

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 106 357 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
18.01.2006 Bulletin 2006/03

(51) Int Cl.:
B41J 2/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **00403350.2**

(22) Date de dépôt: **30.11.2000**

(54) **Procédé et imprimante avec masquage de défauts**

Verfahren und Drucker mit Fehlermaske

Method and printer with fault masking

(84) Etats contractants désignés:
BE DE ES FR GB IT

(30) Priorité: **03.12.1999 FR 9915270**

(43) Date de publication de la demande:
13.06.2001 Bulletin 2001/24

(73) Titulaire: **IMAJE S.A.**
26501 Bourg-les-Valence (FR)

(72) Inventeur: **Dunand, Alain**
38000 Grenoble (FR)

(74) Mandataire: **Brykman, Georges**
c/o Société de Protection des Inventions,
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 036 789 WO-A-97/06009
US-A- 4 321 607 US-A- 4 847 631
US-A- 4 849 909 US-A- 4 897 667
US-A- 5 402 164

EP 1 106 357 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se situe dans le domaine des imprimantes à jet d'encre dans lesquelles des gouttes d'encre sont formées et électriquement chargées puis déviées pour aller frapper un substrat d'impression. Elle concerne un procédé destiné à masquer ou réduire des défauts de lignage et l'imprimante appliquant un tel procédé.

Arrière plan technologique

[0002] Il est connu qu'un jet d'encre sous pression éjecté par une buse d'impression peut être brisé en une succession de gouttes individuelles chaque goutte étant chargée de façon individuelle, de façon contrôlée. Sur le trajet de ces gouttes ainsi individuellement chargées, des électrodes de potentiel constant dévient plus ou moins les gouttes selon la charge qu'elles possèdent. Si une goutte ne doit pas atteindre le substrat d'impression, sa charge est contrôlée de telle sorte qu'elle est déviée vers un récupérateur d'encre. Le principe de fonctionnement de telles imprimantes à jet d'encre est bien connu et est décrit par exemple dans le brevet US-A-4 160 982. Comme décrit dans ce brevet et représenté figure 1, une telle imprimante comporte un réservoir 11 contenant de l'encre électriquement conductrice 10 qui est distribuée par un canal de distribution 13 vers un générateur de gouttes 16. Le rôle du générateur de gouttes 16 est de former à partir de l'encre sous pression contenue dans le canal de distribution 13 un ensemble de gouttes individuelles. Ces gouttes individuelles sont électriquement chargées au moyen d'une électrode de charge 20 alimentée par un générateur de tension 21. Les gouttes chargées passent au travers d'un espace compris entre deux électrodes de déviation 23, 24 et selon leur charge sont plus ou moins déviées. Les gouttes les moins ou non déviées sont dirigées vers un récupérateur 22 d'encre tandis que les gouttes déviées sont dirigées vers un substrat 27. Les gouttes successives d'une salve atteignant le substrat 27 peuvent ainsi être déviées vers une position extrême basse, une position extrême haute et des positions intermédiaires successives, l'ensemble des gouttes de la salve formant un trait vertical de hauteur Δx sensiblement perpendiculaire à une direction d'avancée relative de la tête d'impression et du substrat. La tête d'impression est formée par le générateur de gouttes 16, l'électrode de charge 20, les électrodes de déviation 23, 24 et le récupérateur 22. Cette tête est en général enfermée dans un capotage non représenté. Le mouvement de déviation imprimé aux gouttes chargées par les électrodes de déviation 23, 24 est complété par un mouvement selon un axe Y perpendiculaire à l'axe X, entre la tête d'impression et le substrat. Le temps écoulé entre la première et la dernière goutte d'une salve est très court. Il en résulte que malgré un mouvement continu entre la tête d'impression et le substrat, on peut considérer que

le substrat n'a pas bougé par rapport à la tête d'impression pendant le temps d'une salve. Les salves sont tirées à intervalles spatiaux réguliers. Si toutes les gouttes de chaque salve étaient dirigées vers le substrat on imprimerait une succession de traits de hauteur ΔX . En général seules certaines gouttes d'une salve sont dirigées vers le substrat. Dans ces conditions, la combinaison du mouvement relatif de la tête et du substrat, et de la sélection des gouttes de chaque salve qui sont dirigées vers le substrat permet d'imprimer un motif quelconque tel que celui représenté en 28 sur la figure 1. Si le trait que l'on trace avec les gouttes d'une salve est dans une direction X, le mouvement relatif de la tête et du substrat est, dans le plan du substrat dans une direction Y perpendiculaire à X. Les gouttes non déviées sont dirigées vers le récupérateur selon une trajectoire Z perpendiculaire au plan x, y du substrat. Les gouttes imprimées arrivent sur le substrat en suivant des trajectoires légèrement déviées par rapport à la direction Z.

[0003] Si le mouvement relatif de la tête et du substrat s'effectue en continu selon la dimension la plus grande du substrat, il y aura en général plusieurs têtes d'impression imprimant des bandes parallèles les unes aux autres. Un exemple d'une telle utilisation est représenté sur les figures 1 et 2 du brevet délivré à IBM sous le numéro FR 2 198 410.

[0004] Si le mouvement relatif de la tête d'impression et du substrat dans la direction Y s'effectue selon la dimension la plus petite du substrat, l'impression est réalisée bande par bande le substrat ayant un mouvement d'avance intermittent dans la direction X après chaque balayage. Le mouvement relatif de la tête d'impression et du substrat est appelé mouvement de balayage. Le mouvement de balayage se compose ainsi d'un mouvement d'aller et de retour entre un premier bord du substrat et un second bord du substrat. Le mouvement entre un bord et l'autre bord du substrat permet d'imprimer à la volée une bande de hauteur L ou assez souvent une partie de la bande de hauteur ΔX , ΔX étant le plus souvent un sous-multiple de L. L'ensemble des bandes successivement imprimées constitue ainsi le motif à imprimer sur le substrat. Après chaque impression d'une bande ou de partie de bande, le substrat est avancé de l'espace compris entre deux bandes ou partie de bande pour impression de la bande ou partie de bande suivante. L'impression peut se faire à l'aller simplement ou à l'aller et au retour du mouvement de la tête d'impression par rapport au substrat.

[0005] Lorsque le graphisme à imprimer est coloré, les nuances multiples de couleurs sont le résultat de la superposition et de la juxtaposition des impacts d'encre provenant de buses alimentées par des encres de différentes couleurs. Le système de déplacement relatif du substrat par rapport aux têtes d'impression est réalisé de façon telle qu'un point donné du substrat est présenté successivement sous les jets d'encre de chacune des couleurs. Le système d'impression présente généralement plusieurs jets de la même encre fonctionnant simultanément.

ment, soit par la juxtaposition de têtes multiples, soit par l'utilisation de têtes multijets, soit enfin par la combinaison de ces deux types de têtes afin de parvenir à des cadences d'impressions élevées. Dans ce cas, chaque jet d'encre imprime une partie limitée du substrat. Les gouttes peuvent être produites, de façon continue, comme décrit ci-dessus en liaison avec la figure 1. Elles peuvent aussi être produites "à la demande", c'est-à-dire uniquement quand elles sont nécessaires pour les besoins de l'impression. Dans ce cas, un circuit de récupération d'encre non utilisée n'est pas nécessaire. Les moyens connus de commande des différents jets seront maintenant décrits en référence à la figure 2.

[0006] Le motif à imprimer est défini par un fichier numérique. Ce fichier peut être formé à l'aide d'un scanner, d'une palette graphique de création assistée par ordinateur (CAO), transmis au moyen d'un réseau informatique d'échanges de données, ou, tout simplement, lu à partir d'un périphérique de lecture de support de stockage de données numériques (disque optique, CD-ROM). Le fichier numérique représentant le motif coloré à imprimer est tout d'abord scindé en plusieurs motifs binaires (ou bitmap) pour chacune des encres. Il convient de noter que le cas du motif binaire est un exemple non limitatif ; dans certaines imprimantes, le motif à imprimer est de type "contone", c'est-à-dire que chaque position peut être imprimée par un nombre de gouttes variable de 1 à M. Une partie du motif binaire est extraite du fichier pour chacun des jets correspondants à la largeur de la bande qui va être imprimée. Sur la figure 2 où l'on s'intéresse à l'électronique de commande d'un jet, on a représenté en 1 une mémoire de stockage du motif numérique découpée en bande, cette mémoire de stockage contenant les indications relatives à une couleur. Pour l'impression de chaque bande, une mémoire intermédiaire 2 reçoit les données nécessaires pour l'impression de la bande par ladite couleur. Les données descriptives de la bande à imprimer sont ensuite introduites dans un calculateur 3 des tensions de charge des différentes gouttes qui vont former la bande relativement à cette couleur. Ces données sont introduites dans le calculateur sous forme d'une succession de descriptifs des trames qui ensemble vont constituer la bande. Le calculateur 3 des tensions de charge des gouttes se présente souvent sous la forme d'un circuit intégré dédié. Ce calculateur 3 calcule en temps réel la séquence de tensions à appliquer aux électrodes de charge 20 pour imprimer une trame donnée définie par son descriptif de trame, tel que chargé à partir de la mémoire intermédiaire 2. Un circuit électronique aval 4, appelé séquenceur de charge de gouttes, assure la synchronisation des tensions de charge avec d'une part, les instants de formation de gouttes et, d'autre part, l'avance relative de la tête d'impression et du substrat. L'avance du substrat par rapport à la tête est matérialisée par une horloge de trame 5 dont le signal est dérivé du signal d'un codeur incrémental de position de l'unité d'impression relativement au substrat. Le séquenceur 4 de charge des gouttes reçoit également un signal d'une hor-

loge de gouttes 6. Cette horloge de gouttes est synchrone avec le signal de commande du générateur de gouttes 16. Elle permet de définir les instants de transitions des différentes tensions de charges appliquées aux gouttes pour différencier leurs trajectoires. Les données numériques en provenance du séquenceur 4 de charge des gouttes sont converties en valeur analogique par un convertisseur numérique analogique 8. Ce convertisseur délivrant un niveau de tension bas nécessite en général la présence d'un amplificateur haute tension 21 qui va alimenter les électrodes de charge 20. Les illustrations de l'art antérieur données en référence aux figures 1 et 2, sont destinées à bien faire comprendre le domaine et l'apport de l'invention, mais il est évident que l'art antérieur n'est pas limité aux descriptions faites en référence à ces figures. D'autres arrangements des électrodes et des collecteurs de récupération des gouttes d'encre non utilisées sont décrits dans une littérature abondante. Un arrangement électromécanique des buses d'impression de l'électrode de charge et des électrodes de déviation tel que décrit dans le brevet d'invention n° FR 2 198 410 délivré à International Business Machine Corporation (IBM) en référence aux figures 1 à 3 de ce brevet pourrait parfaitement être utilisé dans la présente invention. De même, le circuit électronique de commande des électrodes de charge pourrait être illustré par le circuit décrit en relation avec la figure 4 de ce même brevet. Egalement, les données à imprimées pourraient ne pas se présenter sous forme de fichiers binaires, mais sous formes de fichiers contenant des mots de plusieurs bits, pour traduire le fait que chaque position du substrat peut recevoir plusieurs gouttes d'encre de la même couleur. On comprend que pour une impression, en particulier en couleur, la nécessaire superposition des gouttes provenant des différentes buses délivrant les différentes couleurs d'encre doit être très précise. Les défauts principaux d'impression qui sont générés par tous les systèmes d'impression connus, sont les défauts relatifs aux lignages dans le sens du mouvement relatif de la tête d'impression par rapport au substrat. Ce défaut se traduit par l'apparition de lignes claires ou foncées lors de l'impression par balayages successifs. Ces défauts peuvent se trouver dans l'espace compris entre deux bandes qui doit en principe être égal à l'intervalle entre gouttes adjacentes d'une trame, ou à l'intérieur d'une même bande, dans l'espace délimitant les zones imprimées par différents jets, voire à l'intérieur de la trame imprimée par un jet au niveau de l'espace entre deux gouttes adjacentes de la trame. Ces défauts de lignage peuvent provenir soit de défauts propres à certains jets de la tête d'impression, ce sont alors des défauts d'origine mécanique ou électrique, soit d'erreurs de positionnement du substrat, ou bien d'erreur de positionnement entre têtes d'impression, ou encore entre jets d'une même tête d'impression. Diverses solutions ont été proposées pour limiter ou éliminer les problèmes de lignage, mais toutes se traduisent soit par une limitation de la cadence d'impression, dans un rapport parfois très élevé vis-à-vis de la cadence no-

minale d'impression, soit par une redondance de têtes d'impression et donc un coût important. Des exemples de solutions connues couramment mises en oeuvre pour limiter le lignage vont être exposés succinctement ci-après : un premier type de solution repose sur des réglages mécaniques fins de la position des têtes d'impression, grâce à des tables micrométriques. Cette solution est à la fois onéreuse, par le nombre de tables micrométriques qui sont nécessaires, et souvent fastidieuse, par les tâtonnements qu'elle nécessite.

