

2025年12月25日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

## 6兆画素/秒の読み出し速度の バースト型CMOSイメージセンサの開発 —高速度ビデオカメラシステムとして実用化に成功—

### 【発表のポイント】

- これまでにはない6兆画素/秒の読み出し速度を有するバースト型<sup>(注1)</sup>CMOSイメージセンサを開発しました。
- 2,000万コマ/秒のフレームレート・30万画素・256コマの連続記録を同時に実現しました。
- 寄生光感度<sup>(注2)</sup>を-170dBに抑制し、ゴーストの生じない高品質な画像が撮影可能になりました。
- 高速度ビデオカメラシステム (HyperVision™ HPV™-X3) として実用化に成功しました。

### 【概要】

超高速イメージング技術は、衝撃波、絶縁破壊、プラズマといった極めて高速な現象を解明するために不可欠であり、イメージセンサのさらなる性能向上が期待されています。

東北大学未来科学技術共同研究センター 黒田理人教授らの研究チームは、6兆画素/秒の読み出し速度を有するグローバルシャッタ方式のバースト型CMOSイメージセンサを開発しました。本センサは、2,000万コマ/秒のフレームレート・30万画素・256コマ連続記録、-170dBの寄生光感度を同時に実現したものです。

本成果は、既に高速度ビデオカメラシステム (HyperVision™ HPV™-X3) として実用化されており、幅広い分野の研究開発現場において、様々な高速現象を解き明かすための基盤技術となることが期待されます。

開発技術の詳細は米国サンフランシスコで開催された国際会議 International Electron Devices Meeting (IEDM2025) において、2025年12月10日に発表されました。

## 【詳細な説明】

### 研究の背景

超高速イメージング技術は、衝撃波、マイクロバブル、絶縁破壊、プラズマ、放電など、ナノ秒からマイクロ秒のオーダーで発生する極めて高速な現象を解明するために不可欠です。これらの現象を正確に捉えるには、100 万コマ/秒を超えるフレームレートと高い空間解像度が求められます。しかし、従来の高速度ビデオカメラは全体システムが大型化する傾向にあり、また連続記録可能なコマ数も限定されていました。このため、超高速・高解像度撮影や連続記録コマ数増加を同時に実現することが難しく、利便性や応用範囲に課題がありました。

### 今回の取り組み

東北大学未来科学技術共同研究センター 黒田理人教授、須川成利教授、間脇武蔵助教は、株式会社島津製作所、ラピスセミコンダクタ株式会社、株式会社エイアールテックとの共同研究チームで、画素とメモリのレイアウト最適化により6兆画素/秒の読み出し速度を有するグローバルシャッタ方式のバースト型CMOSイメージセンサを開発しました。図1に開発したセンサのチップ写真を示します。本センサは約30万画素（630<sup>H</sup> × 480<sup>V</sup>）の解像度と、画素ごとの信号保持メモリの搭載による256コマの連続記録を同時に達成しています。

主な特徴は、画素とグローバルシャッタ動作信号保持メモリ領域のレイアウト最適化を行ったこと、寄生光感度の要因となる光発生電荷の拡散を阻止するためシリコントレンチ容量を搭載したこと、グランド電位の変動を安定化するためのバイアス調整回路の搭載したことです。これらの技術により、2,000万コマ/秒（20 Mfps）のフレームレートによる超高速撮像を可能にしました。さらに電荷拡散阻止のシリコントレンチ容量とバイアス調整回路の導入により、寄生光感度を-170 dBまで低減しゴーストの生じない高品質画像を実現しました。図2に実用化したカメラシステムによる放電現象の撮像例を示します。放電管は2つの放電電極と5つの誘導電極で構成され、放電現象を20 Mfps（50ナノ秒間隔）で撮像しました。全フレームにおいてゴーストは確認されず、さらに高解像度化により放電時に発生する衝撃波が観察されました。

### 今後の展開

本技術は、既に高速度ビデオカメラシステム（HyperVision™ HPV™-X3）として実用化されており、衝撃波の解析、半導体製造プロセスのモニタリング、さらには医療分野での細胞の高速現象観察など、幅広い応用が期待されます。今後は、イメージセンサチップに裏面照射三次元積層構造を適用し、面積当たりの光感度やメモリ容量密度を飛躍的に向上させることで、さらなる高解像度

