

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 06939**

(54) Ligne de fabrication de plaques à câblage ou circuit imprimé.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). H 05 K 3/02.

(22) Date de dépôt..... 7 avril 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : URSS, 25 avril 1980, n° 2915200.

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 44 du 30-10-1981.

(71) Déposant : M. N. VOIKHANSKY, V. V. GONCHAROV, G. A. MACHULKA, E. G. MIKAHLENKO,  
S. A. SLAVIN, A. B. ULADINOV, N. A. CHUNIKHINA et A. V. MATVEEV, résidant en  
URSS.

(72) Invention de : M. N. Voikhansky, V. V. Goncharov, G. A. Machulka, E. G. Mikhalevko, S. A.  
Slavin, A. B. Uladinov, N. A. Chunikhina et A. V. Matveev.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Marc-Roger Hirsch, conseil en brevets,  
34, rue de Bassano, 75008 Paris.

## LIGNE DE FABRICATION DE PLAQUES A CABLAGE OU CIRCUIT IMPRIME

La présente invention se rapporte à la radio-électronique et concerne plus précisément une ligne de fabrication de plaques à câblage ou circuit imprimé.

L'invention peut être utilisée pour la préparation des plaques à câblage ou circuit imprimé, y compris les plaques multicouches, dans les industries radio-électroniques et électroniques, ainsi que pour la construction des appareils de contrôle et de mesure dans l'industrie des télécommunications.

Une plaque à circuit imprimé comporte une plaque en un matériau diélectrique à la surface (ou sur les deux côtés) de laquelle se trouvent des surfaces de contact métalliques, auxquelles sont soudés les éléments du circuit électrique ou électronique raccordés par des conducteurs les plus courts possible.

Une plaque à circuit imprimé est d'ordinaire fabriquée de la façon suivante. La plaque en matériau diélectrique tel que carton bakéliné, textolite, plastique armé de fibres de verre, est métallisée sur toute la surface de l'une ou de ses deux faces, le plus couramment avec une couche de cuivre d'environ 50 microns d'épaisseur. Un dessin de masquage correspondant à la forme et aux dimensions des surfaces de contact et des conducteurs de raccordement est ensuite porté sur la surface métallisée. Ce dessin protège la couche métallique qu'il recouvre, d'une attaque chimique, au moyen de laquelle on fait disparaître de la surface de la plaque en matériau diélectrique tout le métal non masqué par le dessin. On soude ensuite, au dessin métallisé restant tous les éléments nécessaires du schéma électrique ou électronique. La tendance à miniaturiser de plus en plus l'appareillage radio-électronique, surtout dans la technique des ordinateurs exige une réduction des dimensions des éléments électriques des schémas et des conducteurs de raccordement. C'est pourquoi le dessin de masquage doit présenter un pouvoir de résolution de plus en plus élevé qui ne peut plus être assuré que par la technique du transfert photographique des images de masquage.

Dans les systèmes modernes automatisés d'étude comportant des

machines à dessiner, la forme et les dimensions des conducteurs des plaques à circuit imprimé ne sont plus élaborées par un dessinateur, mais par un programme ad hoc introduit dans la mémoire d'un ordinateur. L'information initiale nécessaire pour la formation du dessin est fournie par un schéma de

5 principe du circuit imprimé qui doit être matérialisé dans une plaque à circuit imprimé et est introduite dans l'ordinateur par une unité d'entrée de l'information. Le dessin formé dans l'ordinateur est envoyé à un coordinateur, à l'aide duquel le dessin de la plaque à circuit imprimé est porté sur un film photographique pour servir de support photographique matériel.

10 A partir de cet original photographique, on réalise par photoreproduction des photomasques qui servent à porter le dessin de masquage sur un diélectrique métallisé constituant l'ébauche de la plaque à circuit imprimé.

Pour porter le dessin de masquage sur les ébauches des plaques à circuit imprimé, on utilise ordinairement une méthode de photolithographie ou  
15 d'impression par sérigraphie. Dans ce cas on doit, comme indiqué plus haut, produire un original photographique et un jeu de masques photographiques, puis porter le matériau photosensible (photoresist) sur la surface métallisée de l'ébauche des plaques à circuit imprimé, exposer le dessin porté sur l'ébauche, en utilisant des masques photographiques, révéler, puis retoucher  
20 l'ébauche. C'est seulement après qu'on procède au traitement mécanique et d'attaque photochimique de l'ébauche.

Selon le procédé d'apport du dessin protecteur sur une plaque à circuit imprimé, on utilise plusieurs processus de photoreproduction et photochimiques "humides", exigeant l'utilisation de locaux sombres, d'équipements fonctionnant en chambre noire, de nombreux produits chimiques contenant  
25 de l'argent avec apport d'eau de grande pureté. Tout ceci complique le processus de l'apport du dessin de masquage et rend la production des plaques à circuit imprimé très onéreuse tout en ne permettant pas d'obtenir des circuits de bonne qualité et de haute précision.

