



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑰ Numéro de dépôt : **92401840.1**

⑤① Int. Cl.⁵ : **B41J 2/025, B41J 2/075, B41J 2/115**

⑱ Date de dépôt : **29.06.92**

⑳ Priorité : **05.07.91 FR 9108482**

⑦② Inventeur : **Vago, Stéphane, Cabinet Ballot-Schmit**
7 rue Le Sueur
F-75116 Paris (FR)

④③ Date de publication de la demande : **07.01.93 Bulletin 93/01**

⑧④ Etats contractants désignés : **DE DK ES GB IT NL SE**

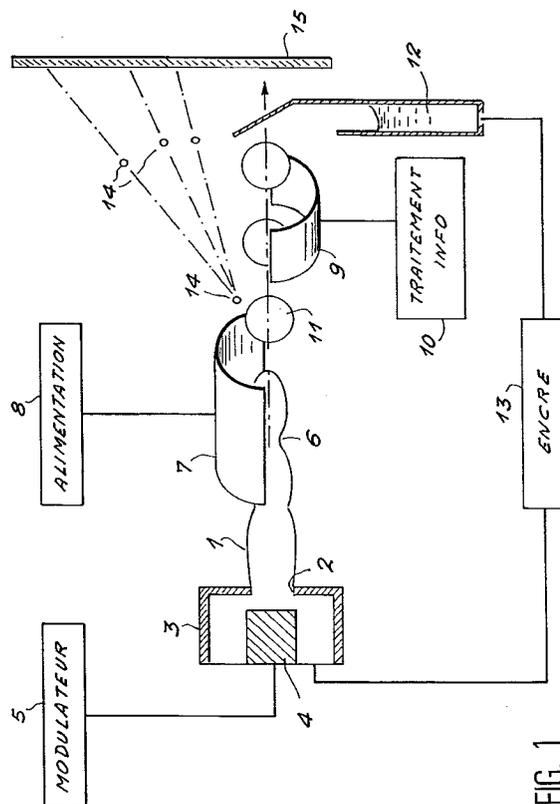
⑦④ Mandataire : **Ballot, Paul Denis Jacques et al Cabinet Ballot-Schmit, 7, rue le Sueur**
F-75116 Paris (FR)

⑦① Demandeur : **I M A J E S.A.**
9, rue Gaspard Monge Z.A. de l'Armaillier
F-26500 Bourg les Valence (FR)

⑤④ **Procédé de projection de liquide et dispositif d'impression haute-résolution dans une imprimante à jet d'encre continu mettant en oeuvre ce procédé.**

⑤⑦ La présente invention concerne un procédé de projection de liquide et un dispositif d'impression haute-résolution dans une imprimante à jet d'encre continu stimulé.

Un jet d'encre (1) est fractionné en gouttes (11) au voisinage d'un dispositif de charge (7) électrostatique de ces gouttes créant un champ électrique asymétrique par rapport à l'axe (D) du jet (1). Le procédé comprend tout d'abord la création d'une microgoutte (14) unique à l'extrémité amont d'une goutte principale, par application d'une tension de charge (V_M) supérieure à la tension de Rayleigh, dans le dispositif de charge lors de l'apparition de cette goutte principale. Ensuite, la déflexion de la microgoutte destinée à l'impression est obtenue par application d'une tension de charge (V_C) à la goutte principale suivante, inférieure à la tension de charge (V_M) et à la tension de Rayleigh, modulable en fonction de la trajectoire choisie pour la microgoutte vers le support d'impression (15).



La présente invention concerne un procédé de projection haute-précision de liquide et sa mise en oeuvre par un dispositif d'impression haute-résolution dans une imprimante à jet d'encre continu stimulé.

Un tel procédé de projection de liquide s'applique donc dans le domaine de l'impression haute-résolution, mais peut aussi s'appliquer dans le domaine du microdosage de substances utilisées, par exemple, lors du traçage de microcircuits imprimés ou lors de l'application de microgouttelettes de colle conductrice pour monter des composants électroniques sur un support ou pour assembler des grains de matière suivant une géométrie donnée. Une autre application intéressante concerne le microdosage de réactifs chimiques ou biologiques dans la fabrication de médicaments.

Dans le domaine des imprimantes haute-résolution, un procédé connu, décrit dans le brevet US 4068 241 d'Hitachi, se fonde sur l'apparition de petites gouttes, dites satellites, issues d'un court filament d'encre apparaissant à l'extrémité amont ou aval d'une goutte principale en fonction de la valeur de l'amplitude de la stimulation conduisant à la brisure du jet d'encre. Avant déflexion, le jet d'encre est constitué alors d'une suite alternée de gouttes principales et de gouttes satellites, le rapport des diamètres valant approximativement trois. Les gouttes satellites sont ensuite défléchies selon une technique de déflexion de type "binaire" : à chaque buse du système ne correspond qu'un seul point du motif à imprimer. En conséquence, de nombreux mouvements relatifs entre la tête d'impression et le support sont nécessaires pour recouvrir une surface donnée, ce qui constitue un inconvénient.

Quant aux gouttes principales non ou faiblement chargées, elles sont récupérées et recyclées par une gouttière vers le circuit d'encre.

De plus, ce procédé d'impression présente un autre inconvénient dû à sa forte sensibilité au processus de stimulation du jet d'encre. Il est difficile de maîtriser la reproductibilité des caractéristiques du dispositif de stimulation sans ajuster individuellement la réponse mécanique de chaque dispositif.

Dans la demande de brevet EP 0365454, déposée par la Demanderesse, est décrite une méthode d'impression haute-résolution mise en oeuvre dans une imprimante à jet d'encre continu stimulé, au moyen de gouttes satellites.

