

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2024-532100
(P2024-532100A)

(43)公表日 令和6年9月5日(2024.9.5)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
H 0 3 H 9/25 (2006.01)	H 0 3 H 9/25	A 5 F 1 3 6
H 0 1 L 23/34 (2006.01)	H 0 1 L 23/34	A 5 J 0 9 7

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全40頁)

(21)出願番号	特願2024-508487(P2024-508487)	(71)出願人	595020643 クゥアルコム・インコーポレイテッド QUALCOMM INCORPORATED
(86)(22)出願日	令和4年7月1日(2022.7.1)		
(85)翻訳文提出日	令和6年2月9日(2024.2.9)		
(86)国際出願番号	PCT/US2022/073354		
(87)国際公開番号	WO2023/028392		
(87)国際公開日	令和5年3月2日(2023.3.2)		
(31)優先権主張番号	17/409,282		
(32)優先日	令和3年8月23日(2021.8.23)	(74)代理人	110003708 弁理士法人鈴榮特許総合事務所
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(72)発明者	ドウッタ、ラナディーブ アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス ・ドライブ 5 7 7 5
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く	(72)発明者	キム、ジョンヘ アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームを採用する表面弾性波（SAW）フィルタパッケージ、及び関連する製造方法

(57)【要約】

放熱のための強化熱伝導性キャビティフレーム（128）を採用する表面弾性波SAWフィルタパッケージ（103）、及び関連する製造方法が開示される。SAWフィルタパッケージは、外周構造体と、インターデジタルトランスデューサIDT（108（1）、108（2））を含む圧電材料（104）の基板に結合された外周構造体の内側のキャビティ（120）と、を含むキャビティフレームも含む。キャップ基板（126）が、基板とキャップ基板との間の外周構造体の内側の空気キャビティ（120）を取り囲むようにキャビティフレームの外周構造体上に配置される。例示的な態様では、SAWフィルタパッケージ内で発生した熱を効果的に放熱してSAWフィルタの所望の性能を維持するために、キャビティフレームは、ダイヤモンド、窒化ケイ素、酸化アルミニウム、サファイアのような、5W/Kmよりも大きい強化された熱伝導率を有する材料で構成される。SAWフィルタパッケージ内で発生した熱を、ホットスポットが特に発生し得るキャビティフレームの縁部及び角部において特に、より効果的に放熱することができる。キ

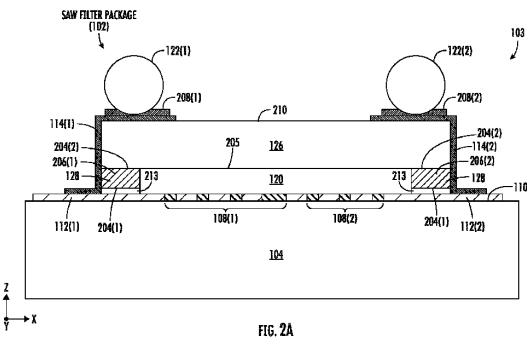


FIG. 2A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電材料を備え、第 1 の表面を有する基板と、
キャップ基板と、
前記キャップ基板と前記基板の前記第 1 の表面との間にキャビティを形成している前記
基板と前記キャップ基板との間に配置されたダイヤモンドキャビティフレームと、
前記キャビティ内の前記基板の前記第 1 の表面上の第 1 のインターデジタルトランスデ
ューサ (IDT) と、
前記キャビティ内の前記基板の前記第 1 の表面上の第 2 の IDT と、
を備える、表面弾性波 (SAW) フィルタパッケージ。

10

【請求項 2】

前記キャップ基板は、前記ダイヤモンドキャビティフレームの少なくとも 1 つのフレー
ム側壁と垂直方向において同一平面上にある少なくとも 1 つのキャップ基板側壁を備える
、請求項 1 に記載の SAW フィルタパッケージ。

【請求項 3】

前記キャップ基板は、第 1 の長手方向軸に沿って延びている第 1 のキャップ基板側壁と
、前記第 1 の長手方向軸と平行な第 2 の長手方向軸に沿って延びている第 2 のキャップ基
板側壁と、を備え、
前記ダイヤモンドキャビティフレームは、前記第 1 の長手方向軸に沿って延びている第
1 のフレーム側壁と、前記第 2 の長手方向軸に沿って延びている第 2 のフレーム側壁と、
を備え、
前記第 1 のキャップ基板側壁は、垂直方向において前記第 1 のフレーム側壁と同一平面
上にあり、前記第 2 のキャップ基板側壁は、前記垂直方向において前記第 2 のフレーム側
壁と同一平面上にある、
請求項 1 に記載の SAW フィルタパッケージ。

20

【請求項 4】

前記キャップ基板は、長方形のキャップ基板フレーム外周構造体を備え、
前記ダイヤモンドキャビティフレームは、長方形のダイヤモンドフレーム外周構造体を
備え、
前記長方形のキャップ基板フレーム外周構造体は、前記長方形のダイヤモンドフレーム
外周構造体と同一平面上にある、
請求項 1 に記載の SAW フィルタパッケージ。

30

【請求項 5】

前記ダイヤモンドキャビティフレームは、600 及び 2,000 ヴット (W) 毎メー
トル (m) - 毎ケルビン ($W/m-K$) を含む、600 ~ 2,000 $W/m-K$ の熱伝導率
を有する、請求項 1 に記載の SAW フィルタパッケージ。

【請求項 6】

前記ダイヤモンドキャビティフレームは、1 パーツパーミリオン (ppm) / セ氏温度
(C) ($ppm/^{\circ}C$) 以下の熱膨張率 (CTE) を有する、請求項 1 に記載の SAW フィ
ルタパッケージ。

40

【請求項 7】

前記ダイヤモンドキャビティフレームは、 1×10^{14} 及び 1×10^{18} オーム cm を
含む、 $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{18}$ オームセンチメートル (cm) (オーム cm) の電気
抵抗率を有する、請求項 1 に記載の SAW フィルタパッケージ。

【請求項 8】

前記キャップ基板の第 2 の表面とは反対側の前記キャップ基板の第 1 の表面に結合され
た第 1 の金属相互接続部と、
前記キャップ基板の前記第 1 の表面に結合された第 2 の金属相互接続部と、
前記少なくとも 1 つのキャップ基板側壁のうちの第 1 のキャップ基板側壁及び前記少な
くとも 1 つのフレーム側壁のうちの第 1 のフレーム側壁に配置されて、前記第 1 の金属相

50

互接続部を前記第1のIDTに結合している第1の金属導体と、

前記少なくとも1つのキャップ基板側壁のうちの第2のキャップ基板側壁及び前記少なくとも1つのフレーム側壁のうちの第2のフレーム側壁に配置されて、前記第2の金属相互接続部を前記第2のIDTに結合している第2の金属導体と、

を更に備える、請求項2に記載のSAWフィルタパッケージ。

【請求項9】

前記基板の前記第1の表面上に配置されたアルミニウムパッドを更に備え、

前記ダイヤモンドキャビティフレームは、前記ダイヤモンドキャビティフレームを前記基板に結合するために前記アルミニウムパッドに結合されている、

請求項1に記載のSAWフィルタパッケージ。

10

【請求項10】

前記キャップ基板が、シリコン材料を備える、請求項1に記載のSAWフィルタパッケージ。

【請求項11】

前記ダイヤモンドキャビティフレームは、前記基板の前記第1の表面に結合された第1の外周面及び第2の外周面を備えるダイヤモンドフレーム外周構造体を備え、

前記キャップ基板は第2の表面を含み、前記第2の表面は、前記ダイヤモンドフレーム外周構造体の前記第2の外周面に結合されて、前記基板と前記キャップ基板との間の前記ダイヤモンドフレーム外周構造体の内側の前記キャビティを取り囲んでいる、

請求項1に記載のSAWフィルタパッケージ。

20

【請求項12】

セットトップボックスと、エンターテインメントユニットと、ナビゲーションデバイスと、通信デバイスと、固定ロケーションデータユニットと、モバイルロケーションデータユニットと、全地球測位システム(GPS)デバイスと、スマートフォンと、セルラーフォンと、スマートフォンと、セッション開始プロトコル(SIP)フォンと、タブレットと、ファブレットと、サーバと、コンピュータと、ポータブルコンピュータと、モバイルコンピューティングデバイスと、ウェアラブルコンピューティングデバイスと、デスクトップコンピュータと、携帯情報端末(PDA)と、モニタと、コンピュータモニタと、テレビと、チューナーと、ラジオと、衛星ラジオと、音楽プレーヤと、デジタル音楽プレーヤと、ポータブル音楽プレーヤと、デジタルビデオプレーヤと、ビデオプレーヤと、デジタルビデオディスク(DVD)プレーヤと、ポータブルデジタルビデオプレーヤと、自動車と、車両部品と、アビオニクスシステムと、ドローンと、マルチコプターと、からなる群から選択されるデバイスに一体化された、請求項1に記載のSAWフィルタパッケージ。

30

【請求項13】

圧電材料を含み、第1の表面を有する基板と、

キャップ基板と、

少なくとも5ワット(W)毎メートル(m)ー毎ケルビン(W/m-K)の熱伝導率を有するキャビティフレームと、前記キャビティフレームは、前記キャップ基板と前記基板の前記第1の表面との間にキャビティを形成している前記基板と前記キャップ基板との間に配置されている、

40

前記キャビティ内の前記基板の前記第1の表面上の第1のインターデジタルトランスデューサ(IDT)と、

前記キャビティ内の前記基板の前記第1の表面上の第2のIDTと、

を備える、表面弾性波(SAW)フィルタパッケージ。

【請求項14】

前記キャップ基板は、前記キャビティフレームの少なくとも1つのフレーム側壁と垂直方向において同一平面上にある少なくとも1つのキャップ基板側壁を備える、請求項13に記載のSAWフィルタパッケージ。

【請求項15】

前記キャップ基板は、第1の長手方向軸に沿って延びている第1のキャップ基板側壁と

50

、前記第 1 の長手方向軸と平行な第 2 の長手方向軸に沿って延びている第 2 のキャップ基板側壁と、を備え、

前記キャビティフレームは、前記第 1 の長手方向軸に沿って延びている第 1 のフレーム側壁と、前記第 2 の長手方向軸に沿って延びている第 2 のフレーム側壁と、を備え、

前記第 1 のキャップ基板側壁は、垂直方向において前記第 1 のフレーム側壁と同一平面上にあり、前記第 2 のキャップ基板側壁は、前記垂直方向において前記第 2 のフレーム側壁と同一平面上にある、

請求項 13 に記載の S A W フィルタパッケージ。

【請求項 16】

前記キャップ基板は、長方形のキャップ基板フレーム外周構造体を備え、

前記キャビティフレームは、長方形のフレーム外周構造体を備え、

前記長方形のキャップ基板フレーム外周構造体は、前記長方形のフレーム外周構造体と同一平面上にある、

請求項 13 に記載の S A W フィルタパッケージ。

【請求項 17】

前記キャビティフレームは、10 パーツパーミリオン (ppm) / セ氏温度 (C) (ppm / °C) 以下の熱膨張率 (CTE) を有する、請求項 13 に記載の S A W フィルタパッケージ。

【請求項 18】

前記キャビティフレームは、 1×10^{10} オームセンチメートル (cm) (オーム cm) 以上の電気抵抗率を有する、請求項 13 に記載の S A W フィルタパッケージ。

【請求項 19】

前記キャビティフレームは、酸化アルミニウム、窒化ケイ素、及びサファイアからなる群から構成される材料を備える、請求項 13 に記載の S A W フィルタパッケージ。

【請求項 20】

前記キャップ基板の第 2 の表面とは反対側の前記キャップ基板の第 1 の表面に結合された第 1 の金属相互接続部と、

前記キャップ基板の前記第 1 の表面に結合された第 2 の金属相互接続部と、

前記少なくとも 1 つのキャップ基板側壁のうちの第 1 のキャップ基板側壁及び前記少なくとも 1 つのフレーム側壁のうちの第 1 のフレーム側壁に配置されて、前記第 1 の金属相互接続部を前記第 1 の I D T に結合している第 1 の金属導体と、

前記少なくとも 1 つのキャップ基板側壁のうちの第 2 のキャップ基板側壁及び前記少なくとも 1 つのフレーム側壁のうちの第 2 のフレーム側壁に配置されて、前記第 2 の金属相互接続部を前記第 2 の I D T に結合している第 2 の金属導体と、

を更に備える、請求項 14 に記載の S A W フィルタパッケージ。

【請求項 21】

前記基板の前記第 1 の表面上に配置されたアルミニウムパッドを更に備え、

前記キャビティフレームは、前記キャビティフレームを前記基板に結合するために前記アルミニウムパッドに結合されている、

請求項 13 に記載の S A W フィルタパッケージ。

【請求項 22】

前記キャップ基板が、シリコン材料を備える、請求項 13 に記載の S A W フィルタパッケージ。

【請求項 23】

セットトップボックスと、エンターテインメントユニットと、ナビゲーションデバイスと、通信デバイスと、固定ロケーションデータユニットと、モバイルロケーションデータユニットと、全地球測位システム (GPS) デバイスと、モバイルフォンと、セルラーフォンと、スマートフォンと、セッション開始プロトコル (SIP) フォンと、タブレットと、ファブレットと、サーバと、コンピュータと、ポータブルコンピュータと、モバイルコンピューティングデバイスと、ウェアラブルコンピューティングデバイスと、デスクトップ

10

20

30

40

50

パソコンコンピュータと、携帯情報端末（PDA）と、モニタと、コンピュータモニタと、テレビと、チューナーと、ラジオと、衛星ラジオと、音楽プレーヤと、デジタル音楽プレーヤと、ポータブル音楽プレーヤと、デジタルビデオプレーヤと、ビデオプレーヤと、デジタルビデオディスク（DVD）プレーヤと、ポータブルデジタルビデオプレーヤと、自動車と、車両部品と、アビオニクスシステムと、ドローンと、マルチコプターと、からなる群から選択されるデバイスに一体化された、請求項 13 に記載の SAW フィルタパッケージ。

【請求項 24】

表面弾性波（SAW）フィルタパッケージを製造する方法であって、

第 1 の表面を備えるキャップ基板を用意することと、

10

少なくとも 5 ワット（W）毎メートル（m）－毎ケルビン（W/m-K）の熱伝導率を有するキャビティフレームの第 1 の表面を前記キャップ基板に結合することと、

圧電材料、第 1 の表面、前記基板の前記第 1 の表面上の第 1 のインターデジタルトランスデューサ（IDT）、及び前記基板の前記第 1 の表面上の第 2 の IDT を備える基板を用意することと、

前記キャビティフレームの第 2 の表面を前記基板の前記第 1 の表面に結合することによって、前記キャップ基板と前記基板の前記第 1 の表面との間にキャビティを形成し、前記第 1 の IDT 及び前記第 2 の IDT を取り囲むことと、

を備える、方法。

【請求項 25】

20

前記キャビティフレームの前記第 2 の表面を前記基板の前記第 1 の表面に結合する前に、前記キャビティフレームの前記第 1 の表面を前記キャップ基板の前記第 1 の表面に結合することを備える、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 26】

前記キャビティフレームを形成することを更に備え、前記形成することは、

エッチング材料を含むエッチング材料層を前記キャップ基板の前記第 1 の表面上に配置することと、

前記エッチング材料に外周開口を形成するように前記エッチング材料層をパターニングすることと、

前記キャビティフレームのキャビティフレーム材料を前記エッチング材料上及び前記エッチング材料の前記外周開口内に配置することと、

30

前記エッチング材料層を除去することと、

を備える、

請求項 24 に記載の方法。

【請求項 27】

前記キャビティフレームの前記第 2 の表面を形成するために前記キャビティフレーム材料を研削することを更に備える、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 28】

