Beam Profiler

CINOGY TECHNOLOGIES 製 CMOS-1201



検出器: CMOS イメージセンサー 波長領域: 320-1150 nm Pixel 数: 1.3 MPixel Pixel size: 5.2×5.2 mm² Bit depth: 8 Bit Production size: 36.5×36.5×24.8 mm³ Software: RayCi-Lite

この機器(及びソフトウェア)を使ってできること

- ・レーザー光の強度分布を測定できる.
- ・強度分布より、レーザー光径を算出できる.

・クロスラインを引くことで、ライン上のレーザー光強度分布をグラフで表すことができる etc...

できることは、まだまだたくさんあるらしいのですが、2013 年現在、佐々木研究室が所有しているソフトウェアが「RayCi Lite」であるため、3D表示や測定に制限がある...

【セッティング】

まず,ビームプロファイラーとソフトウェア(RayCi-Lite)をインストールした PC を接続する.また PC にはキーの USB も接続する必要がある.



図1 接続前



図2 接続後

【測定開始】

測定は基本的に手探りでできます。使う内に自分なりに学んでください。大まかな流れは 下のようになります。

セッティング

 \downarrow

PCのRayCiアイコンをクリック!

↓.新たな測定を始めるとき

Live Mode をクリック!

↓ 立ち上げるとすぐに Error のウインドウが出ますが,経験的に問題はないので消します. 各種設定

RayCi

↓ センサーを含む光学系を正確に調整する。 測定及び結果の表示

↓ データを PC 上に残したいとき

イメージ及び結果の保存

以下で、測定の流れを少し細かく説明します。まずソフトを立ち上げます。初めに出てくる Error ウインドウは経験的に問題ないので、閉じます。



図 3 Error

A Ray	Ci32bit V2.2.7 (lite e	dition)					
<u>File</u>	jie Edit Data Measurement Extras View Window Help						
		n - 🔣 🕋	🐏 🖼 📇 🚱				
_			LiveMode: 2D-View (35%) - GinGam CMOS 1201				
🔺 Li				Auto			
	Parameter	Current St	Dev 🛆 🌇	-1			
Statistic							
	Comment N	lo Background Image.	LiveMode: Options - CinCam CMOS 1201 🖉 🗷	-0.8			
	Number of Pixel	726152	Header Camera Trigger Units Recording BeamWidth	0.0			
•	Peak	Ŭ.					
	Peak Pos x	-0.8462 -0.1754	CinCam CMOS 12 plain may speed	-0.6			
	SNR	-	onodin onodina politi indvispodi	0.0			
	Gauss-Fit(13.53 % ~ 1/e^2)						
	Comment F	walid beam width.	470	-0.4			
	Exponent Centroid x		Wavelength: 47.0 v nm				
	Centroid y	-	Reduce Pixel Clock: V (only CMOS)				
	Width Lab	-	Mode: OCW OPulsed	-0.2			
	Width y	-	Exposure Time: 275 ms V Auto				
	Width Major	-	Gain: 0 dB (1.0x.) 🗹 🔤 Auto				
1	Width Minor	-	Floating Average: 0	— 0			
	Ellipticity	-	Summingr 1 and Offset Flat	Field Linearity			
	Eccentricity	-					
	K						
Interv	/al: 10.0s (stopped)		Ē	2			
			0.2				
Ready	CinCam CMOS 1201		8bpp (Y8):1288 x 1030 at 3.6 fps Min: 0 % Max: 8 %	Mem: 79.7 MB CPU:			
1	र४-४ 🙂 😒 🛤	📲 3 - MYDE	🔥 RayCi 32bit V2.2.7 (i 🖮 📢 😏 📕	ち 真 🗈 🔥 ジ 🎸 强 17:			

