

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 83810452.9

(51) Int. Cl.³: B 41 J 3/04

(22) Date de dépôt: 05.10.83

(30) Priorité: 08.10.82 CH 5914/82

(43) Date de publication de la demande:
25.04.84 Bulletin 84/17

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

(71) Demandeur: BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE
7 route de Drize
CH-1227 Carouge/Genève(CH)

(72) Inventeur: Vermot-Gaud, Jacques
23a, route de Certoux
CH-1258 Perly(CH)

(72) Inventeur: Genequand, Pierre
25, Mollebeau
CH-1209 Genève(CH)

(74) Mandataire: Dousse, Blasco et al,
7, route de Drize
CH-1227 Carouge/Genève(CH)

(54) Dispositif pour projeter des gouttelettes d'un liquide électriquement conducteur.

(57) Ce dispositif comporte une électrode (2) dont le diamètre est du même ordre de grandeur que la goutte à projeter, qui émerge à la surface d'un support (1) électriquement isolant. Ce support (1) est plongé dans un réservoir de liquide (3) présentant une ouverture (4). Le support (1) est disposé pour que sa face dans laquelle l'électrode (2) affleure se trouve à une certaine distance en retrait du plan de l'ouverture (4) afin qu'elle soit recouverte du liquide contenu dans le réservoir (3) dans lequel se trouve une contre-électrode (5). Ces électrodes (2, 5) sont reliées à une source de courant intermittent destiné à former un champ électrique à travers le liquide qui, en se concentrant sur la partie de l'électrode (2) émergeant du support (1) provoque la projection d'une goutte de liquide.

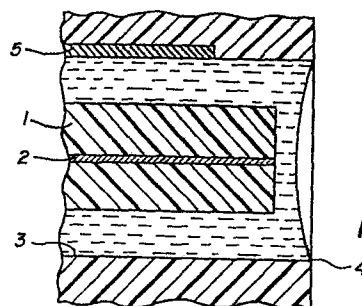


FIG. 1

DISPOSITIF POUR PROJETER DES GOUTTELETTES

D'UN LIQUIDE ELECTRIQUEMENT CONDUCTEUR

La présente invention se rapporte à un dispositif pour projeter des gouttelettes d'un liquide électriquement conducteur.

Il existe deux types de dispositifs pour projeter des gouttelettes de liquide, notamment d'encre dans les systèmes d'impression à jet d'encre. Un de ces types consiste à fractionner un jet sous pression en gouttelettes et suppose une source de liquide sous pression, une buse pour former un jet, des moyens pour induire des variations de pression à haute fréquence dans l'écoulement en vue de le fractionner, des moyens pour diriger les gouttelettes et des moyens de récupération et de recyclage de l'encre non utilisée. Il s'agit de dispositifs destinés de préférence à de grosses installations du fait qu'ils mettent en oeuvre des moyens relativement nombreux et complexes et en raison du débit important d'encre. Ils sont destinés à des machines telles que de grosses imprimantes d'ordinateurs ou de traitement de textes à très haute performance, dont le coût est en rapport avec un tel type de dispositif à jet d'encre.

L'autre de ces types permet de projeter des gouttelettes sur commande et comporte généralement des moyens pour créer une surpression dans une enceinte contenant le liquide à projeter et présentant une ouverture à travers laquelle le liquide est expulsé lorsque la pression dépasse la force de cohésion du ménisque formé par le liquide dans cette ouverture. Un tel dispositif est notamment décrit par le brevet US 3.832.579.

Ce type de dispositif a une fréquence de formation de gouttelettes limitée par la vitesse avec laquelle le ménisque peut se reformer après l'expulsion d'une goutte et qui est de l'ordre de 100×10^{-6} s.

Tous les dispositifs à jet d'encre connus utilisent un orifice relié à un réservoir pour projeter les gouttelettes. De tels dispositifs nécessitent un tube par gouttelette dans le cas d'une im-

primante à formation simultanée d'une pluralité de gouttelettes. Une matrice de tubes capable de réaliser cette projection simultanée pose des problèmes de réalisation évidents. En outre, les buses à travers lesquelles l'encre est projetée sont susceptibles de se boucher, 5 notamment après une période d'inaction.

