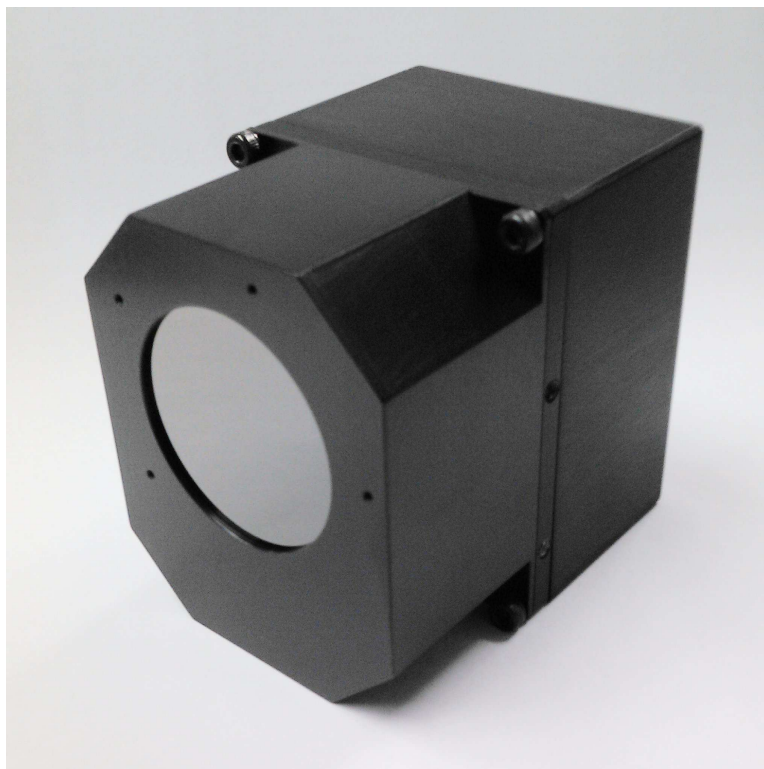


車載用遠赤外線カメラ ULVIPS-PICO384A

Night Vision Camera



Vision Sensing

株式会社ビジョンセンシング

1. Night Vision Cameraとは

一般的には暗視装置の総称をいいますが、ここでは夜間に人や車を検知する車載向けカメラのことを指します。最近では、日本、ドイツ、イギリスの車に搭載されています。ナイトビジョンカメラには、近赤外線カメラとLED照明を組み合わせたアクティブ方式のもの、遠赤外線カメラや光増幅装置（Image Intensifier）を使用したパッシブ方式の2種類があります。日本車ではアクティブ方式、ヨーロッパ車ではパッシブ方式が多く採用されています。各方式の特徴を、Table.1に示します。

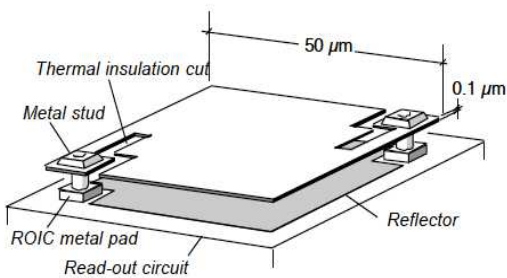
Table.1 各種暗視装置の特徴（網掛けはデメリット）

比較項目	近赤外線カメラ+LED照明	光増幅装置+可視カメラ	非冷却遠赤外線カメラ
価格	低価格	高価格	高価格
ヘッドライトの影響	小さい	大きい ハレーション	なし
同種他車の影響	LEDの影響あり	なし	なし
フレームレート	速い	速い	遅い(50FPS)
検知距離	短い(100m)	短い(明るさによる)	遠い(300m)

