
優れた MEMS センサーをキャビティーSOI(CSOI)ウエハーで製作

By Adele Gilliland, Applications Manager, IceMOS



Adele Gilliland

アイスモス・テクノロジー社のアプリケーションマネージャー アデル ジリランドが、どのように埋め込みキャビティーシリコンが MEMS センサーとして使われ、より改善された仕様として製造できるのかについて述べます。

Adele Gilliland, applications manager with IceMOS Technology Ltd.

MEMS デザインは異なるセンサー技術の基礎となります。最近のあるマーケット予測によると、世界の MEMS センサーマーケットの価値は 2020 年で US\$ 11.7 ビリオン、2026 年には US\$ 16.8 ビリオンに到達し、年成長率は 6.5%とされています。圧力センサーは生物医療や自動車エレクトロニクス、小型の家電、着用端末、フィットネスなど、複数の応用分野で使われていることで、最も成長速度が速いと考えられます。圧力センサーはより広く過酷な環境で産業や、自動車、航空宇宙などに使われるにつれ、高温の精度や圧力計測などより重要度が増してきました。

MEMS デザイン

数々のデザインや製造のアプローチで機械的な構造を MEMS デバイスに作り、信号の状態と他の回路が機能することで、MEMS の構造に価値を生み出します。二つの一般的なアプローチとしては、MEMS を先に作るか、後に作るかがありますが、この二つの主流の中で様々なバリエーションの製造方法があります。

MEMS を最初に作成するアプローチでは、すべてのプロセスステップが MEMS の構造のために、バルクの微細加工も含め、CMOS にダメージや劣化を与えてしまうような高い温度を CMOS プロセス作成前に使用することができます。これは 1100°C 以上の温度を使用して、高いパフォーマンスの SOI 基板を製作したり、厚く積層されたポリシリコン膜のストレスを開放したりすることができます。

反対に、MEMS を最後に作成するアプローチでは、一般的に表面の微細加工を施して、各層をエッチングし、バルクを微細加工するので、400°C~450°C 以下の温度で、CMOS デバイスへのダメージを避けるように機械構造を作成しなければなりません。これは高いパフォーマンスの MEMS 材料、たとえば慣性センサーや共振器などに一般に使用される単結晶や多結晶のシリコンなどは使うことができません。

MEMS を先に製作するデザインの優位性は、安定性と CMOS 互換性をともに開発するウエハーレベルのパッケージングソリューションであり、自由度が効き、コスト効果のある System On Chip(SOC)解決法です。

高温用のキャビティーSOI(CSOI)のケースについて

SOI基板を基礎とするセンサーは高温アプリケーション向けのMEMSデバイス製造として優位性があります。なぜならこの構造がより微細な構造の自由度をもち、アプリケーションにおいてより大きな安定性があるからです。

キャビティーSOI(CSOI)基板は伝統的な SOI 技術に比べ、より大きな優位性があります。なぜならパターンが張り合わされた表面内部に埋め込み加工ができるからです。SOI ウエハーのデバイスとハンドルの間の寄生キャパシタンスを結果として減らすことができるため、デバイス側の機能を効果的にできます。

SOI 市場の一部として、2020 年に US\$1 ビリオンから 2025 年までに世界で US\$2.2 ビリオンまで増加と見積もられ、2020 年から 2025 年までには15.7%の年平均成長率になる、と市場や市場のレポートは示しており、キャビティーSOIには魅力的な可能性が秘められています。

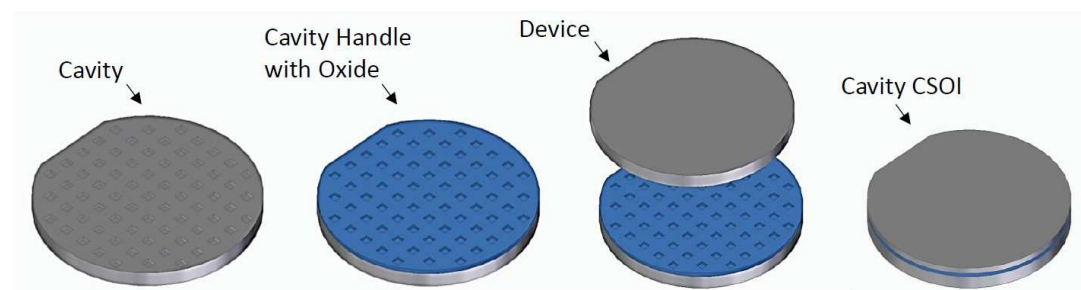
張り合わされたパターンのウエハーは SOI 層の表裏両サイドに加工ができ、CSOI はデバイスコストやサイズを精度を妥協することなく減らすことができます。アンカー、はり、柱など様々な構造をキャビティーの内部に作る事ができ、MEMS デバイスの開発者はデザインを多彩に、製造をより自由に、そしてシリコンプロセスをよりシンプルにすることができます。