Le but de la présente invention est de remédier au moins en partie aux inconvénients susmentionnés.

A cet effet, cette invention a pour objet un dispositif pour projeter des gouttes d'un liquide électriquement conducteur, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins une électrode dont le diamètre est du même ordre de grandeur (1) que celui des gouttes à projeter, affleurant à la surface d'un support électriquement isolant, une source de courant intermittent dont l'un des pôles est connecté à cette électrode, des moyens pour former une couche dudit liquide d'épaisseur déterminée, recouvrant au moins la surface dudit support où ladite électrode affleure et une seconde électrode en contact avec ladite couche et connectée à l'autre pôle de la source de courant intermittent pour former un champ électrique à travers ledit liquide, se concentrant sur la partie de l'électrode affleurant 20 à de la surface dudit support.

Les avantages du dispositif, objet de l'invention, sont nombreux. Les gouttelettes ne sont plus projetées à travers un trou mais sont détachées de la surface d'une couche de liquide. Dès lors la vitesse de reformation de la couche devient un facteur moins critique. 25 La formation d'une matrice pour la projection simultanée de gouttelettes peut être réalisée par exemple par une technique de circuit imprimé, la distance entre les électrodes génératrices de gouttelettes peut être réduite par rapport à une matrice de tubes. Il est possible de réaliser l'invention sous la forme d'une structure très plane. 30 Aucun transducteur n'est plus nécessaire pour créer la force apte à projeter les gouttelettes. Le coût de fabrication d'un tel dispositif est sensiblement réduit. De ce fait, les applications envisageables sont extrêmement nombreuses dans la mesure où ce coût est même inférieur à celui des dispositifs moins performants existants. 35 On peut ainsi envisager l'utilisation d'un tel dispositif pour des imprimantes de calculatrices de table, pour le marquage de date et d'heure sur des titres de transport, pour le marquage de date sur

des emballages de produits périssables, pour ne citer que quelques applications possibles parmi d'autres.

Le dessin annexé illustre, schématiquement et à titre d'exemple, différentes formes d'exécution du dispositif objet de la présente invention.

La fig. 1 est une vue en coupe d'une forme d'exécution.

Les figs 2a et 2b illustrent des schémas de circuits d'alimentation du dispositif.

La fig. 3 est une vue en coupe d'une autre forme d'exécution.

10 La fig. 4 est une vue de dessus de la fig. 3.

La fig. 5 est une vue en perspective avec arrachement d'une troisième forme d'exécution.

La fig. 6 est un schéma d'un circuit d'adressage d'une pluralité d'électrodes.

15 La fig. 7 est une vue en coupe d'une variante de la fig. 1.

Le dispositif illustré par la fig. 1 comporte un support 1 en forme de bloc cylindrique en un matériau isolant traversé axialement par un fil métallique 2 en un métal bon conducteur du courant électrique relié à l'un des pôles d'une source d'impulsions électriques illustrée par les figs 2a ou 2b. Ce bloc cylindrique 1 est disposé dans un réservoir 3, contenant de l'encre, en un matériau isolant de l'électricité, présentant une ouverture 4 dans laquelle l'encre contenue dans ce réservoir 3 est retenue par la force de cohésion de son ménisque. Une contre-électrode 5 est disposée quelque part dans le réservoir 3 à distance de l'électrode 2 et reliée à l'autre pôle de la source d'impulsions électriques.

Cette source d'impulsions peut présenter une source à tension élevée E comme illustré par la fig. 2a entre 500 et 1500 volts par exemple reliée à l'électrode 2. La contre-électrode 5 est connectée au collecteur d'un transistor haute tension T dont la base est reliée à une source d'impulsions basse tension (non représentée) avec des impulsions de 5 μ s et 5 volts par exemple à travers une résistance R_1 , une résistance R_2 étant connectée entre la base du transistor T et son émetteur. L'autre circuit illustré par la fig. 2b diffère du circuit de la fig. 1 par le fait que la source de tension E_1 est une source basse tension entre 5 et 15 volts par exemple, un transformateur élévateur TE est alors disposé entre cette source et

les électrodes 2 et 5. Le reste du circuit est identique à celui de la fig. 2a, mais utilise un transistor basse tension.