前記キャビティフレームの 1 つ以上のフレーム側壁と同一平面上にある前記キャップ基板の 1 つ以上のキャップ基板側壁を形成するために、前記キャップ基板に結合された前記キャビティフレームを垂直方向にダイシングすることを更に備える、請求項 26 に記載の方法。

40

【請求項 29】

前記基板の前記第 1 の表面上に第 1 の金属相互接続部を形成することを更に備え、

前記キャビティフレームの第 2 の表面を前記基板の前記第 1 の表面に結合することは、前記キャビティフレームの前記第 2 の表面を前記基板の前記第 1 の表面上の前記第 1 の金属相互接続部に結合することを備える、

請求項 26 に記載の方法。

【請求項 30】

前記キャップ基板の前記第 1 の表面とは反対側の前記キャップ基板の第 2 の表面上に第

50

2の金属相互接続部を形成することと、

前記キャップ基板のキャップ基板側壁上及び前記第1の金属相互接続部を前記第2の金属相互接続部に結合している前記キャビティフレームのフレーム側壁上に金属導体を配置することと、

を更に備える、請求項29に記載の方法。

【請求項31】

前記キャビティフレームが、ダイヤモンドキャビティフレームを備える、請求項24に記載の方法。

【請求項32】

前記キャビティフレームは、10パートパーミリオン(ppm)/セ氏温度(C)(ppm/°C)以下の熱膨張率(CTE)を有する、請求項24に記載の方法。

【請求項33】

前記キャビティフレームは、 1×10^{10} オームセンチメートル(cm)(オームcm)以上の電気抵抗率を有する、請求項24に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権出願

【0001】本出願は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、2021年8月23日に提出された「SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) FILTER PACKAGES EMPLOYING AN ENHANCED THERMALLY CONDUCTIVE CAVITY FRAME FOR HEAT DISSIPATION, AND RELATED FABRICATION METHODS」と題される米国特許出願公開第17/409,282号の優先権を主張する。

【背景技術】

【0002】

I. 開示の分野

【0002】本開示の分野は、表面弾性波(SAW)フィルタに関し、より詳細にはSAWフィルタパッケージに関する。

【0003】

II. 背景

【0003】モバイル無線デバイスの製造業者は、ハンドヘルドサイズのパッケージにさらに向上する性能を搭載する。性能が向上するということは、より多くの電子部品がパッケージに収められなければならないことを意味する。この傾向は、無線周波数(RF)信号処理に使用される電子部品のサイズ縮小を推進する。電子部品の小型化に対する課題は、物理的により小型の電子デバイスにおいて同じ機能を提供する方法を見出すことである。電子部品を小型化するための別の課題は、同じ又は同様の発熱をもたらす同じ又は同様の量の電力を放散する物理的により小さいデバイスによって生み出される。物理的により小さいデバイス内で発生した熱は、より小さいパッケージ内でより高い動作温度をもたらす、それにより、デバイスの性能及びその寿命に影響を及ぼす可能性が高まる。したがって、デバイスサイズを縮小する場合により効果的に放熱するための方法を見出すことが望ましい。

【0004】

【0004】信号フィルタリングのためのより小さい電子デバイスに設けられたRF信号処理回路に採用されている1つのデバイスは、表面弾性波(SAW)フィルタである。SAWフィルタは、入力アナログ信号から1つ以上の周波数帯域のエネルギーを除去又は低減する。SAWフィルタは、電磁波伝播を基板材料の表面上で機械波伝播に変換することによって周波数をフィルタリングする。一例として、SAWフィルタは、モバイルデバイスで使用するためのダイサイズSAWパッケージ(DSSP)に実装することができる。SAW DSSP技術は、モバイルデバイスのサイズの縮小において重要であった。しか

しながら、SAW DSSPの更なるサイズ縮小と、このようなデバイスを縮小する際の効果的な放熱が引き続き求められている。

【発明の概要】

【0005】

【0005】 本明細書に開示される態様は、放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームを採用する表面弾性波（SAW）フィルタパッケージを含む。関連する製造方法も開示される。SAWフィルタパッケージは機能基板（「基板」）を含み、基板は、圧電材料を含み、SAWフィルタ回路を提供するために第1及び第2のインターデジタルトランスデューサ（IDT）が内部に配置された第1の表面を有する。SAWフィルタパッケージは、フレーム外周構造体と、基板に結合されたフレーム外周構造体の内側のキャビティと、を含むキャビティフレームも備える。キャップ基板が、基板とキャップ基板との間のフレーム外周構造体の内側の空気キャビティを取り囲むようにキャビティフレームのフレーム外周構造体上に配置される。例示的な態様では、SAWフィルタパッケージ内で発生した熱を効果的に放熱してSAWフィルタの所望の性能を維持するために、キャビティフレームは、強化された熱伝導率を有する材料で構成されている。例えば、キャビティフレームは、ダイヤモンドキャビティフレームを提供するためにダイヤモンド材料から構成されてもよい。別の例として、キャビティフレームは、少なくとも5ワット（W）毎メートル（m）－毎ケルビン（W／m－K）の熱伝導率を有する材料から構成されてもよい。このように、SAWフィルタパッケージ内で発生した熱を、ホットスポットが特に発生し得るキャビティフレームの縁部及び角部において特に、より効果的に放熱することができる。

10

20

【0006】

【0006】 また、他の例示的な態様では、肩部領域又はずらした配置のフレーム縁部を形成するキャップ基板の側壁から更に外向きに延びているキャビティフレームの側壁とは対照的に、キャビティフレームの側壁は、垂直方向においてキャップ基板の側壁と位置合わせされる又は同一平面上にある。このようにして、SAWフィルタの面積は、SAWフィルタパッケージの面積を縮小するために水平方向において縮小され、これは、回路パッケージのために利用できる面積が縮小されたデバイスにおいてSAWフィルタパッケージが採用される場合に望ましい場合がある。キャビティフレーム及びキャップ基板の側壁を位置合わせすることにより、キャップ基板上の金属相互接続部（例えば、はんだバンプ）と基板上の金属相互接続部との間の金属相互接続経路長を短縮することもできる。特定の他の例示的な態様では、キャップ基板とキャビティフレーム側壁との間の共平面性を達成するために、キャビティフレームは、基板とは対照的にキャップ基板上にパターニングされて形成される。これにより、ダイシングステップにおいて、キャップ基板上にパターニングされたキャビティフレームを、それぞれの側壁が垂直方向において同一平面上となるように、垂直方向でダイシングすることができる。これにより、そうでなければキャビティフレームが基板上に形成される場合に起こり得るキャップ基板とキャビティフレームとの間の位置ずれを回避又は低減することができ、キャップ基板は、キャップ基板に位置合わせ公差をもたらすために、より大きな幅を有するキャビティフレームに位置合わせされて結合されなければならない。更に、キャップ基板上にキャビティフレームを形成することは、キャビティフレーム材料を堆積させるためのサーマルバジェットが基板のサーマルバジェットを超える場合にも有利であり得る。これにより、SAWフィルタパッケージの性能に悪影響を及ぼす可能性がある基板のメタライゼーション層内の金属相互接続部の拡散を回避することができる。キャップ基板は、メタライゼーション構造を含まない材料から形成することができ、したがってキャビティフレーム材料を堆積させるためのサーマルバジェットの増大に耐えることができる。

30

40

【0007】

【0007】 これに関して、1つの例示的な態様では、SAWフィルタパッケージが開示される。SAWフィルタパッケージは、圧電材料を含み第1の表面を有する基板を含む。SAWフィルタパッケージは、キャップ基板も含む。SAWフィルタパッケージは、キャップ基板と基板の第1の表面との間にキャビティを形成している基板とキャップ基板との

50

間に配置されたダイヤモンドキャビティフレームも含む。SAWフィルタパッケージは、キャビティ内の基板の第1の表面上に第1のIDTも含む。SAWフィルタパッケージは、キャビティ内の基板の第1の表面上に第2のIDTも含む。

【0008】

【0008】 別の例示的な態様では、SAWフィルタパッケージが開示される。SAWフィルタパッケージは、圧電材料を含み第1の表面を有する基板を含む。SAWフィルタパッケージは、キャップ基板も含む。SAWフィルタパッケージは、少なくとも5ワット(W)毎メートル(m)ー毎ケルビン(W/m-K)の熱伝導率を有するキャビティフレームも含む。キャビティフレームは、キャップ基板と基板の第1の表面との間にキャビティを形成している、基板とキャップ基板との間に配置されている。SAWフィルタパッケージは、キャビティ内の基板の第1の表面上に第1のIDTも含む。SAWフィルタパッケージは、キャビティ内の基板の第1の表面上に第2のIDTも含む。

10

【0009】

【0009】 別の例示的な態様では、SAWフィルタパッケージを製造する方法が開示される。方法は、第1の表面を含むキャップ基板を用意することを含む。方法は、キャビティフレームの第1の表面をキャップ基板に結合することを含む。キャビティフレームは、少なくとも5W/m-Kの熱伝導率を有する。方法は、圧電材料、第1の表面と、基板の第1の表面上の第1のIDTと、基板の第1の表面上の第2のIDTとを含む基板を用意することを含む。方法は、キャビティフレームの第2の表面を基板の第1の表面に結合することによって、キャップ基板と基板の第1の表面との間にキャビティを形成し、第1のIDT及び第2のIDTを取り囲むことを含む。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1A】 【0010】 放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームを採用する表面弾性波(SAW)フィルタパッケージと、ダイサイズ縮小及びより短い金属相互接続経路のための同一平面上のキャップ基板及びキャビティフレームとを含む例示的な回路パッケージの側断面図である。

【図1B】 【0011】 放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームと、ダイサイズ縮小及びより短い金属相互接続経路のための同一平面上のキャップ基板及びキャビティフレームとを採用する図1Aの回路パッケージ内のSAWフィルタパッケージの斜視側面図である。

30

【図2A】 【0012】 放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームと、ダイサイズ縮小及びより短い金属相互接続経路のための同一平面上のキャップ基板及びキャビティフレームとを採用する図1A及び図1BのSAWフィルタパッケージの側断面図である。

【図2B】 【0013】 キャビティフレームのフレーム外周構造体を示す、図2AのSAWフィルタパッケージの斜視側面図である。

【図2C】 【0014】 キャップ基板とキャビティフレームとの共平面性を示す、図2AのSAWフィルタパッケージの断面の拡大側断面図である。

【図3】 【0015】 放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームと、ダイサイズ縮小及びより短い金属相互接続経路のための同一平面上のキャップ基板及びキャビティフレームとを含まないSAWフィルタパッケージの側断面図である。

40

【図4】 【0016】 図1A～図2CのSAWフィルタパッケージを含むが、これに限定されない、同一平面上のキャップ基板及びキャビティフレームを有する放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームを使用するSAWフィルタパッケージを製造する例示的なプロセスを示すフローチャートである。

【図5A】 【0017】 図1A～図2CのSAWフィルタパッケージ内のキャビティフレーム及びキャップ基板を含むが、これらに限定されない、放熱のためのSAWフィルタパッケージ用のキャップ基板と同一平面上にある強化熱伝導性キャビティフレームを製造するための別の例示的なプロセスを示すフローチャートである。

【図5B】 図1A～図2CのSAWフィルタパッケージ内のキャビティフレーム及びキャ

50

【図５Ｃ】図１Ａ～図２ＣのＳＡＷフィルタパッケージ内のキャビティフレーム及びキャップ基板を含むが、これらに限定されない、放熱のためのＳＡＷフィルタパッケージ用のキャップ基板と同一平面上にある強化熱伝導性キャビティフレームを製造するための別の例示的なプロセスを示すフローチャートである。

10

【図 6 C】図 5 A～図 5 C の例示的な製造プロセスに係る、図 1 A～図 2 C の S A W フィルタパッケージ内のキャビティフレーム及びキャップ基板を含むが、これらに限定されない、放熱のための S A W フィルタパッケージ用のキャップ基板と同一平面上にある強化熱伝導性キャビティフレームの製造中の例示的な製造段階を示す。

20

【図 6 F】図 5 A～図 5 C の例示的な製造プロセスに係る、図 1 A～図 2 C の S A W フィルタパッケージ内のキャビティフレーム及びキャップ基板を含むが、これらに限定されない、放熱のための S A W フィルタパッケージ用のキャップ基板と同一平面上にある強化熱伝導性キャビティフレームの製造中の例示的な製造段階を示す。

30

【図 6 I】図 5 A～図 5 C の例示的な製造プロセスに係る、図 1 A～図 2 C の S A W フィルタパッケージ内のキャビティフレーム及びキャップ基板を含むが、これらに限定されない、放熱のための S A W フィルタパッケージ用のキャップ基板と同一平面上にある強化熱伝導性キャビティフレームの製造中の例示的な製造段階を示す。

40

【図 8 B】 図 7 の例示的な製造プロセスに係る、図 1 A ~ 図 2 C の SAW フィルタパッケ

ージ内の基板を含むが、これに限定されない、SAWフィルタパッケージ用の基板の製造中の例示的な製造段階を示す。

【図9】[0021] 図1A～図2CのSAWフィルタパッケージを含むが、これに限定されない、SAWフィルタパッケージを作成するために基板に結合された、キャップ基板と同一平面上にある強化熱伝導性キャビティフレームを組み立てるための例示的なプロセスを示すフローチャートである。

【図10A】[0022] 図9の例示的な製造プロセスに係る、図1A～図2CのSAWフィルタパッケージを含むが、これに限定されない、SAWフィルタパッケージを作成するために基板に結合された、キャップ基板と同一平面上にある強化熱伝導性キャビティフレームの組み立て中の例示的な製造段階を示す。

10

【図10B】図9の例示的な製造プロセスに係る、図1A～図2CのSAWフィルタパッケージを含むが、これに限定されない、SAWフィルタパッケージを作成するために基板に結合された、キャップ基板と同一平面上にある強化熱伝導性キャビティフレームの組み立て中の例示的な製造段階を示す。

【図11】[0023] 放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームを採用するSAWフィルタを含む例示的な回路パッケージの側断面図である。

【図12A】[0024] 放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームを採用する図11の回路パッケージ内のSAWフィルタパッケージの斜視側面図である。

【図12B】[0025] 放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームを採用する図11のSAWフィルタパッケージの側断面図である。

20

【図13】[0026] 図1A～図2C及び図11～図12Bにおける、及び図4～図10Bの例示的な製造プロセスに係る、SAWフィルタパッケージを含むが、これらに限定されない、放熱のための強化熱伝導性キャビティフレーム及び／又はダイサイズ縮小及びより短い金属相互接続経路のための同一平面上のキャップ基板及びキャビティフレームを採用するSAWフィルタパッケージを含むことができる構成要素を含むことができる例示的なプロセッサベースのシステムのブロック図である。

【図14】[0027] 図1A～図2C及び図11～図12Bにおける、及び図4～図10Bの例示的な製造プロセスに係る、SAWフィルタパッケージを含むが、これらに限定されない、放熱のための強化熱伝導性キャビティフレーム及び／又はダイサイズ縮小及びより短い金属相互接続経路のための同一平面上のキャップ基板及びキャビティフレームを採用するSAWフィルタパッケージを含むことができる無線周波数(RF)構成要素を含む例示的な無線通信デバイスのブロック図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0011】

[0028] 次に、図面を参照して、本開示のいくつかの例示的な態様について説明する。「例示的(exemplary)」という語は、「例、事例、又は例示として働くこと」を意味するために本明細書で使用される。「例示的」として本明細書で説明したいかなる態様も、必ずしも他の態様よりも好ましい又は有利であると解釈されるべきではない。

