

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2025-506818
(P2025-506818A)

(43)公表日 令和7年3月13日(2025.3.13)

(51)国際特許分類		F I		テーマコード (参考)	
H 0 1 L	25/04 (2023.01)	H 0 1 L	25/04	Z	5 F 0 3 3
H 0 1 L	21/60 (2006.01)	H 0 1 L	21/60	3 1 1 Q	5 F 0 4 4
H 0 1 L	23/12 (2006.01)	H 0 1 L	23/12	Q	
H 0 1 L	21/3205(2006.01)	H 0 1 L	23/12	H	
H 1 0 D	88/00 (2025.01)	H 0 1 L	21/88	T	
		審査請求	未請求	予備審査請求	未請求 (全35頁) 最終頁に続く
(21)出願番号	特願2024-550200(P2024-550200)				(71)出願人 518065991
(86)(22)出願日	令和5年2月23日(2023.2.23)				アデア セミコンダクター ボンディング
(85)翻訳文提出日	令和6年10月17日(2024.10.17)				テクノロジーズ インコーポレイテッド
(86)国際出願番号	PCT/US2023/063147				アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5
(87)国際公開番号	WO2023/164564				1 3 4 サンノゼ オーチャード パーク
(87)国際公開日	令和5年8月31日(2023.8.31)				ウェイ 3 0 2 5
(31)優先権主張番号	63/313,639				(74)代理人 100103610
(32)優先日	令和4年2月24日(2022.2.24)				弁理士 ▲吉▼田 和彦
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)				(74)代理人 100109070
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,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,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV				弁理士 須田 洋之
	最終頁に続く				(74)代理人 100119013
					弁理士 山崎 一夫
					(74)代理人 100130937
					弁理士 山本 泰史
					(74)代理人 100144451
					最終頁に続く

(54)【発明の名称】 接合構造

(57)【要約】

接合構造は、第1の導電性コンタクト及び第2の導電性コンタクトを含むキャリアと、接着剤なしで第1の導電性コンタクトに直接接合された第3の導電性コンタクトを含む第1の個片化要素と、接着剤なしで第2の導電性コンタクトに直接接合された第4の導電性コンタクトを含む第2の個片化要素とを含むことができ、第1の導電性コンタクト及び第2の導電性コンタクトは、250ミクロン以下のコンタクト間隔だけ離間している。

【選択図】 図 4 A

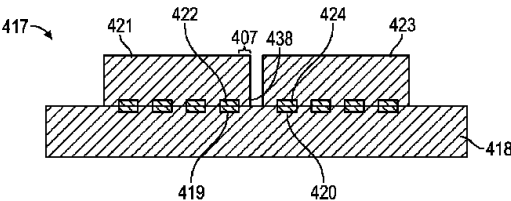


FIG. 4A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の導電性コンタクト及び第 2 の導電性コンタクトを含むキャリアと、

接着剤なしで前記第 1 の導電性コンタクトに直接接合された第 3 の導電性コンタクトを含む第 1 の個片化要素と、

接着剤なしで前記第 2 の導電性コンタクトに直接接合された第 4 の導電性コンタクトを含む第 2 の個片化要素と、

備える接合構造であって、

前記第 1 の導電性コンタクト及び前記第 2 の導電性コンタクトは、250 ミクロン以下のコンタクト間隔だけ離間している、接合構造。

10

【請求項 2】

第 1 の導電性コンタクト及び第 2 の導電性コンタクトを含むキャリアと、

接着剤なしで前記第 1 の導電性コンタクトに直接接合された第 3 の導電性コンタクトを含む第 1 の個片化要素と、

接着剤なしで前記第 2 の導電性コンタクトに直接接合された第 4 の導電性コンタクトを含む第 2 の個片化要素と、

を備える接合構造であって、

前記第 1 の個片化要素及び前記第 2 の個片化要素は、50 ミクロン以下の要素間隔だけ離間している、接合構造。

【請求項 3】

20

第 1 の導電性コンタクト及び第 2 の導電性コンタクトを含むキャリアと、

接着剤なしで前記第 1 の導電性コンタクトに直接接合された第 3 の導電性コンタクトを含む第 1 の個片化要素と、

接着剤なしで前記第 2 の導電性コンタクトに直接接合された第 4 の導電性コンタクトを含む第 2 の個片化要素と、

を備える接合構造であって、

前記第 1 の導電性コンタクト及び前記第 2 の導電性コンタクトは、前記第 1 の個片化要素及び第 2 の個片化要素の少なくとも一方の厚さの約 0.4 倍と 8 倍の間のコンタクト間隔だけ離間している、接合構造。

【請求項 4】

30

前記第 1 の個片化要素及び前記第 2 の個片化要素は、10 ミクロン以下の要素間隔だけ離間している、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 5】

前記キャリアと前記第 1 の個片化要素及び前記第 2 の個片化要素は、直接ハイブリッド接合されている、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 6】

前記コンタクト間隔は、前記第 1 の個片化要素及び前記第 2 の個片化要素の少なくとも一方の前記厚さの約 2 倍未満である、請求項 3 に記載の接合構造。

【請求項 7】

前記第 1 の個片化要素及び前記第 2 の個片化要素は、接着剤なしで前記キャリアの対応する非導電性領域（複数可）に直接接合されたそれぞれの非導電性領域を含む、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の接合構造。

40

【請求項 8】

前記コンタクト間隔は、200 ミクロン以下である、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 9】

前記コンタクト間隔は、100 ミクロン以下である、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 10】

前記コンタクト間隔は、50 ミクロン以下である、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の

50

接合構造。

【請求項 1 1】

前記コンタクト間隔は、10ミクロン以下である、請求項1から7のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 1 2】

前記コンタクト間隔は、5ミクロン以下である、請求項1から7のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 1 3】

前記コンタクト間隔は2ミクロン以下である、請求項1～7の内のいずれか1項に記載の接合構造。

【請求項 1 4】

前記コンタクト間隔は、1ミクロン～250ミクロンの範囲にある、請求項1から7のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 1 5】

前記コンタクト間隔は、1ミクロン～100ミクロンの範囲にある、請求項1から7のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 1 6】

前記コンタクト間隔は、1ミクロン～20ミクロンの範囲にある、請求項1から7のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 1 7】

前記要素間隔は、20ミクロン以下である、請求項1から15のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 1 8】

前記要素間隔は、10ミクロン以下である、請求項1から15のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 1 9】

前記コンタクト間隔は、前記第1の個片化要素及び前記第2の個片化要素の少なくとも一方の前記厚さ以下である、請求項6に記載の接合構造。

【請求項 2 0】

前記第3の導電性コンタクトは、前記第1の個片化要素の回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備える、請求項1から19のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 2 1】

前記第3の導電性コンタクトは、信号線、電源線、又は電気接地に接続されている、請求項20に記載の接合構造。

【請求項 2 2】

前記第1の個片化要素及び前記第2の個片化要素の少なくとも一方は、能動回路を有する集積デバイスダイを備える、請求項1から21のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 2 3】

前記第1の個片化要素は、能動回路を有する集積デバイスダイを備え、前記第2の個片化要素は、受動構成要素を備える、請求項22に記載の接合構造。

【請求項 2 4】

前記第1の個片化要素及び前記第2の個片化要素の少なくとも一方は、反応性イオンエッチング（RIE）プロセスで個片化される、請求項1から23のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 2 5】

前記第1の個片化要素及び前記第2の個片化要素の少なくとも一方の最大横幅は、4mm以下である、請求項1から24のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 2 6】

前記第1の個片化要素及び前記第2の個片化要素の少なくとも一方の最大横幅は、2mm以下である、請求項1から24のいずれかに記載の接合構造。

10

20

30

40

50

【請求項 27】

前記第1の個片化要素の外縁と前記第3の導電性コンタクトとの間のエッジ除外距離は、100ミクロン未満である、請求項1から26のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 28】

前記エッジ除外距離は、50ミクロン以下である、請求項27に記載の接合構造。

【請求項 29】

前記エッジ除外距離は、10ミクロン以下である、請求項28に記載の接合構造。

【請求項 30】

前記エッジ除外距離は、1ミクロン～100ミクロンの範囲にある、請求項27から29のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 31】

前記第2の個片化要素は、少なくとも1つの導電性基板貫通ビア（TSV）を備える、請求項1から3のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 32】

キャリアと、

接着剤なしで前記キャリアに直接接合された第1の要素であって、切欠き領域を含む第1の要素と、

接着剤なしで前記キャリアに直接接合された第2の個片化要素であって、前記第1の要素の前記切欠き領域内に少なくとも部分的に横方向に配置された第2の個片化要素と、を備える接合構造。

【請求項 33】

接着剤なしで前記キャリアに直接接合された第3の個片化要素をさらに備え、前記第2の個片化要素は、前記第1の要素と前記第3の個片化要素との間に配置される、請求項32に記載の接合構造。

【請求項 34】

前記第2の個片化要素に直接接合された第3の要素をさらに備える、請求項1から33のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 35】

前記第3の要素に接続するために前記第2の個片化要素を貫通する導電性ビアをさらに備える、請求項34に記載の接合構造。

【請求項 36】

前記コンタクト間隔は、前記導電性ビアの長さ以下である、請求項35に記載の接合構造。

【請求項 37】

第1の導電性コンタクトを備える第1の個片化要素と、

第2の導電性コンタクトを備えるキャリアと、

を備える接合構造であって、

前記第1の導電性コンタクト及び前記第2の導電性コンタクトは、接着剤を介在させずに互いに直接接合され、前記第1の導電性コンタクトは、前記第1の個片化要素の外縁から200μm以下のエッジ除外距離だけ離間しており、前記第1の導電性コンタクトは、前記第1の個片化要素の回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを含む、接合構造。

【請求項 38】

前記エッジ除外距離は、約10ミクロンと100ミクロンの間である、請求項37に記載の接合構造。

【請求項 39】

第1の複数の導電性コンタクトが所定のピッチで離間配置された第1の個片化要素であって、前記第1の複数の導電性コンタクトは、前記第1の個片化要素の外側縁に最も近接した少なくとも1つの外側導電性コンタクトを含み、前記少なくとも1つの外側導電性コンタクトは、前記外側縁からエッジ除外距離だけ離間しており、前記第1の個片化要素の

10

20

30

40

50

回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを含む、第 1 の個片化要素と、

接着剤を介在させずに前記第 1 の複数の導電性コンタクトに直接接合された第 2 の複数の導電性コンタクトを備えるキャリアと、

を備える接合構造であって、

前記エッジ除外距離と前記ピッチとの比は、約 10 : 1 と 50 : 1 の間である、接合構造。

【請求項 40】

前記エッジ除外距離と前記ピッチとの比は、約 15 : 1 未満である、請求項 39 に記載の接合構造。

【請求項 41】

最大横幅を有し、第 1 の複数の導電性コンタクトを含む第 1 の個片化要素であって、前記第 1 の複数の導電性コンタクトは、前記第 1 の個片化要素の外側縁に最も近接した少なくとも 1 つの外側導電性コンタクトを含み、前記少なくとも 1 つの外側導電性コンタクトは、前記外側縁からエッジ除外距離だけ離間しており、前記第 1 の個片化要素の回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを含む、第 1 の個片化要素と、

接着剤を介在させずに前記第 1 の複数の導電性コンタクトに直接接合された第 2 の複数の導電性コンタクトを備えるキャリアと、

を備える接合構造であって、

前記最大横幅と前記エッジ除外距離との比は、約 10 : 1 と 100 : 1 の間である、接合構造。

【請求項 42】

前記最大横幅と前記エッジ除外距離との比は、約 50 : 1 未満である、請求項 41 に記載の接合構造。

【請求項 43】

第 1 の非導電性領域及び第 1 の複数の導電性コンタクトを含む第 1 の接合面を有するキャリアと、

第 2 の非導電性領域及び第 2 の複数の導電性コンタクトを含む第 2 の接合面を有する個片化デバイスダイであって、前記第 2 の非導電性領域は、接着剤なしで前記キャリアの前記第 1 の非導電性領域に直接接合され、前記第 2 の複数の導電性コンタクトは、接着剤なしで前記第 1 の複数の導電性コンタクトに直接接合される、個片化デバイスダイと、

を備える接合構造であって、

前記個片化デバイスダイは、前記第 2 の接合面に対して非平行に延びるエッチングされた外側縁を含み、前記第 2 の複数の導電性コンタクトは、前記外側縁に最近接した少なくとも 5 つの外側導電性コンタクトを含み、前記少なくとも 5 つの外側導電性コンタクトは、前記個片化デバイスダイの回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを含む、接合構造。

【請求項 44】

前記エッジ除外距離は、50 ミクロン以下である、請求項 37 から 43 のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 45】

前記エッジ除外距離は、10 ミクロン以下である、請求項 44 に記載の接合構造。

【請求項 46】

前記エッジ除外距離は、1 ミクロン～100 ミクロンの範囲にある、請求項 37 から 45 のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 47】

前記エッジ除外距離と前記ピッチとの比は、10 未満である、請求項 37 から 46 のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 48】

前記エッジ除外距離と前記ピッチとの比は、5 未満である、請求項 47 に記載の接合構造。

10

20

30

40

50

【請求項 49】

前記エッジ除外距離と前記ピッチとの比は、2未満である、請求項48に記載の接合構造。

【請求項 50】

前記最大横幅と前記エッジ除外距離との比は、10未満である、請求項37から49のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 51】

