

VISION SENSING

国際画像機器展2011 出展者セミナー

工業用途における遠赤外線シャッタレスカメラの 優位性と適用事例

於:パシフィック横浜
2011.12.8 14:00-14:50

クロニクス株式会社
代表取締役社長 黒江 春海
株式会社ビジョンセンシング
徳武 委久代

Contents

- 1 ULIS社ディテクタ技術概要
- 2 シャッタレスカメラ「ULVIPS」の概要
- 3 熱センサカメラ「ULVIPS-Lite」シリーズ
- 4 会社概要

VISION SENSING

Contents

- 1 ULIS社ディテクタ技術概要
- 2 シャッタレスカメラ「ULVIPS」の概要
- 3 熱センサカメラ「ULVIPS-Lite」シリーズ
- 4 会社概要

VISION SENSING

1.1 赤外線とは

◆ 目に見えないがすべての物体から放射されている

VISION SENSING

1.2 物体の温度と放射電磁波スペクトル

◆ プランクの放射則とステファン-ボルツマンの式

あらゆる物質は、それが持つ温度に相当する電磁波を放射している

$P = 5.68 \times 10^{-12} \times T^4$
.....ステファン-ボルツマンの式

完全黒体が放射する電磁波スペクトル

VISION SENSING

1.3 物体表面の放射率と反射率

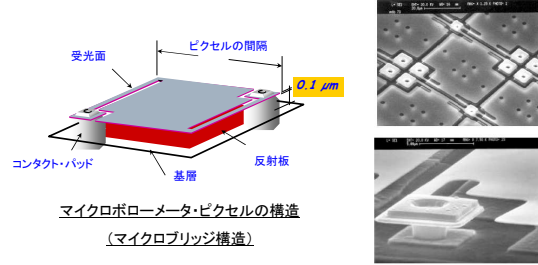
反射率 α と放射率 η は相反関係にある
→ 反射率高いと温度が正確に測れない

$\alpha + \eta = 1$

VISION SENSING

1.4 マイクロボロメータの構造

- ◆ 受光面にアモルファスシリコンを使用



赤外吸収→温度上昇→抵抗値減少→電流増加

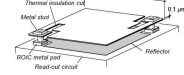
国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

1.5 ボロメータの感度決定要素

- ◆ 酸化バナジウムに比べて、抵抗値の再現性が良好

$$R_V = \frac{\alpha \eta V_B}{G}$$



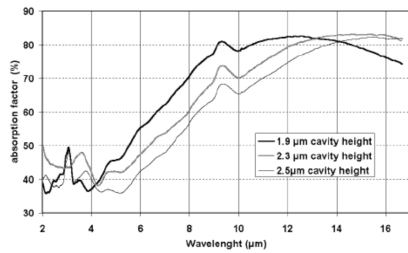
- α : 抵抗温度係数 (%/K) ... 受光面材料に起因
- η : 赤外線吸収率 ... MEMS構造に起因
- V_B : バイアス電圧 (V) ... 制御可能 (GFID電圧)
- G : 熱コンダクタンス (受光面と基材の熱絶縁性) ... MEMS構造に起因

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

1.6 ボロメータの感度決定要素

- ◆ キャビティギャップ(1/4λ)により吸収率が変化する

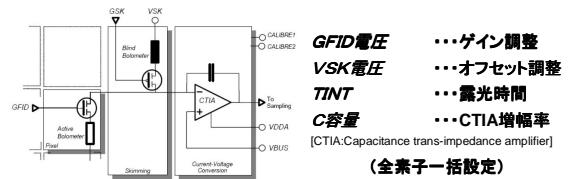


1.9 μmで吸収率が最大=NETDも改善される

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

1.7 ディテクタの制御パラメータ



ディテクタ内部の読み出し回路(UL04171の場合)

