

ULTRA VIOLE [N] T

レーザーの/BSコート光学系



OPT_{VL}MAN

レーザー光学系開発者の " 相棒 "

目次

TABLE OF CONTENTS



OPTOMANに
ついて

4



デザイン能力

5



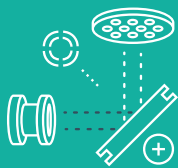
レーザー誘起損
傷閾値

6



UVレーザー用
IBSコート光学系

7



IBS(イオンビーム
スパッタリング)
技術

8



ARコーティング

9



高反射コーティン
グ

11



薄膜ポラライザ

13

厳しい要求に応えるべくカスタム・最適化されたレーザー光学系



DPSSLレーザー用光学系



医療レーザーシステム用光学系



大きくて怖いフェムト秒・ピコ秒レーザーのミラー



防衛・LIDAR用光学系



キロワットパワーレーザー用光学系



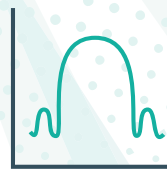
微細加工用光学系



研究開発



検査・分析システム用光学系



検査・分析システム用光学系



OPTOMANについて

ABOUT OPTOMAN

OPTOMANは2017年リトアニアのヴィリニウスで誕生しました。IBS (イオンビームスパッタリング) 技術により最先端で高精度・高再現性の光学系を開発しています。OPTOMANは産業・大学・研究機関向けにカスタムの最適化された光学系を提供しています。job done as was promised.

OPTOMANは皆様の”相棒”として、困っている問題において迅速に解決できる最適なソリューションを提供します。

OPTOMANは他の会社と何が違うの？

あなたが「バットマン (Marvelのキャラクター)」のようなスーパーヒーローになったことを想像してみてください。仮にあなたがハイテク機器が必要だったとします。あなたはベストのものを探しますが、なかなか良いものがありません。その中で「アイアンマン (別のMarvelのキャラクター)」のスーツがありました。魅力的ですが、あなたはバットマンです。唯一の存在です。あなたは卓越したスキルとを既に持っています。これを自覚した瞬間、バットマンがアルフレッド (バットマンの忠実な執事・多才) になり、自身でハイテク機器を開発し、必要な方 (お客様) に提供します。OPTOMANはアルフレッドなのです。

こんにちは、私がOPTOMANです。レーザー光学系開発におけるあなたの”相棒”です。

80%のお客様がOPTOMANを戦略的パートナーと歓迎

(OPTOMAN用語だと「レーザー光学系開発者の”相棒”」)*

核となる技術・強み

- ウルトラファーストレーザー向け光学系
- 高損傷閾値と長い寿命
- 耐久性があり環境影響を受けにくいコーティング
- 超低ロスコーティング
- 迅速な対応





デザイン能力

DESIGN CAPABILITIES

超低ロスコーティング

- スーパー高反射ミラー ($R > 99.995\%$)
- 精密薄膜ポライザ (T_p/T_s 比率 $> 10000:1$)
- $R < 0.01\%$ ARコーティング
- 吸収ロス $< 1\text{ppm}$ コーティング $< 1\text{ ppm}$.

定番製品

- レーザーラインミラー/ブロードバンドミラー ($HR > 99.99\%$)
- $R < 0.05\%$ ARコーティング
- 薄膜ポライザ (T_p/T_s 消光比 $> 1000:1$)
- ポンプミラー/ダイクロイックミラー (例: $HR > 99.9\% * HT > 99\%$)
- 出力カプラ/ビームスプリッタプレート (例: $PR 50\% \pm 1\%$)
- 様々な形状へのコーティング (平面・球状・円筒・楕円etc)
- 迅速なプロトタイプ製作 available.

その他の特長

- ナイフエッジ光学系 (エッジ $< 50\mu\text{m}$)
- アパーチャー100%コーティング
- コートのマスキング
- ストレス補償コーティング ($PV \text{ flatness} < \lambda/20 @ 633 \text{ nm}$)
- プリズム複数面へのコーティング
- マイクロレンズへのコーティング
- 位相シフトゼロのミラー
- 金属基板へのコーティング
- ファースト軸コリメータへのコーティング
- ファイバ/エンドキャップへのコーティング (FAC).
- Coatings on fibers and end caps.



- ・形状・曲率・サイズのカスタム
- ・高反射・AR・偏光特性などのコーティング
- ・スペクトル範囲 193 - 5000nm
- ・サイズ範囲 3mm - 360mm (500mm開発中)
- ・2・3・4またはそれ以上の波長への最適化
- ・様々な入射角

計測・検査能力

OPTOMANは優秀なパートナーに光学系の検査を依頼しています。現状以下の計測が可能です。

- 損傷閾値・寿命：CW、ナノ秒、ピコ秒、フェムト秒
- 群遅延・群遅延分散・三次分散：500-1400nm
- 面精度エラー： $\lambda/20$ まで
- 環境試験：MIL-C-484197まで
- 表面品質：MIL & ISOまで
- キャビティリングダウン：532nm、1064nm
- 吸収：355nm、532nm、1064nm
- 粗さ/散乱：355 nm、532 nm、1064nm
- スペクトル計測： T_{sp} 、 R_{sp} @200 - 5000nm



レーザー 誘起損傷閾値

LIDT CAPABILITIES

レーザー光学系を語る時、高いレーザー誘起損傷閾値 (LIDT) は意味が曖昧な”パスワード”です。レーザーのダメージは複雑な要素の組み合わせです。光部品は繰り返し使うと破壊されるもので、様々なダメージの種類があります。

OPTOMANはこういった現状を打破する革新に真剣に取り組んでおり、上がり続けるレーザーパワー、短くなっていくパルス幅に耐える光学系の開発を進めています。この一連の活動がOPTOMANの高いLIDTを実現しています。

ドクター・ダメージ：OPTOMANの敵。LIDTの測定により打ち負かすことができる。

数値の読み方：

> フルエンス @ 波長、パルス幅、繰り返し、ビーム径

フェムト秒パルス

High reflectance coatings:

