

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 81201351.4

51 Int. Cl.³: B 41 J 3/04

22 Anmeldetag: 11.12.81

30 Priorität: 20.12.80 DE 3048259

71 Anmelder: Philips Patentverwaltung GmbH,
Steindamm 94, D-2000 Hamburg 1 (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten: DE

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 30.06.82
Patentblatt 82/26

71 Anmelder: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Pieter
Zeemanstraat 6, NL-5621 CT Eindhoven (NL)

84 Benannte Vertragsstaaten: FR GB IT SE

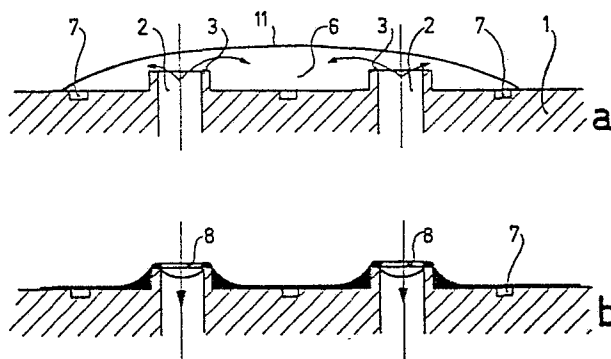
72 Erfinder: Bentin, Horst, Wagrierweg 27,
D-2000 Hamburg 61 (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten: DE FR GB IT SE

74 Vertreter: Wagener, Günter et al, Philips
Patentverwaltung GmbH Steindamm 94,
D-2000 Hamburg 1 (DE)

54 Düse für Tintenstrahldrucker.

57 Bei Tintenstrahldruckern, bei denen die Tintentropfen einzeln aus einer oder mehreren Düsen für einen Matrixdruck ausgestossen werden, kommt es auf einen stets gleichen und axial zur Düsenrichtung verlaufenden Ausstoss der Tintentropfen an. Die Düsen sind daher so ausgebildet, dass die Austrittsöffnung sowohl im inneren Bereich als auch nahe um diesen Bereich scharfkantig ausgebildet ist, wobei der dadurch gebildete Düsenrand eine radial um die Austrittsöffnung gleiche Breite von höchstens 20 µm aufweist. Kleinere Werte sind anzustreben. Zweckmässig bildet der Querschnitt des Düsenrandes und der Austrittsöffnung ein spitzwinkliges Dreieck, wobei dessen spitze Ecke den Düsenrand darstellt.



EP 0 054 999 A1



"Düse für Tintenstrahldrucker"

Die Erfindung betrifft eine Düse für Tintenstrahldrucker mit einem die Ausbreitung der Tintenflüssigkeit behindernden ringförmigen Widerstand, insbesondere in Form einer nahe um die Austrittsöffnung angeordneten scharfen Kante, wobei die Ebene der Austrittsöffnung
5 senkrecht zur Längsachse der Düse angeordnet ist.

Eine derartige Düse ist aus der Fig.3 der DE-AS 23 62 576 bekannt. Rings um die Austrittsöffnung ist
10 im nahen Abstand eine grabenförmige Ausnehmung angeordnet, durch die ein konzentrischer Tintentropfenabriß erreicht werden soll. Die Kante zwischen dem Düsenrand und der Ausnehmung wirkt dabei als Widerstand gegen die Benetzung durch die Tinte.

15 Aus der DE-AS 15 11 379 ist es weiterhin bekannt, die äußere Kante eines solchen Düsenrandes scharfkantig auszuführen, während die an diese Kante angrenzenden Flächen verschiedene Rauheit besitzen. Hierdurch sollen bei
20 mehreren Düsen die Abfließ Eigenschaften aller Düsen untereinander praktisch gleich gemacht werden. Da weiterhin der einzelne Tintentropfen durch ständige Schwingungen der Tinte erzeugt wird und anschließend durch ein elektrostatisches Feld in verschiedene
25 Richtungen abgelenkt wird, ist ein zur Austrittsöffnung der Düse exakt senkrecht verlaufender Austritt des Tintentropfens nicht erforderlich. Die Abmessungen der Düse sind dabei relativ groß. So beträgt die Breite des Düsenrandes ebenso wie der Durchmesser der Düse
30 0,1 mm.

Derartige Düsen sind jedoch für Tintenstrahldrucker nicht geeignet, die nach dem Prinzip des "droplet-on-demand" arbeiten, d.h. deren Tintentropfen einzeln aus der Düse ausgestoßen werden und nur im freien
5 Fluge ohne äußere Beeinflussung auf dem Aufzeichnungsträger auftreffen. Da die hierbei ausgestoßenen Tintentropfen größer sind als der Innendurchmesser der Düsenaustrittsöffnung, muß diese möglichst klein gewählt werden. Um einen guten Matrixdruck zu erreichen,
10 liegen die Abmessungen der Düsen in einer Größenordnung von 50 bis 100 μm im Durchmesser, wobei der kleinere Wert aus den o.g. Gründen möglichst angestrebt werden sollte.

