

(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2017-48422

(P2017-48422A)

(43) 公開日 平成29年3月9日(2017.3.9)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>C 2 5 D</b>	<b>5/50</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 5 D	5/50		4 K O 2 4		
<b>C 2 5 D</b>	<b>5/12</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 5 D	5/12		5 E O 6 3		
<b>C 2 5 D</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 5 D	7/00	H			
<b>H O 1 R</b>	<b>13/03</b>	<b>(2006.01)</b>	H O 1 R	13/03	D			
<b>H O 1 R</b>	<b>43/16</b>	<b>(2006.01)</b>	H O 1 R	43/16				

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2015-172063 (P2015-172063)  
 (22) 出願日 平成27年9月1日 (2015.9.1)

(71) 出願人 506365131  
 DOWAメタルテック株式会社  
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
 (71) 出願人 000006895  
 矢崎総業株式会社  
 東京都港区三田1丁目4番28号  
 (74) 代理人 100107548  
 弁理士 大川 浩一  
 (72) 発明者 園田 悠太  
 東京都千代田区外神田4丁目14番1号  
 DOWAメタルテック株式会社内  
 (72) 発明者 成枝 宏人  
 東京都千代田区外神田4丁目14番1号  
 DOWAメタルテック株式会社内

最終頁に続く

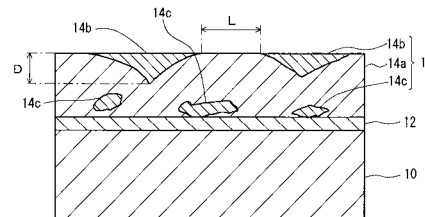
(54) 【発明の名称】 Snめっき材およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】挿抜可能な接続端子などの電気素子の材料として使用した際の挿入力が低いSnめっき材およびそのSnめっき材を低コストで製造する方法を提供する。

【解決手段】銅または銅合金からなる基材10の表面に形成されたNiからなる下地層12の表面にSnを含む最表層14が形成されたSnめっき材において、最表層14が、多数のCu-Sn合金の結晶粒からなるCu-Sn合金層14aと、このCu-Sn合金層14aの最表面において隣接するCu-Sn合金の結晶粒間の凹部に形成されたSnからなる平均厚さ0.01~0.20μmのSn層14bと、Cu-Sn合金層14a内の下地層12側に互いに離間して配置されたCu-Ni-Sn合金からなる複数のCu-Ni-Sn合金層14cとから構成されている。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

銅または銅合金からなる基材の表面に形成されたNiまたはCu-Ni合金からなる下地層の表面にSnを含む最表層が形成されたSnめっき材において、最表層が、Cu-Sn合金からなるCu-Sn合金層と、このCu-Sn合金層の最表面の凹部内に形成されたSnからなるSn層と、Cu-Sn合金層内の下地層側に配置されたCu-Ni-Sn合金からなるCu-Ni-Sn合金層とから構成され、Sn層の平均厚さが0.01~0.20μmであることを特徴とする、Snめっき材。

## 【請求項 2】

前記Cu-Sn合金層がCu-Sn合金の結晶粒から形成され、前記凹部が前記最表面において隣接するCu-Sn合金の結晶粒間に形成されていることを特徴とする、請求項1に記載のSnめっき材。

10

## 【請求項 3】

前記Cu-Ni-Sn合金層が、互いに離間して配置された複数の層からなることを特徴とする、請求項1または2に記載のSnめっき材。

## 【請求項 4】

前記Snめっき材の最表面においてSn層が占める面積率が10~80%であることを特徴とする、請求項1乃至3のいずれかに記載のSnめっき材。

## 【請求項 5】

前記Sn層の最大厚さが1.5μm以下であることを特徴とする、請求項1乃至4のいずれかに記載のSnめっき材。

20

## 【請求項 6】

前記Cu-Sn合金層の平均厚さが0.5~1.5μmであることを特徴とする、請求項1乃至5のいずれかに記載のSnめっき材。

## 【請求項 7】

前記下地層の平均厚さが0.05~0.5μmであることを特徴とする、請求項1乃至6のいずれかに記載のSnめっき材。

## 【請求項 8】

前記Sn層を剥離した状態において前記最表面の算術平均うねりWaが0.06μm以下であることを特徴とする、請求項1乃至7のいずれかに記載のSnめっき材。

30

## 【請求項 9】

銅または銅合金からなる基材の表面を処理した後、基材の表面に厚さ0.05μm以上のNiめっき層と厚さ0.05μm以上のCuめっき層と厚さ0.2~0.9μmのSnめっき層をこの順で形成し、その後、熱処理により、Cu-Sn合金からなるCu-Sn合金層と、このCu-Sn合金層の最表面の凹部内に形成されたSnからなるSn層と、Cu-Sn合金層内の下地層側に配置されたCu-Ni-Sn合金からなるCu-Ni-Sn合金層とから構成された最表層を形成することを特徴とする、Snめっき材の製造方法。

## 【請求項 10】

前記基材の表面の処理により、基材の表面の算術平均粗さRaを0.05~0.1μm、最大高さRzを0.4~1.0μm、算術平均うねりWaを0.05μm以下にすることを特徴とする、請求項9に記載のSnめっき材の製造方法。

