

セラミックパッケージ

(1960年代中頃～現在)

セラミックパッケージとは、シリコン製のIC^{注1}チップ等を搭載し保護するための「入れ物」であり、1960年代中頃から使用されている。1971年に電卓演算用マイクロプロセッサ^{注2}を搭載したセラミックパッケージが登場し、その後、これまで特殊用途として使用されていたコンピュータが、パソコンとして広く一般家庭にも普及すると、ICチップの高性能化が進み、これを搭載するセラミックパッケージも、複雑な内部構造を持つ高機能積層製品として進化した。(図1) セラミックパッケージは用途が拡大し、携帯電話に代表される通信機器分野においても、その役割は大きい。周波数フィルタとしてのSAWフィルタ^{注3}や基準周波数発振子としての水晶振動子^{注4}など、これらの小型化要求に対して、これまでの金属パッケージから表面実装型セラミックパッケージ(図2)に移行し、更なる展開を見せている。

1. 製品適用分野

サーバー、パソコン、携帯電話、デジタルカメラ。

2. 適用分野の背景

高い信頼性が要求されるLSI^{注5}においては、シリコンダイへのトランジスタ集積度が高まるに従い入出力端子数が増大し、シリコンダイを搭載するパッケージサイズを小型に保ったまま、これに対応する必要がある。また、シリコンダイが高性能化し、シリコンダイのサイズが大型化するとともに発熱量が増大する傾向にあり、シリコンダイの熱膨張率に近く、熱伝導の良い材質のパッケージが要求される。

一方、携帯電話に使用されるSAWフィルタや水晶振動子は、これまで金属パッケージに搭載されていたが、通信機器の小型化要求からパッケージの小型化、表面実装が不可欠となると共に、搭載されるSAWチップや水晶チップを外部環境変化から保護しつつ、落下にも充分耐えうる強度を持ったパッケージが必要とさ

れている。

3. 製品の特徴

パッケージの具備すべき役割としては、①ダイやチップの持つ機能や電気特性を最大限に活用する機能、②ダイやチップの実装・取り扱いを容易にする機能、③搭載するダイやチップを外部環境から保護する機能、④発熱があるダイについては、熱を外部に逃げやすくする機能、等が挙げられる。

これらを実現するためにパッケージへは、a) 単位面積当たりの入出力端子の増加、b) 三次元高密度内部配線構造、c) 電気信号の高周波化・高速化対応、d) 小型化・薄型化、e) 金属キャップや金属ピンに対応するためのろう付け性、f) 放熱性の向上と言ったものが要求される。

セラミックパッケージとして広く利用されているアルミナパッケージを例に取って説明する。

アルミナ(Al_2O_3)は、強度や硬度が高く、小型薄型

見学可能：

森村・大倉記念館：愛知県名古屋

<http://www.noritake.co.jp/CANVAS/>

JFCC展示室：愛知県名古屋

http://www.jfcc.or.jp/24_display/index.html

Key-words：LSI、コンピュータ、携帯電話、アルミナ、積層セラミックパッケージ、表面実装

注1 Integrated Circuit 集積回路

注2 MICROPROCESSOR 計算機の中央演算装置を1個ないし数個の集積回路上に乗せたもの

注3 表面波 (Surface Acoustic Wave) を利用した周波数フィルタ

注4 水晶結晶を加工した水晶片に電極を付けたもので、圧電特性により固有の共振周波数を持つ

注5 Large Scale Integration 大規模集積回路

注6 Controlled Collapse Chip Connection の略。シリコンチップをパッケージに搭載するため、高さを制御した接合用半田を用いたチップ接続方法。

