

RESUME

La fatigue du seuil d'endommagement laser dans la silice fondue a été largement étudiée au cours des dernières années, car ce phénomène est directement lié à la durée de vie des matériaux optiques utilisés dans des applications laser, le plus souvent à forte puissance. En effet, dans l'UV, on observe une décroissance du seuil d'endommagement laser quand le nombre de tirs laser augmente. Ce phénomène a été attribué pour ce couple longueur d'onde-matériau à des modifications laser-induites dans le matériau. Sous irradiation laser multiple à 266 nm, en utilisant des impulsions nanosecondes de densité d'énergie constante, nous avons observé que le signal de photoluminescence est modifié jusqu'à l'endommagement. A partir de cela, nous proposons une nouvelle représentation des données expérimentales qui permet de prédire l'apparition d'un endommagement dans le matériau. Cette prédiction réalisée à partir du signal de fluorescence et non de la statistique d'endommagement utilisée jusque-là, permet une économie significative de surface de composant et du temps d'expérience. Afin d'étendre l'intérêt de l'étude à un plus grand nombre d'applications, une extension des résultats à la longueur d'onde de 355 nm est proposée. Nous proposons un modèle où l'endommagement dans la silice fondue sous irradiation multiple à 266 nm est causé par une accumulation de modifications laser-induites induisant de l'autofocalisation non-linéaire. Afin d'essayer de généraliser la méthode de diagnostic de la fatigue par fluorescence, nous avons aussi réalisé des tests préliminaires sur des cristaux optiques non-linéaires bien connus comme le LBO ou le KDP.

Mots clés : interaction laser-matière, régime nanoseconde, irradiations multiples, effets de fatigue, endommagement laser, autofocalisation non-linéaire, spectroscopie de fluorescence, silice fondue, cristaux non-linéaires.

ABSTRACT

Fatigue effects in fused silica have been largely studied in the past years, as this phenomenon is directly linked to the lifetime of high power photonic materials. Indeed, in the UV regime, we observe a decrease of the LIDT (Laser-Induced Damage Threshold) when the number of laser shots increases and this has been attributed for this couple wavelength/material to laser-induced material modifications. Under 266 nm laser irradiation, with nanosecond pulses of constant fluence, we observed that the photoluminescence is modified until damage occurs. Based on this observation, we propose a new representation of the experimental S-on-1 breakdown data which allows predicting the occurrence of material breakdown. This prediction, based on fluorescence signal and not damage statistics (presently widely used) allows consuming fewer sample surface and saving time. To extend the interest of the study to many more applications, we propose an extension of the results at 355 nm. We suppose that damage is caused in our fused silica samples by accumulation of laser-induced modifications under multiple-pulse UV irradiation inducing catastrophic non-linear self-focusing. In order to try to extend the fatigue diagnostic method by fluorescence, we have also realized preliminary tests in well-known non-linear crystals like LBO and KDP.

Keywords : laser-matter interaction, nanosecond regime, multiple pulses, fatigue effects, laser damage, non-linear self-focusing, fluorescence spectroscopy, fused silica, non-linear crystals.