【0012】

[0029] 本明細書に開示される態様は、放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームを採用する表面弾性波(SAW)フィルタパッケージを含む。関連する製造方法も開示される。SAWフィルタパッケージは機能基板(「基板」)を含み、基板は、圧電材料を含み、SAWフィルタ回路を与えるために第1及び第2のインターデジタルトランスデューサ(IDT)が内部に配置された第1の表面を有する。SAWフィルタパッケージは、フレーム外周構造体と、基板に結合されたフレーム外周構造体の内側のキャビティと、を含むキャビティフレームも備える。キャップ基板が、基板とキャップ基板との間のフレーム外周構造体の内側の空気キャビティを取り囲むようにキャビティフレームのフレーム外周構造体上に配置される。例示的な態様では、SAWフィルタパッケージ内で発生した熱を効果的に放熱してSAWフィルタの所望の性能を維持するために、キャビティフレームは、強化された熱伝導率を有する材料で構成されている。例えば、キャビティフレームは

40

50

、ダイヤモンドキャビティフレームを提供するためにダイヤモンド材料から構成されてもよい。別の例として、キャビティフレームは、少なくとも5ワット(W)毎メートル(m)ー毎ケルビン(W/m-K)の熱伝導率を有する材料から構成されてもよい。このように、SAWフィルタパッケージ内で発生した熱を、とりわけホットスポットが特に発生し得るキャビティフレームの縁部及び角部において特に、より効果的に放熱することができる。

【0013】

【0030】 また、他の例示的な態様では、肩部領域又はずらした配置のフレーム縁部を形成するキャップ基板の側壁から更に外向きに延びているキャビティフレームの側壁とは対照的に、キャビティフレームの側壁は、垂直方向においてキャップ基板の側壁と位置合わせされる又は同一平面上にある。このようにして、SAWフィルタの面積は、SAWフィルタパッケージの面積を縮小するために水平方向において縮小され、これは、回路パッケージのために利用できる面積が縮小されたデバイスにおいてSAWフィルタパッケージが採用される場合に望ましい場合がある。キャビティフレーム及びキャップ基板の側壁を位置合わせすることにより、キャップ基板上の金属相互接続部(例えば、はんだバンプ)と基板上の金属相互接続部との間の金属相互接続経路長を短縮することもできる。特定の他の例示的な態様では、キャップ基板及びキャビティフレーム側壁間の共平面性を達成するために、キャビティフレームは、基板とは対照的にキャップ基板上にパターンニングされて形成される。これにより、ダイシングステップにおいて、キャップ基板上にパターンニングされたキャビティフレームを、それぞれの側壁が垂直方向において同一平面上となるように、垂直方向でダイシングすることができる。これにより、そうでなければキャビティフレームが基板上に形成される場合に起こり得るキャップ基板とキャビティフレームとの間の位置ずれを回避又は低減することができ、キャップ基板は、キャップ基板に位置合わせ公差をもたらすために、より大きな幅を有するキャビティフレームに位置合わせされて結合されなければならない。更に、キャップ基板上にキャビティフレームを形成することは、キャビティフレーム材料を堆積させるためのサーマルバジェットが基板のサーマルバジェットを超える場合にも有利であり得る。これにより、SAWフィルタパッケージの性能に悪影響を及ぼす可能性がある基板のメタライゼーション層内の金属相互接続部の拡散を回避することができる。キャップ基板は、メタライゼーション構造を含まない材料から形成することができ、したがってキャビティフレーム材料を堆積させるためのサーマルバジェットの増大に耐えることができる。

【0014】

【0031】 これに関して、図1Aは、SAWフィルタ回路103を提供するSAWフィルタパッケージ102を含む例示的な回路パッケージ100の側断面図である。図1AのSAWフィルタパッケージは、図1Bの断面線A₁-A₁'に沿って示されている。SAWフィルタパッケージ102はそれぞれ、入力無線周波数(RF)信号の特定の周波数範囲を阻止するように構成されている。例えば、回路パッケージ100は、RF送受信回路及びアンテナを含む別の集積回路(IC)パッケージに含まれてもよく、SAWフィルタパッケージ102は、送信及び/又は受信されたRF信号をフィルタリングするために採用されている。SAWフィルタパッケージ102は、この例では圧電材料106から作製された基板104を含む。基板104の第1の表面110には、入力回路としての第1のインターデジタルトランスデューサ(IDT)108(1)が配置されている。第2のIDT108(2)も、第1のIDT108(1)に隣接する基板104の第1の表面110上に出力回路として配置されている。第1のIDT108(1)は、第1の金属導体114(1)に結合された第1の金属相互接続部112(1)を介してRF信号を受信するように構成されている。第1の金属導体114(1)は、キャップ基板126上の金属相互接続部122(2)(例えば、はんだバンプ、はんだボール)を介して、信号源への、パッケージ基板118内のメタライゼーション層116(1)、116(2)内の金属相互接続部124(例えば、金属ライン、金属トレース、垂直相互接続アクセス(ビア))に結合されている。第1のIDT108(1)は、受信した電気RF信号を、基板104

とキャップ基板 126 との間に形成されたキャビティ 120 内で放射される弾性波に変換するように構成される。この例では、キャビティ 120 は、空気キャビティである。第 2 の IDT 108 (2) は、第 1 の IDT 108 (1) によって放射された放射弾性波のフィルタリングされた弾性波を受信し、フィルタリングされた弾性波をフィルタリングされた RF 信号に変換するように構成されている。フィルタリングされた RF 信号は、第 2 の金属導体 114 (2) に結合された第 2 の金属相互接続部 112 (2) に結合される。第 2 の金属導体 114 (2) は、フィルタリングされた RF 信号を受信するために、キャップ基板 126 上の金属相互接続部 122 (2) (例えば、はんだバンプ、はんだボール) を介して、別の回路への、パッケージ基板 118 内のメタライゼーション層 116 (1)、116 (2) 内の金属相互接続部 124 に結合される。

10

【0015】

【0032】 図 1A の SAW フィルタパッケージ 102 内にキャビティ 120 を形成するために、キャップ基板 126 は、基板 104 上に配置されたキャビティフレーム 128 上に配置されている。キャビティフレーム 128 は、キャップ基板 126 と基板 104 との間にスタンドオフを提供する。キャップ基板 126 は、キャビティ 120 を形成するために使用される材料の基板である。キャップ基板 126 は、基板 104 とキャップ基板 126 との間のフレーム外周構造体の内側のキャビティ 120 を取り囲むように、キャビティフレーム 128 のフレーム外周構造体上に配置されている。SAW フィルタ回路 103 の動作の結果、キャビティ 120 の内部で熱が発生する。効果的に放熱されない過剰な熱は、SAW フィルタ回路 103 の温度を上昇させ、そのフィルタリング性能に悪影響を及ぼす可能性がある。SAW フィルタ回路 103 は、より低い温度ではその阻止周波数を上方にシフトさせ、より高い温度ではその阻止周波数を直線的に下方にシフトさせる。したがって、SAW フィルタパッケージ 102 で発生した熱を効果的に放熱して、SAW フィルタ回路 103 の所望の性能を維持することが重要である。これに関して、以下でより詳細に説明するように、この例では、キャビティフレーム 128 は、例えば良好な熱伝導体ではないポリマー材料とは対照的に、強化された熱伝導率を有する材料で構成されている。例えば、キャビティフレーム 128 は、ダイヤモンドキャビティフレームを提供するためにダイヤモンド材料から構成されてもよい。別の例として、キャビティフレーム 128 は、少なくとも 5 ワット (W) 毎メートル (m) - 毎ケルビン ($W/m-K$) の熱伝導率を有する材料で構成されてもよい。ダイヤモンドキャビティフレームは、600 及び 2,000 $W/m-K$ を含む、600 ~ 2,000 $W/m-K$ の熱伝導率を有してもよい。このように、SAW フィルタパッケージ 102 で発生した熱を、ホットスポットが特に発生し得るキャビティフレーム 128 の縁部及び角部において特に、より効果的に放熱することができる。

20

30

【0016】

【0033】 また、以下でより詳細に説明するように、この例では、SAW フィルタパッケージ 102 は、Z 軸方向の垂直方向においてキャビティフレーム 128 の側壁 132 と同一平面上にある側壁 130 を有するキャップ基板 126 を採用する。これは、図 1B の SAW フィルタパッケージ 102 の斜視側面図にも示されている。これは、キャップ基板 126 の側壁 130 がキャビティフレーム 128 の側壁 132 と Y 軸方向において水平方向にずらした配置で配置されていることとは対照的である。これにより、X 軸方向における SAW フィルタパッケージ 102 のダイサイズ縮小及び金属導体 114 (1)、114 (2) のより短い金属相互接続経路を容易にすることができる。キャビティフレーム 128 の側壁 132、130 のそれぞれとキャップ基板 126 とを位置合わせすることにより、基板 104 上の金属相互接続部 112 (1)、112 (2) のそれぞれと、キャップ基板 126 上の金属相互接続部 122 (1)、122 (2) のそれぞれと、基板 104 上の金属相互接続部 112 (1)、112 (2) との間の金属導体 114 (1)、114 (2) の経路長を短縮することもできる。特定の他の例示的な態様では、キャップ基板 126 の側壁 130 とキャビティフレーム 128 の側壁 132 との間の共平面性を達成するために、キャビティフレーム 128 は、図 1B に示すように、SAW フィルタパッケージ 10

40

50

2の製造プロセスにおいて最初にキャップ基板126上にパターニングされて形成され得る。これは、基板104上に最初にキャビティフレーム128が形成されることとは対照的である。これにより、ダイシングステップにおいて、キャップ基板126上にパターニングされたキャビティフレーム128を、キャップ基板126及びキャビティフレーム128のそれぞれの側壁130、132が垂直方向において同一平面上となるように、垂直方向(Z軸方向)にダイシングすることができる。これは、そうでなければキャビティフレーム128が最初に基板104上に形成される場合に起こり得るキャップ基板126とキャビティフレーム128との間の位置ずれを回避又は低減することができる。後者のシナリオは、キャビティフレーム128とキャップ基板126との間の位置合わせ公差を提供することをサポートするために、キャビティフレーム128が水平方向(X軸方向)においてより大きい幅を有することを必要とし得る。更に、キャップ基板126上に水平方向(X軸方向)にキャビティフレーム128を形成することは、キャビティフレーム128の材料を堆積させるためのサーマルバジェットが基板104のサーマルバジェットを超える場合にも有利であり得る。例えば、キャビティフレーム128の堆積によって発生した熱は、基板104のメタライゼーション層116(1)、116(2)内の金属相互接続部124によって拡散される可能性があり、回路パッケージ100の性能に悪影響を及ぼす可能性がある。キャップ基板126は、メタライゼーション構造を含まない材料から形成することができ、したがってキャビティフレーム128の材料堆積のサーマルバジェットの増大に耐えることができる。

10

20

【0017】

【0034】 放熱のための強化熱伝導性キャビティフレーム128と、ダイサイズ縮小及びより短い金属導体114(1)、114(2)の経路長のための同一平面上のキャップ基板126及びキャビティフレーム128とを採用する図1A及び図1BのSAWフィルタパッケージ102のより例示的な詳細を提供するために、図2A及び図2Bが提供される。図2Aは、図1A及び図1BのSAWフィルタパッケージ102の側断面図である。図2Bは、キャビティフレーム128のフレーム外周構造体を示す、図2AのSAWフィルタパッケージの斜視側面図である。

【0018】

【0035】 これに関して、図2Aに示すように、第1のIDT108(1)及び第2のIDT108(2)は、基板104の第1の表面110上に配置されている。キャビティフレーム128は、キャップ基板126と基板104の第1の表面110との間に配置されている。図2Bに示すように、キャビティフレーム128は、フレーム外周構造体200の内側に内部キャビティ202を有するフレーム外周構造体200を含む。内部キャビティ202は、キャビティフレーム128がサブステート104とキャップサブステート126との間に配置されている結果として、SAWフィルタパッケージ102のキャビティ120を形成している。前述したように、キャビティフレーム128は、SAWフィルタパッケージ102内で発生した熱を放熱するのにより効果的であるように、少なくとも 5 W/m-K の熱伝導率を有することができる。これは、 $0.1-0.5\text{ W/m-K}$ の熱伝導率を有し得るポリマー材料のキャビティフレーム128を提供することとは対照的である。例えば、キャビティフレーム128は、 600 及び $2,000\text{ W/m-K}$ を含む、 $600\sim 2,000\text{ W/m-K}$ の熱伝導率を有するダイヤモンド材料から作製されたダイヤモンドキャビティフレームであってもよい。キャビティフレーム128をダイヤモンドキャビティフレームとして提供することにより、後述するように、キャビティフレーム128が例示的な製造プロセスでキャップ基板126上に形成されるため、キャップ基板126の材料をシリコンなどのより安価な材料で提供することも可能になる。ダイヤモンド材料を(例えば、堆積又はスパッタリングプロセスを介して)配置し、シリコンに結合することができる。

30

40

【0019】

【0036】 引き続き図2Aを参照すると、フレーム外周構造体200は、基板104の第1の表面110上に又は第1の表面110に隣接して配置された第1の外周面204(

50

1)を含む。キャビティフレーム128を形成するために使用することができ、かつ強化された熱伝導率を有する材料の他の例としては、非限定的な例として、酸化アルミニウム、窒化ケイ素、及び／又はサファイアが挙げられる。フレーム外周構造体200はまた、垂直軸方向(Z軸方向)において第1の外周面204(1)の反対側にある第2の外周面204(2)を有する。フレーム外周構造体200の第2の外周面204(2)は、キャップ基板126の第2の表面205上に又は第2の表面205に隣接して配置されている。金属相互接続部208(1)、208(2)は、キャップ基板126の第1の表面210上又は第1の表面210に隣接して配置されており、金属相互接続部122(1)、122(2)の金属導体114(1)、114(2)への結合を支持している。キャビティフレーム128のフレーム外周構造体200の第1の外周面204(1)は、基板104へのキャビティフレーム128の材料の接合を容易にするために、基板104の第1の表面110上に配置されたパッド213上に配置されてもよい。例えば、パッド213は、基板104へのダイヤモンドキャビティフレーム128の接合を支持するアルミニウムパッドであってもよい。金属相互接続部112(1)、112(2)はまた、そのような結合を促進するためにアルミニウム材料であってもよい。

10

【0020】

【0037】 図2Bに示すSAWフィルタパッケージ102の例では、キャビティフレーム128のフレーム外周構造体200は、互いに直角に配置された4つの側面構造体206(1)－206(4)を含む長方形のフレーム外周構造体を含む。フレーム外周構造体200の4つの側面構造体206(1)－204(4)は、キャビティ207がフレーム外周構造体200の内側に形成された外周を画定している。フレーム外周構造体200の第2の外周面204(2)は、図2Bの側面構造体206(1)－206(4)の底面によって形成されている。フレーム外周構造体200の第2の外周面204(2)は、側面構造体206(1)－206(4)の上面によって形成されている。SAWフィルタパッケージ102によって提供されるSAWフィルタ回路の性能を更に支援するために、10パーツパーミリオン(ppm)/セ氏温度(C)(ppm/°C)以下の熱膨張率(CTE)を有するキャビティフレーム128を設けることができる。このようにして、キャビティフレーム128は、SAWフィルタ回路103の動作中に発生する熱に起因して生じ得る温度変化に応じた膨張及び収縮に対する感受性が低くなる。例えば、ダイヤモンド材料から作製されたキャビティフレーム128は、1ppm/°C以下のCTEを有することができる。更に、SAWフィルタパッケージ102のキャビティフレーム128と基板104とIDT108(1)、108(2)との間の電氣的干渉を低減又は最小限にするために、 1×10^{10} オームセンチメートル(cm)(オームcm)以上の電気抵抗率を有する材料のキャビティフレーム128を提供することができる。例えば、ダイヤモンド材料から作製されたキャビティフレーム128は、 1×10^{14} 及び 1×10^{18} オームcmを含む、 $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{18}$ オームcmの電気抵抗率を有することができる。

