

## 3D インテグレーション技術によるマイクロエレクトロニクスと MEMS のパッケージング

### 1 説明

3D インテグレーションはマイクロエレクトロニクスと MEMS の使用範囲によってとても興味深いものとなっています。3D インテグレーションの際にチップが垂直に重ねられ、その際に電気接続が最短になるよう直接ワイヤに運ばれます。そのことによって電気と熱の機能が良くなり、チップの大きさと寄生容量が縮小されます。この技術はウエハの薄化、TSV (Through Silicon Vias) とウエハボンディングの製造に使用されています。

### 2 TSV 製造(エッチング)

製造後の TSVs の形は電気伝導がよい材料との TSVs の補填過程に大きな影響を与えます。それゆえ、効果のある TSV 製造の為にエッチングプロセスが開発されました。例として円錐形の開口が挙げられます。

- 9 までのアスペクト比
- 最小の TSVs : 70  $\mu\text{m}$  までの高さで  $3 \times 10 \mu\text{m}^2$ 。
- 円錐形の開口の側壁が 86 度

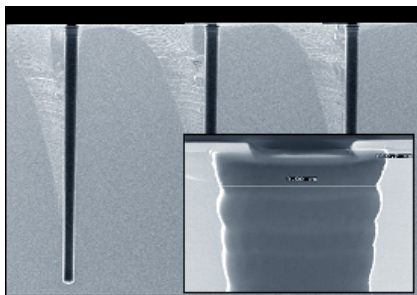


Fig. 1: TSV etching (3 TSV's  $10 \mu\text{m}^2 \times 70 \mu\text{m}$ )



Fig. 2: TSV Copper metallization by MOCVD

### 3 TSV メタライゼーション

メタライゼーションの経過 (メタルの充填) は以下になります。

- MOCVD TiN
- 接着層の堆積 (TiN ベース)
- In situ MOCVD Cu ( CupraSelect™)
- めっき (Cu)

### 4 化学機械研磨 CMP

作られた層の平坦化と接合の為に様々な CMP プロセスが使用されています。

特に拡散バリアの為に銅やメタルの研磨、それからケイ素と二酸化ケイ素の研磨が 3D インテグレーションの過程に必要とされています。これらは後工程 (BEOL) テクノロジー、特別な基質の製造から MEMES パッケージまで幅広く使用されています。

### 5 ウエハ接合

3D インテグレーションの層構造テクノロジーは主にメタルと電気伝導の良い中間層によるウエハ接合の順に基づいています。それにより同時に電気接続が生じます。

センサとアクチュエータ、その上電氣的成分がウエハレベルに閉じ込められるように陽極接合やシリコン直接接合の他にガラスフリット接合、接着接合とレーザー接合が使用されています、

### 6 装備品 (ウエハ直径)

- DRIE (150 mm)
- PECVD (200 mm)
- ECD (150/200 mm)
- CMP (150/200 mm)
- ウエハボンダ (150/200 mm)

### 7 コンタクト

Dr.-Ing. Ramona Ecke (TSV metallization)  
Phone: +49 371 45001-281  
Fax: +49 371 45001-381  
Email: ramona.ecke@enas.fraunhofer.de  
Dr.-Ing. Maik Wiemer (System Packaging)  
Phone: +49 371 45001-233  
Fax: +49 371 45001-333  
Email: maik.wiemer@enas.fraunhofer.de