

平成 25 年 12 月 9 日

東京工業大学広報センター長  
大谷 清

## 「40 ボルトの低電圧で動く次世代超小型冷却装置を開発」

— 厚さ 100 $\mu\text{m}$  で MPU など超 L S I の冷却に威力 —

### 【概要】

東京工業大学異種機能集積研究センターの大場隆之特任教授は東京大学、大日本印刷、PEZY Computing（東京都千代田区、齊藤元章社長）、WOW アライアンス（用語 1）と共同で、40V の低電圧で 1 平方 cm 当たり 140W 冷却することができるチップ状の冷却装置（Closed-Channel Cooling System = C<sup>3</sup>S）の開発に成功した。

同装置は電気浸透流（用語 2）を利用して液体を循環し、冷却する仕組みであり、駆動ポンプを用いないことから、機械的故障がなく、わずか 100 マイクロメートル（ $\mu\text{m}$ ）の厚さに収まる。マイクロプロセッサ（MPU）など発熱が大きい半導体の冷却や、小型電子機器への応用が期待される。

この成果は米国ワシントンで 12 月 9～11 日に開かれる国際電子デバイス会議「IEDM2013」で報告する。

### ●背景

電子機器の発熱は不可避であり、特に MPU など大規模集積半導体では単位平方 cm 当たり 100 ワット以上であり、これを並べると一般的なホットプレートの発熱に匹敵する。うまく冷却できないと温度上昇で信頼性が低下し、また機能が劣化する。

これまでは放熱板や外部からの強制冷却などが利用されてきたが、発熱が大きくなるにしたがい大型化し、冷却機構を後付するため、携帯性が悪く生産性が向上しなかった。機械的故障がない電気浸透流の原理を利用したポンプは、これまで 1000V といった高い電圧が利用され、これは半導体の電源電圧の 100 倍以上であり半導体応用の障害になっていた。

## ●研究成果

同研究グループは、半導体微細化技術とウエハプロセスを応用することで電気浸透流の駆動能力を大幅に改善し、40Vで単位平方cm当たり140ワット放熱できることに世界で初めて成功した。同技術では、シリコン基板の厚さをあらかじめ薄くし、上限配線にはシリコン貫通電極(Through Silicon Via=TSV)法を用いた。

WOW(ウエハ・オン・ウエハ、ウエハの積層)プロセスと組み合わせることで、冷却機能が搭載されたプロセッサを一貫したウエハプロセスで製造することが可能となり、低コスト化が実現できる。冷却機構を直接デバイスに搭載することができると、冷却装置は100 $\mu$ m以下の厚さとなり、小型化が著しいモバイルなど携帯端末にも応用可能である。

## 【用語説明】

1. WOWアライアンス：東京工業大学を中心に半導体関連の複数企業および研究機関からなる産学連携組織。ミクロンレベルに薄化したウエハを簡単に積層することができ、バンプレスTSV配線を用いた三次元化技術を世界で初めて開発に成功した。
2. 電気浸透流：EOF=Electro-Osmotic Flow。固液界面できた電気二重層に電圧をかけると、液体の荷電部分が動き、それに引かれて液体全体が流れ出す現象。これを用いたポンプをEOP(Electro-Osmotic Pump)と呼ぶ。

## 【論文】

発表雑誌：IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM) 2013

題名：High Performance Closed-Channel Cooling System Using Multi-channel Electro-osmotic Flow pumps for 3D-ICs

## 【問い合わせ】

東京工業大学異種機能集積研究センター

秘書 益子智恵(益研究室)

電話：045-924-5022, 5866 または 03-5841-7776

E-mail：chie\_mashiko@lsi.pi.titech.ac.jp

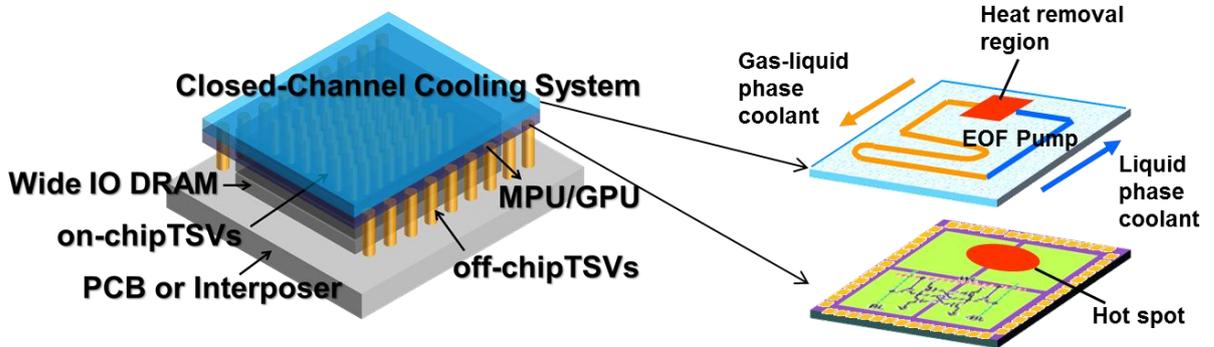
東京工業大学 広報センター

電話：03-5734-2975

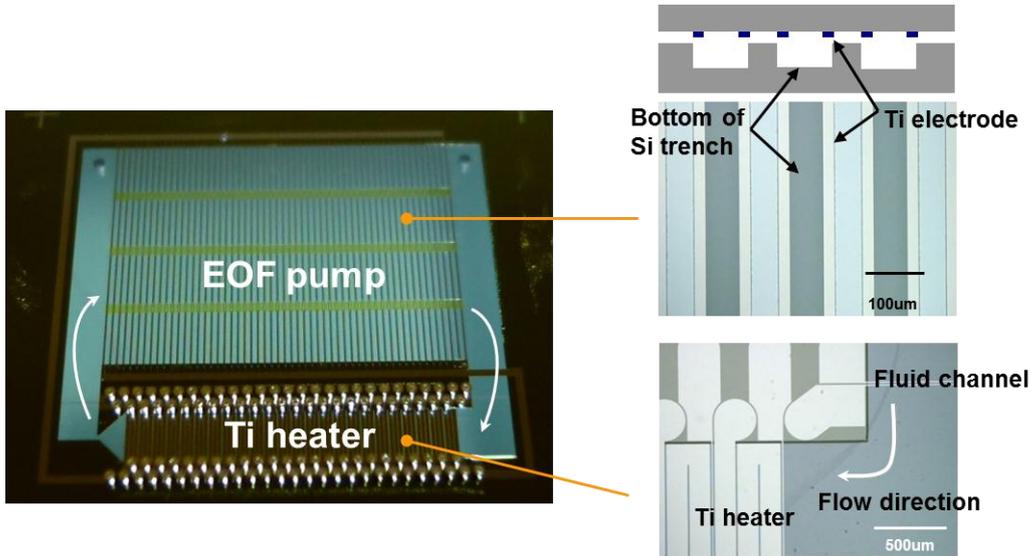
E-mail：media@jim.titech.ac.jp

【添付資料】

EOF 駆動冷却装置と広帯域デバイスへの応用



微細加工技術とウエハプロセスで今回作製した冷却装置。小型化した EOF を多段化し冷却水の駆動力を大幅に向上することに成功した。



冷却能力と電圧の関係。今回、40V で 140W/cm<sup>2</sup> 放熱できることが検証された

