

レーザー耐力評価試験

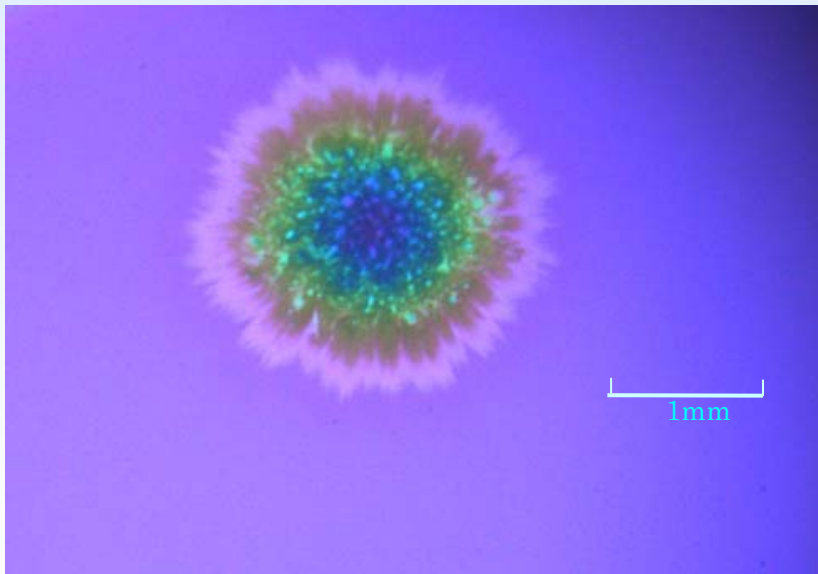
その光学素子、大丈夫ですか？

レーザー装置の利用可能なエネルギーは、使用される光学部品がレーザー光に対して損傷を起こさないエネルギー強度、“レーザー損傷閾値(DT: Damage Threshold)”で決定されます。

この DT を基準として、レーザー装置の出力エネルギーを制限しなければなりません。

レーザー総研では、永年、大阪大学レーザーエネルギー学研究センターと共同で、大出力レーザーの開発、それに使用される光学素子の開発を行ってきました。

そこで培われた光学素子のレーザー損傷の評価技術を広くメーカー、ユーザーの皆様に提供します。



石英基板上 ZrO₂ 単層膜コーティング
・ Nd:YAG レーザー
(波長 1064nm ・ パルス幅 10ns)
・ Fluence 225 J/cm²

レーザー損傷評価試験

基本的な損傷閾値の評価方法に、1ヶ所に1回(1パルス)照射を行い、場所、照射エネルギーを変えて繰り返し試験をする方法、**1-on-1**があります。

Nd : YAG レーザー発振器 (波長 1064nm、パルス幅 10ns) から出力されたレーザーパルスは、増幅器ユニット内でパルス幅を調整された後、YAG 増幅器 1 台で増幅されます。その後、レーザーパルスは長焦点レンズで試料上に集光され損傷を評価します。試料上の照射強度は、ビームの一部を取り出し、エネルギーメータと試料上のビームをイメージした CCD カメラにて測定します。

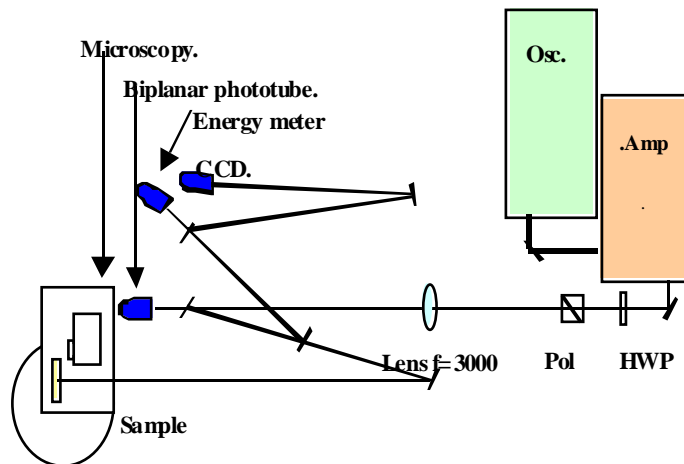


Fig.1 Laser-induced damage facility

レーザー照射前後に試料表面を観察することにより損傷の有無が確認され、Fig.2 のように、照射強度に対して損傷・非損傷がプロットできます。最終的に、レーザー損傷閾値は、赤線のように、確実に損傷が発生しない最大照射強度として定義されます。

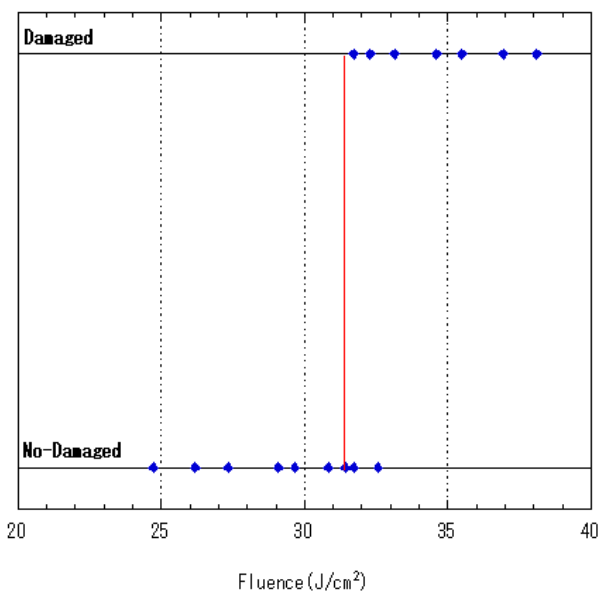


Fig.2 Result of 1-on-1 laser-induced damage test

試料上のビーム強度分布はガウス分布であり、損傷閾値付近における損傷はガウス分布の中心 (尖頭値) で発生するため、ここで、エネルギー密度 F は、 $1/e^2$ のビームサイズで定義される平均エネルギー密度の 2 倍として表されます。