前記最大横幅と前記エッジ除外距離との比は、5未満である、請求項50に記載の接合構造。

【請求項 52】

前記最大横幅と前記エッジ除外距離との比は、2未満である、請求項51に記載の接合構造。

【請求項 53】

前記少なくとも1つの外側導電性コンタクトは、信号線、電源線、又は電気接地に電氣的に接続されている、請求項37から52のいずれかに記載の接合構造。

【請求項 54】

能動回路と、

別の要素に直接ハイブリッド接合するように構成された接合面と、

前記接合面に対して非平行に延びる外縁と、

前記外縁から100ミクロン以下のエッジ除外距離だけ離間した第1の導電性コンタクトであって、前記能動回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを含む、第1の導電性コンタクトと、
を備える集積デバイスダイ。

【請求項 55】

前記エッジ除外距離は、50ミクロン以下である、請求項54に記載の集積デバイスダイ。

【請求項 56】

前記第1の導電性コンタクトは、信号線、電源線、又は電気接地に電氣的に接続されている、請求項54又は55に記載の集積デバイスダイ。

【請求項 57】

前記第1の導電性コンタクトと前記ダイの前記外縁との間に配置されたダミーの無効コンタクトをさらに備える、請求項54に記載の集積デバイスダイ。

【請求項 58】

第1の複数の導電性コンタクトを備える第1の要素を平坦化するステップと、

第2の複数の導電性コンタクトを備える第2の要素を平坦化するステップと、

前記第1の要素及び前記第2の要素をキャリアに接合するステップであって、前記第1の要素の前記第1の複数の導電性コンタクトの第1の最外導電性コンタクトが、前記第2の複数の導電性コンタクトの第2の最外導電性コンタクトから、250ミクロン以下のコンタクト間隔だけ離間している、ステップと、
を含む、ダイを接合するための方法。

【請求項 59】

前記第1の要素上に保護層を塗布するステップと、

前記第1の要素上の前記保護層をパターン形成するステップと、

前記第1の要素をダイシングフレームに移すステップと、

をさらに含む、請求項58に記載の方法。

【請求項 60】

エッチングプロセスによって、前記第1の要素を複数の個片化要素に個片化するステップをさらに含む、請求項59に記載の方法。

【請求項 61】

前記エッチングプロセスは、ドライエッチングプロセス及びウェットエッチングプロセ

10

20

30

40

50

スの少なくとも一方を含む、請求項 60 に記載の方法。

【請求項 62】

前記ドライエッチングプロセスは、反応性イオンエッチング（RIE）プロセスである、請求項 60 に記載の方法。

【請求項 63】

前記第 1 の要素を個片化するステップは、ウェット及びドライのエッチングプロセスの組み合わせによって達成される、請求項 60 に記載の方法。

【請求項 64】

前記第 1 の要素から前記保護層を除去するステップと、
前記第 1 の要素を処理方法で処理するステップと、
別の要素に直接接合させるために前記第 1 の要素を準備するステップと、
をさらに含む、請求項 60 に記載の方法。

【請求項 65】

前記処理方法は、表面活性化を含む、請求項 64 に記載の方法。

【請求項 66】

直接接合のために前記第 1 の要素を準備するステップは、基板を洗浄し、すすぎ、乾燥させるステップをさらに含む、請求項 64 に記載の方法。

【請求項 67】

第 1 の要素及び第 2 の要素を個片化するステップであって、前記第 1 の要素及び第 2 の要素が 100 ミクロン以下のエッジ除外距離を備える、ステップと、

前記第 1 の個片化要素及び第 2 の個片化要素をキャリアに接合するステップであって、前記第 1 の個片化要素と前記第 2 の個片化要素との間の距離が 10 ミクロン以下である、ステップと、
を含む、接合構造を作製するための方法。

【請求項 68】

前記第 1 の個片化要素及び前記第 2 の個片化要素をキャリアに接合するステップは、接着剤を使用せずに、前記第 1 の個片化要素及び第 2 の個片化要素を前記キャリアに直接接合するステップを含む、請求項 67 に記載の方法。

【請求項 69】

第 1 の要素及び第 2 の要素を個片化するステップは、反応性イオンエッチングを用いて前記第 1 の要素及び前記第 2 の要素を個片化するステップを含む、請求項 67 に記載の方法。

【請求項 70】

第 1 の導電性コンタクトを備える第 1 の個片化要素と、
第 2 のコンタクトパッドを備えるキャリアと、
を備える接合構造であって、

前記第 1 の導電性コンタクト及び前記第 2 の導電性コンタクトは、接着剤を介在させずに互いに直接接合され、前記第 1 の導電性コンタクトは、前記第 1 の個片化要素の外縁から 200 μm 以下のエッジ除外距離だけ離間しており、前記第 1 の導電性コンタクトは、前記第 1 の個片化要素の回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを含み、前記第 1 の個片化要素及び前記キャリアの少なくとも一方は、集積デバイスダイに実装されている、接合構造。

【請求項 71】

前記集積デバイスダイは、少なくとも部分的に埋め込み材料に埋め込まれた 1 又は 2 以上のダイを含む、請求項 70 に記載の接合構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

（関連出願の相互参照）

本出願は、2022 年 2 月 24 日出願の米国特許仮出願第 63 / 313639 号「接合

10

20

30

40

50

構造」の優先権を主張するものであり、その開示内容全体は、参照によって本明細書に組み込まれている。

【0002】

(技術分野)

本分野は、接合構造に関し、詳細には、回路及び接点の面積効率を向上させた接合構造に関する。

【背景技術】

【0003】

半導体ウェハ又は集積デバイスダイなどの半導体素子は、接着剤なしで互いに積層して直接接合することができる。例えば、非導電性（誘電体又は半導体）の表面を極めて滑らかにし、室温で接触以上の圧力を加えずに、直接的な共有結合を強化するように処理することができる。一部のハイブリッド直接接合構造では、素子の非導電性フィールド領域を互いに直接接合することができ、対応する導電性コンタクト構造を互いに直接接合することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図1A】ウェハを個片化する従来の方法を示す。

【図1B】従来の方法によるエッジ除外を伴う様々なサイズのダイを示す。

【図1C】従来の方法によるエッジ除外を伴う様々なサイズのダイを示す。

【図1D】従来の方法によるエッジ除外を伴う様々なサイズのダイを示す。

20

【図2A】実施形態によるエッジ除外領域が低減されたダイを形成する方法を示す。

【図2B】実施形態によるエッジ除外領域が低減されたダイを形成する方法を示す。

【図2C】実施形態によるエッジ除外領域が低減されたダイを形成する方法を示す。

【図2D】実施形態によるエッジ除外領域が低減されたダイを形成する方法を示す。

【図2E】実施形態によるエッジ除外領域が低減されたダイを形成する方法を示す。

【図2F】実施形態によるエッジ除外領域が低減されたダイを形成する方法を示す。

【図2G】実施形態によるエッジ除外領域が低減されたダイを形成する方法を示す。

【図2H】実施形態によるエッジ除外領域が低減されたダイを形成する方法を示す。

【図3】低減されたエッジ除外距離を採用できる個片化要素の例示的な実施形態を示す。

【図4A】接合構造の実施形態を示す。

30

【図4B】接合構造の実施形態を示す。

【図4C】接合構造の実施形態を示す。

【図4D】接合構造の実施形態を示す。

【図4E】接合構造の実施形態を示す。

【図4F】接合構造の実施形態を示す。

【図4G】接合構造の実施形態を示す。

【図4H】接合構造の実施形態を示す。

【図4I】接合構造の実施形態を示す。

【図4J】接合構造の実施形態を示す。

【図4J-2】接合構造の実施形態を示す。

40

【図4K】接合構造の実施形態を示す。

【図5A】一部の実施形態による、接着剤を介在させずに直接ハイブリッド接合された構造を形成するプロセスを示す。

【図5B】一部の実施形態による、接着剤を介在させずに直接ハイブリッド接合された構造を形成するプロセスを示す。

【発明を実施するための形態】

【0005】

長年に亘り、益々多くの機能をチップ上に統合してシステムオンチップ（SoC）を形成する傾向が進んできた。ごく最近では、回路を複数のチップに分け、実装プロセスで再組立する傾向がある。このような分割の利点には、異なるチップ又はチップレットに対し

50

て異なる技術を使用できるため、一部の回路についてはコストが低くなる可能性があること、並びに非常に大きなS o Cチップと比べ、ウェハからより多くのチップ又はチップレットを生産するため、所与レベルの汚染に対してより高い歩留まりが得られることが挙げられる。

【0006】

図1Aに示すように、基板101（例えば、ウェハ）をダイシングフレーム102上に準備して、ソーストリート104で分割された複数の個片化要素103に個片化する。従来のデバイス製造及び組立に関する技術では、特に機能が複数の要素に分割され、実装によって集約される場合、システム全体の回路密度に制限が課される。例えば、銅ピラー又は半田ボール105などの積層要素間の垂直接続には、パッド間の最小限度の間隔、又は再配線層（RDL）による接点の拡張が必要となる。このような最小限度の間隔は、ウェハからチップを個片化するために鋸を使用することが一因となって、デバイス周囲にある従来の除外領域に起因して、横方向に隣接するデバイスのエッジで深刻化する。例えば、従来の除外領域は、ダイシング又は個片化プロセス中に発生する可能性のある損傷を低減する又は最小限に抑えるために、ダイの有効領域及び／又はパッドをソーストリートから離間させるために利用される。ピックアンドプレイス及び／又は接合用ツールの位置合わせ精度が限定されていることで、組立体内のデバイスの密度にも制限が課される可能性がある。ダイエッジ付近のデバイスに与えられる下部構造の損傷により、デバイスの歩留まりが低下する可能性がある。チップ周囲にある従来の除外領域は、能動回路にとっては失われた「スペース（real estate）」を表す。除外領域内に相互接続又はコンタクトパッドが設けられる場合、それらは通常、電氣的に無効な又は「ダミー」のコンタクトパッドである。従って、電氣的に有効なパッド（例えば、信号線、電源線、又は接地など、ダイ内の回路に電氣的に接続するパッド）は、除外領域によってダイのエッジから内側に離間配置される。

【0007】

図1B～1Dは、様々なサイズの個片化要素を示す。各個片化要素103は、図1Aに関連して説明したように、基板101と半田ボール105とを備えることができる。図1B～1Dに示すように、電氣的に有効な接合パッドは、ダイの未使用「スペース」を表すエッジ除外距離107だけダイエッジ106から離間している場合がある。エッジ除外距離107（及びエッジ除外面積）は、ダイサイズの減少と共に大幅に増加して、小さなダイ（例えば、最大幅が4mm未満、3mm未満、又は2mm未満のダイ）の場合、エッジ除外距離はダイの比較的大きな割合を占めるようになる。従って、除外距離107が増加すると、ダイ内のデバイスのための有効面積が減少する。ダイがキャリアに半田接合される構造の場合、より細かいピッチで発生する半田ブリッジングを防ぐために使用される隣接パッド間のピッチが大きいため、除外距離107はかなりのものとなる。エッジ除外領域が大きいと、所与のダイの機能パッド（入力／出力、又はI／O）数に関する設計柔軟性が低下し、システム内の要素（受動構成要素、チップ、チップレットなど）間の電気接続用の距離が増大して、チップ又はチップレットの性能の低下につながる。例示的に、ダイを個片化するために従来の方法を使用した場合、典型的なエッジ除外は約200μmである。一例では、200μmのエッジ除外距離を伴う8mm×12mmのダイでは、ダイ面積の約8.2%が未使用という結果となる。別の例では、200μmのエッジ除外距離を伴う4mm×4mmのダイでは、ダイ面積の約19%が未使用という結果となる。別の例では、200μmのエッジ除外距離を伴う1mm×1mmのダイでは、ダイ面積の約64%が未使用という結果となる。従って、ダイ設計の柔軟性を高め、能動又は受動回路用に設計されるチップ又はチップレットの部分を増やし、より多くの機能I／O数を利用可能にするために、小型ダイの除外面積を低減する必要性が依然として残っている。

【0008】

図2A～2Hは、様々な実施形態による、直接ハイブリッド接合用に構成された個片化要素を形成するための例示的なプロセスを示す。図2Aに示すように、基板201（例えば、ウェハ）は、バルク部分208と、バルク部分208を覆う接合層209とを含むこ