15 Gegenüber solchen kleinen Abmessungen wirken die mit 0,1 mm Breite relativ großen Düsenränder der bekannten Düsenformen großflächig und sind aus dieser Sicht mit Düsen gleichzusetzen, deren Austrittsöffnungen plan in der Oberfläche einer Düsenplatte liegen. In Fig.1
20 ist eine derartige Düsenaustrittsöffnung und die einzelnen Phasen der Tropfenemission dargestellt. Es wird dabei von dem Zustand der trockenen Düse ausgegangen (a). Beim Anlegen einer Spannung an den zugeordneten, nicht dargestellten Tropfengenerator wird
25 der noch negativ gewölbte Flüssigkeitsmeniskus positiv gewölbt, wobei bis zu einer bestimmten Höhe der Wölbung die gesamte Düsenöffnung mit Flüssigkeit ausgefüllt ist (b). Der Durchmesser der parabolischen Auswölbung ist durch den Durchmesser der Düse be-
30 stimmt. Ab einer bestimmten Auswölbung, die von der Struktur des inneren begrenzenden Düsenrandes als auch von der Grenzflächenspannung des Düsenmaterials abhängig ist, tritt neben der gewünschten Ausstoßrichtung (Pfeil in Düsenrichtung) auch eine lateral
35 sich ausbreitende Benetzung der Außenfläche auf (seitliche Pfeile). Dieses ist gleichbedeutend mit einer

Verbreiterung des Düsendurchmessers. Diese virtuelle Vergrößerung des Düsendurchmessers führt zu einer Verminderung der Frontgeschwindigkeit der ausgestoßenen Tintentröpfchen. Die Haftung der Flüssigkeit auf der lateralen Oberfläche führt somit zu einem
5 Energieverlust. Die Größe des Benetzungsrings hängt von der Grenzflächenspannung, der Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit und von retardierenden Momenten des Druckgenerators ab. Die Geometrie dieser Be-
10 netzung variiert aufgrund von Oberflächendefekten, Verunreinigungen und chemischen Einwirkungen. Die Größe des Benetzungsrings hängt auch von der Frequenz ab, mit der die Tintentröpfchen ausgestoßen werden, und wird umso größer sein, je öfter Tintentropfen ausgestoßen
15 worden sind. Erreicht dann nach mehreren Ausstoßungen die Benetzung einen äußeren Widerstand entsprechend den o.g. bekannten Anordnungen, so wird dadurch dann schließlich ein weiteres Ausbreiten unterbunden.

20 Da bei der Tropfenemission nach Fig.1 davon ausgegangen ist, daß beim Ausstoß des ersten Tintentröpfchens das Benetzungsvermögen des nahen Düsenrandbereiches wegen seines trockenen Zustandes noch annähernd gleich ist, wird der erste Tropfen mit großer Wahrscheinlichkeit
25 noch in der gewünschten axialen Richtung zur Düse ausgestoßen werden (d). Der Benetzungsrand wird aber bereits in radialer Richtung vom Düsenrand nicht mehr exakt begrenzt sein. Nach Abschalten der Spannung am Tropfengenerator wird die Tintenflüssigkeit wieder in
30 die Düse zurückgezogen und ein weiterer negativer Flüssigkeitsmeniskus gebildet. Dabei bleibt auf dem Düsenrand Restflüssigkeit zurück, die je nach Beschaffenheit des Düsenrandes unregelmäßig gestaltet ist (e). Der nächste Impuls des Tropfengenerators
35 führt dann zwangsläufig zu einer Ablenkung des ausgestoßenen Tintentropfens (f), da die dann auf ihn

wirkenden lateralen Kräfte unterschiedlich sind. Diese Kräfte sind umso größer, je mehr Flüssigkeit auf einem Teilgebiet des Düsenrandes zurückbleibt.

