

土屋 均
H. Tsuchiya

坂庭 正夫
M. Sakaniwa

小幡 真紀
M. Obata

移動体通信は、携帯電話をはじめ、1995年7月から公衆サービスが開始されたPHS(簡易型携帯電話)などで、市場拡大を続けている。これらの新メディアを支えるキーコンポーネントの一つに、ハイパスフィルタ部品のSAW(Surface Acoustic Wave)フィルタがある。SAWフィルタは、従来の誘電体フィルタに比べ、高周波特性、デジタル化、そして小型化に対応可能のため、小型化志向の移動体通信に使用されている。

今回、この特性を実現させるセラミックパッケージ型SAWフィルタの実装技術として、接着剤の定量塗布技術とチップマウント技術の開発を行い、製品化を達成した。この技術は、今後の新しいSAWフィルタの製品化に役立たせることができる。

The market for mobile radio equipment is expanding in line with recent growth in digital cellular phones and services such as the personal handy phone system (PHS), which commenced public service in July 1995. One of the key components of these new media is the surface acoustic wave (SAW) filter, which is a type of high-pass filter. The SAW filter is better suited for use in small mobile radio devices than the former dielectric filter, due to its ability to handle high frequencies, digital capability, and compact size.

This paper describes the development of assembly technology for the ceramic packaged SAW filter, which realizes these characteristics, and the achievement of new filter production. This technology will be useful for the development of new SAW filters from now on.

1 まえがき

SAWの技術は、高周波帯(10MHz~2GHz)のバンドパスフィルタとして、テレビなどのさまざまな電子機器に採用されてきた。高周波フィルタには、このほか、誘電体フィルタ、積層LCフィルタなどがある。しかし、特に形状、減衰量、群遅延特性、無調整化に優れたSAWフィルタが、近年市場拡大している移動体通信のキーコンポーネントの一つとして、使用されている。

移動体通信は、携帯して使用するため、構成する電子部品は、高密度実装用SMD(表面実装部品)であることが必須(す)である。SAWフィルタも、リード付き部品よりも小型化を考慮したセラミック製のSMDが開発された。

このSAWフィルタは、ワイヤボンド面をチップ表面近くに配置したため箱型になる。そこで、チップ固定用接着剤とSAWチップを、箱型パッケージ内へ高精度供給する技術が必要であった。

当社は、1993年からこのSAWフィルタの製品開発と新規実装技術の開発を行ってきた。

その結果、チップ装着を3 σ 値100 μ m以下で装着できるチップマウント技術を開発したので紹介する。

2 SMDのSAWフィルタ

SAWチップは、LiTaO₃、LiNbO₃または水晶などの圧電体基板に、通常Al材のくし形電極(IDT)やグレーティング反射器を、フォトリソグラフィ技術で形成したものである。このくし形電極の入力側に電圧変化の信号を加えると、表面波が基板上に励起し、表面波の半波長とIDTのピッチが一致したとき、最大の出力を発生する。このため、IDTのピッチを微細化することで、高い周波数の検波が可能となる。SAWチップの表面形状を図1に示す⁽¹⁾。

表面波は、1885年に英国のロードレイリーによって発見された物理現象で、固体の表面だけを波紋が広がるように伝わる特殊な波のことである。

今日、周波数も2GHzといった準マイクロ波で作動させる製品が要求され、IDTの線幅は数 μ m~0.数 μ mと微細化している。このIDTを保護するために、パッケージは気密性が必要である。今回開発されたSMDのSAWフィルタは気密性確保のため、パッケージをセラミックとし、コバールリングを介して金属板のシーム溶接封止を行っている。また、気密性を確保した状態で外部電極と内部電極の電氣的接続を行うため、パッケージはセラミックの積層構造を採用した。今回