- > 1.183 J/cm² @ 1030 nm, 507 fs, 1 kHz, 136.5 μ m
- > 0.286 J/cm² @ 343 nm, 180 fs, 10 kHz, 30 μ m
- > 0.267 J/cm² @ 258 nm, 180 fs, 10 kHz, 30 μ m

Anti-reflective coatings:

- > 0.052 J/cm² @ 515 nm, 191.4 fs, 300 kHz, 58.7 μ m

Polarizing coatings:

- > 0.77 J/cm² @ 1030 nm, 500 fs, 10 kHz, 175 μ m

ピコ秒パルス

High reflectance coatings:

- > 2.58 J/cm² @ 1064 nm, 370 ps, 20 Hz, 2.4 mm
- > 1.64 J/cm² @ 532 nm, 350 ps, 20 Hz, 2.1 mm
- > 8.313 J/cm² @ 1030 nm, 10 ps, 1 kHz, 154 μ m

Anti-reflective coatings:

- > 5.5 J/cm² @ 1064 nm, 370 ps, 20 Hz, 2.3 mm
- > 2.1 J/cm² @ 532 nm, 350 ps, 20 Hz, 2.1 mm
- > 0.39 J/cm² @ 343 nm, 1 ps, 1 kHz, 1 mm
- > 0.353 J/cm² @ 800 nm, 1 ps, 1 kHz, 163 μ m

Polarizing coatings:

- > 2.7 J/cm² @ 1030 nm, 10 ps, 10 kHz, 115 μ m

免責事項：これらの数値はISO基準またはお客様側で測定されたLIDTテストの結果になります。信頼できる結果ですが、これらの数値が最終的に製品仕様ではありません。

ナノ秒パルス

High reflectance coatings:

- > 168 J/cm² @ 1064 nm, 9.8 ns, 100 Hz, 223 μ m
- > 29.5 J/cm² @ 532 nm, 6 ns, 100 Hz, 137.6 μ m

Anti-reflective coatings:

- > 44 J/cm² @ 1064 nm, 10 ns, 100 Hz, 225 μ m
- > 10 J/cm² @ 532 nm, 10 ns, 10 Hz, 421 μ m

Polarizing coatings:

- > 49.4 J/cm² @ 1064 nm, 10 ns, 100 Hz, 206 μ m

CW

High reflectance coatings:

- > 426 kW/cm @ 1070 nm, 30 s, 137.6 μ m*

Anti-reflective coatings:

- > 426 kW/cm @ 1070 nm, 30 s, 137.6 μ m*

* 426 kW was the power limit of the laser.

ドクター・
ダメージを
やっつけろ



Ultra Violet[N]レーザー用 IBSコート光学系

マイクロマシンング業界のプレーヤーの挑戦に触発され、OPTOMANは前例のないアクションをしました。それはUVレーザー向けに最適化した、低吸収・長寿命IBSコーティングです。

UV光学系の問題

- 吸収による低い透過性
- 微小欠陥による散乱
- レーザーダメージ
- 劣化



長寿命

OPTOMANによるコーティングは極端な低吸収(<1 ppm)が特徴で、その結果長寿命となります。

何で金属やフッ化物のコーティングはダメ？

フッ化物コーティング:

ソフトコーティング



悪い面精度



散乱や早いコーティング劣化

金属コーティング:

高い吸収性



加熱



レーザーダメージ

OPTOMANは保有コストを下げることに貢献します

OPTOMAN製作のレーザー光学系は、卓越した低吸収性により高い面精度と高いバッチ再現性を実現しました。他社製品より長寿命のため保有コストを引き下げ、導入コストが氷山の一角でないことを確かになります。

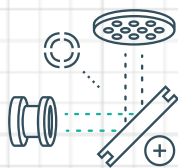
導入コスト

高い吸収性による損傷光学系

面精度の悪さによる劣化した光学系

バッチ間の低い再現性





IBS (イオンビームスパッタリング) テクノロジー

IBS (イオンビームスパッタリング) は、高いエネルギーと精密に制御されたイオンビームによりターゲット材料から抽出された分子によって、任意の材料のレイヤーを形成する技術です。

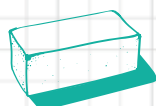
レーザーパワーが大きくなるにつれコーティングメーカーの責任も大きくなります。

OPTOMANIは産業・理化学用途の厳しい要求に応えるためのIBSコーティングシステムを保有しています。



安定したスパッタリング工程

高真空 (蒸着中 $\sim 1 \times 10^{-4}$ mber) ・超高純度の金属材料 ($>99.99\%$) と高安定イオンビームとの組み合わせにより、超高安定の蒸着工程になります。この装置は完全自動蒸着を可能とし、屈折率と各蒸着レイヤーの厚さを精密に制御します。



IBS
バルクのような濃度



E-beam
穴だらけの構造

バルクのようなパッキング密度

バルクのような層密度により、IBSコーティングは環境温度・湿度の変化、機械的摩耗の影響を受けず、様々な環境下での顧客レーザーのスムーズな運転を確かなものとしします。さらに言えば、宇宙のような過酷な環境下でも性能の劣化なく使うことができると考えています。

散乱、それ何?

