

VOIR SANS ETRE VU

Télémètre laser inoffensif pour les yeux

Par Christian MERRY

La longueur d'onde de 1 550 nm joue un rôle important dans le développement des futurs télémètres militaires sans danger pour les yeux, et dans l'identification des amis ou des ennemis. Les diodes laser pulsées plus puissantes, les photodiodes à avalanche très sensibles et les récepteurs à photodiodes à avalanche offrent de nouvelles possibilités pour ces applications.

En 1916 déjà, Albert EINSTEIN avait décrit l'émission stimulée comme étant l'inverse de l'absorption et, ainsi, avait jeté les bases de la technologie laser. Le premier laser, un laser à rubis, a été fabriqué en 1960 par T. MAIMAN. Les programmes de recherche bénéficiant

de budgets colossaux ont rapidement donné naissance aux premières applications militaires. La première "arme laser" a été développée pour la US Air Force - il s'agissait d'une bombe à guidage laser.

Aujourd'hui, les lasers présentent des niveaux de puissance de sortie allant de quelques milliwatts à plusieurs pétawatts (1 015 W). Pour les applications militaires, des lasers à forte énergie (HEL) et à puissance de sortie continue de plus de 20 kW sont utilisés comme armes directes. A l'inverse, les lasers à semi-conducteurs ayant une puissance de plusieurs dizaines de watts sont utilisés pour les applications à capteurs. On peut citer par exemple la télémétrie,

l'identification d'amis ou d'ennemis, la désignation de cibles pour les armes à guidage automatique et les bombes à guidage laser, les armes aveuglantes, et les communications optiques.

Applications à capteurs : Stadimétrie

Grâce aux systèmes d'observation portatifs, les soldats sont capables de transmettre des informations importantes à leur poste de commandement ou à leur base, comme les coordonnées d'une cible ou les mouvements de l'ennemi, de manière rapide et fiable. Cela est possible de jour comme de nuit - en choisissant la longueur d'onde appropriée - tout en restant invisi-



Ci-contre :
Guidage de missiles au laser, télémètres embarqués sur hélicoptères et sur chars, mesure de distance sur armes. (Illustration LASER COMPONENTS GmbH)

ble. Cette technique repose sur la stadimétrie qui utilise le principe du temps de vol (TOF). Cette méthode sans contact permet de mesurer la distance et la vitesse de quelques centimètres à plusieurs kilomètres.

Utilisation du laser comme un émetteur

Les lasers à l'état solide et les lasers à semi-conducteurs constituent des émetteurs de qualité. Les lasers à l'état solide présentent des niveaux de puissance maximale très élevés (pouvant aller jusqu'à plusieurs mégawatts), des impulsions très courtes, et une excellente qualité de faisceau. La plupart des diodes laser, à l'inverse, sont conçues pour avoir une puissance continue de quelques milliwatts à plusieurs watts. Ces diodes laser ne peuvent être surchargées que d'une manière très limitée. Si la puissance optique est supérieure au niveau maximum approprié - même pendant une courte période de temps - la lumière laser détruit le résonateur situé à l'intérieur de la diode.

Les diodes laser pulsées (PLDs), cependant, sont conçues pour résister aux surcharges importantes et de courte durée et conviennent donc pour les mesures à l'aide du principe de temps de vol. Parmi les autres avantages des diodes laser pulsées, on peut également citer leur petite taille, leur faible poids, leur résistance aux fortes accélérations, et leur faible consommation d'énergie. Elles permettent de fabriquer des télémètres légers, compacts et à haut rendement énergétique qui, à leur tour, peuvent être intégrés à des systèmes de mesure mobiles tels que, par exemple, des viseurs ou des jumelles.