Dans une forme de réalisation pratique de l'invention, le fil métallique 2 servant d'électrode est constitué par un fil de platine de 20 μ m de diamètre disposé dans un bloc cylindrique isolant de 0,5 mm, le diamètre de l'ouverture 4 du réservoir 3 étant de 0,8 mm et la profondeur de la face d'extrémité du bloc isolant 1 au-dessous du niveau de l'ouverture 4 étant approximativement de 0,2 mm.

Les essais ont été réalisés avec une encre électriquement conductrice de divers types fabriqués par IBM, Varian ainsi que de l'encre mise au point par nos soins.

Le processus physique conduisant à la projection des gouttelettes n'est pas complètement expliqué, toutefois, il est vraisemblable que le processus d'éjection soit dû à la production de charges libres dans l'encre lors de l'établissement d'un champ électrique au voisinage de l'électrode 2. Comme on le sait, dans un électrolyte, l'apparition de charges libres est consécutif à l'apparition d'un gradient de résistivité. Or, étant donné qu'il y a une forte concentration de champ au voisinage de l'électrode 2 qui est assimilable à une pointe, la concentration du courant produit un chauffage de l'encre à proximité de cette pointe. Il en résulte une diminution de la résistivité, comme pour tout électrolyte dont la température s'élève, entre la portion de l'encre liquide adjacente à l'électrode 2 et le reste de la masse d'encre. Une force électrostatique annulaire est exercée à la surface du liquide, au droit du bord de l'électrode 2 et provoque l'éjection d'une goutte.

Les essais réalisés à l'aide du dispositif susmentionné ont montré que l'épaisseur de la couche de liquide recouvrant l'électrode joue un rôle relativement important dans la mesure où, avec une couche très mince de l'ordre de quelques dizaines de μ m, on obtient une pulvérisation du liquide alors qu'avec une couche de l'ordre de quelques dixièmes de mm on obtient très peu de gouttes parasites. La tension appliquée entre les électrodes 2 et 5 ainsi que la durée d'impulsion jouent un rôle sur la taille des gouttes. On a constaté que les tensions nécessaires peuvent varier entre environ 500 et 4000 volts, les essais ayant essentiellement été réalisés avec une alimentation variant entre 500 et 1500 volts. La durée des impulsions appli-

quées a été choisie à 5/ μ s.

La variante illustrée par la fig. 7 montre un dispositif en tous points semblable à celui de la fig. 1 devant l'ouverture duquel est placé un masque 17 présentant une ouverture centrale disposée vis-à-vis de l'électrode 2 mais dont le diamètre est très sensiblement supérieur à celui de cette électrode et donc également supérieur à la taille des gouttes. Ce masque est destiné à éviter une interaction entre le ménisque et l'air ambiant, notamment aux fréquences de fonctionnement élevées. En effet, cette interaction a pour effet la production de gouttes parasites et l'incorporation de bulles à la surface du liquide.

Les dimensions des diamètres du bloc cylindrique 1 et de l'ouverture 4 n'ont pas d'influence directe sur le processus de formation des gouttes. La dimension de l'ouverture 4 n'a une importance que dans le cas de l'utilisation d'un réservoir d'encre 3 avec une ouverture 4 disposée dans un plan vertical, étant donné que dans ce cas, le diamètre de l'ouverture 4 doit permettre à l'encre de former un ménisque stable, capable de résister à la pression statique exercée par le liquide contenu dans le réservoir 3.

Etant donné que les dimensions du bloc cylindrique 1 et de l'ouverture 4 n'ont pas d'influence sur le processus de formation des gouttes, il est donc possible d'imaginer d'autres structures que celle illustrée par la fig. 1.