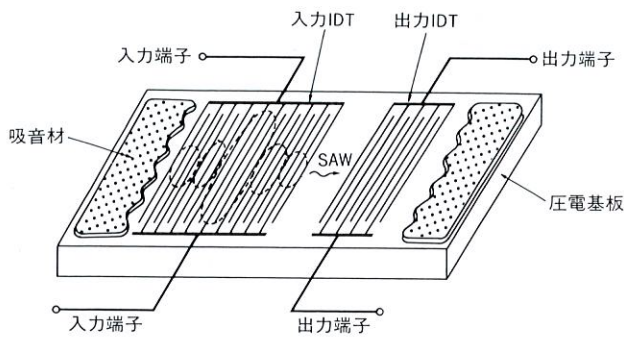


図1. SAWチップの基本構造 フィルタ動作は入力IDTでSAWを励起し、出力IDTで受信する。
Basic structure of SAW chip

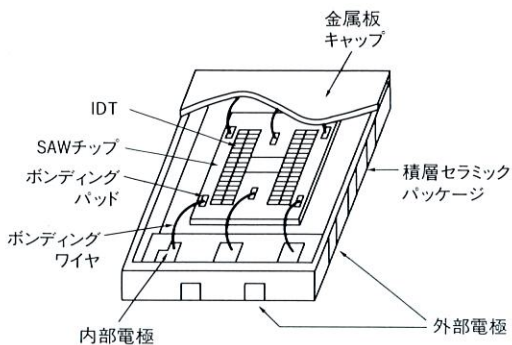


図2. SAWフィルタの基本構造 箱型積層セラミックパッケージ内にSAWチップがマウントされ、ボンディングワイヤで電気接続をとる。
Basic structure of SAW filter

のSAWフィルタの構造を図2に示す。SAWフィルタは他のフィルタに比べ、構造が平面であるため、SMDに必要な薄型化が可能である。

以上の回路構造から、デジタル化、高周波対応、そして小型化に対応可能なSAWフィルタが、移動体通信のRF(無線周波)フィルタやIF(中間周波)フィルタとして、誘電体フィルタに代わって採用されている。

携帯製品のデジタル化が進むなかで、SAWフィルタはいっそうの低損失化と耐電力性、選択特性、群遅延特性の向上そして小型化が要求されている。このSAWフィルタ開発に必要な実装技術開発を次に述べる。

3 実装工程と開発項目

SAWフィルタは、次の工程で組立てを行う。工程を図3に示す。

- (1) パッケージにSAWチップ固定用接着剤を供給
- (2) パッケージにSAWチップをマウント
- (3) パッケージ電極とSAWチップ上の電極をワイヤボンディングで接続
- (4) キャップをパッケージに溶接し、パッケージを封止

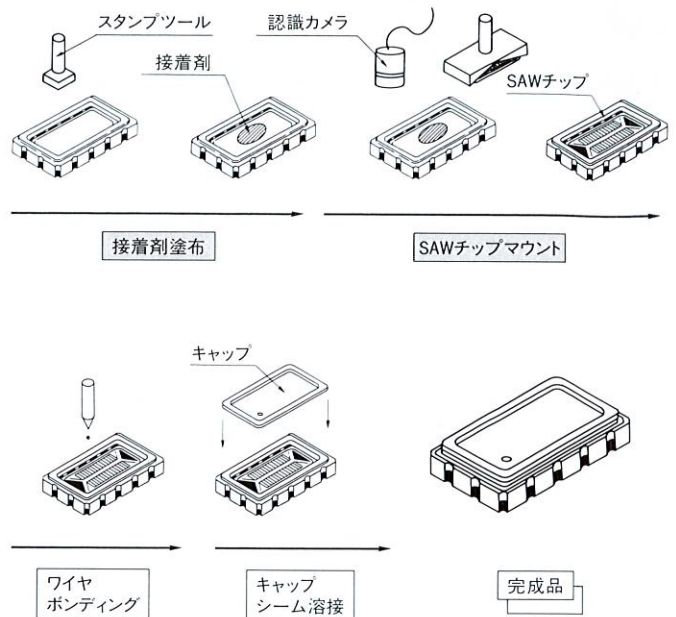


図3. SAWフィルタの組立工程 SAWチップの組立てに必要な固有技術は、接着剤塗布とチップマウントの技術である。
Assembly process of SAW filter

