

LES LASERS



Marc FERRETTI

Laserscribing ..

L'UNE des étapes les plus délicates de la fabrication des composants en semi-conducteurs est, certainement, celle du découpage des pastilles après dépôt, en série, sur celles-ci, des circuits électroniques. Les divers circuits sont séparés au moyen d'un trusquin, avec diamant à l'extrémité, mais le rendement de l'opération est relativement faible : entre 70 et 90 %. C'est pour remédier à cet état de fait qu'ont été développés des trusquins à lasers (« laserscribers » en anglais).

TAUX ANNUEL DE CROISSANCE : 15 %

C'est en 1970 que le laser fit sa première percée dans cet usage chez Motorola pour le découpage des pastilles en silicium dans une chaîne de fabrication en grande série de diodes Zener. Le système de « trusquinage » était fourni par Quantronix Corp. Simultanément, la North American Rockwell Microelectronics Co. utilisait un laser pour le découpage de pastilles de circuits MOS à « beam-leads » et Western Electric étudiait l'avantage du trusquin à laser, dans son usine de Allentown.

Aujourd'hui, quelque vingt constructeurs proposent des trusquins à laser, destinés essentiellement à l'industrie électronique.

Le taux annuel de croissance des ventes de ce type de système est voisin de 15 %. Le chiffre d'affaires global, relatif à ce matériel, sera, approximativement, de 13 millions de dollars en 1974, selon la revue « Laser Focus » ; les ventes se partagent, à parts égales, entre les systèmes à laser à CO₂ et ceux à lasers YAG (grenat d'yttrium-aluminium) dopés au néodyme.

L'intérêt des systèmes à laser réside dans leur résolution élevée et la possibilité de programmer aisément leurs travaux : ils peuvent trusquiner une ligne à la vitesse de 7,5 cm/s ; la précision de leur tracé est telle qu'il devient envisageable de déposer 40 circuits complets sur un seul substrat en céramique de 9,5 x 11,5 cm ; la densité maximale de circuits, sur un tel substrat, dépend, bien entendu, de la zone affectée par le trusquin : avec un laser, la largeur du tracé dans une alumine, ou dans une céramique à base d'oxyde de beryllium, de 0,4 à 0,8 mm d'épaisseur, peut être inférieure à 20 microns.

Les principaux fournisseurs de trusquins à laser à gaz carbonique sont Photon Sources Inc. (qui utilise ses propres lasers), et Electro Scientific Instruments (qui emploie des lasers réalisés par Coherent Radiation). La céramique absorbe le rayonnement du laser à CO₂ (longueur d'onde : 10,6 mi-

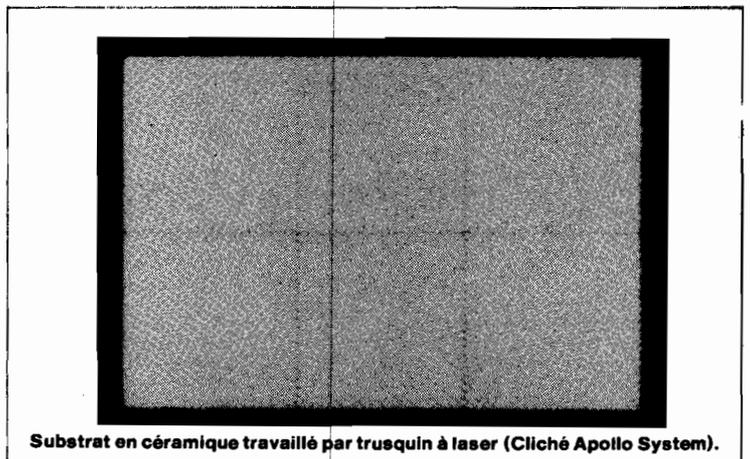
crois) de sorte que la quasi-totalité des trusquins destinés au travail des céramiques, des verres, du titanate de baryum, etc., font emploi de ce laser.

La longueur d'onde du laser YAG (1,06 micron) est absorbée par le silicium et par d'autres substrats qui résistent aux variations brusques de températures, telles celles que l'on rencontre dans les missiles et les avions : les trusquins à laser YAG ont donc essentiellement des usages militaires.

L'USINAGE DES CÉRAMIQUES...