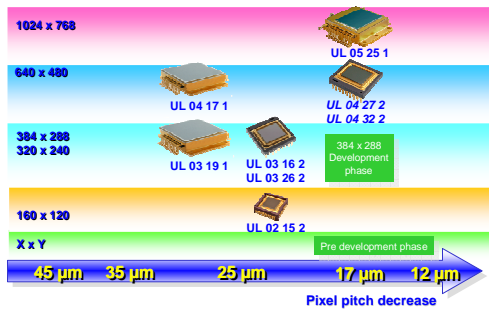
これらパラメータ外部より制御して、最適な画像を出力する

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

1.8 ULIS社ディテクタロードマップ

- ◆ 画素ピッチの小型化と高画素化・高感度化ヘシフト

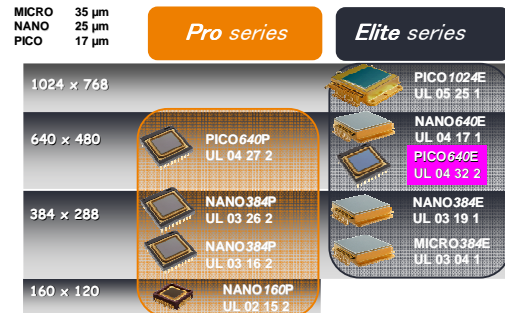


国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

1.9 新しいディテクタのラインナップ

- ◆ 高性能版「Elite」と普及版「Pro」シリーズ



国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

1. 9 新しいディテクタのラインナップ

◆ 17 μm・VGAのシリーズ化・・・ブロードバンドディテクタ

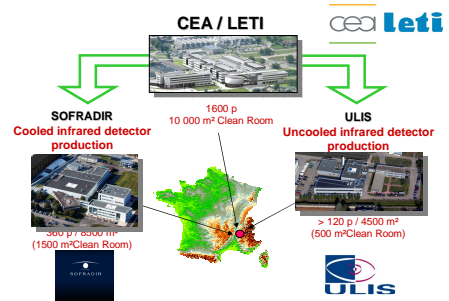
型式	PICO640P (UL04 272) 標準	PICO640E (UL04 322) 高感度版	PICO640E -041(ES品) ブロードバンド版
感度	7mV/K	8mV/K	10mV/K
NETD (@300K)	75mK	55mK	50mK (@ λ=8~12 μm)
波長帯域	8~14 μm	8~14 μm	2~16 μm
動作温度	-40~+85°C	-46~+85°C	-46~+85°C
オプティカル ウインドウ	シリコン 1.0mmt	ゲルマニウム 1.0mmt	ゲルマニウム 1.0mmt

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

1. 10 仏ULIS社の概要

◆ フランス原子力庁/電子・情報技術研究所が基礎開発



国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

Contents

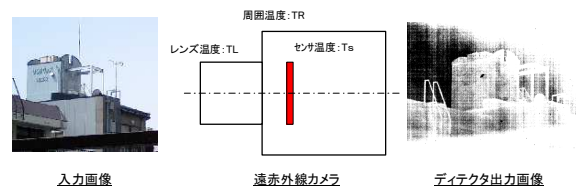
- 1 ULIS社ディテクタ技術概要
- 2 シャッタレスカメラ「ULVIPS」の概要
- 3 熱センサカメラ「ULVIPS-Lite」シリーズ
- 4 会社概要

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2. 1 遠赤外線カメラにおける補正

◆ ディテクタからの出力に含まれるノイズ要因



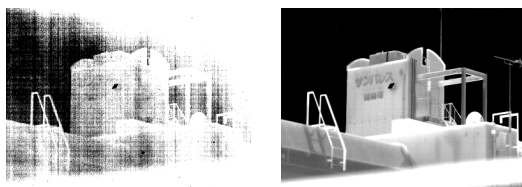
- ①画素ごとの感度ばらつき・・・構造要因(MEMS)による
- ②周囲温度変化の影響・・・レンズ温度・センサ温度の変化

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2. 1 遠赤外線カメラにおける補正

◆ ディテクタの画素ごとの感度ばらつき補正



ディテクタからの生画像

画素ばらつき補正後画像

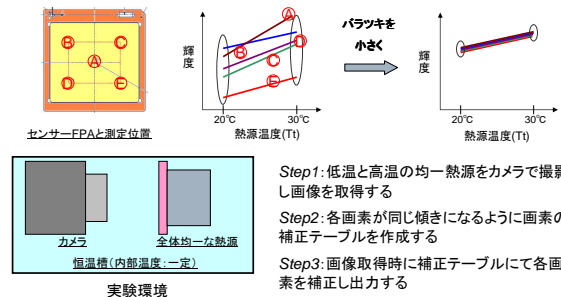
均一な温度面(シャッタ)を見せて画素ばらつき補正テーブルを作成

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2. 1 遠赤外線カメラにおける補正

◆ 2点間温度補正(周囲温度は一定)

