

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2005-203781  
(P2005-203781A)

(43) 公開日 平成17年7月28日(2005.7.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 L 23/50	H O 1 L 23/50	4 K O 2 4
C 2 5 D 5/12	C 2 5 D 5/12	5 F O 6 7
C 2 5 D 5/50	C 2 5 D 5/50	
C 2 5 D 7/12	C 2 5 D 7/12	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2005-4605 (P2005-4605)	(71) 出願人	500587067
(22) 出願日	平成17年1月12日 (2005. 1. 12)		アギア システムズ インコーポレーテッド
(31) 優先権主張番号	60/535839		アメリカ合衆国, 1 8 1 0 9 ペンシルヴァニア, アレンタウン, アメリカン パークウェイ エヌイー 1 1 1 0
(32) 優先日	平成16年1月12日 (2004. 1. 12)	(74) 代理人	100064447
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 岡部 正夫
(31) 優先権主張番号	10/855148	(74) 代理人	100085176
(32) 優先日	平成16年5月27日 (2004. 5. 27)		弁理士 加藤 伸晃
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100106703
			弁理士 産形 和央
		(74) 代理人	100094112
			弁理士 岡部 譲

最終頁に続く

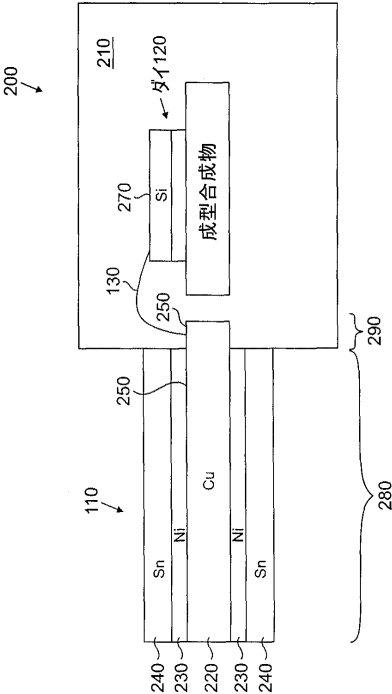
(54) 【発明の名称】 メッキされた導電リード上の成長形成を減少させるための方法および装置

(57) 【要約】

【課題】メッキされた導電リード上の成長形成を減少させるための方法および装置を提供すること。

【解決手段】1つまたは複数のメッキされた導電リードの、所定の温度でのアニール処理を含む工程である。1つまたは複数のメッキされた導電リードは、1つまたは複数の層でメッキされ、各層は材料を含む。所定の温度は、材料のうちの1つの融点よりも高い温度または融点とほぼ同じ温度である。アニール処理は、1つまたは複数の導電リード上の、ウィスカーなどの成長形成を減少させる。メッキされた導電リードを有するリード・フレームおよび他のデバイスは、当該工程に供され、その結果としてのメッキされた導電リードは、当該工程に供されなかった、メッキされた導電リードよりも少ない成長形成を呈する。メッキされた導電リードは、アニールの前または後にトリム・アンド・フォームされる。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

1 つまたは複数のメッキされた導電リード上の成長形成を減少させるための方法であって、前記 1 つまたは複数のメッキされた導電リードを所定の温度でアニールする工程を含み、前記 1 つまたは複数のメッキされた導電リードは 1 つまたは複数の層でメッキされ、各層は材料を含み、前記所定の温度は前記材料の中の 1 つの材料の融点より高いまたはほぼ同じである方法。

**【請求項 2】**

前記 1 つまたは複数のメッキされた導電リードを作成するために、コアを有する 1 つまたは複数の導電リードに前記 1 つまたは複数の材料をメッキする 1 つまたは複数の工程をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

10

**【請求項 3】**

前記メッキされた導電リードをトリム・アンド・フォームする工程をさらに含み、前記トリム・アンド・フォームする工程は、前記 1 つまたは複数のメッキ工程の前または後、ならびに前記のアニール工程の前または後に実施される、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記 1 つまたは複数の導電リードが銅を含むコアを含み、前記 1 つまたは複数の層が錫を有する仕上げを含み、かつ前記所定温度が前記仕上げの融点より高いまたはほぼ同じである、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記所定の温度が錫の融点より高いまたはほぼ同じである、請求項 4 に記載の方法。

20

**【請求項 6】**

前記所定の温度が摂氏 260 度より低いまたはほぼ同じである、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記 1 つまたは複数の層が下地および仕上げを含み、前記下地がニッケルを含み、かつ前記仕上げが錫を含み、ならびに前記 1 つまたは複数のメッキされた導電リードが銅を含むコアを含み、ならびに前記所定温度が前記仕上げの融点より高いまたはほぼ同じである、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記 1 つまたは複数の層がインジウム、カドミウム、亜鉛、アンチモン、鉛、鉄、ニッケル、金、銀、およびパラジウムの中の 1 つまたは複数の層を有する仕上げを含み、ならびに前記所定温度が前記仕上げの融点より高いまたはほぼ同じである、請求項 1 に記載の方法。

30

**【請求項 9】**

装置であって、1 つまたは複数のメッキされた導電リードを含み、少なくとも前記 1 つまたは複数のメッキされた導電リードを所定温度でアニールする工程を含む処理により製造され、前記 1 つまたは複数のメッキされた導電リードが 1 つまたは複数の層でメッキされ、各層が材料を含み、前記所定温度が前記材料の中の 1 つの材料の融点より高いまたはほぼ同じである装置。

40

**【請求項 10】**

集積回路であって、1 つまたは複数の層でメッキされた 1 つまたは複数のメッキされた導電リードを含み、前記 1 つまたは複数の導電リードが前記 1 つまたは複数の層の中の 1 つの融点より高いまたはほぼ同じ前記所定の温度でアニールしてある集積回路。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、一般に、電子回路のパッケージ化に関するものであり、より詳細には、電子回路のための導電リードの処理に関する。

**【背景技術】**

50

## 【 0 0 0 2 】

本発明は、米国特許仮出願第 6 0 / 5 3 5 , 8 3 9 号 ( 受付 2 0 0 4 年 1 月 1 2 日 ) の利益を主張するものである。

「リード・フレーム」は、半導体ダイを回路基板に取り付けるために広く使用されているデバイスである。代表的なリード・フレームが、半導体ダイを回路基板に取り付けるためにどのように使用することができるかの例を示す。半導体ダイは、リード・フレームの内側に取り付けられて、半導体ダイから、リード・フレームと一体の導電リードにワイヤ・ボンドが走る。リード・フレームは半導体ダイから導電リードにワイヤ・ボンドを接合するなどの手順中にリード・フレームを取り上げたり、移動させたりすることを可能にする本体を有する。その本体はまた、最初は平坦でタイ・バーに支持されている導電リードを囲み、タイ・バーは、本体に接続されている。

10

## 【 0 0 0 3 】

半導体ダイが導電リードに接続された後で、成型が行われて、成型用合成物がリード・フレームの内側およびその他の部分を充填する。導電リードは、他の材料を使用しても良いが、一般に銅 ( C u ) からできている。銅は、導電リードを回路基板に半田付けする際に使用される材料とうまく接合しない傾向がある。したがって、銅には、一般的に、半田材料とよく接合する錫 ( S n ) など他の金属がメッキされる。

