

# ペタワット超高速要件を満たす メートルクラス、高LIDT光学

1937年以来、仏サフラングループのSafran Reosc社は、高性能光学被覆とオプトメカニカルレーザシステムを開発している。目的は、フランスのAPOLLON 10P、PETAL、多国籍Extreme Light Infrastructure (ELI) プロジェクトなど、ペタワットクラスレーザ向け超短パルス(超高速)レーザビームの供給である。

ブロードスペクトル幅に加えて、ペタワットクラス被覆は全波長範囲にわたり非常に高い反射率、極めて低い分散、また非常に高い損傷閾値が求められる、例えば20fsパルス幅で1J/cm<sup>2</sup>フルエンス値は今では珍しくない。そのように大きなハイパワー光学の入手は、今日のレーザで増加が続くレーザピークパワーにとっては制限要因のままであり、Safran Reosc社は、仏ラボラトワール・ドプティク・アプリケ(LOA; 応用光学研究所)と仏インスティテュフフレネルと協力して、3カ年R&Dプログラムに着手した。目的は、APOLLON 10P向け世界最高のレーザ誘導損傷閾値(LIDT)のブロードバンドフェムト秒コーティングの開発である<sup>(1)</sup>。

APOLLON 10Pレーザ向けに、10<sup>22</sup>W/cm<sup>2</sup>以上の照射強度で10PWピークパワーを達成するには、多層誘電体被覆が広いスペクトル範囲にわたりエネルギーに耐える必要がある、これはまず第一にそのような超短パルスを作るチャープパルス増幅(CPA)法によって決まる。仏Acal BFiは現在、Safran Reosc社の特注光学やコーティングを商品化しているが、こ

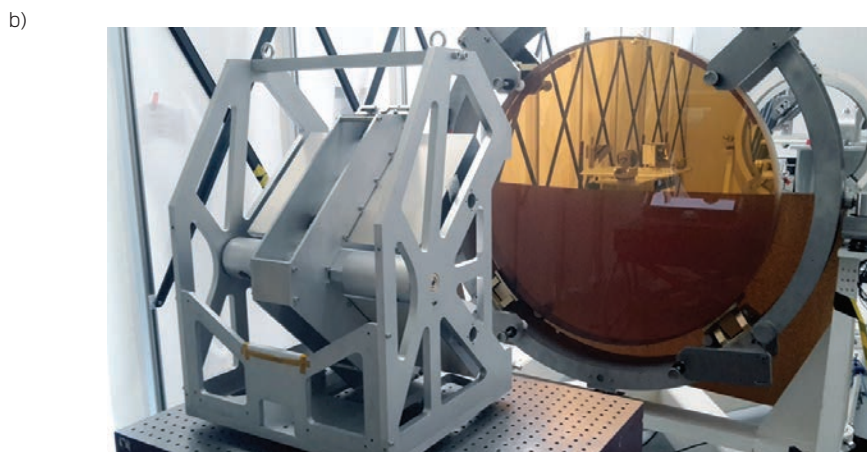
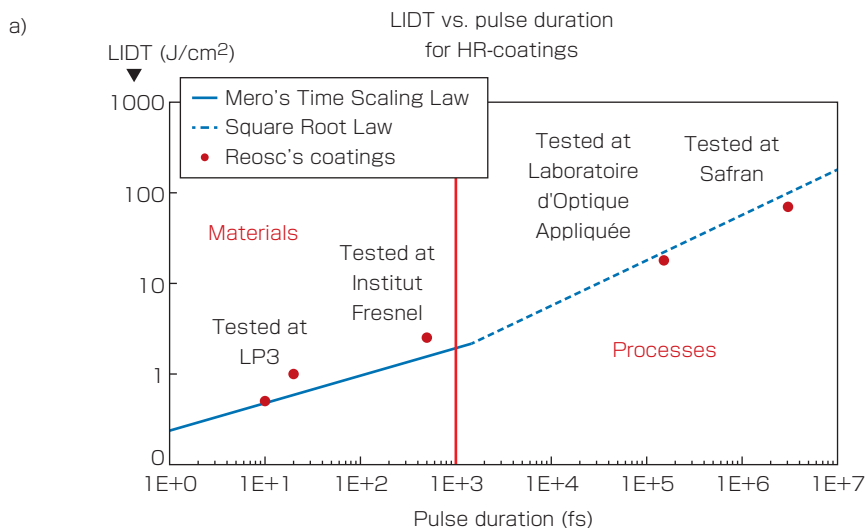