30 Les inconvénients qui viennent d'être mentionnés se font particulièrement ressentir lorsqu'on tente d'automatiser cette fabrication. Malgré l'utilisation d'ordinateurs modernes on n'arrive pas à automatiser suffisamment la technologie d'apport du dessin de masquage et à utiliser la rapidité du contrôle des ordinateurs à cause de la complexité et du manque de souplesse  
35 opératoire de ces processus photochimiques délicats.

On a engagé aujourd'hui sur une grande échelle des travaux ayant pour but d'introduire des systèmes d'élaboration par ordinateurs des circuits

radio-électroniques et électroniques, y compris de leurs plaques à circuits imprimés.

On connaît bien les systèmes de production de plaques à circuit imprimé ainsi par exemple: A.T. Jegalov, E.P. Kotov, K.N. Shekharv, B.A.

- 5 Khokhlov "Construction et technologie des plaques à câblage imprimé" publié en 1973, éd. "Vysshaya shkola" (Moscou), voir p.p. 10-13.

L'information sur le schéma de principe à réaliser sur une plaque à circuit imprimé est placée dans une unité d'entrée de l'information. Cette information est introduite dans un ordinateur, qui élabore, selon un programme assigné, l'image optimale du dessin de la plaque à circuit imprimé, et la stocke dans sa mémoire. Après contrôle, cette image est lue et restituée sous la forme d'une série de signaux d'information dans un système temporel unique à un organe pour la préparation des supports d'impression, qui comporte couplés en série: un coordinatographe, un bloc de préparation des masques photographiques et un bloc pour la préparation des supports d'impression sérigraphique. Le coordinatographe réalise la préparation de l'original matériel de la plaque à circuit imprimé à l'échelle nécessaire.

Ensuite l'original est utilisé pour la préparation des masques photographiques sur une pellicule photographique dans le bloc de préparation des masques photographiques. A partir de ces masques photographiques, on procède à l'exposition des images des plaques à circuit imprimé sur une grille recouverte au préalable d'une composition photosensible dans le bloc pour la préparation des formes d'impression sérigraphique (en grille). Le transfert polygraphique du dessin de la plaque à circuit imprimé est réalisé au moyen d'un dispositif typographique. Après le transport du dessin de la plaque à circuit imprimé sur la surface du diélectrique métallisé l'ébauche de la plaque arrive au matériel de traitement mécanique et photochimique.

Les procédés connus de transport des images des plaques à circuit imprimé par copie photographique ou impression sérigraphique comportent ainsi de nombreuses opérations; ils sont compliqués, exigent une main-d'oeuvre importante et de qualité et sont difficiles à automatiser. Les plus compliquées parmi ces opérations sont la préparation de l'original photographique et des masques photographiques, ainsi que le transport du dessin de la plaque à circuit imprimé du masque photographique sur le diélectrique métallisé. Ces opérations ne sont réalisables que par une action manuelle, difficile à contrôler objectivement et les processus technologiques exigent un transfert photographique de haute précision et la mise en oeuvre des images par des moyens industriels.

La présente invention vise à réaliser une ligne de fabrication de plaques à circuit imprimé, permettant de simplifier notablement la technologie de préparation des plaques tout en assurant une automatisation plus complète, grâce à l'utilisation de l'offset typographique à sec pour l'apport du dessin de masquage sur les ébauches des plaques à circuit imprimé. La pré-

5    préparation des supports pour l'impression offset s'effectue sur un matériel de formage spécialement mis au point (plaques de forme) grâce à un usinage commandé par ordinateur effectué au moyen du rayonnement laser focalisé d'une machine à graver automatique à laser.

10    La présente invention a pour objet une ligne de fabrication de plaques à circuit imprimé du type comportant: un ordinateur raccordé à un dispositif d'entrée de l'information et à travers une interface, à un organe pour la préparation des supports d'impression, relié mécaniquement à une cassette de plaques de support et à une machine à imprimer

15    reliée mécaniquement à un équipement pour le traitement mécanique et chimique des plaques à circuit imprimé, l'interface comportant un circuit commutateur, dont l'entrée est raccordée à la sortie de l'ordinateur, et la sortie étant raccordée à l'entrée de l'organe pour la préparation des supports d'impression; un convertisseur d'exploration, dont une première entrée est raccordée