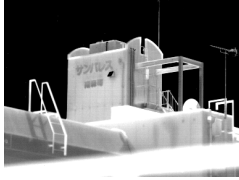


国際画像機器展2011 出展者セミナー

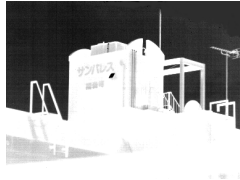
VISION SENSING

2.1 遠赤外線カメラにおける補正

◆ 周囲温度変化の補正



シャッター補正後の画像



環境温度変化後(上昇)

周囲温度変化により、以前の補正テーブルが使えなくなる

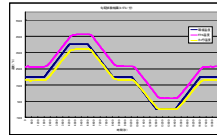
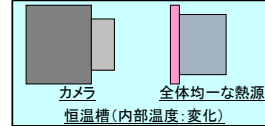
変化後の周囲温度下で、再度シャッターにより補正テーブルを作成

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2.1 遠赤外線カメラにおける補正

◆ シャッターレス補正(周囲温度は変化)



- Step1: ある環境温度で均一熱源温度を変えながら画像を取得する。
- Step2: Step1の作業を、周囲温度を変えながら行う。
- Step3: 取得した画像から、シャッターレス補正テーブルを作成し、カメラに書込む。

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2.1 遠赤外線カメラにおける補正

◆ カメラに必要な機能

1. 画素ごとの感度ばらつき補正
 - 画素補正テーブル作成にシャッター動作が必要
2. 周囲温度変化の補正
 - 温度変化時にシャッター動作が必要
 - カメラ冷却機能(TEC)が必要 (TEC=Thermo Electric Cooler)

TEC-Less—シャッターレス
画像が途切れない・メンテナンス不要!

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2.2 シャッターレスカメラ性能

◆ TECレス(内部温調未使用)動作時

- 動作環境温度範囲: $-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$
- 絶対温度精度(輝度値再現性): $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$
(オートダイナミクスレンジ補正で追従)
- NETD: 150mK (JANOS TYTO 25mmレンズ使用時)
- 用途: セキュリティ・監視、軍事用途

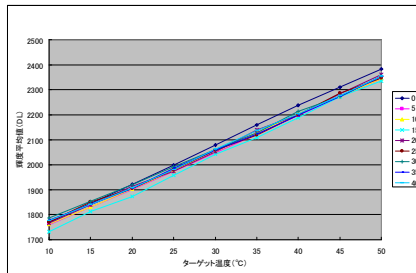


国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2.2 シャッターレスカメラ性能

◆ TECレス動作時の直線性試験結果(室温をパラメータとしたとき)



室温変動時の輝度変動範囲最大: 約100DL=5°C

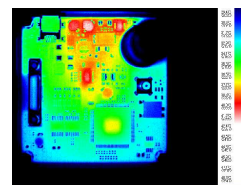
国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2.2 シャッターレスカメラ性能

◆ TEC(内部温調使用)動作時

- 動作環境温度範囲: $-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$
- 絶対温度精度(温度再現性): $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$
- NETD: 150mK (JANOS TYTO 25mmレンズ使用時)
- 用途: サーモグラフィ

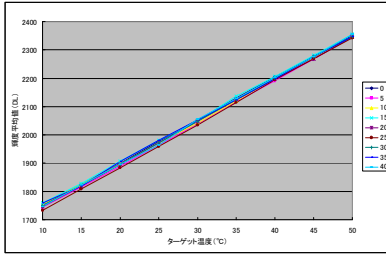


国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2.2 シャッタレスカメラ性能

◆ TEC動作時の直線性試験結果(室温をパラメータとしたとき)



室温変動時の輝度変動範囲最大: 約60DL=3°C

国際画像機器展2011 出展者セミナー

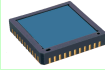
VISION SENSING

2.3 カメララインナップ



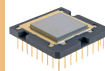
遠赤外線カメラのエントリーモデル

ULVIPS-02152S
 ・画素数: 160×120ピクセル
 ・素子感度: 3mV/K
 ・素子NETD: 120mK以下
 ・AD分解能: 12bit
 ・素子ピッチ: 25μm



