

Cu_3Sn 層を有する 銅配線・電極材料

秋田大学大学院 理工学研究科
物質科学専攻 材料理工学コース
教授 大口 健一

令和2年11月12日

従来技術とその問題点

高温動作が可能なGaNおよびSiC半導体チップを実用化するには、200°C以上でも強度信頼性が確保できる半導体チップの接合技術が必要となる。このような技術としては、

- 鉛を含む高融点はんだを用いた接合技術
- Agナノ粒子を用いた焼結接合技術

があるが、前者は鉛による環境汚染の問題を後者はコスト上の問題を有する。

従来技術とその問題点

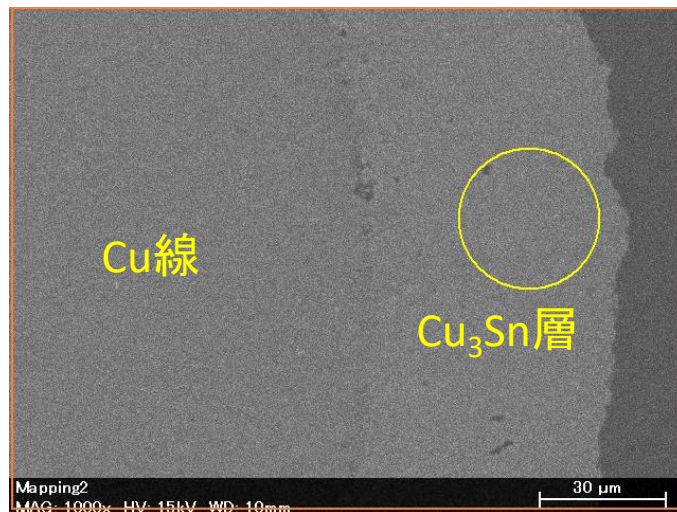
電子実装基板の銅配線と部品銅電極の間にSnを挿入して加圧・加熱し、 Cu_3Sn を生成させて接合する方法が提案されているが、

- 残存 Cu_6Sn_5 による強度信頼性の低下
- 一様・一定厚さの Cu_3Sn 層を生成するために加圧力と接合温度を高める必要があり、チップ・基板の破損を招く恐れがある

といった問題がある。

新技術の特徴・従来技術との比較

- Snめっきした銅材を熱処理することで、一様・一定厚さの Cu_3Sn 層を有する銅配線・電極材料を作製する技術を開発した。



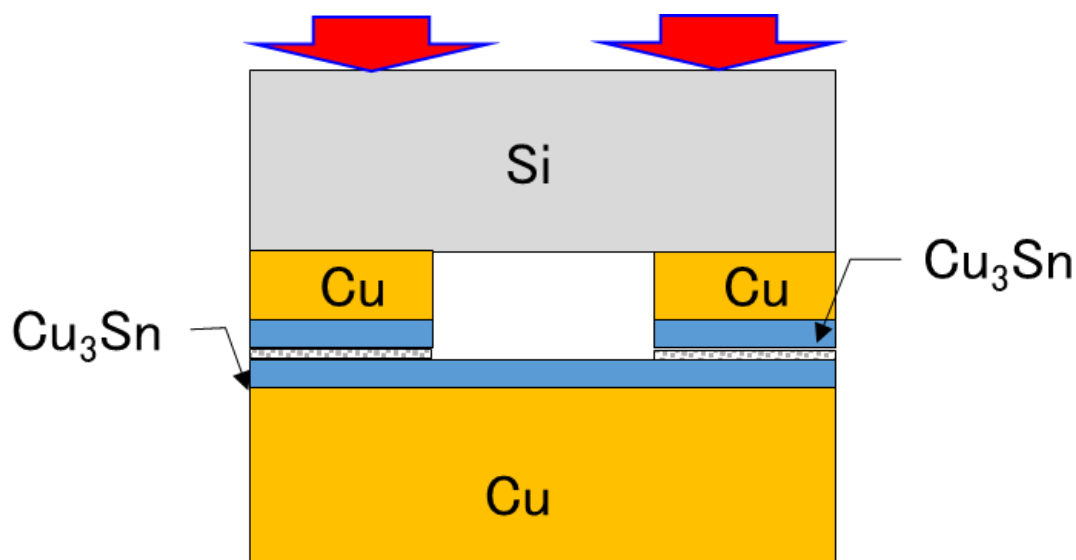
Cu₃Sn層を有する銅線の断面SEM像.

黄色丸部近傍の元素分析結果.