今回この工程の中で、技術が確立していない(1)、(2)の実装工程を開発した。

実装工程には、固有の接着剤定量塗布技術とチップマウント技術が必要であった。

それぞれの技術開発内容を次に述べる。

4 接着剤の定量塗布技術

SAWチップを固定するための接着剤は、表面波の伝播(ば)を抑圧させないために、その接着特性と塗布面積や塗布厚さの制御が必要である。

接着剤は熱硬化性接着剤を選定し、固定力を調整した。また、塗布面積および塗布厚さの制御を行うために、接着剤供給には転写方式を採用した。

転写方式の接着剤供給機構を図4に示す。スキージを使い接着剤の厚さを一定にし、かつ接着剤塗布面積がチップの外形面積に対し、80%となる転写ヘッドを開発した。また、センサおよび認識光学系を使用して、転写ヘッドの転写高さや転写位置を制御し、チップ外形から接着剤のはみ出しを防止した。この方式により、塗布位置決め精度 $\pm 50 \mu\text{m}$ 、塗布厚さ $100 \mu\text{m} \pm 20 \mu\text{m}$ を可能とした。

5 チップマウント技術

SAWチップは、 LiTaO_3 、 LiNbO_3 または水晶などのもろい材料の表面に、IDTをフォトリソグラフィ技術で形成して

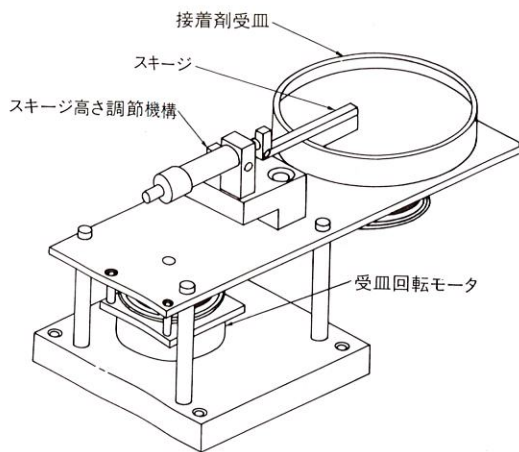


図4. 接着剤供給機構 接着剤の定量供給にスキージと回転皿を採用し、塗布厚さ $100\ \mu\text{m} \pm 20\ \mu\text{m}$ にする。
Adhesive supply mechanism

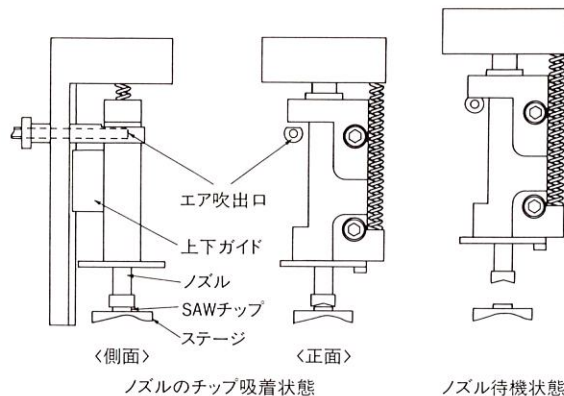


図5. チップノズル高さ検出機構 ノズルにかかる上方向の力を圧力センサで検出し、高さ設定値を $100\ \mu\text{m} \pm 10\ \mu\text{m}$ で設定する。
Chip nozzle level detection mechanism

いる。このため、従来のチップマウント方式で箱型パッケージにマウントすると、以下の問題が発生する。

- (1) IDT 表面は吸着できないため、吸着ノズルは角錐(すい)ノズルでチップのエッジを支える。このためノズル外形がチップ外形よりも大きくなり、箱型パッケージの中へのチップ位置決めには高精度が要求される。
- (2) チップ吸着とマウント時に、ノズルとチップの接触部でチップ欠けが発生する。そこで、ノズルとチップにわずかなギャップを設定する。しかし、ギャップはチップとノズルの位置ずれ原因になるため、ギャップ量制御が要求される。
- (3) パッケージが積層セラミックのため、焼結時の寸法誤差が $300\ \mu\text{m}$ 程度発生する。このため、チップマウント位置の補正に、認識マーク以外を検討する必要がある。従来技術の問題点を解決するため、次の技術開発を行った。

5.1 チップ位置決め機構の開発

チップ位置決め精度向上のために、チップの姿勢を認識し、 θ 方向のチップ姿勢を位置出しする中間ステージを設けた。また、認識データからチップ中心を割り出し、ノズル中心でチップを吸着させた。このノズルの位置決めは、 $\pm 10\ \mu\text{m}$ の位置決め精度をもつ NC テーブルを採用した。