## 【 0 0 0 4 】

「トリム・アンド・フォーム」工程が実施され、その際にタイ・バーが除去される。リード・フレームの本体も同様に除去される。トリム・アンド・フォーム工程はさらに、導電リードを回路基板のパッドに半田付けするのに適した形状に整形する。

20

## 【 0 0 0 5 】

長年にわたってリード・フレームの使用とその処理が行われているが、あるタイプの導電リードは、成長形成を呈することもある。例えば、錫メッキされた銅は、導電リードの表面から伸びる「ウイスキー ( w h i s k e r s ) 」と呼ばれる錫の成長を呈する。これらのウイスキーは、1 9 4 6 以来文献に記録されており、このウイスキーが原因の不良が 1 9 5 4 年以来文献に記録されている。

## 【 0 0 0 6 】

ウイスキーの形成を最小化または防止する 1 つの解決法は、銅に鉛 - 錫層をメッキすることである。しかしながら、最近、欧州の法律は鉛を電子デバイスより排除するように要求している。

30

【特許文献 1】米国特許仮出願第 6 0 / 5 3 5 , 8 3 9 号

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 7 】

したがって、無鉛メッキの導電リード、無鉛メッキの導電リードからなるデバイス、および成長形成が制限された、またはまったくない無鉛メッキの導電リードの形成方法に対する要求がある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 8 】

40

一般に、導電リード上の成長形成を減少させるための方法および装置が提供される。

例示的な実施形態において、工程は、1 つまたは複数のメッキされた導電リードの、所定の温度でのアニール処理を含む。1 つまたは複数のメッキされた導電リードは、1 つまたは複数の層でメッキされ、各層は材料を含む。所定の温度は、材料のうちの 1 つの融点よりも高い温度または融点とほぼ同じ温度である。アニール処理は、1 つまたは複数の導電リード上の、ウイスキーなどの成長形成を減少させ得る。メッキされた導電リードを有するリード・フレームおよび他のデバイスは、当該工程にかけられ、その結果としてのメッキされた導電リードは、当該工程にかけられなかった、メッキされた導電リードより成長形成が少なくなる。メッキされた導電リードは、アニールの前または後にトリム・アンド・フォームされる。

50

以下の詳細な記述および図面を参照にすることにより、本発明のみならず本発明のさらなる特徴および利点がより完全に理解できるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

上述のように、銅の上に電気化学的にメッキされた鉛 - 錫層は、広く使用されている、導電リードを有する電子パッケージの表面仕上げである。新しい欧州の法律は鉛を電子デバイスより排除するように要求している。したがって、鉛 - 錫層の代用品が必要とされている。鉛 - 錫層の代用品の中で低コストを下げるものは、マット錫である。残念ながら、錫ウイスキーなどの成長形成は、マット錫仕上げの中にコアを形成し成長する。そのような成長形成は、全体的および局所的な機械的歪を軽減するために発生すると信じられている。錫ウイスキーは、機械的に強く、大電流密度を有し得る。したがって、ウイスキーは、断続的または致命的な故障を引き起こしかねない。そのような故障は、これまでに報告されており、報告され続けている。

10

【0010】

本発明は、導電リード上の成長形成を減少させるために利用可能である。導電リードの表面から伸びるいかなる形成も成長形成である。成長形成の例がウイスキーであり、10マイクロメートル ( $\mu\text{m}$ ) よりも大きなものが成長形成と定義され、「フラワー」とは、ウイスキーの塊である。したがって、フラワーは短距離のうちに2つ以上のウイスキーを有する。

ウイスキーの一般的観察結果は以下の通りである。

20

1. ウイスキーは、一般的に直径が3 ~ 4マイクロメートル ( $\mu\text{m}$ ) であり、中には7  $\mu\text{m}$  のものも報告されている。

2. ウイスキーは、一般的に長さが2 ~ 4ミリメートル (多媒体) である (長さが9 mm のものも報告されている)。

3. ウイスキーは、一般的に中実であるが、中空のものも報告されている。

4. ウイスキーは、一般的に錫仕上げとその下層との間の界面から成長する。

5. ウイスキーは、機械的に強い。

6. ウイスキーは、50  $\mu\text{m}$  のソフト・パッシベーションを介して成長し得る。ある報告によると、電氣的短絡を引き起こす、1つの導電リードから他の導電リードへのウイスキーの成長を防止するためには、1.5 mm のポリマーが必要である。他の報告によると、1つの導電リードから他の導電リードへのウイスキーの成長を防止するためには、50  $\mu\text{m}$  の硬質膜 (例えば、エポキシ) で十分である。硬質膜を用いても、カプセル化 (例えば、モールド合成物) 中の空隙が依然として問題であり、ウイスキーの成長を可能にしてしまうこともある。

30

7. ウイスキーは、一般的に年0.03 ~ 9 mm 成長するが、時には9年または20年の稼働においても観察されない。

8. ウイスキーの典型的な密度は、1平方mmあたり3 ~ 500本である。

9. ウイスキーは、-40 ~ 85 の温度サイクル、50 ~ 60 および85パーセントを超える相対湿度 (RH) での保存に供すると、より頻繁に観察される。ある報告によると、他の条件の下で急速に成長する。

40

10. ウイスキーは、真空、液体、湿った空気を含む、多様な雰囲気の中で成長する。

11. ウイスキーは、集積回路、受動電気回路、および機械装置上で観察されている。

12. ウイスキーは、衛星の故障を引き起こし、ペース・メーカーのリコールの原因となっている。

ウイスキーは、導電リードの保存環境の気温が、そこからウイスキーが発生する材料の融点の1/2以下であるときに頻繁に発生する。例えば、錫の融点は232 であるので、約116 以下の保存環境の方が約116 より高い保存環境よりも多くのウイスキー形成をもたらす。

13. ウイスキーは、錫に特有のものではない。それどころか、ウイスキー成長はインジウム (In)、カドミウム (Cd)、亜鉛 (Zn)、アンチモン (Sb) など他の低融

50

点金属上で発生し、また、鉛（Pb）、鉄（Fe）、ニッケル（Ni）、金（Au）、銀（Ag）、そしてパラジウム（Pd）などの高融点金属上で軽度が発生することが知られている。

14．ウィスカーは錫が銅または真鍮に直接メッキされたとき、頻繁に発生しやすく、錫がニッケルまたは鋼鉄に直接メッキされたときは、それより稀に発生しやすい。それにもかかわらず、遅い成長スピード、低密度、小サイズとは言え、ウィスカーは依然として観察される。

15．ブライト錫は、マット錫よりもウィスカー形成を受けやすい。ブライト錫は一般的に、材料（銅またはニッケル）にメッキをするために使用するメッキ槽へ有機化合物を添加することにより製造される。ブライト錫は、粒子サイズが小さく、非常に光沢がある。一方、マット錫は一般的に、メッキ槽に粒子精製剤を一切添加せずに製造されるので、灰色でつや消しのような外観を有する。ウィスカー形成に対する感受性は、使用される有機艶出し剤にも依存する。形態とストレス状態が、高い感受性をもたらすと信じられている。例えば、他の点は、まったく同一でも、ウィスカー成長の傾向は、錫の粒子サイズ（ $\mu\text{m}$ ）が増大するにつれて減少する。錫に関しては、ブライト粒子サイズは、マット粒子サイズよりも小さいことに留意されたい。