- 5 Weiter nimmt diese irreguläre Benetzung bei höheren Tropfenbildungsraten zu, so daß die Druckgeschwindigkeit weiterhin stark vermindert ist. Die Nachfließ- bzw. Rückfließvorgänge nach der Emission eines Tropfens verhindern außerdem die gewünschte frühzeitige Ruhe-
- 10 stellung des negativen Meniskus, so daß auch bei niedrigeren Emissionsfrequenzen erheblich unzulässige Tropfengeschwindigkeitsschwankungen zu beobachten sind. Die Nachfließvorgänge sind umso ausgeprägter, je höher die Viskosität der verwendeten Tinte ist. Somit
- 15 führt die nicht kontrollierbare Benetzung bei planen oder als plan anzusehenden Düsenfronten zur Verminderung der technisch erwünschten Druckqualität und Druckgeschwindigkeit.
- 20 Um dem Anspruch einer sehr guten Schriftqualität gerecht zu werden, müssen die Düsen des Tintenstrahldruckers eine reproduzierbare stabilisierende Tropfenbildung gewährleisten. Es muß also eine exakte axiale Ausstoßung der Tropfen erreicht werden.
- 25 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Düsen eines Tintenstrahldruckers, bei dem die Tintentropfen für einen freien unbeeinflussten Flug einzeln ausgestoßen werden, so auszubilden, daß die Tintentropfen
- 30 gleich und stets axial in Düsenrichtung ausgestoßen werden und daß unmittelbar um den Düsenrand eine ringförmige und radial gleichmäßige Grenzflächenspannung besteht, welche die laterale Benetzung bereits nach dem Ausstoß des ersten Tintentropfens ringförmig
- 35 definiert und begrenzt.

- Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Austrittsöffnung selbst scharfkantig ausgebildet ist und daß der durch den ringförmigen Widerstand und die Austrittsöffnung gebildete konzentrische Düsenrand eine
- 5 Breite von 0 bis 20 μm besitzt. Zweckmäßig wird die Austrittsöffnung der Düse so ausgebildet, daß anschließend an den ringförmigen Widerstand eine den Düsenrand umgebende Ausnehmung angeordnet ist, und daß die dadurch erhaben ausgebildete Austrittsöffnung den
- 10 Querschnitt eines spitzwinkligen Dreieckes besitzt, dessen spitze Ecke den Düsenrand bildet. Anstelle des dreieckförmigen Querschnittes kann auch ein rechteckförmiger Querschnitt verwendet werden, dessen schmale Seite dann aber weniger als 20 μm breit sein muß. Auch
- 15 ist es möglich, die Austrittsöffnung mit der sie umgebenden Oberfläche einer Düsenplatte plan zu legen. In diesem Falle ist der Düsenrand aus einem von der Tintenflüssigkeit leicht benetzbaren Material, z.B. Silizium oder Siliziumoxyd, und die übrigen Düsenteile
- 20 aus einem von der Tintenflüssigkeit schwer benetzbaren Material, z.B. Stahl, Nickel, herzustellen, wobei der Düsenrand in der Düsenplatte eingearbeitet bzw. eingelegt ist.
- 25 Die Erfindung hat den Vorteil, daß der Düsenrand von der zurückbleibenden Tinte zwangsläufig gleichmäßig benetzt wird, auch wenn durch den abgestoßenen Tintentropfen zunächst eine ungleichmäßige Benetzung vorliegt. Durch den an sich insgesamt als scharfkantig anzusehenden
- 30 Düsenrand verteilt sich die verbleibende Tinte sofort und noch vor Beginn des Austrittsvorganges des nächsten Tintentropfens gleichmäßig über den gesamten Düsenrand. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß ein Nachfließen der verbleibenden Tinte in den Düsenkanal nach der
- 35 Emission weitgehend reduziert ist. Dadurch kann die Ausstoßfrequenz wesentlich erhöht werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einiger Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

- Fig.1 einzelne Phasen der Tintenemission einer bekannten Düsenform,
- 5 Fig.2 ein Beispiel einer Düsenform nach der Erfindung,
- Fig.3 ein weiteres Beispiel der Düsenform nach der Erfindung,
- Fig.4 einzelne Phasen der Tintenemission der Düse nach der Erfindung,
- 10 Fig.5 das Verhalten der Tintenflüssigkeit auf dem Düsenrand nach Abstoßen eines Tintentropfens und
- Fig.6 die Anordnung mehrerer Düsen nach Fig.2, die zur Reinigung der Düsen mit Tintenflüssigkeit überflutet sind.
- 15

Für den Matrixdruck durch Tintenstrahldrucker, bei denen die Tintentropfen einzeln ausgestoßen bzw. ausgespritzt werden, sind mehrere Tropfengeneratoren gebündelt, deren Druckkanäle durch eine abnehmbare Düsenfrontplatte 1 abgeschlossen sind. Die Anordnung der Düsen 2 in dieser Frontplatte 1 ist durch die vertikale Rasterung des abzudruckenden Zeichens bestimmt. Für eine bestimmte Druckqualität werden effektive Düsenabstände von etwa 100 μm gefordert. Die Anordnung der Düsen kann in mehreren Reihen mit versetzten Rasterabständen erfolgen. Der Durchmesser d der Düse 2 beträgt etwa 50 μm . Die Länge des düsenwirksamen Teiles beträgt aus Sicherheitsgründen ein Mehrfaches der Düsenöffnung, z.B. das 3- bis 4-fache. Die Düse 2 enthält einen Einlaufkegel 5 mit einem Öffnungswinkel von etwa 20 bis 45°, um sie an einen Flüssigkeitskanal von 0,3 mm im Durchmesser anschließen zu können.

