



Le sourire caché de la Joconde

Des physiciens de l'INSPI, en collaboration avec plusieurs laboratoires académiques français¹, sont parvenus à reproduire la Joconde à l'échelle micrométrique à l'aide de résonateurs plasmoniques dits pseudo-chiraux. La Joconde est camouflée lorsque la métasurface est observée en lumière non polarisée mais se révèle lorsque la métasurface est éclairée en polarisation circulaire, avec des variations de contraste inédites en fonction de l'angle d'observation.

La diffusion résonnante de la lumière par des particules métalliques conduit à des couleurs où chaque particule produit un pixel coloré différent. Les développements en nanotechnologies et en modélisation électromagnétique permettent aujourd'hui de contrôler également l'état de polarisation de la lumière avec une résolution spatiale sans précédent. Cet effet trouve des applications dans la création d'images colorées avec une résolution sub-longueur d'onde pour des systèmes anti-contrefaçon.

Les équipes ont montré qu'un choix judicieux de forme de nano-résonateurs, dits pseudo-chiraux, permet de changer la quantité de lumière polarisée circulairement générée, en jouant uniquement sur la quantité de résonateurs par unité de surface. Un travail théorique, numérique et expérimental sur des pixels de $1.4 \mu\text{m} \times 1.4 \mu\text{m}$ contenant des combinaisons différentes de 9 résonateurs en U orientés vers le haut et vers le bas a permis de reproduire une image de La Joconde à l'aide de 10 niveaux de gris encodée suivant la polarisation circulaire (Figure 1(a)). La lumière polarisée circulairement interagit différemment suivant le nombre de résonateurs en U présents par pixels. Il est alors possible de créer une palette de luminance suivant le nombre de U par pixels. Ces contrastes d'intensité ne sont visibles qu'en polarisation circulaire et s'évanouissent en polarisation linéaire. Ainsi, si cette métasurface pseudo-chirale apparaît uniformément grise pour une observation à l'œil nu (Figure 1(a)), l'image de La Joconde se révèle ainsi lorsque cette métasurface est observée en lumière polarisée circulairement (Figure 1(b)). L'image codée est alors visible. En changeant la direction d'observation, on voit un renversement du contraste qui est spécifique à ces résonateurs pseudo-chiraux (Figures 1(b) et 1(c)).

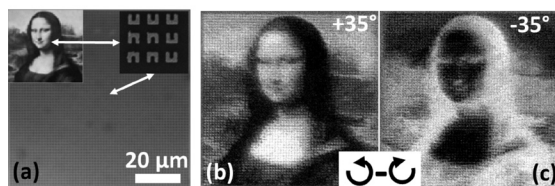


Figure 1
(a) Surface composée de pixels contenant 3×3 résonateurs en U droits et retournés observée en lumière non polarisée. L'insert en haut à gauche présente l'image codée cachée. Chaque pixel de cette image à coder a été transformé en surface contenant un nombre de résonateurs en U proportionnel au niveau de gris du pixel initial (insert en haut à droite).

(b) et (c) Même surface observée à une longueur d'onde de 650 nm en dichroïsme circulaire à une incidence de $+35^\circ$ et -35° . L'image cachée est maintenant pleinement visible.

Ces travaux ouvrent la voie à de nouvelles méthodes pour réaliser des images encodées en polarisation circulaire avec des effets de contraste très spécifiques à ce type de résonateurs. La grande dynamique de niveaux de gris obtenue sur une très faible surface permet également la réalisation images en couleur où chaque pixel contiendrait aussi les informations associées à chaque couleur.

¹ LPICM (Ecole Polytechnique - CNRS), Institut Fresnel (Aix Marseille Univ. - Ecole Centrale - CNRS) et LEME (Univ. Paris Nanterre)

Référence

Circularly Polarized Images with Contrast Reversal Using Pseudochiral Metasurfaces
T. Sang Hyuk Yoo, J. Berthelot, G. Guida, D. Demaille, E. Garcia-Caurel, N. Bonod, B. Gallas
ACS Photonics (2018) DOI: 10.1021/acsp Photonics.8b00730

Contact

Bruno Gallas : bruno.gallas@insp.jussieu.fr