#### 【0011】

上述のように、メッキされた導電リードは、一般的に銅コアより成り、その上に1つまたは複数の材料がメッキされる。銅コア、次いで、ニッケル下地（例えば、銅コア上にメッキされたニッケル）、およびメッキされた錫仕上げを有する導電リードにより、ウィスカー形成問題が解決されたことが報告されている。銅コアと、その上にメッキしたニッケル下地と、さらにその上にメッキした錫仕上げからなる導電リードの構造を本明細書では、銅／ニッケル／錫構造と称する。錫の融点とほぼ同じまたはそれよりも高い温度でのアニールが実施されない場合は、銅／ニッケル／錫構造から成る導電リードがウィスカーから免れていないことが判明しており以下詳細に示す。例えば、銅／ニッケル／錫構造を含む導電リードが無鉛の基盤接着処理を受けた場合（例えば、ピーク温度が錫の融点である232℃未満）、銅／ニッケル／錫構造から成る導電リード上に錫ウィスカーが形成されることが分かっている。しかし、銅／ニッケル／錫構造から成る導電リードを錫の融点である232℃を超える温度でアニール処理をすることにより、実際に、ウィスカー形成が実質的に排除されることが分かっている。しかしながら、錫メッキの後で銅製導電リード上の錫仕上げを150℃でアニールすることにより、リフローの前のウィスカー形成が減少させられることが本明細書に示されているにしても、ニッケルが下地として存在しないときは、ウィスカー形成の実質的排除はできない。しかし、以下に示すように、232℃を超える温度でリフローを実施してもウィスカーは、依然として見出される。

#### 【0012】

したがって、本発明の例示的な実施形態においては、厚さ0.3～3 $\mu\text{m}$ のニッケルメッキ下地が銅リード・フレーム（例えば、銅コアから成るいくつかの導電リードを含む）と錫仕上げとの間に形成され、また、ウィスカー形成を減少させるために、メッキ後のアニール処理が錫の融点（例えば、232℃）を超える温度またはほぼ等しい温度で実施される。

#### 【0013】

本開示は、導電リードが銅から成り、かつ銅にメッキをするために使用される材料がニッケルおよび錫であることを前提としている。しかしながら、上述のように、リードとメッキを形成するために他の材料が使用されても良く、また、本発明は、それらの材料から形成された導電リードに適用できる。

#### 【0014】

さて図1を参照すると、代表的なリード・フレーム100が示されている。リード・フレーム100は、単なる例示であって、本発明においては、他のタイプのリード・フレームも使用できる。実際には、本発明は、成長形成が減少または排除されるべきときはいつでも利用でき、導電リードに限定されるものではない。リード・フレーム100は、いく

10

20

30

40

50

らかの導電リード 110、半導体ダイ 120（例えば、集積回路を含む）、ワイヤ・ボン  
ド 130、本体 140、タイ・バー 150、内側部分 160、およびパッド 170を含む  
。この実施例においては、半導体ダイ 120は、既にリード・フレーム 100の内側部分  
160の表面（図示されていない）に接着されている。

#### 【0015】

オーバー・モールド（overmolding）工程中に、リード・フレーム 100の  
内側部分 160および他の部分は、成型化合物で充填される。トリム・アンド・フォーム  
工程中に、タイ・バー 150および本体 140が除去され、導電リード 110が回路基板  
に結合する（例えば、パッドへの半田付けにより）のに適した形状に整形される。

#### 【0016】

図 2 は、リード・フレーム 100の領域を充填するためにオーバー・モールド工程が実  
施された後の、リード・フレーム 100の横断面図を示す。パッケージ 200が作成され  
ている。パッケージ 200は、上表面 270、ワイヤ・ボンド 130、成型されたハウジ  
ング 210、および導電リード 110を有する半導体ダイ 120を含む。

#### 【0017】

導電リード 110は、銅コア 220、ニッケル下地 230、および錫仕上げ 240を含  
む。銅コア 220は、表面 250を有する。成型化合物 210を形成するための成型の前  
に、ワイヤ・ボンド 130が電氣的に半導体ダイ 120の表面 270と銅コア 220の表  
面 250とに接続される。

#### 【0018】

図 2 の実施例においては、成型されたハウジング 210が、メッキ工程の前に形成され  
る。成型ハウジング 210を形成することにより、導電リード 110の非メッキ部 290  
が生じ、メッキ工程後には、導電リード 110のメッキ部 280が生じる。

#### 【0019】

2つのメッキ工程が銅 220をメッキするために実施された。

第 1 のメッキ工程は、ニッケル下地 230を形成し、第 2 のメッキ工程は、錫仕上げ 2  
40を形成する。

#### 【0020】

図 2 には、トリミング工程後のパッケージ 200が示されており、トリミング工程でリ  
ード・フレーム 100の本体 140およびタイ・バー 150がトリミングされている。一  
般に、トリミング工程は、導電リード 110を回路基板上の半田パッドに接続するのに適  
した形状に整形する、整形工程と組み合わせられる。

#### 【0021】

図 3 A を参照すると、電子デバイス 300が示されている。電子デバイス 300は、回  
路基板 370に接着されたパッケージ 305を含む。パッケージ 305は、導電リード 1  
10を回路基板上の半田パッドに接続するのに適した形状に整形する整形工程がパッケー  
ジ 200に対して実施された後の、パッケージ 200の実施例である。当技術分野では既  
知の他の工程もまた、パッケージ 200に対して実施され、パッケージ 305を作成する  
。図 3 A に示すように、導電リード 110は、整形されて導電リード 320になる。パッ  
ッケージ 305は、さらにパッケージ本体 310を含む。

#### 【0022】

回路基板 370は、パッド 340 - 1および 340 - 2を含み、それらには、それぞれ  
リード 320 - 1および 320 - 2が半田部 350 - 1および 350 - 2によりそれぞれ  
接続されている。図 3 A の領域 330は、錫ウィスカの発現を示す。

#### 【0023】

図 3 B は、図 3 A の領域 330の図に類似した、ウィスカの走査型電子顕微鏡（SEM）  
図を示す。図 3 B において、3つの錫ウィスカが示されている。1つのウィスカ  
は、長さ 63.5  $\mu\text{m}$ 、直径 0.5  $\mu\text{m}$ である。このように、図 3 B は、導電リード上の  
特定タイプの成長形成を例示している。

#### 【0024】

10

20

30

40

50

図3Bは、パッケージが60、相対湿度93パーセントの保存エリアに5週間保存された後で成長した錫ウィスカーを示す。そのパッケージは、176導電リード・薄型クワッドフラットパック(TQFP)パッケージであり、成型の後で銅コア導電リード上にメッキされた15 $\mu$ mのマット錫を保有していた。銅コアの上にメッキした錫仕上げを有する構造を本明細書では、銅/錫構造と称する。ニッケル下地はなかった。導電リードは、次に、トリム・アンド・フォームされ、パッケージは、150で1時間アニール処理された。パッケージが錫メッキされた後2時間以内にアニール処理が実施された。パッケージは、次に、ピーク260の擬似回路基板接着リフロー工程に供された。本明細書で  
10  
使用されている用語「リフロー」とは、回路基板接着工程が実施されることを意味する。回路基板が錫の融点を超えた260にさらされても、ウィスカーが依然として発生した。ウィスカーおよびフラワーの発生に関する追加データを以下に示す。以下に示されているように、錫の融点を超える温度でのアニール処理により、銅/錫構造に対するウィスカー形成も減少はするが、銅/ニッケル/錫構造に対するウィスカー形成は抜本的に減少する。したがって、導電リードのための銅/ニッケル/錫構造は、有益である。