5.2 ノズル高さ制御機構の開発

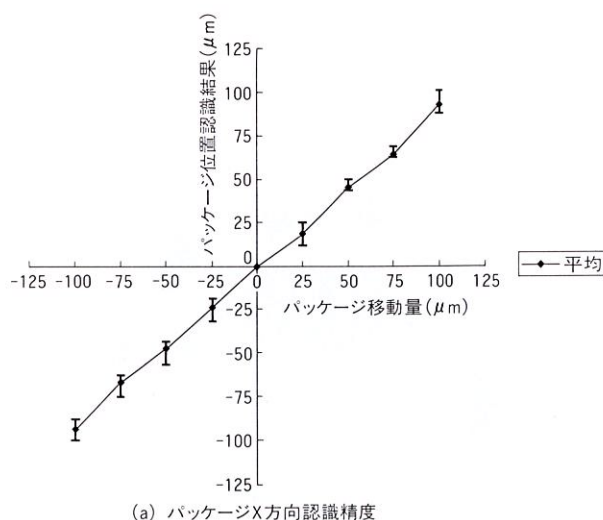
チップ吸着とマウント時に、ノズルでチップを加圧しないため、ノズル高さ検出機構を設けた。検出機構を図5に示す。検出機構は、チップを吸着したノズルを低速で下降させ、チップが下降点で接触したことを圧力センサで検出する。この方式を検証し、チップの吸着およびマウント時のノズル高さは、 $10\ \mu\text{m}$ 以内の検出が確認できた。ノズル高さの位置決めは NC 機構を採用し、 $\pm 5\ \mu\text{m}$ の精度を確保した。

以上の機構により、チップ吸着およびマウント時にチップとパッケージとの間隔を $100\ \mu\text{m} \pm 10\ \mu\text{m}$ に設定することが可

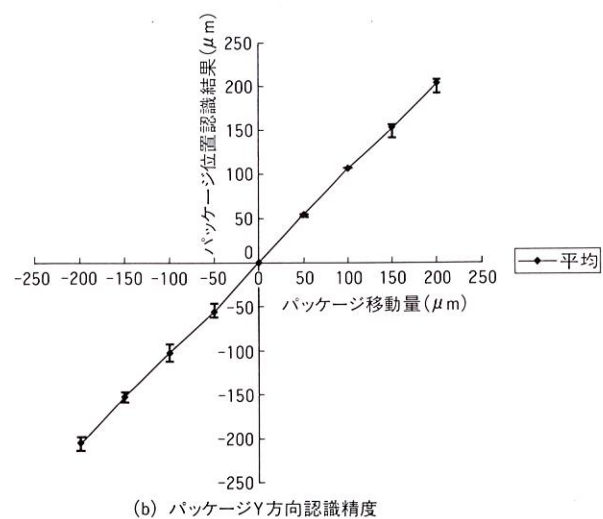
能となった。

5.3 パッケージ認識技術の開発

積層セラミック表面のマークは、セラミック焼結時に位置



(a) パッケージX方向認識精度



(b) パッケージY方向認識精度

図6. 認識精度測定結果 パッケージ壁面移動値と認識結果を測定し、精度 $\pm 10\ \mu\text{m}$ 以内を検証する。

Results of recognition accuracy measurement

ずれを 300 μm 程度発生する。また、電気接続の確保のためにパッケージは積層構造とし、これがパッケージ壁面の位置ずれを発生する。そこで、パッケージ壁面位置を認識する技術を開発し、壁面位置検出精度 $\pm 10 \mu\text{m}$ 以内を確認した。

検証方法は、パッケージを精密テーブルで移動させ、このときのパッケージ位置と認識位置測定値を比較した。結果を図 6 に示す。

また、認識誤差要因の一つに壁面段差の影の影響があったが、落射照明を使用した照明方法を開発し、解決した。

6 装置開発と検証結果

上記技術を取り入れた装置開発を行い、実装工程に必要な製造技術の検証を行った。装置の外観を図 7 に示す。

この装置で検証した主な機械精度の結果を表 1 に示す。また、チップ表面の保護のため開発した角錐コレット型ノズルと、フラットノズルのマウント精度を比較した。結果を表 2 に示す。結果から、SAW フィルタの実装工程に必要な角錐コレット型ノズルのチップ位置決め精度は、 3σ 値 100 μm 以下を達成し、実用化にめどを付けた。