Un jet d'encre continu est fractionné en gouttes G_N sensiblement équidistantes et équidimensionnelles. Lors du passage d'une goutte principale G_n dans des électrodes de charge, l'application d'une tension électrique V_n appropriée permet, sous certaines conditions précises d'exploitation du jet, de détacher le filament amont de cette goutte principale G_n et donc de créer une goutte satellite S_n . On applique, pendant le temps de formation de la goutte principale suivante G_{n+1} , une tension V_{n+1} d'amplitude sensiblement éga-

le à V_n de façon à ce que la goutte satellite S_n reste suffisamment longtemps dans le jet entre les gouttes G_n et G_{n+1} pour traverser le champ électrique de déflexion situé en aval et être ainsi déviée vers le support d'impression. Les gouttes principales peu déviées sont recyclées dans le circuit d'encre.

La mise en oeuvre de ce procédé présente plusieurs inconvénients. Tout d'abord, la spécificité des conditions requises pour l'exploitation désirée du jet d'encre. D'autre part, la fréquence d'utilisation des gouttes satellites ne vaut que le tiers de cette employée pour la stimulation du jet : en effet, la goutte G_{n+1} , dont la charge électrique est sensiblement égale à celle de la goutte G_n , génère elle aussi une goutte satellite non utilisée pour l'impression, puisque la valeur de sa charge ne correspond généralement pas à un point du motif à imprimer. De plus, le confinement électrostatique proposé place la goutte satellite en situation d'équilibre instable, nuisant à la précision de la déflexion. Ce problème se trouve d'ailleurs aggravé par la longueur du trajet effectué par ces gouttes satellites qui passent entre les électrodes de charge puis dans le champ électrique de déflexion.

Le but de la présente invention est de pallier ces inconvénients en proposant un procédé de projection de liquide par jet continu, générant des microgouttes autrement qu'en agissant sur l'amplitude ou la fréquence de l'excitation conduisant à la brisure du jet et n'utilisant pas de moyen de déflexion supplémentaire en dehors de celle créée par l'interaction entre les gouttes dans le jet.

Pour cela, l'objet de l'invention est un procédé de projection de liquide haute résolution comportant une première étape de fractionnement du jet de liquide en gouttes, au voisinage d'un dispositif de charge électrostatique des gouttes, créant un champ électrique asymétrique par rapport à l'axe du jet, une seconde étape de création d'une microgoutte unique à l'extrémité amont d'une goutte principale par application d'une tension V_M déterminée dans le dispositif de charge et enfin une étape de déflexion de la microgoutte destinée à être utilisée par application d'une autre tension de charge V_c , inférieure à la tension V_M , sur la goutte principale suivant immédiatement la microgoutte.

L'invention concerne également un dispositif d'impression haute résolution dans une imprimante à jet d'encre continu stimulé mettant en oeuvre le procédé décrit ci-dessus comprenant :

- un réservoir d'encre sous pression doté d'au moins une buse d'éjection du jet d'encre selon la direction,
- des moyens de stimulation du jet fixant son point de brisure en gouttes d'encre au voisinage d'un dispositif de charge électrostatique connecté à un circuit d'alimentation,
- un circuit de détection connecté à un circuit de traitement des informations captées, placé au

voisinage des gouttes d'encre, après leur charge électrostatique par le dispositif, et

- une gouttière de récupération des gouttes non utilisées pour l'impression, aboutissant au circuit d'alimentation générale en encre,
- caractérisé en ce que le dispositif de charge comporte une électrode unique créant un champ électrique asymétrique par rapport à l'axe du jet d'encre.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'exemples particuliers de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins ci-annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un exemple de réalisation d'un dispositif d'impression dans une imprimante à jet d'encre continu stimulé, dans lequel est mis en oeuvre le procédé selon l'invention ;
- la figure 2a est un schéma illustrant le processus de création des microgouttes selon l'invention ;
- la figure 2b est un diagramme illustrant la forme des tensions électriques de charge appliquées aux gouttes d'encre principales, en vue de la création des microgouttes d'impression ;
- la figure 3a est un schéma illustrant le processus de création et de déflexion des microgouttes selon l'invention ;
- la figure 3b est un diagramme illustrant la forme des tensions électriques de charge appliquées aux gouttes d'encre, selon le procédé de l'invention ;
- les figures 4a à 4c sont des schémas d'exemples de réalisation du dispositif de charge des gouttes d'encre, selon l'invention.

Les éléments portant les mêmes références dans les différentes figures remplissent les mêmes fonctions en vue des mêmes résultats.

Le procédé de projection de liquide selon l'invention va être décrit à travers son application à une imprimante haute résolution.

La figure 1 est une vue schématique d'un exemple de réalisation d'un dispositif d'impression dans une imprimante haute-résolution à jet d'encre continu, mettant en oeuvre le procédé selon l'invention.

Il comporte un réservoir (3) d'encre sous pression doté d'une buse d'éjection (2) d'où s'échappe un jet d'encre (1). Un circuit résonateur (4), relié électriquement à un circuit de modulation (5) stimule le jet d'encre (1) et fixe son point de brisure (6). Au voisinage de ce point de brisure, on place un dispositif de charge électrique (7) connecté à son circuit d'alimentation (8), ce dispositif ayant la particularité d'induire un champ électrique asymétrique par rapport à l'axe (D) du jet. Afin de réaliser de façon permanente la synchronisation entre la fragmentation du jet d'encre (1) en gouttes (11) et l'application des tensions de

charge sur ces gouttes, un circuit de détection (9) est placé au voisinage du trajet des gouttes d'encre et est relié à un circuit (10) de traitement des informations captées.