図4 初期ウインドウ

RayCiのウインドウ内に更にいくつものウインドウがある状態になります(設定を変えていなければ)。

D D (1)	eader Camera Trigger Units Recording Beamwildth				
Beam Profiler A	Accessory M	easure			
CinCam CMOS 12 plain max speed					
Wavalangth:	473				
YVAVCICIELTI.					
		() (0)(00)			
Reduce Pixel Clock:		(only CMOS)			
Reduce Pixel Clock: Mode:	✓ ⊙cw ◯	(only CMOS) Pulsed			
Reduce Pixel Clock: Mode: Exposure Time:	 ✓ O CW ✓ 275 ms 	(only CMOS) Pulsed			
Reduce Pixel Clock: Mode: Exposure Time: Gain:	CW 275 ms 0 dB (1.0x)	(only CMOS) Pulsed V Auto			
Reduce Pixel Clock: Mode: Exposure Time: Gain: Floating Average:	CW C 275 ms 0 dB (1.0x)	Conly CMOS) Pulsed V Auto Auto			

図5 設定

iveMode: Options - Cin	Cam CMOS 1201 🏾 🛃 🖸
Header Camera Trigger	Units Recording BeamWidth
Resolution	Spatial Unit Power Unit
Manually	px 1
X: 5.2 um	um nW
Y: 5.2 um	mm uW
- Power Calibration	cm mW
Manually	in W
P: - W	m kW
Divergence	Focal Length / Distance:
Activate	f: 1000 mm

図6 単位

最初にアクティブになるウインドウは Option のウインドウです。そこをいじることで、測定の設定を します。まず測定波長、CW か Pulsed か、Exposure Time(露光時間)を設定します(分からない単語 は勉強しましょう)。

今回は473nm、CW(佐々木研のレーザーはすべてこれ)、Autoに設定します。

同様に Option ウインドウで

- ・単位の設定
- ・ビーム径の計算方法について

測定の設定を行います。

そして、レーザー光をビームプロファイラーに正確に入射させ、測定を開始します.



図7 2Dイメージ



図8 クロスセクション

Option ウインドウ以外には、

- ・2D のイメージ
- ・XYのクロスライン上の強度分布(クロスセクション)
- ・測定の結果

が表示されています。ここで注意してほしいのが、図の結果では強度が飽和してしまっているため、強 度分布が最大値を表せていません。

この状態では、Gauss 分布に正確に近似できず、正確なビーム径の測定ができません。そこで、強度 を変化させる必要があります。方法は以下に示します。

・CMOS センサーの露光時間を調節して、検出時の光量を抑える。

・減衰光学系を用いて、光強度を均一に減衰させる。

この二つです。まず露光時間を変更します。40 ms と 100 µs のときは図 11、12 のようになります。





図10 100 µs の時

露光時間を短くするほど、光量は少なくなるので検出強度は小さくなります。図 10 を見ると、設定の 最小値の 100 μs でも、まだ飽和しています。そのため、二つ目の方法も用います。

この場合、直接レーザー光を減衰させます。このとき ND フィルターを使用してはいけません。ND フィルターは、ビームの強度分布を図のように変化させてしまうためです。



図 11 ND フィルター

ビームを均一に減衰させるためにλ/2 板と偏光板もしくは偏光ビームスプリッターを組み合わせて使 用します。原理は勉強してください。



図 12 左からλ/2 板と偏光板

調節した結果、ビームの最大値をグラフに表わすことができました。Result ウインドウを見ると、Width の XY 値がビームの広がりとなります。



図 12 強度調整後

この測定では、2D イメージと測定結果の数値を保存することができます。イメージはスナップショ ットを撮り、ウインドウの保存アイコンをクリックして保存します。



図13 2Dの保存

測定結果の保存は Result のウインドウの保存アイコンをクリックすると保存することができます。 (実験条件の証明として保存しましょう)