#### 【0025】

図4は、フラワーと呼ばれるもう1つの成長形成のSEM写真を示す。フラワーは、近接して成長するいくつかのウィスカーを含む。図4に示す導電リードは、成型後リード上に15 $\mu$ mを越すマット錫メッキを有するパッケージのものであった。ニッケル下地はなかった。導電リードは、次に、トリム・アンド・フォームされ、パッケージは、150  
20  
で1時間アニール処理された。パッケージは、結露条件で、60、相対湿度93パーセントの環境で4570時間の保存に供された。

#### 【0026】

本発明は、図3Bおよび4にそれぞれ示されたウィスカーおよびフラワーなどの成長形成を減少させることが可能な方法を提供する。用語「減少」は、排除が必要ではないが、成長形成の排除を含むことに留意されたい。

#### 【0027】

図5は、導電リード上の成長形成を減少させる、または排除する代表的な方法を示す。図5の方法500は、工程510で始まり、半導体ダイがリード・フレームに接着される。リード・フレーム・ワイアは、各リードと半導体ダイ上のそれぞれの接合パッドとの間でワイア・ボンディングされる。工程520で、オーバー・モールドが実施され成型されたハウジングを形成する。  
30

#### 【0028】

工程530で、メッキが実施され、リード・フレームの導電リードにメッキをする。異なる材料からなる多層メッキまたは同一材料からなる多層メッキが所望されるときは、工程530が複数回実施される。例示的な実施形態においては、導電リードの銅コアがニッケルメッキされる。その結果のニッケル層は、ニッケル下地と呼ばれる。トリム・アンド・フォーム・リード・フレーム構造のための推奨ニッケル層は、0.3~3 $\mu$ mの厚みを持っている。ニッケル層の最大厚みは、約1~5 $\mu$ mであり、亀裂により規定される。それにもかかわらず、小さいリード曲げ半径に対しては、ニッケルの厚みは5 $\mu$ mを超えても良い。また、トリム・アンド・フォーム工程(工程550参照)の後でニッケルメッキ  
40  
が実施されるときは、ニッケルの厚みに制限はない。回路基板接着中のニッケルの完全な溶解を防止するために推奨されるニッケルの最小厚みは、約0.6~0.8 $\mu$ mである。厚みが0.6~0.8 $\mu$ mあれば一般的に、有鉛または無鉛の接着工程に供してもニッケルの残存を確保できる。しかしながら、回路基板接着中にニッケルが完全に消費(例えば、錫との反応による)されないことを保証するように注意すれば、ニッケルの下地メッキは0.1 $\mu$ mもあればよい。

#### 【0029】

リード・フレームの導電リードが、低コストゆえにダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ(DRAM)に使用される合金42などの他の材料よりなる場合も、錫ウィスカーの発生を減少させるという点で、ニッケルが非常に有用である。ニッケルの代用に他の  
50

材料を用いても良い。例えば、文献によると、ニッケルと類似した方法でウィスカー形成を減少させるのに、銀が役に立つ。下地材料がプレーナ拡散領域を有する錫と、錫に局部的高歪領域が発生しない程度に反応することは有益である。なお、本技術は他の低融点材料（例えば、インジウム、カドミウム、亜鉛、およびアンチモン）上のウィスカー成長または他の成長形成、および、より高融点の材料（例えば、鉛、鉄、ニッケル、金、銀、およびパラジウム）上のウィスカー成長または他の成長形成ですら制限することができる。

#### 【0030】

工程530では、ニッケル下地メッキの後に錫メッキが実施され、ニッケル下地メッキを覆って錫仕上げが形成される。錫仕上げ層の厚みが増大すると、ウィスカー形成に対する抵抗力も増大する。以下に示すように、銅/錫構造と銅/ニッケル/錫構造の両方に対して、錫仕上げ層の厚みが10 $\mu$ mを越すと、製造されたままでリフローされていないデバイス中に最もウィスカーに対する抵抗力のある錫仕上げ層が作成される。しかし、以下に示すように、錫仕上げ層の厚みに関係なく、ニッケルまたは銅の上の錫仕上げ層は、析出したままの状態ではウィスカー形成に対する完全な抵抗力はない。ウィスカーおよびフラワーなどの成長形成を減少させる、または排除するために、仕上げ層（例えば、錫を含む仕上げ層）の融点とほぼ同一またはそれを越える温度でのアニール処理が推奨される。成長形成を減少させるためには、3~25 $\mu$ mの錫厚が推奨される。3 $\mu$ m未満では、リードが整形動作中に物理的に曲げられたとき、錫の顕在化（scaping）および隔離（removing）の問題が生じる。一方、25 $\mu$ mを越えると処理時間間隔が非常に長くなりすぎて経済的に実行不可能になる。上述のように、銅/ニッケル/錫構造に対して、錫仕上げ層の厚みが10 $\mu$ mを超えると、最もウィスカーに対して抵抗力のある錫仕上げ層が作成される。

10

20

#### 【0031】

工程530は、電気メッキまたは化学メッキなどの、導電リード上に層を形成するためのいかなる技術を用いて実施しても良い。

#### 【0032】

錫メッキの後で、パッケージは、錫の融点（約232）と約260との間の温度で、少なくとも1秒間、メッキ後アニール処理（工程540）に供される。無鉛回路基板接着リフローの最高温度に関する業界の現行仕様は、260である。このアニール処理は、トリム・アンド・フォーム（工程550）の前後いずれかで実施すればよい。錫と反応することにより消費されるニッケルのすべてがアニール処理中に消費されないよう、アニール処理の時間を制御する必要がある。

30

#### 【0033】

アニール処理（工程540）は、ほぼ錫の融点で実施できるが、多くのアニール装置は、そんなに正確ではない。例えば、温度槽などのアニール装置でアニール温度を例えば、232に設定するということは、アニール装置の確度が1または2パーセントであるので、232には決して到達せず、パッケージが実際に232に達し得ないことを意味する。また、錫仕上げ中の不純物が錫仕上げの融点に影響を及ぼし得る。したがって、正確な232のアニール温度は、錫仕上げを溶融するために十分高い温度にはならない恐れがある。したがって、アニール処理は、少なくとも、外層仕上げ（ここでは錫仕上げであるが）を構成する材料（例えば、錫プラス不純物）の融点付近の温度で実施する必要がある。本発明は、合金仕上げにも適用可能であり、したがって、アニールは、少なくとも、当該合金のほぼ融点で実施される必要があることに留意されたい。さらに、アニール工程540は、少なくとも成長形成に晒される層（例えば、仕上げ層）の表面温度が、層の融点に達するように実施される必要がある。

40

#### 【0034】

このアニール工程540は、回路基板接着工程560の前にユーザーによって実施されても良いし、回路基板接着工程560の後で実施されても良い。アニール工程540は、リフロー温度が、錫のほぼ融点または錫の融点を越える温度に到達するのであれば、回路基板にパッケージを接着するために使用されるリフローにより実施しても良い。現在入手