20    à la sortie correspondante de l'organe pour la préparation des supports d'impression, et les sorties sont raccordées aux entrées correspondantes de l'ordinateur; un générateur d'impulsions d'exploration, dont l'entrée est raccordée à l'organe pour la préparation des supports d'impression et la sortie est raccordée à une deuxième entrée du convertisseur d'exploration, et est caractérisée

25    en ce qu'on utilise pour la préparation des supports d'impression, une machine à graver automatique à laser comportant un système pour le balayage d'une plaque de support relié mécaniquement à la cassette à plaques de support et à la machine à imprimer, le système comportant un cylindre de support lui-même doté d'un capteur des impulsions de trame et d'un capteur de la vitesse de rotation du cylindre de support, sur lequel est fixée la plaque de

30    support et qui est accouplé mécaniquement à une commande électrique, en ce que d'autre part, à proximité du cylindre de support est monté avec la possibilité de se déplacer le long de sa génératrice un objectif à laser relié à un moteur pas-à-pas, et un système optique à laser, comportant un laser (par

35    exemple à  $\text{CO}_2$ ) sur le trajet du faisceau duquel se trouve un modulateur optique et l'objectif du système de balayage du laser, l'entrée électrique du modulateur optique étant raccordée à la sortie d'un amplificateur, dont l'entrée est raccordée à la sortie de l'ordinateur, et en ce qu'on utilise comme

générateur d'impulsions d'exploration un multiplicateur de la fréquence de répétition des impulsions.

Il est préférable que le multiplicateur de la fréquence de répétition des impulsions par N comporte, couplés en série un convertisseur d'impulsions, dont l'entrée serait raccordée à la sortie de trame du système de balayage, un convertisseur ou générateur de tension délivrant des impulsions en triangle ou en dents de scie, un détecteur d'amplitude, un filtre, un diviseur de tension, (N-1) comparateurs et un additionneur, dont la sortie est raccordée à la deuxième entrée du convertisseur d'exploration, la deuxième sortie du convertisseur d'impulsions étant raccordée à la N-ième entrée de l'additionneur, tandis que (N-1) sorties du convertisseur ou générateur des impulsions de tension en dents de scie sont raccordées aux deuxièmes entrées des (N-1) comparateurs qui reçoivent sur leur première entrée les tensions divisées par le générateur de tension.

Chaque plaque de support de la cassette traitée au rayonnement laser peut comporter à sa surface un revêtement oléophobe appliqué sur une sous-couche thermo-isolante, réalisée de préférence en encre offset. la facilité de coopération d'un laser avec un ordinateur et la possibilité d'exécuter au cours d'un processus unique les supports d'impression avec le rayonnement laser permettent de réduire considérablement la durée du cycle technologique. Ce résultat est obtenu grâce à l'élimination de tous les processus photochimiques. Grâce à cette méthode la rapidité du traitement quand on utilise la ligne de fabrication selon l'invention n'est plus déterminée par la durée des processus du traitement photographique, mais par la rapidité de fonctionnement de l'ordinateur. Il n'est plus nécessaire d'utiliser des chambres noires, des produits chimiques polluants, des processus "humides", de l'argent métal et on réduit sensiblement le nombre de plaques à circuit imprimé mises au rebut tout en améliorant la qualité des plaques. On améliore également les conditions de travail tout en réduisant de 2 à 3 fois les surfaces occupées, ainsi que les volumes de main-d'oeuvre et d'équipements.

D'autres buts, avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront plus particulièrement de la description suivante donnée à titre d'exemple non limitatif et faite en regard des figures qui représentent:

. la figure 1, le schéma synoptique d'une ligne de préparation de plaques de circuit imprimé, selon l'invention;

. la figure 2, les diagrammes temporels des signaux en divers points du multiplicateur du schéma synoptique, selon l'invention.

La ligne de fabrication de plaques de circuit imprimé comporte un ordinateur 1 (figure 1) relié à une unité d'entrée de l'information 2 et qui est raccordé à travers un interface 3 à un organe 4 de préparation des supports d'impression offset. L'organe 4 est relié à une cassette 5 des plaques de support et à une machine à imprimer 6 reliée mécaniquement à un équipement 7 de traitement mécanique et chimique des plaques de circuit imprimé.

L'interface 3 comprend un circuit commutateur 8, dont l'entrée 9 est raccordée à la sortie de l'ordinateur 1, et la sortie 10 est raccordée à l'entrée correspondante de l'organe 4 pour la préparation des supports d'imprimerie.

Le bloc interface 3 comporte également un convertisseur 11, dont l'entrée 12 est raccordée à la sortie correspondante de l'organe 4 pour la préparation des supports d'impression, tandis que les sorties 13, 14 sont raccordées aux entrées correspondantes de l'ordinateur 1.

