



偏光保持ビームサンプラー(Polarization Preserving Beam Sampler)

イントロダクション

偏波保持型ビームサンプラー (PPBS) は、元のビームのパワー密度が測定器や標準的な吸収型 ND フィルターにダメージを与えるような測定アプリケーションのために、ビームのパワーのごく一部をサンプリングします。PPBS は、2つの直交するウェッジウィンドウからの反射光をサンプリングします。入力ビームの元の偏光を維持しながら、高強度の光を安全に減光することができます。各空気-ガラス界面からの多重反射の影響も排除します。

動作原理

偏光保持ビームサンプラーは、一対のガラス窓で構成されており、それぞれが入力ビームのエネルギーの大部分を透過させて廃棄するか、ビームトラップで捕捉し、入力ビームのエネルギーのごく一部を各窓の表面で反射させて測定に使用します。各ウィンドウでは、1つの面ごとに反射し、合計2回の反射が起こります。この結果、PPBS の出力面からは4本のビームが出てきます。測定対象となるビームは、各ウィンドウの第1面で反射した結果です。PPBS から出た他の3本のビームは、ウィンドウのウェッジデザインにより、ビームプロファイラのイメージングエリアに当たらないように配置されています。このアプリノートでは、オリジナルビーム、中間ビーム、サンプルビームについて説明していますが、これは特に、各ウィンドウの第1面での反射によって形成されるビームパスの異なる位置について言及しています。