20

25

30

35

Um die Austrittsöffnung 4 der Düse 2 ist in der Düsenplatte eine Ausnehmung vorgesehen, so daß die Austrittsöffnung 4 plan mit der Oberfläche der Düsenplatte liegt. Dies ist aus der Fig.6 ersichtlich. Die
5 Düsenaustrittsöffnung 4 geht in einen Düsenrand 3 über. Die beiden Kanten dieses ringförmigen Düsenrandes 3, die einerseits mit der Düse 2 und andererseits mit der Ausnehmung gebildet werden, sind scharfkantig ausgebildet. Der Innendurchmesser des Düsenrandes 3
10 entspricht dem Düsendurchmesser d und der Außendurchmesser D des Düsenrandes ist nur geringfügig größer, so daß die Differenz $D - d$ äußerst klein ist. Diese Differenz soll möglichst nach 0 gehen, jedoch sind aus Fertigungsgründen Differenzen bis $20\text{ }\mu\text{m}$ zulässig. Die
15 Düsenform nach Fig.2 hat einen rechteckigen Querschnitt 10, dessen kleine Seite den scharfkantigen Düsenrand 3 bildet. In Fig.3 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der Düsenrand 3 dadurch klein gehalten wird, daß der Querschnitt dieses Bereiches ein spitzwinkliges Dreieck bildet, dessen Spitze den Düsenrand 3
20 darstellt. Diese Düsenform mit einem spitzwinkligen dreieckigen Querschnitt 10a sollte nach Möglichkeit angestrebt werden. Entscheidend dabei ist somit die allseitig gleichmäßige und ringförmige Blockierung
25 der lateralen Benetzung in unmittelbarer Nähe des Düsenrandes.

In Fig.4 sind einzelne Phasen der Tropfenemission dargestellt, wie sie bei der in Fig.2 dargestellten Düse
30 auftritt. Da der Düsenrand vor dem Austritt des ersten Tropfens trocken ist, unterscheiden sich die Phasen a bis d zunächst nicht von den in Fig.1 dargestellten Phasen a bis d. Allerdings ist bei der Phase d eine exakte Benetzung des Düsenrandes bereits gegeben. Nach
35 Abstoßen des Tintentropfens wird durch die Eigenschwingungen der Flüssigkeitssäule die Tintenflüssig-

keit in die Düse zurückgezogen. Dieser Vorgang ist in den Phasen e und f dargestellt. Nach Abschluß dieses Rückflusses und vor Beginn des Ausstoßvorganges eines zweiten Tropfens ist auf dem Düsenrand 3 eine exakte definierte Benetzung zurückgeblieben, die mit der in der Düse befindlichen Flüssigkeit infolge der Scharfkantigkeit der Austrittsöffnung nicht mehr in Verbindung steht. Dieser Zeitpunkt ist in g dargestellt. Nach Beginn des Ausstoßes des weiteren Tintentropfens in der Phase h findet die im Düsenkanal befindliche Tinte am Düsenrand allseitig eine gleiche Restbenetzung. Da der Düsenrand gleichmäßig und scharfkantig ist, werden die von der Restbenetzung ausgehenden lateralen Kräfte sehr klein und in ihrer Stärke allseitig gleich sein. Dadurch wird ein axialer Abriß des Tropfens in Richtung der Düse gewährleistet, wie dies in i dargestellt ist. Bei einer solchen Düsenform ist es dann unbedeutend, ob der Abriß des Tintentropfens gemäß k nicht zentral sondern in irgendeinem Randgebiet des Düsenrandes beendet wird.

Wie Fig.5 zeigt, ist es bei der scharfkantigen Ausbildung des Düsenrandes 3 auch unbedeutend, ob direkt nach dem Abriß des Tintentropfens die Benetzung des Düsenrandes 3 ungleichmäßig ist. Dies ist in Fig.5 übertrieben dadurch dargestellt, daß hier angenommen ist, die auf dem Düsenrand 3 zurückbleibende Resttinte 9 sei tropfenförmig. Da sowohl die Innenkante als auch die Außenkante des Düsenrandes 3 scharfkantig ist und beide Ränder praktisch zusammenfallen, wird sich der Tintentropfen 9 zwangsweise gleichmäßig über den gesamten Düsenrand 3 verteilen, ohne dabei über dessen Ränder hinauszugehen. Dieser Zustand ist in b dargestellt.