Le bloc interface 3 comporte de plus un générateur d'impulsions d'exploration 15, dont l'entrée est raccordée à la sortie de l'organe 4 pour la préparation des supports d'impression, et la sortie est raccordée à l'entrée 16 du convertisseur d'exploration 11.

Pour la préparation des supports d'impression sur l'organe 4, on utilise une machine à graver automatique à laser, permettant la préparation des supports d'impression à l'aide d'un rayonnement laser focalisé. Cette machine à graver automatique à laser comprend un système de balayage 17 de la plaque de support et un système optique à laser qui lui est relié. Le système de balayage 17 comporte un cylindre de support 19, sur lequel est fixée la plaque de support 20. Le cylindre de support 19 est doté d'un capteur des impulsions de trame 21 coopérant avec des divisions 21' et d'un capteur de vitesse 22 coopérant avec un trait 22' et mis en rotation par une commande électrique 23.

A proximité du cylindre de support 19 est prévu un objectif de balayage à laser 24, qui est entraîné le long de la génératrice du cylindre de support 19 par un moteur pas-à-pas 25.

La plaque de support 20 est transportée de la cassette 5 du cylindre de support 19 à la machine à imprimer 6 pour l'impression du dessin de masquage sur un diélectrique métallisé. Après l'impression du dessin de masquage le diélectrique métallisé est transporté vers l'équipement 7 pour subir un traitement mécanique et chimique.

Le système optique à laser 18 comporte par exemple un laser à  $\text{CO}_2$

26 dont le rayonnement est dirigé sur l'entrée d'un modulateur optique 27. A la sortie optique du modulateur 27 le rayonnement laser est dirigé sur l'objectif de balayage 24. L'entrée électrique du modulateur 27 est reliée à la sortie d'un amplificateur 28 dont l'entrée est raccordée à la sortie  
5 de l'ordinateur 1.

Pour le générateur d'impulsions d'exploration 15, on utilise un multiplicateur (par N) de la fréquence de répétition des impulsions qui comporte couplés en série un convertisseur d'impulsions 29, dont l'entrée 30 est reliée à la sortie du capteur 21 des impulsions de trame, un convertisseur de  
10 tension 31 délivrant des impulsions en triangle, un détecteur d'amplitude 32, un filtre 33, un diviseur de tension 34, N-1 comparateurs 35 et un additionneur 36, dont la sortie est raccordée à l'entrée 16 du convertisseur 11. La sortie 37 du convertisseur d'impulsions 29 est raccordée à la N-ième entrée de l'additionneur 36, tandis que les N-1 sorties du convertisseur de tension  
15 31 sont raccordées aux entrées 38 (N-1) des comparateurs 35.

Les figures 2 a, b, c, d, e, f représentent les diagrammes temporels des signaux en divers points du schéma du multiplicateur.

Dans la ligne de fabrication selon l'invention l'apport du dessin de masquage est réalisé selon une méthode d'impression offset à sec, avec  
20 une préparation des supports d'impression offset sur une machine à graver automatique à laser. De ce fait on élimine entièrement les processus de photoreproduction et photochimiques. Par ailleurs, la commande de l'intensité du rayonnement laser au moyen d'un ordinateur permet de simplifier notablement le problème de l'automatisation de l'apport du dessin de masquage. La  
25 méthode d'offset à sec assure, par rapport à l'offset humide ordinaire, un pouvoir de résolution, dépassant les possibilités de l'impression sérigraphique, ce qui permet d'améliorer la qualité des plaques à circuit imprimé.

Les supports pour l'impression offset se présentent sous la forme de plaques de support de 0,1 à 0,3 mm d'épaisseur réalisées en feuille d'aluminium ou d'acier. Leurs dimensions sont conditionnées par le type de machine  
30 à imprimer ou de rotative. Lorsqu'on utilise une rotative du type "Romayor" les dimensions de la plaque sont de 370x450 mm. Pour la préparation de la surface d'une plaque dans la cassette 5, on dépose une couche d'isolant thermique en encre offset de  $3 \pm 0,5$  microns d'épaisseur et sur cette dernière une  
35 couche oléophobe en caoutchouc synthétique de la même épaisseur.

La plaque de support 20 préparée de cette manière est transportée de la cassette 5 au dispositif de balayage 17 de la machine à graver automatique à laser où elle est fixée sur le cylindre de support 19, qui est mis



en rotation par la commande électrique stabilisée 23.

La vitesse de rotation du cylindre de support 19 est déterminée en fonction de la puissance du rayonnement laser et des propriétés du recouvrement oléophobe de la plaque de support 20. Pour une puissance du laser à 5  $\text{CO}_2$  égale à 25 W, avec les recouvrements indiqués plus haut de la plaque de forme 20 et pour les dimensions indiquées plus haut, la vitesse de rotation du cylindre de forme 19 est égale à 600 tours/mn.