20

30

【0021】

【0038】 図2Cは、キャップ基板126及びキャビティフレーム128それぞれの側壁130、132の共平面性を示す、図2AのSAWフィルタパッケージ102の断面の拡大側断面図である。図示のように、この例では、キャップ基板126の側壁130及びキャビティフレーム128の側壁132は、平面P₁に沿って互いに同一平面上又は実質的に同一平面上にある。言い換えると、キャップ基板126の側壁130とそれぞれの側壁132とは、同じ位置又はほぼ同じ位置まで水平方向(X軸方向)に延びている。キャップ基板126の側壁130及びキャビティフレーム128の側壁132は、Y-X軸における平面P₁の水平方向又はY軸における同じ又は実質的に同じ位置へ互いに平行な長手方向軸L₁、L₂それぞれに沿って延びている。図2Cは、図2A及び図2BのSAWフィルタパッケージ102の左側のみを示しているが、SAWフィルタパッケージ102の他の側にも同じ特徴が設けられている。平坦又は実質的に同一平面上のキャップ基板126の側壁130及びキャビティフレーム128の側壁132を設けることにより、金属導体114(1)は、キャップ基板126の側壁130及びキャビティフレーム128の

40

50

側壁 1 3 2 が水平方向にずらした配置で延びている場合に存在するであろうジョグ領域又は肩部領域を形成することなく、キャップ基板 1 2 6 の側壁 1 3 0 及びキャビティフレーム 1 2 8 の側壁 1 3 2 の外側に沿って垂直又は Z 軸方向に延びていてもよい。これにより、金属導体 1 1 4 (1)、1 1 4 (2) の長さを短くして、I D T 1 0 8 (1)、1 0 8 (2) とそれぞれの金属導体 1 1 4 (1)、1 1 4 (2) との間の結合の抵抗率を小さくして性能を向上させることができる。これは、例えば、図 3 の断面図に示す S A W フィルタパッケージ 3 0 2 とは対照的である。

【0022】

【0039】 図 3 に示すように、キャップ基板 3 2 6 の側壁 3 3 0 は、キャビティフレーム 3 2 8 の側壁 3 3 2 とずらした配置になっている。図 3 の S A W フィルタパッケージ 3 0 2 と図 1 ~ 図 2 C の S A W フィルタパッケージ 1 0 2 との間の共通の要素は、共通の要素番号で示されている。キャップ基板 3 2 6 の側壁 3 3 0 は、平面 P₂ まで Y - X 軸方向において水平方向 (X 軸方向) に延びている。キャビティフレーム 3 2 8 の側壁 3 3 2 は、側壁 3 3 0 よりもキャビティ 3 2 0 から離れて延びている平面 P₃ まで Y - X 軸方向において水平方向 (X 軸方向) に延びている。これにより、側壁 3 3 0、3 3 2 の間に、金属導体 3 1 4 (1)、3 1 4 (2) の経路長を延長する肩部領域 3 3 4 が形成される。ずらした配置のキャップ基板 3 2 6 及びキャビティフレーム 3 2 8 はまた、図 1 A ~ 図 2 C の S A W フィルタパッケージ 1 0 2 と比較して水平方向 (X 軸方向) に S A W フィルタパッケージ 3 0 2 の幅を拡張する効果を有することができる。前述し、以下でより詳細に説明するように、この例におけるキャップ基板 3 2 6 のキャビティフレーム 3 2 8 へのずらした配置は、キャップ基板 3 2 6 がキャビティフレーム 3 2 8 上に配置される前に、最初にキャビティフレーム 3 2 8 を基板 1 0 4 上に形成した結果であり得る。キャップ基板 3 2 6 を基板 1 0 4 上に配置することは、キャップ基板 3 2 6 に十分なランディング公差を提供するためにキャビティフレーム 3 2 8 の幅を拡張する必要がある場合があり得る。

【0023】

【0040】 図 4 は、図 1 A ~ 図 2 C の S A W フィルタパッケージ 1 0 2 を含むが、これに限定されない、同一平面上のキャップ基板及びキャビティフレームを有する放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームを採用する S A W フィルタパッケージを製造する例示的なプロセス 4 0 0 を示すフローチャートである。図 4 のプロセス 4 0 0 は、図 1 A ~ 図 2 C の例示的な S A W フィルタパッケージ 1 0 2 を参照して説明される。これに関して、図 1 A ~ 図 2 C の S A W フィルタパッケージ 1 0 2 を製造する製造プロセス 4 0 0 の製造ステップは、第 1 の表面 2 0 5 を含むキャップ基板 1 2 6 を用意することを含むことができる (図 4 のブロック 4 0 2)。製造プロセス 4 0 0 の次のステップは、キャビティ 2 0 7 を含むキャビティフレーム 1 2 8 の第 1 の外周面 2 0 4 (1) をキャップ構造体 1 2 6 に結合することを含むことができる (図 4 のブロック 4 0 4)。キャビティフレーム 1 2 8 は、S A W フィルタパッケージ 1 0 2 内で発生した熱を放熱するための強化された熱伝導率を提供するために、少なくとも 5 W / m - K の熱伝導率を有することができる。キャビティフレーム 1 2 8 は、非限定的な例として、ダイヤモンド、酸化アルミニウム、窒化ケイ素、及び / 又はサファイアなどの高熱伝導性材料から作製することができる。製造プロセス 4 0 0 の次のステップは、圧電材料 1 0 6、第 1 の表面 1 1 0、基板 1 0 4 の第 1 の表面 1 1 0 上の第 1 の I D T 1 0 8 (1)、及び基板 1 0 4 の第 1 の表面 1 1 0 上の第 2 の I D T 1 0 8 (2) を含む基板 1 0 4 を用意することを含むことができる (図 4 のブロック 4 0 6)。製造プロセス 4 0 0 の次のステップは、キャビティフレーム 1 2 8 の第 2 の外周面 2 0 4 (2) を基板 1 0 4 の第 1 の表面 1 1 0 に結合し、それによってキャップ基板 1 2 6 と基板 1 0 4 の第 1 の表面 1 1 0 との間にキャビティ 1 2 0 を形成し、第 1 の I D T 1 0 8 (1) 及び第 2 の I D T 1 0 8 (2) を取り囲むことを含むことができる (図 4 のブロック 4 0 8)。

【0024】

【0041】 他の製造方法を使用して、図 1 A ~ 図 2 C の S A W フィルタパッケージ 1 0 2 を含むが、これに限定されない、同一平面上のキャップ基板及びキャビティフレームを

有する放熱のための強化熱伝導性キャビティフレームを採用するSAWフィルタパッケージを製造することができる。例えば、図5A～図5Cは、図1A～図2CのSAWフィルタパッケージ102内のキャビティフレーム128及びキャップ基板126を含むが、これに限定されない、SAWフィルタパッケージで使用されるキャップ基板と同一平面上にある強化熱伝導性キャビティフレームを製造するための例示的な製造プロセス500を示すフローチャートである。例えば、図1A～図2CのSAWフィルタパッケージ102に関して前述したように、キャップ基板126の側壁130とキャビティフレーム128の側壁132との間の共平面性を達成するための便利な方法として、これらのパッケージ構成要素を基板104上に結合する前に、キャップ基板126上にキャビティフレーム128を形成することが望ましい場合がある。これは、そうでなければキャビティフレーム128が基板104上に形成された場合に起こり得るキャップ基板126とキャビティフレーム128との間の位置ずれを回避又は低減することができ、キャップ基板126は、キャップ基板126に位置合わせ公差を与えるためにずらした幅を有するキャビティフレーム128に位置合わせされて結合されなければならない。更に、キャップ基板126上にキャビティフレーム128を形成することは、キャビティフレーム128の材料を堆積するためのサーマルバジェットが基板104のサーマルバジェットを超える場合にも有利であり得る。これにより、SAWフィルタパッケージ102の性能に悪影響を及ぼす可能性がある基板104のメタライゼーション層116(1)－116(2)内の金属相互接続部の拡散を回避することができる。キャップ基板126は、メタライゼーション構造を含まない材料から形成することができ、したがってキャビティフレーム128の材料を堆積するためのサーマルバジェットの増大に耐えることができる。図6A～図6Iは、図5A～図5Cの例示的な製造プロセス500に係る、図1A～図2CのSAWフィルタパッケージ102内のキャビティフレーム128及びキャップ基板126を含むが、これらに限定されない、放熱のためのSAWフィルタパッケージ用のキャップ基板と同一平面上にある強化熱伝導性キャビティフレームの製造中の例示的な製造段階600A～600Iを示す。製造プロセス500及び図6A～図6Iの例示的な製造段階600A～600Iについて、図1A～図2Cの例のSAWフィルタパッケージ102を参照して説明する。

【0025】

[0042] これに関して、キャップ基板126上に配置されたキャビティフレーム128の製造プロセス500のステップは、キャップ基板126を用意することである(図5Aのブロック502)。これは、図6Aの例示的な製造段階600Aに示されている。例えば、キャップ基板126は、シリコン材料であってもよい。図6Bの製造段階600Bに示すように、製造プロセス500の次のステップは、次に、エッチング材料604を含むエッチング材料層602をキャップ基板126の第1の表面606上に堆積させることを含むことができる(図5Aのブロック504)。例えば、エッチング材料604は、二酸化ケイ素であってもよい。エッチング材料層602は、キャップ基板126上にキャビティフレーム128を形成するために、キャビティフレーム材料を開口内に配置するための開口がパターニングされ得る材料としてキャップ基板126上に配置される。これは、図6Cの製造段階600Cに示されている。図6Cに示すように、製造プロセス500の次のステップは、エッチング材料層602をパターニングして、エッチング材料604に外周開口608(1)、608(2)を形成することである(図5Aのブロック506)。図6Cの製造段階600Cは、2つの外周開口608(1)、608(2)を示しているが、図6Cの製造段階600Cは、断面として示されており、外周開口608は、閉じたパターンでエッチング材料層602に形成されていることに留意すべきである。

【0026】

[0043] 図6Dの製造段階600Dに示すように、製造プロセス500の次のステップは、外周開口608(1)、608(2)にキャビティフレーム128を形成するために使用されるキャビティフレーム材料610を配置することであり得る(図5Bのブロック508)。図6Eの製造段階600Eに示すように、製造プロセス500の次のステップは、キャビティフレーム材料610の上面612を研削及び／又は研磨して、キャビテ

ィフレーム 128 の第 2 の外周面 204 (2) を形成することであり得る (図 5 B のブロック 510)。次に、図 6 F の製造段階 600 F に示すように、製造プロセス 500 の次のステップは、キャップ基板 126 上に形成されたキャビティフレーム 128 を残すように、エッチング材料層 602 内に残っているエッチング材料 604 を除去する (例えば、エッチングして除去する) ことであり得る (図 5 B のブロック 512)。製造プロセス 500 は、キャップ基板 126 上にいくつかの隣接するキャビティフレーム 128 を形成することを含んでもよく、後述するように後でダイシングして個々のパッケージを形成することができることに留意されたい。

【0027】

【0044】 図 6 G の製造段階 600 G に示すように、製造プロセス 500 の次のステップは、キャップ基板 126 を裏面研削してキャップ基板 126 の第 1 の表面 210 を形成することであり得る (図 5 D のブロック 514)。図 6 H の製造段階 600 H に示すように、キャビティフレーム材料 610 から形成された、側面構造体 206 (1) - 206 (4) を有するキャビティフレーム 128 が、キャップ基板 126 上に形成される (図 5 C のブロック 516)。図 6 I の製造段階 600 I に示すように、このプロセスは、キャップ基板 126 上に形成された複数のキャビティフレーム 128 を形成することができる。側面構造体 206 (1) - 206 (4) は、キャップ基板 126 を通って垂直方向 (Z 軸方向) にダイシングされ、前述のようにキャップ基板 126 とキャビティフレーム 128 との間に同一平面上の側壁 130、132 を形成することができる (図 6 I のブロック 518)。例えば、レーザを使用してキャップ基板 126 を垂直方向 (Z 軸方向) にダイシングして、キャップ基板 126 とキャビティフレーム 128 との間に同一平面上の側壁 130、132 を形成することができる。

【0028】

【0045】 図 7 は、図 1 A ~ 図 2 C の SAW フィルタパッケージ 102 内の基板 104 を含むが、これに限定されない、SAW フィルタパッケージ用の基板を製造するための例示的なプロセス 700 を示すフローチャートである。図 8 A 及び図 8 B は、図 7 の例示的な製造プロセス 700 に係る、図 1 A ~ 図 2 C の SAW フィルタパッケージ 102 内の基板 104 を含むが、これに限定されない、SAW フィルタパッケージの基板の製造中の例示的な製造段階 800 A、800 B を示す。製造プロセス 700 及び図 8 A 及び図 8 B の例示的な製造段階 800 A、800 B は、図 1 A ~ 図 2 C の例の SAW フィルタパッケージ 102 を参照して説明される。

【0029】

【0046】 これに関して、図 8 A の例示的な製造段階 800 A に示すように、基板 104 が用意される (図 7 のブロック 702)。例えば、基板 104 は、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 基板であってもよい。図 8 B の例示的な製造段階 800 B に示すように、金属材料 804 の金属層 802 が基板 104 の第 1 の表面 110 上に配置されて、IDT 108 (1)、108 (2) 及びそれらの金属相互接続部 112 (1)、112 (2) を形成する (図 7 のブロック 704)。例えば、金属材料 804 は、一例として、アルミニウムであってもよい。次に、図 9 の例示的なプロセス 900 で用意され、図 10 A 及び図 10 B の例示的な製造段階 1000 A、1000 B に示されるように、SAW フィルタパッケージ 102 は、例示的な製造プロセス 500 及び図 5 A ~ 図 6 I の例示的な製造段階 600 A ~ 600 I に従ってキャップ基板 126 上に形成された複合キャビティフレーム 128 を取り、複合キャビティフレーム 128 を例示的な製造プロセス 700 及び図 8 A 及び図 8 B の例示的な製造段階 800 A、800 B に従って製造された基板 104 に結合することによって、組み立てることができる。これにより、サブステート 104 とキャップ基板 126 との間に配置されたキャビティフレーム 128 によってサブステート 104 とキャップ基板 126 との間にキャビティ 120 が形成される。

【0030】

【0047】 これに関して、図 10 A の例示的な製造段階 1000 A に示すように、キャップ基板 126 上に形成されたキャビティフレーム 128 は、キャビティ 120 内に ID

T 1 0 8 (1)、1 0 8 (2) が配置された状態でキャビティ 1 2 0 が形成されるように、基板 1 0 4 に結合される (図 9 のブロック 9 0 2)。金属相互接続部 1 1 2 (1)、1 1 2 (2) は、一例として、ダイヤモンドキャビティフレームとしてのキャビティフレーム 1 2 8 の接合を容易にするために、例えばアルミニウム材料として提供されてもよい。キャップ基板 1 2 6 上に形成されたキャビティフレーム 1 2 8 の基板 1 0 4 への接合は、室温を含むより低い温度で行われてもよく、この例では、キャビティフレーム 1 2 8 を形成するのに必要とされ得るより高い温度がキャップ基板 1 2 6 上で行われ、基板 1 0 4 上では行われなため、基板 1 0 4 のサーマルバジェットを超えることがなく、したがって基板 1 0 4 に影響を与えることがない。その後、図 1 0 B の例示的な製造段階 1 0 0 0 B に示すように、金属導体 1 1 4 (1)、1 1 4 (2) を、金属相互接続部 1 1 2 (1)、1 1 2 (2) 上に、側壁 1 3 0、1 3 2 に隣接して、キャップ基板 1 2 6 の第 1 の表面 2 1 0 上に形成して、I D T 1 0 8 (1)、1 0 8 (2) と、金属導体 1 1 4 (1)、1 1 4 (2) に結合された金属相互接続部 1 2 2 (1)、1 2 2 (2) (例えば、はんだバンプ、はんだボール) との間に相互接続部を形成することができる (図 9 のブロック 9 0 4)。金属導体 1 1 4 (1)、1 1 4 (2) は、例えば、銅シード層上のチタン堆積によって形成され、銅ニッケルトレースとしてパターニングされてもよい。金属相互接続部 1 2 2 (1)、1 2 2 (2) は、パターニングされた相互接続部上にはんだバンプ又はボール (例えば、S n A u g C u はんだボール) として形成することができる。