Les lasers à CO₂ utilisés pour le travail des céramiques sont cons-

titués par un mélange gazeux (CO₂ - He - N₂), sous vide (environ 10 millimètres de mercure), s'écoulant à basse vitesse dans un tube de verre ou de quartz. Le faisceau est focalisé sur la céramique, et la densité d'énergie qui frappe le matériau est extrêmement élevée (quelques mégawatts par cm²) ; cet énergie est absorbée et, localement, la céramique s'échauffe brusquement, fond et se vaporise. L'épaisseur des céramiques susceptibles d'être ainsi usinées s'étend de quelques centaines de microns à plusieurs millimètres. Les tolérances d'usinage dépendent de l'épaisseur du matériau. Par exemple, avec une céramique de 0,45 mm d'épaisseur, les valeurs typiques de tolérance sont les suivantes :



Substrat en céramique travaillé par trusquin à laser (Cliché Apollo System).

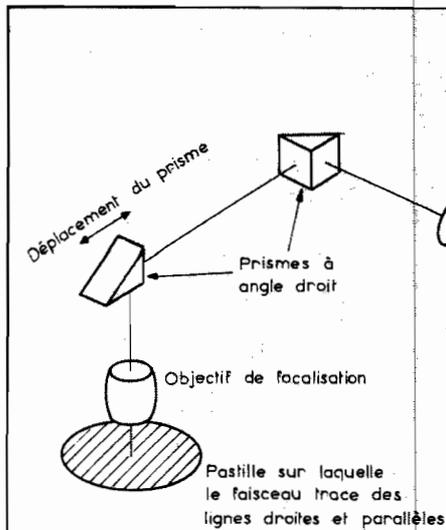


Fig. 1 - Le laser YAG pour trusquin permet de réaliser les systèmes miniaturisés.

- trous de 75 microns de diamètre au maximum : $\pm 12,5$ microns
 - trous de 300 microns de diamètre au maximum : $\pm 37,5$ microns
- Le prix d'un trusquin à laser est, environ, de 10 000 à 15 000 francs.

A la Western Electric Co., on vient d'installer un système de perçage des céramique, comman-

dé par ordinateur. Il sert à la fabrication des circuits en couches minces à deux niveaux de métallisation, et pour lesquels une grande variété de substrats en céramique doivent être percés. L'ordinateur est programmable : pour passer d'un ouvrage à un autre ouvrage, il suffit, dès lors, de changer le programme mécanique introduit dans l'ordinateur. Le laser trace des lignes, sur le

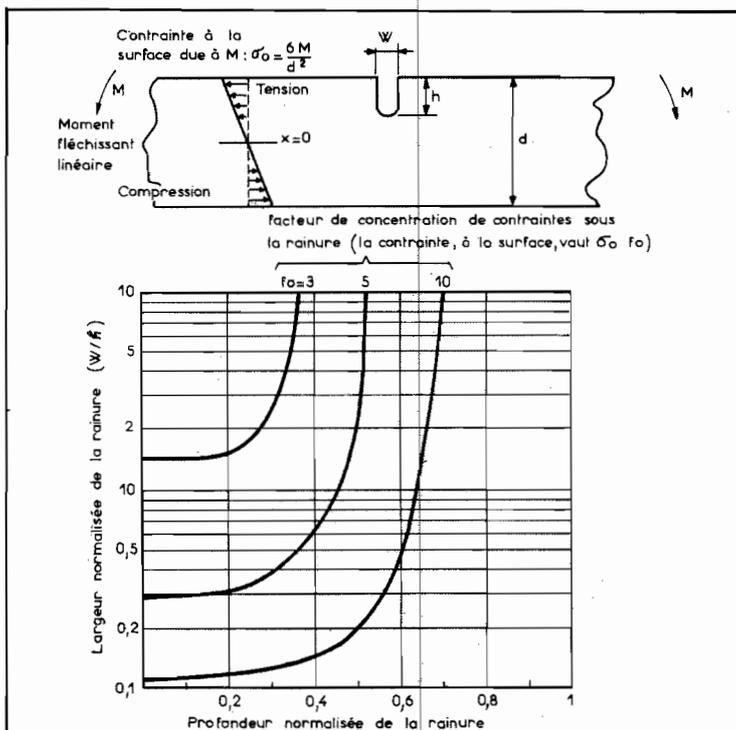


Fig. 2 - Pour découper les multiples circuits électroniques réalisés sur une pastille en semiconducteur, on trace, au moyen du trusquin à laser, des rainures qui entourent les circuits. On applique ensuite un moment fléchissant M : une concentration de contraintes apparaît sous la rainure ; si les contraintes sont suffisamment importantes, la pastille se brise au niveau de la rainure.