50



可能な無鉛半田の多くがこの温度に到達するし、最近使用されている錫・銀・銅（SAC）合金もその中に含まれる。

【0035】

銅／ニッケル／錫構造におけるニッケル下地の場合、ウィスカー形成は、一般的にアニール工程540により排除される。このことは、以下詳細に示す。銅／錫構造の場合、ウィスカー形成はメッキ後アニール工程540によって排除されないが、それでもメッキ後アニール工程540は、ウィスカーの数およびサイズを減少させることができる。

【0036】

図5の方法は、単に代表的なもののみである。例示された工程は、示されたものと異なる順番で実施することも可能で、処理の中に示されていない工程を追加しても良い。上述のように、アニール（工程540）の実施は、トリム・アンド・フォーム工程550の前後どちらでも良いし、また接着工程560の前後どちらでも良い。別の実施の形態においては、工程530にあるような、ニッケル（または適切な代替品）の銅リード・フレーム（または適切な代替リード・フレーム材料）上のメッキを成型（工程520）の前に実施することが可能である。

【0037】

本発明の実施の形態は、導電リード上の鉛・錫メッキの代用として低コストの対策である、無鉛仕上げを提供する。錫仕上げなどの仕上げの融点より高い温度でのメッキ後アニールは、一般的に、回路基板接地温度に関係なく、ウィスカーをなくする対策を提供する。錫メッキ後アニールは、232（錫の融点）よりも低い融点を有する回路基板接地材料が使用されるなら、ウィスカー形成を排除することができる。例えば、鉛、ビスマス、およびインジウムを主体にした半田合金などの材料および他の高分子回路基板接着材料は、一般的に、232未満の回路基板組み立て温度を使用する。

【0038】

図6乃至11は、リード・フレーム上の導電リードに関して、銅／錫構造および銅／ニッケル／錫構造に対して実施されたいろいろな試験を例示している。本開示においては、「ウィスカー」は、長さが10 $\mu$ mよりも大きな成長形成であると定義する。ウィスカーは、たいいてい長さが10 $\mu$ mよりも短い、小丘（hill lock）などの他のストレス・弛緩タイプの成長との混同を避けるためにこのように定義される。

【0039】

図6は、150でアニールされた、銅／錫構造を含む導電リード上に成長形成が見つかったか否かを例示した表を示す。最上部の行は、銅／錫構造上の錫仕上げの厚みを示す。試験項目は、以下の方法で分けられている。

（1）室温で5170時間保存

（2）60で2972時間保存

（3）60、相対湿度93パーセント、結露なしで4570時間保存

（4）60、相対湿度93パーセント、観察された結露あり、4570時間保存

（5）-55から85までの温度サイクル1750回。-55から85までの温度サイクルは、電子機器に広く実施されている試験である。

【0040】

試験中に観察されたことを以下に挙げる。60・相対湿度93パーセント、60・相対湿度10パーセント未満、および室温環境下での保存の最初の2500時間までは、ウィスカー長が増大する。2500時間を越えると成長は観察されなかった。-55から85までの温度サイクル（TC）の最初の1000時間は、ウィスカー長が増大するが、1000時間から1700時間の間では成長は観察されなかった。ウィスカー形成（例えば、ウィスカーの長さおよび密度）は、150・1時間のアニールで抑圧される。受け取ったままの銅のリード・フレームの仕上げ（例えば、スタンプまたはエッチングを用いてリード・フレームを形成する）は、ウィスカーの成長傾向に対する大きな影響を持っているようには見えない。全体的な機械的ストレスが60・相対湿度93パーセントでウィスカー成長傾向を増大させる。このことは、酸化と曲げストレスが相互作用をして

10

20

30

40

50

いる可能性を示す。全体的な機械的ストレスは、室内環境、60・相対湿度10パーセント未満、および-55から85の温度サイクルでのウィスカー成長傾向に対する大きな影響を持っているようには見えない。

#### 【0041】

図7は、処理、試験、アニールの条件をいろいろ変化させた時、銅/錫構造を有する導電リード上に成長形成が見つかったか否かを示すグラフである。図7は、フラワーの形成と成長に対する結露の影響を判定するために実施された試験を例示している。図7は、パッケージあたりの観察されたフラワーの最大数を示す。パッケージは、60・相対湿度93パーセントで保存され、またパッケージは、導電リード上に厚さ15 $\mu$ mのマット錫仕上げをした。

10

#### 【0042】

「TF」は、トリム・アンド・フォーム工程が実施されたことを示す。「E」は、リード・フレームの形成のためにエッチングが用いられたことを示す。「S」は、リード・フレームの形成のためにスタンプが用いられたことを示す。「RT」は、アニール処理が実施されず、試験が室温で実施されたことを示す。「150」は、パッケージ化された集積回路が150・1時間のベーキング(bake)に供されたことを示す。下部軸に、異なる試験が以下のように順序付けられている。

15 $\mu$ m/TF/E/RT、15 $\mu$ m/TF/S/RT、15 $\mu$ m/E/RT、15 $\mu$ m/S/RT、15 $\mu$ m/TF/E/150C、15 $\mu$ m/TF/S/150C、15 $\mu$ m/E/150C、そして15 $\mu$ m/S/150C。

20

#### 【0043】

線710は、2つの別の一連の試験の仕切りである。第1の一連の試験において、試料は、1デバイスあたり66本の導電リード、そして1パッケージあたり132本のリードで、1試験セルあたり3つのデバイスを有していた。リードの半分がこの実験で評価された。セルは、同じ材料および条件で処理された1組のデバイスのことであり、この場合は、3つのデバイスからなる。錫メッキ工程の20日後で、かつ第1の一連の試験の前に150・1時間のアニール処理を実施した。第1の一連の試験において、672時間後に結露が防止された。第1の一連の試験は、トリム・アンド・フォーム工程に供されなかった4つの試料がフラワーを呈さなかったことを示している。

#### 【0044】

第2の一連の試験において、1デバイスあたり66本の導電リードで、1セルあたり8つのデバイスを有する試料を用いた。ストレス試験中は、結露は防止された。第2の一連の試験の前で、錫メッキ工程の54日後に、150・1時間のアニール処理を実施した。試験に供された15 $\mu$ m/TF/E/150Cおよび15 $\mu$ m/TF/S/150Cの試料では、決してフラワーは生じなかった。

30

#### 【0045】

図8は、処理、試験、アニールの条件をいろいろ変化させた時、2種類のメッキされた導電リード上に成長形成が見つかったか否かを示す表である。図8の第1の列は、導電リードの構造のタイプを列記している。試験された構造は、銅/錫および、銅/ニッケル/錫構造である。第1の列の中の最後の数は、錫メッキの厚みを示す。例えば、銅/ニッケル/錫/1.5は、厚さ1.5 $\mu$ mの錫仕上げを有する銅/ニッケル/錫構造が使用されたことを示す。マット錫が全試験で使用された。

40

#### 【0046】

図8に示す試験のための材料変数および処理変数は、以下のとおりであった。銅/ニッケル/錫構造の、84本のリードを有するパッケージにニッケルが予備メッキされた。錫予備メッキ/ニッケル後メッキの導電リードがトリミングされた。ニッケルの厚みは、4 $\mu$ mであった。銅/錫構造の、176本のリードを有するパッケージに使用された銅は、7025合金であった。全リード・パッケージがトリム・アンド・フォームされた。「ベーキング」と書かれた列の中の情報は、錫メッキ工程の後でアニール処理が実施されたか否かを示す。トリム・アンド・フォーム工程の後、錫メッキ後のアニール処理が、メッキ