Cu	Sn	合計(原子%)	Cu/Sn
74.15	25.85	100	2.87
73.54	26.46	100	2.78
73.5	26.5	100	2.77
73.51	26.49	100	2.78
72.98	27.02	100	2.70
72.9	27.1	100	2.69
73.18	26.82	100	2.73
73.38	26.62	100	2.76
73.32	26.68	100	2.75

新技術の特徴・従来技術との比較

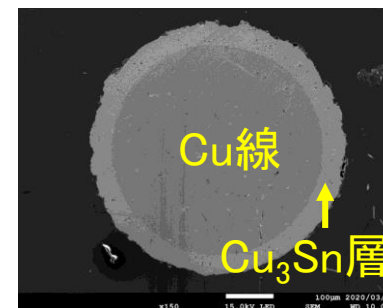
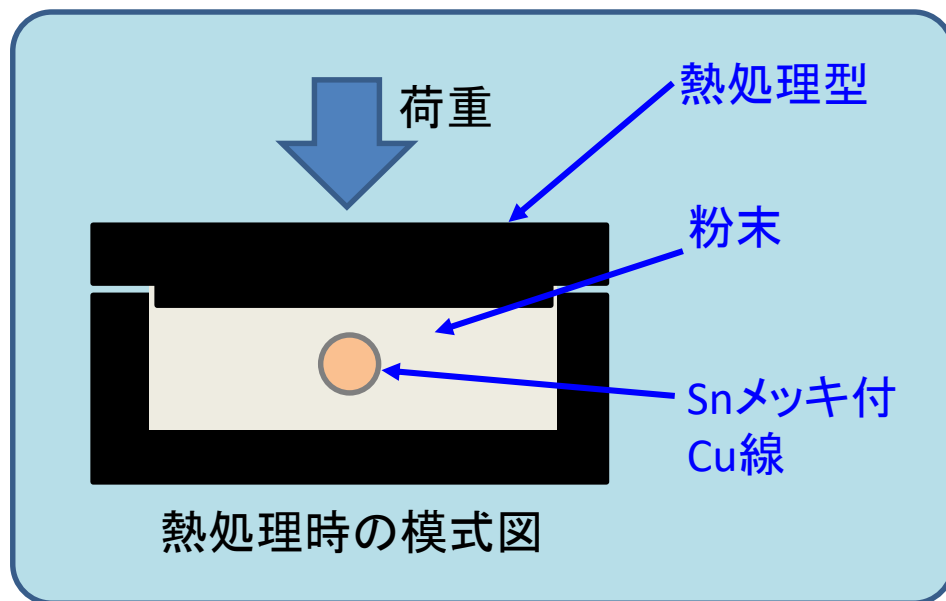
- 部品実装は Cu_3Sn 層同士を接合するだけでよく、低加圧力かつ短時間で Cu_3Sn 接合部を形成させることができると考えられる。



本技術を用いた接合のイメージ.

新技術の特徴

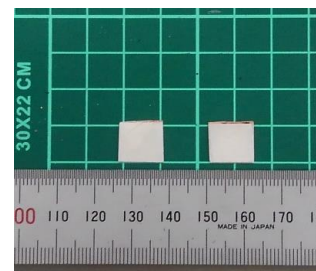
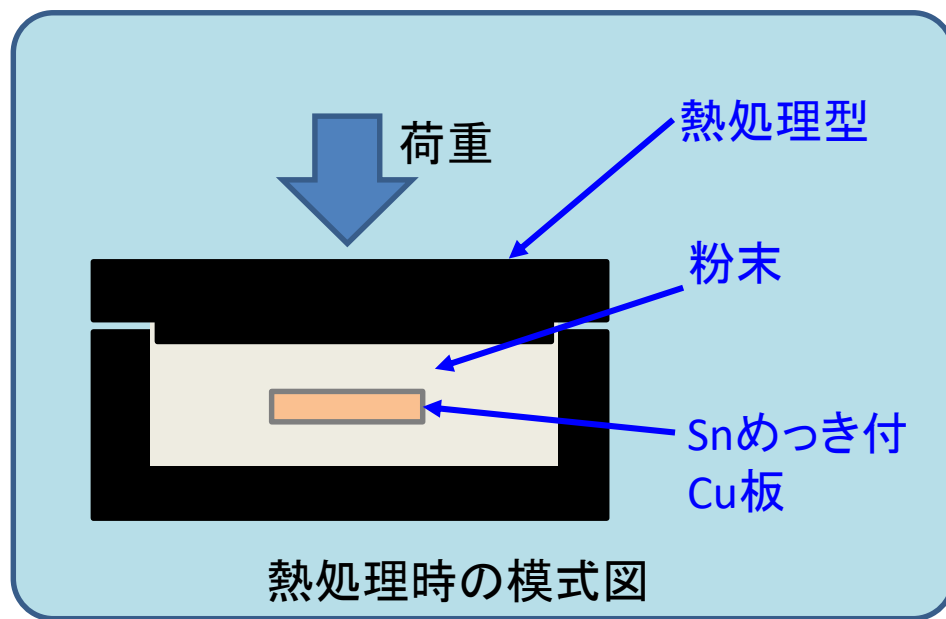
- Cu_3Sn 層を有する銅配線・電極材料は、Snめっきを施したCu材を、Snに対して不活性な材料粉末中に埋めて加圧する、等方圧下で熱処理して作製する。