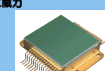
監視から検査まで幅広い用途に適用可能

ULVIPS-03162S
 ・画素数: 384×288ピクセル
 ・素子感度: 4mV/K
 ・素子NETD: 120mK以下
 ・AD分解能: 12bit
 ・素子ピッチ: 25μm



高感度かつ高分解能で微小温度差検出に威力

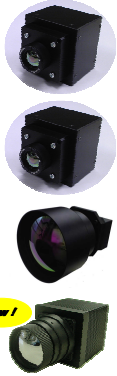
ULVIPS-04171S
 ・画素数: 640×480ピクセル
 ・素子感度: 5mV/K
 ・素子NETD: 120mK以下
 ・AD分解能: 14bit
 ・素子ピッチ: 25μm



国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2.3 カメララインナップ



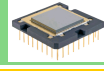
素子ピッチを小さくしながら高感度を実現した最新モデル

ULVIPS-04272S
 ・画素数: 640×480ピクセル
 ・素子感度: 6mV/K
 ・素子NETD: 100mK以下
 ・AD分解能: 14bit
 ・素子ピッチ: 17μm



QVGAサイズの超高感度モデル

ULVIPS-03262S
 ・画素数: 384×288ピクセル
 ・素子感度: 10mV/K以下
 ・素子NETD: 65mK
 ・AD分解能: 12bit
 ・素子ピッチ: 25μm



監視用途に最適なXGAサイズの超高画素モデル

ULVIPS-05251S
 ・画素数: 1024×768ピクセル
 ・素子感度: 9mV/K以下
 ・素子NETD: 60mK
 ・AD分解能: 14bit
 ・素子ピッチ: 17μm



非冷却中赤外線カメラ (3~5μm)

ULVIPS-03131S
 ・画素数: 384×288ピクセル
 ・素子感度: 5mV/K 感度波長: 3~16μm
 ・素子NETD: 100mK以下
 ・AD分解能: 14bit
 ・素子ピッチ: 35μm



国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2.4 ULVIPSシリーズの特徴

◆ カメラ仕様

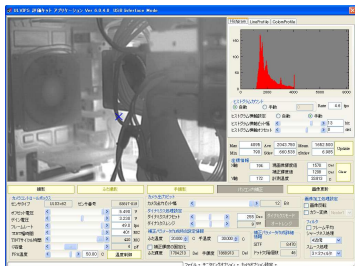
- 出力: USB/CameraLink/NTSC
- 温度補正方式
 - ①シャッタレス補正テーブル方式
 - ②2点間温度補正テーブル方式
- 画像補正処理:
 - 欠陥画素補正/オートオフセット調整
 - デジタルズーム(オプション)
- 外部非同期トリガ対応
- パーシャルスキャン機能

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2.5 カメラ評価キット

◆ カメラ+レンズ+ソフトウェアをセットにしたエントリーキット



<主な機能>

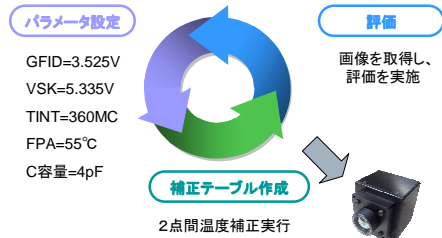
- ・温度補正テーブル作成
- ・ダイナミックレンジ調整 (表示ビット選択)
- ・ディテクタ/パラメータ設定
- ・FPA/内部温度表示
- ・静止画・動画保存 (BMP/RAW/CSV/AVI)
- ・ヒストグラム表示
- ・任意座標輝度表示温度
- ・ラインプロファイル表示
- ・カムプロファイル表示

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

2.5 カメラ評価キット

◆ 評価キットでのパラメータ最適化ループ



アプリケーションに最適な独自LWIRカメラの完成

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

Contents

- 1 ULIS社ディテクタ技術概要
- 2 シャッタレスカメラ「ULVIPS」の概要
- 3 熱センサカメラ「ULVIPS-Lite」シリーズ**
- 4 会社概要

