

TECHNOLOGIES ET INNOVATIONS

USINAGE I Grâce à des sources laser plus efficaces et à des efforts d'adaptation à la production à haute cadence, les utilisations déjà industrialisées progressent et de nouvelles applications émergent. En réponse, notamment, aux préoccupations croissantes de traçabilité et de lutte contre la contrefaçon. ■ TANGUY PALLAVER

Le laser s'incruste dans les polymères

Des atouts en micro-usinage

► **En soudage**, le faisceau laser peut atteindre des endroits difficiles d'accès. Sa concentration permet une finesse inégalée du cordon de soudure.

► **La gravure en surface** peut être indélébile. **En volume**, elle est indestructible et sa profondeur varie de 0,1 mm à plus de 50 mm.

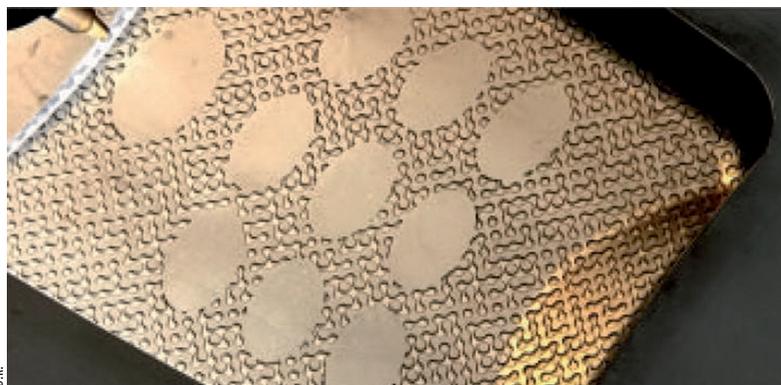
► **Le polissage** des surfaces permet d'obtenir une rugosité de moins de 0,1 mm.

► **En découpe**, la précision est d'une dizaine de microns.

► **Autres utilisations** Le perçage, la prédécoupe ou l'ablation sélective de couches.

Il ponce, perce, grave, brûle, polit, soude ou découpe. Il nettoie les surfaces, aussi. Et balaie même... les limites de la précision de l'usinage. Le laser a largement fait la preuve de son efficacité avec toutes sortes de matériaux. Mais les polymères, par leur réactivité et la diversité de leur composition chimique, continuent de poser des défis aux concepteurs de solutions lasers.

C'est pourquoi industriels et chercheurs s'efforcent toujours d'élargir le champ des applications. Y compris dans des domaines déjà bien établis. Comme le marquage : avec la plupart des polymères, une radiation infrarouge donne un résultat satisfaisant. La réaction thermique qu'elle entraîne brûle localement la surface. Mais l'opération est difficile sur du polystyrène, et le résultat faiblement contrasté sur du polyamide. Une limitation pour certains industriels : Schneider Electric, pour marquer ses disjoncteurs en plastique auto-extinguible, résistant par nature à l'action de la chaleur, s'est tourné vers les fournisseurs de lasers. L'allemand Trumpf a répondu en proposant, il y a quelques années, l'un des premiers lasers ultraviolets (voir les schémas). Celui-ci induit une réaction photochimique en surface du polymère. « Avec l'UV, le marquage est



Marquage. La décoration 3D de cette coque de mobile a été réalisée par gravure laser.

plus contrasté sur les polymères de couleur, plus résistant et plus rapide à réaliser», assure Alain Leclancher, le responsable des lasers de marquage chez Trumpf. Mais il y a un corollaire : un laser UV est deux fois plus cher qu'une source infrarouge classique.

