

車載用 GSP SAW の構造について

1. SAW デバイスとは

弾性表面波(Surface Acoustic Wave: 以下 SAW)は、弾性体の表面付近にエネルギーが集中して伝搬する波で、この波を応用した電子デバイスを SAW デバイスと呼びます。

以下に、水晶振動子と SAW デバイスの違いを説明します。水晶片は様々なモードで機械振動をしていますが、一般的に使用されているのは厚みすべり振動の AT カット、BT カットになります。(AT カットは 3 次の温度特性を持ち、BT カットは 2 次の温度特性を持っています)。また、表 1 の様に周波数は厚みに反比例している為、高周波対応する場合水晶振動子の水晶片が薄くなり、加工が難しくなります。

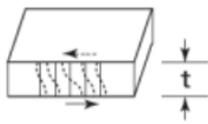
振動姿態	切断方位	周波数範囲 (kHz)	周波数計算式 (kHz)	
厚みすべり振動 	AT 基本波	800~5000	1670/t	
		2000~80000	1670/t	
	次数	AT3 次オーバートーン	20000~90000	1670×n/t
		AT5 次オーバートーン	40000~130000	
		AT7 次オーバートーン	100000~200000	
	AT9 次オーバートーン	150000~230000		
BT 基本波	2000~35000	2560/t		

表 1. 水晶片の振動形態と周波数範囲

対して SAW フィルタは図 1 のように、圧電基板上に表面波を励振及び受信するすだれ電極を設けた構造になっており、すだれ状電極に交流電圧を印加すると圧電効果により、隣り合う電極間の圧電基板にひずみが生じ表面波が励振されます。

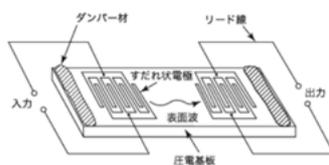


図 1. SAW フィルタの基本構造 (トランスバーサル型)

すだれ電極は図 2 のように周期的に配置されており、表面波はその波長 λ と電極周期が等しい場合に最も強く励振されます。中心周波数 f_0 と表面波の伝搬速度 v との間には $f_0 = v / \lambda$ の関係があり、表面に形成された電極間隔で周波数が決まります。

このため、フォトリソ加工することにより、容易に高周波に対応することができます。

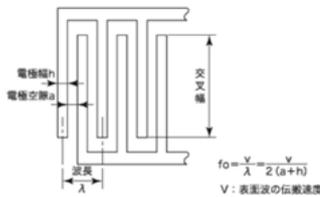


図2. すだれ電極の基本構造（トランスバーサル型）

2. SAW デバイスのラインナップ

日本電波工業（株）ではモジュール内蔵用の WLCSP(Wafer Level Chip Scale Package)をはじめとして、ディスクリットタイプの CSP(Chip Scale Package)、産業用、車載用、宇宙用などの気密 PKG タイプの SAW デバイスをラインナップしており、対応可能な周波数は 40MHz～3 GHz 帯です。

3. 車載用 SAW デバイスについて

車載用の SAW デバイスは主に RKE(Remote Keyless Entry)や TPMS(Tire Pressure Monitoring System)の受信機、ナビゲーションシステム(Global Navigation Satellite System: GNSS)等の RF 回路部にフィルタとして利用されています。主に 300MHz～400MHz 帯の周波数が採用される RKE や TPMS 用のフィルタは周波数が低く SAW チップサイズの制約があることから 3mm×3mmの気密 PKG タイプの製品が多く使用されます。周波数の高いナビゲーションシステム用途では気密 PKG タイプだけではなく CSP タイプの製品（WFF93A1582UE）も採用されています。ここでは高信頼性が要求される車載用 CSP の構造について説明します。

4. 車載用 CSP の構造

車載用の製品には AEC-Q200 の信頼性要求があり、特に民生用途に比べて広い温度範囲に対応しなくてはなりません。従来の CSP では SAW チップをセラミック基板に金バンプを介してフリップチップボンディングにて搭載する構造で、材料の温度係数の違いにより、耐熱衝撃は-40℃～+85℃、200 サイクルでした。他方、車載用 CSP は使用材料の温度係数をほぼ同じにすることで耐熱衝撃性を改善した結果、耐熱衝撃試験で-55℃～+125℃、1000 サイクルにおいて問題ない事を確認しました（詳細は後述）。また、ベース基板への接続にはんだボールを使用した WLCSP を採用し、その周りに樹脂を充填させて再度モールドし、信頼性を高めるモジュールメーカーの製法を採用して耐環境性能を向上させています。

