

***ELECTRO-OPTICAL  
CHARACTERIZATION PROCEDURE***



目次

1. はじめに ..... 3

2. 参考資料 ..... 3

3. ツールと環境定義 ..... 3

4. エレクトロオプティカルパラメーター ..... 4

    4.1 応答(感度)定義 ..... 4

    4.2 NETD 定義 ..... 5

    4.3 ダイナミックレンジ定義 ..... 6

    4.4 オペラビリティ定義 ..... 6

付録: SPECIFIC TEST REPORT 例 ..... 7

### 1. はじめに

この書は、ULISファシリティーで非冷却マイクロボロメーターアレイを使用したエレクトロオプティカル実験の方法を説明することを目的としています。次の各パラメーターは、与えられた各コンポーネントについてテストされます。各検出器は、エレクトロオプティカル条件と結果を与える個々のspecific test report(STR)で実行されます。

Items	Parameters	Validation method			Comments
		measured	checked	calculated	
1	Average responsivity: $R$ (mV/K)	☑			
2	Noise ( $\mu V$ rms)	☑			
3	Average NETD (mK)			☑	from 1 and 2
4	Dynamic range: DR ( $^{\circ}C$ )		☑		
5	Operability (%)	☑		☑	from 1 and 3

**Table 1: List of measured parameters**

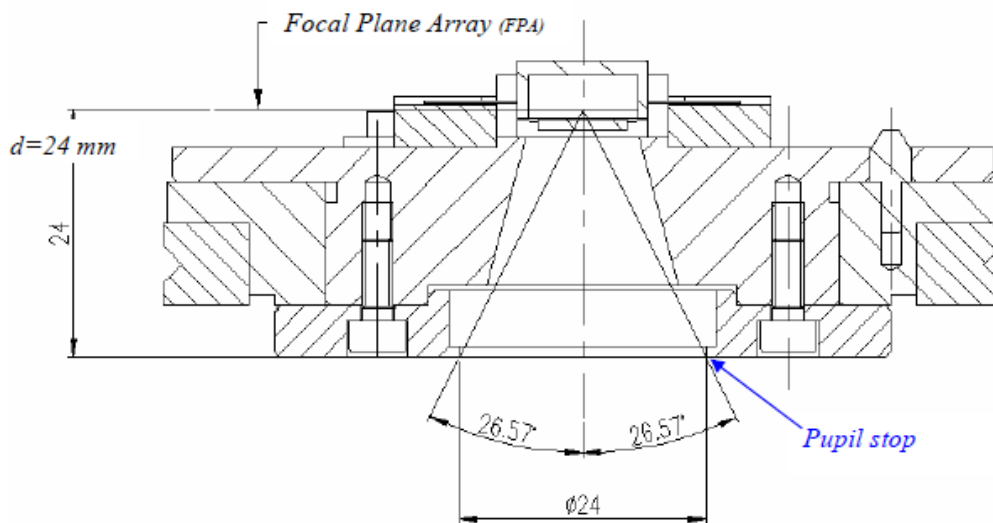
### 2. 参考資料

[1] NT04173-1 Technical note EXTERNAL OFFSET AND GAIN ADJUSTMENT.

### 3. ツールと環境定義

全ての製品について、ツールの機械的定義を、以下に示します(寸法 mm) :

**Figure 1: Mechanical configuration for UL 02 05 1 (for example) tool for EO measurement**



フォーカルプレーンアレイ(FPA)は、直径( $\phi$ )24mm の pupil stop(ひとみ孔絞り)から距離(d)24mm のところにあります。どんなレンズも用いることなく、黒体はできるだけ pupil stop の近くに置かれています。

従って、f-ナンバーは  $d/\phi$  比によって定義されます。その結果、測定は、F/1 f-ナンバーで実行されます。

スライディングギアに取り付けられた2つの黒体(20°Cと 35°C)は応答度を測定するのに使用されます。

FPA は、 $\pm 10\text{mK}$  よりも良い安定性で 30°Cか 40°Cのどちらかの一定温度で(TEC あるいはヒーターを使って)安定しています(温度は STR に与えられます)。

#### 4. エレクトロオプティカルパラメーター

##### 4.1 応答(感度)定義

応答度の決定は、300K 付近で選択された2つの黒体温度( $T_1, T_2$ )のそれぞれにおいて( $T_1=293\text{K}, T_2=308\text{K}$ ) 拡張された黒体ソース稼動エリアのイメージへの FPA の応答を測定することによって実行されます。それぞれのピクセルの応答は(1)式から決定されます。

$$R(x,y) = \frac{V_i^{T_2}(x,y) - V_i^{T_1}(x,y)}{T_2 - T_1} \cdot \frac{1}{\Omega_{norm}(x,y)} \quad (1)$$