La longueur d'onde d'émission est un critère important pour le choix de la diode laser pulsée. Différentes longueurs d'onde d'émission peuvent être produites selon le matériau de base utilisé pour les couches actives. La norme est de 905 nm pour la télémétrie laser avec les applications grand public, industrielles et automobiles. Bien que cette longueur d'onde soit invisible à l'œil nu, elle peut être détectée à l'aide de lunettes de vision nocturne et d'intensificateurs d'images. Cela n'est pas le cas avec des diodes laser pulsées de 1550 nm. Le faisceau laser devient "invisible" pour l'ennemi. Un autre avantage lié aux longueurs d'onde supérieures à 1 550 nm est que les lasers peuvent

être utilisés avec des niveaux de puissance bien plus élevés tout en restant inoffensifs pour les yeux, conformément à la catégorie de lasers 1M.

La technologie "multi-jonctions" : des performances optimales

L'InGaAsP est le matériau utilisé pour les diodes laser de 1 550 nm. Depuis plusieurs années, la structure en InGaAsP est également réputée pour sa fiabilité, ses caractéristiques de faisceau et sa stabilité thermique. Avec un rendement de 0,35 W/A, les émetteurs uniques atteignent une puissance de sortie allant jusqu'à 12 W.

Des niveaux de puissance plus élevés peuvent être atteints grâce à la technologie "multi-jonctions" développée par LASER COMPONENTS. Plusieurs diodes laser sont empilées de manière épitaxiale à l'intérieur d'une seule puce, afin que la distance entre deux émetteurs ne soit que de 5 µm environ.

Pour une taille d'émetteur donnée, la puissance optique maximale peut être quasiment multipliée par 3.

Diodes laser pulsées à haute intensité

Il est également possible d'utiliser des diodes laser pulsées à haute intensité ayant un rendement de 0,5 W/A. Un seul élément peut, selon la largeur de bande, atteindre une puissance de sortie allant jusqu'à 35 W. Des niveaux de puissance maximale plus élevés ne peuvent être atteints qu'en utilisant des empilements : puissance maximale de 50 W avec des durées d'impulsions de 100 ns ; les impulsions plus courtes entraînent des "clignotements" au-delà de 80 W.

Le récepteur

Afin de détecter les impulsions de lumière courtes émises par une diode laser pulsée, les télémètres laser utilisent généralement des photodiodes PIN en silicium ou des photodiodes à avalanche (APDs) comme détecteur. Selon le matériau, la sensibilité du détecteur correspond à des plages spectrales différentes : 400 nm à 1 100 nm pour le silicium, 900 nm à 1 700 nm pour l'InGaAs. Bien que la plupart des détecteurs Si développent leur sensibilité maximale à 900 nm, LASER COMPONENTS a créé une version Nd:YAG améliorée



Ci-dessus :
Identification FOE.
(Photo iStockphoto LP)

destinée aux applications militaires, et qui se comporte de manière plus que satisfaisante à 1 060 nm. L'InGaAs est utilisé pour la longueur d'onde "inoffensive pour les yeux" de 1 550 nm. En ce qui concerne le rapport signal/bruit, les détecteurs InGaAs se placent bien au-dessus de leurs homologues en germanium.

Résumé :

Les télémètres laser qui fonctionnent à une longueur d'onde de 1 550 nm présentent l'avantage supplémentaire d'être inoffensifs pour les yeux, et ne peuvent pas être détectés par les lunettes de vision nocturne et les intensificateurs d'images classiques. Les nouvelles diodes laser pulsées (et puissantes) et les photodiodes à avalanche très sensibles permettent de fabriquer des capteurs extrêmement légers, compacts et à haut rendement énergétique. Par conséquent, ces capteurs conviennent parfaitement pour être intégrés aux télémètres laser, aux jumelles, aux viseurs et aux systèmes d'identification d'amis ou d'ennemis.

Références. Laser Components : "Silicon Avalanche Photodiodes"; J.F. Boucher, V. Vilkinen, P. Rainbow, P. Uusimaa, J. Lyytikäinen, S. Ranta : "Ultra high efficiency 1 550 nm multi-junction pulsed laser diodes"; B. Dion, N. Bertone : "An overview of avalanche photodiodes and pulsed lasers as they are used in 3D laser radar type applications"; J. Stulp, G. Neumeck : "Laser als Waffensysteme"; IFSH/IFAR : "Working Paper#9, Oktober 2005".