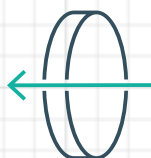
バルクに近いIBSコーティングの密度により、コートされた基板の面精度は主にコート前の面精度で決まります。完全なアモルファスレイヤー層との効果により、散乱なしの光学系を提供いたします。

IBS



E-beam





AR コーティング

UVレンジのコーティングの問題点の1つは、吸収による低い透過性です。これは明らかにARコーティングの影響です。IBS技術をマスターしフッ化物コーティングを行うOPTOMANは吸収ロスを最小限に抑え、UV・Deep UVレンジでの安定性を確かなものとします。

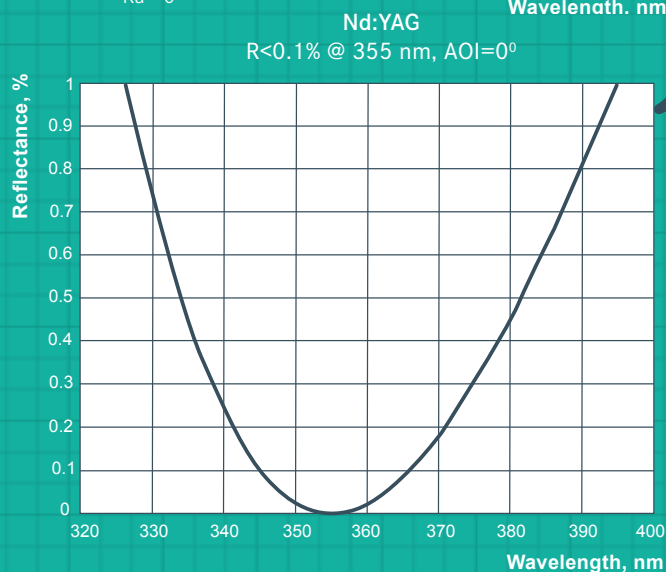
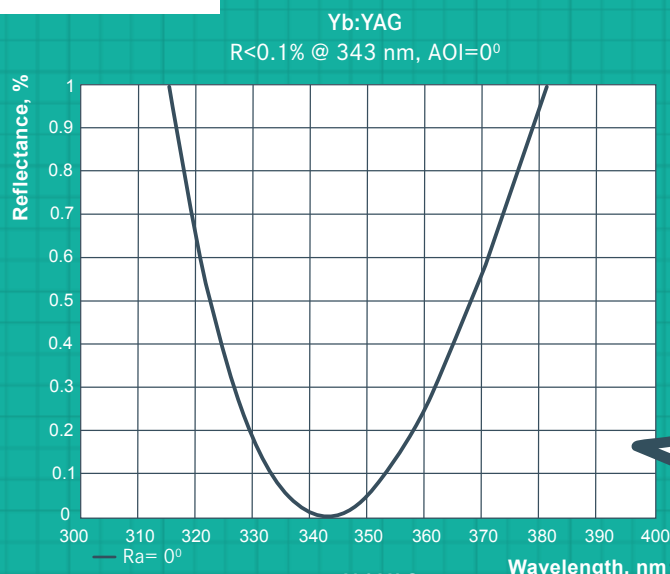
OPTOMANは常時多くの平凹レンズ(焦点距離-1000~-50mm)と平凸レンズ(焦点距離+50~+2000nm)を在庫しています。

およそ250%の製品コストを押し下げることが可能です。



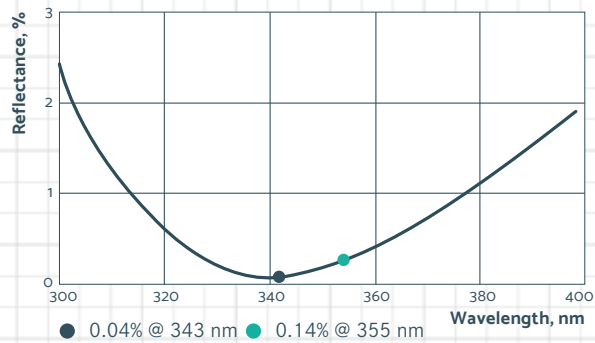
Scan to find out more

デザイン例



貴重な
UVの光子を
透過させよう

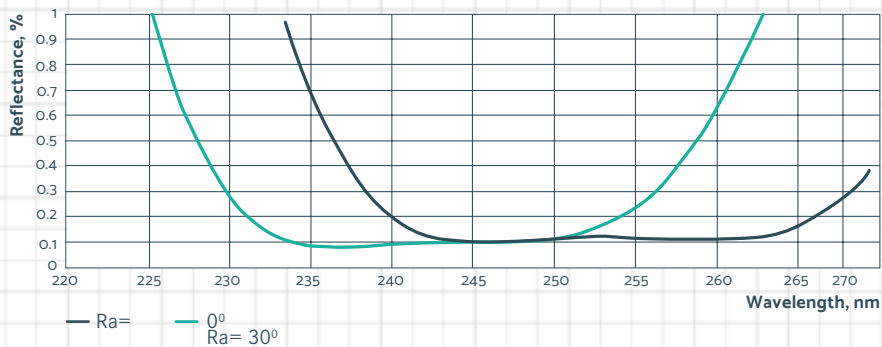
S1/S2: AR<0.2% @ 343 nm - 355 nm, AOI = 0° - 25°



深紫外

Coatings (IBS):

S1/S2: AR<0.3% @ 247-250 nm, AOI = 0° - 30°

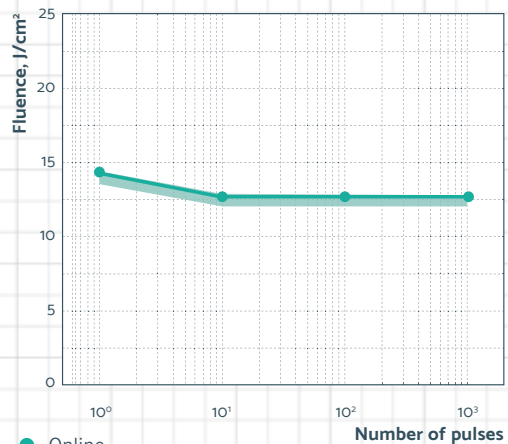


“スーパーヒーロー”のパワーを
探していますか？

OPTOMANのブランド”Superhero power”
のコーティング技術は @ 266 - 355nm
に適用可能

Measured LIDT: >12.66 J/cm² @ 355
nm, 6 ns, 100 Hz

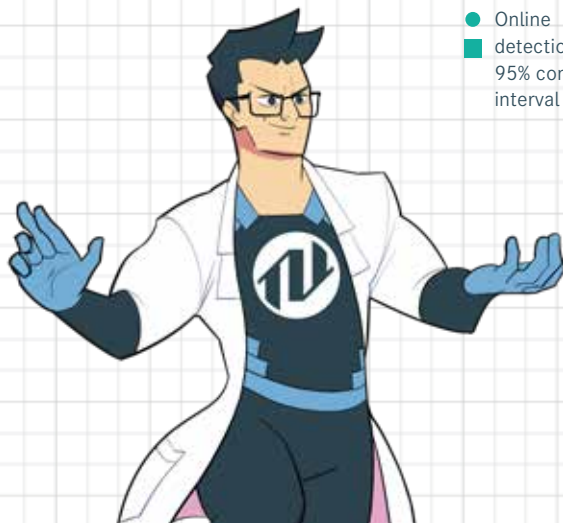
Ongoing R&D towards LIDT target of
>20 J/cm² @ 355 nm, 6 ns, 100 Hz