5 Les gouttes d'encre principales (11), non utilisées pour l'impression, sont récupérées dans une gouttière (12) et renvoyées par une canalisation vers le circuit (13) d'alimentation générale en encre.

10 Quant aux microgouttes (14) dont on va voir le procédé de génération et de déflexion, elles poursuivent leur trajectoire jusqu'au support d'impression (15). Le procédé de projection selon l'invention utilise une propriété que possède une goutte de liquide conducteur, démontrée par Lord Rayleigh en 1882 (voir Adrian G. Bailey dans *Electrostatic Spraying of Liquids - Research Studies Press Ltd 1988*) : il existe une limite supérieure à la quantité de charge que peut recevoir une goutte de liquide conducteur. Cette limite est appelée limite de Rayleigh dans le cas où la goutte ne subit aucune influence extérieure. Au-delà de cette valeur limite de charge, la goutte, appelée goutte-mère, devient instable et éjecte une ou plusieurs microgouttes fortement chargées, ce qui a pour effet de ramener sa charge sous la valeur critique de Rayleigh.

20 Le procédé selon l'invention contrôle et utilise ce phénomène d'instabilité électrostatique d'une goutte de liquide conducteur dans le cas d'un jet continu et stimulé dans le but d'obtenir de façon parfaitement répétitive, l'éjection d'une microgoutte unique à l'extrémité amont d'une goutte-mère.

25 Le schéma illustrant ce processus de création des micro-gouttes selon l'invention est donné par la figure 2a.

30 Au voisinage du point de brisure (6) du jet de liquide conducteur (1), de l'encre en particulier, le dispositif d'électrodes de charge (7) produit un champ électrique non symétrique par rapport à l'axe (D) du jet et assigne aux gouttes-mères (20, 22 et 24) une charge électrique V_M de valeur déterminée afin d'expulser chacune une microgoutte, savoir les microgouttes (26 et 27) respectivement associées aux gouttes-mères (22 et 24), la microgoutte issue de la goutte (20) n'étant plus visible. Entre-temps, les gouttes principales (21, 23, et 25) ne reçoivent aucune charge électrique, de sorte que les forces de répulsion électrostatique existant entre les gouttes-mères (22 et 24) et les microgouttes associées (26 et 27) respectivement, conduisent celles-ci à être très rapidement captées par les gouttes principales non chargées (23 et 25) respectivement. En raison de l'asymétrie induite par la géométrie du dispositif de charge (7), - une simple électrode plane sur la figure 2a -, le point de capture (28) d'une microgoutte (26) par la goutte principale (23) immédiatement derrière se trouve légèrement dévié de l'axe (D) du jet d'encre.

55 Les valeurs des tensions électriques, transmises au dispositif de charge (7) par son circuit d'alimenta-

tion (8), sont représentées sur la figure 2b. En vis-à-vis de chaque goutte de la figure 2a est portée la tension de charge qui lui est affectée : V_M pour les gouttes-mères et zéro pour les gouttes principales.

Suivant le procédé de l'invention, la déflexion des microgouttes servant à l'impression est obtenue en chargeant électriquement, de manière appropriée, la goutte principale qui suit immédiatement chaque goutte-mère ayant créé une microgoutte : une telle goutte principale est appelée goutte de déflexion. En effet, à partir d'une valeur minimum $V_{c_{min}}$ de la tension électrique appliquée à la goutte de déflexion, la répulsion électrostatique créée entre cette goutte et la microgoutte la précédant, dans le jet d'encre, est suffisante pour éjecter cette dernière de l'axe (D) du jet, dans le sens défini par l'asymétrie du champ électrique créé par l'électrode de charge (7). Une variation continue de l'angle de la déflexion ainsi obtenue peut être contrôlée par variation de la quantité de charge appliquée à la goutte de déflexion.

S'il existe une tension minimum $V_{c_{min}}$ de charge des gouttes de déflexion pour obtenir la déflexion des microgouttes d'impression, il existe également une tension maximum $V_{c_{max}}$ au-delà de laquelle la forte interaction électrostatique entre les gouttes de déflexion et les gouttes-mères empêche alors l'expulsion des microgouttes par ces dernières, bien que la tension V_M appliquée aux gouttes-mères soit supérieure à la tension de Rayleigh, strictement définie en l'absence de toute influence. De plus, cette tension V_c , appliquée aux gouttes de déflexion est choisie inférieure à la tension de Rayleigh, de sorte qu'elles n'expulsent pas de microgouttes inutilisables, procurant une bonne vitesse d'impression au procédé selon l'invention.

La figure 3a est le schéma illustrant le processus de création et de déflexion des gouttes d'impression et la figure 3b est le diagramme illustrant les valeurs des tensions de charge appliquées aux gouttes du jet d'encre, selon l'invention.

Le jet d'encre (1) est brisé en gouttes principales (30 à 35). Les gouttes (30, 32 et 34) sont chargées électriquement par une tension V_M supérieure à la tension de Rayleigh pour créer des microgouttes (36, 37 et 38) respectivement. Deux de ces microgouttes (36 et 37) sont défléchies respectivement par les gouttes de déflexion (31 et 33) qui sont respectivement chargées par les tensions ($V_{c_{31}}$ et $V_{c_{33}}$). La goutte principale (35) n'étant pas chargée électriquement, elle absorbera la microgoutte (38) issue de la goutte (34). On remarquera que l'angle de déflexion des microgouttes dépend de la tension V_c qui est appliquée aux gouttes de déflexion. Ainsi la tension de charge ($V_{c_{33}}$) de la goutte (33), plus élevée que celle ($V_{c_{31}}$) de la goutte (31), explique la forte déflexion de la microgoutte (37) par rapport à celle de la microgoutte (36).

