

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム  
シーズ育成タイプ 事後評価報告書**

研究開発課題名	: プロセスコストを極限まで下げた高スループット三次元積層型 IC 向け貫通配線(TSV)形成技術
プロジェクトリーダー 所属機関	: 東北マイクロテック株式会社
研究責任者	: 新宮原 正三 (関西大学)

## I. 研究開発の目的

本研究の目的は、①TSV 形成プロセスを極限まで安くすること、②厚い IC ウェハに TSV を形成し、三次元積層 IC 市場規模を拡大させることである。具体的には、250 $\mu\text{m}$  以上の厚い Si ウェハに TSV を形成して、TSV 形成コストの 20%を占める仮接着・剥離プロセスを無くす。さらに、プロセスコストの半分以上を占める TSV ドライエッチプロセスとバリア/シード Cu スパッタプロセスをウェットプロセスに変更する。本研究では Si ウェハのウェットエッチング装置、及びバリアメタル堆積用の無電解めっき装置双方にて 8 インチ対応プロトタイプ装置を作製し、TSV 作成プロセスコストの大幅な低減を実証する。

## II. 研究開発の概要

### ① 実施概要

本研究開発では、高アスペクト比 250 $\mu\text{m}$  深さの TSV への無電解めっき CoWB バリア膜の形成を検討し、底部のカバレッジ 90%を小片サイズで実現し、8 インチプロセスでの実証では 60%を実現した。また、無電解バリア膜上へのダイレクト電解 Cu 膜の堆積に成功し、TSV チェーンでの電気特性評価も達成した。これは従来技術よりも工程数の削減により高スループット、低コスト化に貢献する。また TSV の湿式エッチング形成の検討を行い、小片レベルではエッチング速度 5.2 $\mu\text{m}/\text{min}$  を達成した。実用化には、さらなる均一性の向上が必要であるが、その可能性が示された点で意義は大きい。TSV プロセスのさらなる低コスト化には、バッチ処理の推進が重要と考えられ、今回の検討結果はウエハレベルのバッチ処理化に向けた基礎を固めたものといえよう。TSV 評価用 TEG を作り、TSV ウェットエッチは間に合わなかったが、無電解 CoWB バリア、Cu を使った TSV の電気的特性評価・信頼性評価を行い、この技術が想定した特性を満足できることを確認した。

### ② 今後の展開

本研究開発で目標にしてスタートしたのは、ハンドリングが容易な 250 $\mu\text{m}$  という比較的厚い LSI ウェハに 20 $\mu\text{m}$  径の TSV を全てウェットプロセスで安価に形成することである。TSV ウェットエッチ技術、無電解バリアメッキ、シードメッキ技術については、一通り達成したが、事業化という意味では、各プロセスの時短化、歩留まりという意味では未達であった。ただし、一部は電流ストレスによる信頼性試験もパスしたという結果があり、この開発の方向性については、間違っておらず今後の追加検討によって目標を達成できると考えている。

5G、Beyond-5G、6G 世代の三次元積層技術として、TSV の微細化(5 $\mu\text{m}$ 、更には 2 $\mu\text{m}$  径以下)への要求が強まっている。バリアメタルの無電解めっき、またバリアメタル上へのダイレクト Cu 電解めっきという本研究開発で得られた技術は、微細な TSV においても適応可能であり、他の従来技術に対

する優位性がさらに高まると考えられる。今後は、本技術をブラッシュアップしつつ微細な TSV への適用を目指し、研究開発を続けていく。

### Ⅲ. 総合所見

目標の一部が達成できず、次の研究開発フェーズに進み得る成果は得られなかった。イノベーション創出は今後の取り組み次第である。

3次元積層 IC の重要技術である TSV 形成に関して、 $\Phi 20\mu\text{m}$ 、深さ  $250\mu\text{m}$ 、従来比 40% の低コスト化を目標に取り組んだが、中核となるウェットエッチング技術が 8 インチウエハ装置では実現できず、未達となった。また、市場環境変化でウェットエッチング技術に対するニーズが変わり、目標の変更が必要であったが、計画修正などの対応に至らなかったことも惜まれる。

但し、無電解バリアメタル上のダイレクト電解 Cu めっき膜形成は、新規の有望な技術開発であり、事業化を含め今後の展開に期待する。