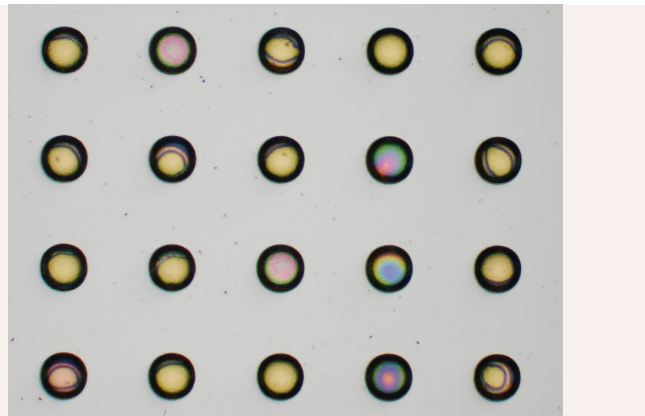
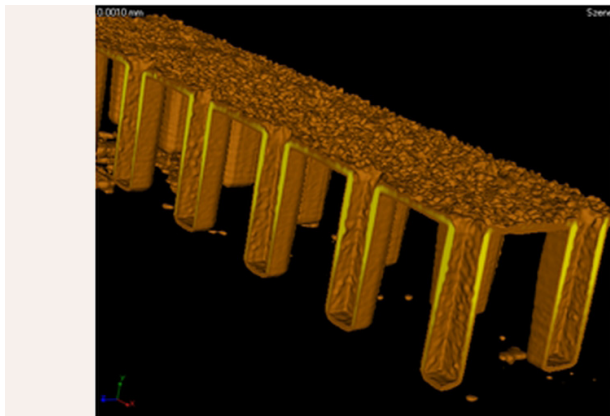


3D集積化：TSVプロセスおよびウエハの薄化



お問い合わせ

フラウンホーファー研究機構
エレクトロ・ナノシステム (ENAS)
Technologie-Campus 3
09126 Chemnitz | Germany

担当者

Prof. Dr. Stefan E. Schulz
電話番号: +49 371 45001-232
電子メール:
stefan.schulz@enas.fraunhofer.de

Dr. Knut Gottfried (ウエハの薄化)
電話番号: +49 371 45001-299
電子メール:
knut.gottfried@enas.fraunhofer.de

Lutz Hofmann (TSV)
電話番号: +49 371 45001-283
電子メール:
lutz.hofmann@enas.fraunhofer.de

MEMSデバイスの垂直方向への集積は、多様な機能と材料を組み込むことを意味します。高いアスペクト比 (AR) の貫通ビア (TSV) により、さらに複雑度が増します。MEMSの3D技術における主なプロセスは、基板の薄化、ウエハの接合、そしてTSVの作製を含みます。

研究テーマ

BEOL部門は、数年間3D集積化の分野でTSVプロセスとウエハの薄化の開発に重点的に取り組んできました。

ビアのエッチング

TSVの形状は、後続の導電材料充填処理に大きく影響します。そのため、テーパー開口部などの最適なビア形状に関するエッチングプロセスを開発しています。

ビアのパッシベーション

TEOSプロセスは、最善の誘電特性を得るため、共形絶縁層に加えて熱的に成長する酸化膜にも使用されます。

ビアのメタライゼーション

径の小さなTSV (3 μm 未満) は、Cu-CVDプロセスで充填されます。これよりも径の大きなTSVについては、Cu-CVDシード層が後続のCu電気めっき (ECD) 用に添加されます。拡散バリア層として、TiNxが

MOCVD/PECVD法を使用して蒸着されません。アスペクト比が小さい場合 (2~3) にはECDボトムアッププロセスが使用され、大きなTSVの部分的な重点にはコンフォーマルプロセスが使用されます。

