19a-C8-11

高コヒーレンス 193 nm 固体レーザーの開発

Development of High Coherence 193 nm Solid State Laser

東理大総研[1]，阪大レーザー研[2]，ギガフォトン[3]　○中里 智治[1]，坪井 瑞樹[2]，小野瀬 貴士[3]，田中 佑一[1]，猿倉 信彦[2]，伊藤 紳二[3]，柿崎 弘司[3]，渡部 俊太郎[1]

Tokyo Univ. of Science[1], Osaka Univ.[2], Gigaphoton Inc.[3], ○Tomoharu Nakazato[1], Mizuki Tsuboi[2], Takashi Onose[3], Yuichi Tanaka[1], Nobuhiko Sarukura[2], Shinji Ito[3], Kouji Kakizaki[3], and Shuntaro Watanabe[1]

E-mail: nakazato-t@rs.tus.ac.jp

固体レーザーをシーダーとし、ArF エキシマレーザーを増幅器とするハイブリッドレーザーシステムは、高コヒーレンス・高出力であることから、干渉露光や微細加工への応用が期待されている。我々は高出力 ArF レーザーのシーディングに用いる高コヒーレンス 193 nm 固体レーザーの開発を行ってきた。

図 1 に今回開発した 193 nm 固体レーザーシステムの概略図を示す。狭帯域 Ti:Sapphire レーザーからの基本波を、2 倍波発生に LBO 結晶、4 倍波発生に BBO 結晶、4 倍波と $Nd:YVO_4$ レーザー(1342 nm)での和周波発生に CLBO 結晶を用いて、193 nm 光に変換している。6kHz 狭帯域 Ti:Sapphire レーザーシステムは 904-nm 外部共振器型半導体レーザー(ECLD: external cavity laser diode)でシーディングする狭帯域 Ti:Sapphire 発振器、6 パス増幅器、4 パス増幅器、2 パス増幅器、から構成される。増幅部を 3 段に分割することで熱レンズ効果による問題を解決し、基本波で 10 W を超える出力と M^2~1 を実現した。

こうして得られた基本波から、波長変換用の結晶での集光径や、結晶位置を最適化することにより、2 倍波(2ω)で 3.8 W(変換効率 38%)、4 倍波(4ω)で 0.5 W(2ωからの変換効率 17%)の出力が得られ、最終的に 193 nm 出力で 230 mW(4ωからの変換効率 34%)を達成した。さらに、193 nm 出力の 4 倍波入力依存性を測定した。このとき、$Nd:YVO_4$ レーザーの出力は 2.4 W で一定である。図 2 に示す通り、193 nm 出力は 4 倍波の入力に対してほぼ直線的に増加するという結果が得られた。この結果から、193 nm 発生において、230mW 付近までは、波長変換に十分な数の光子が $Nd:YVO_4$ レーザーから供給されており、CLBO 結晶の劣化や熱の影響等を受けていないと考えられる。4ω を増加させれば 193 nm 光の更なる高出力化が期待できる。

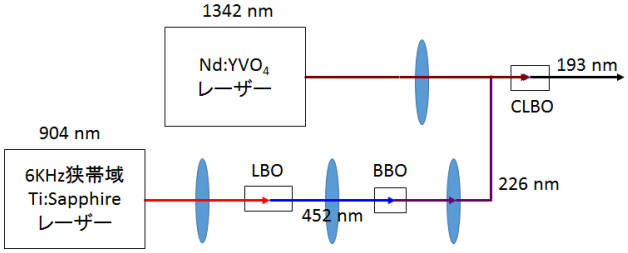


図 1　193 nm 固体レーザーの概略図

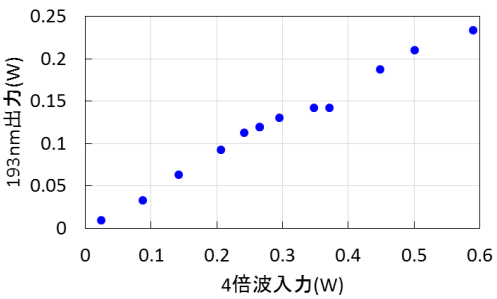


図 2　193 nm 出力の 4 倍波入力依存性

© 2014 年　応用物理学会