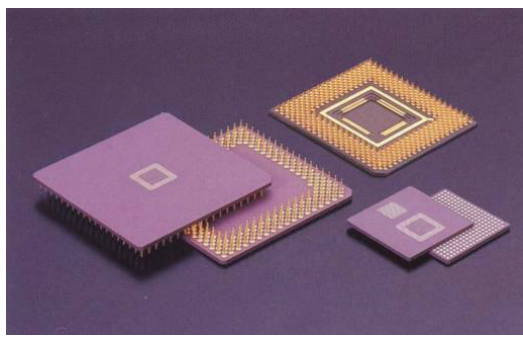


図1 LSI用セラミックパッケージ

LSI用のシリコンチップは、セラミックパッケージのキャビティ部やC4^{注6}部に搭載される。セラミックパッケージには、昨今の電気接続端子数増加に対応する為、回路基板との電気接続用の多数の金属ピンや接続端子が設けられている。

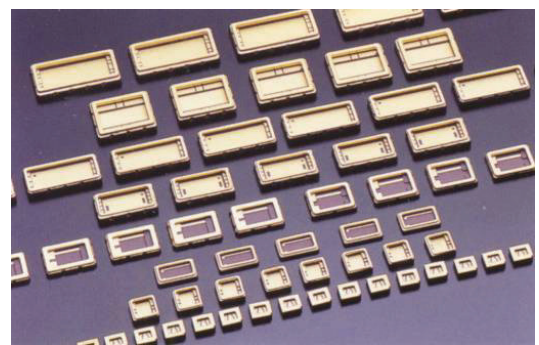


図2 通信デバイス用セラミックパッケージ

SAWや水晶チップは、水分等の外部環境を非常に嫌う為、セラミックパッケージにて十分に保護される必要が有る。小型化要求が強いが、落下衝撃に耐える強靭さや金属キャップによる封止性等が同時に要求される。

の形状でも十分な強度を持つとともに入出力ピンや封止用金属キャップのろう付けに対して強固な密着強度を持つ。また、酸・アルカリに対する耐食性が優れ、端子部へのメッキ工程において広い薬液選択が可能になる。

アルミナの持つ高い電気絶縁性により、薄いセラミックシートを何枚も積層して使用することが可能になり、三次元高密度配線構造を実現することができ、パッケージの小型化に極めて有利となる。

アルミナの熱膨張係数は金属や有機材料に比べ一桁小さく、シリコンに比較的近い値を示す事から、特にLSIに使用される大型のシリコンダイの搭載には有利

となる。さらに、アルミナの持つ低い誘電損失は、入出力信号の高周波化や高速信号のやり取りにおいて有用である。(表1)

4. 製造方法

アルミナ材を用いた積層セラミックパッケージの製造方法について述べる。(図3)

主原料として用いられるアルミナ原料には高純度な α -アルミナが使用され、電気絶縁性を劣化させるNa等のアルカリ成分や不純物は十分に除去されている。本アルミナとは別に焼結挙動等を制御するためのMgO等の添加物が副原料として使用される。

表1 アルミナセラミック特性例

	92%アルミナ	FR5(参考)
誘電率 (@1MHz)	9.8	4.6
誘電損失 (10^{-4} @1MHz)	3	80
体積抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	$>10^4$	$>10^4$
破壊電圧 (kV/mm)	15	—
熱膨張係数 ($10^{-6}/\text{K}$)	6.8	14(X-Y方向)
熱伝導率 (w/m \cdot K)	17	0.5