従来 CSP と車載用 CSP の構造の違いを下記に示します。

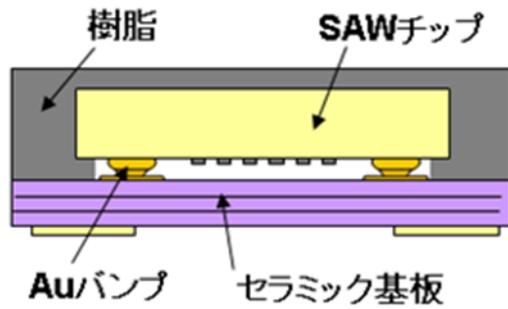


図 3. 従来構造の CSP

図 3 は従来構造の CSP で、先に述べた通り SAW チップをセラミック基板上に金バンプを介してフリップチップボンディングしシート樹脂にて封止することで SAW 伝搬部分の中空を形成しています。セラミック基板と SAW チップの温度係数の差が大きいため、熱衝撃を繰り返すと金バンプ部にストレスが加わり接続が損傷すると電気的導通が失われ故障になります。

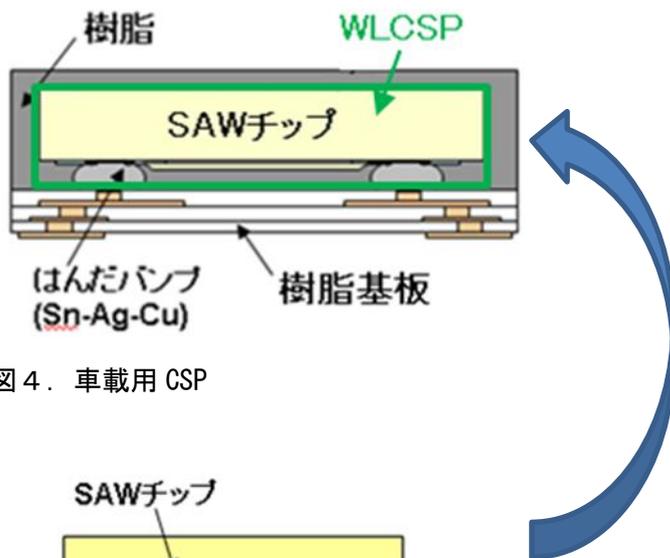


図 4. 車載用 CSP

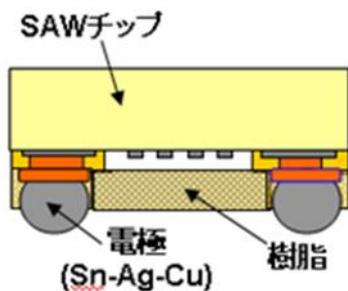


図 5. WLCSP

図 4 は車載用 CSP の構造で、図 5 に示す伝搬部分の中空を確保した WLCSP を基板にフリップチップボンディングし封止樹脂は SAW 伝搬部の下面にまで充填されています。

SAW チップ、基板、封止樹脂の温度係数をほぼ同じにそろえることで熱衝撃におけるバンプ部へのストレスを低減し、耐熱衝撃試験は-55℃～+125℃、1000 サイクルにおいて問題ない事を確認しており他の要求規格も含めてAEC-Q200の規格を満足しています。(図6)

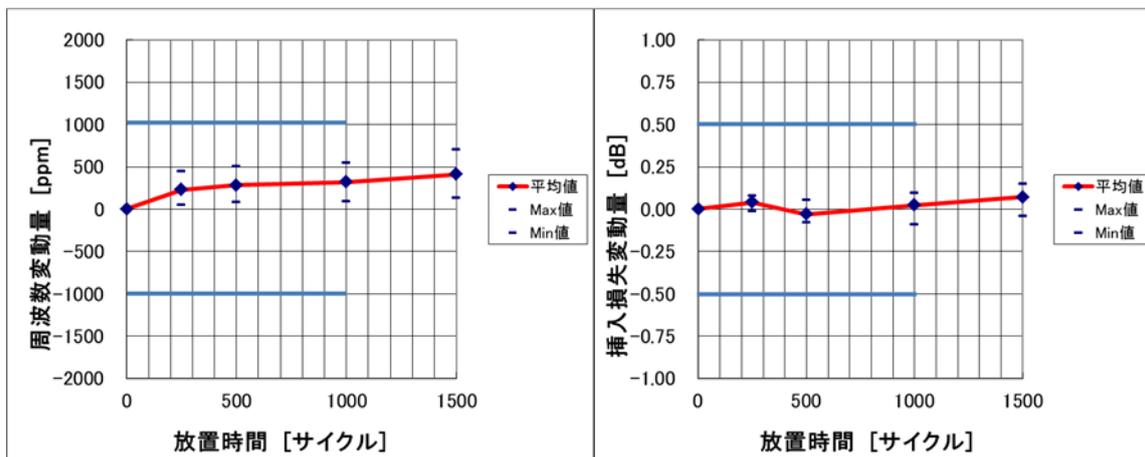


図6. 車載用 GSP 熱衝撃試験結果

以上