50

後 2 時間以内に 150 で 1 時間実施された。メッキ後、5 日、20 日、40 日目に評価が行われた。制御デバイスとして錫 / 鉛仕上げのデバイスも用いたが、制御デバイスのデータは、示されていない。

#### 【0047】

試験は以下のように実施された。

(1) 管理されていない室温 (RT) 20 ~ 25 ・相対湿度 40 ~ 75 パーセントでの保存示されたデータは、56 日目に取られたが、試験は、4 カ月を超えて行われた。

(2) 2000 回の温度サイクル (TC)、各サイクルは -55 ~ +85 で半サイクルは 30 分間

(3) 水分の結露が観察された、60 ・相対湿度 93 パーセントで 4 カ月以上 (示されているデータは 68 日目以降のもの) の保存この条件で使用された第 1 の組のデバイス中に結露が観察された。それ以後、覆いを設置し、デバイス上に結露が発生するのを防止した。

(4) バイアスを掛けて、60 ・相対湿度 93 パーセントで 4 カ月を超える (示されているデータは 68 日目のもの) 保存バイアスは、5 対のリードに 3.3 ボルト (V)、および 10 対のリードに 5 ボルトを掛けて実施された。残りのリードは、フローティング状態にした。デバイスは、高温多湿バイアス (THB) ソケット中に配置された。検査は、5 週間、10 週間、および 16 週間目に行われた。この実験では、結露は観察されなかった。

#### 【0048】

「T r e f l o w」の列は、錫メッキ後アニール処理が実施されたか否かを示す。図 8 の実施例において、アニール処理は、ピーク温度 215 または 260 の模擬半田リフローを使用して実施された。これらのリフローによりほぼ 15 ~ 25 秒間のアニール処理がなされる。リフローは、回路基板接着リフロー工程を模擬したものであるが、デバイスは決して回路基板に接着されていない。

#### 【0049】

図 8 は、錫の融点を超える温度での熱処理が、導電リードの銅 / ニッケル / 錫構造に対するウィスカーをすべての環境において減ずることを示している。

#### 【0050】

パッケージは、回路基板に接着するために、通常何らかのリフローに供されることに留意されたい。リフローは、パッケージおよび導電リードをある程度熱する。したがって、リフローされていないことを示す図 8 のデータは、保存の観点での例示であるが、パッケージの実用に関する例示ではない。パッケージの実用については、215 または 260 のリフローが実施されたことを示すデータによってよりよく例示されている。

#### 【0051】

図 9 は、処理、試験、およびアニール処理の条件をいろいろ変化させた時の、2 種のメッキされた導電リード上の成長形成の、非結露環境における時間経過を示す表である。図 9 は、60 ・相対湿度 93 パーセント、非結露環境で特定時間試験したときのデータを示す。「テスト中 (On test)」は、図 9 が作成された時点でパッケージがまだテスト中であったことを示す。結露試験および非結露試験の両方が実施されたことに留意されたい。ベーキング有りでリフローなしの、2 つの Cu / Sn / 15 の行があるのは、有効な結果が出ることを確保するためにこれらのデバイスについて 2 つの実験が実施されたからである。260 ・15 ~ 25 秒間の回路基板接着を模擬したリフローが実施された。

#### 【0052】

図 9 により示されたデータから、導電リードの銅 / ニッケル / 錫構造に対する 260 のアニール処理がウィスカー形成を減少させるという結論を導き出すことができる。

#### 【0053】

図 9 は保存条件下での成長形成の時間的進展を示すが、図 10 は保存開始後の単一日の、保存条件下での成長形成データを示す。図 10 は、結露条件にして保存したとき、処理

10

20

30

40

50

およびアニールの条件をいろいろ変化させて実施した時、2種のメッキされた導電リード上に成長形成が見つかったか否かを示す表である。これは、68日間の60・相対湿度93パーセントでの結露条件下の保存試験であった。図10に見られるように、導電リードの銅/ニッケル/錫構造に対する260のアニール処理がウィスカーおよびフラワーの形成を減少させる。

【0054】

図9および図10は保存条件に供されたパッケージのデータを示すが、図11は、温度サイクルに供されたパッケージのデータを示す。図11は、処理およびアニールの条件をいろいろ変化させて実施し、-55～85の温度サイクル1000回に供したとき、2種のメッキされた導電リード上に成長形成が見つかったか否かを示す表である。

10

【0055】

図11からも分かるように、錫の融点とほぼ同じまたはそれを超えた温度でのアニールが導電リードの銅/錫および銅/ニッケル/錫構造上のウィスカー形成を減少させる。図11はまた、観察されたウィスカーの密度および長さを示す。アニールの温度を上げるにつれて、ウィスカーの密度および長さが減少することが分かる。アニール装置が約1パーセントの誤差を有することから、温度235で実施した。したがって、温度235での実施により錫の融点が確実に満足された。

【0056】

他の図に示すように、導電リードを有するパッケージが結露条件の下に置かれるような特定の場合には、銅/錫構造に対するウィスカーは排除されなかった。それでも、アニールがウィスカーの密度および長さを減少させるという点で、導電リードの銅/錫構造のアニールが有益であることを図11は示している。

20

【0057】

図6～11の要約は、以下ようになる。

メッキ後150のベーキングを実施した、銅上のマット錫に関し、

(1)リフロー期間中に232未満のアニールを伴うリフロー

温度サイクル中にウィスカーが発見された。60・相対湿度93パーセントの結露条件での保存中にフラワーが発見された。60・相対湿度93パーセントでの保存または室内環境での保存では、ウィスカーは発見されなかった。

【0058】

30

(2)リフローの前または後の期間中の232を越えるアニールを伴うリフロー

60・相対湿度93パーセントでウィスカーが発見された。フラワーは発見されなかった。温度サイクル中または室内環境での保存中にウィスカーは発見されなかった。

【0059】

既に示したように、ニッケル下地は、無鉛接着工程の後でのウィスカー成長の危険性を最小化するために有益である。1000回および2000回の温度サイクルの後、導電リードの銅/ニッケル/錫構造上に、長さ5～40 $\mu\text{m}$ ・直径5～10 $\mu\text{m}$ のウィスカーが発見された。長さおよび密度は、リフロー(例えば、アニール)温度に依存する。リフロー温度が錫の融点より低いときは、リフロー温度が錫の融点(232)に近づくほど、ウィスカーおよびフラワーは小さく低密度になる。リフロー温度が錫の融点より高いときは(または、別のアニールが錫の融点より高い温度で実施されたときは、)、ウィスカーおよびフラワーは排除される。導電リードの銅/ニッケル/錫構造上にほぼ錫の融点と同じ温度または融点よりも高い温度でアニールを実施したときでも、いくらかの成長形成が発生しうることに留意されたい。しかしながら、ウィスカーの密度および長さは減少する。すなわち、前の図において、「ウィスカー」たるには、成長形成は長さがほぼ10 $\mu\text{m}$ 以上である必要があった。

40

したがって、5 $\mu\text{m}$ (例えば)の成長形成が発生した場合があったが、「ウィスカーなし」の用語が使用された。

【0060】

当然のことながら、本明細書で示され記述された実施の形態および変形は、本発明の原

50

理の例示に過ぎず、当業者なら、本発明の範囲と精神から逸脱することなく様々な変更を実施することができることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】代表的なリード・フレームの平面図である。