Quant aux gouttes-mères (30, 32 et 34), aux

gouttes de déflexion (31 et 33) et à la goutte (35) non chargée, étant non déviées vers le support, elles seront récupérées par la gouttière et recyclées dans le circuit d'encre.

On constate donc que l'impression d'un point déterminé du support (15) nécessite la participation de deux gouttes du jet d'encre associées à la séquence suivante : tension de charge de valeur sur-critique V_M , supérieure à la tension de Rayleigh, pour créer la microgoutte d'impression, puis tension de charge de valeur sous-critique V_c comprise entre $V_{c_{min}}$ et $V_{c_{max}}$, pour défléchir cette microgoutte.

Sur les figures 4a à 4c sont représentés schématiquement des exemples de réalisation du dispositif de charge des gouttes d'encre, selon trois géométries différentes mais induisant toutes un champ électrique non symétrique par rapport à l'axe (D) du jet d'encre (1).

Selon le premier exemple de la figure 4a, l'électrode (70) a la forme d'un demi-cylindre d'axe confondu avec l'axe (D) du jet d'encre (1) ; l'influence électrostatique est forte entre cette électrode (70) et le jet (1), permettant le fonctionnement de l'imprimante avec de faibles tensions de charge des gouttes d'encre. Selon le second exemple de la figure 4b, l'électrode (71) a la forme d'une plaque unique rectangulaire, d'axe longitudinal parallèle à l'axe (D) du jet (1). L'influence électrostatique entre l'électrode (71) et le jet (1) est moins élevée que dans le cas précédent mais la forme simple et le faible encombrement de l'électrode en facilite la réalisation et l'intégration à haute densité.

Le troisième exemple, selon la figure 4c, représente une solution de compromis entre l'efficacité de la première géométrie et la simplicité de la seconde. L'électrode de charge (72) est constituée de deux demi-plans se coupant suivant une direction parallèle à l'axe (D) du jet d'encre.

Le procédé de projection selon l'invention présente l'avantage de permettre un impact des gouttes de liquide sur le support beaucoup plus petit que le diamètre de la buse d'éjection accroissant par conséquent la précision du dispositif de mise en oeuvre, donc la résolution de l'imprimante dans le cas particulier décrit.

Il permet également une haute intégration du système de projection de liquide avec de moindres tolérances en comparaison de ses performances.

De plus, n'utilisant pas de moyen de déflexion supplémentaire, en dehors de celle créée par l'interaction électrostatique entre les gouttes du jet, le procédé permet de réduire le nombre d'éléments de la tête de projection de liquide et de simplifier chacun de ses éléments - une seule électrode de charge suffit -.

Un autre avantage réside dans l'impression des seules micro-gouttes avec une faible sensibilité aux variations de l'amplitude de stimulation du jet d'encre, puisque ces microgouttes ne sont pas générées par

action sur l'amplitude ou la fréquence de l'excitation conduisant à la brisure du jet d'encre.

Un autre avantage important du procédé selon l'invention est de permettre l'impression des gouttes d'encre en mode trame, contrairement aux procédés décrits dans l'art antérieur, c'est-à-dire qu'un seul jet d'encre permet l'impression de plusieurs lignes de points correspondant à la modulation de la déflexion desdites gouttes.

Grâce à l'invention, il est possible d'envisager des applications industrielles intéressantes. Tout d'abord le diamètre extrêmement petit des microgouttes d'impression autorise la conception d'une imprimante utilisable dans tous les domaines requérant une qualité d'impression quasi-photographique. Un prototype d'imprimante réalisé par la Demanderesse a permis d'obtenir des microgouttes d'impression de diamètre inférieur à 10 microns pour un diamètre de buse d'éjection valant 35 microns.

De plus, la possibilité de moduler sélectivement l'angle de déflexion de chaque microgoutte d'impression permettra, grâce à un algorithme de commande approprié, une impression de très grande qualité sur des supports de forme complexe.

Le marché de la décoration industrielle, nécessitant à la fois une haute résolution et une grande vitesse d'impression, peut également être abordé puisque le faible nombre et la simplicité des éléments requis pour le procédé d'impression selon l'invention autorisent leur intégration à haute densité au sein de modules multijet.

L'invention n'est nullement limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit, comprenant bien évidemment les équivalents techniques des moyens et de leurs combinaisons si elles sont effectuées dans l'esprit de l'invention et mises en oeuvre dans le cadre des revendications suivantes. C'est ainsi que l'invention peut être mise en oeuvre dans un dispositif d'impression à plusieurs jets d'encre continu simultanés qui seraient éjectés par un même nombre de buses associées à un même réservoir.

L'invention peut aussi être appliquée dans le traçage de circuits imprimés, le montage de composants électroniques ou dans la fabrication de médicaments comme cela a été dit auparavant.

Revendications

1. Procédé de projection de liquide mis en oeuvre dans un dispositif à jet continu stimulé, comportant une première étape de fractionnement du jet (1) sortant d'une buse (2) en gouttes (11) au voisinage d'un dispositif de charge électrostatique (7) des gouttes (11), caractérisé en ce qu'il comprend les autres étapes successives suivantes :
 - création dans ledit dispositif de charge élec-

trostatique (7) d'un champ électrique asymétrique par rapport à un axe de propagation (D) du jet (1) de la buse (2),

- création d'une microgoutte (14) unique à l'extrémité amont d'une goutte principale (11) par application audit dispositif de charge électrostatique (7) d'une tension de charge (V_M) déterminée, supérieure à la tension de Rayleigh lors de l'apparition de cette goutte principale (11), et
- déflexion de la microgoutte (14), destinée à être utilisée, par application d'une tension de charge (V_C), inférieure à la tension de charge (V_M) et à la tension de Rayleigh, sur la goutte principale qui suit immédiatement la microgoutte créée.