[0007] Un autre type de solutions courantes consiste à utiliser un taux de chevauchements très élevé entre gouttes voisines, de manière à éviter les lignages blancs. Ces lignages blancs correspondent à l'absence de couverture du substrat. Les lignages forcés sont moins visibles et on préfère avoir un défaut de lignage de lignes forcées plutôt qu'un défaut de lignage blanc. La solution consistant à augmenter le taux de chevauchements entre gouttes voisines est efficace pour compenser les défauts à l'intérieur d'une même bande et dans une certaine mesure les défauts de lignage entre bandes mais elle présente l'inconvénient de nécessiter une quantité d'encre très élevée par unité de surface du substrat et génère des difficultés de séchage ou de déformation du substrat.

[0008] Un troisième type de solution pour effacer les défauts de lignage sur les imprimantes fonctionnant en balayage consiste à imprimer partiellement le substrat lors de chaque balayage. En multipliant le nombre de balayages de substrat on obtient la couverture totale du substrat. Cette impression en plusieurs passages exploite diverses stratégies d'entrelacement des positions des gouttes provenant des différents jets. Un exemple d'entrelacement de lignes paires et impaires est donné dans le brevet n° US-A-4 604 631 délivré à la Société RICOH. Un avantage de cette solution souvent liée à un taux de chevauchements élevé est qu'elle autorise un temps de séchage du substrat, mais elle aboutit à la réduction de la cadence d'impression d'un facteur pouvant aller de 2 à 16.

[0009] Le document WO 97/06009 montre une imprimante où la valeur de la charge appliquée aux gouttes est réglée en fonction de la vitesse du substrat.

[0010] Les performances des systèmes d'impression de graphiques colorés évoluant naturellement vers des résolutions et des cadences de plus en plus élevées, il devient critique de limiter efficacement les problèmes de lignage sans faire de compromis pénalisant les cadences d'impression.

Brève description de l'invention

[0011] Le procédé selon l'invention vise à masquer certains problèmes de lignage sans conséquence sur la vitesse d'impression.

[0012] La présente invention ne nécessite pas de taux élevé de chevauchement de gouttes. Elle permet d'atteindre des cadences d'impression élevées avec un nombre de têtes d'impression relativement réduit. Lors-

qu'on minimise le chevauchement entre gouttes adjacentes il peut subsister un défaut de lignage, en particulier un défaut de lignage blanc apparaissant de façon régulière. Ce défaut est très perceptible par l'oeil lorsqu'il est régulier. De façon à diminuer la perceptibilité de cet éventuel défaut, on superpose à une tension nominale de charge des gouttes une tension additionnelle de bruit destinée à donner par rapport à la position nominale de chaque goutte une position réelle présentant un caractère de dispersion aléatoire. Grâce à cette dispersion de la position réelle de chaque goutte autour de sa position nominale, le défaut de lignage n'apparaît plus comme une ligne droite continue. Il devient donc moins perceptible à l'oeil

[0013] L'invention est donc relative à un procédé de modification de la position d'arrivée sur un substrat de gouttes d'encre électriquement chargées de façon réglable et séquentielle par des électrodes de charge, les gouttes provenant d'une tête d'impression, les trajectoires des gouttes étant modifiables, par des électrodes de déviation, entre N positions nominales une première position X_1 , une dernière position X_N et N-2 positions intermédiaires, les N positions définissant une trame sous forme d'un segment de droite parallèle à une direction X du substrat, procédé caractérisé en ce qu'on applique en superposition à une tension nominale appliquée aux électrodes de charge des gouttes, une tension aléatoire additionnelle masquant ainsi un éventuel défaut de lignage par dispersion de la position réelle de chaque goutte autour de sa position nominale.

[0014] L'amplitude moyenne de cette tension de bruit sera fonction du rang j de la goutte dans la trame. De préférence l'amplitude maximum de la tension additionnelle de bruit sera égale à une fraction inférieure à 1 de la plus petite différence entre la tension nominale V_j à appliquer à la goutte de rang j et la tension nominale V_{j+1} ou V_{j-1} à appliquer à l'une des deux gouttes immédiatement adjacentes dans la trame imprimée à la goutte de rang j, c'est à dire les gouttes de rang j+1 et de rang j-1.

[0015] Comme les différences de tension de charge appliquées aux gouttes imprimées adjacentes ont des valeurs assez voisines entre elles, on pourra prendre pour la valeur maximum de tension additionnelle aléatoire une fraction d'une valeur moyenne, cette valeur moyenne étant la valeur moyenne des différences de tensions nominales entre deux gouttes adjacentes imprimées dans la trame.

[0016] De préférence l'amplitude minimum de la tension additionnelle de bruit sera égale à la valeur de l'écart de tension que l'on peut obtenir en faisant varier la valeur du bit de moindre poids d'un convertisseur analogique numérique dont la sortie alimente un amplificateur haute tension couplé aux électrodes de charge des gouttes.

[0017] De préférence l'amplitude de la tension additionnelle de bruit correspondra à une valeur numérique aléatoire générée par un algorithme de génération de nombre pseudo aléatoire. La correspondance entre la

valeur numérique aléatoire et la tension additionnelle de bruit résultera de l'application de cette valeur numérique au convertisseur numérique analogique. Le défaut régulier de lignage foncé ou blanc n'apparaîtra plus ou apparaîtra moins.

[0018] L'invention est également relative à une imprimante équipée de moyens pour réaliser le procédé selon l'invention, il s'agit d'une imprimante à jet continu dévié projetant en salve des gouttes de rang 1 à N dans la salve, les gouttes d'une salve étant dirigées ou non vers un substrat d'impression en fonction de données définissant un motif à imprimer, l'imprimante ayant au moins :

- une tête d'impression, cette tête comportant des moyens de fractionnement en gouttes d'au moins un jet d'encre et une électrode de charge des gouttes associés, des moyens de déviation d'une partie des gouttes vers le substrat d'impression,
- des moyens de contrôle de l'impression disposant d'un moyen de fixation de la charge des gouttes à diriger vers le substrat en fonction de leur rang dans la salve couplés à l'électrode de charge des gouttes,

caractérisé en ce que les moyens de contrôle de l'impression comportent un générateur d'une tension aléatoire additionnelle, couplé aux moyens de fixation de la charge des gouttes, le moyen de fixation de la charge des gouttes prenant en compte la valeur de la tension aléatoire générée par le générateur de tension aléatoire additionnelle pour modifier la tension de charge de chaque goutte en fonction de la valeur aléatoire générée, les gouttes de chaque rang étant ainsi dispersées autour d'une position centrale correspondant à leur position en l'absence de tension additionnelle.

[0019] Dans le mode préféré de réalisation de l'invention pour une imprimante fonctionnant en balayage, l'imprimante comporte en outre un détecteur de la position d'une marque imprimée avant chaque première trame d'une bande, ce détecteur fournissant une valeur représentative d'un écart entre les positions réelles et nominales du substrat et en ce que les moyens de contrôle de l'impression comportent en outre un calculateur d'une tension de correction de translation dynamique ϕ d'avance du substrat, ce calculateur déterminant une tension de correction de translation dynamique ϕ d'avance substrat pour chaque goutte d'une salve en fonction de son rang, cette tension de correction prenant en compte une valeur d'écart d'avance du substrat délivrée par des moyens couplés au détecteur et calculant une valeur d'écart par rapport à une position nominale, le calculateur de tension de correction de translation dynamique ϕ d'avance du substrat étant couplé aux moyens de fixation de la charge des gouttes, le moyen de fixation de la charge des gouttes prenant en compte la valeur de la tension de correction d'avance substrat générée par le calculateur de tension de correction de translation dynamique ϕ d'avance du substrat pour modifier la tension de charge de chaque goutte en fonction de la tension de correction

de translation dynamique ϕ d'avance du substrat.

Brève description des dessins

- 5 **[0020]** Une imprimante comprenant des moyens pour réaliser le procédé selon l'invention et d'autres détails du procédé selon l'invention seront maintenant décrits en regard des dessins annexés dans lesquels :
- 10 - la figure 1 déjà décrite est une représentation schématique des moyens nécessaires à la création de gouttes d'encre et à leur déviation vers un substrat ;
- la figure 2 déjà décrite comme la figure 1 dans le cadre de la description de l'art antérieur représente l'ensemble des moyens de calcul nécessaire au fonctionnement des moyens représentés sur la figure 1 ;
- 15 - la figure 3 est un schéma destiné à expliquer les modifications de l'impression obtenues par le procédé de l'invention, elle comporte trois parties A, B et C ;
- 20 - la figure 4 donne une représentation physique agrandie de la position des gouttes :
- 25 - dans une partie A dans leurs positions nominales,
- dans une partie B dans des positions avec erreurs systématiques,
- 30 - dans une partie C dans des positions avec erreurs systématiques masquées selon l'invention ;
- la figure 5 est un schéma destiné à expliquer le mode de correction des écarts de déplacement du substrat ;
- 35 - les figures 6 et 7 sont des schémas illustrant les éléments matériels d'une imprimante ;
- la figure 8 comporte les parties A, B et C, chaque partie correspondant à une phase de la cinématique d'impression de bandes successives ;
- 40 - la figure 9 illustre un cas où un capteur de marque est mécaniquement solidaire d'une table d'impression soutenant le substrat face aux têtes d'impression ;
- 45 - la figure 10 illustre le cas où deux capteurs sont montés de part et d'autre d'un chariot portant les têtes d'impression, l'un dans une direction amont du mouvement et l'autre dans une direction aval ;
- la figure 11 est un schéma représentant les moyens de calcul d'une imprimante fonctionnant selon le procédé de l'invention ; et
- 50 - la figure 12 est une illustration du mode de détermination d'une position exacte de la marque de repérage de l'avance du substrat à partir du calcul du barycentre de l'image de la marque sur le détecteur.
- 55

Description détaillée d'un exemple de réalisation

[0021] La figure 3 est destinée à expliquer ce que sont les écarts provoqués par la tension algébrique additionnelle de bruit. Pour cela, on a représenté dans différentes configurations sur le plan du substrat matérialisé par des axes XY, 9 différentes positions nominales de gouttes d'une trame tracée par une salve de gouttes. Dans l'exemple représenté et pour simplifier l'explication, on a pris neuf gouttes, que l'on a représenté de façon exagérément espacée.

[0022] En partie A de la figure 3, trois trames de neuf gouttes numérotées de 1 à 9 sont représentées conformément à leur position nominale par des points. Ces trois trames font partie d'une même bande A. On suppose que la position réelle de la goutte numéro 4 est systématiquement décalée vers la goutte numéro 5. Cette position réelle est représentée par une croix. L'écartement d entre les positions réelles et nominales des gouttes de rang 4 provoque un défaut de lignage blanc matérialisé en partie A de la figure 3 par l'écart entre deux droites, l'une joignant les positions nominales des gouttes, l'autre joignant les positions réelles. Ce défaut de lignage blanc est en général accompagné d'un défaut de lignage noir moins visible dû au chevauchement plus accentué, dans l'exemple ici représenté, des gouttes de rang 4 et 5 par rapport au chevauchement des autres gouttes.

[0023] Il convient de comprendre que le défaut réel résultant d'un écart de positionnement de deux gouttes l'une par rapport à l'autre n'est pas aussi important que ce qui a été représenté par la distance d, figure 3. Une vision plus réaliste de défaut d'écart systématique a été représentée figure 4. Cette figure comporte les parties A, B et C. En partie A, on a représenté deux successions de cinq trames comportant chacune neuf gouttes numérotées de 1 à 9. Les gouttes sont représentées par des cercles dont les surfaces se chevauchent partiellement entre trames et entre gouttes d'une même trame.

[0024] L'une des successions de cinq trames représentées en partie A est obtenue au cours d'un premier balayage l'autre au cours d'un second balayage par exemple, un balayage aller et un balayage retour comme matérialisé par des flèches sur les trois parties de la figure 4. En partie A, les positions des neuf gouttes sont conformes à leurs positions nominales comme cela apparaît sur les cinq trames consécutives et sur une trame fictive sur laquelle on a porté les numéros des gouttes.

[0025] En partie B, on a représenté une seule bande également sur cinq trames consécutives et une trame fictive portant les numéros des positions des gouttes. En partie B on a supposé que la goutte de rang 5 était systématiquement déplacée par rapport à sa position nominale vers la goutte de rang 4. De même on a supposé que la goutte de rang 6 était systématiquement déplacée par rapport à sa position nominale vers la goutte de rang 7. Chacune des positions réelles et nominales de chacune de ces deux gouttes 5 et 6 est représentée par un losange en partie B.