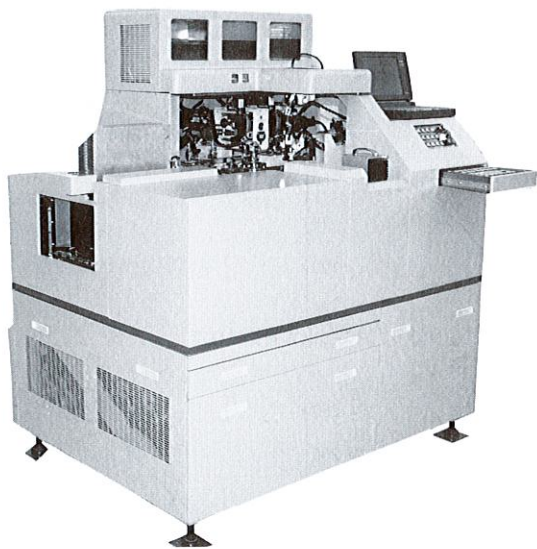


図 7. SAW マウンタ 認識機構で位置補正をして接着剤塗布とチップマウントを行う装置で検証する。

External view of SAW mounter

7 あとがき

高特性、小型、薄型の SAW フィルタを製品化する実装技術を開発した。特に、部品外形の小型化、性能向上に必要なパッケージの SMD 化を実現するため、箱型パッケージへの接

表 1. SAW マウンタの機械精度

Accuracy of SAW mounter

機械精度測定項目	仕様値	実測値
マウンタ X 軸繰返し位置決め精度	5 μm	5 μm
絶対位置決め精度	15 μm	5 μm
Y 軸繰返し位置決め精度	10 μm	10 μm
絶対位置決め精度	20 μm	12 μm
Z 軸繰返し位置決め精度	10 μm	10 μm
絶対位置決め精度	10 μm	10 μm
θ 軸繰返し位置決め精度	0.1°	0.06°
絶対位置決め精度	0.5°	0.1°
ヘッド軸心ブレ	30 μm	10 μm
スタンプ X 軸繰返し位置決め精度	5 μm	1 μm
絶対位置決め精度	15 μm	3 μm
Y 軸繰返し位置決め精度	10 μm	10 μm
絶対位置決め精度	20 μm	18 μm
Z 軸繰返し位置決め精度	10 μm	10 μm
絶対位置決め精度	10 μm	10 μm
θ 軸繰返し位置決め精度	0.1°	0.06°
絶対位置決め精度	0.5°	0.1°
ヘッド軸心ブレ	30 μm	30 μm

表 2. チップマウント精度

Results of chip mounting accuracy measurement

マウント精度 (3 σ)	①角錐ノズル	②フラットノズル
X (μm)	80	60
Y (μm)	100	55
θ (°)	2.6	2.0
備考	チップとツールのギャップ量を一定かつ小さくすることで、従来ツールに比べチップの傾きが小さくなった。	チップの傾きはなくなったが、チップ表面にきずが発生した。

着剤定量塗布技術とチップマウント技術を確立した。

結果としては、チップ装着精度で 3σ 値 100 μm 以下を達成した。この技術を、今後ニーズに対応した新しい SAW フィルタの開発に役だてていく。

文 献

- (1) 安原吉彦, 他: 移動体通信用弾性表面波デバイス, 東芝レビュー, 49, 7, pp.527-530 (1994)



土屋 均 Hitoshi Tsuchiya

1984 年入社。半導体・電子部品の実装機の研究・開発に従事。現在、生産技術研究所メカトロニクス開発センター研究主務。

Manufacturing Engineering Research Center



坂庭 正夫 Masao Sakaniwa

1982 年入社。電子部品材料生産技術部で要素部品の生産技術開発に従事。現在(株)エイ・ティ・バッテリー技術開発部生産技術グループ担当主任。

A & T Battery Corporation



小幡 真紀 Maki Obata

1991 年入社。半導体・電子部品の実装機の研究・開発に従事。現在、生産技術研究所メカトロニクス開発センター。

Manufacturing Engineering Research Center