In Fig.6 ist ein Teilausschnitt einer Düsenplatte 1 mit

zwei Düsen 2 nach der Fig.2 dargestellt. Zwischen den Düsen 2 befinden sich Ausnehmungen 6, in deren Mitte jeweils ein Abfluß 7 für den Rückfluß der Tinte angeordnet ist.

5

Durch den vorspringenden ringförmigen und scharfkantigen Düsenrand 3 wird eine Trennung von Überschußtinte, die durch die Abflußkanäle 7 abgeführt werden kann, von der in den Düsen 2 befindlichen Tinte erreicht. Dies kann
10 zur Reinigung der Düsen ausgenutzt werden. Hierzu werden die Düsen, beispielsweise durch Druck auf die Tinten-vorratskammer, überflutet. Diese Überflutung ist in Fig.6a durch die Pfeile und durch die bogenförmige Überspannung über die Düsen 2 dargestellt. Durch den
15 anschließenden statischen Unterdruck in den Düsen 2 reinigt sich diese im Bereich der Düsenränder 3 selbst. Wie bereits ausgeführt, wird dies durch die zwangsläufige Trennung der Überschußtinte in den Ausnehmungen 6 von der Tinte in den Düsen 2 erreicht. Die Überschuß-
20 tinte in den Ausnehmungen 6 fließen durch die Kanäle 7 ab. Dieser Zustand ist in Fig.6b dargestellt.

Die konzentrischen Ausnehmungen 6 um die Düsen 2 herum verhindern außerdem noch die Verschmutzung der groß-
25 flächigen kritischen Oberfläche der Düsenfrontplatte durch Papierstaub und Farbstoffreste. Die Ausnehmungen 6 sind so gestaltet, daß die Höhe des ringförmigen Düsenrandes 3 und die außerhalb der Ausnehmung 6 liegenden Ebene der Düsenplatte 1 gleich ist.

30

Eine wesentliche technische Eigenschaft dieser Anordnung ist die Reduzierung von Nachfließvorgängen nach der Emission eines einzelnen Tropfens, wodurch eine wesentliche Erhöhung der Tropfenrate möglich ist. Durch die Be-
35 grenzung der Benetzung 8 werden die Nachfließvorgänge zur endgültigen Meniskusruhestellung definiert eingestellt,

0054999

10

PHD 80-186 EP

so daß auch Tinten mit höherer Viskosität zur
kontrollierten Tropfenbildung verwendet werden können.

5

10

15

20

25

30

35

Patentansprüche

1. Düse für Tintenstrahldrucker mit einem die Ausbreitung der Tintenflüssigkeit behindernden ringförmigen Widerstand, insbesondere in Form einer nahe um die Austrittsöffnung angeordneten scharfen Kante, wobei die Ebene der Austrittsöffnung senkrecht zur Längsachse der Düse angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet,
daß die Austrittsöffnung (4) selbst scharfkantig ausgebildet ist und daß der durch den ringförmigen Widerstand und die Austrittsöffnung (4) gebildete konzentrische Düsenrand (3) eine Breite von 0 bis 20 μm besitzt.
2. Düse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß anschließend an den ringförmigen Widerstand eine den Düsenrand (3) umgebende Ausnehmung (6) angeordnet ist und daß die dadurch erhaben ausgebildete Austrittsöffnung (4) den Querschnitt eines spitzwinkligen Dreieckes besitzt, dessen spitze Ecke den Düsenrand (3) bildet (Fig.3).
3. Düse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsöffnung (4) plan mit der sie umgebenden Oberfläche der angrenzenden Düsentteile (1) angeordnet ist und daß der Düsenrand (3) aus einem von der Tintenflüssigkeit leicht benetzbaren Material und die übrigen Düsentteile (1) aus einem von der Tintenflüssigkeit schwer benetzbaren Material bestehen.
4. Düse nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsöffnung (4) einen Durchmesser von etwa 50 μm besitzt.