とができる。接合層 209 は、少なくとも部分的に埋め込まれた導電性コンタクト特徴を備えた誘電体材料を含むことができる。接合層 209 は、複数の非導電性領域 210 と、接合層 209 内に少なくとも部分的に埋め込まれた複数の導電性コンタクト 211 とを含むことができる。有利には、直接ハイブリッド接合用に構成される場合、コンタクト 211 は、半田接合に使用されるピッチよりも大幅に小さいピッチ 212 で設けることができる。図 2 A では、基板 201 を平坦化することができる。一部の実施形態では、基板は化学機械研磨 (CMP) によって平坦化される。図 2 B では、基板 201 の上に保護層 213 (フォトリソグレイムなど) を設けることができる。一部の実施形態では、平坦化された表面 214 は、周囲の非導電性フィールド領域 210 より下に少量 (例えば、20 nm 未満、10 nm 未満、又は 5 nm 未満) だけ凹んだ導電性コンタクト 211 を有することができる。図 2 C では、保護層 213 をパターン形成して保護層内に凹部 215 を含むようにすることができる。図 2 D では、基板 201 をダイシングフレーム 202 に移すことができる。図 2 E では、基板 201 を複数の個片化要素 203 に個片化することができる。図示の実施形態では、基板 201 は、エッチングプロセス、例えば反応性イオンエッチング (RIE) 又はプラズマダイシングプロセスを用いて個片化される。有利には、鋸による個片化と比較して、図示の実施形態の RIE 個片化プロセスではダイのエッジへの損傷が低減されるため、エッジの欠陥が低減され、除外距離 207 を小さくすることができる。一部の実施形態では、RIE 個片化により、エッジ除外距離 207 が 40 μ m 未満、20 μ m 未満、15 μ m 未満、又は 10 μ m 未満となる可能性がある。図 2 F では、保護層 213 を除去することができる。図 2 G では、接合面 214 を、アッシング (例えば、保護層由来の異物を除去するため)、洗浄、及び/又は表面活性化処理 (例えば、窒素プラズマ処理) などによって処理することができる。図 2 H では、個片化されたダイ 203 を洗浄し、すすぎ、乾燥させて、キャリアなどの別の要素に直接接合させるために準備することができる。一部の実施形態では、図 2 C のパターン形成された基板 201 は、ドライエッチング (例えば、RIE)、ウェットエッチング液、及び微細なダイシングブレードの組み合わせで個片化することができる。例えば、RIE を適用して、レジストマスクの隙間より下の領域にある誘電体材料を除去することができる。ドライエッチング後、適切なウェットエッチング液を用いて、露出した導電性材料を除去することができる。残りの基板 (例えば、バルク半導体材料) を微細なダイシングブレード、レーザダイシング、又はドライエッチングで切断し、個片化を完了することができる。

10

20

30

【0009】

一部の実施形態では、個片化されたダイの側面をさらに処理することができる。一部の実施形態では、個片化されたダイの側縁はエッチングされた表面 (例えば、鋸個片化によるバリ又は異物のない表面) を有することができる。エッチングされた表面は、エッチングプロセス (例えば、RIE 又はウェットエッチングプロセス) を示す模様を含む場合がある。一部の実施形態では、側壁は僅かにテーパ状にすることができる。例えば、側壁は水平面に対して 85° と 90° の間の角度を有することができる。一部の実施形態では、側壁は実質的に垂直である。個片化されたダイ同士をより近づけることができるように、側壁のテーパを制限することは有利となる可能性がある。

【0010】

図 3 は、低減されたエッジ除外距離を採用し、ダイを互いに近接して配置することを可能にする、個片化要素の例示的な実施形態を示す。図 3 に見られるように、個片化要素 303 は、複数の非導電性領域 310 に囲まれた複数の導電性コンタクト 311 を有することができる。一部の実施形態では、複数の導電性コンタクト 311 は導電性材料を含むことができる。一部の実施形態では、導電性材料は、銀、金、インジウム、ニッケル、又は銅、或いはこれらの様々な合金を含むことができる。別の実施形態では、導電性材料は銅である。個片化要素 303 は、エッジ除外距離 307、ピッチ 312、及び幅 316 を備えることができる。低減されたエッジ除外距離 307 は、あらゆるダイサイズで採用することができる。あらゆるダイサイズに対して利点を有する。特定の機能を備えたチップレット又は個別デバイス (例えば、受動構成要素) などの比較的小さなダイ (例えば、最大幅

40

50

が8 mm未満、6 mm未満、4 mm未満、3 mm未満、2 mm未満のダイ) の場合、特に大きな利点を得られる。図3は、例えば図1 A～1 Dのより大きな除外領域と比べて、より小さなエッジ除外領域が、より小さなダイに対して比例した特定の利点を提供する様子を示している。例えば、本明細書の方法及びシステムにより、約50 μm のエッジ除外距離を得ることができる。一例では、本明細書に記載する方法及びシステムを用いて、4 mm×4 mmのダイに50 μm のエッジ除外距離を持たせることができ、その結果、未使用のダイ面積は僅かに約4.9%となる。別の例では、本明細書に記載する方法及びシステムにより、約10 μm の除外距離を得ることができる。一実施形態では、本明細書に記載する方法及びシステムを用いて、1 mm×1 mmのダイに10 μm のエッジ除外距離を持たせることができ、その結果、未使用のダイ面積は僅かに約4%となる。別の実施形態では、本明細書に記載する方法及びシステムにより、約5 μm のエッジ除外距離を得ることができる。一例では、本明細書に記載する方法及びシステムを用いて、0.4 mm×0.4 mmのダイに、5 μm のエッジ除外距離を持たせることができ、その結果、未使用のダイ面積は僅かに約5%となる。一部の実施形態では、エッジ除外幅は10 μm 未満、5 μm 未満、又は3 μm 未満である。一部の実施形態では、エッジ除外は、0.5 μm ～100 μm の範囲、0.5 μm ～50 μm の範囲、0.5 μm ～20 μm の範囲、0.5 μm ～10 μm の範囲、1 μm ～10 μm の範囲、又は2 μm ～10 μm の範囲とすることができる。ハイブリッド直接接合技術によって(並びにダイをRIEで個片化して)可能となるピッチ312の縮小により、従来の構造と比較してエッジ除外領域307の低減が促進される。さらに、図4 A～4 Kに示すように、エッジ除外領域307の低減により、構成要素を互いに隣接させて直接接合し、非常に小さな隙間で離間させることができる。有利には、ダイを互いに近接して設けることで効果的なダイステッチングが可能となり、その場合、密に離間配置されたダイは、遅延が短縮されて電気損失も少ないキャリアを介して電氣的に接続される。一部の実施形態では、エッジ除外距離とピッチとの比は10と50の間である。一部の実施形態では、エッジ除外距離とピッチとの比は、50未満、15未満、10未満、5未満、又は2未満である。一部の実施形態では、エッジ除外幅307は、ダイのエッジに隣接する導電性特徴311のピッチと同等かそれよりも小さい。

10

20

30

40

50

【0011】

図4 A～4 Hは、接合構造の様々な実施形態を示す。図4 Aに示すように、接合構造417は、第1の導電性コンタクト419及び第2の導電性コンタクト420を含むキャリア418を含むことができる。一部の実施形態では、キャリア418は基板(例えば、ウェハ、パッケージ、フラットパネル、又は再配線層を備える仮基板)又はダイとすることができる。一部の実施形態では、キャリア418は、接合層409を備えることができる(図4 Kに見られるように)。接合層は、少なくとも部分的に埋め込まれた導電性コンタクト特徴を備えた誘電体材料を含むことができる。一部の実施形態では、第1の導電性コンタクト419及び第2の導電性コンタクト420は、電氣的に接続することができる(図4 Kに見られるように)。接合構造417は、接着剤なしで第1の導電性コンタクト419に直接接合される第3の導電性コンタクト422を含む第1の個片化要素421を含むことができる。接合構造はまた、第2の導電性コンタクト420に直接接合される第4の導電性コンタクト424を含む第2の個片化要素423を含むことができる。一部の実施形態では、接合要素421又は423(或いはその両方)は、個片化パッケージを備えることができる。個片化パッケージは、少なくとも部分的に埋め込み材料に埋め込まれた1又は2以上のダイを備えることができる。一部の実施形態では、導電性コンタクトは導電性材料で作製される。一部の実施形態では、導電性材料は、銀、金、インジウム、ニッケル、又は銅、或いはこれらの様々な合金を含む。一部の実施形態では、導電性材料は銅である。第1の個片化要素421の外縁438と第3の導電性コンタクト422との間のエッジ除外距離407は、100 μm 未満、例えば50 μm 以下、又は10 μm 以下(例えば、1 μm ～100 μm の範囲)とすることができる。一部の実施形態では、第1及び第2の個片化要素は、サイズが10 mm×10 mm以下のダイを備える。

【0012】

図 4 B に見られるように、第 1 の個片化要素 4 2 1 は、厚さ 4 2 7 と横幅 4 2 8 を備えることができる。一部の実施形態では、第 1 の個片化要素 4 2 1 は、最大横幅 4 2 8 が約 8 mm 以下、約 6 mm 以下、約 4 mm 以下、約 3 mm 以下、又は約 2 mm 以下である。第 2 の個片化要素 4 2 3 は、厚さ 4 2 9 と幅 4 3 0 を備えることができる。一部の実施形態では、第 2 の個片化要素 4 2 3 の最大横幅 4 3 0 は、約 8 mm 以下、約 6 mm 以下、約 4 mm 以下、約 3 mm 以下、又は約 2 mm 以下である。第 1 の導電性コンタクト 4 1 9 と第 2 の導電性コンタクト 4 2 0 は、250 ミクロン以下のコンタクト間隔 4 2 5 だけ離間することができる。様々な実施形態において、コンタクト間隔 4 2 5 は、200 ミクロン以下、100 ミクロン以下、50 ミクロン以下、10 ミクロン以下、5 ミクロン以下、又は 2 ミクロン以下である。例えば、様々な実施形態において、コンタクト間隔 4 2 5 は、1 ミクロン～250 ミクロンの範囲、又は 1 ミクロン～100 ミクロンの範囲、又は 1 ミクロン～20 ミクロンの範囲とすることができる。一部の実施形態では、コンタクト間隔 4 2 5 は、第 1 の個片化要素 4 2 1 の厚さ 4 2 7 の 0.4 倍と 8 倍の間である。一部の実施形態では、コンタクト間隔 4 2 5 は、第 1 の個片化要素 4 2 1 の厚さ 4 2 7 以下である。一部の実施形態では、コンタクト間隔 4 2 5 は、第 2 の個片化要素 4 2 3 の厚さ 4 2 9 の 0.4 倍と 8 倍の間である。一部の実施形態では、コンタクト間隔 4 2 5 は、第 2 の個片化要素 4 2 3 の厚さ 4 2 9 以下である。一部の実施形態では、第 1 の個片化要素 4 2 1 及び第 2 の個片化要素 4 2 3 は、約 5 μm (ミクロン) ～約 60 μm 、例えば約 25 μm 未満の要素間隔 4 2 6 だけ離間することができる。一部の実施形態では、要素間隔 4 2 6 は、60 μm 以下、20 μm 以下、10 μm 以下、9 μm 以下、8 μm 以下、又は 5 μm 以下とすることができる。一部の実施形態では、要素間隔 4 2 6 は、1 μm ～25 μm の範囲、1 μm ～15 μm の範囲、1 μm ～10 μm の範囲、1 μm ～8 μm の範囲、又は 1 μm ～5 μm の範囲とすることができる。一部の実施形態では、第 1 の個片化要素 4 2 1 の最大横幅 4 2 8 とエッジ除外距離 4 0 7 との比は、100 と 10 の間、或いは 50 未満、10 未満、又は 5 未満、又は 2 未満である。一部の実施形態では、第 2 の個片化要素 4 2 3 の最大横幅 4 3 0 とエッジ除外距離 4 0 7 との比は、100 と 10 の間、或いは 50 未満、10 未満、又は 5 未満、又は 2 未満である。一部の実施形態では、要素間隔 4 2 6 は、エッジ除外距離 4 0 7 と同等か又はそれ未満とすることができる。

10

20

30

40

50

【0013】

図 4 C に見られるように、第 1 の個片化要素 4 2 1 の幅 4 2 8 は、第 2 の個片化要素 4 2 3 の幅 4 3 0 よりも大きい場合がある。図 4 D に見られるように、第 1 の個片化要素 4 2 1 の厚さ 4 2 7 は、第 2 の個片化要素 4 2 3 の厚さ 4 2 9 よりも大きい場合がある。様々な実施形態では、図 4 B に示すように、コンタクト間隔 4 2 5 は、第 1 の個片化要素 4 2 1 及び第 2 の個片化要素 4 2 3 の少なくとも一方の厚さ (4 2 7 又は 4 2 9) の 8 倍以下とすることができ、或いは第 1 の個片化要素 4 2 1 及び第 2 の個片化要素 4 2 3 の少なくとも一方の厚さ (4 2 7 又は 4 2 9) の 2 倍以下とすることができ、或いは第 1 の個片化要素 4 2 1 及び第 2 の個片化要素 4 2 3 の少なくとも一方の厚さ (4 2 7 又は 4 2 9) の 0.4 倍以下とすることができ、或いは要素の厚さを貫く基板貫通ビア (TSV) の高さ以下とすることができる。

【0014】

図示の実施形態では、第 3 の導電性コンタクト 4 2 2 は、第 1 の個片化要素 4 2 1 の回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備えることができる。例えば、第 3 の導電性コンタクト 4 2 2 は、信号線、電源線、又は電気接地に接続することができる。本明細書に記載する実施形態のいずれにおいても、導電性コンタクトのいずれかを信号線、電源線、又は電気接地に接続することができる。様々な実施形態において、第 1 の個片化要素 4 2 1 及び第 2 の個片化要素 4 2 3 の少なくとも一方は、能動回路を有する集積デバイスダイを備える。様々な実施形態において、ダイ上の横方向最外パッドは、ダミーパッドではなく、信号、電源、又は接地に接続された有効パッドを備えることができる。一部の実施形態では、例えば図 4 E に示すように、第 1 の個片化要素 4 2 1 は、能動回路を有する集積デバイスダイを備え、第 2 の個片化要素 4 2 3 は、受動構成要素 4 3 2 を備え