2. Procédé de projection selon la revendication 1 caractérisé en ce que la tension de charge (V_C), servant à la déflexion de ladite microgoutte (14) est modulable en amplitude en fonction de la trajectoire choisie pour ladite microgoutte vers un support d'utilisation.
3. Dispositif d'impression haute résolution dans une imprimante à jet d'encre continu stimulé mettant en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 2, comprenant :
 - un réservoir (3) d'encre sous pression doté d'au moins une buse (2) d'éjection du jet d'encre (1) selon la direction (D),
 - des moyens (4, 5) de stimulation du jet (1) fixant son point de brisure (6) en gouttes d'encre (11) au voisinage d'un dispositif de charge électrostatique (7) connecté à un circuit d'alimentation (8),
 - un circuit de détection (9) connecté à un circuit (10) de traitement des informations captées, placé au voisinage des gouttes d'encre, après leur charge électrostatique par le dispositif (7), et
 - une gouttière (12) de récupération des gouttes non utilisées pour l'impression, aboutissant au circuit (13) d'alimentation générale en encre,
 - caractérisé en ce que le dispositif de charge (7) comporte une électrode unique créant un champ électrique asymétrique par rapport à l'axe (D) du jet d'encre (1).
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'électrode de charge (70) a la forme d'un demi-cylindre d'axe parallèle à l'axe (D) du jet d'encre (1).
5. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'électrode de charge (71) a la forme d'une plaque parallèle à l'axe (D) du jet d'encre (1).

6. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'électrode de charge (71) a la forme de deux demi-plans se coupant selon une direction parallèle à l'axe (D) du jet d'encre (1).

