



Amélioration des cristaux de ZnGeP₂ pour les applications de laser infrarouge

Spécialité Physique de la matière condensée

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [LSI](#)

Candidature avant le 13/05/2021

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [ALESSI Antonino](#)
+33 1 69 33 45 22
antonino.alessi@polytechnique.edu

Résumé

Sujet détaillé

Les lasers infrarouges à haute puissance et accordables (2-12 μm) sont des sources importantes pour les applications civiles/défense telles que la contre-mesure laser pour brouiller la caméra d'un missile ou la détection à distance d'espèces chimiques à longue portée. En effet, cette gamme de longueurs d'onde comprend des bandes de transparence de l'atmosphère (2-5 μm et 8-12 μm). Les sources laser infrarouges sont basées sur l'optique non linéaire : un laser de pompage (1 ou 2 μm) est converti en émissions laser accordables 3-12 μm grâce à des cristaux uniques aux propriétés appropriées. L'un des meilleurs cristaux pour ce type d'applications est le ZnGeP₂ (ZGP) mais leur qualité optique doit être améliorée pour augmenter le rendement du laser. Différents types de défauts peuvent apparaître au cours du processus de croissance : inhomogénéité, défauts ponctuels...

Dans la présente étude, deux voies d'amélioration sont proposées :

- Premièrement, des études antérieures ont montré que le dopage à l'étain dans le ZGP (breveté) augmente considérablement les performances optiques. L'objectif serait d'étudier plus avant ce dopage ionique sur la transparence et les propriétés du laser.
- Deuxièmement, certains défauts ponctuels, comme les lacunes ioniques, sont responsables de l'absorbance résiduelle à 2 μm (i.e. à la longueur d'onde de pompage). Des tests récents sur l'installation d'irradiation d'électrons SIRIUS de l'École Polytechnique ont montré que cette absorption diminue considérablement après irradiation.

Sur la base de ces résultats, il est donc utile d'étudier les effets possibles des conditions d'irradiation sur les propriétés de transmission. En particulier, l'étude des effets du flux et de la température d'irradiation pourrait permettre d'améliorer les propriétés finales de transmission et d'obtenir plus d'informations sur les processus de génération et de destruction des défauts. La caractérisation des effets de l'irradiation sur les propriétés de transmission peut être accompagnée de mesures spectroscopiques telles que la résonance paramagnétique électronique (RPE) pour améliorer les connaissances sur les défauts. L'objectif est d'améliorer les propriétés des échantillons irradiés et de

comprendre la physique fondamentale des défauts responsables de l'absorption.

Mots clés

Physique de la matière condensée - Physique quantique

Compétences

Irradiation accélérateur SIRIUS - RPE

Logiciels

Improvement of ZnGeP₂ crystals for infrared laser applications

Summary

Full description

High power and tunable infrared (2-12 μ m) lasers are important sources for defense/civil applications such as laser counter-measure to jam missile camera or long range remote chemical species detection. Indeed, that wavelength range includes atmosphere transparency bands (2-5 μ m and 8-12 μ m). Infrared laser sources are based on non-linear optics: a pump laser (1 or 2 μ m) is converted into tunable 3-12 μ m laser emissions thanks to single crystals with appropriate properties. One of the best crystals for this kind of applications is ZnGeP₂ (ZGP) but their optical quality must be improved to increase the laser yield. Different kind of defects can appear during the growth process: inhomogeneity, punctual defects,...

In the present study, two ways of improvement are proposed:

- First, previous studies have shown that tin doping into ZGP (patented) increases significantly the optical performances. The goal would be to further study this ion doping on the transparency and laser properties.
- Second, some punctual defects as ion vacancies are responsible for the residual absorbance at 2 μ m (the pumping wavelength). Recent tests on the SIRIUS electron irradiation facility at the Ecole Polytechnique showed that this absorption decreases drastically after irradiation.

Based on these results, it is therefore useful to study the possible effects of the irradiation conditions on the transmission properties. In particular, the study of the effects of the flux and of the irradiation temperature could allow to improve the final transmission properties and to obtain more information on the processes of generation and destruction of defects. The characterization of the effects of irradiation on the transmission properties may be accompanied by spectroscopic measurements such as Electron Paramagnetic Resonance (EPR) to improve the knowledge on the defects. The goal is the improvement of the property in the irradiated samples and of the understanding of basic physics of the defects responsible for absorption.

Keywords

Condensed Matter Physics - Quantum Physics:

Skills

Irradiation with SIRIUS

Softwares