40

## 【請求項 11】

前記Cuめっき層の厚さに対する前記Snめっき層の厚さの比を1.2~3.5にし、前記Cuめっき層の厚さと前記Niめっき層の厚さの和に対する前記Snめっき層の厚さの比を0.5~3.0にすることを特徴とする、請求項9または10に記載のSnめっき材の製造方法。

## 【請求項 12】

前記熱処理が、温度500~800の範囲内で20秒以下保持する熱処理であり、Cu-Sn合金からなるCu-Sn合金層と、このCu-Sn合金層の最表面の凹部内に形成

50

されたSnからなるSn層と、Cu-Sn合金層内の下地層側に配置されたCu-Ni-Sn合金からなるCu-Ni-Sn合金層とから構成された最表層を形成するように、温度と時間を設定して行われることを特徴とする、請求項9乃至11のいずれかに記載のSnめっき材の製造方法。

【請求項13】

請求項1乃至8のいずれかに記載のSnめっき材を材料として用いたことを特徴とする、電気素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、Snめっき材およびその製造方法に関し、特に、挿抜可能な接続端子などの材料として使用されるSnめっき材およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、挿抜可能な接続端子の材料として、銅や銅合金などの導体素材の最外層にSnめっきを施したSnめっき材が使用されている。特に、Snめっき材は、接触抵抗が小さく、接触信頼性、耐食性、はんだ付け性、経済性などの観点から、自動車、携帯電話、パソコンなどの情報通信機器、ロボットなどの産業機器の制御基板、コネクタ、リードフレーム、リレー、スイッチなどの端子やバスバーの材料として使用されている。

【0003】

このようなSnめっき材として、銅または銅合金の表面上に、NiまたはNi合金層が形成され、最表面側にSnまたはSn合金層が形成され、NiまたはNi合金層とSnまたはSn合金層の間にCuとSnを主成分とする中間層またはCuとNiとSnを主成分とする中間層が1層以上形成され、これらの中間層のうち少なくとも1つの中間層が、Cu含有量が50重量%以下であり且つNi含有量が20重量%以下である層を含む、めっきを施した銅または銅合金が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

また、Cu板条からなる母材の表面に、Cu含有量が20～70at%で平均の厚さが0.2～3.0μmのCu-Sn合金被覆層と平均の厚さが0.2～5.0μmのSn被覆層がこの順に形成され、その表面がリフロー処理され、少なくとも一方向における算術平均粗さRaが0.15μm以上で全ての方向における算術平均粗さRaが3.0μm以下であり、Sn被覆層の表面にCu-Sn合金被覆層の一部が露出して形成され、Cu-Sn合金被覆層の材料表面露出面積率が3～75%である、接続部品用導電材料が提案されている（例えば、特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-293187号公報（段落番号0016）

【特許文献2】特開2006-183068号公報（段落番号0014）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献1のSnめっき材は、はんだ付け性、耐ウイスカ性および耐熱信頼性や、成形加工性が良好であるが、このSnめっき材を挿抜可能な接続端子などの材料として使用すると、接続端子の挿入時に挿入力が高くなるという問題がある。また、特許文献2のSnめっき材では、挿抜可能な接続端子などの材料として使用した際の挿入力を低くするために、基材の表面を粗面化した後にめっきを施すので、製造コストが高くなる。

【0007】

したがって、本発明は、このような従来の問題点に鑑み、挿抜可能な接続端子などの電気素子の材料として使用した際の挿入力が低いSnめっき材およびそのSnめっき材を低

10

20

30

40

50

コストで製造する方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究した結果、銅または銅合金からなる基材の表面に形成されたNiまたはCu-Ni合金からなる下地層の表面にSnを含む最表層が形成されたSnめっき材において、最表層を、Cu-Sn合金からなるCu-Sn合金層と、このCu-Sn合金層の最表面の凹部に形成されたSnからなる平均厚さ0.01~0.20 $\mu$ mのSn層と、Cu-Sn合金層内の下地層側に配置されたCu-Ni-Sn合金からなるCu-Ni-Sn合金層とから構成することにより、挿抜可能な接続端子などの電気素子の材料として使用した際の挿入力が低いSnめっき材を低コストで製造することができることを見出し、本発明を完成するに至った。

10

【0009】

すなわち、本発明によるSnめっき材は、銅または銅合金からなる基材の表面に形成されたNiまたはCu-Ni合金からなる下地層の表面にSnを含む最表層が形成されたSnめっき材において、最表層が、Cu-Sn合金からなるCu-Sn合金層と、このCu-Sn合金層の最表面の凹部に形成されたSnからなるSn層と、Cu-Sn合金層内の下地層側に配置されたCu-Ni-Sn合金からなるCu-Ni-Sn合金層とから構成され、Sn層の平均厚さが0.01~0.20 $\mu$ mであることを特徴とする。