[0026] Dans l'exemple représenté les écarts d sont tels que les gouttes de rang 5 et 6 ne se chevauchent plus et sont tangentes l'une à l'autre. On a là, l'amorce d'un défaut visible qui se traduit, comme représenté figure B par une succession de points blancs.

[0027] En partie C de la figure 4, on a représenté une succession de cinq trames pour lesquelles les gouttes 5 et 6 présentent le même défaut que celui commenté en liaison avec la partie B. En partie C, la position des gouttes de chaque trame est modifiée selon l'invention par une tension aléatoire ajoutée aux électrodes de charge. Il en résulte un bruitage de position. Ce bruitage casse la régularité de la succession de points blancs en sorte que le défaut est moins visible.

[0028] Revenant à la figure 3, en partie B, on a représenté deux trames. Ces deux trames se situent dans l'ensemble des trames formant une bande immédiatement consécutive à la bande de trames représentées en partie A. Normalement les bandes A et B sont espacées l'une de l'autre d'une distance égale à la distance égale entre deux gouttes adjacentes d'une salve.

[0029] Si la distance entre la goutte 1 d'une trame de la bande B et la goutte 9 d'une trame de la bande A est par suite d'un défaut de positionnement systématique de la goutte 1 ou de la goutte 9, trop grande ou trop petite, comme représenté par des croix sur les deux trames en partie B, on a également un défaut de lignage blanc ou noir respectivement. On voit ainsi que le défaut de lignage entre bandes consécutives ou à l'intérieur d'une même bande peut avoir la même origine consistant en un décalage systématique d'une goutte par rapport à sa position nominale, que cette goutte soit une première ou dernière goutte d'une salve ou une goutte intermédiaire.

[0030] Dans le cas d'un défaut de lignage entre bande consécutives, le défaut de lignage peut avoir une autre origine. Si l'avance du substrat par rapport à la tête d'impression n'est pas égale à l'avance nominale, un défaut de lignage peut apparaître ou être augmenté par l'écart entre la position nominale du substrat et sa position réelle.

[0031] Un complément possible à la présente invention tenant compte de cette origine éventuelle d'un défaut de lignage sera maintenant expliqué en référence à la figure 5.

[0032] Ce complément de l'invention est relatif à un écart de position d'une bande dû à un écart dans l'avance du substrat. Cette correction concerne les imprimantes dans lesquelles le substrat est avancé pas à pas après l'impression de chaque bande. Selon cet aspect de l'invention, on va imprimer lors de l'impression d'une bande courante une première marque représentée en A sur la figure 5. Cette marque pourra être constituée d'un simple trait imprimé au moyen d'une ou plusieurs gouttes de rang consécutif.

[0033] Après avance du substrat la marque A est déplacée et occupe la position représentée en B sur la figure 5. Afin de matérialiser l'erreur d'écart ϵ_x d'avance du substrat, on a représenté également la position en C

d'une marque fictive représentant la position nominale qu'aurait dû avoir la marque A en l'absence d'écart entre la position nominale et la position réelle. La marque C n'est pas présente sur le substrat de façon réelle. L'écart entre la marque fictive C et la marque en position B permet de déterminer l'écart ε_x entre la position nominale marquée en C et la position réelle marquée en B. Cet écart dans l'avance du substrat sera compensé selon cet aspect de l'invention par une modification de la charge des gouttes imprimées au cours de la bande suivante.

[0034] L'impression de la bande suivante comportera comme l'impression de la bande courante, l'impression d'une marque de bande suivante imprimée en tenant compte de l'avance réelle du substrat. Il s'ensuit que les marques et les bandes seront toutes espacées entre elles de leur espacement nominal.

[0035] La détection de l'écart ε_x entre la marque B et la position nominale C de la bande qui va être imprimée sera effectuée au moyen d'un capteur 12, par exemple un capteur CCD permettant de mesurer cette distance, par exemple en comptant l'écart de numéro entre un élément capteur 12a qui reçoit la marque lorsqu'elle est en position nominale et un élément capteur 12b qui la reçoit réellement. Ce capteur sera placé de préférence face au substrat et disposé de telle sorte que son champ de mesure permette de détecter la marque avec des tolérances assez larges. Ce capteur sera de préférence capteur d'une longueur d'onde lumineuse déterminée et sera complété par un émetteur en direction du substrat de cette longueur d'onde déterminée.

[0036] Les figures 6 et 7 sont des schémas de principe d'imprimantes de motifs colorés, par jet d'encre faisant apparaître quelques particularités nécessaires à l'incorporation de l'invention.

[0037] Le système représenté sur les figures 6 et 7 correspond à une architecture pour impression de formats larges choisis uniquement à titre d'exemples non limitatifs. L'impression est réalisée par balayages successifs dans la direction Y. Le système met en oeuvre de façon connue un substrat 27 à partir d'une bobine 28 dont le déroulement est assuré en amont d'une unité d'impression 29 par une paire 36 de cylindres 37, 38 d'entraînement en contact.

[0038] Un premier cylindre 37 est motorisé, un deuxième cylindre 38 assure une contre pression au point de contact. Les deux cylindres 37, 38 pincent le substrat et l'entraînent sans glissement. L'avance du substrat 27 est contrôlée par un codeur, non représenté car en lui-même connu, de positions angulaires montées sur l'axe d'un des cylindres. Après chaque avance intermittente du substrat, la zone à imprimer de celui-ci est maintenue à plat sur une table d'impression 30, située sous le chemin de balayage de l'unité d'impression 29. Ce maintien à plat est assuré grâce à un deuxième système d'entraînement 39 situé en aval de l'unité d'impression.

[0039] Ce deuxième système d'entraînement 39 maintient une tension constante du substrat 27. Une mise en dépression intermittente de la table d'impression est par-

fois réalisée pour améliorer la planéité du substrat 27 dans la zone d'impression.

[0040] L'unité d'impression 29 par jet d'encre est composée de plusieurs têtes d'impression 25 comme celles représentées par exemple figure 1, chaque tête étant alimentée par une des encres de couleurs primaires, à partir de réservoirs 11 grâce à un ombilic ou canal de distribution 13.

[0041] Les différentes têtes d'impression 25 impriment simultanément le substrat alors qu'il est immobile. L'impression d'une bande est assurée par un balayage dans la direction Y de l'unité d'impression. Le mouvement de balayage de l'unité d'impression par rapport au substrat est assuré par une courroie 40 solidaire de l'unité d'impression et entraînée par une poulie motorisée 41. Le guidage de l'unité d'impression est assuré de façon connue par un axe mécanique non représenté.

[0042] Chaque tête d'impression imprime une bande de largeur constante L. Les têtes d'impression peuvent être décalées dans la direction X d'avance du substrat en sorte qu'une tête n'imprime pas nécessairement la même bande au même moment qu'une autre tête d'impression correspondant à une couleur d'encre différente. Après chaque balayage, le substrat est avancé d'un incrément spatial ΔX au plus égal à la largeur de bande L mais qui est plus généralement un sous-multiple de L pour une impression en plusieurs passes.

[0043] L'écart des têtes d'impression selon la direction Y et éventuellement selon la direction X permet d'une part, un temps de séchage suffisant entre le dépôt des différentes couleurs d'encre et permet d'autre part, d'assurer un ordre de superposition identique des couleurs mêmes lorsque l'impression est réalisée lors de l'aller et du retour de la tête d'impression.

[0044] Par rapport au système d'impression connu tel que représenté sur les figures 6 et 7, l'invention selon ce mode de réalisation présente la particularité d'être équipée d'un détecteur 12 de détection de l'avance réelle du substrat. La position de ce détecteur 12 par rapport au substrat et aux têtes d'impression est commentée ci-après en liaison avec les figures 8 à 10.

[0045] La figure 8 comprend des parties A, B et C correspondant chacune à une phase de la cinématique d'impression d'un ensemble de bandes.

[0046] Dans le mode de positionnement décrit en liaison avec la figure 8, le détecteur 12 est fixe, et fixé par exemple à un dispositif de maintien de l'axe de translation des têtes d'impression 16. Sur les figures 8 à 10 on a représenté quatre têtes d'impression 25, une pour chacune des couleurs, cyan marquée C, magenta marquée M, jaune marquée Y et noire marquée K. Le dispositif de maintien de l'axe de translation n'a pas été représenté car sa géométrie est spécifique à chaque imprimante. Au surplus, il s'agit d'un exemple. L'homme du métier saura trouver ou créer un support pour la fixation du détecteur sachant que ce détecteur doit remplir les fonctions qui sont décrites ci-après.

[0047] Le détecteur doit être capable de détecter une

marque 51, imprimée par l'une des têtes d'impression 25 entre le bord gauche 52 ou droit 53 du substrat 27 et le début ou la fin respectivement du motif imprimé.

[0048] Sur la partie A de la figure 8, on a représenté une première bande marquée 1 imprimée alors que les têtes d'impression 25 se déplacent entre un premier bord 52, sur la figure le bord gauche, et un second bord 53, sur la figure le bord droit du substrat, comme indiqué par une flèche parallèle à la direction Y de balayage et perpendiculaire à la direction X d'avance du substrat 27.

[0049] Comme représenté sur les parties A, B et C de la figure 8, le détecteur 12 est placé en bordure du substrat 27, au voisinage de la tête d'impression 25 située en seconde position dans l'ensemble des têtes. La seconde position s'entend en comptant les têtes dans la direction Y d'avance du substrat 27. La première tête est celle qui se trouve le plus en amont par rapport au sens de défilement du substrat.

[0050] Dans une direction Z perpendiculaire au plan du substrat, le détecteur 12 est à une hauteur par rapport au substrat inférieure à la hauteur des parties basses de la tête d'impression de façon à leur laisser le passage. La proximité du substrat permet une meilleure précision de lecture.

[0051] L'usage des marques 51 et du détecteur 12, en relation avec la cinématique d'impression sera maintenant explicité.

[0052] Avant l'impression d'une première bande marquée 1, la marque 51-1 est imprimée par la tête 25 cyan. Cette même tête cyan imprime ensuite la bande 1 dans le sens du balayage indiqué par une flèche dans la direction Y. Avant le balayage, les têtes 25 se trouvent dans la position représentée en pointillés en partie gauche de la figure 8 partie A. En fin de balayage, les têtes 25 se trouvent dans la position représentée en traits pleins à droite du substrat 27.

[0053] Ensuite, chronologiquement, le substrat 27 est avancé de un pas. La marque 51-1 se trouve dans le champ du détecteur 12. Le détecteur 12 détecte un écart éventuel de l'avance du substrat par rapport à l'avance nominale, et les moyens de calcul 34, 35 calculent des corrections à apporter aux tensions de charge des gouttes de la tête cyan et de la tête magenta, pour que la modification de trajectoire des gouttes compense l'écart d'avance du substrat.

[0054] Dans le mouvement de retour des têtes, la tête 25 magenta, imprime la seconde couleur sur la bande 1 et la tête 25 cyan imprime la seconde bande puis la marque 51-2. En fin de balayage retour, les têtes 16 se retrouvent du côté du premier bord tel que représenté en partie B.

[0055] Le substrat est à nouveau avancé en sorte que la marque 51-2 arrive dans le champ du détecteur 12, comme représenté en partie C figure 8.

[0056] Le détecteur détecte un écart éventuel de la marque 51-2 par rapport à sa position nominale.

[0057] Ensuite, au cours d'un balayage du premier bord 52 vers le second bord 53, la marque 51-3 et la

troisième bande sont imprimées par la tête amont cyan. La tête 25 magenta imprime la seconde bande avec des corrections de tension de charge des gouttes pour tenir compte de la valeur du dernier écart ε_x , la tête Y jaune imprime la première bande.

[0058] A la fin du troisième balayage, les têtes 25 se trouvent du côté du second bord 53. Le cycle continu. Le substrat est avancé. Le détecteur détecte un écart éventuel de la marque 51-3 par rapport à sa position nominale. Une correction tenant compte de cet écart est appliquée pour charger les gouttes de la tête noire qui va imprimer par superposition la première bande, à la tête Y jaune qui va imprimer la deuxième bande et aux têtes magenta et cyan qui vont imprimer respectivement la troisième bande et la marque 51-4 suivi de la quatrième bande.

[0059] Le cycle continue ainsi modulo le nombre de têtes d'impression juxtaposé, par exemple quatre dans le cas représenté en liaison avec la figure 8.

[0060] La cinématique qui vient d'être décrite concerne une impression dans laquelle les têtes impriment dans le mouvement de balayage aller et dans le mouvement de balayage retour.