1/3

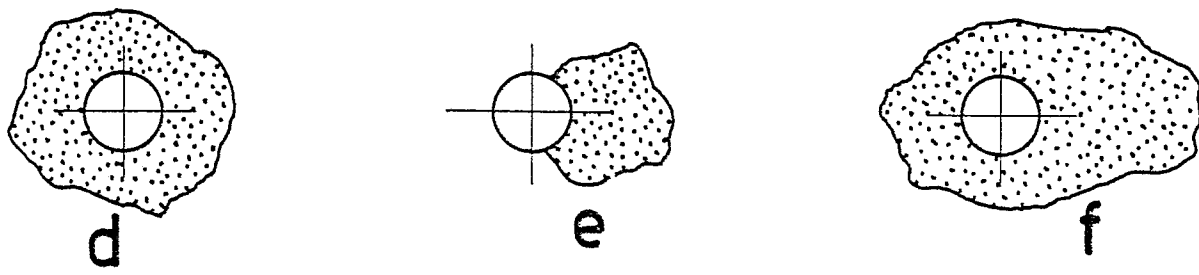
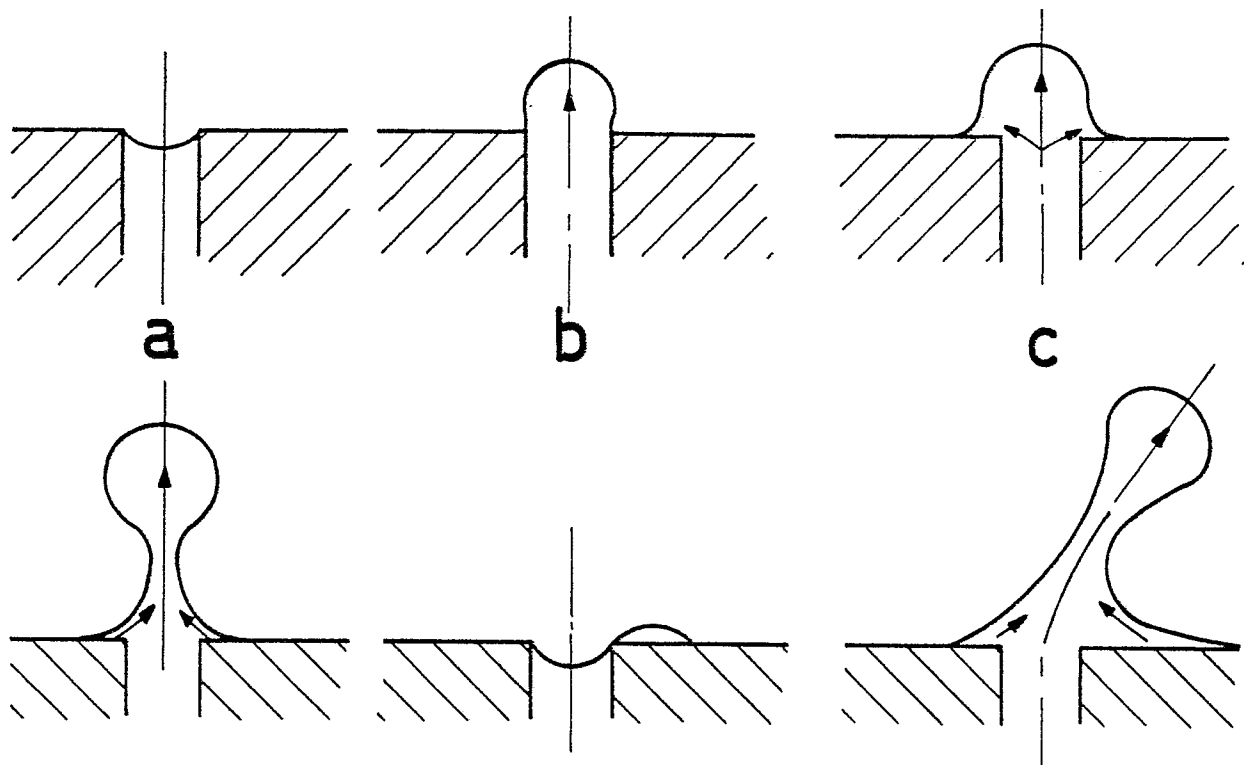


