

Micromachined silicon collimating detector array to view objects in a highly scattering medium

Une matrice collimatrice en silicon micro-machiné pour la visualisation d'objets dans des milieux très dispersifs

Moninder S. Tank and Glenn H. Chapman*

Materials such as turbid liquids and tissues absorb light very weakly, but scatter it very heavily. Detection of objects within such mediums is difficult as the scattered light obscures their presence. However, using laser light and a very-high-aspect-ratio silicon micromachined collimator array (SMCA) aligned to a CCD array, one can detect objects through a centimetre of a highly scattering medium. When a collimated laser beam enters a random turbid high-scattering medium, the photons spread into ballistic (unscattered), scattered and absorbed components. Consider light (ballistic photons) entering a very-high-aspect-ratio (200:1) micromachined collimating array consisting of 50- μm -wide etched channels with 100- μm spacing over a 10-mm width of silicon. If the array is carefully aligned to the laser source, the unscattered laser light passes directly through the channels to the CCD, and the channel walls absorb the scattered light that has an angle greater than 0.29° . Images of objects before or within the scattering medium produce a contrast that can be detected even when the scattered light is more than five million times greater than the unscattered light. This detection array offers a simple, feasible and direct technique to detect hidden objects in turbid and high-scattering media.

Les matériaux tels les liquides turbulents et les tissus absorbent peu la lumière mais la dispersent beaucoup. La détection de la présence d'objets dans de tels milieux dispersifs est rendue difficile car la lumière diffusée masque la scène observée. Cependant, en utilisant une source laser et une matrice collimatrice en silicon micro-machiné ayant un grand rapport de forme alignée avec un capteur CCD, les objets peuvent être détectés au travers de 1 cm de milieu hautement dispersif. Lorsque le laser pénètre le milieu turbulent dispersif, les photons se divisent en trois catégories: (i) non dispersés, (ii) dispersés, et (iii) absorbés. Considérons qu'un photon non dispersé entre dans une matrice collimatrice micro-machinée avec un grand rapport de forme (200:1) formée de canaux de 50 μm espacés de 100 μm sur une largeur de 10 mm de silicon. Si la matrice est alignée soigneusement avec la source, le laser non dispersé passe directement au travers des canaux vers le CCD, les murs des canaux absorbant les autres rayons ayant un angle d'incidence supérieur à 0.29° . Les objets situés devant ou à l'intérieur du milieu dispersif produisent un fort contraste même lorsque la lumière dispersée est de 5 millions de fois supérieure à la lumière directe. Cette matrice de détection est une technique simple et pratique pour la détection d'objets masqués par la dispersion dans des milieux turbulents ou très dispersifs.

*The authors are with the School of Engineering Science, Simon Fraser University, Burnaby, B.C. V5A 1S6. E-mail: mtank@cs.sfu.ca; glenn@cs.sfu.ca