10

【 0 0 3 1 】

【 0 0 4 8 】 図 1 ~ 図 2 C 及び図 5 A ~ 図 1 0 B の S A W フィルタパッケージ 1 0 2 のように、放熱を容易にするための強化された熱伝導性材料のキャビティフレームを含む S A W フィルタパッケージを設けることもできるが、キャビティフレームは、キャップ基板の代わりに基板上に形成することができることに留意されたい。このようにして、キャビティフレーム及びキャップサブステートは、それらのそれぞれの側壁が空気キャビティから同じ位置まで同一平面上に延びていないずらした配置の構成を含むことができる。S A W フィルタパッケージ 1 0 2 のそのような例を図 1 1 ~ 図 1 2 B に示す。

20

【 0 0 3 2 】

【 0 0 4 9 】 これに関して、図 1 1 は、S A W フィルタ回路 1 1 0 3 を提供する S A W フィルタパッケージ 1 1 0 2 を含む例示的な回路パッケージ 1 1 0 0 の側断面図である。S A W フィルタパッケージ 1 1 0 2 は、入力 R F 信号の特定の周波数範囲を阻止するように構成されている。例えば、回路パッケージ 1 1 0 0 は、R F 送受信回路及びアンテナを含む別の I C パッケージに含まれてもよく、S A W フィルタパッケージ 1 1 0 2 は、送信及び／又は受信された R F 信号をフィルタリングするために採用されている。S A W フィルタパッケージ 1 1 0 2 は、この例では圧電材料 1 1 0 6 から作製された基板 1 1 0 4 を含む。基板 1 1 0 4 の第 1 の表面 1 1 1 0 には、入力回路として、第 1 の I D T 1 1 0 8 (1) が配置されている。第 2 の I D T 1 1 0 8 (2) も、第 1 の I D T 1 1 0 8 (1) に隣接する基板 1 1 0 4 の第 1 の表面 1 1 1 0 上に出力回路として配置されている。第 1 の I D T 1 1 0 8 (1) は、第 1 の金属導体 1 1 1 4 (1) に結合された第 1 の金属相互接続部 1 1 1 2 (1) を介して R F 信号を受信するように構成されている。第 1 の金属導体 1 1 1 4 (1) は、キャップ基板 1 1 2 6 上の金属相互接続部 1 1 2 2 (2) (例えば、はんだバンプ、はんだボール) を介して、信号源に対するパッケージ基板 1 1 1 8 内のメタライゼーション層 1 1 1 6 (1)、1 1 1 6 (2) 内の金属相互接続部 1 1 2 4 (例

30

40

50

続部 1 1 2 2 (2) (例えば、はんだバンプ、はんだボール)を介して、別の回路に対するパッケージ基板 1 1 1 8 内のメタライゼーション層 1 1 1 6 (1)、1 1 1 6 (2) 内の金属相互接続部 1 1 2 4 に結合される。

【0033】

【0050】 図 1 1 の SAW フィルタパッケージ 1 1 0 2 内にキャビティ 1 1 2 0 を形成するために、キャップ基板 1 1 2 6 は、基板 1 1 0 4 上に配置されたキャビティフレーム 1 1 2 8 上に配置されている。キャビティフレーム 1 1 2 8 は、キャップ基板 1 1 2 6 と基板 1 1 0 4 との間にスタンドオフを提供する。キャップ基板 1 1 2 6 は、キャビティ 1 1 2 0 を形成するために使用される材料の基板である。キャップ基板 1 1 2 6 は、基板 1 1 0 4 とキャップ基板 1 1 2 6 との間のフレーム外周構造体の内側のキャビティ 1 1 2 0 を取り囲むように、キャビティフレーム 1 1 2 8 のフレーム外周構造体上に配置されている。SAW フィルタ回路 1 1 0 3 の動作の結果、キャビティ 1 1 2 0 の内部で熱が発生する。効果的に放熱されない過剰な熱は、SAW フィルタ回路 1 1 0 3 の温度を上昇させ、そのフィルタリング性能に悪影響を及ぼす可能性がある。SAW フィルタ回路 1 1 0 3 は、より低い温度ではその阻止周波数を上方にシフトさせ、より高い温度ではその阻止周波数を直線的に下方にシフトさせる。したがって、SAW フィルタパッケージ 1 0 2 で発生した熱を効果的に放熱して、SAW フィルタ回路 1 1 0 3 の所望の性能を維持することが重要である。これに関して、以下でより詳細に説明するように、この例では、キャビティフレーム 1 1 2 8 は、例えば良好な熱伝導体ではないポリマー材料とは対照的に、強化された熱伝導率を有する材料で構成されている。例えば、キャビティフレーム 1 1 2 8 は、ダイヤモンドキャビティフレームを提供するためにダイヤモンド材料から構成されてもよい。別の例として、キャビティフレーム 1 1 2 8 は、少なくとも 5 W/m-K の熱伝導率を有する材料で構成されてもよい。ダイヤモンドキャビティフレームは、 600 及び $2,000\text{ W/m-K}$ を含む、 $600\sim 2,000\text{ W/m-K}$ の熱伝導率を有してもよい。このように、SAW フィルタパッケージ 1 1 0 2 で発生した熱を、特にホットスポットが特に発生し得るキャビティフレーム 1 1 2 8 の縁部及び角部において特に、より効果的に放熱することができる。

【0034】

【0051】 図 1 2 A は、図 1 1 の SAW フィルタパッケージ 1 1 0 2 の別の側断面図を示す。図 1 2 A に示すように、SAW フィルタパッケージ 1 1 0 2 の第 1 の IDT 1 1 0 8 (1) 及び第 2 の IDT 1 1 0 8 (2) は、基板 1 1 0 4 の第 1 の表面 1 1 1 0 上に配置されている。キャビティフレーム 1 1 2 8 は、キャップ基板 1 1 2 6 と基板 1 1 0 4 の第 1 の表面 1 1 1 0 との間に配置されている。図 1 2 B に示すように、キャビティフレーム 1 1 2 8 は、フレーム外周構造体 1 2 0 0 の内側に内部キャビティ 1 2 0 2 を有するフレーム外周構造体 1 2 0 0 を含む。内部キャビティ 1 2 0 2 は、キャビティフレーム 1 1 2 8 がサブステート 1 0 1 4 とキャップサブステート 1 1 2 6 との間に配置されている結果として、SAW フィルタパッケージ 1 1 0 2 のキャビティ 1 1 2 0 を形成している。前述したように、キャビティフレーム 1 1 2 8 は、SAW フィルタパッケージ 1 1 0 2 内で発生した熱を放熱するのにより効果的であるように、少なくとも 5 W/m-K の熱伝導率を有することができる。これは、 $0.1\sim 0.5\text{ W/m-K}$ の熱伝導率を有し得るポリマー材料のキャビティフレーム 1 1 2 8 を提供することとは対照的である。例えば、キャビティフレーム 1 1 2 8 は、上下限を含めて $600\sim 2,000\text{ W/m-K}$ の熱伝導率を有するダイヤモンド材料から作製されたダイヤモンドキャビティフレームであってもよい。キャビティフレーム 1 1 2 8 をダイヤモンドキャビティフレームとして提供することにより、後述するように、キャビティフレーム 1 1 2 8 が例示的な製造プロセスでキャップ基板 1 1 2 6 上に形成されるため、キャップ基板 1 1 2 6 の材料をシリコンなどのより安価な材料で提供することも可能になる。ダイヤモンド材料を(例えば、蒸着又はスパッタリングプロセスを介して)配置し、シリコンに結合することができる。

【0035】

【0052】 引き続き図 1 2 A を参照すると、フレーム外周構造体 1 2 0 0 は、基板 1 1

04の第1の表面1110上に又は第1の表面1110に隣接して配置された第1の外周面1204(1)を含む。キャビティフレーム1128を形成するために使用することができ、かつ強化された熱伝導率を有する材料の他の例としては、非限定的な例として、酸化アルミニウム、窒化ケイ素、及び／又はサファイアが挙げられる。フレーム外周構造体1200はまた、垂直軸方向(Z軸方向)において第1の外周面1204(1)の反対側にある第2の外周面1204(2)を有する。フレーム外周構造体1200の第2の外周面1204(2)は、キャップ基板1126の第2の表面1205上に又は第2の表面1205に隣接して配置されている。金属相互接続部1208(1)、1208(2)は、キャップ基板1126の第1の表面1210上又は第1の表面1210に隣接して配置されており、金属相互接続部1122(1)、1122(2)の金属導体1114(1)、1114(2)への結合を支持している。キャビティフレーム1128のフレーム外周構造体1200の第1の外周面1204(1)は、基板1104へのキャビティフレーム1128の材料の接合を容易にするために、基板1104の第1の表面1110上に配置されたパッド1213上に配置されてもよい。例えば、パッド1213は、基板1104へのダイヤモンドキャビティフレーム1128の接合を支持するアルミニウムパッドであってもよい。

10

【0036】

【0053】 図12Bに示すSAWフィルタパッケージ1102の例では、キャビティフレーム1128のフレーム外周構造体1200は、互いに直角に配置された4つの側面構造体1206(1)－1206(4)を含む長方形のフレーム外周構造体を含む。フレーム外周構造体1200の4つの側面構造体1206(1)－1206(4)は、キャビティ1207がフレーム外周構造体1200の内側に形成された外周を画定している。フレーム外周構造体1200の第1の外周面1204(1)は、図12Bの側面構造体1206(1)－1206(4)の底面によって形成されている。フレーム外周構造体1200の第2の外周面1204(2)は、側面構造体1206(1)－1206(4)の上面によって形成されている。SAWフィルタパッケージ1102によって提供されるSAWフィルタ回路の性能を更に支援するために、 $10\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下のCTEを有するキャビティフレーム1128を設けることができる。このようにして、キャビティフレーム1128は、SAWフィルタ回路1103の動作中に発生する熱に起因して生じ得る温度変化に応じた膨張及び収縮に対する感受性が低くなる。例えば、ダイヤモンド材料から作製されたキャビティフレーム1128は、 $1\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下のCTEを有することができる。更に、SAWフィルタパッケージ102内のキャビティフレーム1128と基板1104とIDT1108(1)、1108(2)との間の電氣的干渉を低減又は最小限にするために、 1×10^{10} オームcm以上の電気抵抗率を有する材料のキャビティフレーム1128を提供することができる。例えば、ダイヤモンド材料から作製されたキャビティフレーム1128は、 1×10^{14} 及び 1×10^{18} オームcmを含む、 $1\times 10^{14}\sim 1\times 10^{18}$ オームcmの電気抵抗率を有することができる。

20

30

【0037】

【0054】 図12Aに戻って参照すると、キャップ基板1126の側壁1130は、キャビティフレーム1128の側壁1132とずらした配置になっている。キャップ基板1126の側壁1130は、平面P₄までY-X軸方向において水平方向(X軸方向)に延びている。キャビティフレーム1128の側壁1132は、側壁1130よりもキャビティ1120から離れて延びている平面P₅までY-X軸方向において水平方向(X軸方向)に延びている。これにより、側壁1130、1132の間に、金属導体1114(1)、1114(2)の経路長を延長する肩部領域1234が形成される。しかしながら、ずらした配置のキャップ基板1126及びキャビティフレーム1128はまた、図1A～図2CのSAWフィルタパッケージ102と比較して水平方向(X軸方向)にSAWフィルタパッケージ1102の幅を拡張する効果を有することができる。これは、キャビティフレーム1128とキャップ基板1126との間に位置合わせ公差が存在するためである。

40

【0038】

50

【0055】 図1～図2B及び図11～図12Bにおける、及び図4～図10Bの例示的な製造プロセスに係る、例示的なSAWフィルタパッケージを含むが、これらに限定されない、放熱のための強化熱伝導性キャビティフレーム及び／又はダイサイズ縮小及びより短い金属相互接続経路のための同一平面上のキャップ基板及びキャビティフレームを採用するSAWフィルタパッケージは、任意のプロセッサベースのデバイス内に設けられてもよく、又は一体化されてもよい。例には、限定はしないが、セットトップボックス、エンターテインメントユニット、ナビゲーションデバイス、通信デバイス、固定ロケーションデータユニット、モバイルロケーションデータユニット、全地球測位システム（GPS）デバイス、モバイルフォン、セルラーフォン、スマートフォン、セッション開始プロトコル（SIP）フォン、タブレット、ファブレット、サーバ、コンピュータ、ポータブルコンピュータ、モバイルコンピューティングデバイス、ウェアラブルコンピューティングデバイス（例えば、スマートウォッチ、ヘルス又はフィットネストラッカ、アイウェアなど）、デスクトップコンピュータ、携帯情報端末（PDA）、モニタ、コンピュータモニタ、テレビ、チューナー、ラジオ、衛星ラジオ、音楽プレーヤ、デジタル音楽プレーヤ、ポータブル音楽プレーヤ、デジタルビデオプレーヤ、ビデオプレーヤ、デジタルビデオディスク（DVD）プレーヤ、ポータブルデジタルビデオプレーヤ、自動車、車両部品、アビオニクスシステム、ドローン、及びマルチコプターが含まれる。

10

【0039】

【0056】 この点に関して、図13は、プロセッサベースシステム1300の一例を示す。プロセッサベースのシステム1300の構成要素は、IC1302である。プロセッサベースのシステム1300内のIC1302の一部又は全ては、図1～図2B及び図11～図12Bにおける、図4～図10Bの典型的な製造プロセスに係る、及び本明細書に開示される任意の態様に係る、典型的なSAWフィルタパッケージを含むが、これらに限定されない、放熱のための強化熱伝導性キャビティフレーム及び／又はダイサイズ縮小及びより短い金属相互接続経路のための同一平面上のキャップ基板及びキャビティフレームを採用するSAWフィルタパッケージ1304内に設けることができる。この例において、プロセッサベースのシステム1300は、SAWフィルタパッケージ1304として及びシステムオンチップ（SoC）1306として形成することができる。プロセッサベースのシステム1300は、CPUコア又はプロセッサコアとも呼ばれることもある、1つ以上のプロセッサ1310を含むCPU1308を含む。CPU1308は、一時的に記憶されたデータに迅速にアクセスするためにCPU1308に結合されたキャッシュメモリ1312を有してもよい。CPU1308は、システムバス1314に結合され、プロセッサベースのシステム1300内に含まれるマスタデバイスとスレーブデバイスとを相互結合することができる。よく知られているように、CPU1308は、システムバス1314を介してアドレス情報、制御情報、及びデータ情報を交換することによって、これらの他のデバイスと通信する。例えば、CPU1308は、スレーブデバイスの一例として、メモリコントローラ1316にバストランザクション要求を通信することができる。図13には示されていないが、複数のシステムバス1314を設けることができ、各システムバス1314は、異なるファブリックを構成する。

20

30

【0040】

【0057】 他のマスタデバイス及びスレーブデバイスをシステムバス1314に接続することが可能である。図13に示すように、これらのデバイスは、例として、メモリコントローラ1316及びメモリアレイ1318（1つ又は複数）を含むメモリシステム1320と、1つ以上の入力デバイス1322と、1つ以上の出力デバイス1324と、1つ以上のネットワークインターフェースデバイス1326と、1つ以上のディスプレイコントローラ1328と、を含むことができる。メモリシステム1320、1つ以上の入力デバイス1322、1つ以上の出力デバイス1324、1つ以上のネットワークインターフェースデバイス1326、及び1つ以上のディスプレイコントローラ1328の各々は、同じ又は異なる回路パッケージに設けられ得る。入力デバイス1322（1つ又は複数）は、入力キー、スイッチ、ボイスプロセッサなどを含むが、それらに限定されない、任意