【0010】

このSnめっき材において、Cu-Sn合金層がCu-Sn合金の結晶粒から形成され、凹部が最表面において隣接するCu-Sn合金の結晶粒間に形成されているのが好ましく、Cu-Ni-Sn合金層が、互いに離間して配置された複数の層からなるのが好ましい。Snめっき材の最表面においてSn層が占める面積率は、10~80%であるのが好ましい。Sn層の最大厚さは、1.5 $\mu$ m以下であるのが好ましく、Cu-Sn合金層の平均厚さは、0.5~1.5 $\mu$ mであるのが好ましく、下地層の平均厚さは、0.05~0.5 $\mu$ mであるのが好ましい。また、Sn層を剥離した状態において最表面の算術平均うねりWaが0.06 $\mu$ m以下であるのが好ましい。

20

【0011】

本発明によるSnめっき材の製造方法は、銅または銅合金からなる基材の表面を処理した後、基材の表面に厚さ0.05 $\mu$ m以上のNiめっき層と厚さ0.05 $\mu$ m以上のCuめっき層と厚さ0.2~0.9 $\mu$ mのSnめっき層をこの順で形成し、その後、熱処理により、Cu-Sn合金からなるCu-Sn合金層と、このCu-Sn合金層の最表面の凹部に形成されたSnからなるSn層と、Cu-Sn合金層内の下地層側に配置されたCu-Ni-Sn合金からなるCu-Ni-Sn合金層とから構成された最表層を形成することを特徴とする。

30

【0012】

このSnめっき材の製造方法において、基材の表面の処理により、基材の表面の算術平均粗さRaを0.05~0.1 $\mu$ m、最大高さRzを0.4~1.0 $\mu$ m、算術平均うねりWaを0.05 $\mu$ m以下にするのが好ましい。また、Cuめっき層の厚さに対するSnめっき層の厚さの比を1.2~3.5にし、Cuめっき層の厚さとNiめっき層の厚さの和に対するSnめっき層の厚さの比を0.5~3.0にするのが好ましい。さらに、熱処理が、温度500~800の範囲内で20秒以下保持する熱処理であり、Cu-Sn合金からなるCu-Sn合金層と、このCu-Sn合金層の最表面の凹部に形成されたSnからなるSn層と、Cu-Sn合金層内の下地層側に配置されたCu-Ni-Sn合金からなるCu-Ni-Sn合金層とから構成された最表層を形成するように、温度と時間を設定して行われるのが好ましい。

40

【0013】

また、本発明による電気素子は、上記のSnめっき材を材料として用いたことを特徴とする。

【発明の効果】

50

## 【0014】

本発明によれば、挿抜可能な接続端子などの電気素子の材料として使用した際の挿入力が低いSnめっき材を低コストで製造することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0015】

【図1】本発明によるSnめっき材の実施の形態を概略的に示す平面図である。

【図2】図1のSnめっき材を概略的に示す断面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0016】

本発明によるSnめっき材の実施の形態は、図1および図2に示すように、銅または銅合金からなる基材10の表面に形成されたNiまたはCu-Ni合金からなる下地層12の表面にSnを含む最表層14が形成されたSnめっき材において、最表層14が、多数のCu-Sn合金の結晶粒からなるCu-Sn合金層14aと、このCu-Sn合金層14aの最表面において隣接するCu-Sn合金の結晶粒間の凹部に形成されたSnからなるSn層14bと、Cu-Sn合金層14a内の下地層12側に互いに離間して配置されたCu-Ni-Sn合金からなる複数のCu-Ni-Sn合金層14cとから構成されている。また、下地層12と最表層14との間に、中間層としてCuからなる層が存在しないのが好ましい。

10

## 【0017】

このSnめっき材において、Cu-Sn合金は、Sn濃度が20~50原子%で残部がCuからなるのが好ましく、Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>やCu<sub>3</sub>Snを含んでもよい。また、Cu-Ni-Sn合金は、Sn濃度が20~30原子%で残部がCuとNiからなるのが好ましく、Ni濃度が5~25原子%であるのがさらに好ましく、Cu<sub>3</sub>Snの一部のCuがNiに置換された(Cu, Ni)<sub>3</sub>Snを含んでもよい。

20

## 【0018】

Sn層14bは、Sn濃度が90原子%以上、好ましくは95原子%以上の層であり、10原子%以下、好ましくは5原子%以下のCuを含んでもよい。Sn層14bの平均厚さは、0.01~0.20μmであり、0.02~0.15μmであるのが好ましく、0.03~0.10μmであるのがさらに好ましい。Sn層14bの最大厚さは、1.5μm以下であるのが好ましく、0.05~1.2μmであるのがさらに好ましい。Snめっき材の最表面においてSn層14bが占める面積率は、10~80%であるのが好ましく、10~60%であるのがさらに好ましい。

30

## 【0019】

Cu-Sn合金層の14aの平均厚さは、0.5~1.5μmであるのが好ましく、0.7~1.3μmであるのがさらに好ましい。

## 【0020】

下地層12の平均厚さは、0.05~0.5μmであるのが好ましく、0.05~0.3μmであるのがさらに好ましい。

## 【0021】

Snめっき材の(圧延方向に垂直な断面上の)最表面の凹部間(隣接するSn層14b間)の平均間隔(断面上の各々のCu-Sn合金層14aの最表面に沿った長さの平均値)は、0.1~3.0μmであるのが好ましく、1.0~2.5μmであるのがさらに好ましい。最表面の凹部間の平均間隔(b)に対する凹部の最大深さ(Sn層14bの最大厚さ)(a)の比(a/b)は、0.1~1.5であるのが好ましく、0.2~1.0であるのがさらに好ましい。また、Sn層14を剥離した状態においてCu-Sn合金層14aの最表面の算術平均うねりWaが0.06μm以下であるのが好ましく、0.005~0.05μmであるのがさらに好ましい。Sn層14が剥離した状態のCu-Sn合金層14aの最表面の算術平均うねりWaが小さいほど、Snめっき材を挿抜可能な接続端子などの電気素子の材料として使用した際の摺動による抵抗を小さくすることにより挿入力を小さくすることができると考えられる。