OPTIMISER LES TECHNOLOGIES POUR PRODUIRE EN SÉRIE

«Le montant de l'investissement reste le frein principal au développement de la technologie laser», estime Thierry Vialard, commercial chez Rofin Baael France. Pour surmonter cet obstacle, ce fabricant de lasers industriels a misé sur leur adaptation à la production en grande série, notamment dans l'emballage alimentaire (café,

pain, salade...). Comme des packagings à ouverture facile (lire p. 62), ou encore des sachets de salade dont les perforations, inférieures au dixième de millimètre, « augmentent la durée de vie du produit de 30 à 40 % », indique Thierry Vialard. Pour industrialiser ces opérations, Rofin a travaillé sur l'efficacité de la source laser, en ajustant la longueur d'onde du faisceau au matériau traité de manière à limiter la puissance nécessaire. Le fabricant de lasers a aussi installé, sur quelques machines, un système de compensation de vitesse. Grâce à un miroir de renvoi mobile, le faisceau laser est synchronisé avec la vitesse de défilement du film plastique.

Stratégie analogue chez Suite page 62 ►

ÉGALEMENT DANS CETTE PARTIE

64 Le code-barres 2D enrichit l'usage des portables

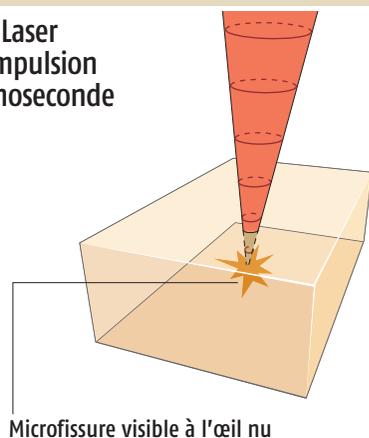
64 Un « arbre de Noël » tout électrique

65 La semaine en bref

Les nouvelles sources élargissent les applications

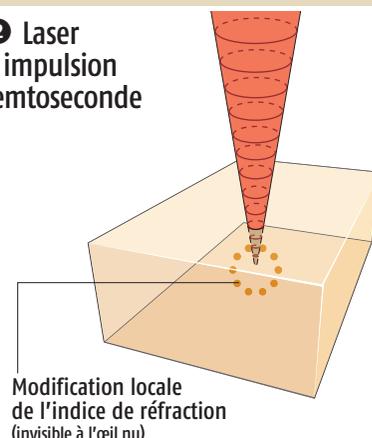
UNE TECHNIQUE DE GRAVURE INTERNE TRÈS DISCRÈTE

1 Laser à impulsion nanoseconde



Microfissure visible à l'œil nu

2 Laser à impulsion femtoseconde



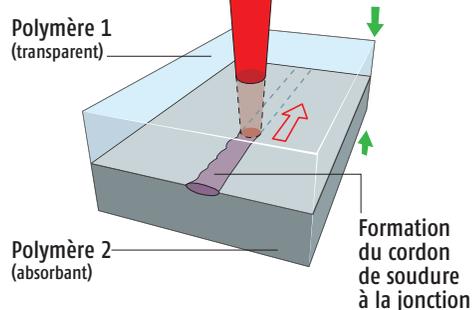
Modification locale de l'indice de réfraction (invisible à l'œil nu)

1 Limité à la création de cassures microscopiques à l'intérieur de verres (à partir d'un laser nanoseconde), le marquage intravolume n'était pas adapté aux polymères.

2 Grâce à une source femtoseconde (des impulsions de 10^{-15} seconde), le laser ne fait que modifier l'indice de réfraction du matériau. Cette technique est non destructrice et le marquage est invisible à l'œil nu.