C'est ainsi que, comme illustré par les figs 3 et 4, il est possible de former un ruban isolant 6 dans lequel se trouvent les électrodes 2. Le bord du ruban 6 présente une piste conductrice 7. Ce ruban peut être encre par un rouleau encreur (non représenté) pour former un film d'encre 8 à sa surface, ce film recouvrant une face du ruban isolant 6 étant en contact avec les électrodes 2 et la piste conductrice 7 de sorte qu'un champ électrique peut être établi à travers le film d'encre 8, dans les mêmes conditions que dans le cas de la fig. 1. Il est alors possible de former un ruban 6, sans fin, destiné à défiler vis-à-vis de la zone d'impression et de régénérer le film d'encre au fur et à mesure, les électrodes 2 étant reliées sélectivement à la source de courant. Bien entendu, dans un tel cas, il est possible de réaliser plusieurs rangées d'électrodes 2 parallèles.

En variante, comme illustré par la fig. 5, le support isolant peut être formé par un bloc fixe 9 sur une face duquel les électrodes 2 affleurent. L'encre est retenue dans un ruban 10 qui peut être constitué, par exemple, en un matériau plastique muni de perforations 5 11 remplies d'encre par un rouleau encreur (non représenté) appliqué contre la face inférieure du ruban 10 et dont la face supérieure présente une couche métallisée 12 et est destinée à former la contre électrode.

Bien entendu la couche métallisée 12 peut être formée de différentes pistes conductrices parallèles s'étendant longitudinalement 10 à la surface du ruban 10.

Le fait que l'encre n'est plus délivrée à travers une buse présente donc de gros avantages, notamment dans un dispositif à projection simultanée de plusieurs gouttes. En effet, la présence de trous, 15 nécessite en général des structures tubulaires séparées les unes des autres. La suppression de ces trous permet de rapprocher les électrodes 2 de manière à augmenter la densité de gouttes par unité de surface. Dans ces conditions, et en utilisant un système d'adressage pour alimenter les électrodes 2 on peut imaginer la réalisation de 20 matrices d'électrodes et leur excitation sélective. Il est dès lors possible, non seulement de former des caractères mais également des images, permettant par exemple la transmission d'images et de diagrammes à distance.

Un circuit d'adressage des électrodes 2 peut être par exemple 25 réalisé comme illustré par le schéma de la fig. 6. On reconnaît sur ce schéma les électrodes groupées en n séries pour former les électrodes 2_{1a} , 2_{1b} , 2_{1c} , 2_{1d} pour la première série, 2_{2a} , 2_{2b} , 2_{2c} , 2_{2d} pour la deuxième série et 2_{na} , 2_{nb} , 2_{nc} et 2_{nd} pour la nième série. Chaque électrode d'une même série est située à la jonction de deux 30 conducteurs 13_a , 13_b , 13_c , 13_d d'une part et A_1 , B_1 , C_1 , D_1 pour la première série, A_2 , B_2 , C_2 , D_2 pour la deuxième série et A_n , B_n , C_n , D_n pour la nième série. Par conséquent, les électrodes 2_{1a} , 2_{2a} , 2_{na} sont reliées à un même interrupteur 14_a , les électrodes 2_{1b} , 2_{2b} , 2_{nb} sont reliées à un même interrupteur 14_b , les électrodes 2_{1c} , 2_{2c} , 35 2_{nc} sont reliées à l'interrupteur 14_c et les électrodes 2_{1d} , 2_{2d} , 2_{nd} sont reliées à l'interrupteur 14_d . Les électrodes 2_1 , 2_2 , 2_n d'une même série sont reliées à un même interrupteur 15_1 respectivement

15_2 et 15_n par l'intermédiaire de l'encre conductrice contenue dans n réservoirs 16_1 respectivement 16_2 , 16_n . Bien entendu, dans le cas de la fig. 5, les réservoirs 16_1 à 16_n pourraient correspondre aux pistes conductrices 12 formées à la surface du ruban 10.