[0061] La cinématique serait la même en cas d'impression uniquement par balayage aller, l'avance du substrat se faisant en même temps que le mouvement de retour des têtes vers le premier bord 52.

[0062] On remarque que le fonctionnement qui vient d'être décrit, suppose implicitement que la somme algébrique cumulée des écarts d'avance du substrat, reste faible.

[0063] Pour pallier à des dérives importantes de l'avance du substrat, la commande moteur d'avance du substrat pourra comporter un asservissement qui tient compte des écarts d'avance du substrat. Cet asservissement connu de l'homme de l'art pourra être du type "proportionnel intégral et dérivé" c'est-à-dire qu'il tient compte des écarts réels, de leur cumul et de leur variation dans le temps afin d'éviter les dérives.

[0064] La lecture des marques, la détermination de l'écart d'avance du substrat et la correction des trames permet à tout instant d'assurer la bonne superposition des bandes.

[0065] Selon une amélioration de logiciel, on cherche à se prémunir contre un blocage inopiné de l'avance du substrat qui ne serait pas dû à un non fonctionnement des systèmes de déroulement et de traction du substrat détectés par ailleurs.

[0066] En cas de blocage du substrat, la marque imprimée lors de l'impression d'une bande courante et qui sert de référence de position pour l'impression de la bande suivante, n'arrive pas dans le champ du détecteur 12. Le détecteur 12 va donc réutiliser la marque ayant servi pour l'impression de la bande courante avec les mêmes corrections, en sorte que si l'on ne détecte pas le blocage ou le quasi blocage du substrat la bande suivante va s'imprimer en chevauchement sur la bande précédente.

[0067] Pour éviter cet éventuel chevauchement, le motif imprimé des marques de rang pair est différent de celui

des marques de rang impair. Un autre cas où la reconnaissance de la marque courante par rapport à la marque suivante est intéressante est le cas où ces deux marques seraient apparentes simultanément sur le détecteur 12, par exemple l'une sur une partie extrême amont du détecteur et l'autre sur une partie extrême aval par rapport au sens de déplacement du substrat. Cette situation peut se présenter en cas de cumul d'écart d'avance atteignant une valeur positive ou négative d'une demi-avance nominale. Dans ce cas, le programme permettra de choisir la marque de référence pour l'impression de la bande suivante.

[0068] Le programme en cas de détection d'un blocage ou quasi blocage pourra comprendre un déclenchement d'une autre avance substrat puis le déclenchement d'une alerte si un blocage est détecté à nouveau, ou au contraire le déclenchement immédiat d'une alarme.

[0069] Le motif des marques de bande de rang pair et impair sera une fonction du détecteur.

[0070] Si par exemple, le détecteur ne comporte qu'une barrette d'éléments détecteurs, les motifs pair et impair se distingueront l'un de l'autre par le nombre de lignes de l'un comparé au nombre de lignes de l'autre, l'écart entre lignes étant tel que chaque ligne soit détectée par un élément capteur différent. Il pourra s'agir aussi du même nombre de lignes mais avec des écartements différents entre lignes correspondant à des numéros différents des éléments capteurs détectant ces lignes. Si le capteur 12 comporte des éléments capteurs disposés de façon matricielle, ou si le capteur 12 est, comme il sera décrit plus loin, mobile dans la direction X du balayage, les motifs pairs ou impairs pourront se distinguer, en outre, par des variations dans le sens du balayage par exemple des points pour l'un et des traits pour l'autre ou des écarts différents du même motif.

[0071] La figure 8 a été utilisée pour décrire dans le détail le principe de la mesure et du contrôle de l'avance du substrat. En pratique, le détecteur de marque du substrat doit être placé en aval de la tête d'impression qui imprime les marques, mais dans un lieu compatible avec son encombrement. Ainsi, le positionnement du capteur dans une zone balayée par les têtes d'impression comme à la figure 8 nécessiterait un ajustement mécanique très fin de telle sorte que la tête d'impression puisse passer au-dessus du capteur lors des balayages sans risque de le heurter. Par ailleurs, ce positionnement peut créer des difficultés au niveau de la répétitivité des conditions de l'éclairage de la marque au niveau du capteur, selon que la tête est située au niveau du bord droit ou du bord gauche du substrat lors de la détection/mesure de la marque. En pratique, l'imprimante comporte sous le substrat au niveau de la zone balayée par les têtes d'impression une table d'impression qui assure un bon maintien du substrat. Le capteur pourra donc être positionné de manière fixe, en aval de la dernière tête d'impression, mais dans un lieu où le substrat est solidement maintenu par la table d'impression. Ceci permet un fonctionnement adéquat sans contrainte exigeante sur l'encombrement du cap-

teur et son éclairage.

[0072] C'est cette position qui est représentée figure 9. Le détecteur 12 est mécaniquement couplé à la table d'impression 30 immédiatement en aval des têtes d'impression 25.

[0073] Au lieu d'être imprimée par la tête amont, la marque est imprimée, dans l'exemple représenté, par la tête aval K noire.

[0074] A cette différence près la cinématique d'impression est la même que celle décrite en relation avec la figure 8.

[0075] Lorsque l'avance du substrat est délicate, ou lorsque la table d'impression n'est pas de taille suffisante, on aura intérêt à utiliser deux capteurs, montés de part et d'autre de la tête d'impression. Chaque capteur, respectivement noté "gauche" et "droite" détectera la marque imprimée sur le bord gauche (respectivement droit) du substrat, lors de l'impression de la marque de balayage d'indice pair qui s'effectue du bord droit vers le bord gauche (respectivement impair pour le balayage du bord gauche vers le bord droit).

[0076] Ce cas est celui représenté en figure 10. Le détecteur 12 est porté par l'ensemble mécanique mobile comportant les têtes d'impression qui sera appelé chariot par la suite.

[0077] Sur cette figure on a représenté le cas d'une imprimante imprimant en balayage aller et en balayage retour. Le chariot comporte dans ce cas deux détecteurs, un détecteur 12-1 qui se trouve en amont des têtes d'impression lors d'un balayage aller et un détecteur 12-2 qui se trouve en amont des têtes d'impression lors d'un balayage retour. A cette fin les détecteurs 12-1, 12-2 sont situés de part et d'autre des têtes d'impression 25.

[0078] Par rapport à un détecteur fixe situé à proximité de l'un des bords du substrat le fonctionnement est légèrement différent.

[0079] La marque 51-1 est toujours imprimée en fin de balayage. Il en résulte que les marques de rang impair sont toutes du côté du second bord 53 et que les marques de rang pair sont toutes du côté du premier bord 52.

[0080] Ainsi, par exemple la marque 51-1 imprimée à la fin du premier balayage sur le second bord 53 du substrat 27 est détectée par le détecteur 12-2 qui est en amont des têtes d'impression 25 lors du balayage retour. Les corrections de charges des gouttes sont effectuées et la bande numéro 2 est imprimée puis la marque 51-2 à proximité du premier bord. Après avance du substrat 27, cette marque 51-2 est détectée par le détecteur 12-1. L'écart constaté est utilisé pour la correction de l'impression de la bande 3 et de la marque 51-3 imprimée en fin de balayage. Cette solution présente l'avantage d'un positionnement plus aisé des détecteurs, d'une distinction de position des marques paires et impaires. L'inconvénient est qu'il faut un détecteur 12 supplémentaire. La commutation pour commuter l'entrée des moyens 34, 35 sur le détecteur 12-1 ou 12-2 est nécessaire, et peut être effectuée au niveau du logiciel par un changement de l'adresse de lecture de l'information d'écart substrat ϵ_x .

[0081] Une autre différence importante d'une imprimante selon l'invention par rapport à une imprimante connue provient des moyens de commande de la tension de l'électrode de charge des gouttes. Un dispositif selon l'art antérieur a été décrit précédemment en relation avec la figure 2.

[0082] La figure 11 représente des moyens de commande 31 selon l'invention. Dans ces moyens 31 de contrôle de l'impression, les éléments ayant même fonction que ceux représentés sur la figure 2 portent le même numéro de référence. Par rapport aux moyens de contrôle de l'impression 26 représentés sur la figure 2, le dispositif selon l'invention comprend un générateur 32 de bruit aléatoire dont la sortie est appliquée au calculateur 3' de fixation des tensions de charge des gouttes en fonction de leur rang de façon à modifier de façon aléatoire la charge de chaque goutte. Ce générateur délivre une valeur numérique aléatoire selon un algorithme de délivrance pseudo aléatoire de nombre. L'homme du métier sait fabriquer de tels algorithmes. De préférence, l'algorithme sera conçu pour délivrer en moyenne pour au moins trois quarts des valeurs générées pour les gouttes d'un nombre de trames supérieur à une quantité prédéterminée, une valeur inférieure au tiers de la différence entre la tension nominale à appliquer aux électrodes de charge pour ladite goutte et la tension nominale à appliquer aux électrodes de charge pour l'une des deux gouttes immédiatement adjacentes de la trame. De préférence également, le quotient du nombre de fois où le signe de la valeur de la tension algébrique additionnelle est positif, au nombre de tensions additionnelles total sera en moyenne sur un grand nombre de valeurs additionnelles égal à $\frac{1}{2}$. Cela reflète le fait que, en moyenne, une goutte de rang j sera écartée de sa position centrale correspondant à une tension aléatoire additionnelle nulle, avec la même probabilité vers la goutte de rang supérieur ou vers la goutte de rang inférieur. Pour les gouttes d'extrémité il s'agira d'un écart vers l'extérieur ou vers la goutte la plus proche de la trame.

[0083] De cette façon, la position des gouttes sera légèrement bruitée. Les trois quarts des gouttes seront à une distance de leur position nominale sans variation aléatoire de tension, inférieur au $\frac{1}{3}$ de la distance nominale séparant deux gouttes avec une probabilité égale que cette distance soit vers la goutte de rang supérieur ou inférieur. la quantité prédéterminée de trames sur laquelle sera calculée la moyenne des écarts des gouttes par rapport à la position réelle qu'elles occupent lorsqu'on leur applique la tension nominale qui correspond à leur rang pourra par exemple être égale au nombre de trames contenues dans trois bandes. Naturellement, il est possible de choisir des algorithmes de génération de façon différente ou même de disposer de plusieurs algorithmes aux choix par exemple en fonction d'une densité locale de points imprimés par la buse.

[0084] En raison de la dispersion des gouttes autour de la position réelle qu'elles occupent lorsqu'on leur applique la tension nominale de charge qui correspond à

leur rang un éventuel défaut de lignage tel que celui matérialisé, figure 3, par les deux droites séparées de la distance d, n'apparaît plus ou apparaît moins car des gouttes vont se trouver dans l'espace entre ces deux droites, rompant la linéarité du défaut et rendant donc sa perception plus difficile.

[0085] Dans le mode préféré de réalisation l'imprimante comporte le détecteur 12 d'écart entre l'avance réelle du substrat et son avance nominale. Les moyens de contrôle 31 de l'impression comportent donc de plus, un calculateur 34 d'écart de position du substrat. Les éléments, détecteurs 12, calculateur 34 d'écart de position sont connectés en série l'un à l'autre et à un calculateur 35 de tension de correction de translation dynamique ϕ d'avance du substrat. Les corrections de translation dynamique ϕ déterminées par le calculateur 35 en fonction de la valeur de l'erreur d'écart ϵ_x de la position réelle du substrat par rapport à sa position nominale et en fonction du rang j de la goutte, sont appliquées au calculateur 3' des tensions de charge des gouttes. Le calcul de tension de charge additionnelle à appliquer à chaque goutte de la salve en fonction de son rang peut utiliser des valeurs mémorisées de tension additionnelle à appliquer pour corriger des écarts ϵ_x figurant dans une table d'écarts. Ces valeurs seront interpolées en fonction de l'écart réel. Le calcul peut aussi utiliser un algorithme faisant intervenir outre l'écart ϵ_x , des données connues du constructeur de l'imprimante telle que la masse unitaire des gouttes, la valeur du champ électrique créé par la tension des électrodes de déviation, des lois de variation de la position des gouttes en fonction de la tension appliquée aux électrodes de charge 20.

[0086] Le fonctionnement est le suivant.

[0087] Le détecteur 12 détecte l'écart entre une marque relative à la bande courant qui va être imprimée et la position nominale de cette bande. Cet écart est introduit dans le calculateur 34 de calcul d'écart. ce calculateur calcule en fonction du signal transmis par le capteur 12, la valeur ϵ_x d'écart d'avance du substrat 27. Cet écart est introduit dans le calculateur 35 de translation dynamique qui va calculer des corrections à appliquer au calculateur 3' des tensions de charge des gouttes pour corriger cette translation dynamique. Le calculateur 3' de la tension de charge des gouttes va calculer la somme algébrique des tensions à appliquer à l'électrode de charge des gouttes en additionnant la tension nominale résultant du descriptif de la trame provenant de la mémoire 2, la valeur sortie par le générateur de bruit aléatoire 32, et enfin la valeur de correction résultant de la correction d'écart effectué par le calculateur 35 de correction de translation dynamique ϕ .

