

### IISW2009 ショート速報[イメージセンサ関連]

太田 淳 (奈良先端大)

会議名 : International Image Sensor Workshop

開催期間 : 2009年6月25日-28日

開催場所 : Solstrand Hotel and Bad (Bergen, ノルウェイ)

\*\*\*\*\*要約\*\*\*\*\*

2年に1回開催されるイメージセンサに特化した唯一の会議である International Image Sensor Workshop (IISW) がノルウェイの古都ベルゲンに近い Solstrand Hotel and Bad で6月25日~28日の4日間にわたり開催された。参加者は約150人で初日は最近話題の裏面入射型イメージセンサのシンポジウムが開催され、翌日から3日間のワークショップでは、裏面入射、微細画素、3次元レンジファインダなど最新のイメージセンサに関するトピックスについて77件(招待講演含む)の発表と活発な議論がかわされた。

\*\*\*\*\*

#### 1. はじめに

IISWはイメージセンサに特化した唯一の国際ワークショップで、当初 CCD のみのワークショップから数えて12回目となる。ここ数年隔年にアメリカ→ヨーロッパ→日本と巡回して開催され、今年はノルウェイの古都ベルゲンから車で1時間ほどのフィヨルドに面した風光明媚な Solstrand Hotel and Bad にて4日間にわたり開催された。例年参加人数を限定しており、今年も150人ほどの参加者に限定されていた。シングルセッションでイメージセンサ業界の同業者のみによる極めて密度の高い会議である。今回は初日に Backside Illumination of Solid-State Image Sensors シンポジウムが開催され、7件の招待講演が行われた。翌日から3日間にわたり招待講演6件、一般口頭講演47件、ポスター発表24件の計77件の発表が行われた。以下では順にその内容について報告する。

#### 2. Backside Illumination of Solid-State Image Sensors (裏面入射型固体撮像素子) シンポジウム

画素サイズ微細化に伴いフォトダイオード (PD) への入射光量が減少するため感度が確保できない問題がクローズアップされてきた。裏面入射型イメージセンサ (BSI) は文字通り光を裏面から入射するため PD の開口率 (画素内に占める PD 面積割合) をほぼ100%にでき画素微細化への切り札として期待されている。このような背景のもと今回シンポジウムが企画され、7名の研究者による招待講演がなされた。

##### 2. 1 科学用途 BSI

科学用としての裏面入射型 CCD の開発の歴史は長く、製品としての実績もある。最近 CMOS 化も行われている。最初にアリゾナ大 M. Lesser から "Back-Side Illumination: History and Overview" の概説があり、次にカリフォルニア大バークレー Lawrence Berkeley National Laboratory の S. Holland, Jet Propulsion Lab (JPL) の S. Nikzad, 元 JPL の B. Pain から科学用 BSI に関する講演があった。これらは全てアメリカの宇宙関係であり、近赤外側での感度向上方策の検討や、MBE を用いたデルタドーピングによる表面暗電流抑制など、観測対象による特殊なプロセスや構造導入が試みられており、国内ではほぼ手がつけられていない分野と言ってよい。これらは BSI における特性向上にかかわる基本的な内容となっており、活発な議

論がなされた。

## 2. 2 コンシューマ用途 BSI

次に BSI のコンシューマ応用について講演が 3 件あった。TSMC の S.G. Wu からは” BSI Technology with Bulk Si Wafer”のタイトルの発表がなされた。世界最大のファウンダリ TSMC による BSI 実用化のインパクトは極めて大きい。次の講演である OmniVision がこの TSMC による BSI を利用しており、ウェハからパッケージングまでの一連の流れと製品化における歩留り向上など相当に突っ込んだ話題を提供し、発表後のロビートークでも驚きの声があった。一方肝心な点は避けているなどの意見もあった。すでに OmniVision へ高品質な BSI プロセスを提供していることを主張することで他メーカーへの売り込みを図っている印象が強い内容であった。その OmniVision の H. Rhodes は携帯電話搭載 BSI の特性を中心に BSI の量産化について講演した。最後に ST Microelectronics の F. Roy より BSI の課題についての講演があった。コンシューマ応用では画素微細化における感度劣化に対応するための BSI 導入が主たる動機となっている。BSI への移行は画素サイズ 1.4 $\mu\text{m}$  であろうと言われており、主として携帯電話向けが想定されているが、コストが極めて厳しい分野で BSI 導入によるコストアップとの兼ね合いが課題であろう。なお最初に BSI を製品搭載したソニーは ISSCC での発表後沈黙を守っており今回も発表はなかった。国内外の BSI 開発は今後水面下の動きも含めて活発に行われると予想される。

## 3. ワークショップ

まず本 WS の最初の発起人である E. Fossum より開会の辞があり、次に WS 委員長である A. Theuwissen、プログラム委員長 J. Solhusvik よりコメントがあり、投稿件数は 96 件とのことであった。以下順にトピックス毎に傾向と代表的な発表を紹介する。

