



福島 誉史 准教授  
Associate Prof. Takafumi Fukushima

# 情報環境 (Info-Sphere) 調和型 自己組織化ヘテロ集積システムの開発

Development of Info-Sphere Compatible Self-Assembled Heterogeneous Integrated Systems

## ■ 研究の概要

半導体チップの自己組織化実装(液体の表面張力により一括、且つ高精度でチップを搭載する技術)と、そのチップ間を接続する自己組織化配線(高分子と金属のナノコンポジットを誘導してナノ配線を形成する技術)の二つの基礎研究を進展させ、 $\mu$ LEDを用いた次世代ディスプレイと従来のSSDを置き換える超立体ストレージメモリスステムの実用化に取り組んでいます。これらを技術基盤とし、人工知能を伴うIoE (Internet of Everything) 社会に貢献できる人間の脳の情報処理機構を備えた人工知能チップやニューロLSIシステムを開発します。

## ■ 研究の目的

人工知能の本格的な到来を迎えるIoE社会では、情報は単なる人間の操作対象物ではなく、情報網が自ら判断する知能化情報環境(インフォスフィア: Intelligent iNFOrmation AtmoSPHERE)で生活することになります。

ここでは膨大な情報がクラウドに集中して発生する通信遅延を解消するためフォッグ(エッジ)コンピューティングと呼ぶ中継メモリシステムが必要とされています。このプロジェクトではインフォスフィアに調和できる様々な異種デバイスを集積した自己組織化システムの創出を目的としています。

## ■ 研究の特色

大学発スタートアップ企業の東北マイクロテック社と共同運営するみやぎ復興パークに設立したGINTI(三次元スーパーチップLSI試作製造拠点)を利用し、直径300mmの大口径Siウエハを用いた世界的でも例の無い柔軟な試作研究開発で差異化しています。また、自己組織化(生物のように誰かに組立てられたわけでもなく、無秩序から秩序構造が自発的に形成されて高性能なシステムを創造する現象)を主要技術としている点も大きな特色です。

## ■ 期待される効果

$\mu$ LEDディスプレイの登場は、ブラウン管から液晶に変わった以上の技術革新とされていますが、唯一の欠点である製造コストの問題を自己組織化実装で解決します。この $\mu$ LED技術の波及効果はディスプレイだけではなくありません。自己組織化実装技術の適用範囲を広げ、一辺10 $\mu$ m以下の極小チップを高精度にアセンブリし、光学素子や受動素子を含めた多くの異種デバイスの混載集積を可能とします。また、超立体ストレージメモリスステムの開発で鍵となる自己組織化配線技術は、チップ間を縦に接続するSi貫通配線(TSV)の微細化を可能とします。この超狭ピッチTSVは従来SSDの接続密度を三桁以上増大させ、消費電力を半分以下に抑えます。このように大小様々な半導体チップを横に平置きするだけでなく縦にも集積して最適配置することで、システム全体の性能向上が期待されます。

**自己組織化実装**  
異種デバイスチップ  
細胞のように液体の表面張力と親撥水性による自己組織化実装  
積層チップ  
シリコンウエハ

**自己組織化配線**  
ニューロンのように指向性をもって自己組織的、且つ、三次元的に配線形成  
上チップの電極  
樹状突起  
細胞体  
電気信号  
軸索  
シナプス  
細胞体  
軸索末端  
下チップの電極  
金属ナノ材料とブロック高分子のナノコンポジット  
ナノ相分離による自己組織化配線形成  
LSIチップ  
TSV  
チップ間配線

300mmウエハを用いた一貫製造ラインを整備するGINTIの装置群

コータ・ディベロッパ  
エッジトリムダイサー  
ウエハ接合装置  
三次元人工知能チップ  
三次元ヘテロ集積型チップ  
超微細配線  
ヘテロ集積システムの一例  
スクラブル基板(ウエハヤシード)  
IRアライメント機能付きi線ステッパ  
Si深掘りRIE装置  
GINTI  
T-Micro  
Advanced 3D-IC & MEMS Technologies  
ウエハ剥離装置  
金属RIE装置  
TSV用CVD  
TSVめっき装置  
アッシャー  
TSV用スパッタ

**本プロジェクトの鍵を握る  
二つの自己組織化ヘテロ集積技術**