

Métasurface à gradient de phase diélectrique pour les applications d'optique classique et quantique

Résumé :

Ces dernières années, les diverses fonctionnalités optiques démontrées à l'aide de métasurfaces ont attiré une attention considérable. Les métasurfaces étant des composants optiques diffractifs, présentent une plus grande flexibilité. Ces dispositifs sont notamment plus compacts, plus légers et plus fonctionnels par rapport aux composants optiques réfractifs. Cependant, en termes d'efficacité, les composants réfractifs fonctionnent mieux et il est donc nécessaire d'optimiser les performances des métasurfaces pour assurer leur utilisation et implémentation dans des dispositifs optiques. Compte tenu de cela, nous concevons des dispositifs optiques hybrides pour combiner les avantages des deux composants. Tout d'abord, il est démontré comment la dispersion d'un élément optique simple tel qu'un prisme peut être atténuée à l'aide d'une métasurface. En utilisant des métasurfaces à gradient de phase, les vecteurs d'onde sortants peuvent être contrôlés à l'aide de la dispersion diffractive de la métasurface. Nous avons réalisé des métasurfaces avec gradients de phase relativement petits afin de démontrer expérimentalement l'effet d'atténuation de la dispersion du prisme. Étendant le même principe aux optiques focalisantes, nous avons également conçu des métasurfaces pour corriger les aberrations chromatiques dans la plage de longueurs d'onde de 550 à 800 nm. De plus, il est montré qu'une aberration monochromatique telle qu'une aberration sphérique peut également être corrigée en ajoutant au front d'onde sortant un gradient de phase approprié à l'aide de métasurfaces. Nous montrons également des résultats théoriques et expérimentaux sur la réalisation de métasurface de grande surface, incluant les caractérisations expérimentales complètes, pour démontrer la correction d'aberration d'une lentille disponible dans le commerce. Ces résultats sont très prometteurs notamment pour leurs utilisations dans des systèmes d'imagerie compacts.

Ayant démontré le potentiel des métasurfaces pour l'optique classique, nous nous sommes ensuite intéressés à leur utilisation pour des applications en optique quantique. L'expérience de Hong Ou Mandel, qui est l'une des expériences de base de l'optique quantique, démontre l'interférence quantique. Ici, nous proposons de modifier la configuration d'origine en remplaçant le séparateur de faisceau par une métasurface à gradient de phase. Une nouvelle métasurface est conçue à cet effet, appelée «métasurface à double gradients», qui confère des fonctionnalités supplémentaires ainsi que la fonctionnalité de séparateur de faisceau sur des états de polarisations mixtes. La nanofabrication de la métasurface est optimisée pour réaliser une transmission 50/50 dans les deux ordres diffractés pour imiter un séparateur de faisceau. Le contrôle supérieur qu'offrent les métasurfaces sur la phase, la polarisation et l'amplitude de la lumière peut être tout à fait bénéfique pour manipuler les états quantiques de la lumière. Nos résultats permettent d'entrevoir des applications intéressantes pour les technologies quantiques.

Mots clés : Phase de gradient, Compensation de dispersion, Correction d'aberration, Composants hybrides, Méta-correcteur, Nanopillaires, Phase Pancharatnam-Berry Interférence à deux photons, Anti-groupage