5

10

15

20

25

30

35

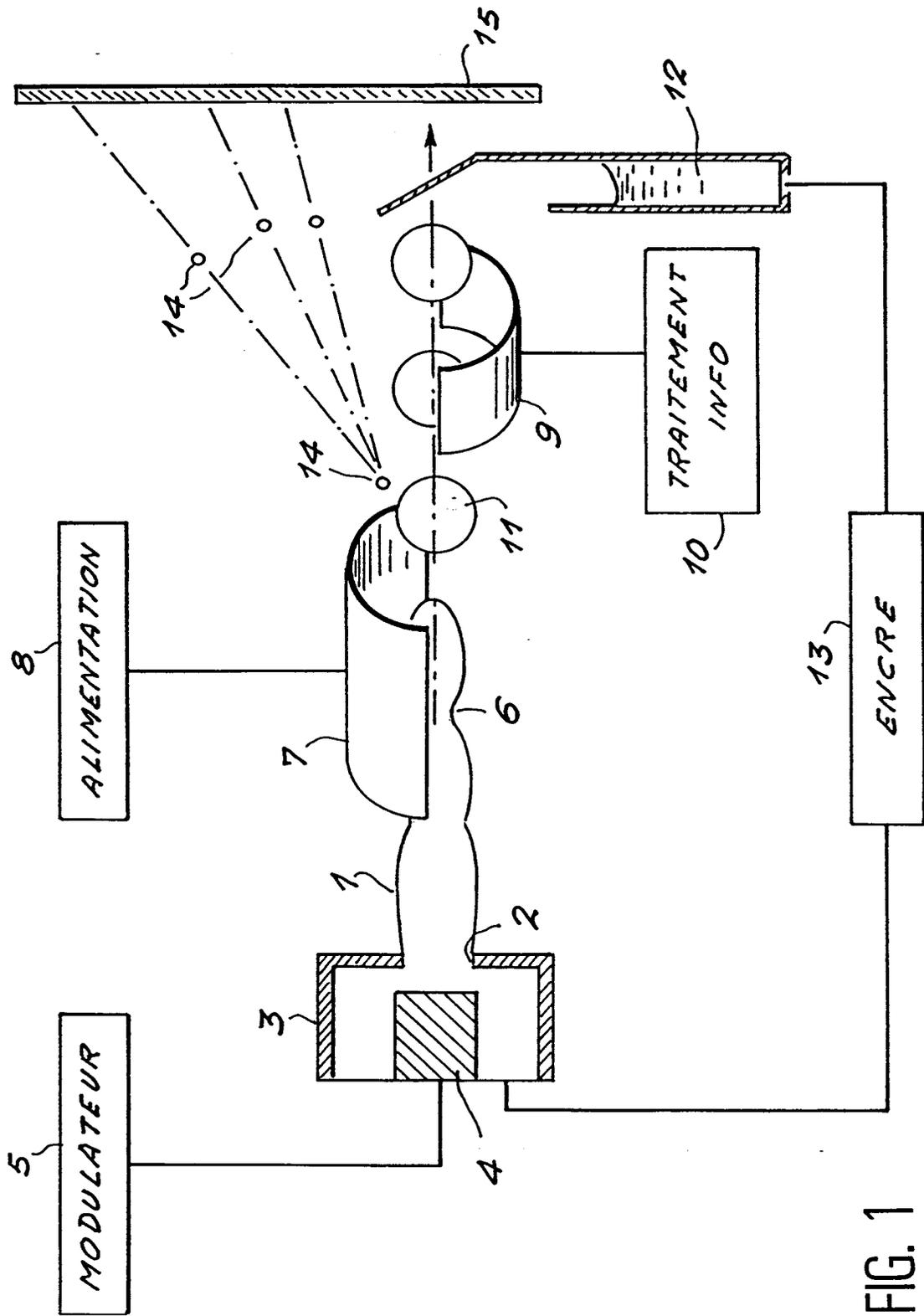
40

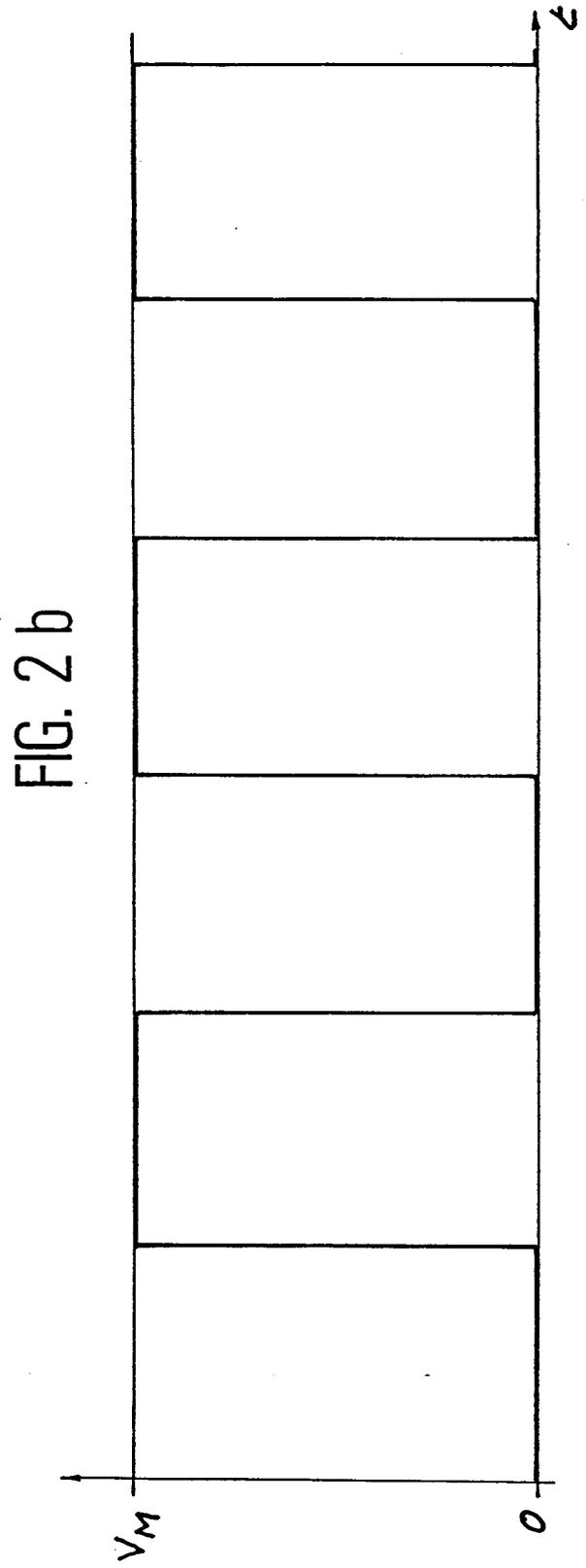
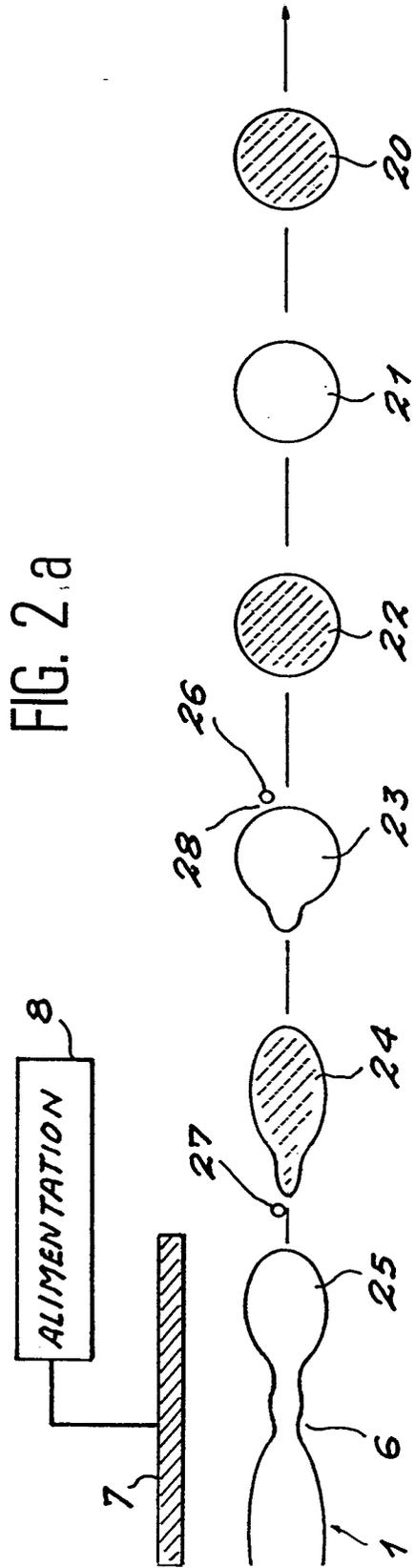
45