Cu_3Sn 層を有するCu線の断面

新技術の特徴

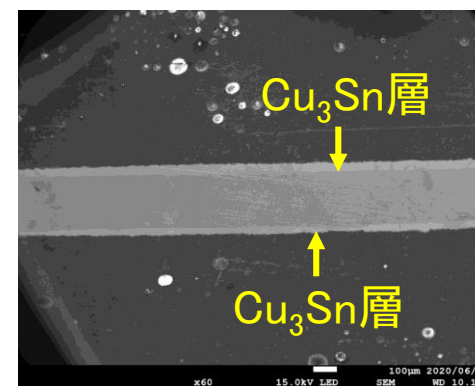
- 銅板も、銅線と同様に、 Cu_3Sn 層を有する銅配線・電極材料とすることができる。



SnめっきしたCu板



熱処理後のSnめっきCu板



Cu_3Sn 層を有するCu板の断面

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来は、表面にSn、Cuを真空蒸着した銅材を突き合わせ、窒素雰囲気中で加圧・加熱する方法でCu₃Snによる接合を実現している。
- 本技術では、Snめっきと熱処理のいずれも大気雰囲気で行っても、均質なCu₃Sn層を形成することができる。
- 上記の本技術の特徴は、製造プロセスの簡略化が可能となることを意味し、製造コスト上で大きな利点をもつことにつながる。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 部品実装時に生じる基板の反りを小さくするには、一定厚さの Cu_3Sn 層が必要となるため、Cu層およびSn層の交互積層膜を挿入して、加圧・加熱する方法が提案されている。
- 上記方法で均質で十分な厚さの Cu_3Sn 層を生成するには、加圧・加熱処理に時間を要する。
- 本技術により、十分な厚さの Cu_3Sn 層を有する電極・配線材料を作製すれば、基板の反りの抑制と短時間での接合を可能とし得る。

想定される用途

- Cu_3Sn 層を厚くすることは、温度変動で生じる繰返しせん断ひずみを小さく※1することにも繋がるため、熱疲労破壊の対策※2も可能となる。

※1 図1のように、せん断変形が生じている場合、せん断ひずみは $\tan\theta$ であり、ずれ量 δ が等しければ、高さ h の大きい方がせん断ひずみは小さい。

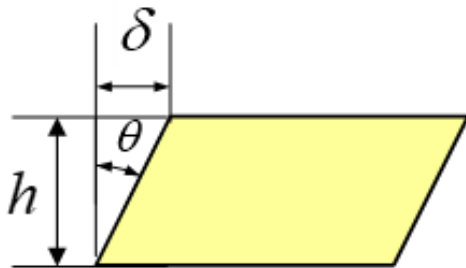


図1

※2 図2のように線膨張係数 α が異なるチップと基板が接合されている状態で温度変動が繰返し生じると、 Cu_3Sn 接合部は熱応力により疲労する。この疲労は、主に繰返しせん断に起因するため、疲労破壊対策として、せん断ひずみ量を小さくすることは有効と考えられる。

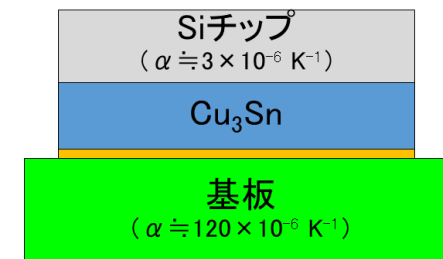
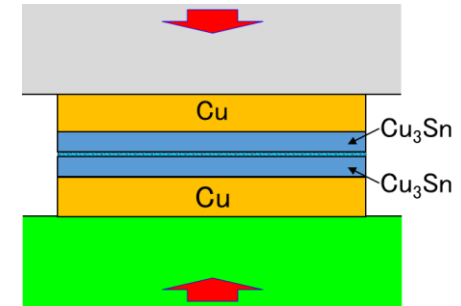


図2

実用化に向けた課題

- 現在、 Cu_3Sn 層同士を接合する方法について検討中である。



- 実用化に向けて、低温・低加圧力での接合を短時間で可能とする接合法を確立する必要がある。
- 本技術による接合体の耐疲労性など、強度信頼性に関する調査を進める必要もある。

企業への期待

- 本技術を、電子部品実装に活用する技術の開発に興味をもつ企業との共同研究を希望。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：複合Cu材、これを含む電子部品
または実装基板、電子部品実装基板、複合
Cu材の製造方法、および、接合体の製造方法
- 出願番号：特願2020-148313
- 出願人：秋田大学、秋田県
- 発明者：大口健一、福地孝平、高橋知也、
黒沢憲吾、大森誉之、荒川明

産学連携の経歴

- 1999年-2009年 日本電気(株)と共同研究実施
- 2002年-2003年 (株)NEC情報システムズと共同研究実施
- 2006年-2009年 三井金属鉱業(株)と共同研究実施
- 2011年-2012年 JST事業(A-STEP探索タイプ)に採択
- 2013年-2018年 三菱電機(株)と共同研究実施
- 2017年～現在 いすゞ自動車(株)と共同研究実施中
- 2019年～現在 パナソニック(株)と共同研究実施中

お問い合わせ先

秋田大学 産学連携推進機構
特任助教 高橋 朗人

TEL 018-889 - 2712

FAX 018-837 - 5356

e-mail staff@crc.akita-u.ac.jp