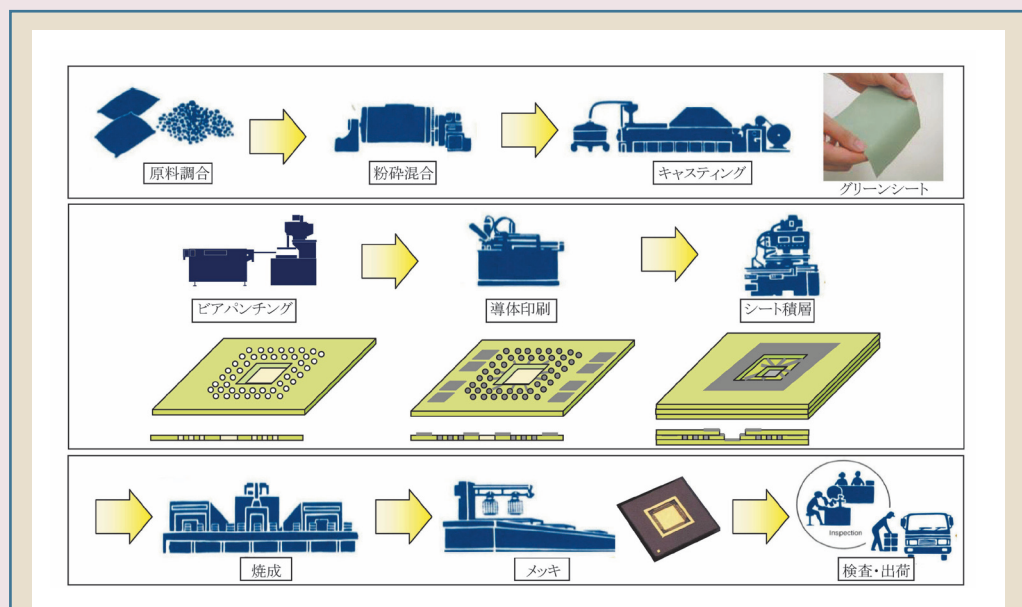


図3 セラミック積層パッケージ製造プロセス

セラミック原料粉末は、有機バインダ、有機溶剤とともに粉碎混合後、キャストにてグリーンシートが作られる。グリーンシートは、セラミックパッケージのデザインに合わせて、それぞれに穴あけや導体パターン印刷が行われ、積層された後、焼成が行われめっき等の後工程を経て完成品となる。

これらの原料は、所定の組成になるように調合され、有機バインダ、有機溶剤とともに粉碎混合が行われ、スラリーと呼ばれる原料が均質分散した泥漿が作られる。このスラリーは搬送用樹脂テープ（キャリアテープ）上に送られ、ドクターブレードと呼ばれる金属プレートとキャリアテープの隙間をスラリーが通り抜け、その後の乾燥工程を経ることにより、キャリアテープ上に所定の厚みで柔軟性を持ったセラミックシート（グリーンシート）が連続的に形成される。セラミックパッケージは、搭載する機能チップの電気特性を最大限に活用するため、特性インピーダンス整合や高信号伝送特性、低クロストーク等の電気回路設計が行われており、これに基づいた複雑な三次元内部配線構造を持つパッケージを実現するため、多いものは数十層のシート積層が行われる。これを構成するグリーンシートには、一枚ずつ所定のデザインに基づいたビアや配線パターンがスクリーン印刷にてモリブデン等電極材で形成される。電極印刷が完了したグリーンシートは、回路設計に基づいた順番に重ねられ、真空熱圧着にてシート積層が行われる。本積層体は、有機バインダ分解工程を経た後、高度に雰囲気制御された焼成炉にて、セラミックと電極材の同時焼成が行われ、複雑な内部構造と高寸法精度を持つ焼成体が得られる。焼成体

はデザインによっては入出力端子用の金属ピンがろう付けされた後、表面電極や金属ピンへのめっきが行われる。その後、幾つかの検査工程を経た後完成品となる。

5. 将来展望

セラミックパッケージは、登場以来40年以上に渡り進化を続けて来た。使用されるセラミック材料もアルミナだけでなく、熱伝導の高い窒化アルミや、銀・銅と言った低抵抗導体を使用可能なLTCCなど、用途に応じたセラミックパッケージが使用されている。プラスチック製パッケージはセラミックパッケージの代替としてあるが、セラミックパッケージは、高強度、高靱性、低熱膨張、デザインの多様性等の優位点を持ち、特に高信頼性が要求される用途においては更に進化を続けながら広く使用されて行くことが期待される。

文献

日本電子材料工業会編集，“電子回路用高機能セラミック基板”，日本工業出版 pp29-50.

[連絡先] 日本特殊陶業(株) 総合研究所