Le recouvrement en caoutchouc synthétique ne retient pas l'encre offset et forme les éléments des lacunes du support d'impression. Les éléments d'impression sont formés par évaporation du caoutchouc synthétique 10 sous l'effet du rayonnement laser. L'évaporation directe à partir de la surface du métal est impossible à cause de sa conductibilité thermique élevée. Il faut prévoir une sous-couche calorifuge en matériau oléophile. Précédemment on utilisait du vernis bakélite mais celui-ci devient fragile après 15 séchage et se fendille, ce qui réduit la résistance du support au tirage et entraîne la mise au rebut d'une grande quantité de supports au cours de leur préparation.

Selon l'invention, on remplace le vernis bakélite par de l'encre offset, ce qui améliore de 2 à 5 fois le rendement du traitement, du fait 20 que cette encre est moins transparente au rayonnement laser, et augmente notablement la résistance au tirage du support d'imprimerie.

Le rayonnement qui traite le matériau du support est fourni par un laser monochromatique à  $\text{CO}_2$  26 de 10,6 microns de longueur d'onde. Ce rayonnement traverse le modulateur laser 27, par exemple électro-optique, 25 puis est dirigé sur l'objectif 24, qui est entraîné par le moteur pas-à-pas 25 pour balayer en long le cylindre de support 19. L'intensité du rayonnement laser est commandée dans le modulateur laser 17 par un signal émis par l'ordinateur 1, et dont l'amplitude est contrôlée à l'aide de l'amplificateur électronique 28.

30 La préparation du support d'offset à sec est réalisée automatiquement, grâce au raccordement de la machine à graver automatique à laser, à l'ordinateur 1 à l'aide de l'interface 3. Cet interface 3 comporte un circuit commutateur 8, un générateur d'impulsions de demande d'information et un conformateur 11 des signaux de commande. Après l'enclenchement et la prépa- 35 ration de l'ordinateur 1 et de la machine à graver automatique à laser le système de balayage 17 adresse un signal de demande à l'ordinateur 1 pour l'enregistrement d'une ligne sur le matériel de support de la plaque 20. Le signal capté par le capteur de vitesse de rotation 22 est transmis à l'entrée 12 du comparateur d'exploration 11, à la sortie 14 duquel il est adressé à

à l'entrée de l'ordinateur 1.

Le capteur de vitesse de rotation 22, de même que le capteur de trame 21 peuvent être des capteurs photo-électriques. Le capteur comprend alors un couple "lampe-photodiode" disposé à proximité immédiate de l'extré-  
mité du cylindre de support 19 et des traits contrastes 21' portés sur le  
cylindre de support 19 (dans le capteur de trame 21) ou du trait 22' (dans  
le capteur de vitesse 22). Lors du passage de la division 22' devant le  
couple photo-électrique du capteur de vitesse 22, un signal impulsional  
est élaboré dans le capteur et adressé à l'ordinateur 1 qui forme à partir  
du dessin de la plaque à circuit imprimé, stocké dans sa mémoire, la ligne  
correspondante de l'image pour son enregistrement sur le matériel de support  
et un signal de déplacement est adressé à l'entrée 9 du circuit commutateur  
8, qui à partir de sa sortie 10 actionne le moteur pas-à-pas 25 pour réaliser  
le positionnement de l'objectif à laser 24 pour l'enregistrement de la  
ligne déterminée par le programme de l'ordinateur 1. Cette opération se  
répète à chaque tour du cylindre de support 19.

L'enregistrement de l'information le long de chaque ligne se fait  
d'après l'information lue sur le dessin le long de cette ligne. Ces demandes  
sont formées par le capteur 21 des impulsions de trame, se trouvant sur le  
cylindre de support 19. Ces impulsions déclenchent la lecture de l'informa-  
tion débitée par l'ordinateur 1. Grâce à la disposition du capteur 21 direc-  
tement sur le cylindre de support 19, les impulsions sont exactement posi-  
tionnées dans le temps et respectivement dans l'espace par rapport aux coor-  
données de la surface du matériel de support. En conséquence, le débit et  
l'enregistrement de l'information sur le support d'impression sont automati-  
quement synchronisés avec la vitesse de déplacement du cylindre de support  
19. Ceci exclut les distorsions de l'image dues à l'instabilité de la rota-  
tion du cylindre de support 19 du système de balayage 17.

La fréquence des impulsions d'exploration le long de la ligne  
d'enregistrement sur le matériel de support assure une période des explora-  
tions égale au pouvoir de résolution de l'enregistrement de l'image, qui dans  
le cas donné est égale à 300 lignes/cm.