$V_i^T(x,y)$  は、温度 T で赤外光源が稼動する黒体への FPA 出力電圧(フレーム i)として定義されます。

照射の不均一性は、主要なピクセルと比較される各ピクセルのために定義された規格化された立体角係数  $\Omega_{norm}(x,y)$  で考慮されます。 $\Omega_{norm}(x,y)$  は、 $\cos^4\theta(x,y)$  に近づく法則によって定義できます。 $\theta$  は、ピクセル(x,y)から pupil stop による境界を示した角度です。

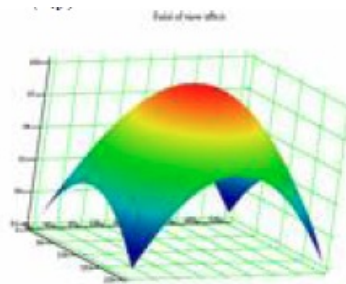


Figure 2:  $\Omega_{norm}(x,y)$  example

従って、平均 FPA 応答度 (STR で与えられる) は、式 (2) で決定されるように、すべての稼動可能なピクセルの応答度の平均です。

$$R_{FPA} = \frac{\sum_{x,y=1}^{N_{op}} R(x,y)}{N_{op}} \quad (2)$$

$N_{op}$  は FPA 上の稼動可能な数を示しています (オペラビリティの項を参照)。測定中の機械的なツール加熱を避ける為に、1 個のフレームだけが各温度で記録されます。単位は mV/K です。この測定の精度は、約 3% です。

#### 4.2 NETD 定義

NETD は、20°C の黒体の前の測定された FPA RMS ノイズ電圧 ( $\mu\text{V RMS}$ ) と、測定された FPA 応答度 (mV/K) の比として定義されます。マイクロボロメーターがウィンドウレベルで検出できることは最小温度変化に相応しています。

##### ノイズの定義 (一時的ノイズ)

FPA RMS ノイズ電圧は、それぞれのピクセルの標本分散の平方根を計算するとき 50 個の隣接フレームへの時間間隔上で全てのピクセルの出力を最初に測定し、そして最後に全てのピクセルの標本分散の FPA を計算することによって決定されます。

$$\text{noise}(x,y) = \sqrt{\frac{N * \sum_{i=1}^N V_i(x,y)^2 - (\sum_{i=1}^N V_i(x,y))^2}{N * (N - 1)}} \quad (3)$$

$V_i(x,y)$  は、時間  $i$  と  $N=50$  におけるピクセル  $(x,y)$  の出力電圧です。(この場合、フレーム振動を除きません。即ち、低周波数ノイズを差し引きません。)

NETD 計算は、式 (4) のように各ピクセルについて実行されます。そして平均 NETD 値は式 (5) で与えられます。

$$\text{NETD}(x,y) = \frac{\text{noise}(x,y)}{R(x,y)} \quad (4)$$

$$\text{NETD}_{FPA} = \frac{\sum_{x,y=1}^{N_{op}} \text{NETD}(x,y)}{N_{op}} \quad (5)$$

$N'_{op}$  は、NETD の点から FPA 上の稼動可能なピクセル数です (オペラビリティの項を参照)。単位は mK です。この測定の精度は 5%未満です。

### 4.3 ダイナミックレンジ定義

このパラメーターは、瞬間に起こっている直線的なダイナミックレンジではなく、真のダイナミックレンジに対応しています。確かに、瞬間に起こっているダイナミックレンジは、不均一ピクセルを差し引いた後の測定された FPA 最大出力電圧と平均 FPA 応答度との間の比率として定義されています。そして応答度データが直線的にフィットすることが仮定されます。事実上、より正確にするために、私達は真のダイナミックレンジを決定するためにプランクの法則を考慮しなければなりません。

ウィンドウレベルでのダイナミックレンジは、次のことを考慮することによって利用可能な場面温度レンジに対応します。

- 平均応答度
- 分散ピーク間の出力電圧
- プランクの法則 (正しい方法で、出力電圧 vs シーン温度を推定する)

単位は°Cです。出力ダイナミックレンジは評価され、規定値と比較されます。;各製品の技術仕様書を参照してください。

注意事項:STR での推奨値から  $V_{SKIMMING}$  バイアス値が変化するとき、あるいは VFID バイアス値の減少によって増大するとき、NETD 性能の犠牲においてダイナミックレンジは上下にシフトします。([1]参照)

### 4.4 オペラビリティ定義

ピクセルは、次の仮定で“稼動可能(オペラブル)”として考えられる。

- その応答度が、 $0.8 \times$ 平均応答度より大きく、あるいは  $1.2 \times$ 平均応答度より小さい。
- その NETD は、関連したドキュメントで定義された  $1.5 \times$ 平均 NETD よりも小さい。