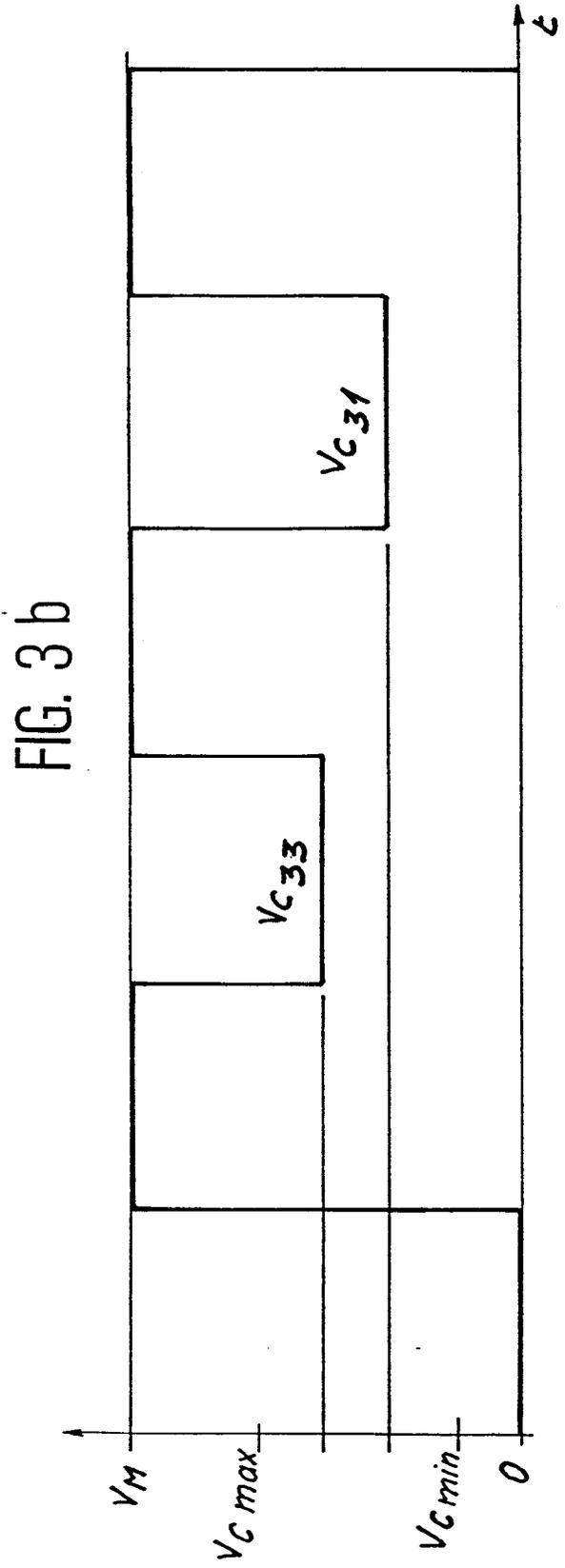
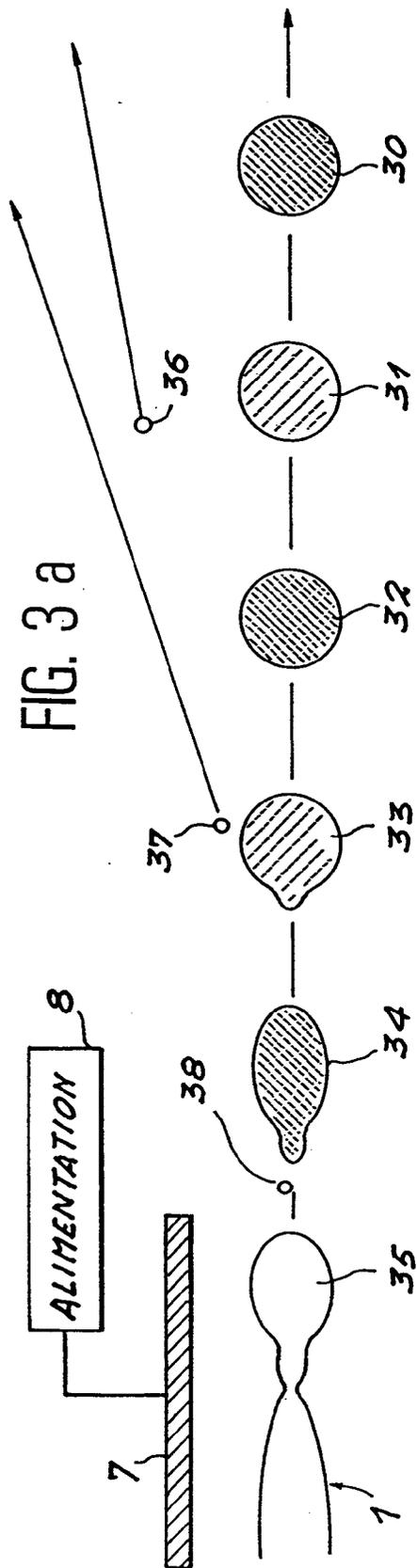
50