【図2】成型およびメッキが行われた後の、図1の代表的なリード・フレームの横断面図である。

【図3A】パッケージが、回路基板に半田付けされた電子デバイスの代表的な図であり、パッケージの導電リード上でのウイスカーの発現を示す。

【図3B】図3Aのウイスカー発現の走査型電子顕微鏡（SEM）図である。

10

【図4】導電リード上に形成されたフラワー（flowers）のSEM図である。

【図5】導電リード上の成長形成を減少させるための代表的な方法のフローチャートである。

【図6】摂氏150度でアニールされた、錫メッキされた銅製導電リード上に成長形成が見つかったか否かを示す表である。

【図7】処理、試験、アニールの条件をいろいろ変化させた時の、錫メッキされた銅製導電リード上に成長形成が見つかったか否かを示すグラフである。

【図8】処理、試験、アニールの条件をいろいろ変化させた時、2種類のメッキされた導電リード上に成長形成が見つかったか否かを示す表である。

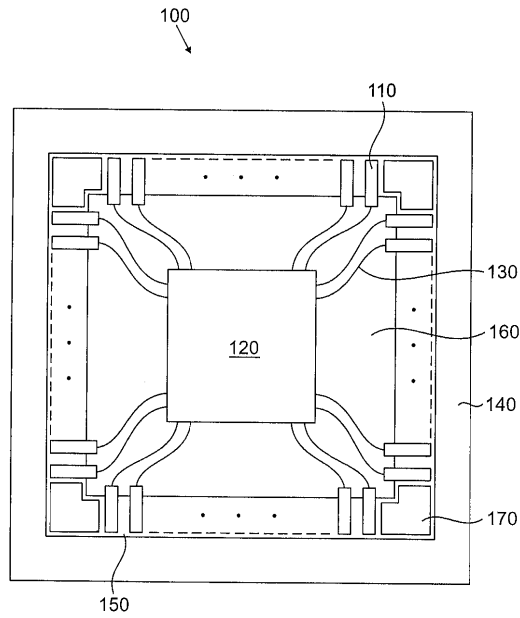
【図9】処理、試験、アニールの条件をいろいろ変えた時の、2種類のメッキされた導電リード上の成長形成の、非結露環境における時間的経過を示す表である。

20

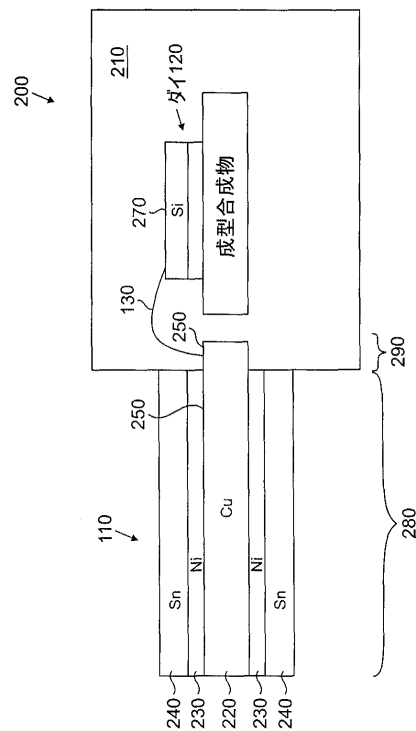
【図10】処理、アニールの条件をいろいろ変化させた時、結露環境下での保存中に、2種類のメッキされた導電リード上に成長形成が見つかったか否かを示す表である。

【図11】処理、アニールの条件をいろいろ変化させた時、-55 ~ 85、1000回の温度サイクル下で、2種類のメッキされた導電リード上に成長形成が見つかったか否かを示す表である。

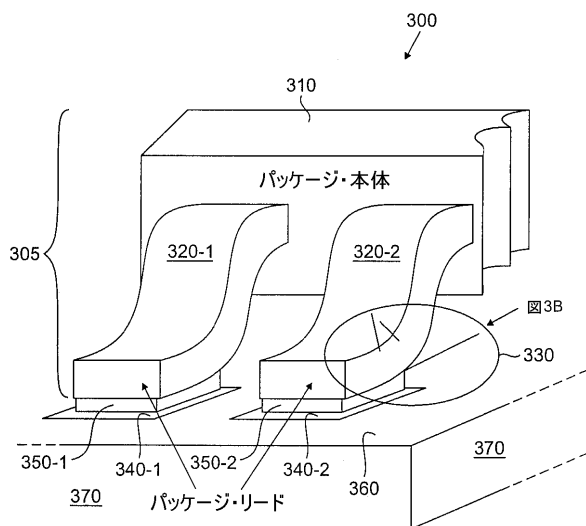
【図 1】



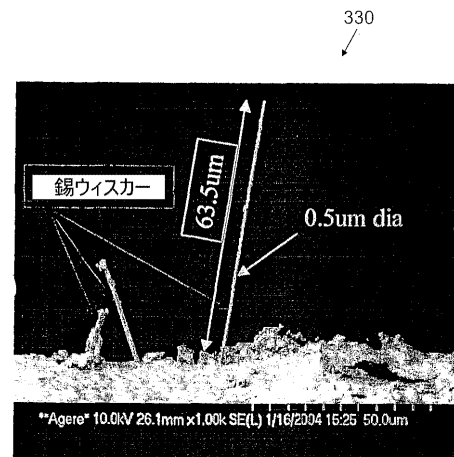
【図 2】



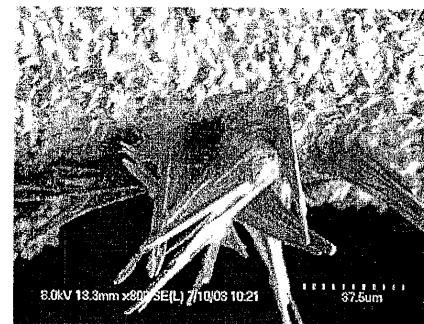
【図 3 A】



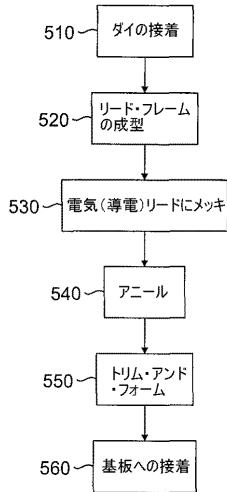
【図 3 B】



【図 4】



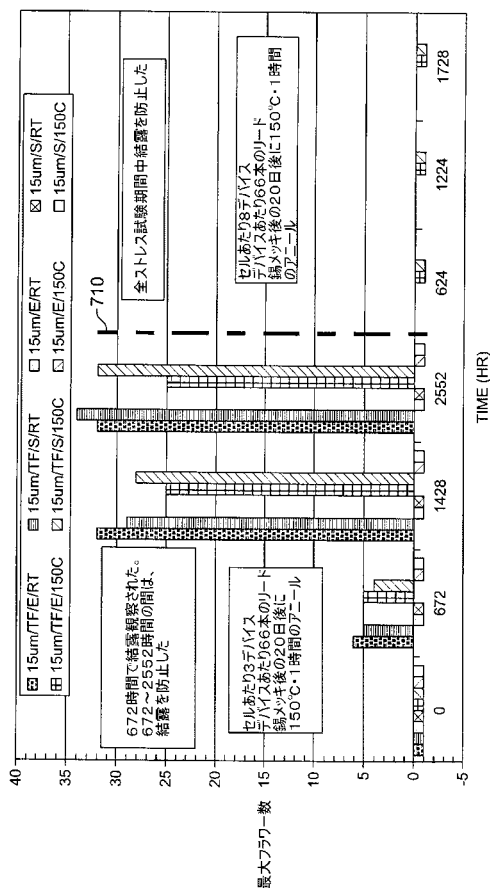
【 図 5 】



【 図 6 】

試験 室温 (5170 時間)	1-2um	5-7um	9-11um	15um より大きい
60C (2972時間)	ウイスカー	ウイスカー	ウイスカーなし	ウイスカーなし
結露なし (4570時間)	ウイスカー	ウイスカー	ウイスカー	ウイスカーなし
結露なし (4570時間)	ウイスカー	ウイスカー	ウイスカー	フロー/ウイスカー
温度サイクル (1700 サイクル )	ウイスカー	ウイスカー	ウイスカー	ウイスカーなし

