

DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LILLE 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES

N° d'ordre : 42426

NOM/PRENOM DU CANDIDAT : GOURIOU Pierre

Ecole doctorale : SMRE

Laboratoire : PhLAM

Discipline : Milieu dense, matériaux et composants

Si cotutelle, établissement partenaire :

JURY :

- Directeur(s) de thèse : Geraud BOUWMANS, Emmanuel HUGONNOT, Constance VALENTIN
- Rapporteurs : Philippe ROY, Marwan ABDOU AHMED
- Examineurs : William RENARD, Thierry CHARTIER, Arnaud MUSSOT

SOUTENANCE : 15 Septembre 2017, 9H30, Amphithéâtre (IRCICA)

TITRE DE LA THESE :

Fibres microstructurées pour la mise en forme spatiale : fibres délivrant un mode fondamental aplati

RESUME :

La mise en forme spatiale de faisceau laser, en particulier l'obtention d'un profil d'intensité homogène intéresse aussi bien la recherche que l'industrie (recherche biomédicale, microscopie, découpe, gravure, marquage laser, Laser MegaJoule...). De par ses avantages intrinsèques, nous sommes désireux d'apporter une solution fibrée, monomode et à maintien de polarisation. Ces travaux s'articulent autour de 2 problématiques :

L'obtention d'un mode plat polarisé linéairement.

Différentes solutions ont été mises en place pour satisfaire cette contrainte (embouts, fibres air-silice et fibres toute solide incluant des barreaux de contraintes). Nous avons notamment réalisé une fibre microstructurée air-silice monomode délivrant un mode plat de diamètre 20 μ m à 1050nm de polarisation linéaire (taux d'extinction de 20dB, biréfringence $\sim 0,6 \times 10^{-4}$). Cette fibre a été intégrée avec succès dans une chaîne amplificatrice délivrant un faisceau cohérent avec un profil d'intensité aplati polarisé linéairement dépassant 100 μ J en régime nanoseconde. En parallèle le développement de codes numériques a permis de proposer des designs augmentant la biréfringence voire polarisants.

L'augmentation de l'aire effective du mode.

Nos études ont permis de mettre en évidence les compromis entre qualité modale et pertes par courbures y compris dans le cas de structure présentant des résonateurs pour « vider » les modes d'ordre supérieur. L'impact sur le contenu modal des indices de différents types de barreaux de contraintes et de la biréfringence induite a également été étudié. Enfin nous avons réalisé une fibre mode plat à 1050nm de diamètre 34 μ m (aire effective $\sim 1200\mu\text{m}^2$) utilisable en tant qu'embout.

DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LILLE 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES

N° d'ordre: 42426

NAME/SURNAME OF THE CANDIDATE: GOURIOU Pierre

Doctoral School : SMRE

Laboratory : PhLAM

Discipline : Milieu dense, matériaux et composants

In case of co-tutorial thesis, provide the partner institution:

THESIS COMMITTEE :

- Thesis supervisor(s) : Geraud BOUWMANS, Emmanuel HUGONNOT, Constance VALENTIN
- Referees : Philippe ROY, Marwan ABDOU AHMED
- Examiners : William RENARD, Thierry CHARTIER, Arnaud MUSSOT

DEFENSE : 15 Septembre 2017, 9H30, Amphithéâtre (IRCICA)

TITLE OF THE THESIS :

Microstructured fibers for spatial beam shaping: fibers delivering a flat fundamental mode.

ABSTRACT :

Spatial beam shaping, in particular an homogeneous intensity profile is very attractive to fundamental research and industry (biomedical, microscopy, laser cutting, engraving, marking, Laser MegaJoule...). Thanks to its intrinsic advantages we wish to offer a fibered, single-mode and polarization maintaining solution. This work addresses two difficulties:

Producing singlemode fiber delivering a flat mode while preserving the light polarization.

Several solutions were developed to achieve this objective: fiber end-cap, air-silica and all-solid microstructured fibers with Stress Applying Parts (SAP). We have obtained several fibers including an air-silica microstructured single-mode fiber which delivers a flat fundamental mode with a diameter of 20 μ m at 1050nm linearly polarized (polarization extinction ratio of 20dB and a birefringence of 0.6x10⁻⁴). This fiber was successfully integrated in an amplifier chain delivering a coherent output beam with a flat intensity profile linearly polarized with a power of more than 100 μ J for 10 ns pulses. In the same time, we developed a numerical code enabling us to propose designs with enhanced birefringence and even a polarizing behavior.

Increase of mode effective area

Our studies exhibit the compromises required between modal quality and bending losses even in the case of a fiber design with resonator to extract from the core its high order modes. The impact of indices of different kinds of SAP and the impact of the induced birefringence on the modal content are also studied. Finally we realized a fiber delivering a flat intensity with a mode diameter equals to 34 μ m (effective area ~1200 μ m²) at 1050nm which can be used like an end-cap.