40

50

## 【0022】

本発明によるSnめっき材の製造方法の実施の形態では、銅または銅合金からなる基材の表面を処理した後、基材の表面に厚さ0.05 $\mu$ m以上のNiめっき層と厚さ0.05 $\mu$ m以上のCuめっき層と厚さ0.2~0.9 $\mu$ mのSnめっき層をこの順で形成し、その後、熱処理により、Cu-Sn合金からなるCu-Sn合金層14aと、このCu-Sn合金層14aの最表面の凹部に形成されたSnからなるSn層14bと、Cu-Sn合金層14a内の下地層12側に配置されたCu-Ni-Sn合金からなるCu-Ni-Sn合金層14cとから構成された最表面層14を形成する。

## 【0023】

このSnめっき材の製造方法において、基材の表面の処理により、基材の表面の算術平均粗さRaを0.05~0.1 $\mu$ m、最大高さRzを0.4~1.0 $\mu$ m、算術平均うねりWaを0.05 $\mu$ m以下にするのが好ましい。このように基材の表面粗さを(所望の値に)低減して表面の凹凸を小さくするために基材の表面を処理する方法として、電解研磨などの化学研磨、研磨などにより表面粗さを低減したワークロールを使用して基材を圧延、パフやブラストなどの機械研磨などの方法を利用することができる。

10

## 【0024】

また、Niめっき層の厚さは、0.05 $\mu$ m以上であり、0.07~0.3 $\mu$ mにするのが好ましく、0.07~0.2 $\mu$ mにするのがさらに好ましく、0.07~0.15 $\mu$ mにするのが最も好ましい。Cuめっき層の厚さは、0.05 $\mu$ m以上であり、0.2~0.5 $\mu$ mにするのが好ましく、0.2~0.4 $\mu$ mにするのがさらに好ましい。Snめっき層の厚さは、0.2~0.9 $\mu$ mであり、0.25~0.8 $\mu$ mにするのが好ましく、0.3~0.8 $\mu$ mにするのがさらに好ましい。また、Cuめっき層の厚さに対するSnめっき層の厚さの比(Sn厚/Cu厚)を1.2~3.5(好ましくは1.3~2.0)にし、Cuめっき層の厚さとNiめっき層の厚さの和に対するSnめっき層の厚さの比(Sn厚/(Cu厚+Ni厚))を0.5~3.0(好ましくは0.7~2.0)にするのが好ましい。

20

## 【0025】

また、熱処理は、大気雰囲気中において温度500~800の範囲内で20秒以下保持する熱処理であるのが好ましく、Cu-Sn合金からなるCu-Sn合金層14aと、このCu-Sn合金層14aの最表面の凹部に形成されたSnからなるSn層14bと、Cu-Sn合金層14a内の下地層12側に配置されたCu-Ni-Sn合金からなるCu-Ni-Sn合金層14cとから構成された最表面層14を形成するように、温度と時間を設定して行われるのが好ましい。

30

## 【実施例】

## 【0026】

以下、本発明によるSnめっき材およびその製造方法の実施例について詳細に説明する。

## 【0027】

## [実施例1]

まず、厚さ0.2mmのCu-Ni-Sn-P合金からなる平板状の導体基材(1.0質量%のNiと0.9質量%のSnと0.05質量%のPを含み、残部がCuである銅合金の基材)を用意し、この基材の表面を圧延ロール(表面を研磨して表面の算術平均粗さRaを小さくした圧延ロール)により圧延処理して表面粗さを低減させた。このように表面を処理した後の基材の表面粗さについて、接触式表面粗さ測定器(株式会社小坂研究所製のサーフコーダSE4000)による圧延面の圧延方向に垂直な方向の測定結果から、JIS B0601(2001年)に基づいて表面粗さを表すパラメータである算術平均粗さRaおよび最大高さRzと算術平均うねりWaを算出した。その結果、算術平均粗さRaは0.06 $\mu$ m、最大高さRzは0.5 $\mu$ m、算術平均うねりWaは0.03 $\mu$ mであった。

40

## 【0028】

50

次に、前処理として、表面処理後の基材（被めっき材）をアルカリ電解脱脂液により10秒間電解脱脂を行った後に水洗し、その後、5質量%の硫酸に10秒間浸漬して酸洗した後に水洗した。

【0029】

次に、80g/Lのスルファミン酸ニッケルと45g/Lのホウ酸を含むNiめっき液中において、表面処理後の基材（被めっき材）を陰極とし、Ni電極板を陽極として、電流密度8A/dm<sup>2</sup>、液温50で5秒間電気めっきを行うことにより、基材上に厚さ0.08μmのNiめっき層を形成した。