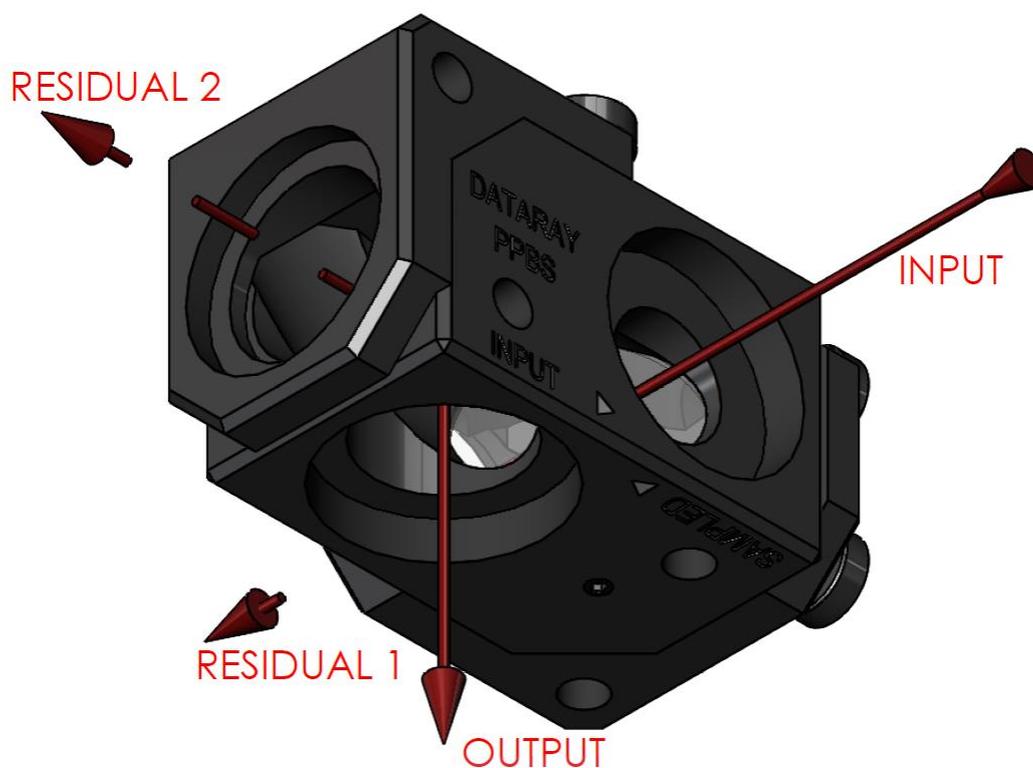


図1 偏光保持ビームサンプラー

警告) このデバイスから出力される高出力ビームに注意してください。操作する前に、この文書全体を確認してください。



第1のウィンドウ

オリジナルのビームは、まず PPBS の入力面を垂直に通過し、第1ガラス窓に45度の角度で入射します。ビームのエネルギーの大部分はこの第1のウィンドウを透過し、PPBSのResidual 1からPPBSを出て、ビームトラップで廃棄/吸収されます。ガラス窓の2つの面は、それぞれ入力ビームのエネルギーの一部を反射します。ガラス窓の45度の角度で設置された前面は、90度（直交）の反射角度になり、これが中間ビームとなる。ガラス窓は3度ウェッジが付いているので、後面は96度の反射角になる。この第2面の反射は、ビームプロファイラの測定領域に到達しないように設計されています。ビームのS偏光成分は、P偏光成分よりも大きな割合で反射します。

第2のウィンドウ

2つのウィンドウの間の中間ビームは、第2のウィンドウの第1面で再び反射されます。この第2の窓は、反射の偏光効果が第1の窓の反射とは逆になるように配向されています。は、第1のウィンドウでの反射とは逆になります。そのため、第1のウィンドウから高い割合で反射された偏光成分は、今度は低い割合で反射され、第1のウィンドウで低い割合で反射した偏光成分は第2のウィンドウでは高い割合で反射されます。2つのウィンドウから得られる偏光効果を合わせると、出力ビームは元の偏光特性と同じになります。

安全について

ANSI 2135.1を参照し、あらゆる出力のレーザーを使用する際には、常に適切なレーザー安全プロトコルに従ってください。また、ガラス面での反射・透過を含め、すべての光の経路を理解するようにしてください。PPBSには、レーザー光を放出する3つの開口部があります。Residual 1、Residual 2、Outputです。出力の大部分はResidual 1の面から出てきます。最大でビーム出力の99%がResidual 1から出力されると予想されます。Residual 2は、材料、波長、入力偏光によって、1%未満または最大で50%の出力になることがあります。ビームトラップやエネルギーを吸収するその他のエレメントが高温になることを想定して、注意してください。

システムセットアップ

ハードウェアセットアップ

PPBSには以下のパーツが付属します。組み立て手順に従って、LCMカメラをPPBSに取り付けてください。

パーツリスト

- PPBS 1個
 - 以下のいずれかの材料のウェッジウィンドウ 2枚
 - * UV Fused Silica (190 nm -2100 nm)
 - * BaF2 (0.2 um - 11 um)
 - * CaF2 (0.2 um - 8 um)
 - * ZnSe (0.5 um - 16 um)
 - ファイバーチップの止ねじ 2個

- 内側に SM1 のネジが付いたブラケット 2 個
ー ブラケットねじ 4 個
- SM1-C マウントアダプター 1 個
- ビームトラップ (入力ビームパワーによる)

組み立て

1. SM1-C マウントアダプターを使って、カメラを PPBS の出力面に取り付けます。
 - ・カメラは、SM1 チューブを使って出力から離れた場所に取り付けることもできます。
2. レーザが入力開口部の中心に向かって入射するように組立て物を取り付ける。
3. エネルギーを吸収するために、Residual 1 の後ろにビームトラップを取り付ける。
 - ・ Residual 2 にビームトラップが必要かどうか検討する。