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.1 ULVIPS-Liteシリーズ

◆ 「センサ」のように現場で使えるサーモグラフィカメラ



カメラ外觀

＜特徴＞

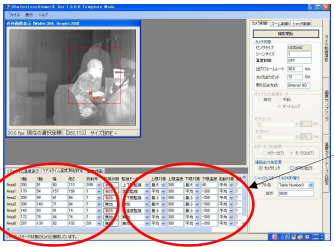
- ・内部に温度演算機能と判定機能を搭載!
- ・多彩なレンズラインナップ!
- ・小型&低消費電力(定常動作時:3W)
- ・シャッタレス温度補正
- ・DIO搭載
- ・イーサネット出力(オプション)

QVGA(384×288)とQQVGA(160×120)の2機種をリリース!

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.2 温度演算機能と判定機能

◆ シャッタレスビューワで計測領域と判定条件を設定



計測領域設定

アラーム判定条件設定


シャッタレスビューワ画面(条件設定時)

指定領域内の最大・最小・平均値を演算出力(最大8か所)

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.2 温度演算機能と判定機能

◆ モニタリング中は領域内の最大・最小・平均温度を表示



アラーム発生時に色が変わる

計測値表示

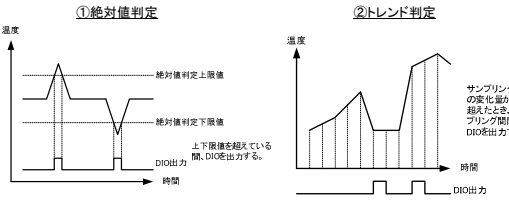
シャッタレスビューワ画面(モニタリング中)

アラーム発生時はDIO・イーサネット外部出力

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.2 温度演算機能と判定機能

◆ 判定機能:絶対値およびトレンドを監視



①絶対値判定


②トレンド判定

各判定で基準値を超えた時にアラームを出力する

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.2 多彩なレンズラインナップ

◆ 広角から望遠まで幅広く対応可能



機種別水平視野角一覧表

レンズ焦点距離	QVGAタイプ (ULVIPS-03162L)	QQVGAタイプ (ULVIPS-02152L)
f=2.7mm	105.2度	68.4度
f=5.6mm	74.3度	37.8度
f=8mm	59.0度	27.7度
f=16mm	32.9度	14.2度
f=19mm	28.0度	11.9度
f=25mm	21.6度	9.1度
f=50mm	11.0度	4.5度

(網掛けは標準添付レンズです。変更時はオプション対応となります。)

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.3 PLCとの接続が可能

◆ 外部I/Oやイーサネット経由でPLCとの接続が可能

シャッタレス連続撮影！

PLCで高速処理！

イーサネット
温度データ
アラーム出力
良否判定出力

外部機器制御

ULVIPS-Liteシリーズ

PLC

イーサネット経由でPLCに温度データやアラームを出力
(判定条件設定時のみシャッタレスビューフを搭載したPCを接続します。)

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.4 ULVIPS-Liteシリーズ仕様

◆ カメラ仕様

項目	仕様	
型式	ULVIPS-03162L	ULVIPS-02152L
エリア有効画素数	384×288ピクセル	160×120ピクセル
素子NETD	120mK	120mK
ピクセルピッチ	25 μm	
感度波長帯域	8~12 μm	
最大フレームレート	30FPS	
補正方式	シャッタレス補正方式(メカニカルシャッタなし)	
温度計測範囲	0~+80℃(オプションにより最大+500℃まで可)	
使用周囲温度範囲	-10~+60℃	
絶対温度計測精度	±3℃	
電源電圧・電力	DC12V±1V 3W	
カメラ寸法	60W×60H×60D(f=8mmレンズ使用時)	

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.5 熱時定数による画像ブレの補正処理

◆ 受光面の熱変化応答には遅れ要素が存在する

受光面からスタッドを経由して基層に熱が移動する

スタッド

受光面

基層

受光面の熱が移動して63%まで減衰する時間=熱時定数(τ)

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.5 熱時定数による画像ブレの補正処理

◆ 熱時定数より早いフレームレートで動作させたときの出力

Overheating = f(Ta_{th})

Overheating compared to FPA temperature (K)

Time (s)