図1 Safran Reosc社レーザコーティングの、レーザパルス幅に対するLIDTコーティング依存性を示している。3nsパルスに対する70J/cm<sup>2</sup>から、1 fsパルスで0.6J/cm<sup>2</sup>の範囲の値(a)。1m径干渉計を使って、λ = 633、820、1053nmで大型被覆レーザ光学をテスト。ここでは、APOLLON 10Pビームシフタ(b)は、MMLDコーティング後、820nmで最終受け入れ検査を行っている(画像提供: Safran Reosc社)。

これらの製品は、高反射率と高い損傷閾値性能を維持しながら、ペタワットクラス被覆のスペクトル帯域を50%向上させている。

## 高LIDT材料の最適化

フェムト秒領域では、損傷メカニズムは電気的過程によって促進さ

れ、単に熱効果によるものではない。APOLLON 10Pの被覆性能改善のために、Safran Reosc社のエンジニアは、電子ビーム堆積(EBD)誘電体材料のLIDTを研究し、高帯域の高反射(HR)および低分散スタックのレーザ耐性を向上させた。

ペタワットミラーのスペクトル仕様

は古典的な高レーザー耐性1/4波長二酸化ケイ素/酸化ハフニウムスタックでは達成できないので、他のアルミニウム、イットリウム、スカンジウム、チタン、タンタルの酸化物を可能性のある誘電体材料として研究した。

s-偏光(S-HR)あるいはp-偏光(P-HR)用の単層(SL)およびHR多層を石英ガラス基板に堆積した。その基板は特殊レーザー処理で洗浄され、波長、フルエンス、パルス形状の異なる多数の異なるレーザーで照射されている。SLサンプルについてのテストは、屈折率の増加とバンドギャップの直線的増加によりLIDTが減少することを示した。

スタックされた材料のLIDT対電界強度(EFI)の理論的、実験的評価によ

りSafran Reosc社は、ペタワットシステム要件に応じた高反射、低分散ブロードバンド設計を最適化することができた。結果は、金属多層誘電体(MMLD)というハイブリッド薄膜設計である。MMLは他に存在しないコーティングであり、現在APOLON 10Pのビームトランスポートで、折り畳みミラーから90°軸外焦点パラボラまでに使用されている。200nmのスペクトル領域で、s-偏光とp-偏光の両方の45°入射で、そのコーティングは反射率99%超、群遅延分散(GDD)100fs<sup>2</sup>のピーク・ツー・ピーク変動である。

さらに、コーティングは同等帯域で、他のいかなるベンダーと比べても少なくとも2倍優れており、コーティング

が行われた後でも大口径干渉計を使ってテストされている(図1)。

「Safran Reosc社、LOA、フレネル研究所で自分のPhD研究を始めた際、APOLON 10Pの要件に応えるレーザーコーティングは市場に存在しなかった」とSafran Reosc社のコーティングワークショップマネージャー、アドリアン・ハービ氏(Adrien Hervy)は言う。「今では、われわれの1.7mコーティングチャンバで、50以上の大型オプティクスを低歪MMLDコーティングで作製し、その輸出を開始したところである」。(Gail Overton)

#### 参考文献

(1) A. Hervy et al., SPIE Opt. Eng., 56, 1, 011001 (2016).

LFWJ

## 光産業技術マンスリーセミナー

# OITDA

Optoelectronics Industry and Technology Development Association

### プログラム(4-5月)

No. / 開催日	講演テーマ / 講師
第 407回 4月18日(火) 15:30-17:30	「シリコンフォトンクス技術を用いたボード間/LSI間超小型光トランシーバ」 講師: 中村 隆宏氏 (技術研究組合 光電子融合基盤技術研究所)
第 408回 5月16日(火) 15:30-17:30	「長距離大容量光通信システムを支える極低損失光ファイバ技術」 講師: 山本 義典氏 (住友電気工業株式会社)

- 場所 一般財団法人光産業技術振興協会
- 定員 各60名
- 参加費 光協会賛助会員: 1,500円(税込み) / 一般参加: 3,000円(税込み)  
※支払いは、当日受付にて現金でお願いします。

- 申込方法 オンライン申込フォーム >>> [http://www.oitda.or.jp/main/monthly/monthly\\_postmail.html](http://www.oitda.or.jp/main/monthly/monthly_postmail.html)
- 申込締め 定員になり次第締め切ります。なお、締め切った場合にはWeb上にその旨を掲載します。

### 問い合わせ先

一般財団法人光産業技術振興協会マンスリーセミナー担当 間瀬、潮田  
〒112-0014 東京都文京区関口1-20-10 住友江戸川橋駅前ビル7F TEL:03-5225-6431 FAX:03-5225-6435  
E-mail: mly@oitda.or.jp URL: <http://www.oitda.or.jp/>