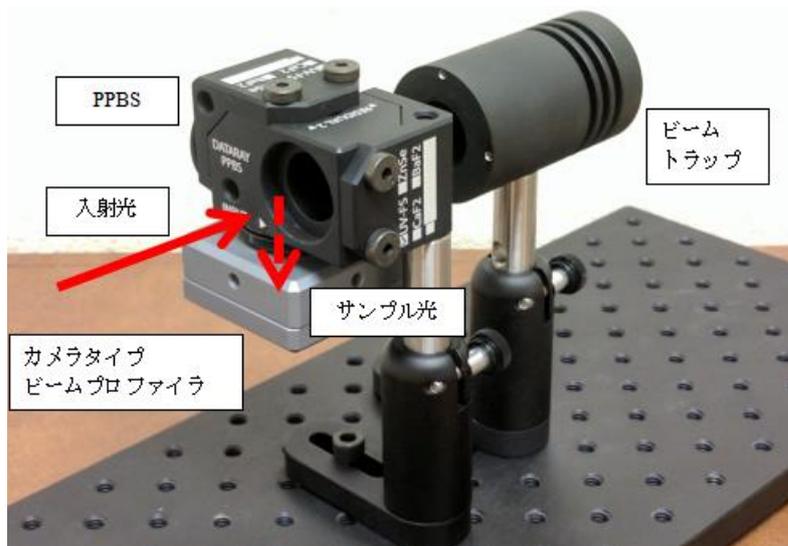


図2 出口に WinCamD-LCM を取り付け、Residual 1 の背後にビームトラップを設置した
偏光保持型ビームサンプラー

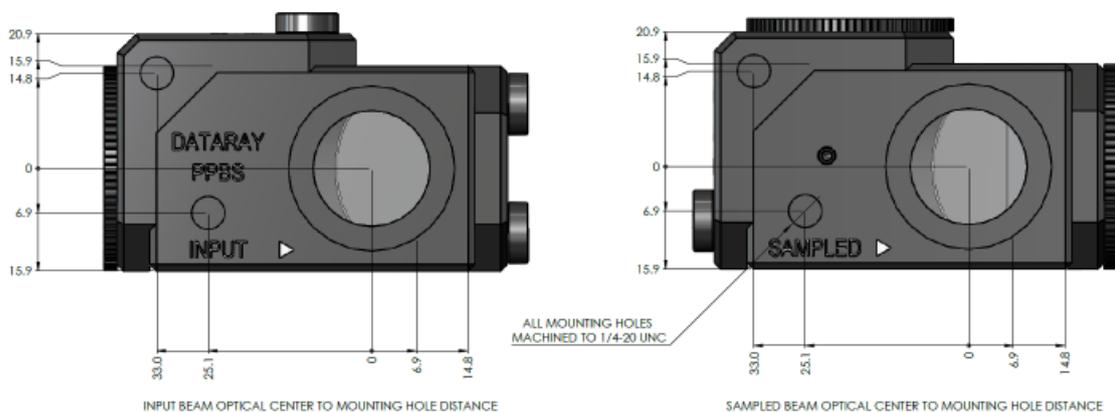


図3 PPBS の取り付け寸法。PPBS の光路長は 50.00mm ± 0.5mm。

アッテネーション（減衰）

サンプリングされたビームは、各ガラスウェッジの第1面からの反射の結果であるため、フレネル反射方程式に従って減衰量が計算されます。各面でのレーザーの反射強度は、波長、偏光、屈折率、入射角に依存します。2つの反射は直交しているため、偏光による正味の影響は打ち消されます（「偏光保持」の項を参照）。ビームはPPBSの入力面に垂直に入射していると仮定しているため、サンプリングされたビームの出力割合は、レーザーの波長とウェッジの材質にのみ依存します。図4は、利用可能なウェッジの材質ごとに、サンプリングされた割合と波長の関係を示したものです。各材料の波長範囲は、その透過範囲によって制限されます。