化と連続記録コマ数増加を実現します。これによりバースト型 CMOS イメージセンサを用いた超高速イメージング技術のさらなる発展を目指します。

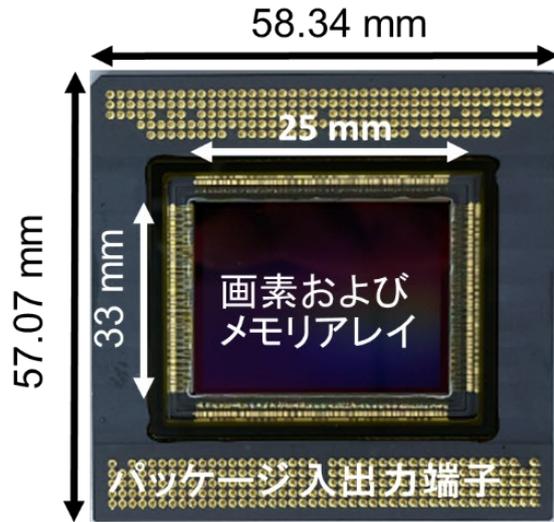


図 1. 開発した CMOS イメージセンサのチップ写真

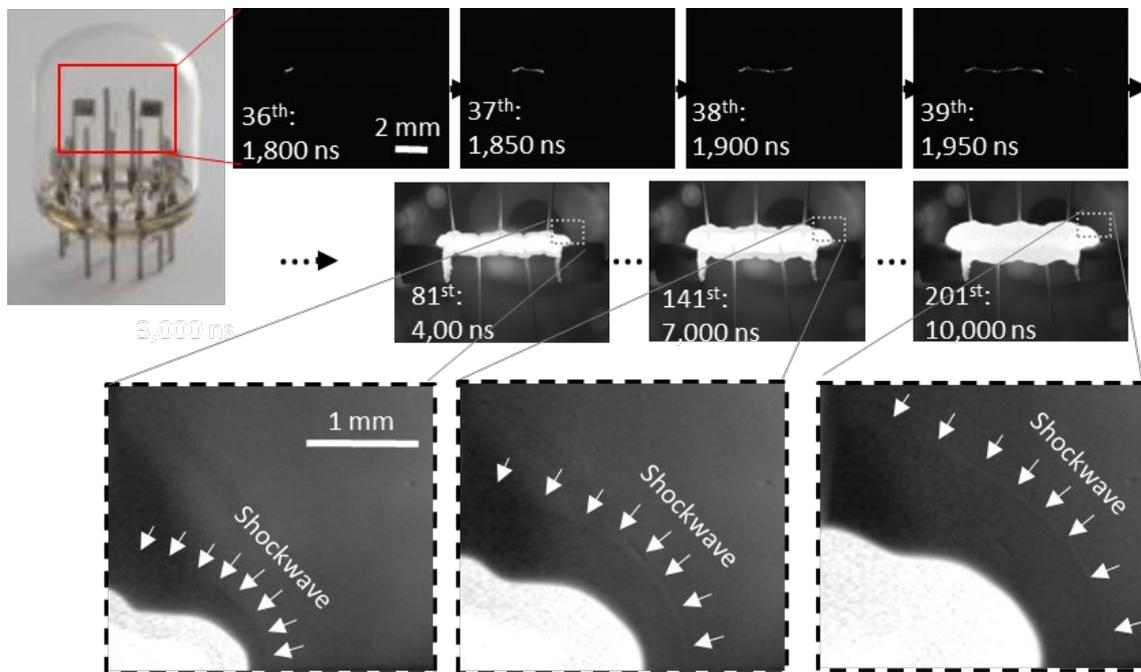


図 2. 放電管の構造、実用化したカメラシステムによる放電現象の撮像例

### 【用語説明】

注 1. バースト型：イメージセンサに記録枚数分のメモリを内蔵させ、さらに画素とメモリを配線で接続し画素からメモリへ映像信号を完全パラレル転送する方式。

注 2. 寄生光感度：迷光の照射や光発生電荷の拡散により保持容量に現れる偽信号の感度。

### 【論文情報】

タイトル：A Global Shutter Burst CMOS Image Sensor with 6-Tpixel/s Readout Speed, 256-recording Frames and -170dB Parasitic Light Sensitivity

著者：Masuto Kitamura, Yasunori Kawaguchi, Naoya Kuriyama, Tomoaki Maeda, Toshifumi Imamura, Takezo Mawaki, Shigetoshi Sugawa, Rihito Kuroda\*

\*責任著者：東北大学 未来科学技術共同研究センター 教授 黒田理人

国際会議：71st Annual IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM 2025)

URL：[https://iedm25.mapyourshow.com/8\\_0/sessions/session-details.cfm?ScheduleID=333](https://iedm25.mapyourshow.com/8_0/sessions/session-details.cfm?ScheduleID=333)

#### 【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学 未来科学技術共同研究センター

教授 黒田 理人

TEL: 022-795-3977

Email: rihito.kuroda.e3@tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学未来科学技術共同研究センター 広報

TEL: 022-795-4004

Email: niche-pr@grp.tohoku.ac.jp