Quand on utilise pour l'enregistrement le rayonnement du laser à  
 $\text{CO}_2$  26, qui peut être réellement focalisé en une tache d'un diamètre de  
40 microns, le pas d'enregistrement est choisi égal à 33,33 microns. Cette  
dimension détermine le pouvoir de résolution de l'enregistrement de l'image  
sur le support d'impression 20. Ainsi l'intervalle dans l'espace entre les

impulsions d'exploration est égal à 33,33 microns. Les capteurs de trame connus n'assurent que difficilement une telle périodicité des impulsions de trame. Dans la construction selon l'invention de la machine à graver automatique à laser, le capteur de trame 21 assure d'une façon fiable une période  
5 des impulsions de trame 10 fois plus grande, c'est-à-dire un pas d'enregistrement de 333,33 microns. La réduction ultérieure de la période des impulsions de trame est obtenue en utilisant un multiplicateur de la fréquence des impulsions d'exploration à phase fixe.

Les multiplicateurs de fréquence d'impulsions connus n'assurent pas  
10 une multiplication de la fréquence par un nombre quelconque ni une fixation de phase. On propose donc un schéma original pour un tel multiplicateur. Il comporte un convertisseur 29 des impulsions de trame, dont l'entrée 30 est alimentée par une série de signaux de forme pratiquement sinusoïdale provenant du capteur de trame 21.

15 La forme des signaux dans le schéma du multiplicateur est indiquée sur la figure 2. Sur cette figure, en vue de faciliter la compréhension est représenté un schéma de multiplication de la fréquence par 4. La figure 2 représente la séquence des impulsions rectangulaires à la sortie du convertisseur 29. Elles attaquent le convertisseur de tension 31 qui délivre des  
20 impulsions en triangle ou en dents de scie, dont les signaux de sortie sont représentés sur la figure 2b. Les impulsions en triangle ou en dents de scie sont adressées aux premières entrées 38 des (N-1) comparateurs 35. Le nombre N-1 est déterminé par la valeur du coefficient de multiplication N de la fréquence de répétition des impulsions.

25 Les impulsions en dents de scie sont également adressées au détecteur d'amplitude 32, puis au filtre 33 et au diviseur de tension 34, dans lequel les impulsions en dents de scie sont divisées en une série de tensions, qui diffèrent d'une même valeur, égale à l'amplitude de l'impulsion en dents de scie divisée par le nombre N. (cf fig 2b). Chacune des N-1 tensions ainsi divisées et  
30 débitées par le diviseur 34, est adressée aux (N-1) comparateurs 35 comme tension de référence. La comparaison de l'impulsion en dents de scie provenant de la sortie du convertisseur 31 avec la tension de référence permet d'élaborer à la sortie de chaque comparateur 35 une série d'impulsions analogues à décalage prédéterminé (voir les figures 2c, d, e). Toutes ces séries  
35 d'impulsions attaquent les N-1 entrées de l'additionneur 36, dont une entrée séparée est alimentée par l'impulsion de consigne provenant de la sortie 37 du convertisseur 29.

A la sortie de l'additionneur 36 est ainsi formée une séquence d'impulsions d'exploration de l'information le long de la ligne dont la fréquence est augmentée de N fois et la phase de ces impulsions est rigoureusement déterminée (voir la figure 2f). Ces impulsions qui déterminent l'instant  
5 du début et de la fin des explorations sont adressées à l'entrée 16 du conformateur 11 des demandes, puis à partir de la sortie 13 à l'entrée correspondante de l'ordinateur 1.

En réponse à la séquence d'impulsions d'exploration, l'ordinateur 1 adresse en synchronisme une information concernant la densité lumineuse du  
10 dessin le long de la ligne en indiquant ainsi la densité lumineuse à réaliser en chaque point correspondant de la ligne à la surface du matériel de support, c'est-à-dire un enregistrement positif ou une lacune. L'information de densité lumineuse émise à la sortie de l'ordinateur 1 qui attaque l'amplificateur 28, est utilisée comme tension de commande du modulateur optique  
15 à laser 27.

Lorsque l'enregistrement de toutes les lignes de l'image du dessin de masquage sur la plaque de support est terminé, la plaque devient une forme d'impression. On l'enlève alors du cylindre de support 19 et on la place sur la machine à imprimer 6, où, selon un procédé connu, elle reçoit l'encre  
20 offset de protection et on effectue l'impression sur un diélectrique métallisé de l'ébauche de la plaque à circuit imprimé (le cas échéant, les dessins sont reportés sur les deux surfaces de la plaque).

Après l'application du dessin de masquage sur l'ébauche des plaques à circuit imprimé les ébauches sont séchées dans une armoire de séchage et  
25 expédiées vers l'équipement 7 pour le traitement mécanique et chimique ultérieur.