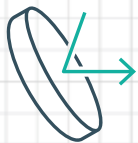


● Online
■ detection
95% confidence
interval

Wavelength: 355 nm
Pulse duration (FWHM): (5.6 ± 0.3) ns
Repetition rate: 100 Hz
AOI: 0°

Polarization: Linear
Beam diameter (1/e²): (223.4 ± 2.3) μm





高反射コーティング

高反射コーティングは、レーザーダメージを誘起する吸収の影響を受けます。OPTOMANIは多くの厳格な要求のレーザー用途において、高損傷閾値のために超ハードな誘電体コーティングを行います。

OPTOMANIはたくさんの1/2インチ、1インチ、2インチの球面ミラー基板をストックしています。

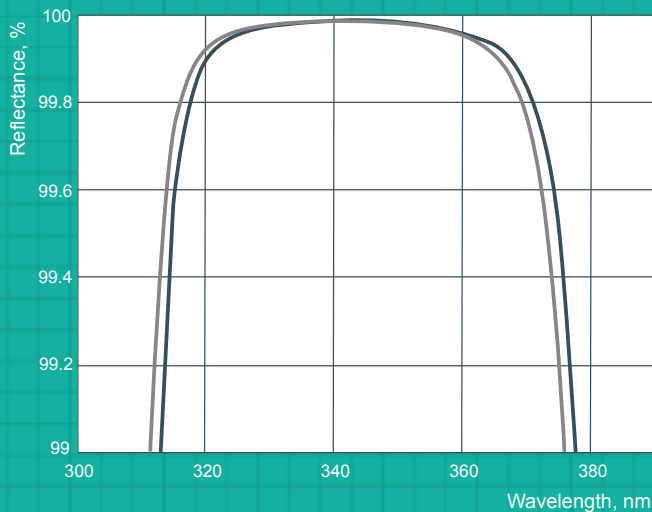
このことにより、製品コストを約400%押し下げています。



Scan to find out more

デザイン例

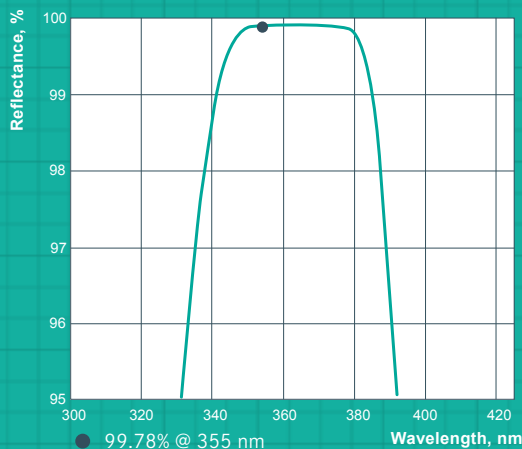
Coatings (IBS) (Yb:YAG):
HR>99.9% @ 343 nm. AOI = 0 - 10°.



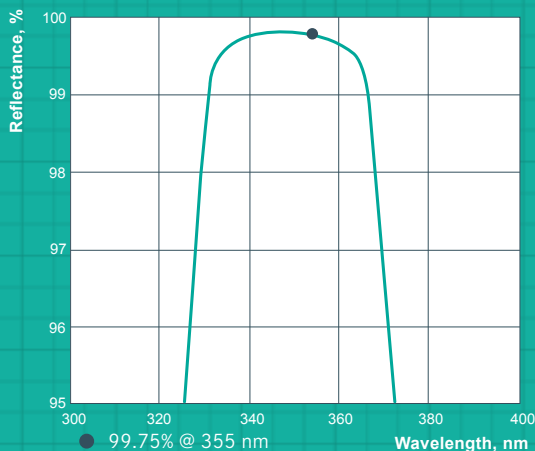
Get it at OPTOSHOP

Coatings (IBS) (Nd:YAG):
HRa > 99.7% @ 355 nm, AOI = 32-45°.

For high power nanosecond applications.



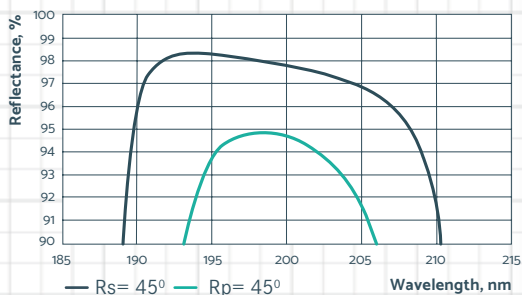
Measured average reflectance spectrum, AOI = 32°