### 3. 1 BSI

BSI は初日最初の Session 01 と Session 02 で企画され前日のシンポジウムで発表があった STMicroelectronics, TSMC, Ominivision に加えて東芝や IMEC より発表があった。TSMC では表面入射型イメージセンサ (FSI) に比べてコストアップはどれくらいになるのかなど生々しい質問もあり前日に引き続き活発な議論がなされ、BSI に対する関心の高さが伺えた。

### 3. 2 微細画素

Session 01 で招待講演として Sony Ericsson の M. Wernersoon より”Sense and Sensitivity”の題目で携帯電話搭載カメラにおけるセンサについて特に画素ピッチ縮小における課題が論じられ、0.8 $\mu\text{m}$  以降は回折とショットノイズ限界になるとの予測が示された。その他 Session 02 でコダックよりオンチップカラーフィルターとして RGB+フィルター無の 4 画素構成の 1.4 $\mu\text{m}$  画素センサ、IBM よりライトパイプ 2.2 $\mu\text{m}$  画素センサ、アプティナよりライトガイドアレイ搭載 1.4 $\mu\text{m}$  5M 画素に関する発表があった。どれも既に発表されている技術内容であるが、微細画素への適用で効果を発揮していることが示されていた。

### 3. 3 3次元集積化

招待講演として MIT Lincoln Lab.より 3次元集積化イメージセンサの発表と一般講演でウェハレベルカメラの発表が SUSS よりあった。前者は ISSCC2009 での発表とほぼ同じ、後者は SUSS 装置の宣伝であった。

### 3. 4 3次元レンジファインダ

3次元レンジファインダは車載などへの応用を目指した活発に開発が進められている分野で、3日目 Session 08 にて 6 件の発表があった。最初に、既に 3次元レンジファインダの製品化を行っているスイス MESA

Imaging の T. Oggier による招待講演があった。3次元レンジファインダのレビューと TOF (Time-Of-Flight) 方式の理論的境界や TOF を用いた各方式に言及し、最後に小型カメラに組み込んだ TOF チップの印象的なデモを披露した。今後車載だけでなく携帯電話などへの組み込みなどが想定される。一般講演には、STMicroelectronics, 東大, Edinburgh 大学, EPFL より発表があった。Single Photon Avalanche Diode (SPAD) を用いた方式には目立った進展はなかった。東大は光切断方式を徐々に復活させ 256×256 画素で高速 (9.77Kframemaps/sec) の 3D 画像取得を実現していた。

### 3. 5 大面積

医療用や UHDTV (Ultra High Definition TV) 用として大面積イメージセンサの研究も活発である。Session 09 では T. Tredwell より医療用フラットパネルイメージセンサの招待講演があり、イスラエル Tower Semiconductor と DALSA より X線用大面積イメージセンサ、UHDTV 用としてアプティナ、Forza Silicon Corp. (米) から発表があった。X線用は高エネルギー粒子線検出用としての応用もあり、それらの発表もあった。

### 3. 6 CCD

Session 06 では CCD の発表が 6 件あった。招待講演は近畿大学の江藤先生より裏面入射型超高速超高感度イメージセンサに関する内容であった。これまで開発されてきた超高速センサ構造に裏面入射と電荷増倍機構を導入して高感度化を図ったバイオ応用のセンサである。489×400 画素で 250kfps, 信号レベル 4.9 電子数を達成している。その他の発表も例えば DALSA の 1.5pA/cm<sup>2</sup>@60°C の超低暗電流など CMOS では実現できない CCD としての究極の特性を出している。

### 3. 7 その他の話題

Session 07, Session 011 では Various imager design topics として色々な内容が取り上げられていた。特に議論が盛んだったのは、高速 CMOS イメージセンサである。CCD がグローバルシャッターであるのに対して CMOS イメージセンサはローリングシャッターのため高速に移動する被写体を撮像すると CMOS イメージセンサでは像が歪んでしまうことがある。画素内にメモリ機能を付加することでグローバルシャッターは実現できるがメモリーリークなど課題が多い。Samsung, 静岡大, Cypress, Tower Semiconductor, Alexima などが高速 CMOS イメージセンサにおける画素内メモリ周りに関する発表を行い、今後の CMOS イメージセンサの大きなトレンドの一つになりうる期待があった。米国 Nobel Peak Vision による Ge-On-Si による近赤外イメージセンサでは、Si 上に転移フリーの Ge を選択成長で実現することで 0.18μm CMOS プロセスを用いて 768×600 画素の近赤外画像を得ていた。Session 05 ではポスター発表が 24 件あり活発な討論が行われた。

### 3. 8 表彰

本 WS は最新 2 年間のイメージセンサ関係の優れた論文・学会発表に対して The Walter Kosonocky 賞を授与している。今回はコダックの E. Stevens による ISSCC 2008 での発表に決定した。またポスター賞はデルフト大の G.G. Nampootheri に与えられた。

## 4. おわりに

隔年開催の本 WS は今後のイメージセンサの技術動向を予測する上で極めて貴重な機会である。なお会議の様子は <http://www.imagesensors.org/> にアップされる予定である。次回 2011 年は日本開催となり、パナソニック寺西氏を中心とするプログラム委員がアナウンスされた。