る。本明細書で説明するように、第1及び第2の個片化要素の少なくとも一方は、きれいな鋭いダイエッジを目的として反応性イオンエッチング（RIE）技術を用いて、完全に又は部分的に個片化される。

【0015】

上述のように、要素（ダイ、電気部品）間、特に隣接する要素の有効コンタクト間の間隔を狭くする利点は、あらゆるサイズの要素に適用可能である。一部の実施形態では、比較的小さな要素（チップレット、部品デバイス）が横方向に密に離間配置されて共通キャリアに接合されており、上に横たわる要素の少なくとも1つは、最大横幅が約8mm以下、約6mm以下、約4mm以下、約3mm以下、又は約2mm以下であるが、本明細書で教示される原理及び利点は、このような小さな要素に限定されない。様々な実施形態において、第1の個片化要素421の外縁438と第3の導電性コンタクト422との間のエッジ除外距離407は、100µm未満、例えば50µm以下、又は10µm以下（例えば、1µm～100µmの範囲）とすることができる。一部の実施形態では、最大横幅とエッジ除外距離との比は10と100の間である。一部の実施形態では、最大横幅とエッジ除外距離との比は100未満、50未満、25未満、10未満、5未満、又は2未満とすることができる。

10

【0016】

一部の実施形態では、図4Fの上面図に示すように、接合構造417は、キャリア418と、接着剤なしでキャリア418に直接接合された第1の要素433とを含むことができる。図4Fに示すように、第1の要素433は切欠き領域434を含むことができる。第2の個片化要素423は、接着剤なしでキャリア418に直接接合させることができる。第2の個片化要素423は、第1の要素433の切欠き領域434内に少なくとも部分的に横方向に配置することができる。切欠き領域434を使用することで、異なる形状を有する小さなダイ、チップレット又は構成要素（例えば、インダクタ、キャパシタ、抵抗体などの受動構成要素）を、隣接ダイに近接して接合することが可能となる。一部の実施形態では、第3の個片化要素（図示せず）を接着剤なしでキャリア418に直接接合することができる。第2の個片化要素423は、第1の要素433と第3の個片化要素（図示せず）との間に配置される。

20

【0017】

一部の実施形態では、図4Gに示すように、第3の個片化要素435は、第2の個片化要素423に直接接合することができる。一部の実施形態では、第3の個片化要素435は、接着剤なしで第2の個片化要素423に直接接合される。導電性ビア又はTSV431は、第2の個片化要素423を貫通して第3の個片化要素435に接続することができる。図4Gでは、隣接する要素について最近接有効ダイ間のコンタクト間隔425は、導電性ビア431の長さ（又は高さ）の約4倍（4×）以下とすることができる。別の実施形態では、コンタクト間隔425は、導電性ビア431の長さの約2倍未満又は約1倍未満とすることができる。理解されるように、導電性貫通ビア（TSV）431の長さは通常、要素の厚さ429とほぼ等しい。一部の実施形態では、ビア431は、サーマルビア、受動ビア、又は要素を備えることができ、ビア（TSV）431の長さは要素の厚さ429未満とすることができる。

30

40

【0018】

一部の実施形態では、図4Hに見られるように、第3の個片化要素435は、第1の個片化要素421及び第2の個片化要素423に直接接合することができる。一部の実施形態では、第3の個片化要素435は、接着剤なしで第1の個片化要素421及び第2の個片化要素423に直接接合される。一部の実施形態では、第3の個片化要素435は、個片化パッケージを備えることができる。個片化パッケージは、少なくとも部分的に埋め込み材料に埋め込まれた1又は2以上の埋込みダイを備えることができる。一部の実施形態では、第3の個片化要素435は、再配線層を有する個片化受動要素を備えることができる。再配線層の平面は、ハイブリッド接合のために準備することができる。一部の実施形態では、第3の個片化要素435は、再配線層を有する個片化誘電体要素を備えることが

50

できる。導電性ビア431は、第1の個片化要素421及び第2の個片化要素423を貫通して第3の個片化要素435に接続することができる。第3の個片化要素435は、第1の個片化要素421と第2の個片化要素423を接続するブリッジとして効果的に機能する（及び／又は、下に横たわるキャリア418に接続される）。一部の実施形態では、第3の個片化要素435を第1の個片化要素421及び第2の個片化要素423に接合する前に（図4Hに見られるように）、又は第3の個片化要素435を第2の個片化要素423に接合する前に（図4Gに見られるように）、誘電体材料の層439を第1の個片化要素421、第2の個片化要素423、及びキャリア418の上に堆積することができる（以下で図4I及び4Jに関連して説明する）。一部の実施形態では、誘電体材料の層439は、第3の個片化要素435とそれが接合される要素との間に接合層409を形成することができる。一部の実施形態では、接合層409は、少なくとも部分的に埋め込まれた導電性コンタクト特徴（コンタクト419、420など）を備えた誘電体材料を含むことができる。

10

【0019】

一部の実施形態では、図4I～4J-2に見られるように、誘電体層439は、接合構造417の上に堆積することができる。図4Iに見られるように、誘電体材料439のコンフォーマルコーティングが接合構造417上に堆積される。一部の実施形態では、誘電体層439は、キャリア418、第1の個片化要素421、及び第2の個片化要素423を覆うことができる。さらに、誘電体層439は、接合構造417を覆うことができ、誘電体材料439の少量440は、第1の個片化要素421と第2の個片化要素423との間の隙間441内に配置されるようになっている。一部の実施形態では、図4Iに見られるように、誘電体439の少量440は、隙間441内に短い距離だけ延びるに過ぎない。一部の実施形態では、図4Jに見られるように、誘電体層439は、接合構造417上に堆積することができ、第1の個片化要素421と第2の個片化要素423との間の隙間441は、誘電体層439で完全に（又は大部分が）埋められるようになっている。一部の実施形態では、図4J-2に見られるように、誘電体層439は、キャリア418上に堆積することができ、キャリア418上の誘電体層439は、個片化要素の1つとほぼ同じ厚さとなるようになっている。図示の実施形態では、誘電体層439は、個片化要素421、423より上に延びるように示してある。別の実施形態では、誘電体層439の上部が要素421、423と実質的に面一になるように、誘電体層439を平坦化することができる（例えば、CMPプロセスを用いて）。図4I～4J-2の実施形態では、誘電体層439は、ハイブリッド接合のために準備することができ、追加要素（複数可）は、誘電体層439に直接接合することができる。一部の実施形態では、導電性コンタクトは、誘電体層439に形成することができ、その上面は、直接ハイブリッド接合のために準備することができる。1又は2以上の追加要素は、誘電体層439を含むハイブリッド接合層に直接ハイブリッド接合させることができる。従って、様々な実施形態において、要素421、423（図4J-2に示すような要素）は、再構成された要素又はウェハ内に形成することができ、追加要素は、再構成された要素又はウェハに直接接合させることができる。誘電体層439は、ダイ及び／又はキャリアを保護するために、無機誘電体材料（例えば、酸化シリコン物、窒化シリコン、酸炭窒化シリコンなど）を含むことができる。別の実施形態では、誘電体層439は、有機誘電体材料（成形材料など）を含むことができる。様々な実施形態では、誘電体層439は複数の層を含むことができる。

20

30

40

【0020】

一部の実施形態では、図4Kに見られるように、キャリア418は接合層409を備えることができる。一部の実施形態では、接合層409は、少なくとも部分的に埋め込まれた導電性コンタクト特徴（コンタクト419、420など）を備えた誘電体材料を含むことができる。個々には示されないが、ダイ421、423はまた、コンタクト422、424が少なくとも部分的に埋め込まれた非導電性又は誘電体の接合層を含むことができる。一部の実施形態では、第1の導電性コンタクト419及び第1の導電性コンタクト420は、接合層409に少なくとも部分的に埋め込まれた（例えば、完全に埋め込まれた）

50

導電性トレースなどのコネクタ４４２を介して電氣的に接続することができる。一部の実施形態では、コネクタ４４２は、他の実施形態に関連して上述した導電性貫通ビア（ＴＳＶ）と同様に構成することができる。

【００２１】

本明細書に記載する実施形態のいずれもが、本明細書に記載する他の実施形態のいずれかの特徴を組み込むことができる。例えば、図４Ａに見られるような実施形態は、図４Ｋに見られるようなコネクタ４４２をさらに備えることができる。

【００２２】

一実施形態では、接合構造は、第１の導電性コンタクトを備える第１の個片化要素と、第２の導電性コンタクトを備えるキャリアとを含むことができる。第１の導電性コンタクト及び第２の導電性コンタクトは、接着剤を介在させずに互いに直接接合させることができる。第１の導電性コンタクトは、第１の個片化要素の外縁から１００μｍ以下のエッジ除外距離だけ離間することができる。第１の導電性コンタクトは、第１の個片化要素の回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備えることができる。様々な実施形態では、エッジ除外距離は５０μｍ以下、又は１０μｍ以下とすることができる。例えば、エッジ除外距離は１μｍ～１００μｍの範囲とすることができる。

【００２３】

一実施形態では、接合構造は、第１の複数の導電性コンタクトが所定のピッチで離間配置された第１の個片化要素を含むことができる。第１の複数の導電性コンタクトは、第１の個片化要素の外側縁に最も近接した少なくとも１つの外側導電性コンタクトを含むことができる。少なくとも１つの外側導電性コンタクトは、外側縁からエッジ除外距離だけ離間することができ、第１の個片化要素の回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備えることができる。接合構造は、接着剤を介在させずに第１の複数の導電性コンタクトに直接接合された第２の複数の導電性コンタクトを備えるキャリアを含むことができる。

【００２４】

一部の実施形態では、少なくとも１つの要素についてエッジ除外距離とコンタクトパッド間のピッチとの比は１５：１未満とすることができる。一部の実施形態では、エッジ除外距離と除外領域に隣接するパッド群のピッチとの比は、１０：１未満、５：１未満、又は２：１未満とすることができる。一部の実施形態では、第１の個片化要素の最大横幅とエッジ除外距離との比は、１５：１を超える、１０：１を超える、５：１を超える、又は２：１を超えることができる。

【００２５】

様々な実施形態において、接合構造は、第１の非導電性領域と第１の複数の導電性コンタクトとを含む第１の接合面を有するキャリアと、第２の非導電性領域と第２の複数の導電性コンタクトとを含む第２の接合面を有する個片化デバイスダイとを含むことができる。第２の非導電性領域は、接着剤なしでキャリアの第１の非導電性領域に直接接合させることができ、第２の複数の導電性コンタクトは、接着剤なしで第１の複数の導電性コンタクトに直接接合させることができる。個片化デバイスダイは、第２の接合面に対して非平行に延びるエッチングされた外側縁を含むことができ、第２の複数の導電性コンタクトは、外側縁に最も近接した少なくとも１つの外側導電性コンタクトを含むことができる。少なくとも１つの外側導電性コンタクトは、個片化デバイスダイの回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備えることができる。

【００２６】

一部の実施形態では、集積デバイスダイは、能動回路と、別の要素への直接ハイブリッド接合用に構成された接合面と、接合面に対して非平行に延びる外縁とを含むことができる。第１の導電性コンタクトは、外縁から１００μｍ以下のエッジ除外距離だけ離間することができる。第１の導電性コンタクトは、能動回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備えることができる。一部の実施形態では、エッジ除外距離は５０μｍ以下である。一部の実施形態では、第１の導電性コンタクトは、信号線、電源線、又は電気

接地に電氣的に接続される。一部の実施形態では、第1の有効導電性コンタクトとダイの外縁との間の除外領域に1又は2以上のダミーパッドを配置することができる。一部の構成では、ダミーパッド（複数可）は、第1の有効導電性コンタクトよりも小さい最大横寸法を有することができる。

【0027】

上記実施形態のいずれにおいても、個片化要素のいずれもが、個片化ダイの接合面に対して非平行に延びるエッチングされた外側面を含むことができる。一部の実施形態では、エッチングされた外側面は、個片化ダイの接合面に対して垂直に延びる。一部の実施形態では、エッチングされた外側面は、個片化ダイの接合面に対して $85^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の角度で延びる。

10

【0028】

様々な実施形態において、接合構造は、第1の導電性コンタクトと第2の導電性コンタクトを含むキャリアと、接着剤なしで第1の導電性コンタクトに直接接合された第3の導電性コンタクトを含む第1の個片化要素と、接着剤なしで第2の導電性コンタクトに直接接合された第4の導電性コンタクトを含む第2の個片化要素とを含むことができる。一部の実施形態では、第1及び第2の導電性コンタクトは、250ミクロン以下のコンタクト間隔だけ離間している。

【0029】

一部の実施形態では、第1及び第2の個片化要素は、10ミクロン以下の要素間隔だけ離間している。一部の実施形態では、第1及び第2の導電性コンタクトは、第1及び第2の個片化要素の少なくとも一方の厚さの約0.4倍と8倍の間のコンタクト間隔だけ離間している。一部の実施形態では、接合構造は、キャリアと、直接ハイブリッド接合された第1及び第2の個片化要素とを含むことができる。別の実施形態では、コンタクト間隔は、第1及び第2の個片化要素の少なくとも一方の厚さの約2倍未満である。一実施形態では、第1及び第2の個片化要素は、接着剤なしでキャリアの対応する非導電性領域（複数可）に直接接合されたそれぞれの非導電性領域を含んでいた。一部の実施形態では、コンタクト間隔は200ミクロン以下である。一部の実施形態では、コンタクト間隔は100ミクロン以下である。一部の実施形態では、コンタクト間隔は50ミクロン以下である。一部の実施形態では、コンタクト間隔は10ミクロン以下である。一部の実施形態では、コンタクト間隔は5ミクロン以下である。