5 L'adressage de chaque électrode est obtenu en fermant tout d'abord l'interrupteur 15_1 et ceux des interrupteurs 14_a à 14_d correspondant aux électrodes que l'on désire mettre sous tension. Ensuite on ouvre l'interrupteur 15_1 et les interrupteurs 14_a à 14_d et on ferme l'interrupteur 15_2 et ceux des interrupteurs 14_a à 14_d correspon-
10 dant aux électrodes que l'on désire mettre sous tension.

La distance entre les électrodes doit être d'au moins 100 μ m pour éviter les interactions parasites entre électrodes. A cette distance entre électrodes actives et non actives, le potentiel de ces dernières est très inférieur au seuil d'activité. Le multiplexage
15 dans le temps des réservoirs ou des électrodes est facile puisque la durée des impulsions est de l'ordre de 2 à 5 μ s avec une fréquence maximum de 10^4 Hz.

Un tel circuit d'adressage peut être utilisé aussi bien pour une matrice d'électrodes que pour une ligne d'électrodes semblables
20 à celle illustrée par la fig. 5 par exemple.

Comme on a pu le constater, le dispositif, objet de l'invention, offre de très grands avantages sur la plupart des dispositifs existants. Ces avantages découlent essentiellement du fait que la goutte est projetée à partir d'une couche de liquide ne nécessitant plus
25 de buses et permettant de réaliser des structures planes. Pour un liquide donné, à part l'épaisseur de la couche de liquide, tous les paramètres influençant la formation des gouttes sont des paramètres électriques. En outre, le courant électrique agit directement sur le liquide, sans l'intermédiaire d'un transducteur. Aucune résistan-
30 ce parasite ne vient se mettre en série dans le circuit d'alimentation, toute la résistance électrique est concentrée dans la zone utile à fort gradient de champ.

Il y a également lieu de remarquer que la reformation du ménisque est indépendante du diamètre d'une buse et ne dépend plus que
35 des propriétés rhéologiques du liquide. On peut de ce fait estimer que la fréquence maximum de formation des gouttes peut être augmentée par rapport à un dispositif à jet d'encre à la demande utilisant

une buse.

L'énergie consommée par le dispositif objet de l'invention est très faible. Si on considère par exemple une résistance de l'électrode 2 et de l'encre qui lui est associée de 100000 ohms et une tension d'alimentation de 1000 volts, le courant instantané est:

$$I = \frac{1000 \text{ volts}}{100.000 \text{ ohms}} = 10 \text{ mA}$$

et la puissance instantanée est:

$$P = \frac{(1000)^2 \text{ V}}{100.000 \text{ ohms}} = 10 \text{ watts}$$

L'énergie consommée pendant une impulsion de 5 μs = 5×10^{-5} joules. Cette énergie peut encore être réduite, dans la mesure où la durée d'impulsion à pu être ramenée à $\approx 2 \mu\text{s}$.