【0030】

次に、110g/Lの硫酸銅と100g/Lの硫酸を含むCuめっき液中において、Niめっき済の被めっき材を陰極とし、Cu電極板を陽極として、電流密度8A/dm<sup>2</sup>、液温20で15秒間電気めっきを行うことにより、基材上に厚さ0.28μmのCuめっき層を形成した。

10

【0031】

次に、60g/Lの硫酸第一錫と75g/Lの硫酸と30g/Lのクレゾールスルホン酸と1g/Lのナフトールを含むSnめっき液中において、Cuめっき済の被めっき材を陰極とし、Sn電極板を陽極として、電流密度7A/dm<sup>2</sup>、液温20で10秒間電気めっきを行うことにより、基材上に厚さ0.45μmのSnめっき層を形成した。

【0032】

このSnめっき済の被めっき材では、Cuめっき層の厚さに対するSnめっき層の厚さの比は1.6であり、Cuめっき層の厚さとNiめっき層の厚さの和に対するSnめっき層の厚さの比は1.3である。

20

【0033】

次に、Snめっき済の被めっき材を洗浄して乾燥した後、光輝焼鈍炉（光洋リンドバーグ株式会社製）に入れ、大気雰囲気中において炉内温度700で5秒間保持する熱処理を行った。

【0034】

このようにして作製したSnめっき材を集束イオンビーム（FIB）により切断して、Snめっき材の圧延方向に垂直な断面を露出させ、その断面をオージェ電子分光法（AES）により分析した。その結果、Snめっき材の最表面に形成された最表層の構成は、SnとCu-Sn合金とCu-Ni-Sn合金とからなり、Cu-Sn合金の結晶粒から形成されたCu-Sn合金層の表面（の隣接するCu-Sn合金の結晶粒間）に凹部が形成され、この凹部内にSnからなるSn層が形成されて、最表面にCu-Sn合金層とSn層が存在するとともに、Cu-Sn合金層内の下側（下地層側）にCu-Ni-Sn合金からなる複数のCu-Ni-Sn合金層が離間して存在していることが確認された。なお、Snを溶解することができる電解液（株式会社中央製作所製のS-110）などの薬液により、Snめっき材の最表層のSn層を溶解させて、Cu-Sn合金層がCu-Sn合金の結晶粒から形成されていることを確認した。また、EPMにより、Cu-Sn合金層の表面の隣接するCu-Sn合金の結晶粒間に形成された凹部内にSnからなるSn層が形成されていることを確認した。

30

40

【0035】

また、これらの層の厚さを電解液（株式会社中央製作所製のS-110）を使用して電解式膜厚計（株式会社中央製作所製のThickness Tester TH-11）により測定したところ、Sn層の平均厚さは0.04μmであり、Cu-Sn合金層の平均厚さは0.87μmであった。また、Sn層剥離後の算術平均うねりWaを算出したところ、0.05μmであった。なお、上記の電解液を使用すると、約0.2VでSn層が溶解し、0.4~0.6VでCu-Sn合金層が溶解するので、Sn層とCu-Sn合金層のそれぞれの厚さを測定することができる。

【0036】

また、Snめっき材の最表層をArイオンでエッチングしてAESにより元素分析した

50

ところ、Snめっき材の基材の表面に形成された下地層はCu-Ni合金からなる層であり、Snめっき材の最表面層と下地層の間の中間層の存在をAESにより分析したところ、中間層としてCu層が存在しておらず、下地層の表面に最表面層が形成されていた。また、最表面層と中間層を薬液で除去して、下地層の平均厚さを蛍光X線膜厚計（セイコーインスツル株式会社製のSFT3300）により（下地層をNiからなる層として）測定したところ、 $0.06\ \mu\text{m}$ であった。

【0037】

また、Snめっき材の最表面にAuを約 $200\ \text{nm}$ の厚さに蒸着させ、集束イオンビーム（FIB）により切断して、Snめっき材の圧延方向に垂直な断面を露出させ、その断面を走査電子顕微鏡（SEM）によりSnめっき材の表面に平行な長さ $L (= 20\ \mu\text{m})$ の視野において5000倍で10点観察し、それぞれ観察領域においてCu-Sn合金層がAu蒸着層と接触する長さの合計（ $L_m$ ）をその領域全体の長さ $L (= 20\ \mu\text{m})$ から差し引いてその領域全体の長さ $L$ で除した値（その観察領域においてSn層がAu蒸着層と接触する長さの比率 $= (L - L_m) / L$ ）を得た後、10点の観察領域におけるその値が最大値および最小値となる値を除いた8点の観察領域におけるその値の平均値に100を乗じた値をSnの面積率（最表面においてSn層が占める面積）として算出したところ、Snの面積率は20.8%であった。

【0038】

また、Snめっき材を集束イオンビーム（FIB）により切断して、Snめっき材の圧延方向に垂直な断面を露出させ、その断面を走査電子顕微鏡（SEM）によりSnめっき材の表面に平行な長さ約 $30\ \mu\text{m}$ の視野において5000倍で3点観察し、最表面の凹部の最大深さ（Sn層の最大厚さ（純Snの存在深さ））（図2においてDで示す深さ）を求めたところ、凹部の最大深さは $0.38\ \mu\text{m}$ であり、最表面に形成された凹部の個数から（Snめっき材の圧延方向に垂直な断面上の）最表面の凹部間（隣接するSn層間）の平均間隔（図2においてLで示すSn層の間隔の平均値）を算出したところ、 $1.35\ \mu\text{m}$ であった。なお、最表面の凹部間の平均間隔（ $b$ ）に対する凹部の最大深さ（Sn層の最大厚さ）（ $a$ ）の比（ $a / b$ ）を算出すると0.28になる。