$$F = 2 P / S$$

P : 照射エネルギー

S : $1/e^2$ ビーム面積

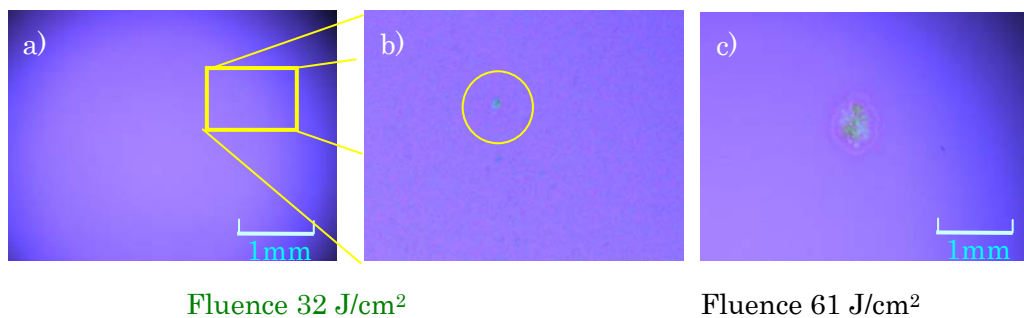


Fig.3 Damage morphologies

その他のレーザー損傷試験

1-on-1 照射試験以外に、

- 1カ所に特定の回数照射を行い損傷を確認する

S-on-1

- レーザーコンディショニング効果を評価する

N-on-1 (または R-on-1)

なども国際的に使用されています。

更には、長時間の照射に対する透過率や反射率の変化を測定し、劣化や寿命を評価することも行っています。

Fig.4 は繰り返し 100Hz のレーザーパルスを約 1 時間照射した時の試料の反射率の変化を示したものです。1-on-1 照射試験で得られた損傷閾値の 80%の照射強度では、損傷は発生しないが光学特性が変化することが確認できます。

損傷形状データも

御要望にお答えし、光学顕微鏡や、原子間力顕微鏡による損傷形状の測定も開始しました。お問合せ下さい。

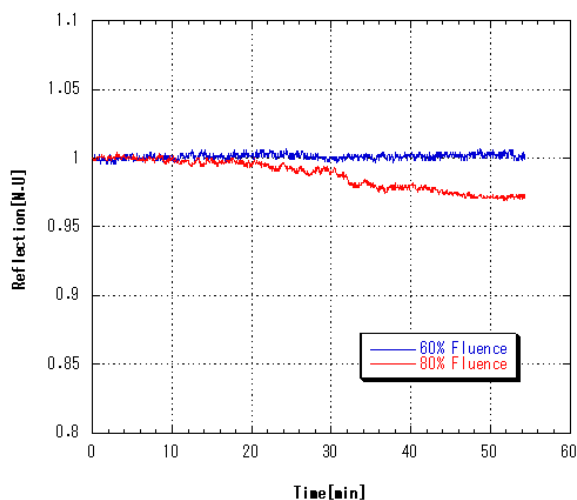


Fig.4 Reflection during laser irradiation (100Hz)

Table 1 Apparatus list.

		Wave length (nm)	Pulse width (ns)	Max. freq. (Hz)	Irr. size (mm)	Power / Energy
Single mode* ¹	ω	1064	10	Single	0.5	330 mJ
	2ω	532	7		0.32	35 mJ
	3ω	355	6		0.3	23 mJ
Rep. pulse* ²	ω	1064	3.5	100	1	25 W
	2ω	532	3		0.5	10 W
	3ω	355	3		0.5	7 W
CW* ³	ω	1064	—	CW	0.7	8W
	2ω	532		5000	0.11	1.32mW
UV* ⁴	ArF	193	50	80	1.4	80mW
	KrF	248	マルチ モード			130mW

*¹ Nd:YAG レーザー*² 繰り返し Nd:YAG レーザー*³ 連続発振 Nd:YAG レーザー*⁴ エキシマレーザー

Table 2 Test method list

Test	特徴	主な用途
1-on-1	1ヶ所に1回照射を行い損傷の有無に関わらず場所を変え試験を繰り返す。	損傷閾値測定
S-on-1	1ヶ所に特定回数照射を行い損傷を確認し移動する。	実際に使用される状況下に近い損傷閾値測定
N-on-1	1ヶ所に損傷が生じるまで断続的に照射強度を上げ、照射毎に損傷の有無を確認する。	レーザーコンディショニング効果の評価

お問い合わせ、ご依頼先

(財) レーザー技術総合研究所

TEL : 06-6443-6311 FAX : 06-6443-6313

E-Mail : soudan@ilt.or.jp

URL : <http://www.ilt.or.jp/>