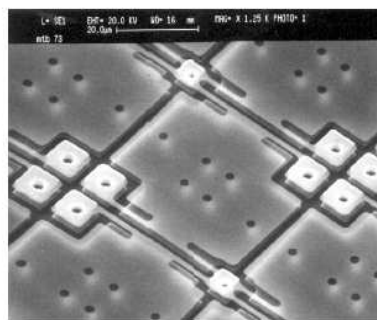
2. 遠赤外線カメラの価格要因

1) 遠赤外線ディテクタ

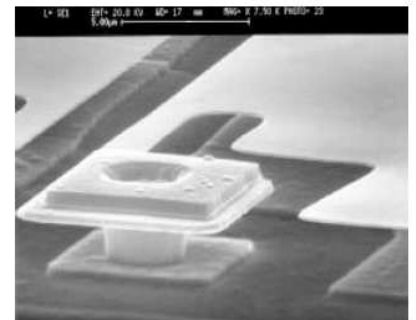
非冷却遠赤外線カメラには、主にマイクロボローメータ型の遠赤外線ディテクタが搭載されています。Fig.1に1画素の構造を示します。ディテクタは、アモルファスシリコンの薄膜で形成される受光部分と、CMOSプロセスの読み出し回路で構成されます。この受光面は2本の電極柱で支持され、読み出し回路との熱絶縁性を高めるために空中に浮いた構造となっています。受光面に遠赤外線が入射すると、表面の温度上昇により抵抗値が変化します。この変化を電極間にバイアス電圧を印加して電流変化として取り出し、読み出し回路により画像信号として出力します。この製造過程では、空中構造を実現するためのMEMS技術による微細加工と、受光部を熱絶縁するためにパッケージ内を真空封止する工程が必要となります。主にこの2つの工程がディテクタのコストアップの要因となっています。



Micro bolometer element structure



Surface of element (amorphous silicon)



MEMS solid structure

Fig.1 マイクロボローメータの構造

仏ULIS社では近年、コストダウンを目的にパッケージを金属からセラミックに変更し、さらに画素ごとに真空封止するセルパッケージ方式を開発するなど、真空封止工程の改善を進めています。さらに画素ピッチも、従来の25 μmから17 μm、さらに12 μm（開発中）と小型化する傾向にあり、1枚のウェハーからの収率を高めてコストダウンを図る技術革新が日々行われています。また小ピッチ化に伴い、画素数が1024×768ピクセルのXGAフォーマットのディテクタも開発され、ディテクタのラインナップも広がっています。

2) 遠赤外線レンズ

レンズには、遠赤外線波長域8～14 μm を透過する光学材料として、ゲルマニウムやシリコンなどの特殊な金属材料が使用されます。代表的な光学材料とその特徴を、Table.2 に示します。

ゲルマニウムは良好な透過率を有していますが、輸入原材料費の変動と切削加工による製造費が、低価格化の妨げになっています。一方硫化亜鉛やカルコゲナイドは、プレス焼成加工のためゲルマニウムに比べて安価に入手可能です。またゲルマニウムに比べて屈折率温度係数が小さく、アサーマル特性に優れています。また最近では有機化合物による赤外線透過材料も開発され、大量生産可能なレンズ材料として注目されています。

Table.2 各種光学材料の特徴（網掛けはメリット）

比較項目	ゲルマニウム Ge	シリコン Si	硫化亜鉛 ZnS	硫化セレン ZnSe	カルコゲナイド	フッ化カルシウム CaF ₂
波長8～14 μm の透過特性	ARコート 95%以上	ARコート 70～88%	ARコート 90%	ARコート 95%以上	ARコート 90%	90%以上
価格	中間	安い	安い	中間	安い	高い
加工性	切削 研磨	切削 研磨	プレス 焼成研磨	切削研磨	プレス 焼成研磨	研磨
化学安定性	あり	あり	あり	あり	あり	無し 水と結合
屈折率温度係数 ($10^{-6}/\text{K}$ 概略値)	400	150	50	61	53-55	-10.6
大径化(長焦点化)	可能	可能	難しい	可能	難しい	難しい

