Conception des micro-résonateurs à base de cristaux photoniques pour des applications capteurs

TAYOUB Hadjira

Soutenue en: 2022

Abstract: Les CPs sont des matériaux dont l'indice de réfraction (RI) varie dans différentes directions de l'espace périodiquement. Comme les électrons dans les semi-conducteurs, les photons sont répartis dans une bande de transmission séparée par une bande interdite photonique. Cette analogie permet d'envisager l'utilisation de CPs pour diriger la lumière. L'objectif principal de cette thèse réside dans la conception de nouvelles structures à micro-résonateurs à base de CPs pour des applications de détection fonctionnant dans le visible et le moyen-IR. Quatre conceptions ont été proposées, le premier biocapteur proposé est un capteur CP-2D à base d'une cavité en forme de capsule couplée à deux guides d'ondes pour la détection de différentes maladies au stade précoce et la sensibilité peut être améliorée jusqu'à la valeur la plus élevée de 609.25nm/RIU, un facteur de qualité (Q) de 3.8599×10^5 a été obtenu. Une deuxième conception d'un biocapteur CP-2D à base de deux guides d'ondes W1 couplé à un défaut en forme d'anneau pour la détection des stades du paludisme a été présentée. Le dispositif proposé présente une sensibilité élevée de 702.96nm/RIU. Nous avons consacré une dernière partie de ce travail pour les capteurs fonctionnant dans le moyen-IR. Dans un premier temps, nous avons étudié une conception composée de deux guides d'ondes et une microcavité, en utilisant la méthode d'indice effectif et une sensibilité de 758nm/RIU a été atteinte. Dans le but d'améliorer la performance de capteurs à base de CP pour le moyen-IR, une deuxième conception d'un capteur à base de CP à fente pour la détection biochimique a été proposée et une sensibilité élevée de 938nm/RIU a été obtenue. En créant une microcavité dans la zone proche de la fente d'air, une sensibilité de 1343.2nm/RIU et un haut facteur de qualité (Q) d'environ 107 ont été obtenus, ces valeurs donnent un (FOM) extrêmement élevé de l'ordre de 106 RIU-1. L'utilisation du capteur proposé pour la détection du méthane (CH₄) révèle une sensibilité élevée de 1224.48nm/RIU. Nous avons effectuées toutes les simulations à l'aide des deux méthodes (PWE) et (FDTD) du simulateur FullWAVE et BandSOLVE de RSoft Photonic Suite CAD

Keywords : taux photoniques, l'optique intégrée, capteurs, guides d'ondes, micro-résonateur, FDTD.