高温のための張り合わせ技術

キャビティーSOI(CSOI)の外注化によってデザイナーはより高度なデバイスを開発することができ、市場の要求に適した価値のある回路により焦点を当てる事ができます。ただ単純にスタート材となるウエハーを買う代わりに、こうした技術シリコン基板によって、メーカーにとっては、技術や装置のリソースへの投資をすることなく、MEMS センサーの発展を簡単に推し進めることができます。工場マネージャーは装置、時間、お金といったリソースを基盤からではなく、最終製品としてのデバイスウエハーの製造に使うことができます。

CSOI ウエハーの基板サプライヤーには、深いシリコントレンチエッチ専門技術と高度なウエハー張り合わせ技術をお客様のキャビティー要求事項に見合せて、かつ革新的な製品を作ることが求められます。自由度も重要な一つです。加えて、深い反応性イオンエッチ(DRIE)やほかのエッチング技術が、求められる構造やパフォーマンスのために使われます。CSOI ウエハーや高度な特長を構築するには様々な方法がありますが、潜在的にいろいろな可能性があり、もしかしたら、それらはセンサーの開発者にとっては考えがよばなかった方法があるかもしれません。

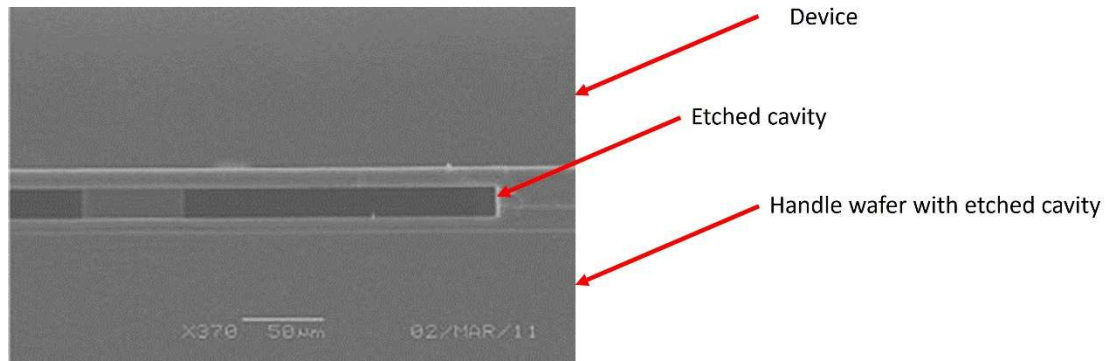
基本的な生産体制として、アイスモスの CSOI は二つのウエハーで、片側のウエハーにキャビティーエッチされたものをもう一つのウエハーに貼り付けして、吸引します。このプロセスが圧力センサーにとっては絶対的にシーリングする重要な要素で、これによりよい品質を生み出し、キャビティーが気密的に封鎖されます。結果、理想的で高度な技術基盤がピエゾ抵抗効果の MEMS 圧力センサーを製作します。



Caption: CSOI is two wafers with the cavity etched into one of the wafers and subsequently bonded to the other wafer, creating a vacuum.

CSOI はキャビティーエッチされた一つのウエハーともう一方のウエハーの二つのウエハーが張り合わせされ、バキュームして作成されます。

MEMS 圧力センサーは、キャビティー上の薄いシリコン薄膜の偏向の原理に作用して、埋め込みキャビティー内の固定圧力に対して、環境の圧力の変化に応じます。機械的な薄膜の変形がピエゾ抵抗効果を使い、容量性、または光学的検出技術と信号変換、そしてセンサー製造者の追加された回路専門技術などによって電氣的信号に変換されます。



Caption: Microphotograph cross-section of a CSOI engineering substrate.

マイクロ写真による CSOI 技術基盤の断面図

他のより複雑な構造で複数の張り合わせされたシリコン層を持つような構造も、高度センサーデザインで可能です。CSOI基盤は慣性MEMS加速度計、ジャイロ스코プ、レーザー画像検出と測距センサー、加えてほかのMEMSデバイスであるマイクロフォン、スピーカー、マイクロ流体力学によって、共振器などの高度なスタートウエハーとなります。CSOI基盤により、開発者は技術リソースを効果的に使うことができ、MEMS工場のローディング生産量やサイクルタイムなど、よりよく工程管理することとなり、多くの場合において、新製品の開発や導入時間の削減につながります。

<https://www.icemostech.com/>

###