3) カメラ製造工程：キャリブレーション

ディテクタから出力される画像信号には、Fig.2に示すような本来の撮影対象以外に、①レンズ温度、②カメラ筐体温度、③ディテクタ温度により生じる赤外線が含まれています。さらにこれらの外乱成分は、環境温度変化の影響を受けて変動します。このため遠赤外線カメラでは、カメラ温度を基準にディテクタの出力を補正する処理が必要となります。これに使用する補正テーブルをカメラ製造時に取得する工程を、「キャリブレーション」といいます。このキャリブレーションは、黒体炉や恒温槽の温度を変化させながら補正テーブルを作成するために時間を要する工程となっており、製造コストアップの要因になっています。

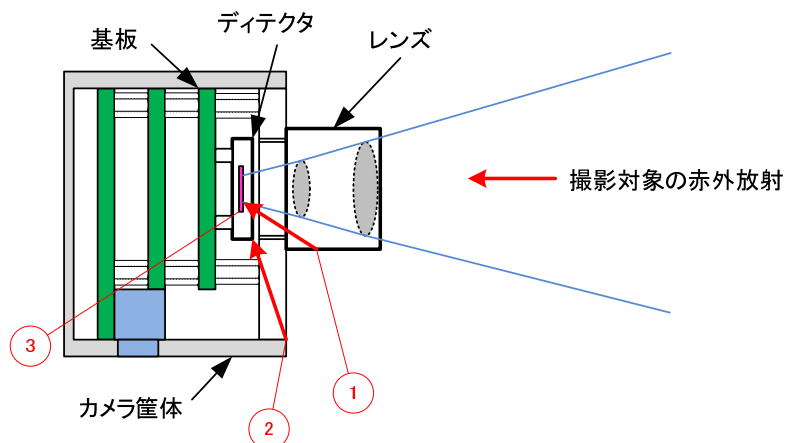


Fig.2 遠赤外線カメラの外乱要因

3. キャリブレーションレスカメラ

1) 赤外線カメラにおける補正

マイクロボロメータ型のディテクタは、薄膜構造のばらつきが素子感度に影響するため、可視光のイメージングセンサと比較して画素ごとの感度ばらつきが大きく、ディテクタ出力画像はFig.4のようにノイズを含んだものになっています。このノイズをキャンセルするために、黒体炉等の温度均一面を撮影し（Fig.3）この画像から補正テーブルを作成してディテクタ出力画像に適用すると、Fig.5のようなクリアな画像が得られます。

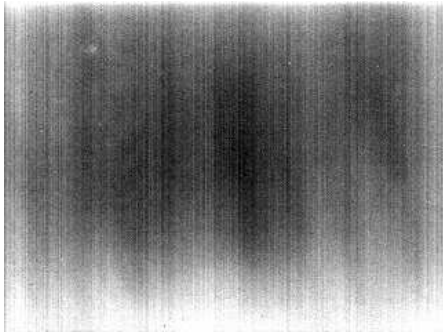


Fig.3 補正前の温度均一面画像

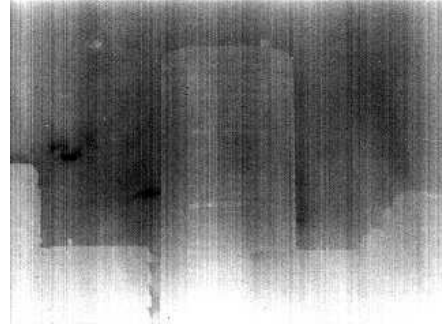


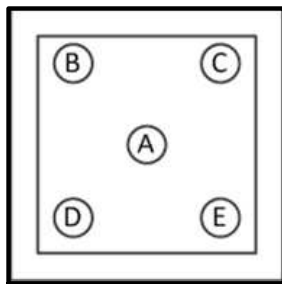
Fig.4 補正前画像



Fig.5 補正後画像

2) 補正テーブルの作成

例えばFig.6a のようにディテクタ面上の画素5点A B C D Eに着目したとき、各画素の出力特性はFig.6bのようにゲイン・オフセットが均一でない状態になっています。この直線をそろえるために、黒体炉の温度を変えて低温と高温での画像を取得し、2つの画像から各画素についてFig.6cのような目標とする直線に変換するための補正係数を算出します。この補正方法が2点間温度補正で、遠赤外線カメラの基本の補正テーブルとなります。