Measured average reflectance spectrum, AOI = 45°

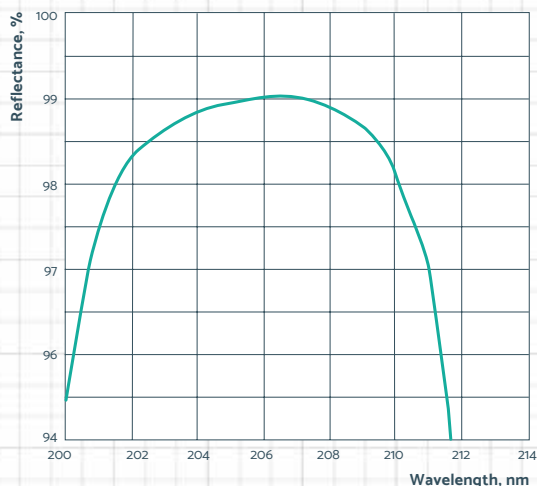
深紫外

HRs > 95% & HRp > 90% @ 196-200 nm, AOI=45°



Get it at OPTOSHOP

HRa > 97% @ 206 nm, AOI = 45°



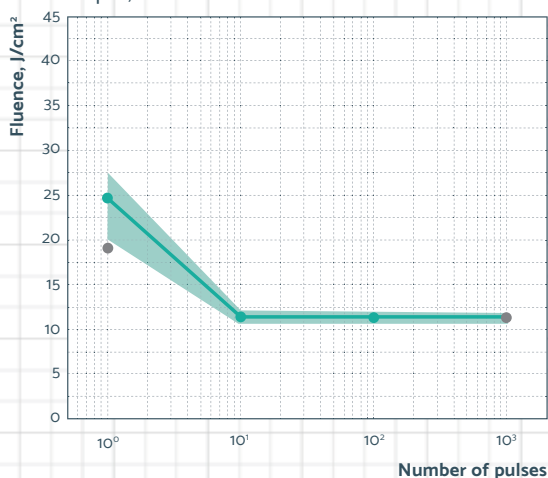
“スーパーヒーロー”の パワーを探していますか？

UV光学系の最大の敵はレーザーダメージです。

立ち向かうには測定しなければなりません。だからOPTOMANがやります。
フェムト秒とナノ秒スケールで行います。

HR @ 355 nm:

LIDT: >11.20 J/cm² @ 355 nm, 6 ns, 100 Hz,
s-pol, 10³ - on - 1



● Offline detection
● Online detection
■ 95% confidence interval

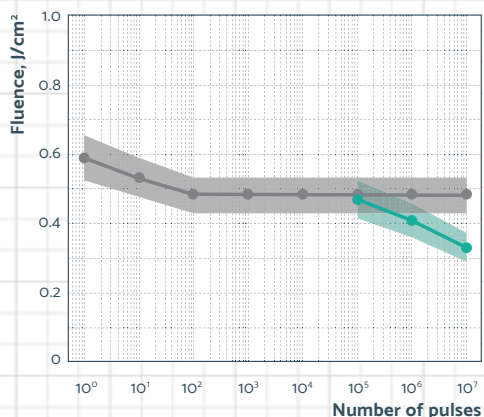
Wavelength: 355 nm
Pulse duration (FWHM): (5.7 ± 0.3) ns
Repetition rate: 100 Hz
AOI: 45°
Polarization: Linear S
Beam diameter (1/e²): (218.4 ± 3.3) μm

HR @ 343 nm for ultrafast laser

applications:

LIDT (catastrophic): >0.484 J/cm² @ 343 nm,
300 fs, 10⁷ - on - 1

LIDT (color change): >0.332 J/cm² @ 343
nm, 300 fs, 10⁷ - on - 1



● Offline detection
■ 95% confidence interval
● Color change
■ 95% confidence interval

Wavelength: 343 nm
Pulse duration (FWHM): 300 fs
Repetition rate: 200 kHz
AOI: 45°
Polarization: Linear S
Beam diameter (1/e²): (19.5 ± 0.5) μm



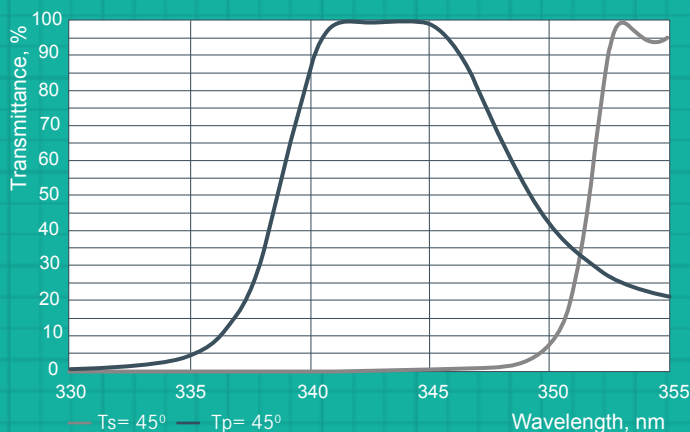
薄膜ポライザ

UVレンジにおいて高い偏光度を実現するために、散乱と吸収によるロスは厳密に管理される必要があります。波長が短くなっていくにつれ、これらのロスが極端に大きくなって行くためです。OPTOMANIはUVレーザー向けに低吸収と長寿命誘電体ポライザを製作できる、最適化されたIBSコーティング工程の実施が可能です。

Low Absorption Polarizer 343 nm (Yb:YAG):

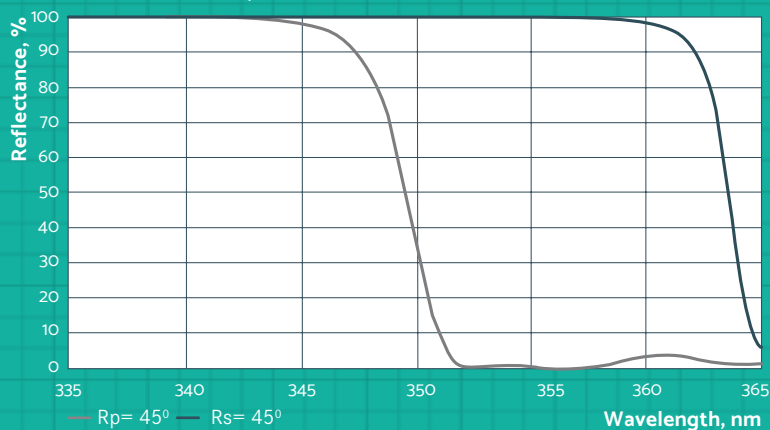
S1: $R_s > 99.7\%$ & $T_p > 95\%$ @ 343 nm, AOI = $45^\circ \pm 2^\circ$

Extinction ratio: $T_p/T_s > 300:1$



Thin Film Polarizer 355 nm (Nd:YAG)