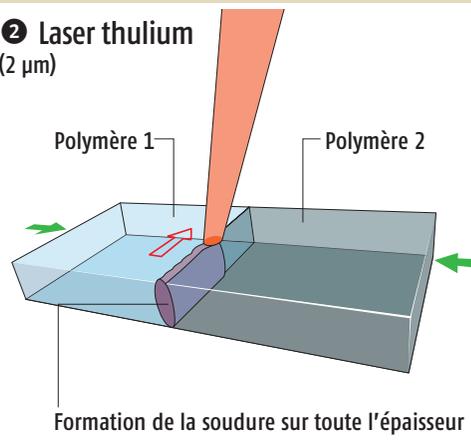
LE SOUDAGE BORD À BORD ENFIN POSSIBLE

1 Laser Nd-YAG (0,8 - 1 μm)



Formation du cordon de soudure à la jonction

2 Laser thulium (2 μm)



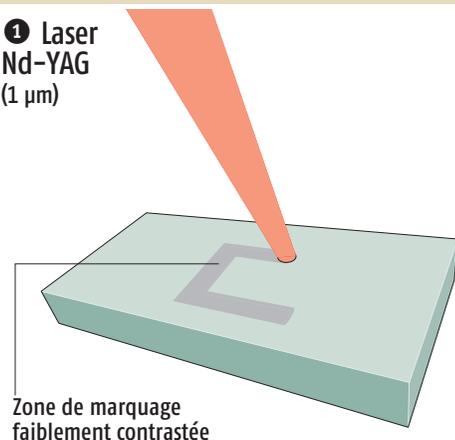
Formation de la soudure sur toute l'épaisseur

1 Pour souder au laser deux polymères, la seule méthode possible (dite « par transparence ») consistait à plaquer, sous pression, un matériau transparent (traversé par le faisceau) contre un matériau absorbant.

2 Un nouveau laser au thulium, émettant à 2 microns, permet d'assembler des matériaux en bord à bord. A cette longueur d'onde, en effet, l'absorption de l'énergie lumineuse par le polymère se fait sur toute l'épaisseur du matériau.

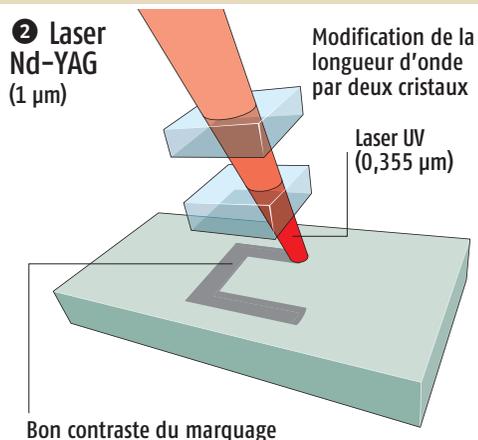
LE MARQUAGE S'ADAPTE AUX POLYMÈRES COLORÉS

1 Laser Nd-YAG (1 μm)



Zone de marquage faiblement contrastée

2 Laser Nd-YAG (1 μm)



Bon contraste du marquage

1 On marque la surface de nombreux polymères avec un laser à infrarouge. Mais le contraste n'est pas suffisant sur certains polymères.

2 Grâce à des cristaux modifiant la fréquence du rayonnement, on obtient un faisceau dans l'ultraviolet, à 0,355 micron. Le contraste de marquage est nettement augmenté, notamment sur les polymères colorés.

L'ouverture facile: tout sauf simple



ROFIN

Technicité. Produire en série des dosettes prédécoupées représente un vrai défi.

L'ouverture facile, un jeu d'enfant pour les consommateurs... et une technique de pointe fondée sur le laser. La dosette de café prédécoupée cache ainsi une technicité complexe. Premier défi: réaliser une ablation partielle de la matière plastique en préservant une barrière bactériologique entre l'air et le produit alimentaire. Au moins deux couches de polymère sont nécessaires. L'une, absorbante, sera percée par un laser. L'autre, transparente aux rayons, maintient l'étanchéité. Rofin Baasel, spécialiste du perçage et de la prédécoupe, a fait évoluer ses machines pour faire face à un autre défi, celui de la production en série: pilotage du faisceau laser par des techniques galvanométriques (à base de miroirs), optimisation de la longueur d'onde et de la puissance de la source laser... Résultat: la possibilité de travailler sur des largeurs de laize de 1,60 mètre et une vitesse maximale de défilement de 600 mètres par minute. L'équivalent d'une centaine de dosettes de café traitées à chaque seconde. ▀