REVENDICATIONS

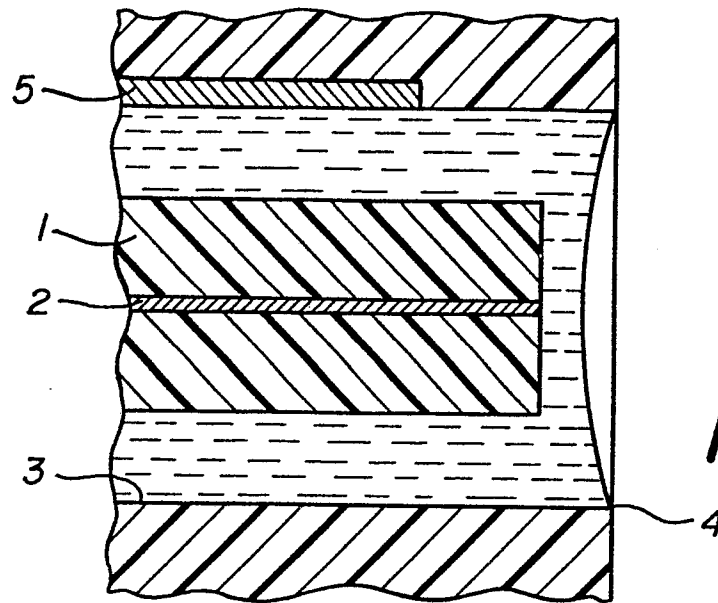
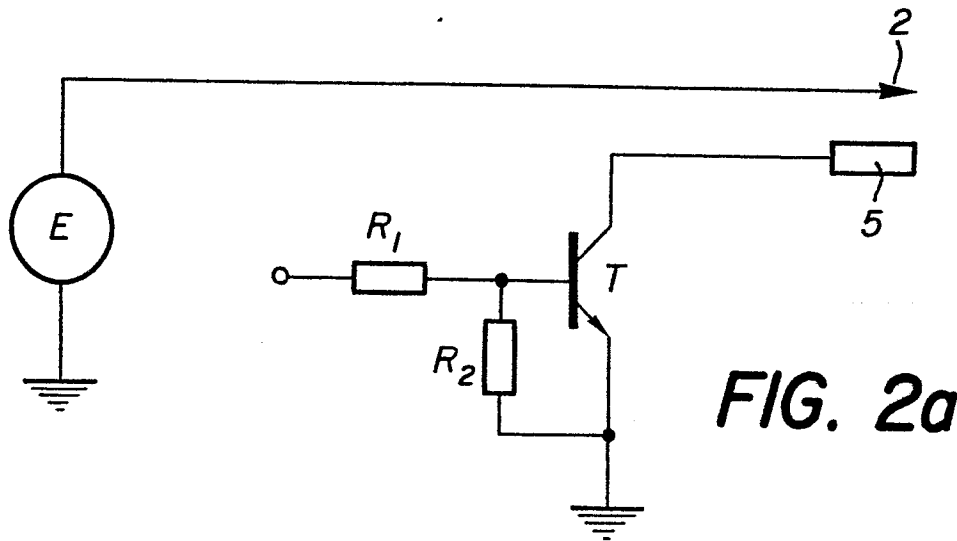
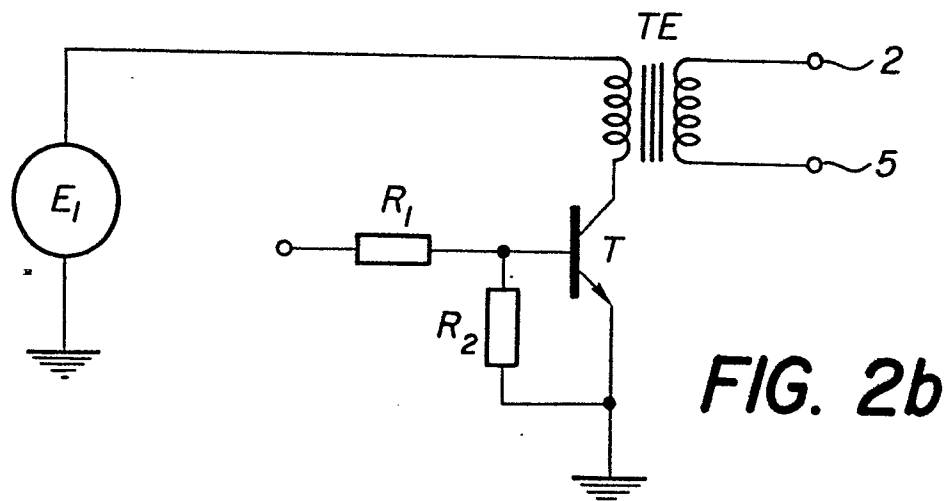
1. Dispositif pour projeter des gouttes d'un liquide électriquement conducteur, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins une électrode dont le diamètre est du même ordre de grandeur que celui des gouttes à projeter, affleurant à la surface d'un support électriquement isolant, une source de courant intermittent dont l'un des pôles est connecté à cette électrode, des moyens pour former une couche dudit liquide d'épaisseur déterminée, recouvrant au moins la surface dudit support où ladite électrode affleure et une seconde électrode en contact avec ladite couche et connectée à l'autre pôle de la source de courant intermittent pour former un champ électrique à travers ledit liquide, se concentrant sur la partie de l'électrode affleurant à la surface dudit support.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit support électriquement isolant est constitué par un ruban.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens pour former la couche dudit liquide sont constitués par un ruban isolant dont une face est destinée à venir en contact avec ledit support électriquement isolant et dont la face opposée est métallisée pour former ladite seconde électrode.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte un réservoir dudit liquide, une ouverture traversant une paroi latérale et dont la dimension est choisie pour que le ménisque formé par le liquide équilibre la pression statique exercée par la masse de ce liquide contenue dans ce réservoir, ledit support électriquement isolant étant constitué par un élément cylindrique traversé axialement par ladite électrode et dont la face dans laquelle émerge cette électrode est située en retrait par rapport au bord de ladite ouverture, d'une valeur correspondant à l'épaisseur désirée pour ladite couche de liquide.