S1: $R_s > 99.8\%$ & $T_p > 97\%$ @ 355 nm, AOI = $45^\circ \pm 1^\circ$



OPTOMANはどこで作業するの？

OPTOMANは製造設備で多大な時間を過ごします。それゆえ彼は270m²のISO認可の仕事場がどのように見えるか、そして最先端光学部品の提供を可能にする主要な工程を見せたがっています。

基板の準備

清潔でない基板にコーティングはできないので、まず最初に高品質の光学コーティングを行うための徹底した基板の準備が必要になります。

OPTOMANは完全自動化の7つのステージからなるクリーニング工程を行います。これにより効率的・効果的に基板が準備されていきます。



コーティング蒸着

レーザーパワーが大きくなるにつれてコーティング業者の責任も大きくなるので、OPTOMANは最先端の薄膜蒸着技術を使います。IBS（イオンビームスパッタリング）はOPTOMANのスーパーパワーを引き出します。良い光学系を作るために、OPTOMANがベストなIBS装置に躊躇せず投資することは非常に重要です。IBS装置が置かれているエリアは、ISO5の基準を満たす非常にクリーンな環境です。



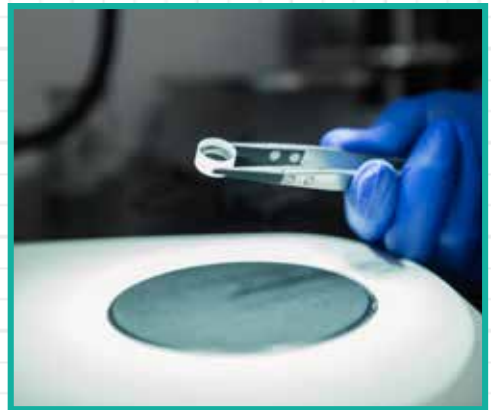
頑丈なミラーとマウントを探していますか？



OPTOMANは高精度で頑丈なマウントとパッケージソリューションに「PHOTONICPARTS」を推奨します。

品質検査・測定

OPTOMANは光学部品を最初から「高品質」とは言いません。品質の確認には測定と検査が必要です。OPTOMANは自前でできます。



最終部品

OPTOMANは目的実現の準備ができています。OPTOMANの製品はあなたのレーザービームの友達になります。



研究開発

- OPTOMANは研究開発に多額の投資をしています。
- OPTOMANは広範囲な特性評価・検証において先端研究所と連携しています。

進行中のプロジェクト

- INTENSITY: 可視-近赤外レンジの低ロスコーティングの開発
- UNIPULSE: 可視-近赤外レンジのピコ秒・フェムト秒レーザー向け高LIDTコーティングの開発
- INOSTART: 酸化物・半導体材料ベースの中赤外(1-5um)コーティングの開発
- NEO2Fast: サブ10フェムト秒向け・高LIDTブロードバンドミラーの開発

● ● ● ● ● ●

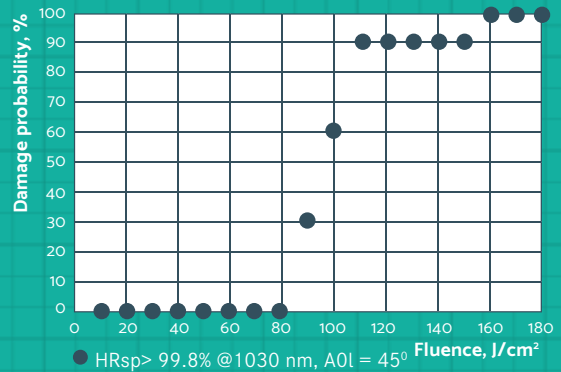
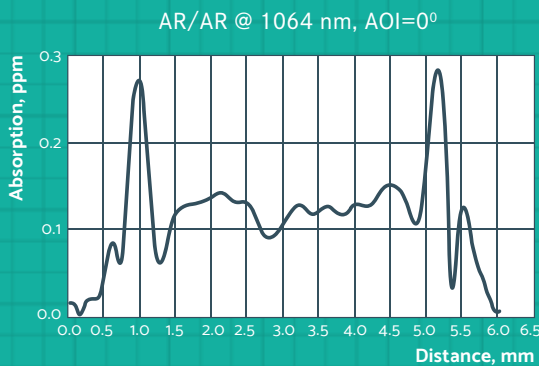
"知性は特権であり、レーザー関係者の大義のために使用される必要がある"

ドクター・オクトパス

Dr. Otto Octavius

レーザー照射への高い耐性

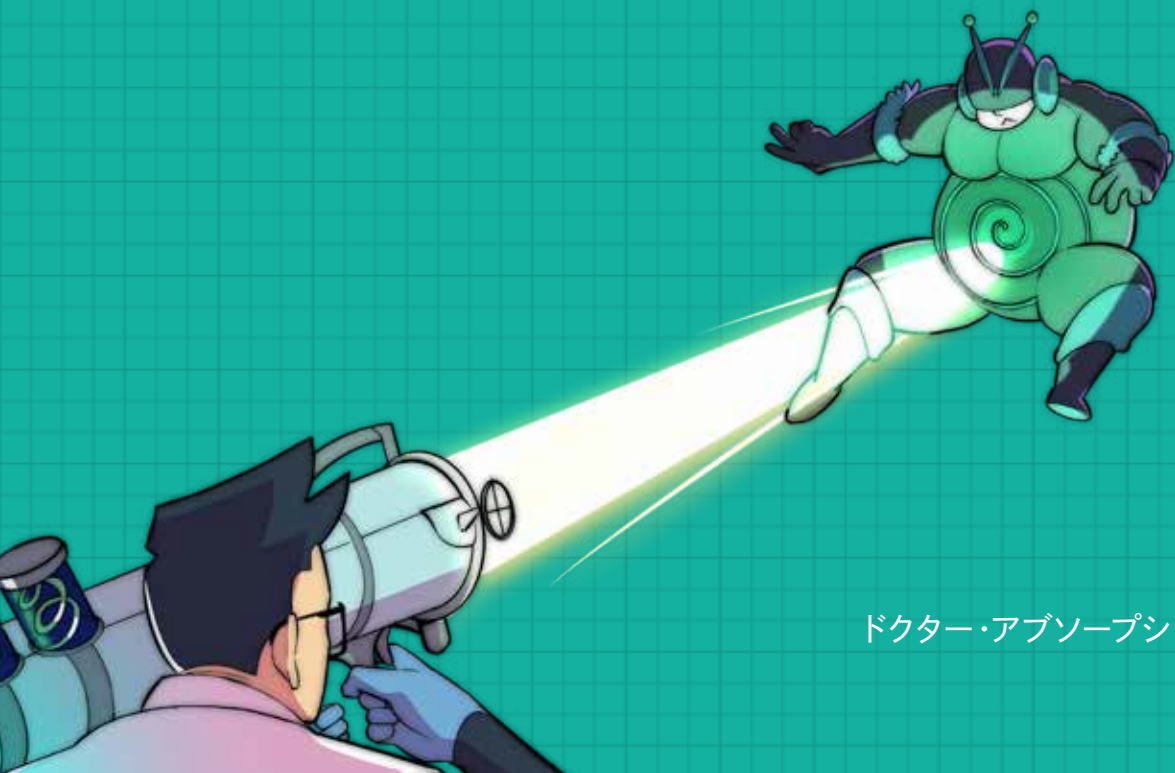
適切な蒸着パラメータを選定し製造工程の各ステップで洗浄度を確かなものにより、密度不良を非常に低く抑えることができます。これらがIBSコーティングが秀逸のレーザー照射耐性を実現する理由です。