【0039】

また、得られたSnめっき材から切り出した平板状の試験片を卓上プレス機によりインデント加工（ $R = 1.5\ \text{mm}$ ）して雌端子とし、厚さ $0.2\ \text{mm}$ のCu-Ni-Sn-P合金からなる平板状の導体基材（1.0質量%のNiと0.9質量%のSnと0.05質量%のPを含み、残部がCuであり、算術平均粗さ $Ra 0.15\ \mu\text{m}$ 、最大高さ $Rz 1.65\ \mu\text{m}$ 、算術平均うねり $Wa 0.08\ \mu\text{m}$ の銅合金の基材）に厚さ $3.0\ \mu\text{m}$ のSnめっき層を形成した後に650で4.3秒間保持する熱処理（リフロー処理）したSnめっき材（最表面層が厚さ $0.67\ \mu\text{m}$ のSn層からなり、最表面においてSn層が占める面積率が100%であり、最表面層と基材の間に厚さ $1.15\ \mu\text{m}$ のCu-Sn合金層が形成されたSnめっき材）から切り出した平板状の試験片を雄端子とし、横型荷重測定器（株式会社山崎精機研究所製の電気接点シミュレータと、ステージコントローラと、ロードセルと、ロードセルアンプとを組み合わせた装置）の水平台上に固定した平板上の雄端子にインデント加工した雌端子を接触させた後、それぞれ荷重2N、5Nおよび8Nで雌端子を雄端子の表面に押し付けながら、雌端子を摺動速度 $80\ \text{mm / 分}$ で水平方向に摺動距離 $10\ \text{mm}$ 引っ張り、 $1\ \text{mm}$ から $4\ \text{mm}$ までの間（測定距離 $3\ \text{mm}$ ）に水平方向にかかる力を測定してその平均値 $F$ を算出し、試験片同士の動摩擦係数（ $\mu$ ）を $\mu = F / N$ から算出した。その結果、荷重2N、5Nおよび8Nの場合の動摩擦係数は、それぞれ0.33、0.26および0.18であった。

【0040】

[実施例2]

Niめっき層の厚さを $0.09\ \mu\text{m}$ 、Cuめっき層の厚さを $0.31\ \mu\text{m}$ 、Snめっき層の厚さを $0.57\ \mu\text{m}$ にした以外は、実施例1と同様の方法により、Snめっき材を製作した。なお、このSnめっき済の被めっき材（熱処理前のSnめっき材）では、Cuめ

10

20

30

40

50



つき層の厚さに対するSnめっき層の厚さの比は1.8であり、Cuめっき層の厚さとNiめっき層の厚さの和に対するSnめっき層の厚さの比は1.4である。

【0041】

このようにして作製したSnめっき材について、実施例1と同様の方法により、めっき層を分析し、最表面においてSn層が占める面積(Snの面積率)を算出し、凹部の最大深さ(Sn層の最大厚さ)を求めるとともに、凹部間の平均間隔、摩擦係数を算出した。

【0042】

その結果、最表層の構成は、SnとCu-Sn合金とCu-Ni-Sn合金とからなり、Cu-Sn合金の結晶粒から形成されたCu-Sn合金層の表面(の隣接するCu-Sn合金の結晶粒間)に凹部が形成され、この凹部内にSnからなるSn層が形成されて、最表面にCu-Sn合金層とSn層が存在するとともに、Cu-Sn合金層内の下側(下地層側)にCu-Ni-Sn合金からなる複数のCu-Ni-Sn合金層が離間して存在していることが確認された。Sn層の平均厚さは0.07μmであり、Cu-Sn合金層の平均厚さは0.85μmであった。また、下地層はNiからなり、中間層としてCu層が存在しておらず、下地層の表面に最表層が形成されていた。また、下地層の平均厚さは0.07μmであった。また、Sn層剥離後の算術平均うねりWaは0.05μmであった。

10

【0043】

また、最表面においてSn層が占める面積(Snの面積率)は18.0%、凹部の最大深さ(Sn層の最大厚さ)は0.51μm、最表面の凹部間の平均間隔は2.10μmであった。なお、最表面の凹部間の平均間隔(b)に対する凹部の最大深さ(Sn層の最大厚さ)(a)の比(a/b)を算出すると0.24になる。

20

【0044】

また、荷重2N、5Nおよび8Nの場合の動摩擦係数は、それぞれ0.28、0.22および0.15であった。

【0045】

[実施例3]

Niめっき層の厚さを0.09μm、Cuめっき層の厚さを0.45μm、Snめっき層の厚さを0.70μmにし、熱処理の保持時間を4.7秒間とした以外は、実施例1と同様の方法により、Snめっき材を作製した。なお、このSnめっき済の被めっき材(熱処理前のSnめっき材)では、Cuめっき層の厚さに対するSnめっき層の厚さの比は1.6であり、Cuめっき層の厚さとNiめっき層の厚さの和に対するSnめっき層の厚さの比は1.3である。