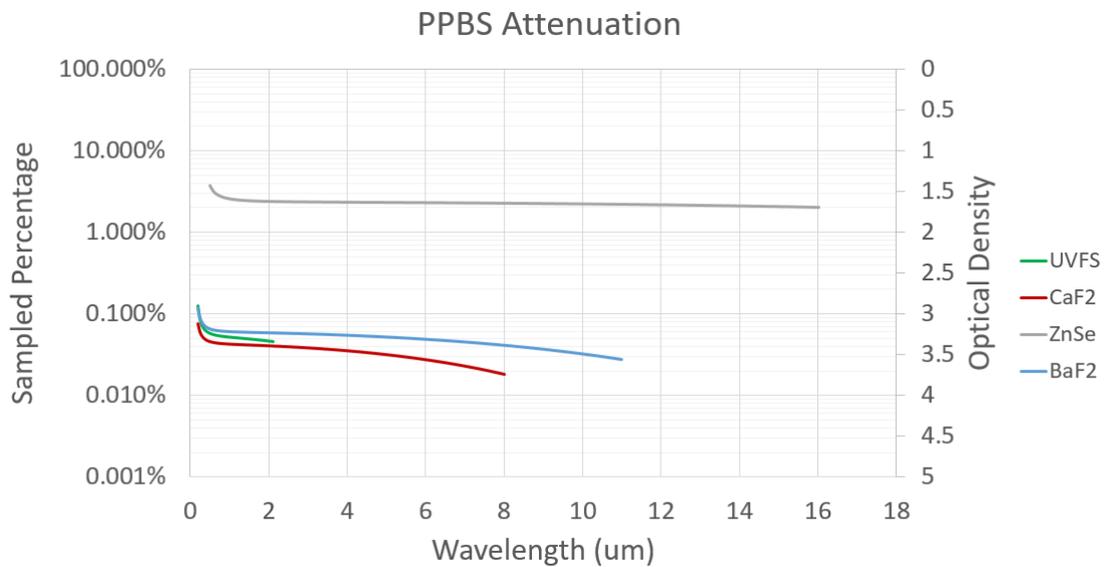


図4 各PPBS ウェッジ素材オプションのサンプリングされたビームの割合

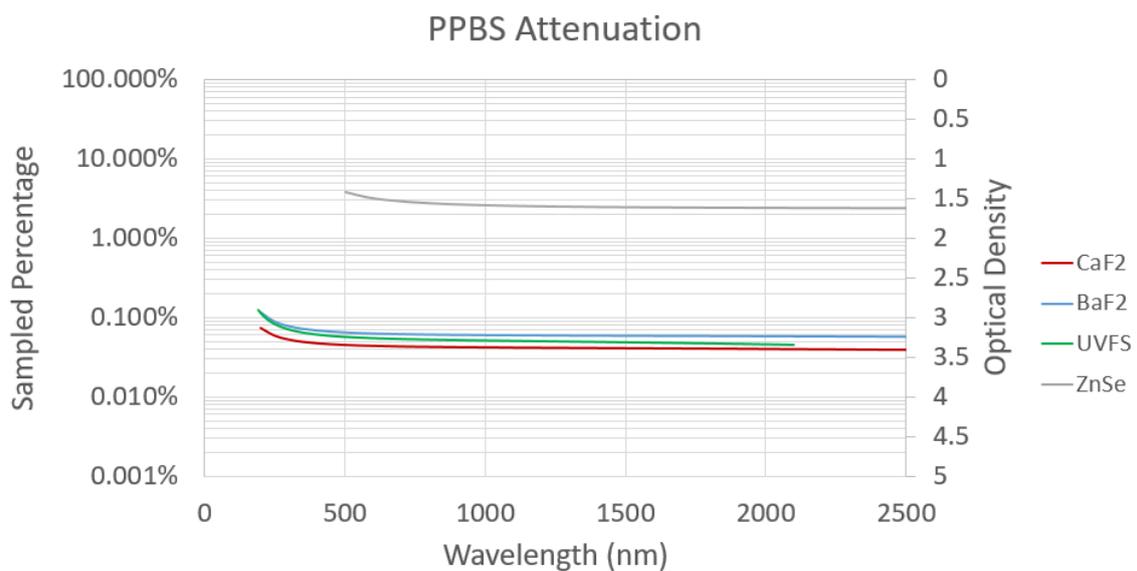


図5 各PPBS ウェッジ素材オプションのサンプリングされたビームの割合(波長抽出)