La ligne de fabrication selon l'invention utilise à la place de l'impression photographique ou sérigraphique communément utilisée à présent dans l'industrie radio-électronique pour supporter le dessin de masquage sur  
30 les ébauches des plaques à circuit imprimé, l'offset à sec qui avec un pouvoir de résolution suffisant, permet de préparer les supports offset à l'aide d'un rayonnement laser aisément contrôlable par un ordinateur. Cette méthode permet d'éliminer les processus photochimiques et de photoreproduction, de simplifier considérablement la technologie de préparation des plaques à circuit imprimé et d'en réaliser l'automatisation en contrôlant un laser d'im-  
35 pression par l'intermédiaire d'un ordinateur.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés et elle est susceptible de nombreuses variantes, accessibles à l'homme de l'art sans que l'on ne s'écarte de l'esprit de l'invention.

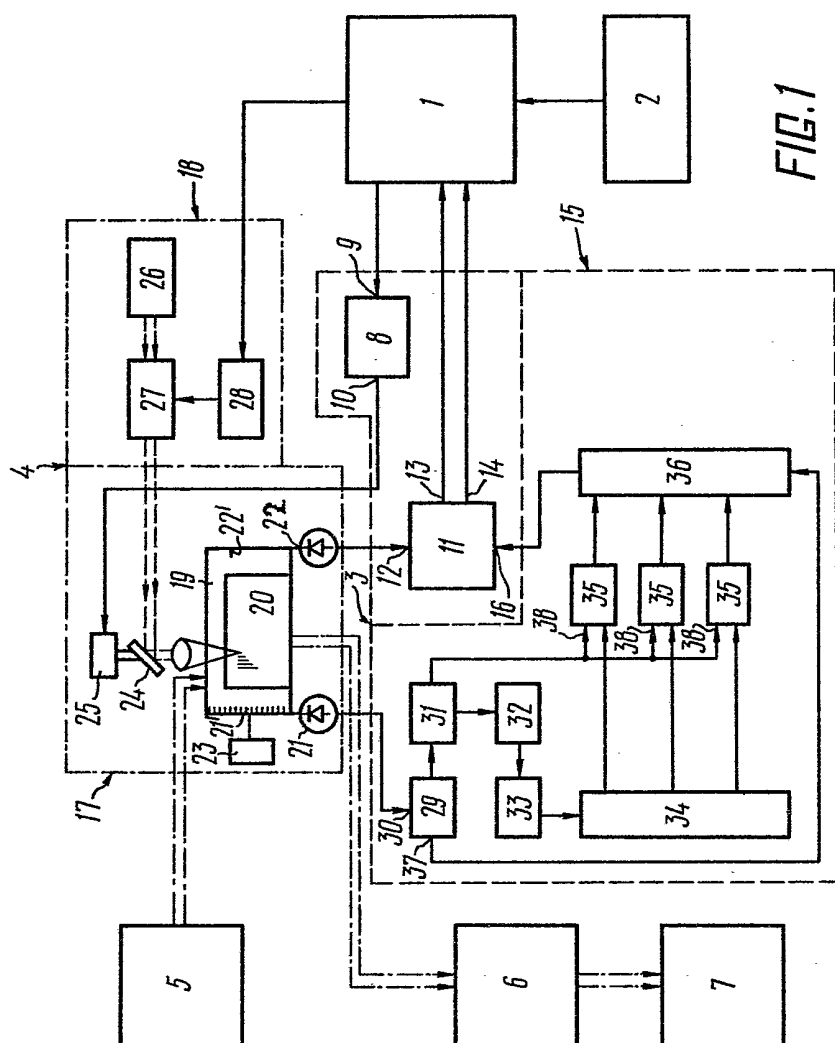
## REVENDECATIONS

1. Ligne de fabrication de plaques à circuit imprimé du type comportant: un ordinateur raccordé à un dispositif d'entrée de l'information et à travers une interface à un organe pour la préparation des supports d'impression, relié mécaniquement à une cassette de plaques de support et à une machine à imprimer, reliée mécaniquement à un équipement pour le traitement mécanique et chimique des plaques à circuit imprimé, l'interface comportant un circuit de commutation dont l'entrée est raccordée à la sortie de l'ordinateur et la sortie est raccordée à l'entrée de l'organe pour la préparation des supports d'impression; un convertisseur d'exploration, dont une première entrée est raccordée à la sortie correspondante de l'organe pour la préparation des supports d'impression, et les sorties sont raccordées aux entrées correspondantes de l'ordinateur; un générateur d'impulsions d'exploration, dont l'entrée est raccordée à l'organe pour la préparation des supports d'impression, et la sortie est raccordée à une deuxième entrée du convertisseur d'exploration, caractérisée en ce qu'on utilise pour la préparation des supports d'impression une machine à graver automatique à