20

30

【0030】

一部の実施形態では、コンタクト間隔は2ミクロン以下である。一部の実施形態では、コンタクト間隔は1ミクロン～250ミクロンの範囲にある。一部の実施形態では、コンタクト間隔は1ミクロン～100ミクロンの範囲にある。一部の実施形態では、コンタクト間隔は1ミクロン～20ミクロンの範囲にある。一部の実施形態では、コンタクト間隔は20ミクロン以下である。一部の実施形態では、コンタクト間隔は10ミクロン以下である。一部の実施形態では、コンタクト間隔は、第1及び第2の個片化要素の少なくとも一方の厚さ以下である。

【0031】

様々な実施形態において、接合構造は、第1の導電性コンタクト及び第2の導電性コンタクトを含むキャリアと、接着剤なしで第1の導電性コンタクトに直接接合された第3の導電性コンタクトを含む第1の個片化要素と、接着剤なしで第2の導電性コンタクトに直接接合された第4の導電性コンタクトを含む第2の個片化要素とを含むことができる。一部の実施形態では、第3の導電性コンタクトは、第1の個片化要素の回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備える。一部の実施形態では、第3の導電性コンタクトは、信号線、電源線、又は電気接地に接続される。一部の実施形態では、第1及び第2の個片化要素の少なくとも一方は、能動回路を有する集積デバイスダイを備える。一部の実施形態では、第1の個片化要素は、能動回路を有する集積デバイスダイを備え、第2の個片化要素は受動構成要素を備える。一部の実施形態では、第1及び第2の個片化要素の少なくとも一方は、反応性イオンエッチング（RIE）プロセスで個片化される。一部の

40

50

実施形態では、第1及び第2の個片化要素の少なくとも一方の最大横幅は4mm以下である。一部の実施形態では、第1及び第2の個片化要素の少なくとも一方の最大横幅は2mm以下である。一部の実施形態では、第1の個片化要素の外縁と第3の導電性コンタクトとの間のエッジ除外距離は100ミクロン未満である。一部の実施形態では、エッジ除外距離は50ミクロン以下である。一部の実施形態では、エッジ除外距離は10ミクロン以下である。一部の実施形態では、エッジ除外距離は1ミクロン～100ミクロンの範囲にある。

【0032】

様々な実施形態において、接合構造は、キャリアと、接着剤なしでキャリアに直接接合された第1の要素であって、切欠き領域を含む第1の要素と、接着剤なしでキャリアに直接接合された第2の個片化要素であって、第1の要素の切欠き領域内に少なくとも部分的に横方向に配置された第2の個片化要素とを含むことができる。一部の実施形態では、接合構造はさらに、接着剤なしでキャリアに直接接合された第3の個片化要素を備え、第2の個片化要素は、第1の要素と第3の個片化要素との間に配置される。一部の実施形態では、第3の個片化要素は第2の個片化要素に直接接合される。一部の実施形態では、接合構造は、第3の要素に接続するために第2の個片化要素を貫通する導電性ビアを備える。一部の実施形態では、コンタクト間隔は導電性ビアの長さ以下である。

10

【0033】

様々な実施形態において、接合構造は、第1の導電性コンタクトを備える第1の個片化要素と、第2のコンタクトパッドを備えるキャリアとを含むことができる。一部の実施形態では、第1の導電性コンタクト及び第2の導電性コンタクトは、接着剤を介在させずに互いに直接接合させることができる。第1の導電性コンタクトは、第1の個片化要素の外縁から200μm以下のエッジ除外距離だけ離間することができる。一部の実施形態では、第1の導電性コンタクトは、第1の個片化要素の回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備える。一部の実施形態では、エッジ除外距離は約10ミクロンと100ミクロンの間である。

20

【0034】

様々な実施形態において、接合構造は、第1の複数の導電性コンタクトが所定のピッチで離間配置された第1の個片化要素を含むことができる。第1の複数の導電性コンタクトは、第1の個片化要素の外側縁に最も近接した少なくとも1つの外側導電性コンタクトを含むことができる。一部の実施形態では、少なくとも1つの外側導電性コンタクトは、外側縁からエッジ除外距離だけ離間しており、第1の個片化要素の回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備え、キャリアは、接着剤を介在させずに第1の複数の導電性コンタクトに直接接合された第2の複数の導電性コンタクトを備える。一部の実施形態では、エッジ除外距離とピッチとの比は約10:1と50:1の間である。一部の実施形態では、エッジ除外距離とピッチとの比は約15:1未満である。

30

【0035】

別の実施形態では、接合構造は、最大横幅を有し、第1の複数の導電性コンタクトを含む、第1の個片化要素を含むことができる。一部の実施形態では、第1の複数の導電性コンタクトは、第1の個片化要素の外側縁に最も近接した少なくとも1つの外側導電性コンタクトを含む。一部の実施形態では、少なくとも1つの外側導電性コンタクトは、外側縁からエッジ除外距離だけ離間しており、第1の個片化要素の回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備える。一部の実施形態では、接合構造は、接着剤を介在させずに第1の複数の導電性コンタクトに直接接合された第2の複数の導電性コンタクトを備えるキャリアを含むことができる。一部の実施形態では、最大横幅とエッジ除外距離との比は約10:1と100:1の間である。一部の実施形態では、最大横幅とエッジ除外距離との比は約50:1未満である。

40

【0036】

別の実施形態では、接合構造は、第1の非導電性領域及び第1の複数の導電性コンタクトを含む第1の接合面を有するキャリアを含むことができる。一部の実施形態では、接合

50

構造は、第2の非導電性領域及び第2の複数の導電性コンタクトを含む第2の接合面を有する個片化デバイスダイを含む。一部の実施形態では、第2の非導電性領域は、接着剤なしでキャリアの第1の非導電性領域に直接接合され、第2の複数の導電性コンタクトは、接着剤なしで第1の複数の導電性コンタクトに直接接合される。一部の実施形態では、個片化デバイスダイは、第2の接合面に対して非平行に延びるエッチングされた外側縁を含み、第2の複数の導電性コンタクトは、外側縁に最近接した少なくとも5つの外側導電性コンタクトを含み、少なくとも5つの外側導電性コンタクトは、個片化デバイスダイの回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備える。一部の実施形態では、エッジ除外距離は50ミクロン以下である。一部の実施形態では、エッジ除外距離は10ミクロン以下である。一部の実施形態では、エッジ除外距離は1ミクロン～100ミクロンの範囲にある。一部の実施形態では、エッジ除外距離とピッチとの比は10未満である。一部の実施形態では、エッジ除外距離とピッチとの比は5未満である。一部の実施形態では、エッジ除外距離とピッチとの比は2未満である。一部の実施形態では、最大横幅とエッジ除外距離との比は10未満である。一部の実施形態では、最大横幅とエッジ除外距離との比は5未満である。一部の実施形態では、最大横幅とエッジ除外距離との比は2未満である。一部の実施形態では、少なくとも1つの外側導電性コンタクトは、信号線、電源線、又は電気接地に電氣的に接続されている。

10

【0037】

様々な実施形態において、集積デバイスダイは、能動回路と、別の要素への直接ハイブリッド接合用に構成された接合面と、接合面に対して非平行に延びる外縁と、外縁から100ミクロン以下のエッジ除外距離だけ離間した第1の導電性コンタクトとを含むことができる。一部の実施形態では、第1の導電性コンタクトは、能動回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備える。一部の実施形態では、エッジ除外距離は50ミクロン以下である。一部の実施形態では、第1の導電性コンタクトは、信号線、電源線、又は電気接地に電氣的に接続される。集積デバイスダイは、第1の導電性コンタクトとダイの外縁との間に配置されたダミーの無効コンタクトを備える。

20

【0038】

様々な実施形態において、集積デバイスダイは、能動回路と、別の要素への直接ハイブリッド接合用に構成された接合面と、接合面に対して非平行に延びる外縁と、外縁から100ミクロン以下のエッジ除外距離だけ離間した第1の導電性コンタクトとを含むことができる。一部の実施形態では、第1の導電性コンタクトは、能動回路に電氣的に接続された電氣的に有効なコンタクトを備える。一部の実施形態では、エッジ除外距離は50ミクロン以下である。一部の実施形態では、第1の導電性コンタクトは、信号線、電源線、又は電気接地に電氣的に接続される。集積デバイスダイは、第1の導電性コンタクトとダイの外縁との間に配置されたダミーの無効コンタクトを備える。

30

【0039】

様々な実施形態において、ダイを個片化する方法は、複数の導電性コンタクトを備える基板を平坦化するステップ、基板上に保護層を塗布するステップ、基板上の保護層をパターン形成するステップ、基板をダイシングフレームに移すステップ、及びエッチングプロセスを介して基板を複数の個片化要素に個片化するステップを含む。一部の実施形態では、エッチングプロセスは、ドライエッチングプロセス、ウェットエッチングプロセス、又は微細なダイシングブレードを含む。一部の実施形態では、ドライエッチングプロセスは反応性イオンエッチングである。一部の実施形態では、基板の個片化は、エッチングプロセスの組み合わせによって達成される。

40

【0040】

様々な実施形態において、ダイを個片化する方法はさらに、基板から保護層を除去するステップ、基板を処理方法で処理するステップ、及び別の要素に直接接合させるために基板を準備するステップを含むことができる。一部の実施形態では、処理方法は、アッシング、表面活性化又は窒素プラズマ処理を含む。一部の実施形態では、直接接合のために基板を準備するステップは、基板を洗浄し、すすぎ、乾燥させるステップをさらに含む。

50

【0041】

様々な実施形態において、接合構造を作製する方法は、第1及び第2の要素を個片化するステップであって、第1及び第2の要素が100ミクロン以下のエッジ除外距離を備えるステップと、第1及び第2の個片化要素をキャリアに接合するステップであって、第1及び第2の個片化要素間の距離が10ミクロン以下であるステップとを含むことができる。一部の実施形態では、第1及び第2の個片化要素をキャリアに接合するステップは、接着剤を使用せずに、第1及び第2の個片化要素をキャリアに直接接合するステップを含む。一部の実施形態では、第1及び第2の要素を個片化するステップは、反応性イオンエッチングを用いて第1及び第2の要素を個片化するステップを含む。

【0042】

当業者であれば、上記実施形態の特徴は、非限定的に、その開示内容全体が全ての目的で参照により本明細書に組み込まれる米国特許仮出願第63/313639号に提示される追加の開示から知ることができることを理解できるであろう。

【0043】

直接接合方法及び直接接合構造の例

本明細書に開示する様々な実施形態は、接着剤を介在させずに2又は3以上の要素を互いに直接接合することのできる直接接合構造に関する。図5A及び5Bは、一部の実施形態による、接着剤を介在させずに直接ハイブリッド接合された構造を形成するプロセスを概略的に示す。図5A及び5Bでは、接合構造517は、接着剤を介在させずに接合界面545で互いに直接接合できる2つの要素543及び544を備える。2又は3以上のマイクロ電子要素543及び544（例えば集積デバイスダイ、ウェハ、受動デバイス、電源スイッチなどの個別能動デバイスなどを含む、半導体素子など）は、互いに積層又は接合されて、接合構造517を形成することができる。第1の要素543の導電性特徴546a（例えば、コンタクトパッド、トレース、ビアの露出端、又は基板貫通電極）は、第2の要素544の対応する導電性特徴546bに電気的に接続することができる。接合構造517では、何らかの適切な数の要素を積層することができる。例えば、第3の要素（図示せず）は、第2の要素104の上に積層することができる、第4の要素（図示せず）は、第3の要素の上に積層することができ、以下同様である。追加的に又は代替的に、1又は2以上の付加的な要素（図示せず）は、第1の要素543に沿って互いに横方向に隣接して積層することができる。一部の実施形態では、横方向に積層された付加的な要素は、第2の要素よりも小さい場合がある。一部の実施形態では、横方向に積層された付加的な要素は、第2の要素の2分の1の大きさとするすることができる。

【0044】

一部の実施形態では、要素543と544は、接着剤なしで互いに直接接合される。様々な実施形態では、非導電性材料又は誘電体材料を含む非導電性フィールド領域は、第1の要素543の第1の接合層509aとして機能することができ、この第1の接合層509aは、第2の要素104の第2の接合層509bとして機能する非導電性材料又は誘電体材料を含む対応する非導電性フィールド領域に、接着剤なしで直接接合させることができる。非導電性接合層509a及び509bは、要素543、544の半導体（例えば、シリコン）部分などのデバイス部分548a及び548bのそれぞれの表側547a及び547bの上に、又はこのような半導体部分を覆う配線工程（BEOL）相互接続層の上に配置することができる。能動デバイス及び／又は回路は、デバイス部分548a及び548bの内部又は表面にパターン形成すること、及び／又は別の方法で配置することができる。能動デバイス及び／又は回路は、デバイス部分548a及び548bの表面547a及び547bに又はその近くに、及び／又はデバイス部分548a及び548bの反対側の裏側549a及び549bに又はその近くに配置することができる。接合層は、要素の表側及び／又は裏側に設けることができる。非導電性材料は、第1の要素543の非導電性接合領域又は接合層509aと呼ぶことができる。一部の実施形態では、第1の要素543の非導電性接合層509aは、誘電体－誘電体接合技術を用いて、第2の要素544の対応する非導電性接合層509bに直接接合させることができる。例えば、少なくとも