ディテクタ上の画素点

Fig.6a デテクタ面上の画素

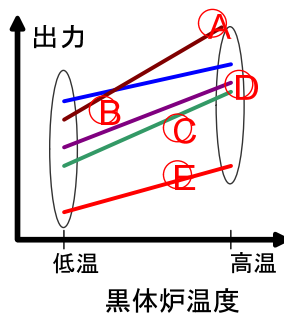


Fig.6b 補正前の画素ばらつき

画素間のゲイン・オフセットをそろえる

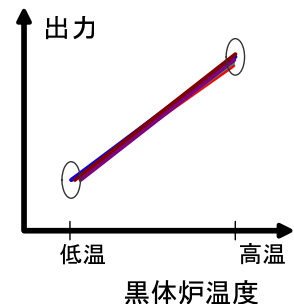


Fig.6c 補正後の画素ばらつき

3) キャリブレーション

2点間温度補正で画素ごとの感度ばらつきを補正しても、環境温度が変化しディテクタ温度が補正時からシフトすると、Fig.6bの画素ごとの特性が変化するために、以前の補正テーブルではきれいな画像を出力できません。この場合は、シフト後の環境温度で再度2点間温度補正を実行し、その補正テーブルを適用することになります。この作業を、カメラを恒温槽に設置して環境温度を変化させながら実行し、複数の補正テーブルを生成します。さらにこの工程では、レンズやカメラ筐体からの赤外放射も含めて補正されるため、撮影対象以外の外乱成分もキャンセルされます。弊社では、これら一連の工程を自動化したキャリブレーション装置も販売しています。



Fig.7 キャリブレーション装置外観

4) キャリブレーションレスカメラ

出荷前のキャリブレーション工程には、装置稼働時間約1日＋カメラ設置等段取りで約2日間が必要です。そこで補正用画像をカメラ動作中に撮影し、この画像から補正テーブルを自動で更新する自己学習機能を実装してキャリブレーションを必要としないカメラを実現しました。Fig.8にその構成を示します。カメラはカメラ本体とレンズ、保護ウィンドウとシャッターを実装した前カバーで構成されています。まず、電源起動直後にシャッターを閉じて補正用画像を取得します。以降カメラ動作中はカメラ温度の変化量を条件にシャッターを閉じて補正用画像を取得し、随時補正テーブルを更新していきます。

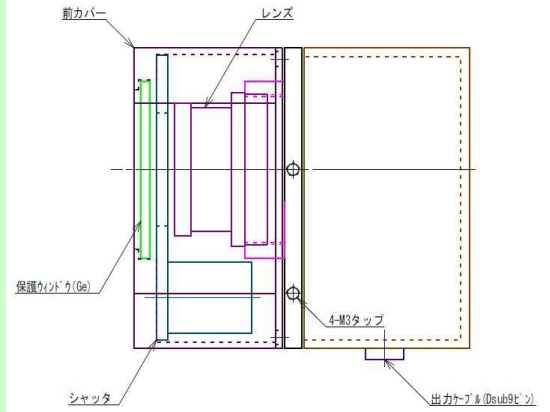


Fig.8 カメラ構成

4. カメラ仕様

項目	仕様
使用ディテクタ	仏ULIS社 PICO384P
エリア有効画素数	384×288ピクセル
ピクセルピッチ	17um/ピクセル (受光面材料: アモルファスシリコン)
フレームレート	30フレーム/秒 (最大60フレーム/秒)
カメラ感度波長帯域	8~12um (ディテクタ感度波長域: 8~14um)
レンズ	焦点距離 f=13mm F/1.09 材料: ZnS
視野角	水平: 28.2度×垂直: 21.3度 (注1) (300m先の空間分解能: 約40cmスクエア)
レンズ保護ウィンドウ	ゲルマニウム 厚み: 2mm コーティング 対物面: DLCコーティング カメラ面: ARコーティング
カメラNETD (保護ウィンドウ含む)	100mK以下 (使用温度: 25℃、ターゲット温度: 25℃時)
画像出力インタフェース	差動シリアル信号出力 (DS90C241@TI相当デジタル出力) DS90C1224@TIにて受信可能 (注2)
画像分解能	14ビット
画像出力遅延	1ms以下
制御用インタフェース	RS-422 (全二重通信 今後はCANに対応予定)
電源	DC 10~30V 消費電流1A未満
使用温度	-25~75℃ (実績値 今後は-40~80℃に拡大予定)
保存温度	-25~75℃ (実績値 今後は-40~80℃に拡大予定)
シャッター	レンズ外シャッター
寸法・重量	W55mm×H68mm×D76mm・360g (注3)