30

【0046】

このようにして作製したSnめっき材について、実施例1と同様の方法により、めっき層を分析し、最表面においてSn層が占める面積(Snの面積率)を算出し、凹部の最大深さ(Sn層の最大厚さ)を求めるとともに、凹部間の平均間隔、摩擦係数を算出した。

【0047】

その結果、最表層の構成は、SnとCu-Sn合金とCu-Ni-Sn合金とからなり、Cu-Sn合金の結晶粒から形成されたCu-Sn合金層の表面(の隣接するCu-Sn合金の結晶粒間)に凹部が形成され、この凹部内にSnからなるSn層が形成されて、最表面にCu-Sn合金層とSn層が存在するとともに、Cu-Sn合金層内の下側(下地層側)にCu-Ni-Sn合金からなる複数のCu-Ni-Sn合金層が離間して存在していることが確認された。Sn層の平均厚さは0.07μmであり、Cu-Sn合金層の平均厚さは1.26μmであった。また、下地層はNiからなり、中間層としてCu層が存在しておらず、下地層の表面に最表層が形成されていた。また、下地層の平均厚さは0.05μmであった。また、Sn層剥離後の算術平均うねりWaは0.03μmであった。

40

【0048】

また、最表面においてSn層が占める面積(Snの面積率)は42.9%、凹部の最大

50

深さ ( S n 層の最大厚さ ) は 1 . 0 0 μ m 、最表面の凹部間の平均間隔は 1 . 3 3 μ m であった。なお、最表面の凹部間の平均間隔 ( b ) に対する凹部の最大深さ ( S n 層の最大厚さ ) ( a ) の比 ( a / b ) を算出すると 0 . 7 5 になる。

【 0 0 4 9 】

また、荷重 2 N 、 5 N および 8 N の場合の動摩擦係数は、それぞれ 0 . 3 3 、 0 . 2 5 および 0 . 1 8 であった。

【 0 0 5 0 】

また、本実施例の S n めっき材の ( 圧延方向に垂直な ) 断面をオージェ電子分光分析装置 ( F E - A E S ) により観察したところ、その走査イオン顕微鏡 ( S I M ) 像のコントラストから、 C u - S n 合金層と S n 層と C u - N i - S n 合金層を明確に区別することができた。また、これらの層にそれぞれ集束電子線を照射 ( C u - S n 合金層と C u - N i - S n 合金層では 2 か所に照射 ) して組成分析したところ、 S n 層は、 9 5 . 9 2 原子 % の S n と 4 . 0 8 原子 % の C u からなる層であった。また、 C u - S n 合金層の一方の照射部分は、 3 9 . 4 4 原子 % の S n と 6 0 . 5 6 原子 % の C u からなる部分であり、他方の照射部分は、 2 7 . 0 1 原子 % の S n と 7 2 . 9 9 原子 % の C u からなる部分であった。また、 C u - N i - S n 合金層の一方の照射部分は、 2 7 . 1 7 原子 % の S n と 6 6 . 5 3 原子 % の C u と 6 . 3 0 原子 % の N i からなる部分であり、他方の照射部分は、 2 6 . 2 3 原子 % の S n と 5 2 . 3 1 原子 % の C u と 2 1 . 4 5 原子 % の N i からなる部分であった。

【 0 0 5 1 】

[ 実施例 4 ]

表面を処理した後の基材の算術平均粗さ R a を 0 . 0 7 μ m 、最大高さ R z を 0 . 5 3 μ m 、算術平均うねり W a を 0 . 0 4 μ m にし、 N i めっき層の厚さを 0 . 1 1 μ m 、 C u めっき層の厚さを 0 . 2 9 μ m 、 S n めっき層の厚さを 0 . 3 8 μ m にし、熱処理の保持時間を 6 . 8 秒間とした以外は、実施例 1 と同様の方法により、 S n めっき材を作製した。なお、この S n めっき済の被めっき材 ( 熱処理前の S n めっき材 ) では、 C u めっき層の厚さに対する S n めっき層の厚さの比は 1 . 3 であり、 C u めっき層の厚さと N i めっき層の厚さの和に対する S n めっき層の厚さの比は 1 . 0 である。

【 0 0 5 2 】

このようにして作製した S n めっき材について、実施例 1 と同様の方法により、めっき層を分析し、最表面において S n 層が占める面積 ( S n の面積率 ) を算出し、凹部の最大深さ ( S n 層の最大厚さ ) を求めるとともに、凹部間の平均間隔、摩擦係数を算出した。

【 0 0 5 3 】

その結果、最表層の構成は、 S n と C u - S n 合金と C u - N i - S n 合金とからなり、 C u - S n 合金の結晶粒から形成された C u - S n 合金層の表面 ( の隣接する C u - S n 合金の結晶粒間 ) に凹部が形成され、この凹部内に S n からなる S n 層が形成されて、最表面に C u - S n 合金層と S n 層が存在するとともに、 C u - S n 合金層内の下側 ( 下地層側 ) に C u - N i - S n 合金からなる複数の C u - N i - S n 合金層が離間して存在していることが確認された。 S n 層の平均厚さは 0 . 0 4 μ m であり、 C u - S n 合金層の平均厚さは 0 . 7 5 μ m であった。また、下地層は N i からなり、中間層として C u 層が存在しておらず、下地層の表面に最表層が形成されていた。また、下地層の平均厚さは 0 . 0 7 μ m であった。また、 S n 層剥離後の算術平均うねり W a は 0 . 0 5 μ m であった。