従ってオペラビリティは、ピクセル総数に対する稼動可能なピクセル数の比率です。

オペラビリティはパーセンテージで与えられます。


付録： SPECIFIC TEST REPORT 例

Sheet 1:

<b>640*480 LWIR UNCOOLED MICROBOLOMETER DETECTOR SPECIFIC TEST REPORT</b>	
Serial number :	UL 04 17 1 21908037

TEST CONDITIONS			
PARAMETER	ACCEPTED VALUES	APPLIED VALUES	COMMENTS
(f/#) number	non applicable	1	
Integration time (µs)	40	40	
Cycle time (ms)	20.3	20.3	
Frame rate (Hz)	49.3	49.3	
FPA temperature stability (mK)	< 10 mK	< 10 mK	30°C ( ± 2°C )
VTEMP (Volt)	non applicable	1.752	
TIA capacitance (pF)	4 to 18	6	
GFID BIAS (V)	0.65 to 5 ± 0,005	3.201	tunable for each component
VSK BIAS (V)	2 to 5.5 ± 0,005	5.322	tunable for each component
other biases and clocks characteristics are given in the technical data package document			

TEST RESULTS								
generic specification document reference : UL 04 17 1/09.06.05/UP/DRD/NTC05011-0								
Paragraph	Title	Procedure	Test conditions	Parameters	Accepted value	Measured value	Conformity	Comments
8.2.2	temporal NEDT	MM020 MM019	Responsivity 20/35 Noise (50 samples)	300K average NEDT of non defective pixels	< 120 mK	84.3	Y	
8.2.7	operability		On each pixel	NEDT <> 50% of average value or responsivity <> 20% of average value	< 1% of defective pixels (3072 pixels max)	149	Y	
	responsivity	MM020	Responsivity 20/35	Average responsivity of non defective pixels		4.76E-03	Non applicable	for information only unit : V/K

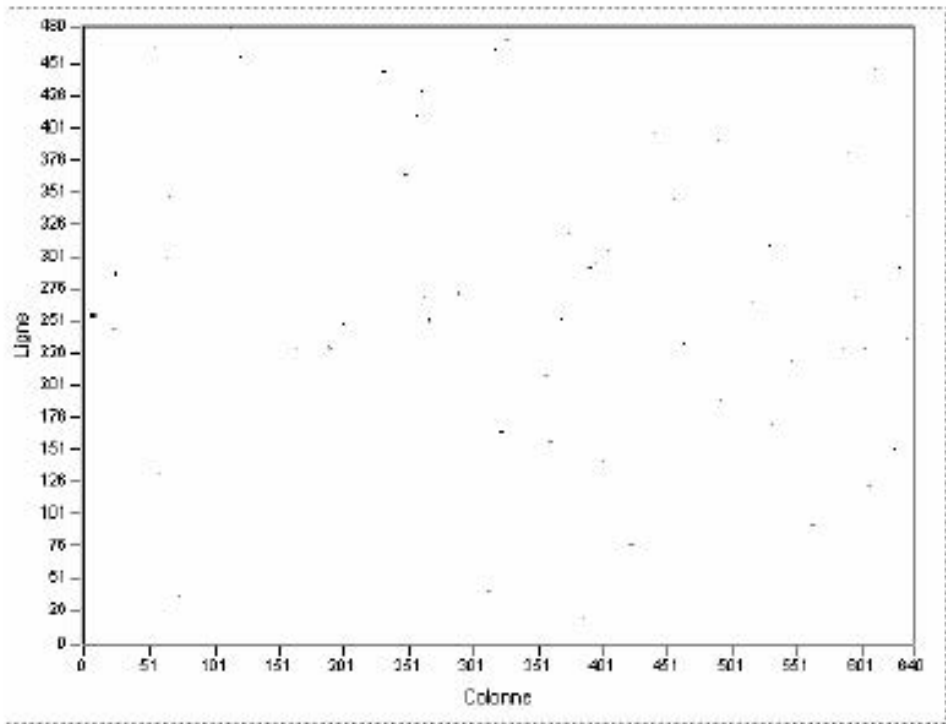
	Name / Function	Signature	Date	Location
TESTING DEPARTEMENT	F.KRAFT TEST OPERATOR		/04/2007	VEUREY



Sheet 2:

**DEFECTS MAP**

<b>Serial number :</b>	21908037
<b>IN Lien de mesure</b>	1



<b><u>Defects number</u></b>	149
<b><u>Zone :</u></b>	COMPOSANT
<b><u>Coordonnées :</u></b>	(640,480)(1,1)
<b><u>Cluster size</u></b>	<b><u>Number of clusters</u></b>
17	1
4	4
3	6
2	27
1	44