laser, réalisant la préparation des supports d'impression à l'aide d'un rayonnement laser focalisé, la machine comportant, reliées mécaniquement à la cassette des plaques de support et à la machine à imprimer, un système de balayage de la plaque support fixé sur un cylindre de support, lui-même doté d'un capteur d'impulsions de trame et d'un capteur de vitesse de rotation, le cylindre étant relié mécaniquement à une commande électrique de vitesse de rotation, en ce qu'un objectif à laser est monté à proximité du cylindre de support mobile le long d'une de ses génératrices et raccordé à un moteur pas-à-pas, et coopère avec un modulateur optique constituant un système de balayage dont l'entrée électrique est reliée à la sortie d'un amplificateur dont l'entrée est reliée à la sortie de l'ordinateur, et en ce qu'on utilise comme générateur d'impulsions d'exploration un multiplicateur de la fréquence de répétition des impulsions.

2. Ligne de fabrication selon la revendication 1, caractérisée en ce que le multiplicateur de la fréquence de répétition des impulsions par N comporte couplés en série, un convertisseur d'impulsions, dont l'entrée est raccordée à la sortie de trame du système de balayage de la plaque, un convertisseur de tension délivrant des impulsions en triangle ou en dents de scie, un détecteur d'amplitude, un filtre, un diviseur de tension, (N-1) comparateurs et un additionneur, dont la sortie est raccordée à la deuxième

entrée du convertisseur d'exploration, la deuxième sortie du convertisseur d'impulsions étant raccordée à la N-ième entrée de l'additionneur, tandis que les (N-1) sorties du convertisseur des impulsions de tension en dents de scie sont raccordées aux secondes (N-1) entrées des comparateurs qui reçoivent sur leur première entrée les tensions divisées par le diviseur de tension.

3. Ligne de fabrication selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que chaque plaque de support de la cassette traitée à l'aide du rayonnement laser est dotée à sa surface d'un revêtement oléophobe appliqué sur une sous-couche thermo-isolante en encre offset.



PL. II/2

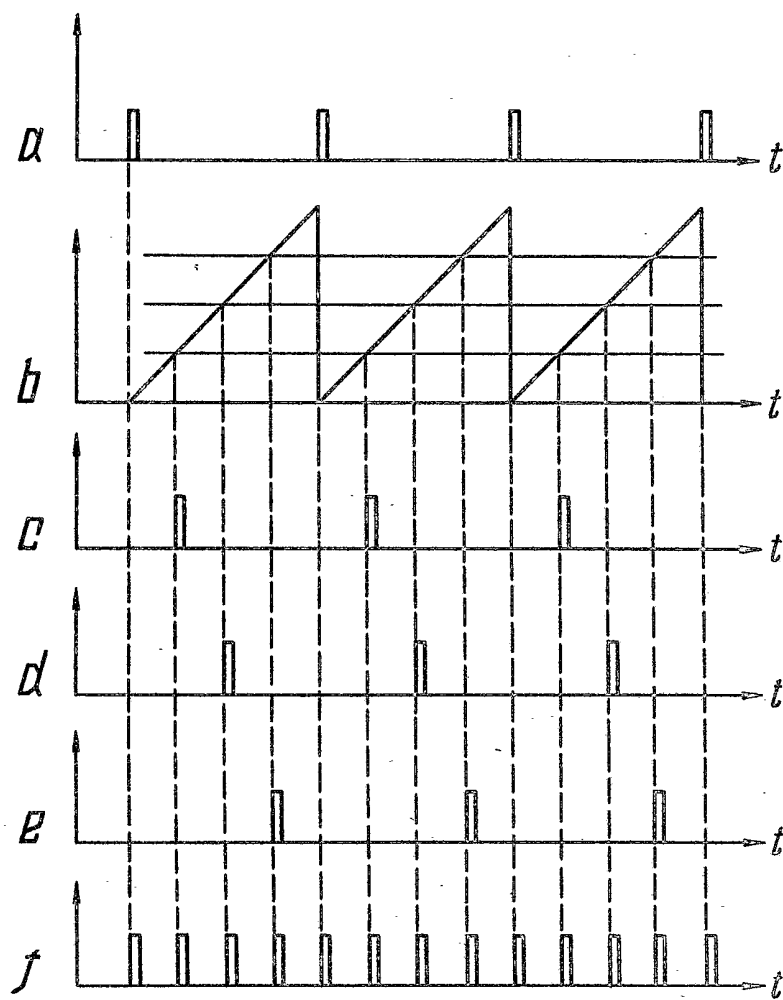


FIG. 2