🔥 Ray	/Ci 32bit V2.2.7 (lite e	dition)					. 2 X
Eile E	dit Data Measurement	Extras View Win	dow Help				
		1 · 👪) 🖆 🖼 🔂 🄇	9			
í							
b 1	iveMode: Beam Result	s - CinCam CM					
	Parameter	Current StDev 🔺					
	Statistic	名前を付けて保存				? 🔀	is - CinCam CMOS 1201
	Comment Number of Pixel	保存する場所 (4):	🗀 Export	~	3 🗊 🖻 🛄		Trigger Units Recording Beam
۲	Power Peak	2					Period
	Peak Pos x Peak Pos y	Recent					running 🛛 😪 🗯
	One Fit (1959 K						running 💟
	Exponent	デスクトップ					every frame
	Centroid x Centroid y	>					10.00
	Width Lab Width ×	マイドキュメント					iments and Settings#Administrator#I
	Width y Width Beam						is finished.
	Width Major Width Minor	71 コンピュータ					65
	Azimuth Angle Ellipticity						6.52s
		√1 ፋንዮፓ−ፓ	ファイル名(N): DinCam	CMOS 1201 Beam Results	~	保存(S)	
Inton	List 6 E2c (stapped)		ファイルの種類(①: Comma S	Separated Values (*.csv)	~	キャンセル	-0.2
Lincerv	van orazs (stopped)			-0.2	1		
300							
						-	
			Background Offset	Flat Field	ground 🗹 Offset	Flat Field	earity 5
						Position (mm)	
Ready	CinCam CMOS 1201		8bpp (Y8): 1288 × 1030 at 10.0	fps Min: 0 %	Max: 96 %	nom	Mem: 97.3 MB CPU: 59%
1	スタート 🔰 🕲 🕾 🙇	🔥 RayCi 32bit V2	2.2.7 (li. 🥂 🦉 14 - ペイント			₩ 1€38	🕺 🎦 🚊 🔊 🕵 🤣 🎸 🎇 1759

図 14 結果の保存

ここまで、測定するときの注意とソフトの使い方を説明しました。

その他、ビーム径の測定にはいくつか注意点があります。一つはビームの形状によって定義を変える必要があるという点です。ビームの形状で分類すると

①比較的きれいなビーム

②多少崩れたビーム

③複雑な形状のビーム

④ラインビーム

に分けられます。



最も一般的なビーム径の定義模式図

図 15 ①の場合



①は今回行った方法

②は「アパーチャ径」を利用して決定します。これは全パワーの内、ピークを基準としてある割合(86.5%) を含む円を算出し、この円の直径をビーム径とする方法です。

③の場合は「有効ビーム径」という定義で、ピークを基準として、ある割合以上のパワーを持つ部分の の面積と同じ面積の円を想定し、その直径をビーム径とする方法です。

④ラインビームなどはビームの形状が円はなく、トップもフラットな場合が多いため、ビーム径ではな く、ビーム幅の定義を使用します。この定義ではプロファイル断面の総エネルギーに対して、ある割合 (84%)からある割合(16%)までの距離をビーム幅として算出する方法です。

今回の例では比較的きれいなので Gauss 分布を近似して、「強度の最大値(100%)から 1/e² (13.5%)までの範囲(86.5%)の幅をビーム径」と定義しました。JIS では 1/e で定義するときもあるので、設定した 条件に付いて把握しておきましょう。この方法は Option ウインドウの Beam Width タブで設定できま す。因みにこのソフトでは以上で述べた方法のうち①、②、④ができるみたいです。

ive Mode: Options - CinCam CMO	S 1201 🛃 🔀
Method 2D Methods <u>N</u> one <u>Threshold</u> <u>2</u> nd Moments (ISO 11146) <u>Fit Gauss</u>	Settings Sigma Environment 2 s
 Fit Super-Gauss Plateau Simple Geometry Area (simple connected) Knife Edge 90/10 Moving Slit 86/14 	Intensity Fraction 86.47 % Ellipse Rectangle

図 18 Beam Width タブ