短いデューティーサイクル問題は忘れて

吸収ロスが熱影響と短いデューティーサイクルを引き起こす主な原因ということはよく知られています。

プロセス中の安定した高真空状態、大きなチャンバー、高純度のターゲット材料、バルクに近いコーティング密度、空間的に分離されたスパッタリングと材料凝縮プロセスは、吸収ロス < 2ppmのコンタミフリーのレイヤーの形成を可能にします。高繰り返しフェムト秒レーザーまたはCWシステムを使っていて寿命が悩みであるならば、IBSコーティングを是非お試しください。きっと驚くことでしょう。



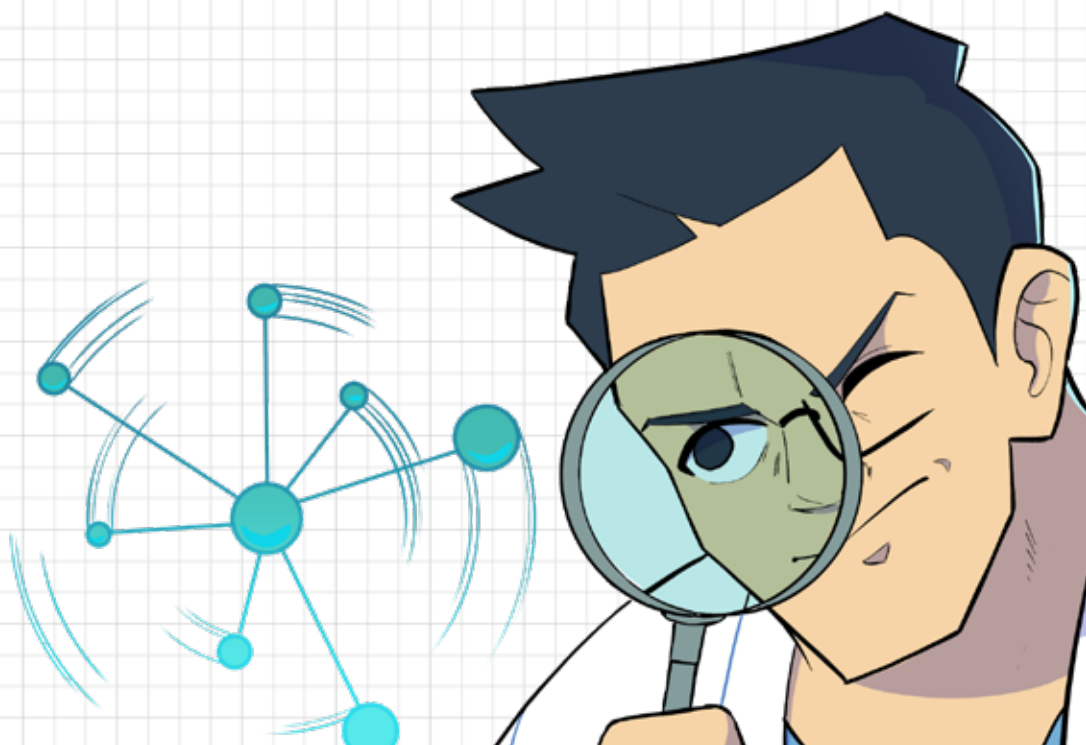
ドクター・アブソープション

ドクター・アブ ソープション

現在OPTOMANは5つのIBS装置を所有しており、それぞれが別々のスーパーパワーに特化していて、4つはMarvelキャラクターな名前が付いています。残り1つについても近々決まることかと思っています。。。。

PETRA	HYPERION	TBD
有効コーティングエリア ø270 mm x 2 pallets	有効コーティングエリア ø270 mm x 2 pallet	有効コーティングエリア ø270 mm x 2 pallet
Superpowers: ● ユニバーサル ● 超高効率 ● 超低ロスコーティング	Superpowers: ● ユニバーサル ● 超高効率 ● 超低ロスコーティング	Superpowers: ● ユニバーサル ● 超高効率 ● 超低ロスコーティング

ALBERT - 原子の破壊者	WANDA - 深紅の魔女
Effective coating area: ø600 mm x 2 pallets	Effective coating area: ø270 mm x 1 pallet
Superpowers: ● 大型基板へのコーティング ● 大量生産	Superpowers: ● 中赤外レンジのコーティング ● 超低ロスコーティング