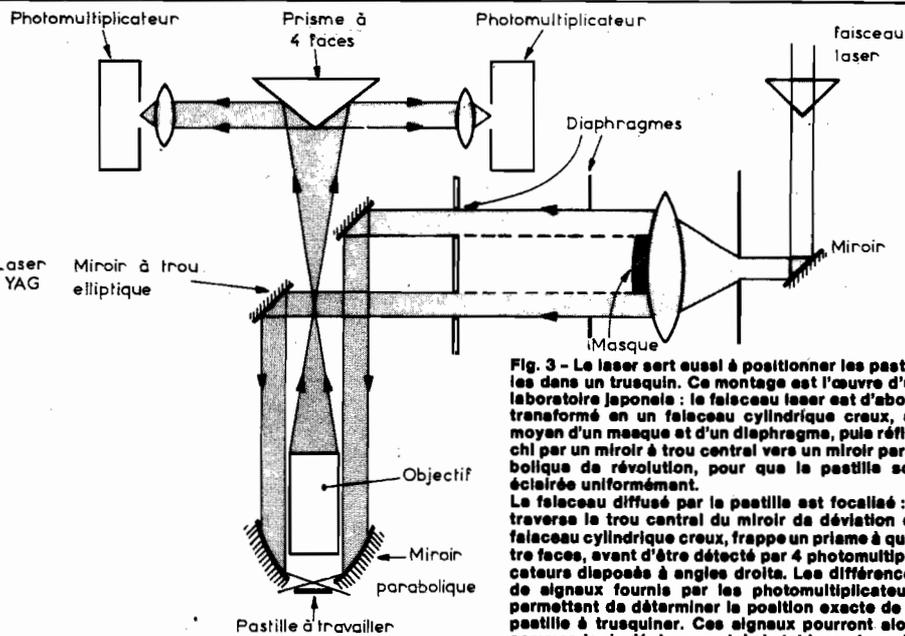


Fig. 3 - Le laser sert aussi à positionner les pastilles dans un trusquin. Ce montage est l'œuvre d'un laboratoire japonais : le faisceau laser est d'abord transformé en un faisceau cylindrique creux, au moyen d'un masque et d'un diaphragme, puis réfléchi par un miroir à trou central vers un miroir parabolique de révolution, pour que la pastille soit éclairée uniformément. Le faisceau diffusé par la pastille est focalisé : il traverse le trou central du miroir de déviation du faisceau cylindrique creux, frappe un prisme à quatre faces, avant d'être détecté par 4 photomultiplicateurs disposés à angles droits. Les différences de signaux fournis par les photomultiplicateurs permettent de déterminer la position exacte de la pastille à trusquiner. Ces signaux pourront alors commander le déplacement de la table sur laquelle repose la pastille.

substrat, à la vitesse de 20 cm/s. Le prix du système est relativement élevé : plus de 550 000 francs.

... ET DES FILMS POUR LE CODAGE DES EMBALLAGES

Le trusquin à laser a trouvé une première application hors de l'électronique ; il sert dans un domaine « grand public », celui de l'emballage de produits de grande consommation. Chaque produit porte un code, qui est lu par un périphérique optique puis traité par un ordinateur de gestion. Le Battelle Institute a développé un code à 10 digits : les cinq premiers digits représentent le fabricant du produit, tandis que les autres digits caractérisent le produit emballé. La réalisation des étiquettes codées a posé un problème, celui de l'insuffisante précision du processus d'impression qui reproduit, à des millions d'exemplaires, les codes sur les étiquettes.

Ce processus débute par la création d'une épreuve-mère précise pour chaque produit : il s'agit d'une bande de film photosensible qui sera intégrée dans un négatif photographique à partir duquel est réalisée la plaque d'impression des étiquettes. Le négatif portera également des informations alphanumériques en clair, qui ne seront pas lues par le périphérique optique ; pratiquement, le code, qui se présente sous forme de barres, sera agrandi ou réduit, suivant que la bande de film qui le supporte est trop petite ou trop grande. Le code définitif,

prêt à être lu, doit être réalisé avec une tolérance de 5 microns.

On comprend alors l'intérêt que peut représenter un système capable de tracer, avec une grande précision, des traits parallèles. On comprend aussi pourquoi il a été fait usage, pour la génération des épreuves-mères, d'un trusquin à laser. Le système choisi, commercialisé par Quantronix, trace des codes, en barres, avec une tolérance de l'ordre de 2,5 microns.

Marc FERRETTI

TABLEAU 1 : LE « SCRIBING » : UNE VINGTAINE D'INDUSTRIELS SE PARTAGENT LE MARCHÉ

- American Laser Corp.
- American Optical
- Apollo Lasers
- Coherent Radiation
- Hadron
- Holobeam
- Israel Electro-Optical Industry
- Jungner Instruments
- Laser Applications Custom
- Laser Associates
- Lasermation
- Laser Technique
- Micronetic Systems
- New England Laser Custom
- Nippon Electric
- Optimization
- Photon Sources
- Quantronix
- Raytheon
- Spacerays
- Systemation
- TRW Instruments