τ=40msの素子は100fpsで動作させると出力が上昇

前フレームの熱の残像に加工されていく

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.5 熱時定数による画像ブレの補正処理

◆ 高速フレーム取り込み+画像処理で影響をキャンセル！

静止状態

移動中1フレームめ

移動中2フレームめ

キャンセル処理後画像

パースカルスキャンで192fpsで取り込み・移動速度500mm/s

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.6 適用事例

◆ 塗装膜厚検査

可視画像

膜厚 30 μm | 20 μm | 10 μm

遠赤外線画像

膜厚30 μmと20 μm

膜厚20 μmと10 μm

膜厚による放射率の差異で画像輝度に変化する

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.6 適用事例

◆ 加熱シート検査(リチウムバッテリー電極材料)

可視画像 遠赤外線画像

シート上の材料温度をモニタし、乾燥状態を監視

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.6 適用事例

◆ 顕微鏡レンズ・・・10円玉を撮影

x1.25 x2.35 x3.1 x4

最小分解能4.3 $\mu\text{m}/\text{pixel}$ が可能

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.6 適用事例

◆ 高圧電線検査(接続スリーブの発熱検査)

可視画像 遠赤外線画像

遠赤外・スリーブ拡大

f=150mm望遠レンズ+VGAカメラで撮影

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

3.6 適用事例

◆ 低コントラスト画像の視認性改善処理

処理前 処理後

微小輝度変化を強調して視認性改善

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

Contents

- 1 ULIS社ディテクタ技術概要
- 2 シャッタレスカメラ「ULVIPS」の概要
- 3 熱センサカメラ「ULVIPS-Lite」シリーズ
- 4 会社概要

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

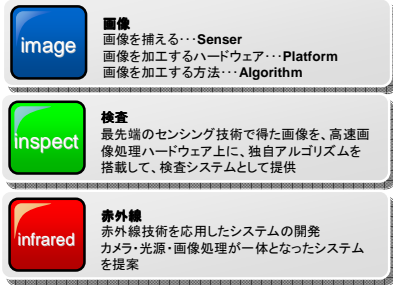
4.1 会社概要

- 会社名:株式会社ビジョンセンシング
- 設立:2008年12月16日
- 所在地:大阪市北区与力町1-5
- 代表取締役:水戸 康生
- 資本金:3,300万円
- 従業員:5名

国際画像機器展2011 出展者セミナー VISION SENSING

4.2 企業ドメイン

◆ 「画像」「検査」「赤外線」をキーワードに事業展開



国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

4.3 事業内容

◆ カメラ製造・販売＋カスタムカメラ開発・技術支援

1) 遠赤外線カメラ事業

①カメラ開発/設計/製造/販売(小ロットまで)

<光学・基板・FPGA/ファームウェア・アプリケーション開発>

②カメラ受託開発/設計/試作(量産支援)

<技術支援/ジャッタレス技術供与/キャリブレーション/コンサルティング>

2) 画像処理システムの開発

①遠赤外線および可視画像処理システム開発

<サンプル評価/検査システム提案/処理スクリプト開発>

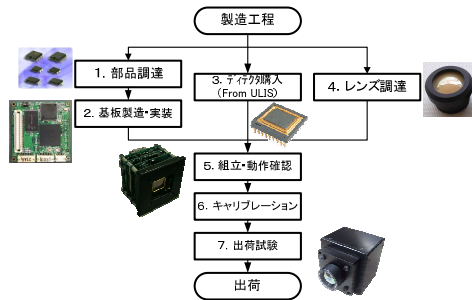
②検査システムコンサルティング業務

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

4.4 カメラ開発・製造プロセス

◆ カメラ製造フロー…ディテクタ以外は自社で設計・組立



国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING

謝辞・ご案内

<参考文献>

- Uncooled microbolometer trade off or new figure of merit for uncooled imager (Jean Luc Tissot 他 SPIE Vol.65424-1)
- 「赤外線イメージセンサ」 木股雅章 著
(映像情報メディア学会誌 Vol.60 No.10 2006)

<ご案内>

「赤外線フェア2011」に出展いたします
12月14日～15日 東京都立貿易センター
ご来場お待ちしております
http://www.optronics.co.jp/ir_fair/

ご静聴ありがとうございました。

国際画像機器展2011 出展者セミナー

VISION SENSING