10

20

30

40

50

も米国特許第 9 5 6 4 4 1 4 号、米国特許第 9 3 9 1 1 4 3 号、及び米国特許第 1 0 4 3 4 7 4 9 号に開示される直接接合技術を用いて、接着剤なしで誘電体－誘電体接合を形成することができ、各特許の開示内容全体は全ての目的で参照によって本明細書に組み込まれる。様々な実施形態において、接合層 5 0 9 a 及び／又は 5 0 9 b は、例えば、酸化シリコンなどの誘電体材料、又は非ドーブシリコンなどの非ドーブ半導体材料などの非導電性材料を含むことができることを理解されたい。直接接合に適した誘電体接合面又は材料は、限定されるものではないが、酸化シリコン、窒化シリコン、又は酸窒化シリコンなどの無機誘電体を含むが、炭化シリコン、酸炭窒化シリコン、低 K 誘電体材料、S i C O H 誘電体、炭窒化シリコン又はダイヤモンド状炭素、又はダイヤモンド表面を備える材料などの炭素を含むことができる。このような炭素含有セラミック材料は、炭素を含むにもかかわらず、無機物と見なすことができる。一部の実施形態では、誘電体材料は、エポキシ、樹脂又は成形材料などの高分子材料を含まない。

10

【0045】

一部の実施形態では、デバイス部分 5 4 8 a 及び 5 4 8 b は、著しく異なった熱膨張係数 (C T E) を有することができ、ヘテロ構造を規定する。デバイス部分 5 4 8 a と 5 4 8 b の間、特にデバイス部分 5 4 8 a、5 4 8 b のバルク半導体、典型的には単結晶部分間の C T E の差は、5 p p m を超える又は 1 0 p p m を超える場合がある。例えば、デバイス部分 5 4 8 a と 5 4 8 b の C T E の差は、5 p p m ~ 1 0 0 p p m、5 p p m ~ 4 0 p p m、1 0 p p m ~ 1 0 0 p p m、又は 1 0 p p m ~ 4 0 p p m の範囲とすることができる。一部の実施形態では、デバイス部分 5 4 8 a 及び 5 4 8 b の一方は、光圧電又は焦電用途に有用なペロブスカイト材料を含む、光電子単結晶材料を含むことができ、デバイス部分 5 4 8 a、5 4 8 b の他方は、より従来型の基板材料を含む。例えば、デバイス部分 5 4 8 a、5 4 8 b の一方は、タンタル酸リチウム (L i T a O 3) 又はニオブ酸リチウム (L i N b O 3) を含み、デバイス部分 5 4 8 a、5 4 8 b の他方は、シリコン (S i)、石英、溶融シリカガラス、サファイア、又はガラスを含む。別の実施形態では、デバイス部分 5 4 8 a 及び 5 4 8 b の一方は、砒化ガリウム (G a A s) 又は窒化ガリウム (G a N) などの I I I - V 族単一半導体材料を含み、デバイス部分 5 4 8 a 及び 5 4 8 b の他方は、シリコン (S i) などの非 I I I - V 族半導体材料を含むことができ、又は、石英、溶融シリカガラス、サファイア、又はガラスなどの同様の C T E をもつ他の材料を含むことができる。

20

30

【0046】

様々な実施形態では、接着剤を介在させずに直接ハイブリッド接合を形成することができる。例えば、非導電性接合面 5 5 0 a 及び 5 5 0 b は、高い平滑度まで研磨することができる。非導電性接合面 5 5 0 a 及び 5 5 0 b は、例えば化学機械研磨 (C M P) を用いて研磨することができる。研磨された接合面 5 5 0 a 及び 5 5 0 b の粗さは、3 0 Å (r m s) 未満にすることができる。例えば、接合面 5 5 0 a 及び 5 5 0 b の粗さは、約 0 . 1 Å (r m s) ~ 1 5 Å (r m s)、0 . 5 Å (r m s) ~ 1 0 Å (r m s)、又は 1 Å (r m s) ~ 5 Å (r m s) の範囲とすることができる。接合面 5 5 0 a 及び 5 5 0 b は、洗浄し、プラズマ及び／又はエッチング液に曝して、表面 5 5 0 a 及び 5 5 0 b を活性化することができる。一部の実施形態では、活性化後又は活性化中 (例えば、プラズマ及び／又はエッチングプロセス中) に、接合面 5 5 0 a 及び 5 5 0 b を化学種で終端させることができる。理論に捉われることなく、一部の実施形態では、活性化プロセスを実行して接合面 5 5 0 a 及び 5 5 0 b の化学結合を破壊することができ、終端プロセスは、直接接合中の結合エネルギーを向上させる付加的な化学種を接合面 5 5 0 a 及び 5 5 0 b に与えることができる。一部の実施形態では、活性化及び終端処理は同じステップで提供され、例えば、接合面 5 5 0 a 及び 5 5 0 b を活性化し終端させるためにプラズマが施される。他の実施形態では、接合面 5 5 0 a 及び 5 5 0 b を別々の処理で終端させて、直接接合用の付加的な化学種を与えることができる。様々な実施形態において、終端化学種は窒素を含むことができる。例えば、一部の実施形態では、接合面 (複数可) 5 5 0 a、5 5 0 b は、窒素含有プラズマに曝すことができる。さらに、一部の実施形態では、接合面 5 5 0

40

50

a 及び 550 b は、フッ素に曝すことができる。例えば、第 1 及び第 2 の要素 543、544 の接合界面 545 に又はその近傍に 1 つ又は複数のフッ素ピークが存在する場合がある。従って、直接接合構造 517 では、2 つの非導電性材料（例えば、接合層 509 a と 509 b）間の接合界面 545 は、高い窒素含有量及び／又はフッ素ピークを接合界面 545 に備えた、非常に平滑な界面を備えることができる。活性化及び／又は終端処理の付加的な実施例は、米国特許第 9564414 号、米国特許第 9391143 号、及び米国特許 10434749 号の全体に亘って見出され、各特許の開示内容全体は全ての目的で参照によって本明細書に組み込まれる。研磨された接合面 550 a 及び 550 b の粗さは、活性化プロセス後に僅かに粗くなる可能性がある（例えば、約 $1 \text{ \AA (rms)}$ ～ $30 \text{ \AA (rms)}$ 、 $3 \text{ \AA (rms)}$ ～ $20 \text{ \AA (rms)}$ 、又は場合によってはそれ以上に粗い）

10

【0047】

様々な実施形態では、第 1 の要素 543 の導電性特徴 546 a も、接着剤なしで（例えば、導電性特徴 546 a、546 b の間に半田又は他の導電性接着剤を介在させずに）、第 2 の要素 544 の対応する導電性特徴 546 b に直接接合させることができる。例えば、上記のように準備された、共有結合的に直接接合された非導電性－非導電性（例えば、誘電体－誘電体）表面を含む接合界面 545 に沿って導体－導体の直接接合を提供するために、直接ハイブリッド接合技術を用いることができる。様々な実施形態において、導体－導体（例えば、導電性特徴 546 a－導電性特徴 546 b）の直接接合及び誘電体－誘電体のハイブリッド接合は、少なくとも米国特許第 9716033 号及び米国特許第 9852988 号に開示される直接接合技術を用いて形成することができ、各特許の開示内容全体は全ての目的で参照によって本明細書に組み込まれる。本明細書に記載する直接ハイブリッド接合の実施形態では、導電性特徴が非導電性接合層内に設けられ、導電性特徴と非導電性特徴の両方が、上述の平坦化、活性化及び／又は終端処理などによって直接接合のために準備される。従って、直接接合のために準備された接合面は、導電性特徴と非導電性特徴の両方を含む。

20

【0048】

例えば、非導電性（例えば、誘電体）接合面 550 a、550 b（例えば、無機誘電体表面）を準備し、上で説明したように接着剤を介在させずに互いに直接接合することができる。導電性コンタクト特徴（例えば、接合層 509 a、509 b 内で非導電性誘電体フィールド領域によって少なくとも部分的に囲まれる場合のある導電性特徴 546 a 及び 546 b）もまた、接着剤を介在させずに互いに直接接合させることができる。様々な実施形態において、導電性特徴 546 a、546 b は、非導電性フィールド領域に少なくとも部分的に埋め込まれた離散的なパッド又はトレースを備えることができる。一部の実施形態では、導電性コンタクト特徴は、基板貫通ビア（例えば、シリコン貫通ビア（TSV））の露出したコンタクト面を備えることができる。一部の実施形態では、それぞれの導電性特徴 546 a 及び 546 b は、誘電体フィールド領域又は非導電性接合層 509 a 及び 509 b の外面（例えば、上面）（非導電性接合面 550 a 及び 550 b）より下に凹ませることができる。例えば、 30 nm 未満、 20 nm 未満、 15 nm 未満、又は 10 nm 未満だけ、例えば、 2 nm ～ 20 nm の範囲、又は 4 nm ～ 10 nm の範囲で凹ませることができる。この凹部は、導電性特徴 546 a、546 b が配置される空洞の中央又は中心に或いはその近傍に存在することができ、追加的に又は代替的に、導電性特徴 546 a、546 b が配置される空洞の側面に沿って延びる又は配置することができる。様々な実施形態において、直接接合の前に、対向する要素内の凹部は、対向するコンタクトパッド間の合計隙間が 15 nm 未満、又は 10 nm 未満になるようにサイズ設定することができる。非導電性接合層 509 a 及び 509 b は、一部の実施形態では、室温で接着剤なしで互いに直接接合させることができ、その後、接合構造 517 は、アニールすることができる。アニールすると、導電性特徴 546 a 及び 546 b は、膨張して互いに接触し、金属－金属直接接合を形成する。有利には、米国カリフォルニア州サンノゼの A d e i a 社から入手可能な D i r e c t B o n d I n t e r c o n n e c t、つまり D B I（登録商

30

40

50

標) 技術を使用することで、直接接合界面 5 4 5 に亘って高密度の導電性特徴 5 4 6 a 及び 5 4 6 b を接続することが可能となる (例えば、通常配列に関して小ピッチ又は微細ピッチ)。一部の実施形態では、接合された要素の一方の接合面に埋め込まれた導電性トレースなどの、導電性特徴 5 4 6 a 及び 5 4 6 b のピッチは、100 ミクロン未満、又は 10 ミクロン未満、又はさらに 2 ミクロン未満とすることができる。一部の用途では、導電性特徴 5 4 6 a 及び 5 4 6 b のピッチと接合パッドの寸法の 1 つ (例えば、直径) との比は、20 未満、又は 10 未満、又は 5 未満、又は 3 未満であり、場合により望ましくは 2 未満である。別の適用例では、接合された要素の一方の接合面に埋め込まれた導電性トレースの幅は、0.3 と 20 ミクロンの間の範囲とすることができ、例えば 0.3 ~ 3 ミクロンの範囲である。様々な実施形態において、導電性特徴 5 4 6 a 及び 5 4 6 b、及び／又はトレースは銅又は銅合金を含むことができるが、他の金属も適する場合がある。例えば、導電性特徴 5 4 6 a 及び 5 4 6 b などの本明細書に開示する導電性特徴は、細粒金属 (例えば、細粒銅) を含むことができる。

10

【0049】

従って、直接接合プロセスでは、接着剤を介在させずに第 1 の要素 5 4 3 を第 2 の要素 5 4 4 に直接接合することができる。一部の構成では、第 1 の要素 5 4 3 は、個片化された集積デバイスダイなどの個片化要素を含むことができる。別の構成では、第 1 の要素 5 4 3 は、複数 (例えば、数十、数百、又はそれ以上) のデバイス領域を含むキャリア又は基板 (例えば、ウェハ) を含むことができ、これらは、個片化された場合に複数の集積デバイスダイを形成する。同様に、第 2 の要素 5 4 4 は、個片化された集積デバイスダイなどの個片化要素を含むことができる。別の構成では、第 2 の要素 10 4 は、キャリア又は基板 (例えば、ウェハ) を含むことができる。従って、本明細書に開示する実施形態は、ウェハ対ウェハ (W2W)、ダイ対ダイ (D2D)、又はダイ対ウェハ (D2W) の接合プロセスに適用することができる。W2W プロセスでは、2 又は 3 以上のウェハを互いに直接接合し (例えば、直接ハイブリッド接合し)、適切な個片化プロセスを用いて個片化することができる。個片化後、個片化された構造の側縁 (例えば、2 つの接合要素の側縁) は、実質的に平坦にすることができ、接合構造に関する共通の個片化プロセスを示す模様 (例えば、鋸個片化プロセスを使用した場合のソーマーク) を含むことができる。