[0088] Une autre fonction du calculateur 34 est relative à la reconnaissance de la marque et au traitement des informations transmises par le capteur 12 pour en déduire un écart de la marque par rapport à sa position nominale. Il a été signalé rapidement plus haut qu'un traitement simple pour déterminer la valeur de l'écart d'avance du substrat consistait à compter le nombre d'éléments

de capteurs entre l'élément de capteur correspondant à la position nominale numérotée 0 et l'élément de capteur recevant la marque. Cette façon de faire suppose implicitement que l'épaisseur de la marque est du même ordre de grandeur que la résolution du capteur. Dans ces conditions, l'écart est déterminé par le numéro de l'élément capteur détectant la marque, si cet élément est unique. Si la détection de la marque se trouve à cheval sur deux éléments capteurs l'écart est calculé comme étant une fonction du numéro de l'élément capteur le plus proche qui perçoit la marque, augmenté d'un incrément faisant intervenir la distance entre deux éléments capteurs et les proportions par exemple de courant en provenance de chacun des deux éléments capteurs concernés.

[0089] On a représenté en figure 12, sur un exemple de réalisation, différents cas susceptibles de se présenter et leur mode de traitement lorsque la résolution du capteur est plus importante que le diamètre des gouttes. Dans l'exemple représenté figure 12, la marque est composée de plusieurs traits, trois dans l'exemple commenté, tracés par différentes gouttes d'une salve par exemple les gouttes correspondant aux positions 2, 4 et 6 d'une salve de neuf gouttes.

[0090] Dans les différents cas l'écart, par rapport à la position nominale, sera calculé par le calculateur 34, à partir du calcul de la position de la projection du barycentre de la marque 51 sur un axe X parallèle à l'avance du substrat.

[0091] Ce barycentre est déterminé en fonction des éléments capteurs qui voient la marque. Si comme représenté en figure 12 partie A, les gouttes sont normalement positionnées, la mesure sera exacte. Si comme représenté en partie B, les gouttes de rang 5 et 6 sont déplacées par rapport à leur position nominale, l'erreur sera amoindrie. Il en ira de même si le générateur de tension aléatoire 32, n'est pas inhibé au moment de l'impression de la marque comme représenté en partie C. Il va de soi qu'il est préférable d'inhiber ce générateur 32 afin de minimiser l'erreur.

[0092] Dans le cas de détecteurs de position mobiles comme commenté en liaison avec la figure 10, la mesure de position des marques pourra résulter d'échantillonnages effectués pendant le balayage de la tête d'impression, la précision de la mesure sera accrue, et l'influence du bruit minimisée.

Revendications

1. Procédé de modification de la position d'arrivée sur un substrat (27) de gouttes d'encre électriquement chargées de façon réglable et séquentielle, les gouttes provenant d'une tête d'impression (25) étant chargées par des électrodes (20) de charge connectées à un générateur de tension, les trajectoires des gouttes étant soumises à l'action d'électrodes (23, 24) de déviation déviant les gouttes selon la valeur de leur charge électrique entre N positions définies

par leur rang j ($1 \leq j \leq N$), une première position X_1 , une dernière position X_N et N-2 positions intermédiaires, les N positions définissant une trame obtenue par une salve de gouttes sous forme d'un segment de droite sensiblement perpendiculaire à une direction d'un mouvement relatif de la tête (25) et du substrat (27), procédé **caractérisé en ce que** on superpose à une valeur nominale de tension à appliquer au moyen de charge de chaque goutte à diriger vers le substrat une tension algébrique aléatoire additionnelle dont l'amplitude maximum est une fraction inférieure à 1 de la différence entre la tension nominale à appliquer aux électrodes de charge pour ladite goutte et la tension nominale à appliquer aux électrodes (20) de charge pour l'une des deux gouttes immédiatement adjacentes de la trame.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la valeur de la tension additionnelle aléatoire est générée par un algorithme de génération pseudo aléatoire, cet algorithme générant en moyenne pour au moins trois quarts des valeurs générées pour les gouttes d'un nombre de trames supérieur à une quantité prédéterminée, une valeur inférieure au tiers de la différence entre la tension nominale à appliquer aux électrodes de charge pour ladite goutte et la tension nominale à appliquer aux électrodes (20) de charge pour l'une des deux gouttes immédiatement adjacentes de la trame.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la valeur de la tension additionnelle aléatoire est générée par un algorithme de génération pseudo aléatoire, cet algorithme générant en moyenne pour au moins trois quarts des valeurs générées pour les gouttes d'un nombre de trames supérieur à une quantité prédéterminée, une valeur inférieure au tiers de la moyenne de la différence entre les tensions nominales à appliquer aux électrodes de charge pour deux gouttes immédiatement adjacentes de la trame

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 applicable à une imprimante dans laquelle le substrat est avancé pas à pas et imprimé par bande, **caractérisé en ce que** :

- on imprime une bande courante et une première marque sur le substrat,
- on avance le substrat pour l'impression de la bande suivante,
- on détermine un écart algébrique entre une position théorique nominale de la marque et la position réelle,
- on détermine pour chaque goutte d'une salve, une correction d'avance substrat comme étant une tension de correction de translation dynamique ϕ de la valeur de la tension de charge à

appliquer à chacune des gouttes issues de la tête (25) pour corriger la déviation des gouttes et compenser l'écart algébrique de la position du substrat par rapport à sa position nominale, - on applique à chacune des gouttes de la salve dirigées vers le substrat, en addition à la tension aléatoire, la tension de correction de translation dynamique ϕ de position substrat calculée.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la tension aléatoire additionnelle n'est pas appliquée aux électrodes (20) de charge des gouttes pendant que la marque (51) est imprimée.

6. Imprimante à jet continu dévié projetant en salve des gouttes de rang 1 à N dans la salve, les gouttes d'une salve étant dirigées ou non vers un substrat (27) d'impression en fonction de données définissant un motif à imprimer, l'imprimante ayant au moins :

- une tête (25) d'impression, cette tête comportant des moyens de fractionnement en gouttes d'au moins un jet d'encre et une électrode (20) associée de charge des gouttes, des moyens de déviation (23,24) d'une partie des gouttes vers le substrat d'impression,
- des moyens de contrôle de l'impression disposant d'un moyen de fixation de la charge des gouttes à diriger vers le substrat en fonction de leurs rangs dans la salve couplés à l'électrode de charge des gouttes,

caractérisée en ce que les moyens (31) de contrôle de l'impression comportent un générateur (32) d'une tension aléatoire additionnelle, couplé aux moyens (3') de fixation de la charge des gouttes, le moyen (3') de fixation de la charge des gouttes prenant en compte la valeur de la tension aléatoire générée par le générateur (32) de tension aléatoire additionnelle pour modifier la tension de charge de chaque goutte en fonction de la valeur aléatoire générée, les gouttes de chaque rang étant ainsi dispersées autour d'une position centrale correspondant à leur position en l'absence de tension additionnelle.

7. Imprimante à jet continu dévié selon la revendication 6, **caractérisée en ce qu'elle** comporte en outre au moins un détecteur (12) de la position d'une marque (51), ce détecteur fournissant une valeur représentative d'un écart entre une avance nominale et une avance réelle du substrat (27) et **en ce que** les moyens (31) de contrôle de l'impression comportent en outre un calculateur (35) de tension de correction de translation dynamique ϕ d'avance du substrat, ce calculateur (35) déterminant pour chaque goutte d'une salve en fonction de son rang, une tension de correction de translation dynamique ϕ d'avance du substrat cette tension de correction prenant en

compte une valeur d'écart d'avance du substrat délivrée par des moyens (34) couplés au détecteur (12) et calculant des valeurs d'écart par rapport à une position nominale, le calculateur (35) de tension de correction de translation dynamique ϕ d'avance du substrat étant couplé aux moyens (3') de fixation de la charge des gouttes, le moyen de fixation de la charge des gouttes prenant en compte la valeur de la tension de correction de translation dynamique ϕ d'avance du substrat générée par le calculateur (35) de tension de correction de translation dynamique ϕ d'avance du substrat pour modifier la tension de charge de chaque goutte en fonction de la tension de correction de translation dynamique ϕ d'avance du substrat.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Veränderung der Ankunftsposition von Tintentropfen, die in regelbarer und sequentieller Weise elektrisch geladen sind, auf einem Substrat (27), wobei die aus einem Druckkopf (25) stammenden Tropfen durch Aufladungselektroden (20) aufgeladen werden, die an einen Spannungsgenerator angeschlossen sind, wobei die Bahnen der Tropfen der Wirkung von Ablenkelektroden (23, 24) ausgesetzt sind, die die Tropfen gemäß dem Wert ihrer elektrischen Ladung zwischen N Positionen ablenken, welche durch ihren Rang j ($1 \leq j \leq N$) definiert sind, nämlich eine erste Position X_1 , eine letzte Position X_N sowie $N-2$ Zwischenpositionen, wobei die N Positionen ein durch eine Tropfensalve erhaltenes Raster in Form eines geraden Abschnitts definieren, der im Wesentlichen orthogonal zu einer Richtung einer Relativbewegung des Kopfs (25) und des Substrats (27) ist, wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass** man einem an das Aufladungsmittel jedes zum Substrat hinzulenkenden Tropfens anzulegenden Nominalspannungswert eine zusätzliche algebraische Zufallsspannung überlagert, deren Maximalamplitude ein Bruchteil kleiner als 1 der Differenz zwischen der Nominalspannung, die an die Aufladungselektroden für den Tropfen anzulegen ist, und der Nominalspannung ist, die an die Aufladungselektroden (20) für einen der zwei unmittelbar benachbarten Tropfen des Rasters anzulegen ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert der zusätzlichen Zufallsspannung durch einen pseudozufälligen Erzeugungsalgorithmus erzeugt wird, welcher Algorithmus im Mittel für wenigstens drei Viertel der Werte, die für die Tropfen einer Zahl von Rastern größer als eine vorbestimmte Größe erzeugt werden, einen Wert erzeugt, der kleiner ist als ein Drittel der Differenz zwischen der Nominalspannung, die an die Auf-

ladungselektroden für den Tropfen anzulegen ist, und der Nominalspannung, die an die Aufladungselektroden (20) für einen der zwei unmittelbar benachbarten Tropfen des Rasters anzulegen ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert der zusätzlichen Zufallsspannung durch einen pseudozufälligen Erzeugungsalgorithmus erzeugt wird, welcher Algorithmus im Mittel für wenigstens drei Viertel der Werte, die für die Tropfen einer Zahl von Rastern größer als eine vorbestimmte Größe erzeugt werden, einen Wert erzeugt, der kleiner ist als ein Drittel des Durchschnitts der Differenz zwischen den Nominalspannungen, die an die Aufladungselektroden für zwei unmittelbar benachbarte Tropfen des Rasters anzulegen sind. 5
10

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Anwendung bei einem Drucker, bei dem das Substrat schrittweise weiterbewegt und in Bändern bedruckt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass:** 15
20
 - man ein laufendes Band sowie eine erste Marke auf das Substrat druckt, 25
 - man das Substrat für das Drucken des nächsten Bands weiterbewegt,
 - man einen algebraischen Abstand zwischen einer theoretischen Nominalposition der Marke und der tatsächlichen Position bestimmt, 30
 - man für jeden Tropfen einer Salve eine Substratweiterbewegungskorrektur als eine dynamische Translationskorrekturspannung ϕ des Werts der Aufladungsspannung bestimmt, die an jeden der aus dem Kopf (25) stammenden Tropfen anzulegen ist, um die Ablenkung der Tropfen zu korrigieren und den algebraischen Abstand der Substratposition relativ zu seiner Nominalposition zu kompensieren, 35
 - man an jeden der zum Substrat hingelenkten Tropfen der Salve zusätzlich zur Zufallsspannung die berechnete dynamische Substratposition - Translationskorrekturspannung ϕ anlegt 40

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zusätzliche Zufallsspannung nicht an die Tropfenaufladungselektroden (20) angelegt wird, während die Marke (51) gedruckt wird. 45

6. Drucker mit kontinuierlichem abgelenkten Strahl, der in Salven Tropfen mit Rang 1 bis N in der Salve ausstößt, wobei die Tropfen einer Salve als Funktion von Daten die ein zu druckendes Motiv definieren, wohl oder nicht auf ein Drucksubstrat (27) gerichtet werden, wobei der Drucker wenigstens aufweist: 50
55
 - einen Druckkopf (25), welcher Kopf Mittel zum Fraktionieren wenigstens eines Tintenstrahls in

Tropfen sowie eine zugeordnete Elektrode (20) zum Aufladen der Tropfen umfasst, sowie Mittel (23, 24) zum Ablenken eines Teils der Tropfen zum Drucksubstrat,

- Mittel zur Steuerung/Regelung des Drucks, die über eine Einrichtung zum Festhalten der Ladung der zum Substrat hinzulenkenden Tropfen als Funktion ihrer Ränge in der Salve verfügt, gekoppelt mit der Elektrode zur Aufladung der Tropfen,

dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (31) zur Steuerung/Regelung des Drucks einen Generator (32) für eine zusätzliche Zufallsspannung umfassen, der an die Mittel (3') zum Festhalten der Aufladung der Tropfen gekoppelt ist, wobei die Einrichtung (3') zum Festhalten der Aufladung der Tropfen den Wert der Zufallsspannung berücksichtigt, die vom Generator (32) der zusätzlichen Zufallsspannung erzeugt wird, um die Aufladungsspannung jedes Tropfens als Funktion des erzeugten Zufallswerts zu verändern, wodurch die Tropfen jedes Rangs somit um eine Zentralposition herum gestreut werden, die ihrer Position in Abwesenheit der zusätzlichen Spannung entspricht.