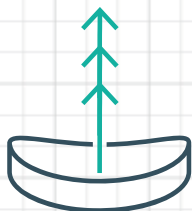


永続的製品ライフサイクル

OPTOMANは製品ライフサイクルの間、責任を持って対応します。



サプライヤの徹底した選別と評価から始まります。



OPTOMANは高い歩留まりとクリーンな光学系を実現するため製造プロセスを最適化します。



OPTOMANは廃棄物を減らすために仕様外れの部品を再研磨することにより再利用します。

スタンダードな光学系ソリューションを探していますか？

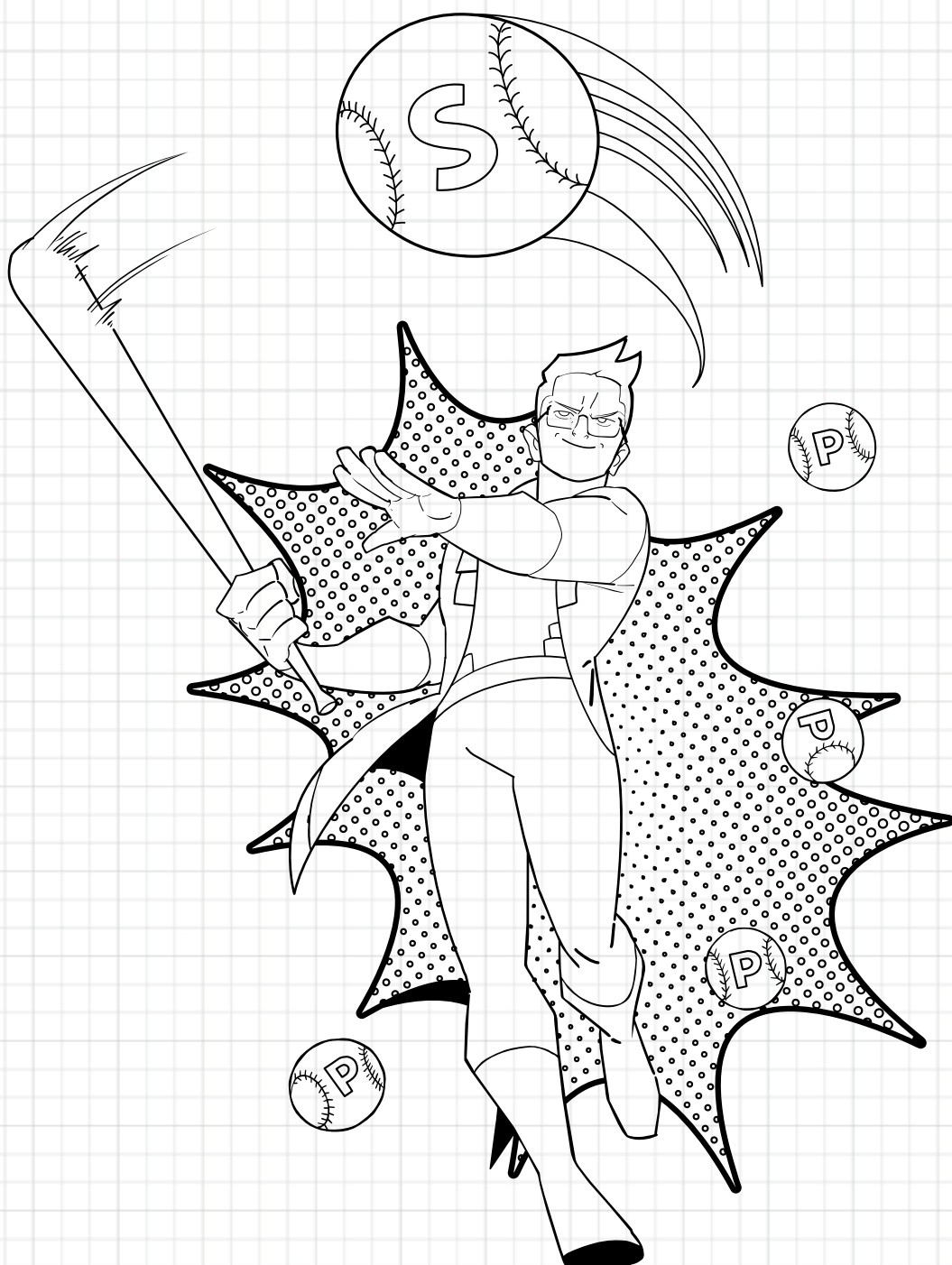
OPTOSHOP -
先端レーザー
光学系の
ゲートウェイ

OPTOSHOP
by OPTOMAN

www.optoshop.optoman.com



OPTOMANに色を塗ってみよう！

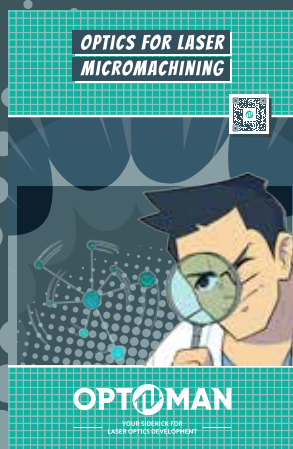
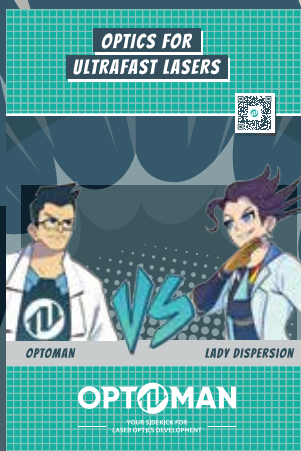


もし子供がいらっしゃたらOPTOMANの色塗りを勧めてはいかがでしょうか。

OPT↓MAN

レーザー光学系開発者の " 相棒 "

OTHER CAPABILITIES



サンインストルメント

サンインストルメント株式会社

〒141-0031 東京都品川区西五反田 2-26-9 五輪プラザビル 4F
Tel: 03-5436-9361 Fax: 03-5436-9364 E-mail: sun@sun-ins.com

www.sun-ins.com

OPT↓MAN

Ukmergės g. 427, LT-14185,
Vilnius, Lithuania
info@optoman.com