1/2

**FIG. 1****FIG. 2a****FIG. 2b**

2/2

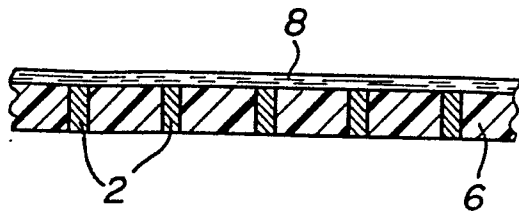


FIG. 3

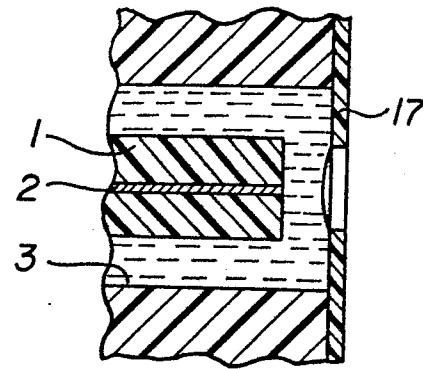


FIG. 7

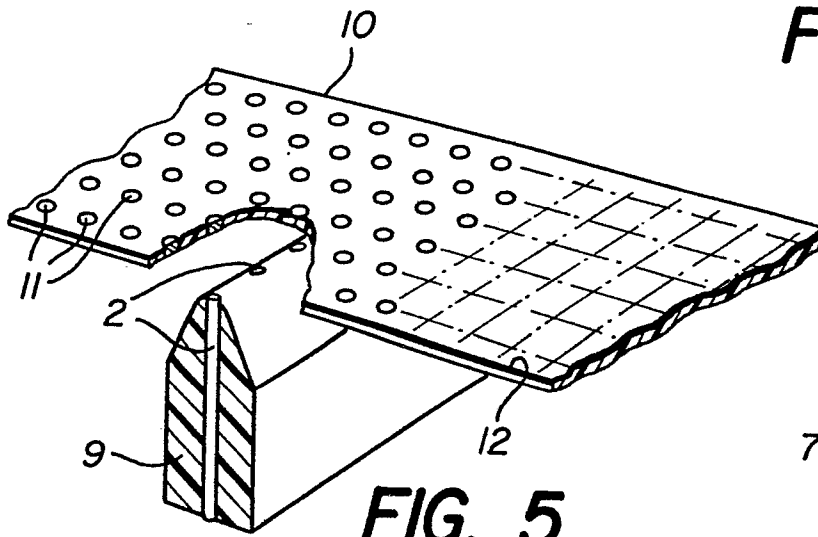


FIG. 5

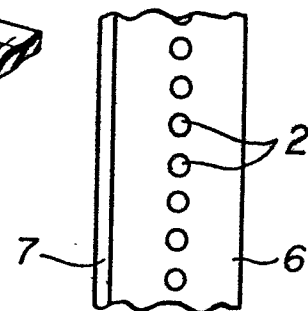


FIG. 4

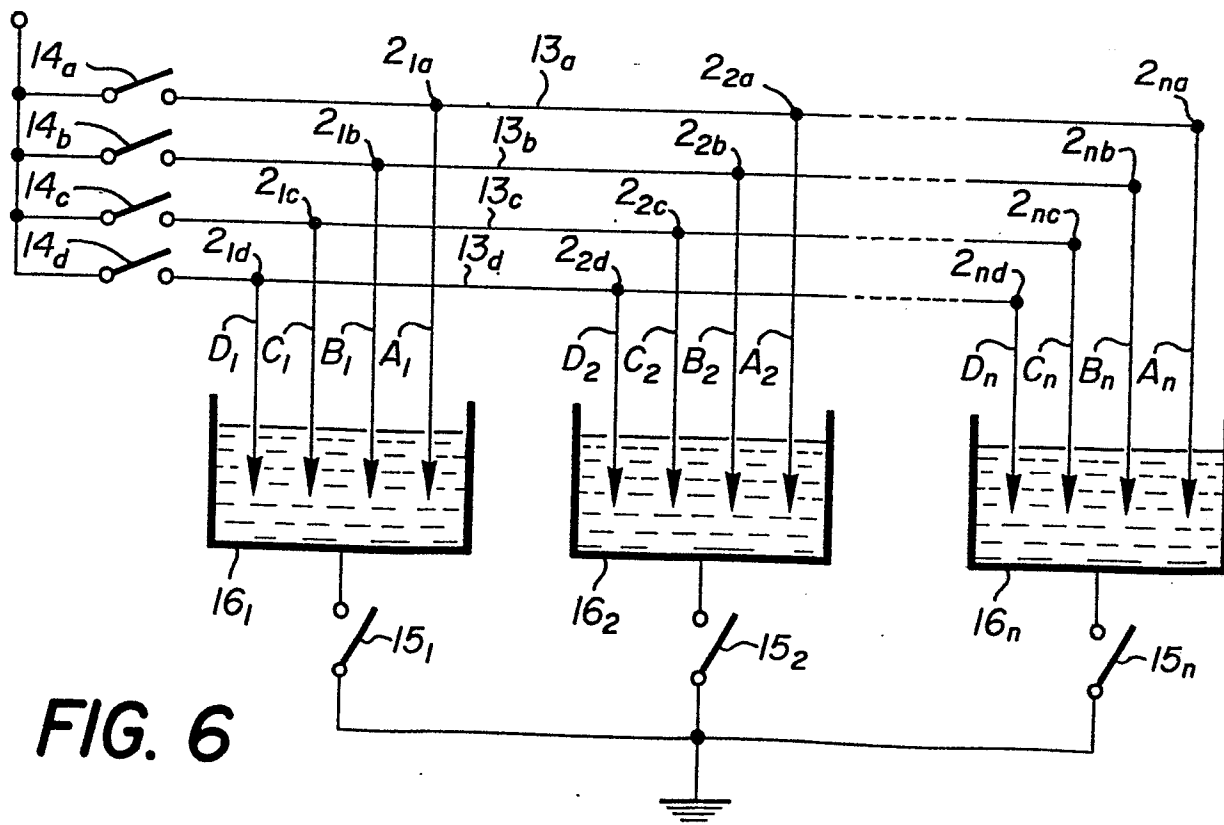


FIG. 6



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0106802

Numéro de la demande

EP 83 81 0452

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 7)
A	US-A-3 834 301 (J.-P. CROQUELOIS) * Colonne 2, ligne 51 - colonne 3, ligne 11; figures 3,4A,4B *	1-4	B 41 J 3/04
A	US-A-4 275 290 (P. CIELO)		
A	GB-A-1 484 368 (XEROX)		
A	GB-A-2 031 344 (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 7)
			B 41 J
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19-12-1983	Examineur VAN DEN MEERSCHAUT G
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	