7. Drucker mit kontinuierlichem abgelenkten Strahl nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** er ferner wenigstens einen Detektor (12) für die Position einer Marke (51) umfasst, welcher Detektor einen Wert liefert, der repräsentativ ist für einen Abstand zwischen einer nominalen Weiterbewegung und einer tatsächlichen Weiterbewegung des Substrats (27), und dass die Mittel (31) zur Steuerung/Regelung des Drucks ferner einen Rechner (35) für die Spannung zur dynamischen Translationskorrektur ϕ der Substratweiterbewegung umfassen, wobei dieser Rechner (35) für jeden Tropfen einer Salve als Funktion seines Rangs eine Spannung zur dynamischen Translationskorrektur ϕ der Substratweiterbewegung bestimmt, wobei diese Korrekturspannung einen Substratweiterbewegungsabstandswert berücksichtigt, der von den mit dem Detektor (12) gekoppelten Mitteln (34) geliefert wird, und Abstandswerte bezogen auf eine Nominalposition berechnet, wobei der Rechner (35) für die Spannung zur dynamischen Translationskorrektur ϕ der Substratweiterbewegung mit den Mitteln (3') zum Festhalten der Tropfenladung gekoppelt ist, wobei die Einrichtung zum Festhalten der Tropfenladung den Wert der Spannung zur dynamischen Translationskorrektur ϕ der Substratweiterbewegung berücksichtigt, der vom Rechner (35) für die Spannung zur dynamischen Translationskorrektur ϕ der Substratweiterbewegung erzeugt wird, um die Aufladungsspannung jedes Tropfens als Funktion der Spannung zur dynamischen Translationskorrektur ϕ der Substratweiterbewegung zu verändern.

Claims

1. Process for modification of the position at which electrically-charged ink droplets arrive on a substrate (27), in an adjustable and sequential manner, the droplets originating from a print head (25) after being charged by charge electrodes (20) connected to a voltage generator (32), the paths of the droplets being affected by deviation electrodes (23, 24) deviating the droplets depending on their electrical charge between N positions defined by their row j, a first position X_1 , a last position X_N , and N-2 intermediate positions, the N positions defining a frame obtained by a burst of droplets in the form of a straight segment approximately perpendicular to a direction of relative movement between the head (25) and the substrate (27), process **characterized in that** an additional random algebraic voltage is superposed on a nominal voltage to be applied to the charge means on each droplet to be directed to the substrate (27), the maximum amplitude of the additional random algebraic voltage being a fraction less than 1 of the difference between the nominal voltage to be applied to the charge electrodes (20) for the said droplet and the nominal voltage to be applied to the charge electrodes (20) for one of the two immediately adjacent droplets in the frame.
 2. Process according to claim 1, **characterized in that** the value of the additional random algebraic voltage is generated by a pseudo-random generation algorithm, this algorithm generating a value less than 1/3 of the difference between the nominal voltage to be applied to the charge electrodes (20) for each droplet and the nominal voltage to be applied to the charge electrodes (20) for one of the two immediately adjacent droplets in the frame, for at least three quarters of the values generated for droplets in a number of frames exceeding a predetermined quantity.
 3. Process according to claim 1, **characterized in that** the value of the additional random algebraic voltage is generated by a pseudo-random generation algorithm, this algorithm generating a value less than 1/3 of the average of the difference between the nominal voltages to be applied to the charge electrodes (20) for each droplet and the nominal voltages to be applied to the charge electrodes (20) for the two immediately adjacent droplets in the frame, for at least three quarters of the values generated for droplets in a number of frames exceeding a predetermined quantity.
 4. Process according to one of the claims 1 to 3 applicable to a printer in which the substrate (27) is advanced step by step and printed by band, **characterized in that**:
 - a current band and a first mark are printed on the substrate (27),
 - the substrate (27) is advanced to print the next band,
 - an algebraic difference is calculated between a nominal theoretical position of the mark and the real position,
 - for each drop in a burst, a substrate advance correction is calculated as being a dynamic translation correction voltage ϕ to the value of the charge voltage to be applied to each of the droplets output from the head to correct the deviation of the droplets and to compensate for the algebraic difference of the position of the substrate from its nominal position,
 - the calculated value of the dynamic translation correction voltage ϕ to correct the substrate position is applied to each droplet in the burst directed towards the substrate, in addition to the random voltage.
 5. Process according to claim 4, **characterized in that** the additional random voltage is not applied to the droplet charge electrodes (20) while the mark is printed.
 6. Printer with a continuous deviated jet projecting droplets in rows 1 to N in bursts, the droplets in a burst being directed or not directed towards a print substrate depending on data that define a pattern to be printed, the printer having at least:
 - a print head (25), this head comprising means of separating at least one ink jet into droplets and an associated charge electrode for droplets, means of deviating some of the droplets towards the print substrate,
 - means of controlling the printout including a means of injecting the charge into the droplets to be directed towards the substrate depending on their row in the burst, coupled with the droplet charge electrode,**characterized in that** the means of controlling the printout comprise a random additional voltage generator coupled to droplet charge injection means, the droplet charge injection means taking account of the value of the random voltage generated by the additional random voltage generator to modify the charge voltage of each droplet as a function of the generated random value, the droplets of each row thus being dispersed around a central position corresponding to the position that they would have had without any additional voltage.
 7. Printer with a continuous deviated jet according to claim 6, **characterized in that** it also comprises at least one position detector outputting a value repre-

sentative of a variation between a nominal advance and a real advance of the substrate, and **in that** the print control means also comprise a calculator (35) that calculates the dynamic translation correction voltage ϕ for the substrate advance, this calculator (35) determining a dynamic translation correction voltage ϕ for the substrate advance for each droplet in a burst as a function of its row, this correction voltage taking account of a value of a variation in the advance of the substrate output by means coupled to the detector (12) and calculating a value of the difference from a nominal position, the calculator (35) that calculates the dynamic translation correction voltage ϕ for the substrate advance being coupled to means of injecting the droplet charge, the means of injecting the droplet charge taking account of the value of the substrate advance correction voltage generated by the calculator (35) that calculates the dynamic translation correction voltage ϕ for the substrate advance to modify the charge voltage on each droplet as a function of the dynamic translation correction voltage for the substrate advance ϕ .