► Suite de la page 60 le suisse Leister, le numéro 1 mondial des machines de soudure laser des plastiques. La société s'attaque à des problèmes délicats, comme le soudage de pièces de phares de voiture, qui oblige à suivre une courbe tridimensionnelle. La réponse de Leister a pour nom Globo: une tête de soudage sphérique qui roule sans glisser et plaque les deux pièces de plastique l'une contre l'autre. Le laser de Globo effectue une soudure qui épouse la forme 3D du phare. «Impressionnant», de l'avis des experts de l'usinage laser qui l'ont découvert lors de journées techniques organisées récemment à Strasbourg par l'Irepa Laser, centre de ressources technologiques.

Pendant que les industriels du laser innovent pour améliorer les procédés existants, les laboratoires de recherche, de leur côté, continuent d'explorer de nouvelles applications potentielles. Parmi les derniers développements, la soudure des polymères en bord à bord élargit les possibilités offertes par la traditionnelle soudure par transpa-

rence (voir les schémas p. 61). «Nous sommes en train de combler une pénurie de solutions repérée de longue date», avance Pierre-Alain Vetter, responsable de projet au département plasturgie de l'Irepa Laser. Le procédé repose sur une nouvelle source laser à fibre au thulium (longueur d'onde: 1,75 - 2,10 microns). Son atout? L'énergie lumineuse du faisceau est absorbée en volume, et non plus seulement en surface. Les chercheurs ont pu souder des plastiques en bord à bord jusqu'à une épaisseur de 5 millimètres. Après soudure, l'ensemble conserve près de 85% de la résistance initiale du matériau. D'ores et déjà, des applications sont envisagées dans le médical. Mais le procédé reste à optimiser. En espérant que la cherté du thulium ne refroidisse pas les industriels...

VISER LA TRAÇABILITÉ POUR ATTIRER LES INDUSTRIELS

Pour les convaincre des mérites du laser, d'autres laboratoires se focalisent sur des préoccupations très actuelles: traçabilité des produits, lutte contre la contrefaçon... C'est le cas des inventeurs de la technologie Naginels, issue d'un programme de recherche européen auquel participaient six PME et deux laboratoires. Son principe est d'inscrire, à l'intérieur d'une pièce en verre ou en polymère, un code Data Matrix (code-barres 2D)

ou une information qui permet d'identifier le produit. Jusqu'ici, le marquage intravolume consistait à créer de petits impacts internes visibles et se limitait à la production d'objets décoratifs à partir d'un bloc de verre. En utilisant une source laser femtoseconde, Naginels réussit à modifier localement l'indice de réfraction du polymère sans le détériorer (voir les schémas p. 61). Un avantage pour la sûreté des instruments médicaux ou l'esthétique des produits de luxe. Surtout, Naginels permet d'inscrire des codes invisibles à l'œil nu mais que l'on peut lire sous une lumière spécifique. La société belge Trackinside, créée en 2007, commercialise cette technologie brevetée.

Toutes les idées n'ont pas le même succès immédiat. Lancé en 2000, le marquage coloré par laser sur les polymères suscite toujours l'enthousiasme de Pierre-Alain Vetter, mais dort dans les cartons des industriels... Ce qui n'empêche pas les spécialistes du micro-usinage de garder un œil ouvert sur les recherches en cours. Les résultats les plus étonnants viennent de l'université d'Osaka et de l'Institut Fraunhofer für Lasertechnik, qui ont observé, il y a un an, des liaisons chimiques entre un métal et un plastique lors d'un essai de soudage au laser. Un premier pas vers une improbable soudure polymère-métal? ▀

Le développement industriel du laser est freiné par le coût de sa mise en œuvre.