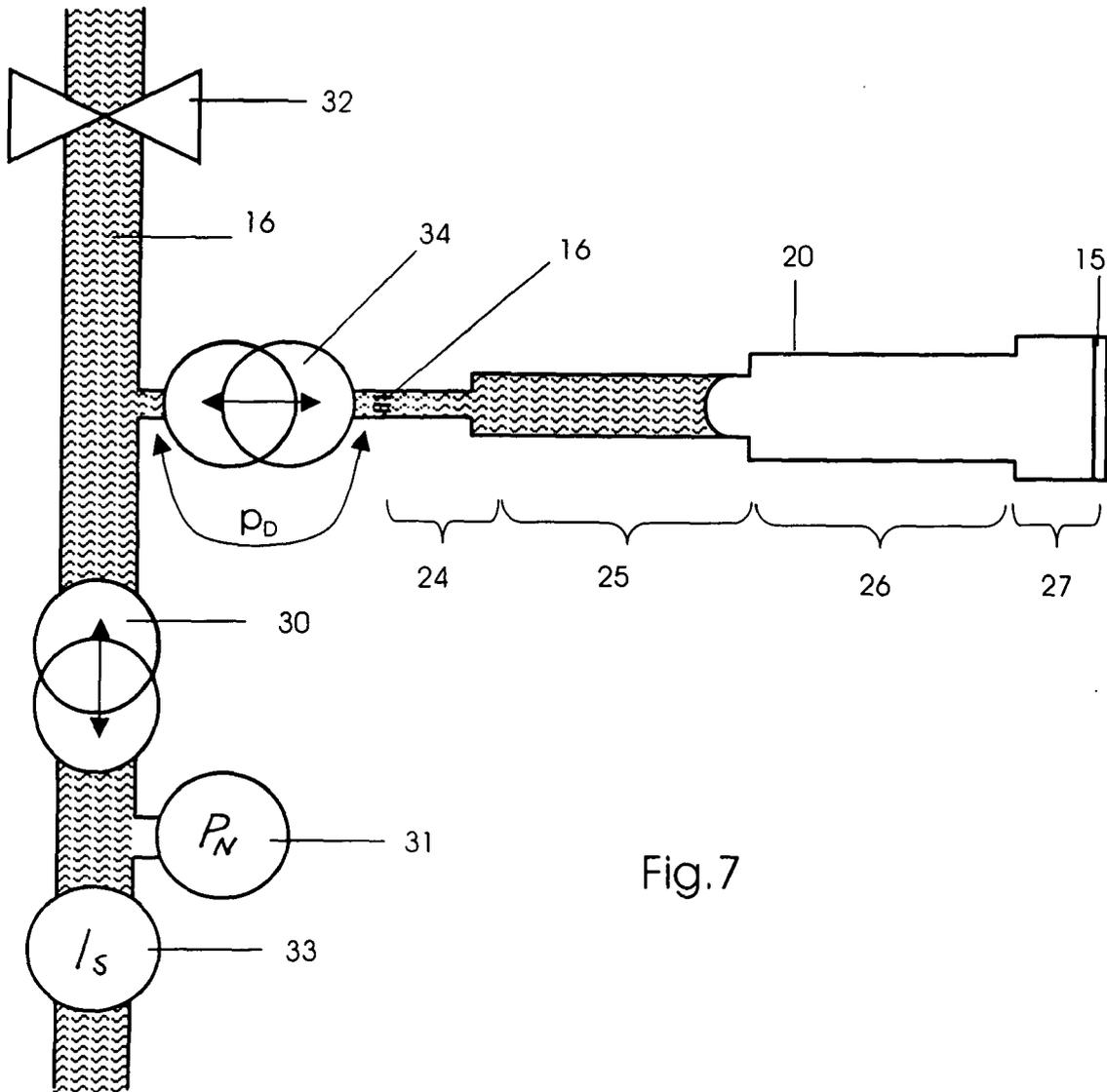


Fig.7

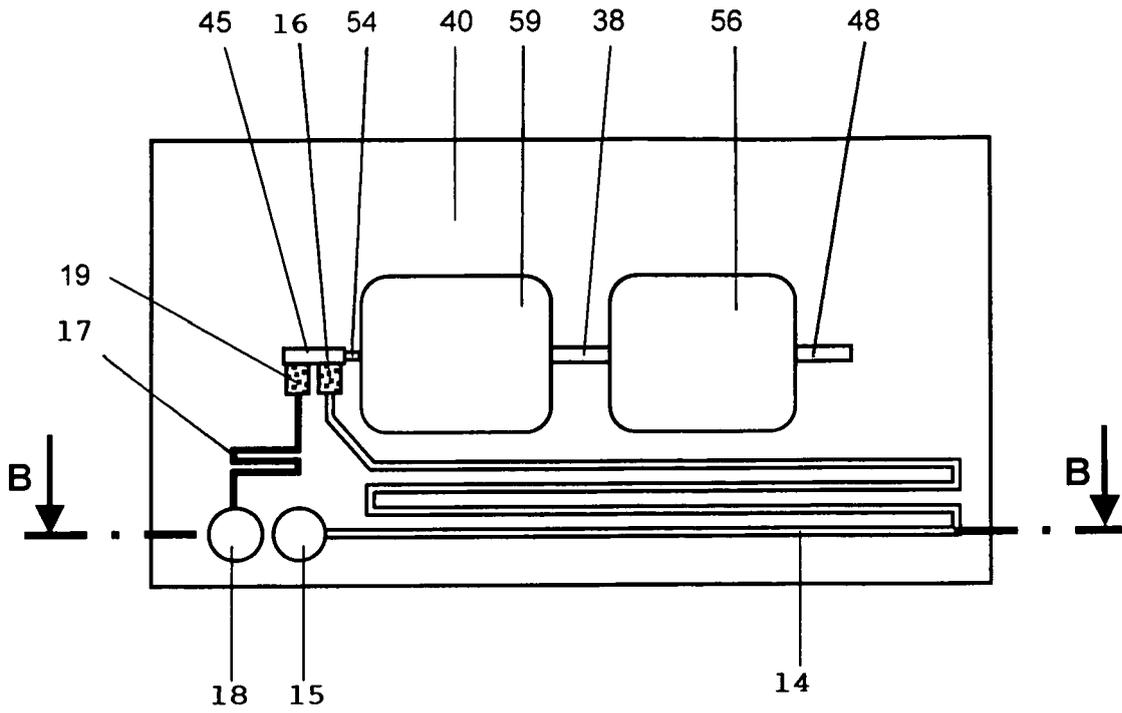


Fig. 10 Schnitt AA

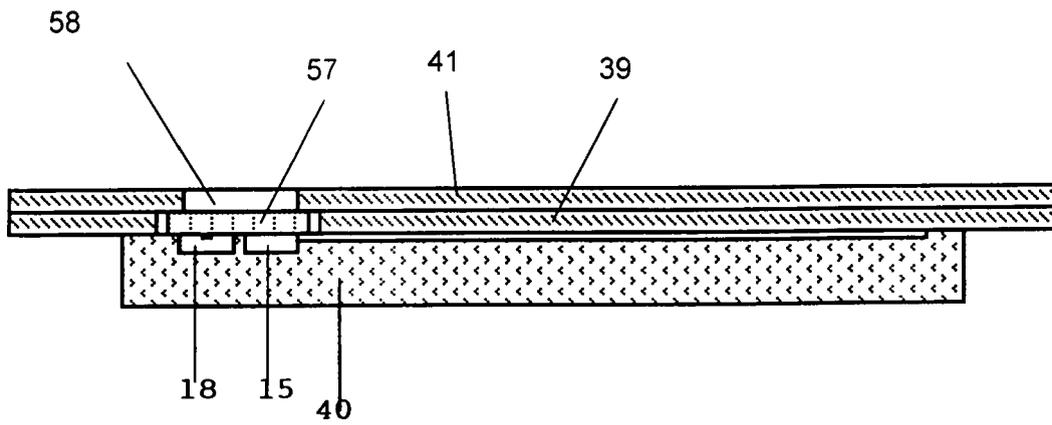


Fig. 11 Schnitt BB