【圖 7】



【圖 8】

材料	ベークイング	リフロ-、 温度	室温保存56日間	温度サイクル- 55℃～85℃、 200サイクル	保存68日間	パイプ有(4.4および5V)、 保存68日間
銅/錫/1.5	無	無	ウイスキー	ウイスキー	ウイスキー	ウイスキー
銅/錫/1.5	有	無	ウイスキー	ウイスキー	ウイスキー	ウイスキー
銅/錫/15	無	無	ウイスキーなし	ウイスキーなし	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/錫/15	有	無	ウイスキーなし	ウイスキーなし	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/錫/15	有	215C	ウイスキーなし	ウイスキー	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/錫/15	有	260C	ウイスキーなし	ウイスキーなし	ウイスキー	ウイスキー
銅/ニッケル/錫/1.5	無	無	ウイスキーなし	ウイスキー	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/1.5	有	無	ウイスキーなし	ウイスキー	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/15	無	無	ウイスキーなし	ウイスキー	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/15	無	215	ウイスキーなし	ウイスキー	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/15	無	260	ウイスキーなし	ウイスキーなし	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/15	有	無	ウイスキーなし	ウイスキー	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/15	有	215	ウイスキーなし	ウイスキー	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/15	有	260	ウイスキーなし	ウイスキーなし	ウイスキーなし	ウイスキーなし

【図 9】

材料	ベーキング	リフロー、 温度	保存32日間	保存68日間	保存131日間
銅/錫/15	無	無	ウイスキー	ウイスキー	終了
銅/錫/15	有	無	ウイスキーなし	ウイスキー	終了
銅/錫/15	無	無	ウイスキーなし	ウイスキーなし	終了
銅/錫/15	有	無	ウイスキーなし	ウイスキーなし	終了
銅/錫/15	有	215C	ウイスキーなし	ウイスキーなし	終了
銅/錫/15	有	260C	ウイスキーなし	ウイスキー	終了
銅/錫/15	有	無	ウイスキーなし	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/1.5	無	無	ウイスキーなし	ウイスキーなし	試験中
銅/ニッケル/錫/1.5	有	無	ウイスキーなし	ウイスキーなし	試験中
銅/ニッケル/錫/15	無	無	ウイスキーなし	ウイスキーなし	試験中
銅/ニッケル/錫/15	無	215	ウイスキーなし	ウイスキーなし	試験中
銅/ニッケル/錫/15	有	260	ウイスキーなし	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/15	有	260	ウイスキーなし	ウイスキーなし	試験中
銅/ニッケル/錫/15	有	215	ウイスキーなし	ウイスキーなし	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/15	有	215	ウイスキーなし	ウイスキーなし	試験中

【図 10】

材料	ベーキング	リフロー、 温度	結露保存 60°C・93%RH 68日間
銅/錫/15	無	無	ウイスキーなし (10/50リードより多い)
銅/錫/15	有	無	ウイスキーなし (10/50リードより多い)
銅/錫/15	有	215C	ウイスキーなし (5/528リード)
銅/錫/15	有	260C	ウイスキー/ウイスキーなし (0/528リード)
銅/ニッケル/錫/15	無	無	ウイスキーなし (10/84リードより多い)
銅/ニッケル/錫/15	無	215	ウイスキー (3/252リード)
銅/ニッケル/錫/15	無	260	ウイスキーなし (0/252リード)
銅/ニッケル/錫/15	有	無	ウイスキーなし (10/84リードより多い)
銅/ニッケル/錫/15	有	215	ウイスキーなし (2/252リード)
銅/ニッケル/錫/15	有	260	ウイスキーなし (0/252リード)

【図 11】

材料	ベーキング	リフロー、 温度	温度サイクル (-55°C~85°C、1000回)
銅/錫/15	無	無	ウイスキーなし
銅/錫/15	無	200C	ウイスキー/高密度 ~20-30um
銅/錫/15	無	235C	ウイスキーなし
銅/錫/15	有	260C	ウイスキーなし
銅/錫/15	有	無	ウイスキーなし
銅/錫/15	有	200C	ウイスキー/高密度 ~20-30um
銅/錫/15	有	215C	ウイスキー/中密度 ~20-30um
銅/錫/15	有	225C	ウイスキー/低密度 ~5-10um
銅/錫/15	有	235C	ウイスキーなし
銅/錫/15	有	260C	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/15	無	無	ウイスキー/中密度 ~20-30um
銅/ニッケル/錫/15	無	200C	ウイスキー/中密度 ~20-30um
銅/ニッケル/錫/15	無	215C	ウイスキー/中密度 ~20-30um
銅/ニッケル/錫/15	無	225C	ウイスキー/低密度 ~5-10um
銅/ニッケル/錫/15	無	235C	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/15	無	260C	ウイスキーなし
銅/ニッケル/錫/15	有	無	ウイスキー/中密度 ~20-30um
銅/ニッケル/錫/15	有	200	ウイスキー/中密度 ~20-30um
銅/ニッケル/錫/15	有	235	ウイスキーなし



## フロントページの続き

- (74)代理人 100096943  
弁理士 臼井 伸一
- (74)代理人 100101498  
弁理士 越智 隆夫
- (74)代理人 100096688  
弁理士 本宮 照久
- (74)代理人 100104352  
弁理士 朝日 伸光
- (74)代理人 100128657  
弁理士 三山 勝巳
- (72)発明者 ジョン ウィリアム オーゼンバッハ  
アメリカ合衆国 1 9 5 0 3 ペンシルヴァニア, カッツタウン, ウオルナット ドライブ 1 7
- (72)発明者 ブリアン デール ポッティガー  
アメリカ合衆国 1 9 6 0 5 ペンシルヴァニア, リーディング, センター ストリート 6 3 8
- (72)発明者 リチャード ローレンス ショック  
アメリカ合衆国 1 8 0 5 1 ペンシルヴァニア, フォーゲルスヴィル, サミット サークル 8  
7 4 9
- (72)発明者 ブリアン トーマス ヴァッカロ  
アメリカ合衆国 1 9 5 3 9 ペンシルヴァニア, メルツタウン, カールズ ヒル ロード 3 2
- F ターム(参考) 4K024 AA03 AA07 AB02 BA09 BB13 DB01 DB02 GA16  
5F067 DC00 DC16 EA04