25

30

35

40

45

50

55

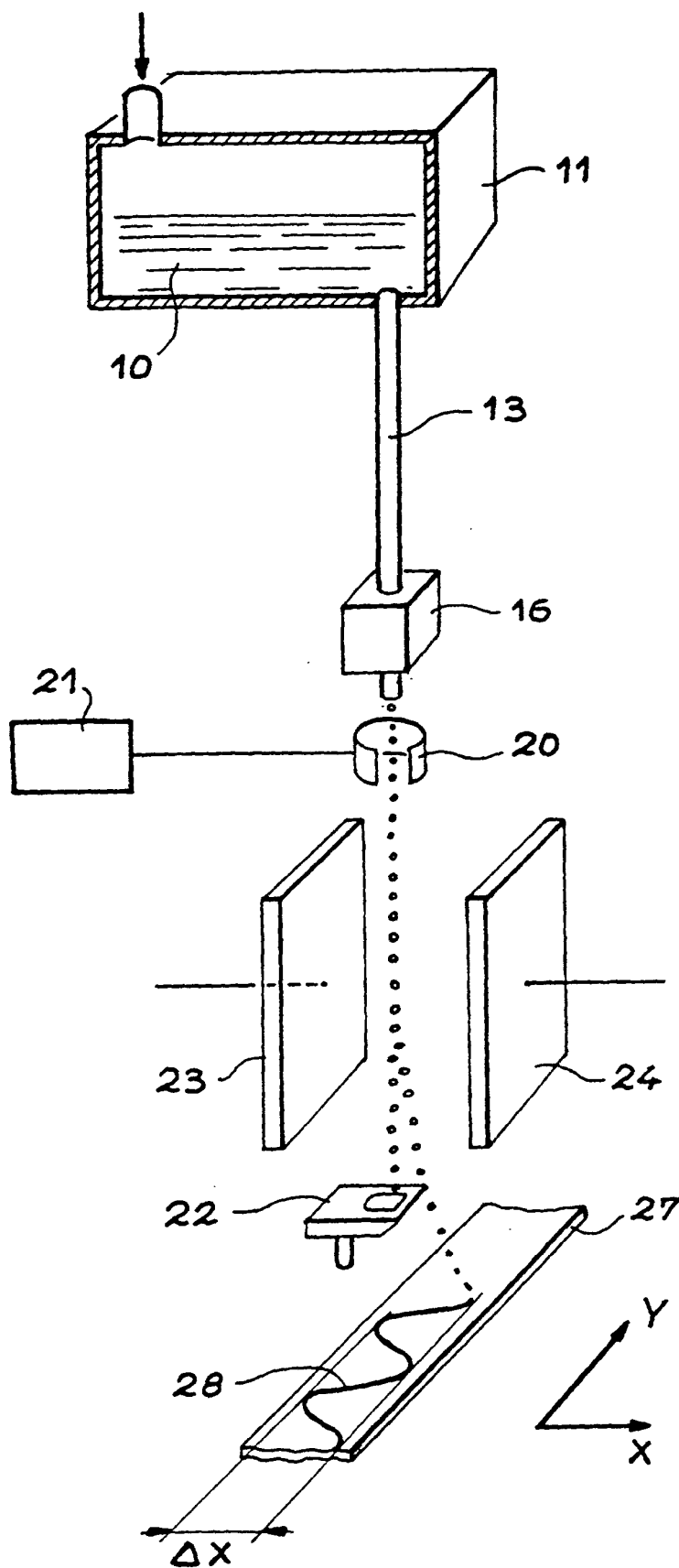


FIG. 1

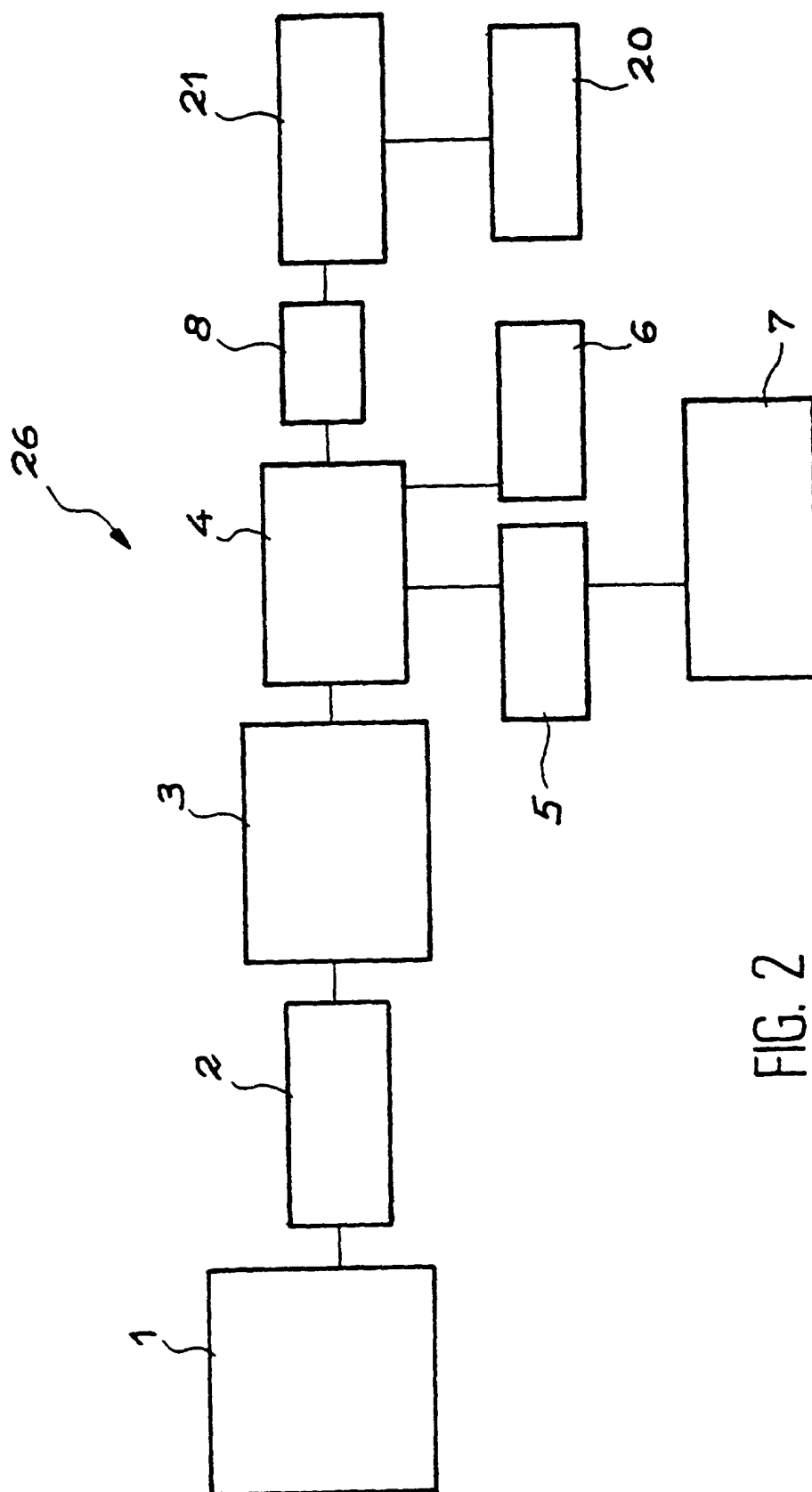


FIG. 2

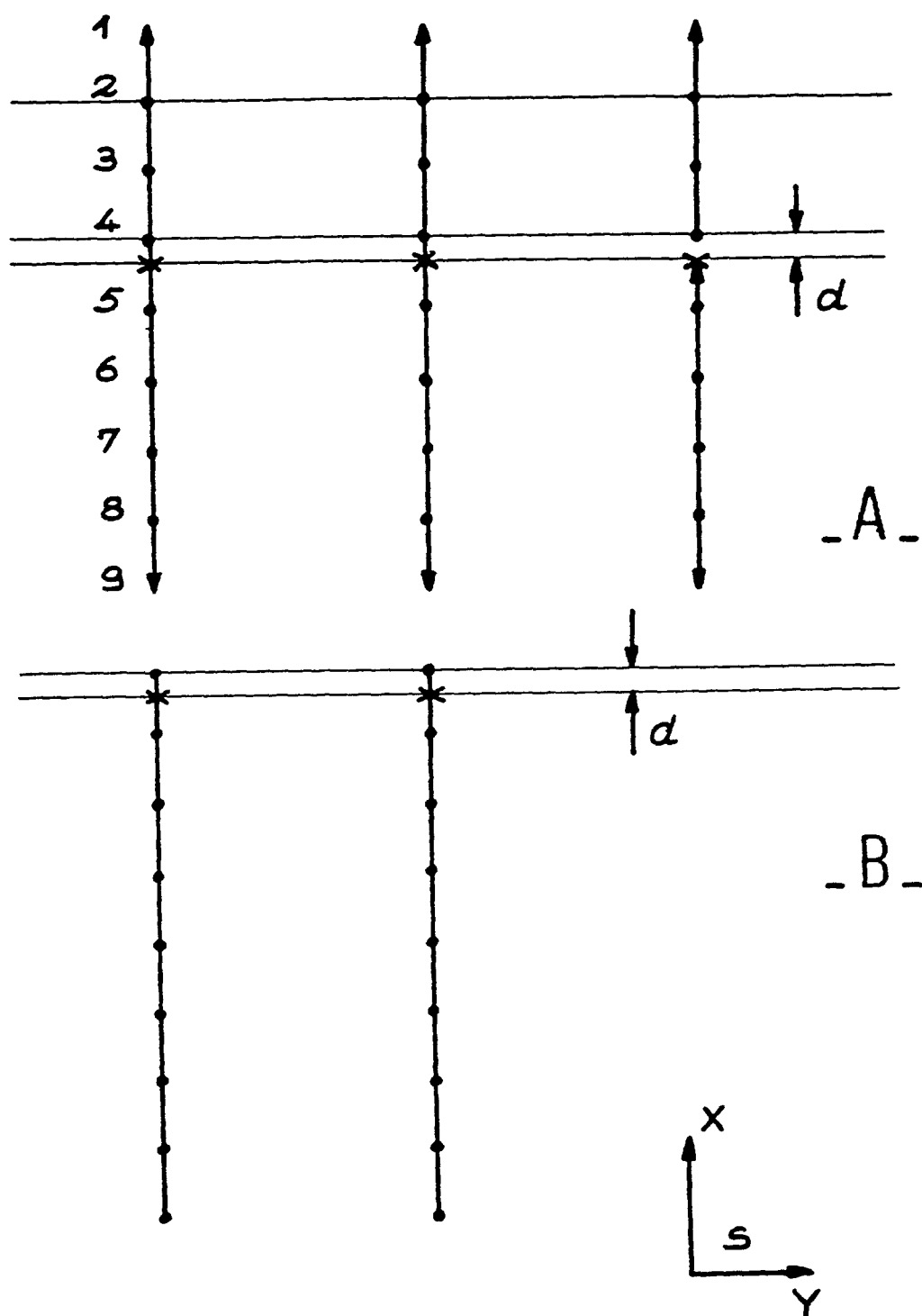
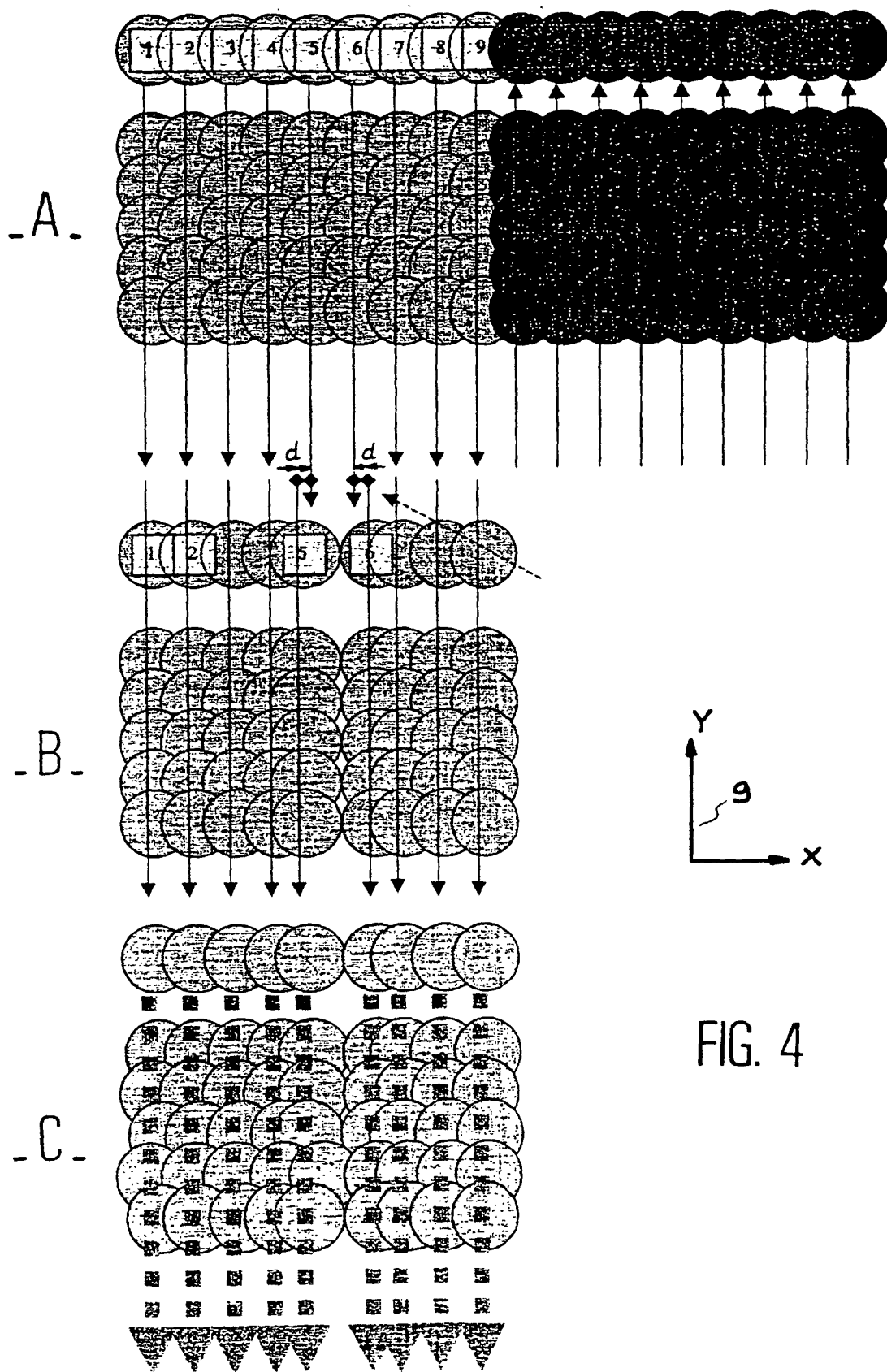


