

Résumé :

Les matériaux oxydes dopés aux ions de terres rares suscitent un intérêt grandissant pour les technologies quantiques. La manipulation cohérente des états quantiques étant sensible aux fluctuations de l'environnement extérieur, l'utilisation des ions de terres rares permet de résoudre en partie ce problème puisque leurs électrons 4f sont écrantés par d'autres sous-couches. Actuellement les résultats les plus avancés ont été obtenus sur des monocristaux dont l'utilisation présente un certain nombre d'inconvénients. Ce travail de doctorat vise à déterminer si les couches minces nanométriques de Y_2O_3 dopées avec des ions de terres rares peuvent être envisagées comme une alternative : elles permettront la réalisation de nouvelles interfaces entre lumière-matière levant certaines limitations rencontrées dans les systèmes macroscopiques. De plus, leur utilisation facilite la scalabilité, la miniaturisation, la nano-structuration, l'intégration et l'interconnexion avec d'autres composants quantiques microscopiques. L'objectif principal de ce travail est de développer et d'optimiser le dépôt de films nanométriques dopés terres rares par ALD avec une analyse simultanée de la structure (DRX), et des propriétés optiques (PL, déclin de fluorescence, largeurs inhomogènes). Ces mesures ont permis de déterminer les paramètres de dépôt optimaux pour un substrat Si(100). Les paramètres clés sont la température de dépôt et l'étape de recuit. Dans les conditions optimales, une raie très fine de 200 GHz a été obtenue pour la transition orange des ions Eu^{3+} . Ces résultats ont ensuite été étendus à des substrats alternatifs. La diffusion et la localisation des dopants ont aussi été étudiées.

Mots clés : [terres rares – ALD – couches minces – technologies quantiques - Y_2O_3]

[Elaboration and characterization of rare-earth doped yttrium oxide thin films for quantum technologies]

Abstract :

Rare earth (RE) ion-doped oxide materials are attracting an increasing interest in quantum technologies. The coherent manipulation of quantum states being sensitive to the fluctuations of the surrounding environment is a problem we can partially solve with the use of rare earth ions since their 4f electrons are shielded by other atomic shells. Nowadays the most advanced results have been obtained on single crystals whose use has a number of disadvantages. This doctoral work aims to determine whether nanoscale thin layers of Y_2O_3 doped with rare earth ions can be considered as an alternative to create new interfaces between light and matter, while overcoming certain limitations encountered in macroscopic systems. Indeed, their use facilitates scalability, miniaturization, nano-structuring, integration and interconnection with other microscopic quantum components. The main objective of this work is to optimize the deposition of rare earth doped nanometric films by atomic layer deposition on Si (100) based on the analysis of their structural (XRD), and optical properties (PL, lifetime decays, inhomogeneous linewidths). Key parameters such as the ALD deposition temperature and annealing treatment were highlighted. Under optimal conditions, a very fine 200 GHz line was obtained for the orange transition of the Eu^{3+} ions. These results were then extended to alternative substrates. Diffusion and localization of dopants were also studied.

Keywords: [rare earth ions - ALD - thin films - quantum technologies - Y_2O_3]