注1) 標準のレンズ以外にも、ご希望の視野角や材料に合わせたレンズに変更することが可能です。
(オプション対応)

注2) カメラからの画像出力を受信してカメラリンクまたはビデオ信号に変換して出力するインターフェース基板もご用意しております。(オプション対応)

注3) カメラの形状などご要望に合わせてカスタム仕様にも対応いたします。(オプション対応)

5. 撮影画像例 (すべて夜間)



橋上歩道



車載カメラ：右折車



車載カメラ：交差点侵入



車載カメラ：路地



高速道路（橋上より）



車載カメラ：高速道トソ内走行中



車載カメラ：高速道走行中



市街地一般道路

6. 開発量産支援

弊社ではお客様の開発・量産フェーズに合わせて、様々な形での技術支援が可能です。Table.3にフェーズごとの弊社担当範囲と発生する費用の一覧を示します。詳細は係員にお尋ねください。
またカメラのご購入につきましても、まとまった数量にも対応できるよう製造委託先を確保しております。お気軽にご相談ください。

Table.3 開発量産支援の形態と費用（網掛けはお客様負担）

工程	VSCの製品を購入する場合	OEM品としてVSCが開発・製造する場合	VSCが開発し、お客様で製造する場合	弊社技術を使用してお客様が開発・製造する場合
仕様設計	VSC	お客様・VSC	お客様・VSC	お客様
設計・開発	VSC	VSC	VSC	お客様
試験	VSC	VSC	VSC	お客様
製造・テスト	VSC	VSC	お客様	お客様
開発費	不要	要	要	不要
製品費	要	要	不要	不要
開発サポート費	不要	不要	不要	要
ライセンス費	不要	不要	要	要
量産サポート費	不要	不要	要	要

7. 会社概要

- ・設立： 2008年12月16日
- ・資本金： 3,300万円
- ・役員： 代表取締役 水戸 康生 専務取締役 小川 文弘
- ・社員数： 社員：7名 派遣：4名 パート1名
- ・事業内容： 遠赤外線カメラ含む各種カメラの開発・設計・製造

7. 会社沿革

- ・2007年8月 遠赤外線カメラの開発を開始
- ・2008年10月 遠赤外線カメラの試作機完成
- ・2008年12月 (株)ビジョンセンシングを大阪市浪速区にて創業
- ・2009年3月 本社を大阪市北区与力町に移転
- ・2009年9月 シャッターレスカメラ販売開始
- ・2010年4月 中小企業経営革新を取得
- ・2010年12月 ものづくり中小企業開発支援事業でXGAカメラ開発
- ・2011年4月 韓国の協力企業と海外営業開始
- ・2011年11月 ULVIPS-Liteシリーズ販売開始
- ・2012年3月 フロア拡張移転
- ・2012年4月 ブロードバンド赤外線カメラ・ラインカメラ販売開始
- ・2012年5月 キャリブレーション装置1号機納入
- ・2013年6月 近赤外線カメラ販売開始
- ・2014年1月 車載向けナイトビジョンカメラ「ULVIPS-PCO384A」販売開始



地下鉄南森町・JR大阪天満宮より
徒歩7分



Well come to IR World !



株式会社ビジョンセンシング

〒530-0036

大阪市北区与力町1-5 与力町パークビル5F

TEL : 06-4800-0151

FAX : 06-4800-0152

Email : info@vision-sensing.jp

URL : www.vision-sensing.jp