40

50

のタイプの入力デバイスを含むことができる。出力デバイス 1 3 2 4（1つ又は複数）は、オーディオ、ビデオ、他の視覚インジケータなどを含むが、それらに限定されない、任意のタイプの出力デバイスを含むことができる。ネットワークインターフェースデバイス 1 3 2 6（1つ又は複数）は、ネットワーク 1 3 3 0 への、及びネットワーク 1 3 3 0 からのデータの交換を可能にするように構成された任意のデバイスであってもよい。ネットワーク 1 3 3 0 は、有線ネットワーク又は無線ネットワーク、プライベートネットワーク又はパブリックネットワーク、ローカルエリアネットワーク（LAN）、無線ローカルエリアネットワーク（WLAN）、ワイドエリアネットワーク（WAN）、BLUETOOTH（登録商標）ネットワーク、及びインターネットを含むが、それらに限定されない、任意のタイプのネットワークであってもよい。ネットワークインターフェースデバイス 1 3 2 6（1つ又は複数）は、所望の任意のタイプの通信プロトコルをサポートするように構成され得る。

10

【0041】

【0058】 CPU 1 3 0 8 はまた、システムバス 1 3 1 4 を介してディスプレイコントローラ 1 3 2 8（1つ又は複数）にアクセスして、1つ以上のディスプレイ 1 3 3 2 に送られる情報を制御するように構成され得る。ディスプレイコントローラ 1 3 2 8（1つ又は複数）は、1つ以上のビデオプロセッサ 1 3 3 4 を介して表示されるように情報をディスプレイ 1 3 3 2（1つ又は複数）へ送り、ビデオプロセッサ 1 3 3 4 は、表示されるべき情報を処理してディスプレイ 1 3 3 2（1つ又は複数）に適したフォーマットにする。ディスプレイコントローラ 1 3 2 8（1つ又は複数）及びビデオプロセッサ 1 3 3 4（1つ又は複数）は、SAWフィルタパッケージ 1 3 0 4 及び同じ又は異なる回路パッケージとして、及び一例として CPU 1 3 0 8 を含む同じ又は異なる回路パッケージに含められ得る。ディスプレイ 1 3 3 2（1つ又は複数）は、陰極線管（CRT）、液晶ディスプレイ（LCD）、プラズマディスプレイ、発光ダイオード（LED）ディスプレイなどを含むが、それらに限定されない、任意のタイプのディスプレイを含むことができる。

20

【0042】

【0059】 図 1 4 は、1つ以上の IC 1 4 0 2 から形成された無線周波数（RF）構成要素を含む典型的な無線通信デバイス 1 4 0 0 を示し、IC 1 4 0 2 のいずれかは、図 1 ～図 2 B 及び図 1 1 ～図 1 2 B における、図 4 ～図 1 0 B の典型的な製造プロセスに係る、本明細書に開示される任意の態様に係る、典型的な SAWフィルタパッケージを含むが、これらに限定されない、放熱のための強化熱伝導性キャビティフレーム及び／又はダイサイズ縮小及びより短い金属相互接続経路のための同一平面上のキャップ基板並びにキャビティフレームを採用する SAWフィルタパッケージ 1 4 0 3（1つ又は複数）を含むことができる。無線通信デバイス 1 4 0 0 は、例として、上記のデバイスのうちのいずれかを含んでもよい、又は上記のデバイスのうちのいずれかの中に設けられてもよい。図 1 4 に示すように、無線通信デバイス 1 4 0 0 は、トランシーバ 1 4 0 4 及びデータプロセッサ 1 4 0 6 を含む。データプロセッサ 1 4 0 6 は、データ及びプログラムコードを記憶するためのメモリを含み得る。トランシーバ 1 4 0 4 は、双方向通信をサポートする送信機 1 4 0 8 と受信機 1 4 1 0 とを含む。一般に、無線通信デバイス 1 4 0 0 は、任意の数の通信システム及び周波数帯域用に、任意の数の送信機 1 4 0 8 及び／又は受信機 1 4 1 0 を含んでもよい。トランシーバ 1 4 0 4 の全部又は一部は、1つ以上のアナログ IC、RF IC、ミックスドシグナル IC などの上に実装され得る。

30

40

【0043】

【0060】 送信機 1 4 0 8 又は受信機 1 4 1 0 は、スーパーヘテロダイナーキテクチャ又はダイレクトコンバージョンアーキテクチャで実装することができる。スーパーヘテロダイナーキテクチャでは、信号は、受信機 1 4 1 0 の複数の段階において RF とベースバンドとの間で、例えば、1つの段階において RF から中間周波数（IF）に、次いで、別の段階において IF からベースバンドに周波数変換される。ダイレクトコンバージョンアーキテクチャでは、信号は、1つの段階において、RF とベースバンドとの間で周波数変換される。スーパーヘテロダイナーキテクチャ及びダイレクトコンバージョンアー

50

キテクチャは、異なる回路ブロックを使用すること、及び／又は異なる要件を有することがある。図 1 4 における無線通信デバイス 1 4 0 0 では、送信機 1 4 0 8 及び受信機 1 4 1 0 は、ダイレクトコンバージョンアーキテクチャで実装される。

【 0 0 4 4 】

【 0 0 6 1 】 送信経路では、データプロセッサ 1 4 0 6 は、送信されるべきデータを処理し、I 及び Q アナログ出力信号を送信機 1 4 0 8 に提供する。例示的な無線通信デバイス 1 4 0 0 では、データプロセッサ 1 4 0 6 は、データプロセッサ 1 4 0 6 により生成されるデジタル信号を、更なる処理のために、I 及び Q アナログ出力信号、例えば I 及び Q 出力電流へと変換するためのデジタルアナログ変換器 (D A C) 1 4 1 2 (1) 及び 1 4 1 2 (2) を含む。

10

【 0 0 4 5 】

【 0 0 6 2 】 送信機 1 4 0 8 内では、ローパスフィルタ 1 4 1 4 (1) 及び 1 4 1 4 (2) が、それぞれ、I 及び Q アナログ出力信号をフィルタリングして、前のデジタルアナログ変換によって引き起こされた不要な信号を除去する。増幅器 (A M P) 1 4 1 6 (1) 、 1 4 1 6 (2) は、それぞれ、ローパスフィルタ 1 4 1 4 (1) 、 1 4 1 4 (2) からの信号を増幅し、I 及び Q ベースバンド信号を供給する。アップコンバータ 1 4 1 8 は、送信 (T X) 局発振器 (L O) 信号発生器 1 4 2 2 からミキサ 1 4 2 0 (1) 、 1 4 2 0 (2) を通る I 及び Q T X L O 信号を用いて、I 及び Q ベースバンド信号をアップコンバートして、アップコンバートされた信号 1 4 2 4 を提供する。フィルタ 1 4 2 6 は、アップコンバートされた信号 1 4 2 4 をフィルタリングして、周波数アップコンバージョンにより引き起こされる不要な信号並びに受信周波数帯域中の雑音を除去する。電力増幅器 (P A) 1 4 2 8 は、所望の出力電力レベルを取得するために、フィルタ 1 4 2 6 からのアップコンバートされた信号 1 4 2 4 を増幅して、送信 R F 信号を提供する。送信 R F 信号は、デュプレクサ又はスイッチ 1 4 3 0 を通してルーティングされ、アンテナ 1 4 3 2 を介して送信される。

20

【 0 0 4 6 】

【 0 0 6 3 】 受信経路では、アンテナ 1 4 3 2 は、基地局によって送信された信号を受信し、受信した R F 信号を提供し、R F 信号は、デュプレクサ又はスイッチ 1 4 3 0 を通してルーティングされ、低雑音増幅器 (L N A) 1 4 3 4 に提供される。デュプレクサ又はスイッチ 1 4 3 0 は、受信 (R X) 信号が T X 信号から分離されるように、特定の R X から T X へのデュプレクサ周波数分離で動作するように設計されている。望ましい R F 入力信号を取得するために、受信された R F 信号は、L N A 1 4 3 4 によって増幅され、フィルタ 1 4 3 6 によってフィルタリングされる。ダウンコンバージョンミキサ 1 4 3 8 (1) 、 1 4 3 8 (2) が、フィルタ 1 4 3 6 の出力を、R X L O 信号発生器 1 4 4 0 からの I 及び Q R X L O 信号 (すなわち、L O _ I 及び L O _ Q) と混合して、I 及び Q ベースバンド信号を生成する。I 及び Q ベースバンド信号は、A M P 1 4 4 2 (1) 、 1 4 4 2 (2) によって増幅され、更にローパスフィルタ 1 4 4 4 (1) 、 1 4 4 4 (2) によってフィルタリングされて、I 及び Q アナログ入力信号が取得され、これらがデータプロセッサ 1 4 0 6 に提供される。この例では、データプロセッサ 1 4 0 6 は、データプロセッサ 1 4 0 6 によって更に処理されるようにアナログ入力信号をデジタル信号に変換するためにアナログデジタル変換器 (A D C) 1 4 4 6 (1) 、 1 4 4 6 (2) を含む。

30

40

【 0 0 4 7 】

【 0 0 6 4 】 図 1 4 の無線通信デバイス 1 4 0 0 では、T X L O 信号発生器 1 4 2 2 が、周波数アップコンバージョンに使用される I 及び Q T X L O 信号を生成し、R X L O 信号発生器 1 4 4 0 が、周波数ダウンコンバージョンに使用される I 及び Q R X L O 信号を生成する。各 L O 信号は、特定の基本周波数を有する周期信号である。T X 位相ロックループ (P L L) 回路 1 4 4 8 は、データプロセッサ 1 4 0 6 からタイミング情報を受け取り、T X L O 信号発生器 1 4 2 2 からの T X L O 信号の周波数及び／又は位相を調整するために使用される制御信号を生成する。同様に、R X P L L 回路 1 4 5 0 は、データプロセッサ 1 4 0 6 からタイミング情報を受け取り、R X L O 信号発生器

50

1440からのRX LO信号の周波数及び／又は位相を調整するために使用される制御信号を生成する。

【0048】

【0065】 本明細書において開示される態様に関連して説明された種々の例示的な論理ブロック、モジュール、回路、及びアルゴリズムが、電子ハードウェア、メモリ内に若しくは別のコンピュータ可読媒体内に記憶され、プロセッサ若しくは他の処理デバイスによって実行される命令、又は両方の組み合わせとして実装される場合があることは、当業者には更に理解されよう。本明細書で開示するメモリは、任意のタイプ及びサイズのメモリであってもよく、所望の任意のタイプの情報を記憶するように構成されてもよい。この互換性について明確に説明するために、様々な例示的な構成要素、ブロック、モジュール、回路、及びステップについて、上記では概してそれらの機能に関して説明してきた。そのような機能がどのように実装されるかは、特定の適用例、設計上の選択、及び／又はシステム全体に課される設計制約によって決まる。当業者は、説明する機能を特定の用途ごとに様々な方法で実装し得るが、そのような実装決定は、本開示の範囲からの逸脱を引き起こすものと解釈されるべきではない。

10

【0049】

【0066】 本明細書で開示する態様に関連して説明した様々な例示的な論理ブロック、モジュール、及び回路は、プロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)若しくは他のプログラマブル論理デバイス、ディスクリートゲート若しくはトランジスタ論理、ディスクリートハードウェア構成要素、又は本明細書で説明する機能を実行するように設計されたそれらの任意の組み合わせを用いて実装又は実行され得る。プロセッサは、マイクロプロセッサであってもよいが、代替としてプロセッサは、任意の従来のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、又はステートマシンであってもよい。プロセッサはまた、コンピューティングデバイスの組み合わせ(例えば、DSP及びマイクロプロセッサの組み合わせ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連携する1つ以上のマイクロプロセッサ、又は任意の他のそのような構成)として実装されてもよい。

20

【0050】

【0067】 本明細書で開示する態様は、ハードウェアにおいて具現化されてもよい、及びハードウェア内に記憶され、例えば、ランダムアクセスメモリ(RAM)、フラッシュメモリ、リードオンリーメモリ(ROM)、電氣的プログラマブルROM(EPROM)、電氣的消去可能プログラマブルROM(EEPROM(登録商標))、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、CD-ROM、又は当技術分野において知られている任意の他の形態のコンピュータ可読媒体の中に存在し得る命令において具現化されてもよい。例示的な記憶媒体は、プロセッサが記憶媒体から情報を読み取ること及び記憶媒体に情報を書き込むことができるように、プロセッサに結合される。代替として、記憶媒体は、プロセッサと一体化され得る。プロセッサ及び記憶媒体は、ASICの中に存在してもよい。ASICは、リモート局の中に存在してもよい。代替として、プロセッサ及び記憶媒体は、ディスクリート構成要素として、リモート局、基地局、又はサーバの中に存在してもよい。

30

【0051】

【0068】 本明細書の例示的な態様のいずれかで説明した動作ステップが、例及び説明を提供するために記載されていることにも留意されたい。説明する動作は、図示のシーケンス以外の多数の異なるシーケンスにおいて実施され得る。更に、単一の動作ステップにおいて記載した動作は、実際にはいくつかの異なるステップにおいて実施され得る。加えて、例示的な態様において論じられた1つ以上の動作ステップは組み合わせられる場合がある。当業者には容易に明らかになるように、フローチャート図に示される動作ステップには多数の異なる変更がなされる場合があることを理解されたい。当業者であれば、様々な異なる技術及び技法のいずれかを使用して情報及び信号が表され得ることも理解するであろう。例えば、上記の説明全体にわたって言及され得るデータ、命令、コマンド、情報

40

50

、信号、ビット、シンボル、及びチップは、電圧、電流、電磁波、磁場若しくは磁性粒子、光場若しくは光学粒子、又はそれらの任意の組み合わせによって表されてもよい。

【0052】

【0069】 本開示の前述の説明は、あらゆる当業者が本開示を作成又は使用することが可能となるように提供される。本開示に対する様々な変更は当業者には容易に明らかであり、本明細書で定義される一般原理は他の例に適用され得る。したがって、本開示は、本明細書で説明する例及び設計に限定することを意図するものでなく、本明細書で開示する原理及び新規の特徴と一致する最も広い範囲を与えられるべきである。

【0053】

【0070】 以下の番号付きの条項において、実装例について説明する。

10

1.