偏光保持

レーザの出力には偏光があることが多く、ビームプロファイリングの測定では、この偏光を保持することが重要になる場合があります。偏光とは、電界が振動する方向のことです。ここでは、説明を簡単にするために、電界が伝搬方向に沿った単一の平面に限定される直線偏光を考えます。

S 偏光と P 偏光

ビームの偏光方向は、2つのベクトル成分に分けることができる。例えば、100% X 偏光のビームは、電界が水平面内で振動することになる。しかし、偏光が表面反射にどのような影響を与えるかを考える際には、偏光方向を入射面に関連付けると便利である。

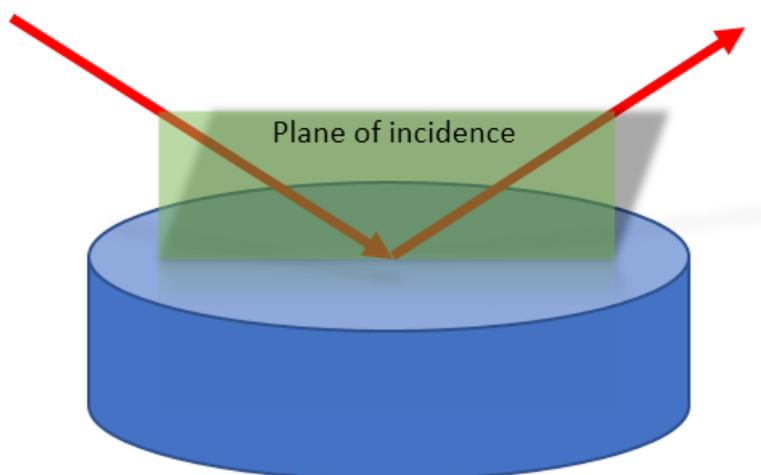


図 6 反射面で反射するレーザの入射面

入射面に平行に振動する電界の成分を p 偏光成分（ドイツ語で parallel）と呼ぶ。入射面に対して垂直に振動する電界の成分を S 偏光成分（ドイツ語で senkrecht）という。

フレネルの方程式によれば、ある角度で表面に入射した S 偏光は P 偏光よりも多く反射する。つまり、ビームからの 1 回の反射をサンプリングするアッテネーターは、ビームの偏光を変更することになるのだ。PPBS では、直交する 2 つの反射をサンプリングすることで、偏光の変更効果を相殺しています。

例 1

PPBS-UV-FS に部分的に p 偏光した 10W 350nm のビームを入力させます。

- 25%の s 偏光成分、75%の p 偏光成分
- 比率 $s/p=0.333$

第 1 のウィンドウの表面



- s 偏光の 8.64%を反射して、0.216W の p 偏光となる。
- p 偏光の 0.75%を反射して、0.0559W の s 偏光となる。
- 2 回目のウェッジ反射では入射面が変わるため、s と p が入れ替わります。

第 2 のウィンドウの表面

- s 偏光の 8.64%を反射して、0.0016W の s 偏光となる。
- p 偏光の 0.75%を反射して、0.0048W の p 偏光となる
- 比率 $s/p=0.333$

出力は入力と同じ偏光ですが、6.4mW のパワーしかありません。

多重反射

PPBS からのサンプルビームは、各ガラスウェッジからの最初の表面反射の結果です。

しかし、空気とガラスのすべての界面で反射が起こるため、実際には PPBS の出力面から 4 本のビームが出ています。

PPBS のガラス光学系は、光学干渉によるエタロン効果を排除するためと、裏面からの追加反射をオフセットするために、ウェッジ角度が 3 度になるように設計されています。ウェッジアングルが大きければ大きいほど、複数の反射の間のオフセットと角度が大きくなります。ウェッジアングルが 0.5 度の場合、追加の反射が測定を妨害します。PPBS では、3 度のウェッジアングルを採用しており、反射光をセンサーエリア外にオフセットしています。また、カメラを PPBS から離れた場所に設置することで、複数の反射がより大きな距離でオフセットされます。これらの迷光反射は、サンプリングしたビームとほぼ同じパワーを持っているので注意が必要です。