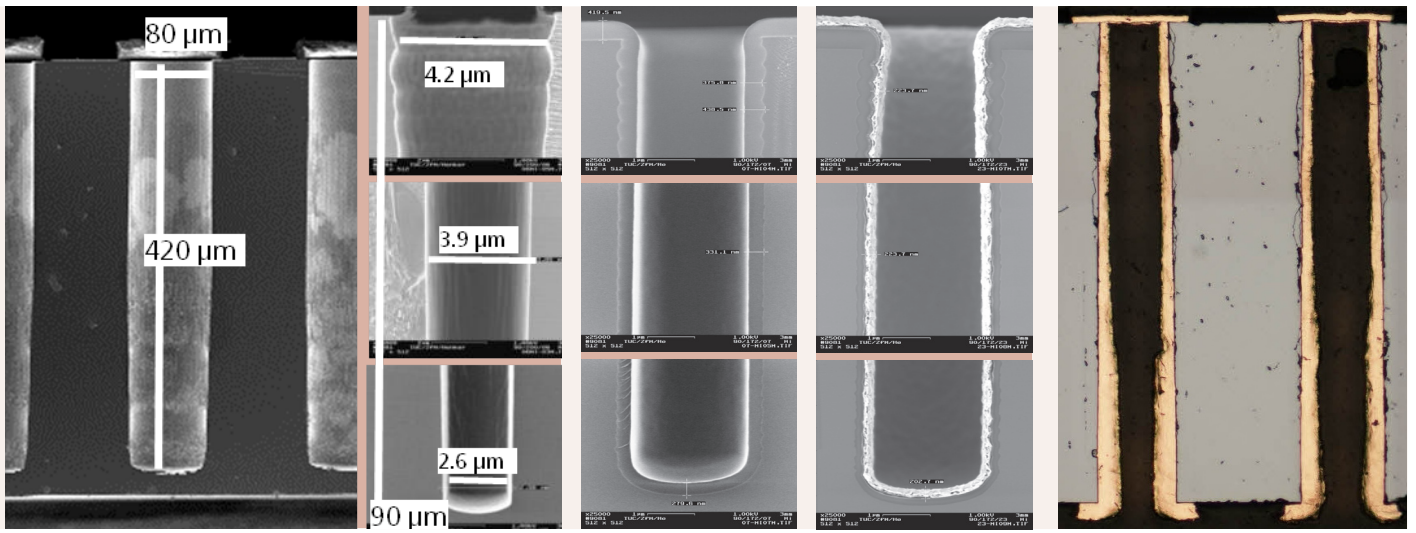
ウエハの薄化

粗研削と精密研削の処理により、Si、ガラス、またはセラミックのウエハは50 μm 程度まで薄くすることが可能です。各種材料の化学的機械的平坦化/研磨の使用により、ウエハの直接接合処理などのための、鏡面状の表面を実現できます。湿式化学スピネッチングプロセスは、研削による欠陥を取り除くことができ、さらにこのプロセスはウエハの裏面からTSVを開口するために使用されます。

装置

ビアのエッチング

- 100~150 mmのウエハサイズ向けにICPソースを備えたSTS
- 150~200 mmのウエハ向けのSPTS Omega i2L DSi Rapir
- ボッシュ法を使用: SF6 + 側壁のパッシベーション
- マスク: フォトレジストまたは熱酸化膜、あるいはその両方



- エッチング選択性:対レジストは45%超、対SiO₂は100%超
 - 縁部除外:7 mm
 - エッチング速度はレイアウト、アスペクト比、側壁の特性によって異なる:0.5 μm/分~10 μm/分
 - アスペクト比は最大15
 - TSVのサイズ/形状は用途によって異なる(5 × 100 μm~80 × 450 μmなど)
 - 86°(上部と側壁の角度)のテーパービア開口部
- ビアのパッシベーション**
- Centrotherm社製オープンで100~200 mmのウエハに酸化膜を熱的に成長
 - AMAT P5000で200 mmウエハ(これよりも小さいサンプルについてはアダプタを使用)にTEOSオゾン酸化膜を形成
- ビアのメタライゼーション**
- AMAT P5000で200 mmウエハ(これよりも小さいサンプルについてはアダプタを使用)にMOCVD法によるCuとTiNxを形成
- 5 μm未満の径とアスペクト比(AR)が最大10までのTSVにCu-CVD充填
 - Cu-CVDシード層の段差被覆:ARが9までの場合は最大50%
 - RENA EPM 101ツールで100~200 mmのウエハサイズにCu、Ni、AuのECD
 - 最大3.5までのARについてECD-TSV充填
 - 大きなTSV(径が50 μm超)については共形メタライゼーション
 - 垂直めっきツールで、最大200 mmのウエハサイズに加えカスタマイズされたサンプルにCu、Ni、Au、SnのECD
- ウエハの薄化**
- DISCO DAG 810研削ツール
 - 100~200 mmのウエハ
 - 50 μm程度の最終的な厚み
 - Si、ガラス、セラミックの研削
- IPEC 472 CMPツール
 - 100~200 mmのウエハにSi、SiO₂、セラミックのCMP
 - G&P 428ブラシクリーナー
 - G&P 412ブラシクリーナー
 - SPS Polosスピンエッチツール
 - KOHまたはHNO₃/HF/CH₃COOH化学を使用したSiエッチング
 - 100~200 mmのウエハ
 - 研削欠陥の除去
 - ウエハ裏面からのソフトTSV開口プロセス
- AMAT Mirra CMPツール
 - 150~200 mmのウエハ
 - Si、SiO₂、セラミック、金属(Cu、Al、Ni)のCMP

写真:
p.1:TSVのCT画像(左)とスピンエッチングによるTSV開口(右)

p.2:DRIEでエッチングされた各サイズのTSV(左)、TEOSオゾン絶縁および共形Cu-MOCVDシード層(中央)、共形Cu-ECD TSVメタライゼーション(右)

写真提供:フラウンホーファー-ENAS

このデータシートに含まれる全ての情報は、初期段階のものであり、変更されることがあります。また、ここに記載のシステム、材料およびプロセスは、市販の製品ではありません。