20

【0050】

本明細書で説明するように、第 1 の要素 5 4 3 及び第 2 の要素 5 4 4 は、接着剤なしで互いに直接接合することができ、これは堆積プロセスとは異なり、堆積と比較して構造的に異なる界面もたらす。一適用例では、接合構造の第 1 の要素 5 4 3 の幅は、第 2 の要素 5 4 4 の幅と類似している。一部の他の実施形態では、接合構造 5 1 7 の第 1 の要素 5 4 3 の幅は、第 2 の要素 5 4 4 の幅と異なる。同様に、接合構造の大きい方の要素の幅又は面積は、小さい方の要素の幅又は面積よりも少なくとも 10 % 大きい場合がある。従って、第 1 の要素 5 4 3 及び第 2 の要素 5 4 4 は、非堆積要素を含むことができる。さらに、直接接合構造 5 1 7 は、堆積層とは異なり、接合界面 5 4 5 に沿ってナノスケールの空隙 (ナノボイド) の存在する欠陥領域を含む可能性がある。ナノボイドは、接合面 5 5 0 a 及び 5 5 0 b の活性化 (例えば、プラズマへの曝露) に起因して形成される可能性がある。上述したように、接合界面 5 4 5 は、活性化プロセス及び／又は最終化学処理プロセスからの材料集中を含む可能性がある。例えば、活性化のために窒素プラズマを利用する実施形態では、窒素ピークが接合界面 5 4 5 に形成される可能性がある。窒素ピークは、二次イオン質量分析法 (SIMS) 技術を用いて検出することができる。様々な実施形態では、例えば、窒素終端処理 (例えば、接合面を窒素含有プラズマに曝すこと) は、加水分解された (OH-終端化) 表面の OH 基を NH₂ 分子と置換して、窒素終端化表面を生成することができる。活性化に酸素プラズマを利用する実施形態では、酸素ピークが接合界面 5 4 5 に形成される可能性がある。一部の実施形態では、接合界面 5 4 5 は、酸窒化シリコン、酸炭窒化シリコン、又は炭窒化シリコンを含むことができる。本明細書で説明するように、直接接合は、ファンデルワールス結合よりも強い共有結合を含むことができる。接合層 5 0 9 a 及び 5 0 9 b は、高い平滑度まで平坦化された研磨面を備えることもで

30

40

50

きる。

【0051】

様々な実施形態では、導電性特徴546aと546bの間の金属-金属接合は、金属粒が接合界面545を横切って互いの中へ成長するように接合させることができる。一部の実施形態では、この金属は銅であるか又は銅を含み、接合界面545を横切る銅の拡散を向上させるために、銅は111結晶面に沿って配向した粒子を有することができる。一部の実施形態では、導電性特徴546a及び546bはナノ双晶銅粒構造を含むことができ、これはアニール中に導電性特徴を融合させるのに役立つ可能性がある。接合界面545は、接合された導電性特徴546a及び546bの少なくとも一部分まで実質的に完全に広がるので、接合された導電性特徴546a及び546bにおける又はその近傍の非導電性接合層509aと509bの間には、実質的に隙間が存在しない。一部の実施形態では、導電性特徴546a及び546bの下に及び／又はそれらを横方向に囲んで、バリア層（例えば、銅を含むことができる）を設けることができる。しかしながら、別の実施形態では、例えば、その開示内容全体が全ての目的で参照によって本明細書に組み込まれている米国特許第11195748号に記載されるように、導電性特徴546a及び546bの下にバリア層が存在しない場合がある。

10

【0052】

有利には、本明細書に記載するハイブリッド接合技術の使用により、隣接する導電性特徴546a及び546b間のピッチを極めて細かくする、及び／又はパッドサイズを小さくすることが可能となる。例えば、様々な実施形態において、隣接する導電性特徴546a（又は546b）間のピッチp（すなわち、図5Aに示すように、縁から縁までの距離又は中心から中心までの距離）は、0.5ミクロン～50ミクロンの範囲、0.75ミクロン～25ミクロンの範囲、1ミクロン～25ミクロンの範囲、1ミクロン～10ミクロンの範囲、又は1ミクロン～5ミクロンの範囲とすることができる。さらに、主要な横寸法（例えば、パッドの直径）も小さくすることができ、例えば、0.25ミクロン～30ミクロンの範囲、0.25ミクロン～5ミクロンの範囲、又は0.5ミクロン～5ミクロンの範囲とすることができる。

20

【0053】

上述のように、非導電性接合層509a及び509bは、接着剤なしで互いに直接接合させることができ、その後、接合構造517をアニールすることができる。アニールすると、導電性特徴546a、546bは、膨張して互いに接触し、金属-金属直接接合を形成する。一部の実施形態では、導電性特徴546a、546bの材料は、アニールプロセス中に相互拡散することができる。

30

【0054】

文脈上明らかに他を意味しない限り、本明細書及び特許請求の範囲を通して、単語「備える(comprise)」、「備えている(comprising)」、「含む(include)」、「含んでいる(including)」などは、排他的又は網羅的な意味ではなく、包括的な意味で、すなわち、「含むが、これらに限定されない」という意味で解釈されるものとする。本明細書で一般に使用される単語「結合された(coupled)」は、直接結合されるか又は1又は2以上の中間要素を介して結合されるかのいずれかである2又は3以上の要素を指す。同様に、本明細書で一般に使用される単語「接続された(connected)」は、直接接続されるか又は1又は2以上の中間要素を介して接続されるかのいずれかである2又は3以上の要素を指す。さらに、単語「本明細書に」、「上記に」、「下記に」、及び同様の意味をもつ単語は、本出願で使用される場合、本出願全体に言及し、本出願の特定部分に言及しないものとする。さらに、本明細書で使用されるように、第1の要素が第2の要素の「上に」又は「それにわたって」とあると記載される場合、第1の要素は、第1の要素と第2の要素が直接接触するように直接的に第2の要素の上に又はそれにわたってあることができる、又は、第1の要素は、第1の要素と第2の要素との間に1又は2以上の要素が介在するように間接的に第2の要素の上に又はそれにわたってあることができる。状況が許す限り、上記の「詳細な説明」において単数又は複数を使用する単語は、それぞれ複数又は

40

50

単数も含むことができる。2又は3以上の項目のリストに関連する単語「又は」は、その単語に関する以下の解釈、すなわち、リスト内の項目のいずれか、リスト内の項目の全て、及びリスト内の項目のいずれかの組み合わせ全てを網羅する。

【0055】

さらに、本明細書で使用される、特に「～できる (can、could、might、may)」及び「例えば (e.g.、for example、such as)」などの条件語は、特に明記されない限り、又は使用される文脈内でそうではないと理解されない限り、一般に特定の特徵、要素及び／又は状態を含む実施形態もあれば、それらを含まない実施形態もあることを伝えるように意図される。従って、このような条件語は、一般に特徵、要素及び／又は状態が1又は2以上の実施形態に何らかの形で必要とされることを意味するように意図するものではない。

10

【0056】

特定の実施形態について説明したが、これらの実施形態は、例としてのみ提示されており、本開示の範囲を制限するものではない。実際、本明細書に記載した新規の装置、方法、及びシステムは、様々な他の形態で具体化することができる。さらに、本明細書に記載した方法及びシステムの形態における様々な省略、置換、及び変更は、本開示の精神から逸脱することなく行うことができる。例えば、ブロックが所与の配置で提示されているが、代替実施形態は、異なる構成要素及び／又は回路トポロジで同様の機能を実行することができる。一部のブロックを削除、移動、追加、細分化、結合、及び／又は修正することができる。これらのブロックの各々は、様々な異なる方法で実装することができる。上述の様々な実施形態の要素及び作用の何らかの適切な組み合わせは、別の実施形態を提供するように組み合わせることができる。添付の請求項及びその等価物は、本開示の範囲及び精神に含まれるそのような形態又は修正を網羅することが意図されている。

20

【符号の説明】

【0057】

- 407 エッジ除外距離
- 417 接合構造
- 418 キャリア
- 419 第1の導電性コンタクト
- 420 第2の導電性コンタクト
- 421 第1の個片化要素
- 422 第3の導電性コンタクト
- 423 第2の個片化要素
- 424 第4の導電性コンタクト
- 438 第1の個片化要素の外縁