FIG.1

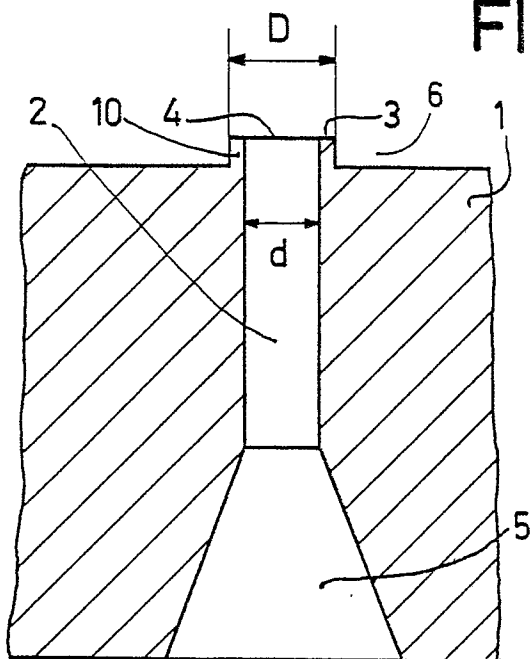


FIG.2

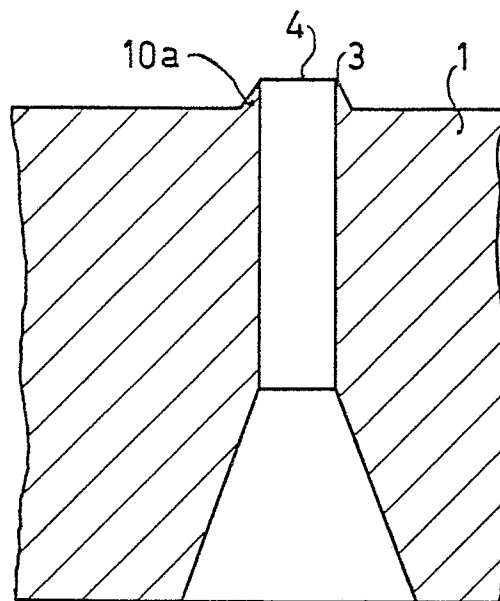
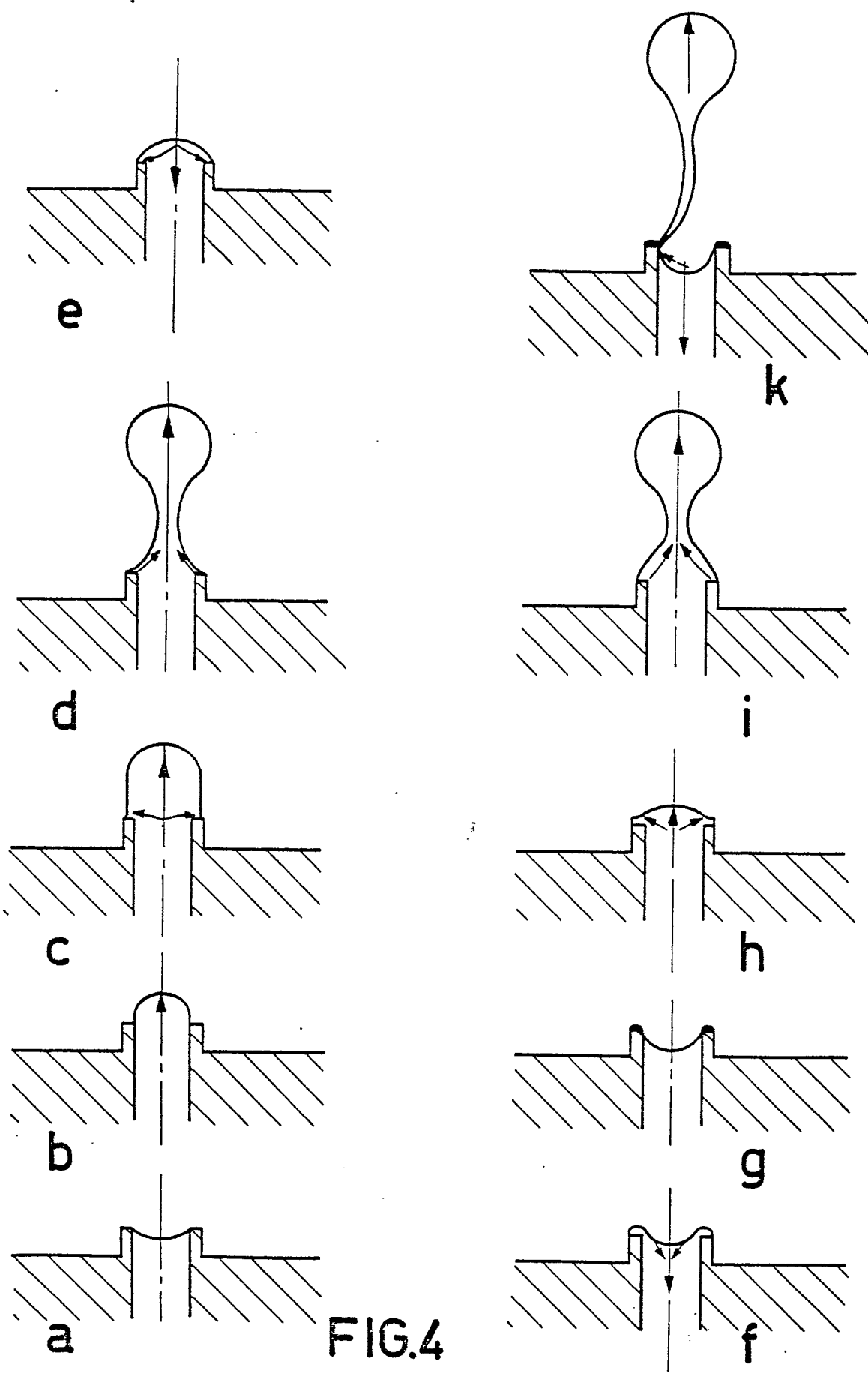