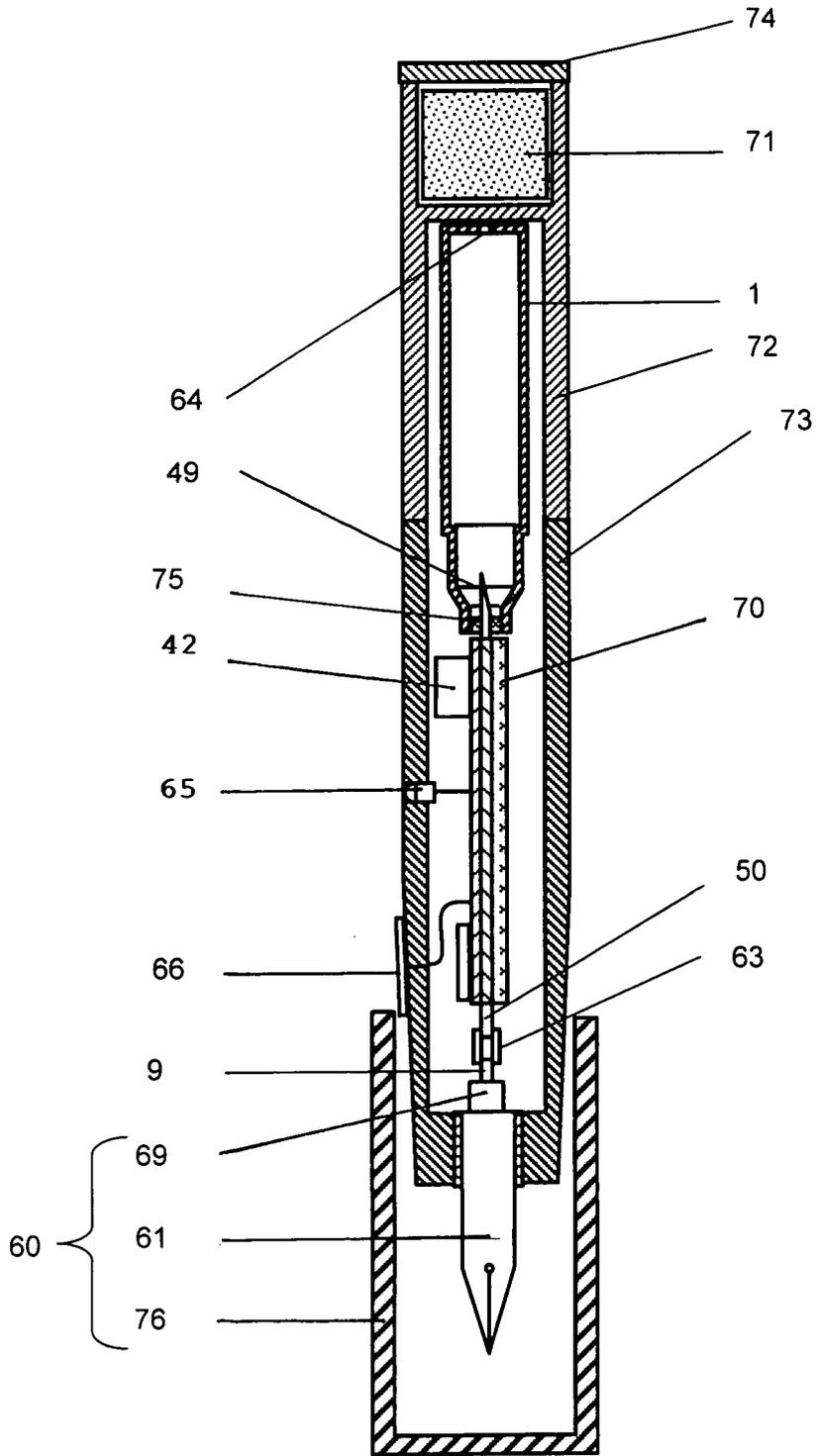


Fig. 12

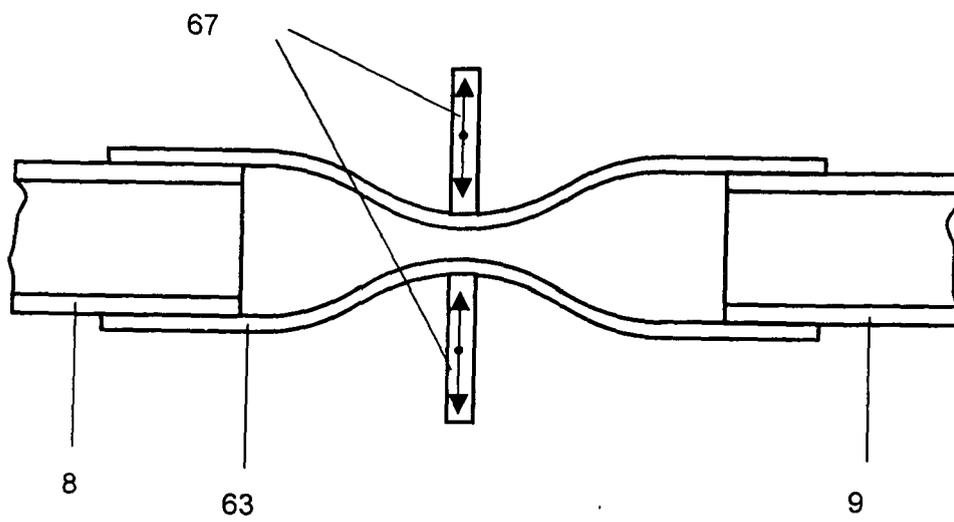


Fig. 13

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3220750 [0003]
- DE 4419735 A1 [0004]
- DE 4328312 [0005] [0005]
- DE 3321301 [0006]
- DE 10054599 [0007]
- DE 4419735 [0007] [0008]
- DE 10212278 [0008] [0008] [0010]