圧電材料を含み、第1の表面を有する基板と、

キャップ基板と、

キャップ基板と基板の第1の表面との間にキャビティを形成している基板とキャップ基板との間に配置されたダイヤモンドキャビティフレームと、

キャビティ内の基板の第1の表面上の第1のインターデジタルトランスデューサ（IDT）と、

キャビティ内の基板の第1の表面上の第2のIDTと、

を備える、表面弾性波（SAW）フィルタパッケージ。

2. キャップ基板は、ダイヤモンドキャビティフレームの少なくとも1つのフレーム側壁と垂直方向において同一平面上にある少なくとも1つのキャップ基板側壁を含む、項1のSAWフィルタパッケージ。

20

3. キャップ基板は、第1の長手方向軸に沿って延びている第1のキャップ基板側壁と、第1の長手方向軸と平行な第2の長手方向軸に沿って延びている第2のキャップ基板側壁と、を含み、

ダイヤモンドキャビティフレームは、第1の長手方向軸に沿って延びている第1のフレーム側壁と、第2の長手方向軸に沿って延びている第2のフレーム側壁と、を含み、

第1のキャップ基板側壁は、垂直方向において第1のフレーム側壁と同一平面上にあり、第2のキャップ基板側壁は、垂直方向において第2のフレーム側壁と同一平面上にある

30

、
項1又は2のSAWフィルタパッケージ。

4. キャップ基板は、長方形のキャップ基板フレーム外周構造体を含み、

ダイヤモンドキャビティフレームは、長方形のダイヤモンドフレーム外周構造体を含み、

長方形のキャップ基板フレーム外周構造体は、長方形のダイヤモンドフレーム外周構造体と同一平面上にある、

項1～3のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

5. ダイヤモンドキャビティフレームは、600及び2,000ワット（W）毎メートル（m）－毎ケルビン（W/m-K）を含む、600～2,000 W/m-Kの熱伝導率を有する、項1～4のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

40

6. ダイヤモンドキャビティフレームは、1パーツパーミリオン（ppm）／セ氏温度（C）（ppm/°C）以下の熱膨張率（CTE）を有する、項1～5のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

7. ダイヤモンドキャビティフレームは、 1×10^{14} 及び 1×10^{18} オームcmを含む、 $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{18}$ オームセンチメートル（cm）（オームcm）の電気抵抗率を有する、項1～6のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

8. キャップ基板の第2の表面とは反対側のキャップ基板の第1の表面に結合された第1の金属相互接続部と、

キャップ基板の第1の表面に結合された第2の金属相互接続部と、

少なくとも1つのキャップ基板側壁のうちの第1のキャップ基板側壁及び少なくとも1

50

つのフレーム側壁のうちの第1のフレーム側壁に配置されて、第1の金属相互接続部を第1のIDTに結合している第1の金属導体と、

少なくとも1つのキャップ基板側壁のうちの第2のキャップ基板側壁及び少なくとも1つのフレーム側壁のうちの第2のフレーム側壁に配置されて、第2の金属相互接続部を第2のIDTに結合している第2の金属導体と、

を更に備える、項2のSAWフィルタパッケージ。

9. 基板の第1の表面上に配置されたアルミニウムパッドを更に備える、項1～8のいずれかのSAWフィルタパッケージであって、

ダイヤモンドキャビティフレームは、ダイヤモンドキャビティフレームを基板に結合するためにアルミニウムパッドに結合されている、

項1～8のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

10. キャップ基板が、シリコン材料を含む、項1～9のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

11. ダイヤモンドキャビティフレームは、基板の第1の表面に結合された第1の外周面及び第2の外周面を含むダイヤモンドフレーム外周構造体を含み、

キャップ基板が、第2の表面を含み、第2の表面は、ダイヤモンドフレーム外周構造体の第2の外周面に結合されて、基板とキャップ基板との間のダイヤモンドフレーム外周構造体の内側のキャビティを取り囲んでいる、

項1～10のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

12. セットトップボックスと、エンターテイメントユニットと、ナビゲーションデバイスと、通信デバイスと、固定ロケーションデータユニットと、モバイルロケーションデータユニットと、全地球測位システム(GPS)デバイスと、モバイルフォンと、セルラーフォンと、スマートフォンと、セッション開始プロトコル(SIP)フォンと、タブレットと、ファブレットと、サーバと、コンピュータと、ポータブルコンピュータと、モバイルコンピューティングデバイスと、ウェアラブルコンピューティングデバイスと、デスクトップコンピュータと、携帯情報端末(PDA)と、モニターと、コンピュータモニターと、テレビと、チューナーと、ラジオと、衛星ラジオと、音楽プレーヤと、デジタル音楽プレーヤと、ポータブル音楽プレーヤと、デジタルビデオプレーヤと、ビデオプレーヤと、デジタルビデオディスク(DVD)プレーヤと、ポータブルデジタルビデオプレーヤと、自動車と、車両部品と、アビオニクスシステムと、ドローンと、マルチコプターと、からなる群から選択されるデバイスに一体化された、項1～11のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

13. 圧電材料を含み、第1の表面を有する基板と、

キャップ基板と、

少なくとも5ワット(W)毎メートル(m)ー毎ケルビン(W/m-K)の熱伝導率を有するキャビティフレームであって、キャップ基板と基板の第1の表面との間にキャビティを形成している基板とキャップ基板との間に配置されている、キャビティフレームと、

キャビティ内の基板の第1の表面上の第1のインターデジタルトランスデューサ(IDT)と、

キャビティ内の基板の第1の表面上の第2のIDTと、

を備える、表面弾性波(SAW)フィルタパッケージ。

14. キャップ基板は、キャビティフレームの少なくとも1つのフレーム側壁と垂直方向において同一平面上にある少なくとも1つのキャップ基板側壁を含む、項13のSAWフィルタパッケージ。

15. キャップ基板は、第1の長手方向軸に沿って延びている第1のキャップ基板側壁と、第1の長手方向軸と平行な第2の長手方向軸に沿って延びている第2のキャップ基板側壁と、を含み、

キャビティフレームは、第1の長手方向軸に沿って延びている第1のフレーム側壁と、第2の長手方向軸に沿って延びている第2のフレーム側壁と、を含み、

第1のキャップ基板側壁は、垂直方向において第1のフレーム側壁と同一平面上にあり

10

20

30

40

50

、第2のキャップ基板側壁は、垂直方向において第2のフレーム側壁と同一平面上にある、

項13又は14のSAWフィルタパッケージ。

16. キャップ基板は、長方形のキャップ基板フレーム外周構造体を含み、

キャビティフレームは、長方形のフレーム外周構造体を含み、

長方形のキャップ基板フレーム外周構造体は、長方形のフレーム外周構造体と同一平面上にある、

項13～15のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

17. キャビティフレームは、10パーセントパーミリオン(ppm)/セ氏温度(C)(ppm/°C)以下の熱膨張率(CTE)を有する、項13～15のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

18. キャビティフレームは、 1×10^{10} オームセンチメートル(cm)(オームcm)以上の電気抵抗率を有する、項13～17のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

19. キャビティフレームは、酸化アルミニウム、窒化ケイ素、及びサファイアからなる群から構成される材料を含む、項13～18のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

20. キャップ基板の第2の表面とは反対側のキャップ基板の第1の表面に結合された第1の金属相互接続部と、

キャップ基板の第1の表面に結合された第2の金属相互接続部と、

少なくとも1つのキャップ基板側壁のうちの第1のキャップ基板側壁及び少なくとも1つのフレーム側壁のうちの第1のフレーム側壁に配置されて、第1の金属相互接続部を第1のIDTに結合している第1の金属導体と、

少なくとも1つのキャップ基板側壁のうちの第2のキャップ基板側壁及び少なくとも1つのフレーム側壁のうちの第2のフレーム側壁に配置されて、第2の金属相互接続部を第2のIDTに結合している第2の金属導体と、

を更に備える、項14のSAWフィルタパッケージ。

21. 基板の第1の表面上に配置されたアルミニウムパッドを更に備える、項13～15のいずれかのSAWフィルタパッケージであって、

キャビティフレームは、キャビティフレームを基板に結合するためにアルミニウムパッドに結合されている、

項13～15のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

22. キャップ基板が、シリコン材料を含む、項13～21のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

23. セットトップボックスと、エンターテインメントユニットと、ナビゲーションデバイスと、通信デバイスと、固定ロケーションデータユニットと、モバイルロケーションデータユニットと、全地球測位システム(GPS)デバイスと、モバイルフォンと、セルラーフォンと、スマートフォンと、セッション開始プロトコル(SIP)フォンと、タブレットと、ファブレットと、サーバと、コンピュータと、ポータブルコンピュータと、モバイルコンピューティングデバイスと、ウェアラブルコンピューティングデバイスと、デスクトップコンピュータと、携帯情報端末(PDA)と、モニタと、コンピュータモニタと、テレビと、チューナーと、ラジオと、衛星ラジオと、音楽プレーヤと、デジタル音楽プレーヤと、ポータブル音楽プレーヤと、デジタルビデオプレーヤと、ビデオプレーヤと、デジタルビデオディスク(DVD)プレーヤと、ポータブルデジタルビデオプレーヤと、自動車と、車両部品と、アビオニクスシステムと、ドローンと、マルチコプターと、からなる群から選択されるデバイスに一体化された、項13～22のいずれかのSAWフィルタパッケージ。

24. 表面弾性波(SAW)フィルタパッケージを製造する方法であって、

第1の表面を含むキャップ基板を用意することと、

少なくとも5ワット(W)毎メートル(m)－毎ケルビン(W/m-K)の熱伝導率を有するキャビティフレームの第1の表面をキャップ基板に結合することと、

圧電材料、第1の表面、基板の第1の表面上の第1のインターデジタルトランスデュー

10

20

30

40

50

サ (I D T)、及び基板の第 1 の表面上の第 2 の I D T を含む基板を用意することと、
キャビティフレームの第 2 の表面を基板の第 1 の表面に結合することによって、キャップ基板と基板の第 1 の表面との間にキャビティを形成し、第 1 の I D T 及び第 2 の I D T を取り囲むことと、
を含む、方法。

25. キャビティフレームの第 2 の表面を基板の第 1 の表面に結合する前に、キャビティフレームの第 1 の表面をキャップ基板の第 1 の表面に結合することを含む、項 24 の方法。

26. キャビティフレームを形成することを更に含む、項 24 又は 25 の方法であって、形成することが、

エッチング材料を含むエッチング材料層をキャップ基板の第 1 の表面上に配置することと、

エッチング材料に外周開口を形成するようにエッチング材料層をパターニングすることと、

キャビティフレームのキャビティフレーム材料をエッチング材料上及びエッチング材料の外周開口内に配置することと、

エッチング材料層を除去することと、

を含む、

項 24 又は 25 の方法。

27. キャビティフレームの第 2 の表面を形成するためにキャビティフレーム材料を研削することを更に含む、項 26 の方法。

28. キャビティフレームの 1 つ以上のフレーム側壁と同一平面上にあるキャップ基板の 1 つ以上のキャップ基板側壁を形成するために、キャップ基板に結合されたキャビティフレームを垂直方向にダイシングすることを更に含む、項 26 又は 27 のいずれかの方法。

29. 基板の第 1 の表面上に第 1 の金属相互接続部を形成することを更に含む、項 26 ~ 28 のいずれかの方法であって、

キャビティフレームの第 2 の表面を基板の第 1 の表面に結合することは、キャビティフレームの第 2 の表面を基板の第 1 の表面上の第 1 の金属相互接続部に結合することを含む、

項 26 ~ 28 のいずれかの方法。

30. キャップ基板の第 1 の表面とは反対側のキャップ基板の第 2 の表面上に第 2 の金属相互接続部を形成することと、

キャップ基板のキャップ基板側壁上及び第 1 の金属相互接続部を第 2 の金属相互接続部に結合しているキャビティフレームのフレーム側壁上に金属導体を配置することと、

を更に含む、項 29 の方法。

31. キャビティフレームが、ダイヤモンドキャビティフレームを含む、項 24 ~ 30 のいずれかの方法。

32. キャビティフレームは、10 パーツパーミリオン (ppm) / セ氏温度 (C) (ppm / °C) 以下の熱膨張率 (CTE) を有する、項 24 ~ 31 のいずれかの方法。

33. キャビティフレームは、 1×10^{10} オームセンチメートル (cm) (オーム cm) 以上の電気抵抗率を有する、項 24 ~ 32 のいずれかの方法。