FIG.3



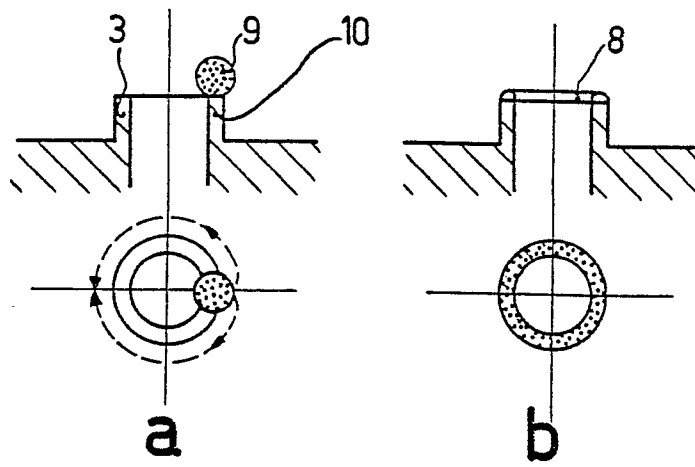


FIG. 5

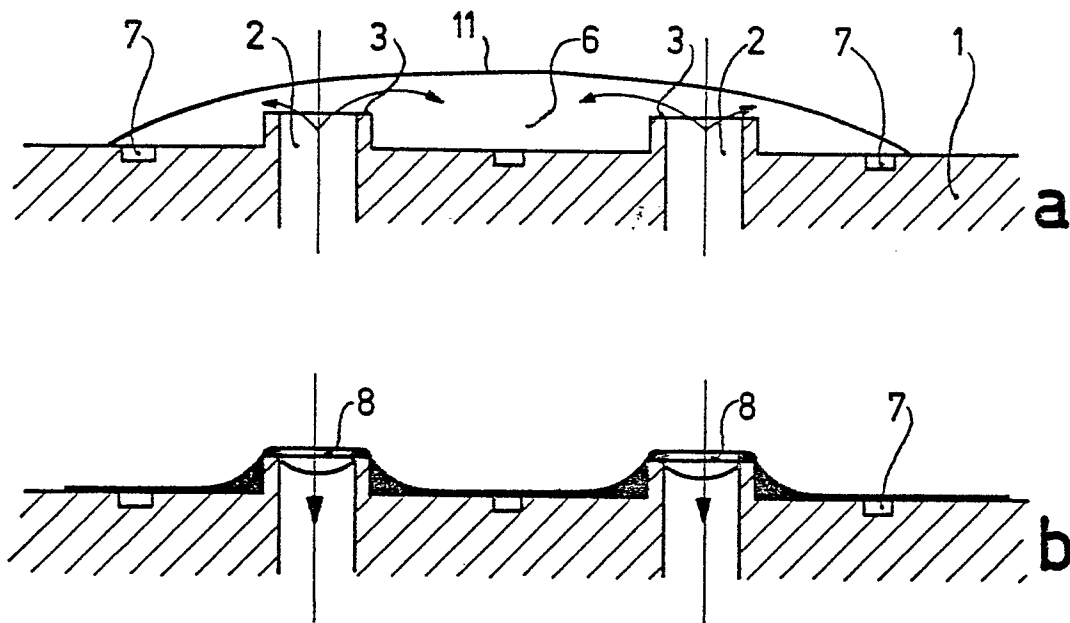


FIG. 6

Kategorie		Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile		EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (im CL)	
X	Y	CH - A - 363 667 (PAILLARD S.A.) * Seite 1, Zeile 65 bis Seite 2, Zeile 45; Figuren 1-5 *	--	US - A - 3 735 199 (E. ASCOLI) * Figur 3 *	--	US - A - 4 282 533 (BROOKS et al.) * Spalte 2, Zeilen 20 bis 27; Figuren 10, 11 *	----
Y	Y		2		2		
PA					4		
		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (im CL)		B 41 J 3/04		B 41 J	
		KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE					
		X: von besonderer Bedeutung Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument Z: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument					
		Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.					
		Abschlußdatum der Recherche		Prüfer		Rechenort	