FIG. 3



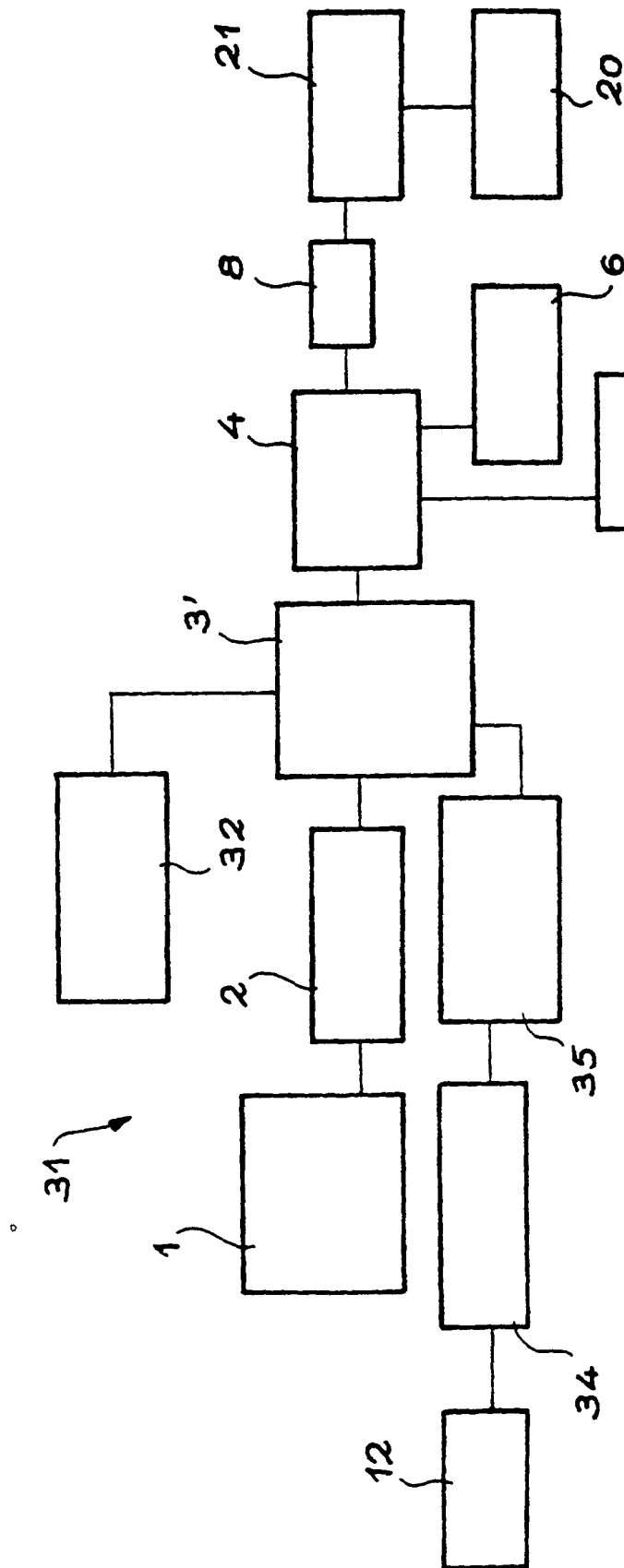


FIG. 11

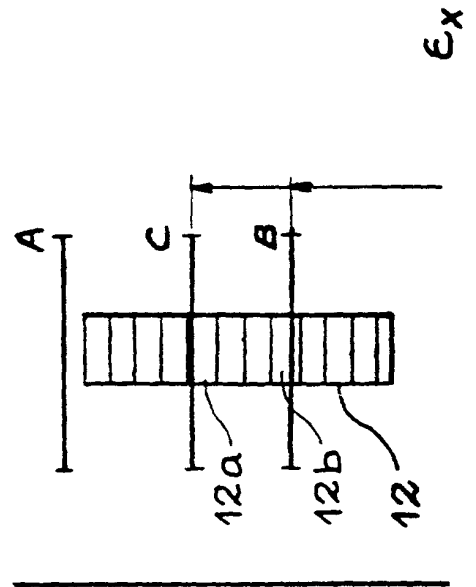


FIG. 5

FIG. 6

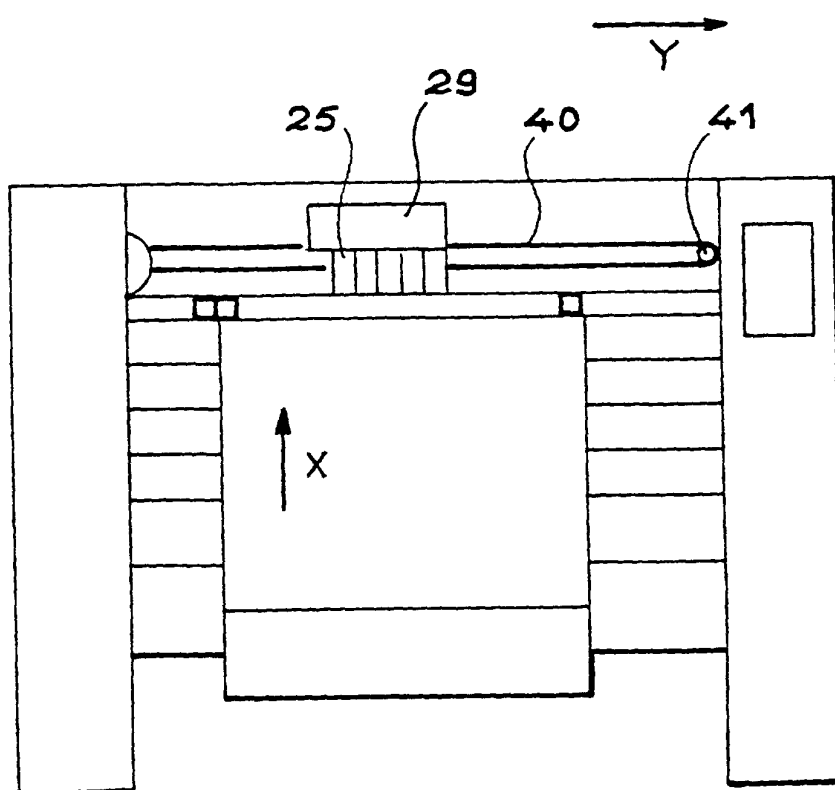
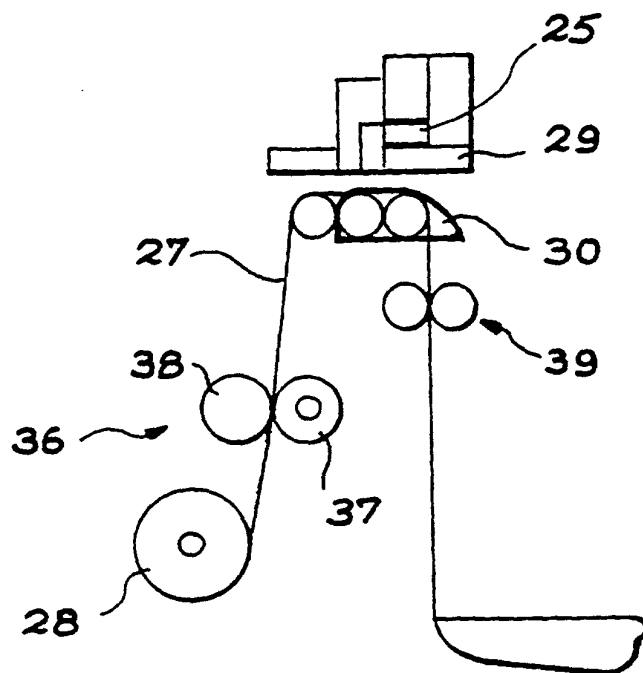
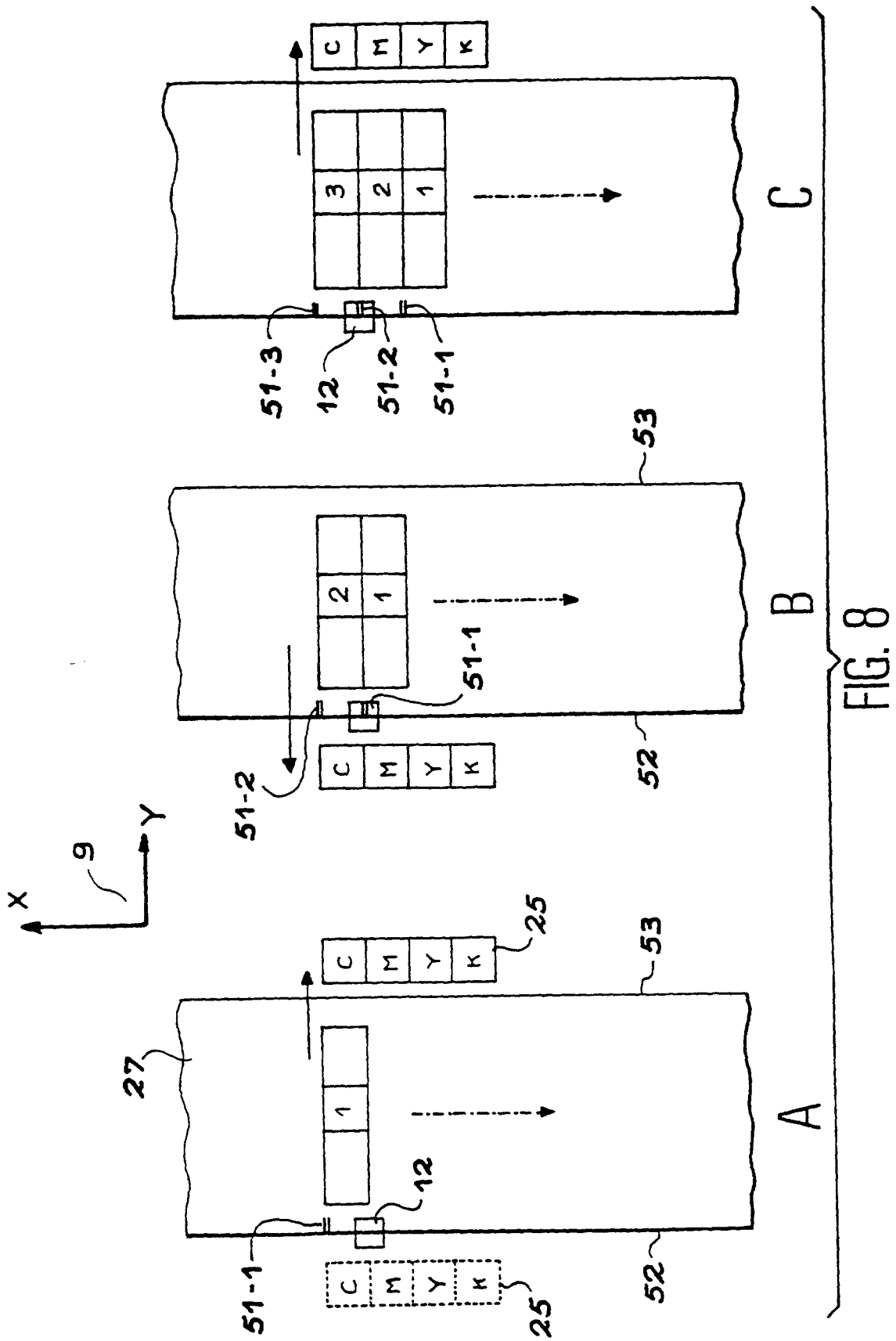


FIG. 7



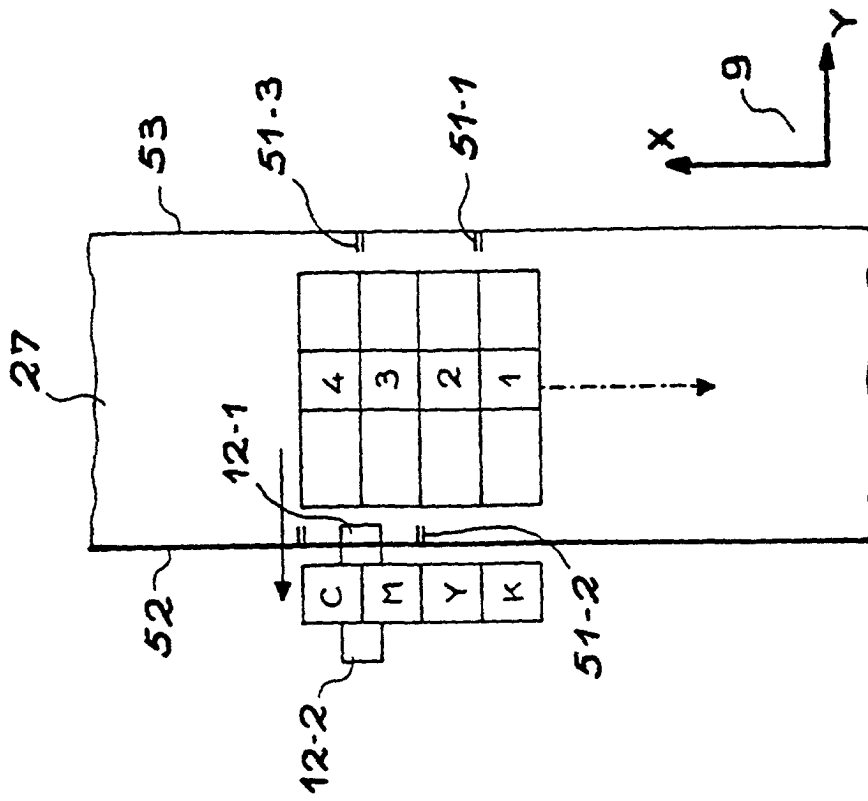


FIG. 10

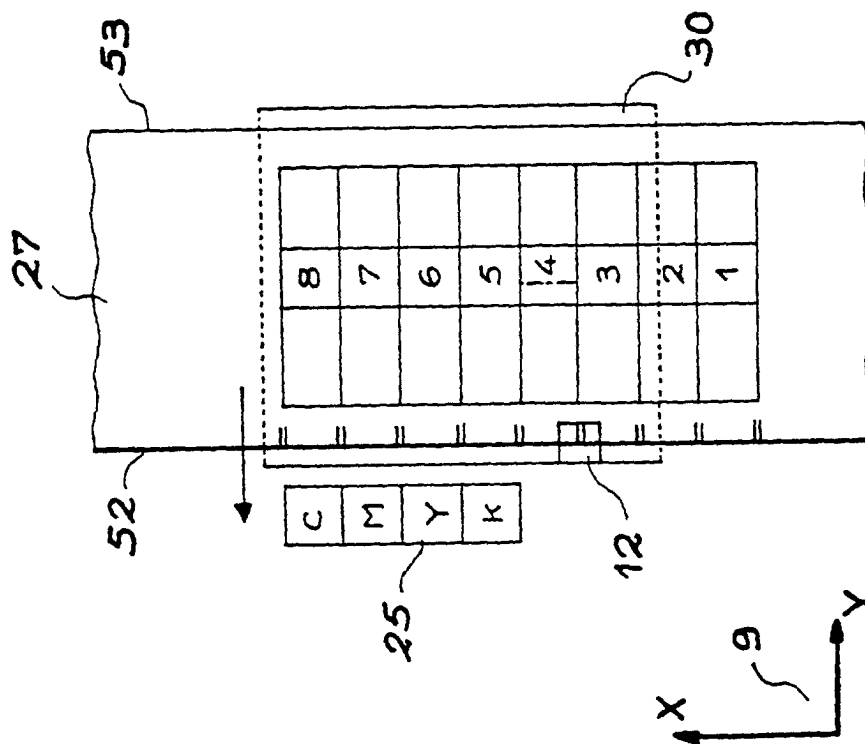


FIG. 9