30

40

50

【図面】
【図 1 A】

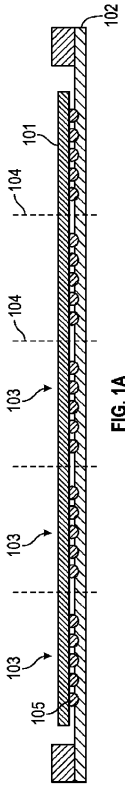


FIG. 1A

【図 1 B】

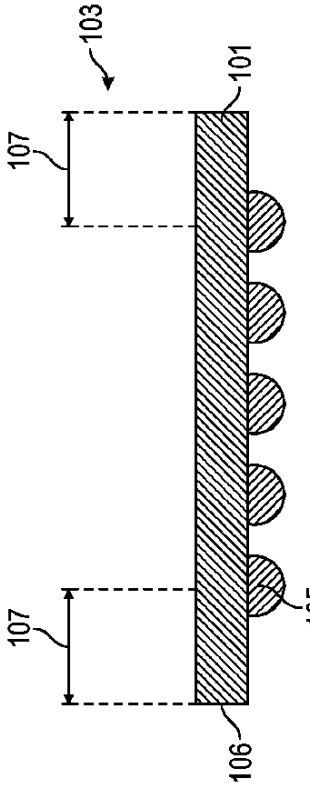


FIG. 1B

【図 1 C】

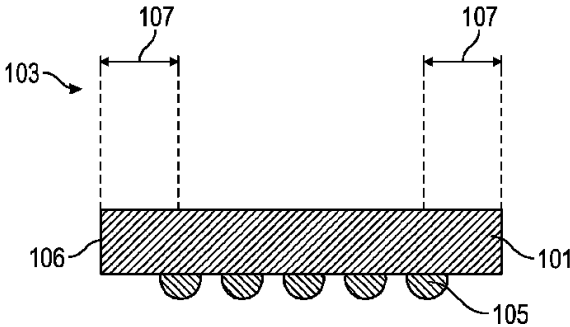


FIG. 1C

【図 1 D】

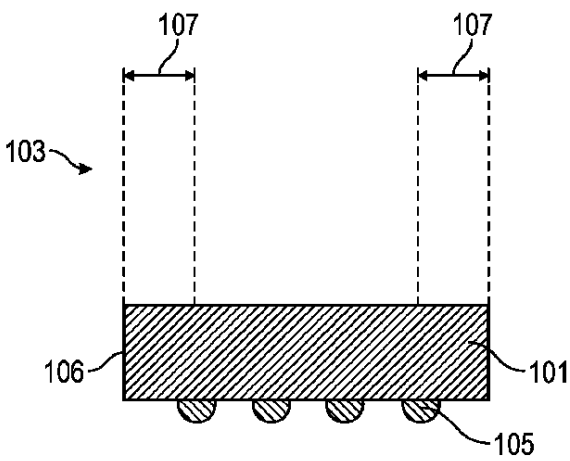


FIG. 1D

10

20

30

40

50

【図 2 A】

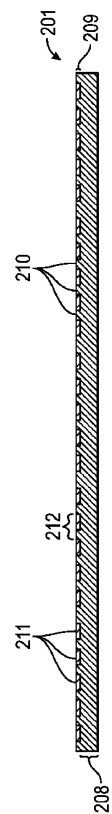


FIG. 2A

【図 2 B】

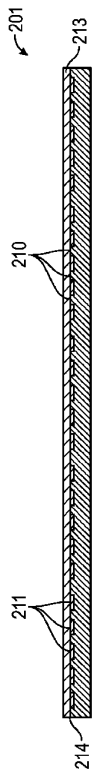


FIG. 2B

【図 2 C】

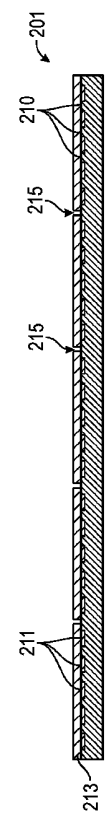


FIG. 2C

【図 2 D】

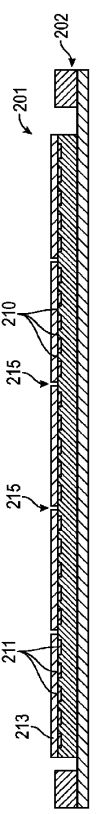


FIG. 2D

10

20

30

40

50

【図 2 E】

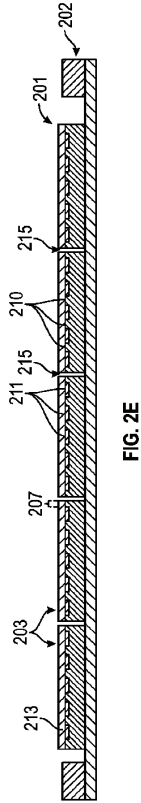


FIG. 2E

【図 2 F】

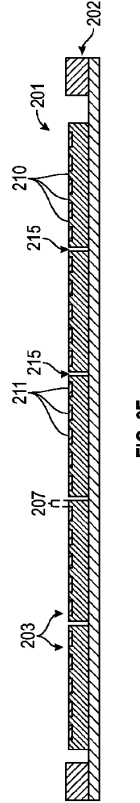


FIG. 2F

【図 2 G】

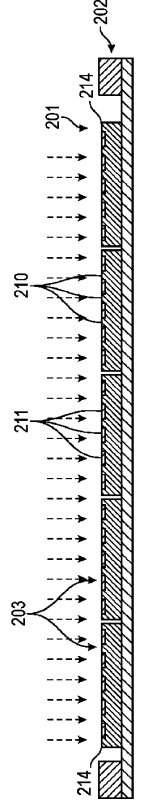


FIG. 2G

【図 2 H】

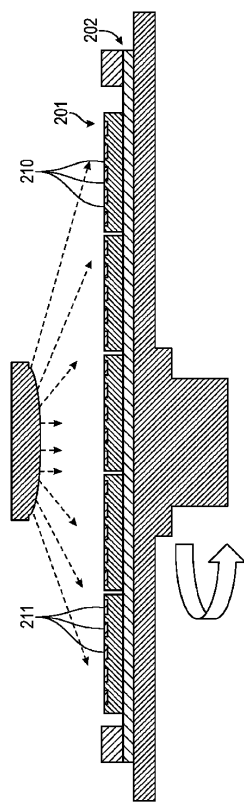


FIG. 2H

10

20

30

40

50

【図 3】

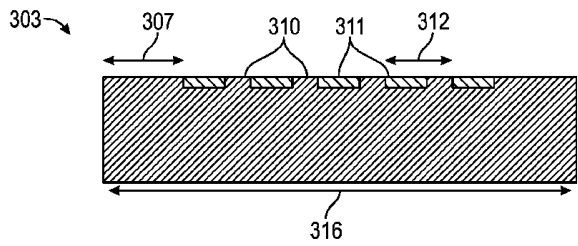


FIG. 3

【図 4 A】

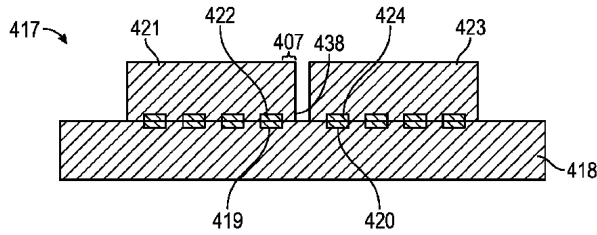


FIG. 4A

【図 4 B】

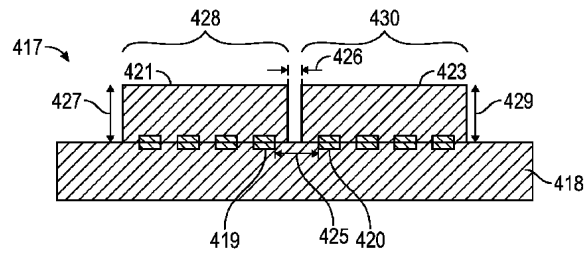


FIG. 4B

【図 4 C】

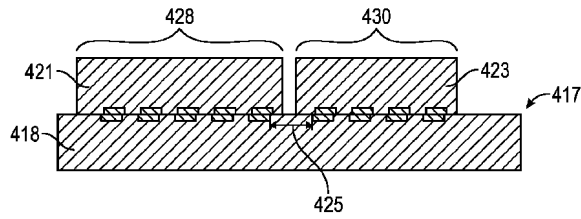


FIG. 4C

【図 4 D】

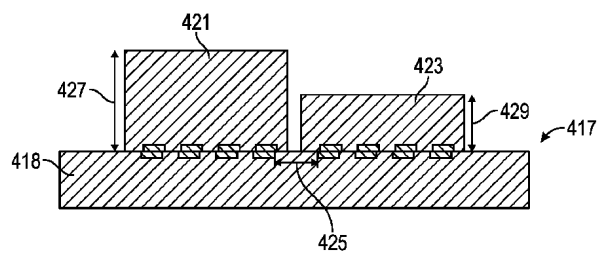


FIG. 4D

【図 4 E】

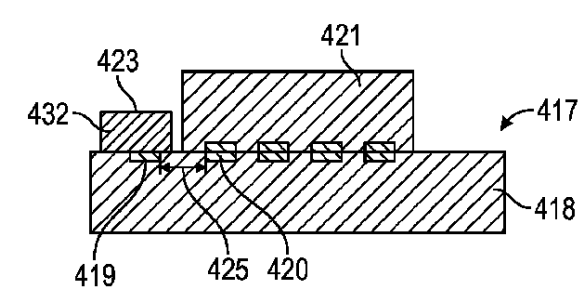


FIG. 4E

10

20

30

40

50

【図 4 F】

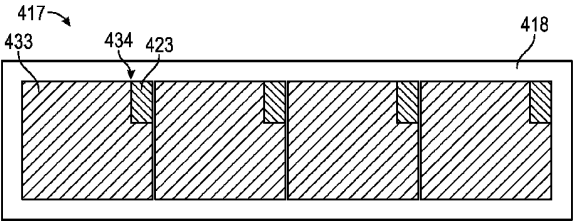


FIG. 4F

【図 4 G】

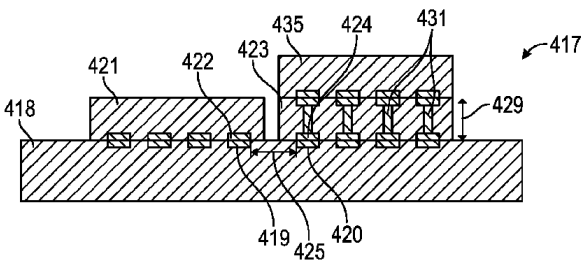


FIG. 4G

10

【図 4 H】

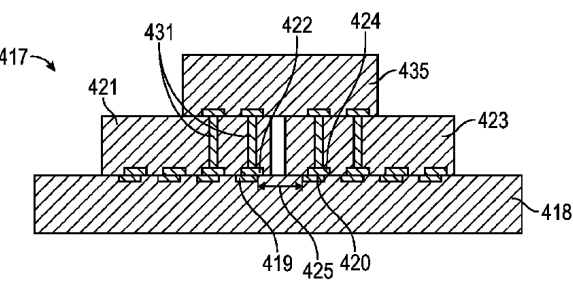


FIG. 4H

【図 4 I】

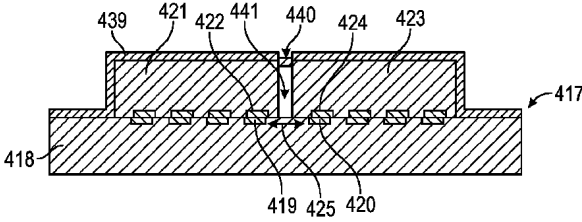


FIG. 4I

20

【図 4 J】

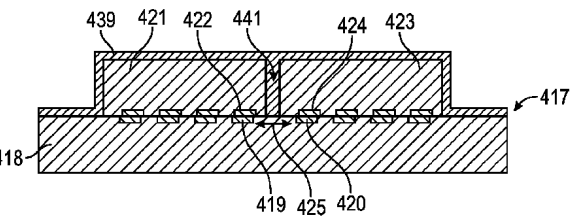


FIG. 4J

【図 4 J - 2】

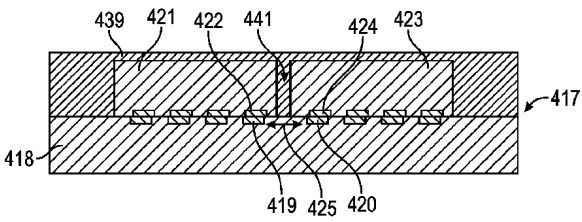


FIG. 4J-2

30

40

50

【図 4 K】

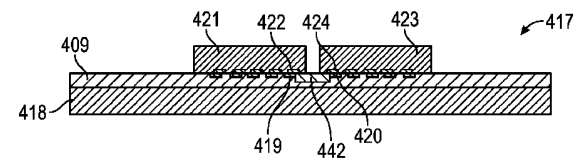


FIG. 4K

【図 5 A】

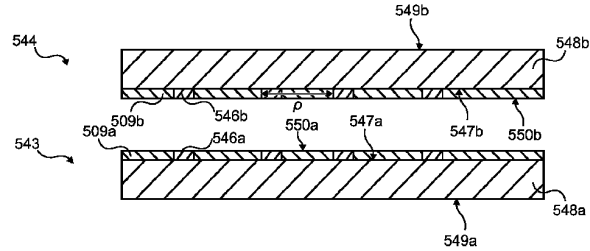


FIG. 5A

【図 5 B】

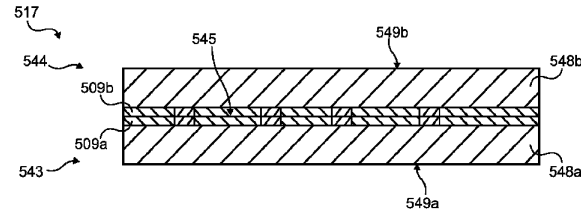


FIG. 5B

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2023/063147
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L 23/00(2006.01)i; H01L 25/065(2006.01)i; H01L 23/498(2006.01)i; H01L 23/31(2006.01)i; H01L 25/18(2006.01)i 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) H01L 23/00(2006.01); H01L 21/48(2006.01); H01L 21/56(2006.01); H01L 23/48(2006.01); H01L 23/498(2006.01); H01L 23/538(2006.01); H01L 25/00(2006.01); H01L 25/065(2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: bonded structure, directly bonding, carrier, die, edge exclusion distance		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2021-0375850 A1 (INVENSAS BONDING TECHNOLOGIES, INC.) 02 December 2021 (2021-12-02) See paragraphs [0003], [0027]-[0075] and figures 1A-1B, 3, 6B.	1-4,6-7,19,31-33,37-45,54-71
Y	CN 111916354 A (UNIMICRON TECHNOLOGY CORP.) 10 November 2020 (2020-11-10) See paragraphs [0088], [0090] and figures 1K-2A.	1-4,6-7,19,31,37-45,54-71
Y	US 2020-0395309 A1 (INTEL CORPORATION) 17 December 2020 (2020-12-17) See paragraph [0034] and figure 2A.	32-33
A	US 2021-0407941 A1 (INVENSAS BONDING TECHNOLOGIES, INC.) 30 December 2021 (2021-12-30) See paragraphs [0029]-[0045] and figures 1A-8B.	1-4,6-7,19,31-33,37-45,54-71
☒ 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 22 June 2023		Date of mailing of the international search report 22 June 2023
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer PARK, Hye Lyun Telephone No. +82-42-481-3463

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

International application No.

PCT/US2023/063147

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003-0155640 A1 (SOUPIN YAN et al.) 21 August 2003 (2003-08-21) See paragraphs [0032]-[0036] and figures 4-8.	1-4,6-7,19,31-33,37-45,54-71

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2023/063147

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: **21,23,28-29,35-36,48-49,51-52**
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

Claims 21, 23, 28-29, 35-36, 48-49, 51-52 are regarded to be unclear because the claims refer to multiple dependent claims which do not comply with PCT Rule 6.4(a).

3. ☒ Claims Nos.: **5,8-18,20,22,24-27,30,34,46-47,50,53**
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/US2023/063147

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2021-0375850	A1	02 December 2021	CN	111742398	A	02 October 2020
				CN	111742398	B	09 July 2021
				CN	113410133	A	17 September 2021
				TW	201937584	A	16 September 2019
				TW	202249073	A	16 December 2022
				TW	I778223	B	21 September 2022
				US	10727219	B2	28 July 2020
				US	11037919	B2	15 June 2021
				US	2019-0252364	A1	15 August 2019
				US	2020-0365575	A1	19 November 2020
				WO	2019-160690	A1	22 August 2019
CN	111916354	A	10 November 2020	CN	111916354	B	30 August 2022
US	2020-0395309	A1	17 December 2020	US	11289427	B2	29 March 2022
US	2021-0407941	A1	30 December 2021	CN	116157918	A	23 May 2023
				EP	4173032	A1	03 May 2023
				KR	10-2023-0029960	A	03 March 2023
				TW	202211398	A	16 March 2022
				US	11538781	B2	27 December 2022
				US	11631647	B2	18 April 2023
				US	2022-0122934	A1	21 April 2022
US	2003-0155640	A1	21 August 2003	WO	2022-005846	A1	06 January 2022
				US	6552425	B1	22 April 2003
				US	6734544	B2	11 May 2004

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2022)

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 L	21/88	J
H 0 1 L	27/00	3 0 1 C
H 0 1 L	27/00	3 0 1 B

,MC,ME,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,NE,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,CV,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,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,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

弁理士 鈴木 博子

(74)代理人 100123630

弁理士 渡邊 誠

(72)発明者 ウゾー シブリアン エメカ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 4 サンノゼ オーチャード パークウェイ 3 0 2 5

(72)発明者 カトカール ラジェッシュ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 4 サンノゼ オーチャード パークウェイ 3 0 2 5

(72)発明者 ワークマン トーマス

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 4 サンノゼ オーチャード パークウェイ 3 0 2 5

(72)発明者 ファウンテン ガイウス ギルマン ジュニア

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 4 サンノゼ オーチャード パークウェイ 3 0 2 5

(72)発明者 ガオ ギリアン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 4 サンノゼ オーチャード パークウェイ 3 0 2 5

(72)発明者 タイル ジェレミー アルフレッド

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 4 サンノゼ オーチャード パークウェイ 3 0 2 5

(72)発明者 ゲバラ ガブリエル ゼット

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 4 サンノゼ オーチャード パークウェイ 3 0 2 5

(72)発明者 バン キョンーモ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 4 サンノゼ オーチャード パークウェイ 3 0 2 5

(72)発明者 ミルカリミ ローラ ウィルズ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 4 サンノゼ オーチャード パークウェイ 3 0 2 5

F ターム (参考) 5F033 HH07 HH11 HH13 HH14 MM30 QQ48 RR01 RR04 RR06 RR08

RR21 VV01 VV07 WW01 XX22

5F044 EE02 EE04 KK01 KK17 QQ02 QQ06