10

20

30

40

50

【図 2 C】

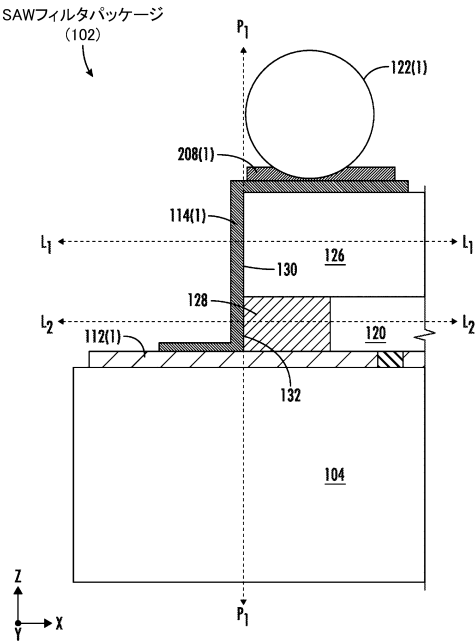


図2C

【図 3】

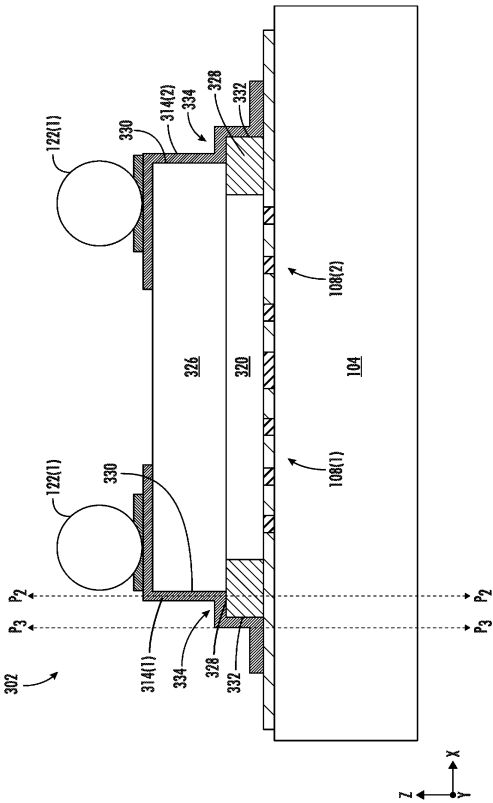


図 3

【図 4】

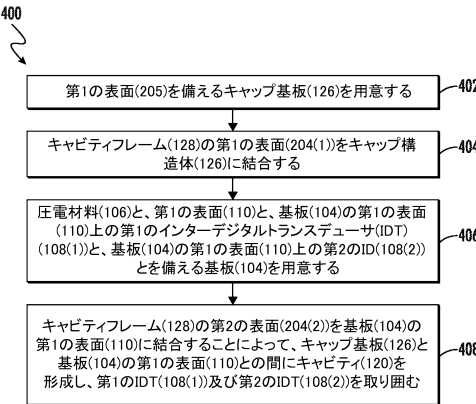


図4

【図 5 A】

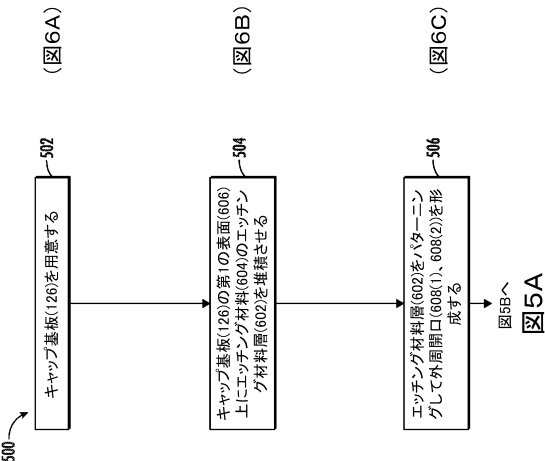


図 5A

10

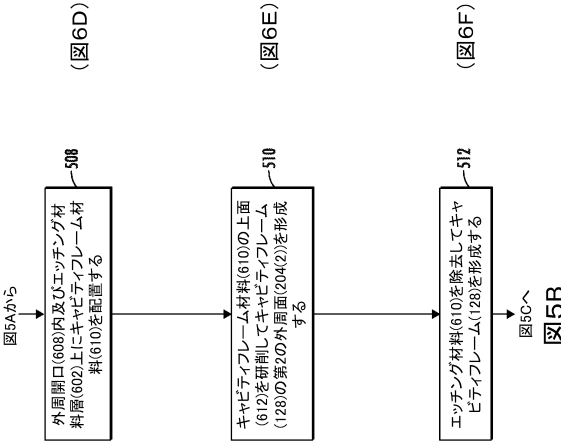
20

30

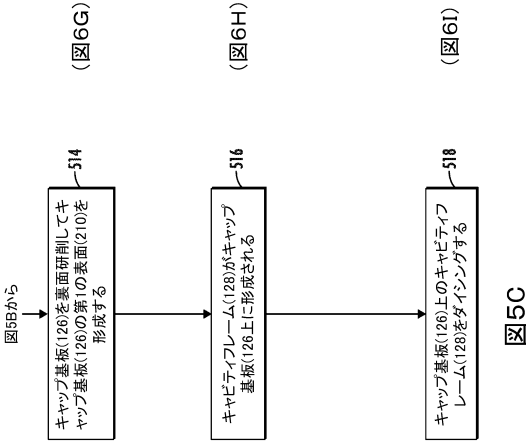
40

50

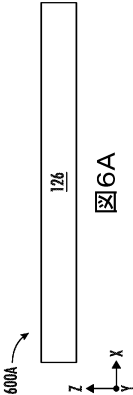
【図 5 B】



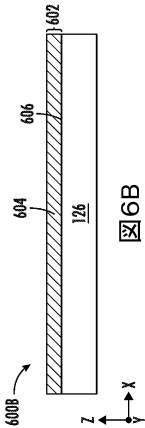
【図 5 C】



【図 6 A】



【図 6 B】



10

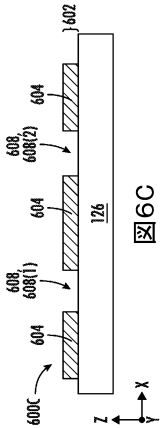
20

30

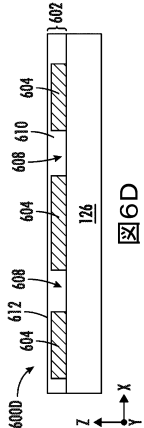
40

50

【図 6 C】



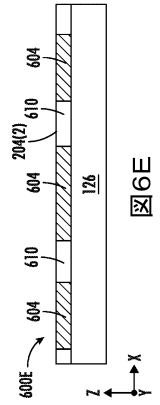
【図 6 D】



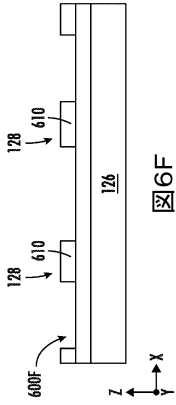
10

20

【図 6 E】



【図 6 F】

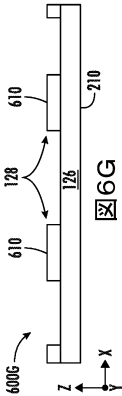


30

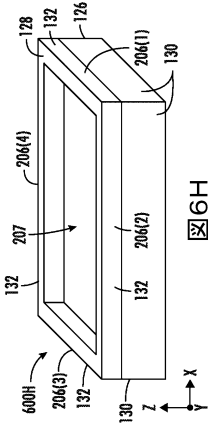
40

50

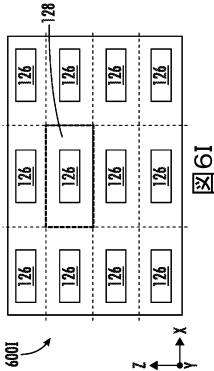
【図 6 G】



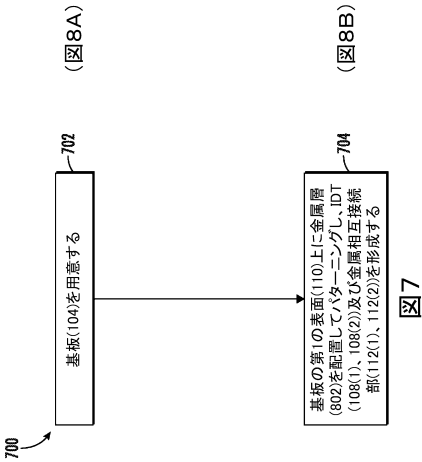
【図 6 H】



【図 6 I】



【図 7】



10

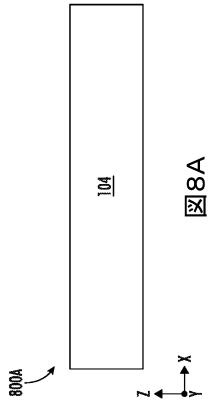
20

30

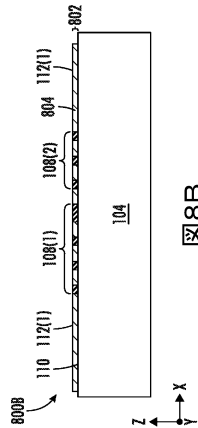
40

50

【図 8 A】



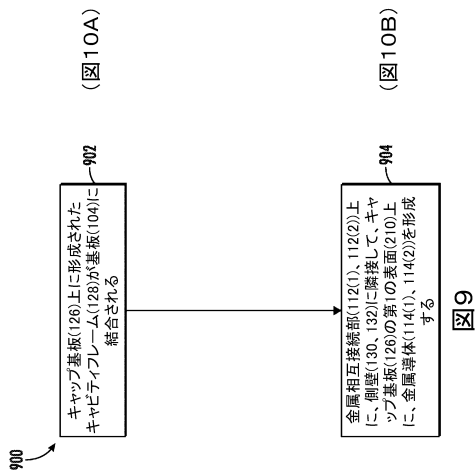
【図 8 B】



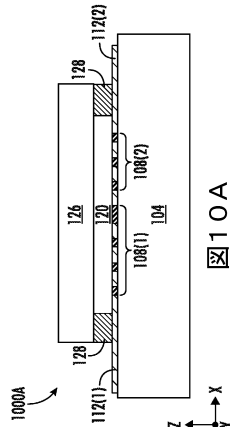
10

20

【図 9】



【図 10 A】



30

40

50

【図 10 B】

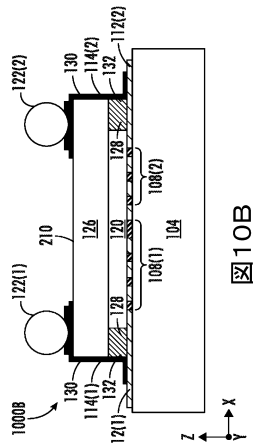


図10B

【図 11】

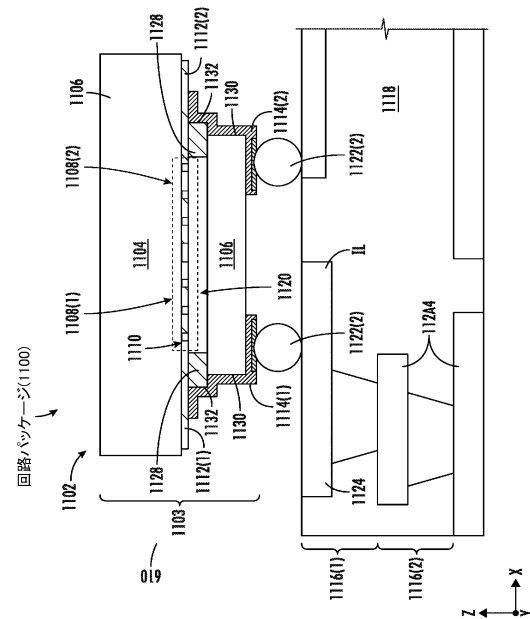


図 11

【図 12 A】

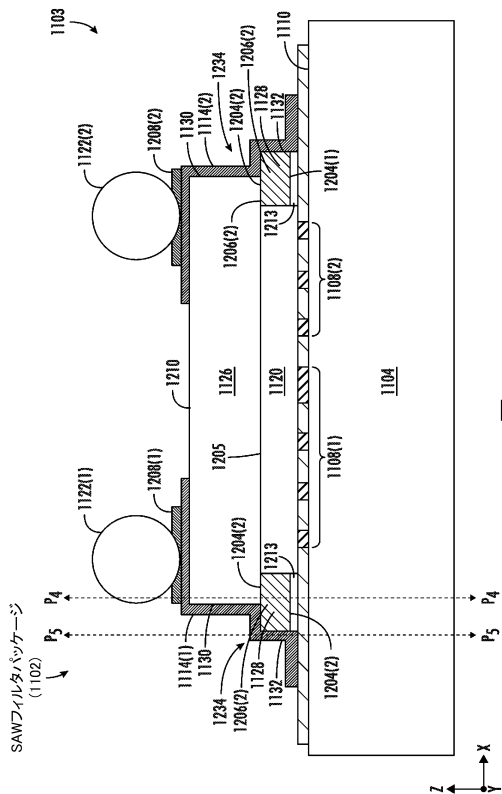


図12A

【図 12 B】

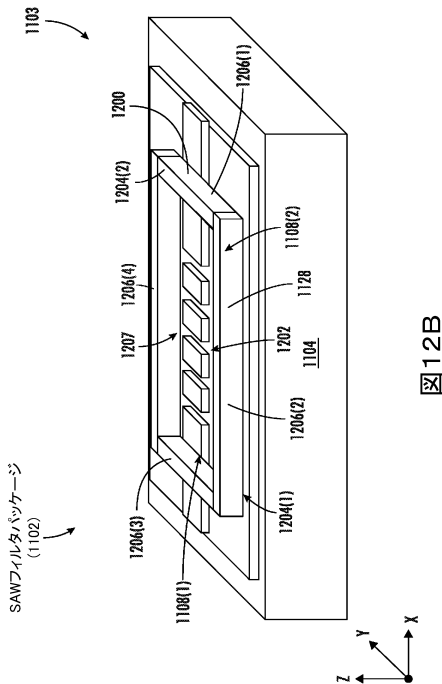


図12B

10

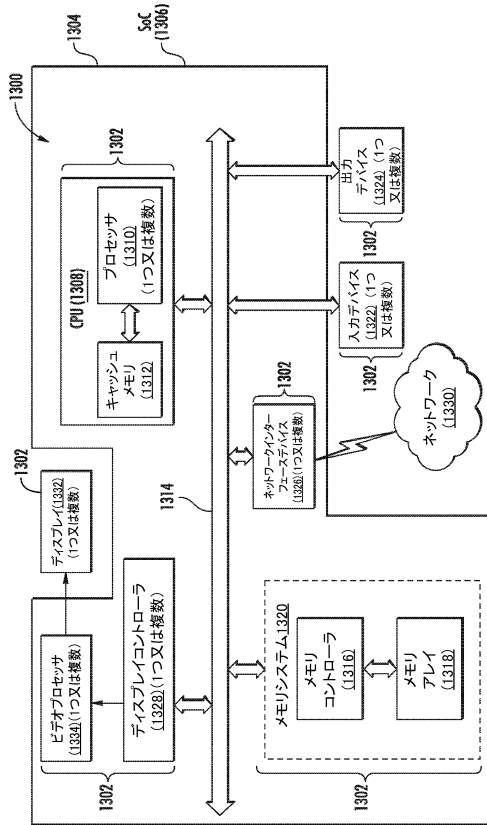
20

30

40

50

【圖 13】

13

【図 14】

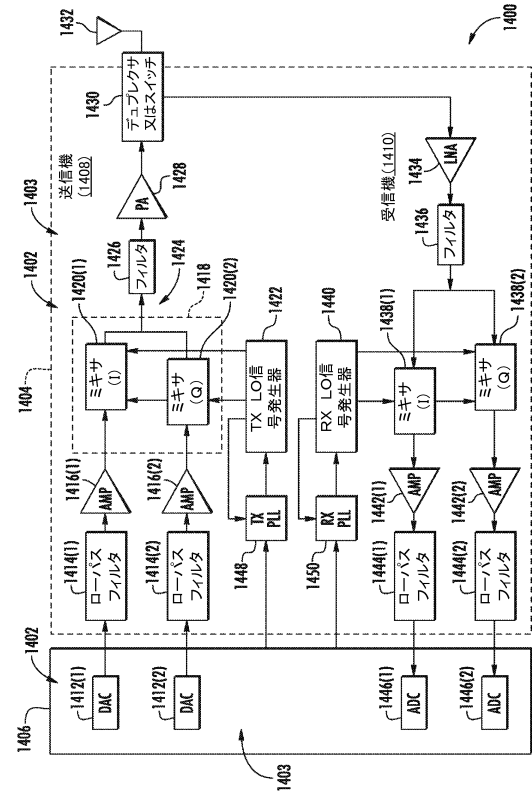


図14

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2022/073354

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H03H3/10 H03H9/02 H03H9/10 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H03H		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2021/159877 A1 (FUKUHARA HIRONORI [JP] ET AL) 27 May 2021 (2021-05-27)	1-7, 10-17, 22-25, 31-33
Y	paragraphs [0006], [0013], [0047] - [0050]; claims 6,15; figure 4	1-21,23, 24,31-33
Y	CHEN ZUOHUAN ET AL: "Development of 3D Wafer Level Package for SAW Filters Using Thin Film Lamination", IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONIC PACKAGING TECHNOLOGY, 2020, pages 1-5, XP033830662, [retrieved on 2020-09-21] section II.A; figure 1	1-9, 11-21, 23,24, 31-33
----- -/-		
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 October 2022		Date of mailing of the international search report 19/10/2022
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Maget, Judith

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2022/073354

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/224851 A1 (FRIERTAG GREGOR [DE] ET AL) 10 September 2009 (2009-09-10)	13-16, 20-30
Y	paragraphs [0061] - [0073], [0082] - [0090]; figures 2,4,8,	1-12, 17-19, 31-33
A	----- CHEN ZUOHUAN ET AL: "Development and Reliability Study of 3-D Wafer Level Packaging for SAW Filter Using Thin Film Capping", IEEE TRANSACTIONS ON COMPONENTS, PACKAGING AND MANUFACTURING TECHNOLOGY, vol. 11, no. 7, June 2021 (2021-06), pages 1047-1054, XP011867245, [retrieved on 2021-07-19] figures 1,2	1-4,8,9, 14-16, 20,21
A	----- US 2014/354114 A1 (MORIYA AKIRA [JP] ET AL) 4 December 2014 (2014-12-04) paragraph [0022]; figures 2,3	1-33
A	----- US 2004/232802 A1 (KOSHIDO YOSHIHIRO [JP]) 25 November 2004 (2004-11-25) figures 1-3	24-32

1

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				International application No	
Information on patent family members				PCT/US2022/073354	
Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2021159877	A1	27-05-2021	SG 10202011737X	A	29-06-2021
			US 2021159877	A1	27-05-2021
US 2009224851	A1	10-09-2009	DE 102005026243	A1	14-12-2006
			JP 5300471	B2	25-09-2013
			JP 2008546207	A	18-12-2008
			KR 20080011676	A	05-02-2008
			US 2009224851	A1	10-09-2009
			WO 2006131216	A1	14-12-2006
US 2014354114	A1	04-12-2014	JP 6242597	B2	06-12-2017
			JP 2014236387	A	15-12-2014
			US 2014354114	A1	04-12-2014
US 2004232802	A1	25-11-2004	AU 2003252238	A1	16-02-2004
			CN 1568570	A	19-01-2005
			EP 1526640	A1	27-04-2005
			JP 2004129223	A	22-04-2004
			KR 20040079985	A	16-09-2004
			US 2004232802	A1	25-11-2004
			WO 2004012331	A1	05-02-2004

10

20

30

40

50

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,J
O,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,M
Z,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,
TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 ラン、ジェーション

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7
5

F ターム (参考) 5F136 BB01 DA50 FA24 FA82 FA83
5J097 AA24 BB15 HA04 JJ01 JJ09 KK09 KK10

【要約の続き】

ヤップ基板（１２６）及びフレーム（１２８）の縁部は、詳しくはキャップ及びベース基板の位置合わせなどの製造のために位置合わせされてもよい。キャップ基板及びフレームの側壁が外側に位置合わせされた接続によるキャップ基板の上部へのフリップチップ接続。