

高強度ガラスレーザーの光学ノイズ伝播解析評価

Optical Noise Propagation Analysis of High-Power Glass Laser

福井大院工 ○鈴木裕治, 宇野大介, 仁木秀明, 金邊忠

Univ. Fukui Eng.¹, Suzuki Masayoshi, Uno Daisuke, Niki Hideaki, Kanabe Tadashi

E-mail: suzuki@qel.fuee.u-fukui.ac.jp

1. はじめに

高出力ガラスレーザーは、光学素子の埃、泡、光学損傷による光学ノイズが発生する。光学ノイズが伝播することで強度分布にリップルが発生して、光学素子に損傷を与える。この効果は非線形効果による位相遅れが加わりさらに顕著になる。本研究では高出力ガラスレーザーシステムの増幅伝播コードの開発を通して、光学ノイズに耐性のあるシステム的设计のために指標を得ることが目標である。

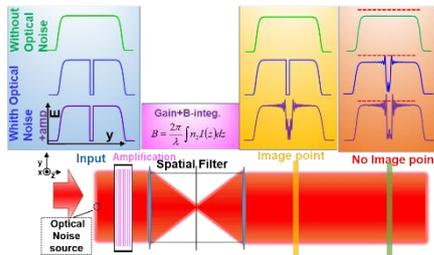


図 1. 光学ノイズを含んだコードの概要

2. コード概要

増幅計算は Frantz-nodvik 方程式を使う。伝播は FFT で時空間メッシュの解析効果計算をした。

増幅伝播計算時の非線形光学効果の位相遅れ (B-integral) 効果を計算し、強度分布非一様性を評価できるようにした。

空間フィルタはピンホール径に応じた周波数以上の強度を 0 とすることで解析を行った。

光学素子のクリーン度の指標として Cleanness Factor F を定義した。 F が 10^{-5} 以下であれば洗浄後の光学的にクリーンな状態であり、 10^{-3} 以上であればディスク増幅器 1 年程度使用後の光学的に汚れた状態を示している。

$$F = P' X^2 / N^2 \quad (1)$$

P' は単位面積当たりの光学ノイズ源のコロニー数であり、 X^2/N^2 は面積に相当する。

3. 非線形効果を含んだ光学ノイズ伝播特性

図 2 は非線形効果を含んだ光学ノイズのピンホール通過後のピークフルエンスの指標を示している。

$$1/\text{Filling Factor} = E_{\text{peak}}/E_{\text{average}} \quad (2)$$

各光学ノイズ源に含まれている最大の光学ノイズ源の径 $r_n < 0.1\text{cm}$ の時は光学ノイズ源が小

さいためリップルが成長しづらい、 $r_n > 0.2\text{cm}$ の時はピンホールでフィルタリングされる。 $0.1 < r_n < 0.2\text{cm}$ の時、フィルタ効果が低くリップルが成長し、最も光学素子に損傷を与える。この様に光学ノイズ源の配置を用いた伝播解析を行う事でレーザーシステムの耐光学ノイズ特性を評価することができることがわかった。

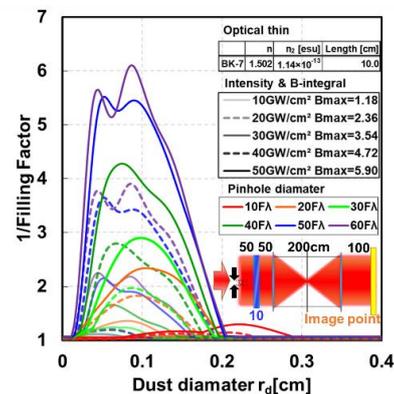


図 2. 光学ノイズ源の最大径と光学ノイズ特性

図 3 に光学ノイズを含めた増幅伝播解析の一例として、米国 LLNL で計画中の LIFE レーザーシステム (2.2MJ, 16Hz) の Cleanness Factor に対するピークフルエンスを示す。ピンホール径が $40F\lambda$, $F > 10^{-3}$ の条件では最終段のポラライザーで損傷閾値を超える強度となり、損傷を起こす可能性がある。

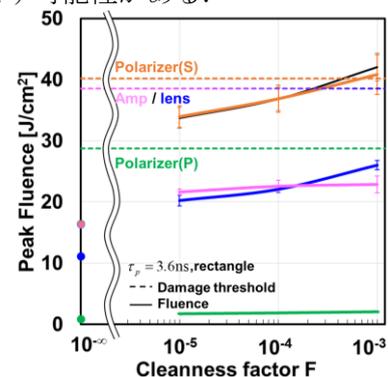


図 3. LIFE レーザーの各コンポーネントの光強度

4. 結論

このコードはガラスレーザーだけでなく一般の固体レーザーの評価も可能である。高強度レーザーシステムの光学ノイズ伝播の評価は、レーザー動特性評価及び実運転条件設定に不可欠なものである。