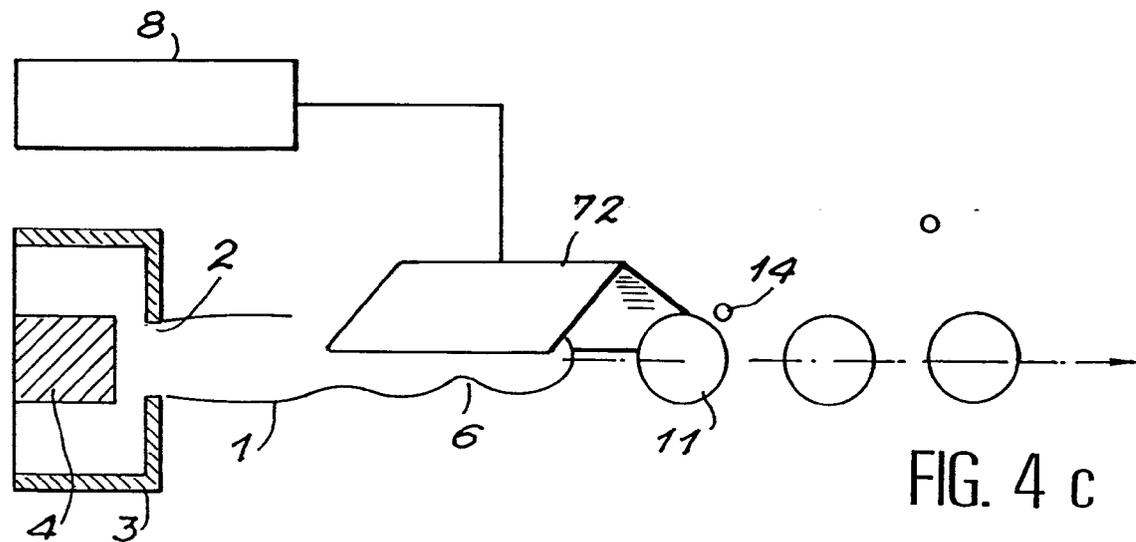
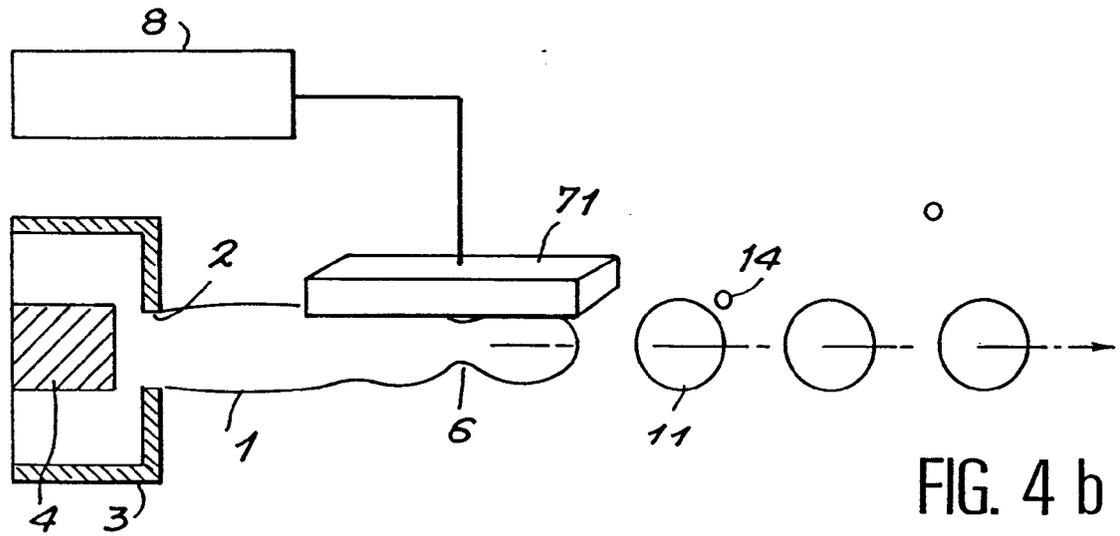
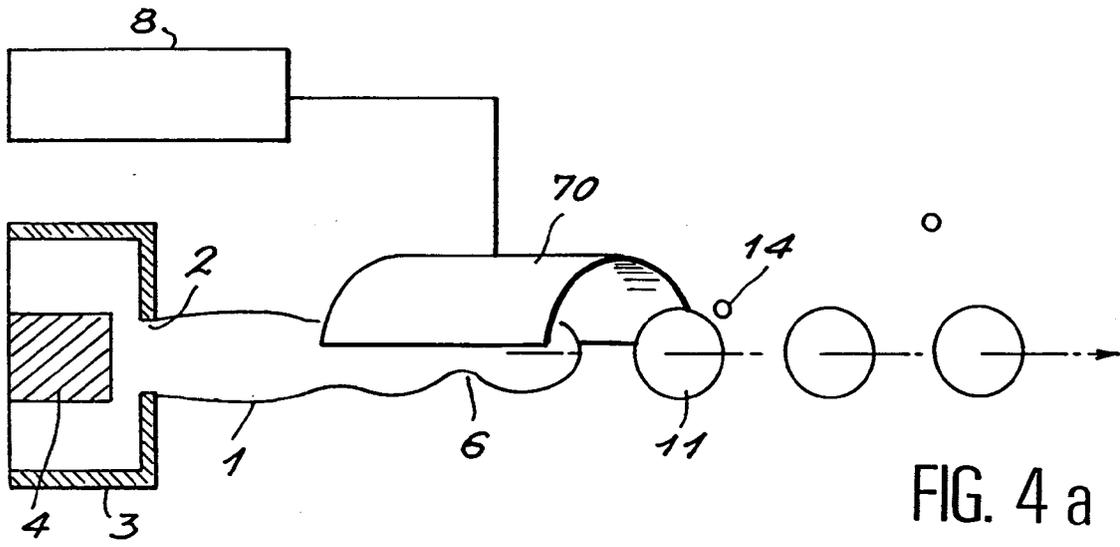
55

6











Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 1840

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.5)
D,A	EP-A-0 365 454 (IMAJE) * colonne 4, ligne 20 - colonne 6, ligne 39; revendication 1; figures 1-6E * ---	1-3	B41J2/025 B41J2/075 B41J2/115
D,A	US-A-4 068 241 (T.YAMADA) * colonne 2, ligne 33 - colonne 4, ligne 44; revendication 1; figures 1-4 * ---	1-3	
A	US-A-4 367 476 (S.SAGAE) * abrégé; figures 1,2 * -----	1-3	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			B41J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 02 SEPTEMBRE 1992	Examineur DUCREAU F.
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	

EPO FORM 1503 01.82 (P/0402)