【 0 0 5 4 】

また、最表面において S n 層が占める面積 ( S n の面積率 ) は 1 6 . 3 % 、凹部の最大深さ ( S n 層の最大厚さ ) は 0 . 5 2 μ m 、最表面の凹部間の平均間隔は 2 . 3 8 μ m であった。なお、最表面の凹部間の平均間隔 ( b ) に対する凹部の最大深さ ( S n 層の最大厚さ ) ( a ) の比 ( a / b ) を算出すると 0 . 2 2 になる。

【 0 0 5 5 】

また、荷重 2 N 、 5 N および 8 N の場合の動摩擦係数は、それぞれ 0 . 1 7 、 0 . 1 3

および0.10であった。

【0056】

[比較例1]

表面を処理した後の基材の算術平均粗さ $R_a$ を $0.15\mu\text{m}$ 、最大高さ $R_z$ を $1.65\mu\text{m}$ 、算術平均うねり $W_a$ を $0.08\mu\text{m}$ にし、NiめっきとCuめっきを行わず、Snめっき層の厚さを $1.0\mu\text{m}$ にし、熱処理の温度を $650$ として保持時間を $4.3$ 秒間とした以外は、実施例1と同様の方法により、Snめっき材を作製した。

【0057】

このようにして作製したSnめっき材について、実施例1と同様の方法により、めっき層を分析し、最表面においてSn層が占める面積(Snの面積率)を算出し、凹部の最大深さ(Sn層の最大厚さ)を求めるとともに、凹部間の平均間隔、摩擦係数を算出した。

10

【0058】

その結果、最表層の構成は、Snからなり、Sn層内の下側(下地層側)にCu-Ni-Sn合金からなるCu-Ni-Sn合金層が存在していないことが確認された。Sn層の平均厚さは $0.67\mu\text{m}$ であった。また、下地層はCu-Sn合金からなり、下地層と最表層の間の中間層としてCu層が存在しておらず、下地層の表面に最表層が形成されていた。また、下地層の平均厚さは $1.15\mu\text{m}$ であった。また、Sn層剥離後の算術平均うねり $W_a$ は $0.13\mu\text{m}$ であった。

【0059】

また、最表面においてSn層が占める面積(Snの面積率)は $100\%$ であり、荷重 $2\text{N}$ 、 $5\text{N}$ および $8\text{N}$ の場合の動摩擦係数は、それぞれ $0.44$ 、 $0.35$ および $0.23$ であった。

20

【0060】

[比較例2]

Niめっき層の厚さを $0.09\mu\text{m}$ 、Cuめっき層の厚さを $0.49\mu\text{m}$ 、Snめっき層の厚さを $0.95\mu\text{m}$ にし、熱処理の保持時間を $4.7$ 秒間とした以外は、実施例1と同様の方法により、Snめっき材を作製した。なお、このSnめっき済の被めっき材(熱処理前のSnめっき材)では、Cuめっき層の厚さに対するSnめっき層の厚さの比は $1.9$ であり、Cuめっき層の厚さとNiめっき層の厚さの和に対するSnめっき層の厚さの比は $1.6$ である。

30

【0061】

このようにして作製したSnめっき材について、実施例1と同様の方法により、めっき層を分析し、最表面においてSn層が占める面積(Snの面積率)を算出し、凹部の最大深さ(Sn層の最大厚さ)を求めるとともに、凹部間の平均間隔、摩擦係数を算出した。

【0062】

その結果、最表層の構成は、SnとCu-Sn合金とCu-Ni-Sn合金とからなり、Cu-Sn合金の結晶粒から形成されたCu-Sn合金層の表面(の隣接するCu-Sn合金の結晶粒間)に凹部が形成され、この凹部内にSnからなるSn層が形成されて、最表面にCu-Sn合金層とSn層が存在するとともに、Cu-Sn合金層内の下側(下地層側)にCu-Ni-Sn合金からなる複数のCu-Ni-Sn合金層が離間して存在していることが確認された。Sn層の平均厚さは $0.23\mu\text{m}$ であり、Cu-Sn合金層の平均厚さは $1.27\mu\text{m}$ であった。また、下地層はNiからなり、中間層としてCu層が存在しておらず、下地層の表面に最表層が形成されていた。また、下地層の平均厚さは $0.06\mu\text{m}$ であった。また、Sn層剥離後の算術平均うねり $W_a$ は $0.03\mu\text{m}$ であった。

40

【0063】

また、最表面においてSn層が占める面積(Snの面積率)は $73.8\%$ 、凹部の最大深さ(Sn層の最大厚さ)は $3.15\mu\text{m}$ 、最表面の凹部間の平均間隔は $1.34\mu\text{m}$ であった。なお、最表面の凹部間の平均間隔( $b$ )に対する凹部の最大深さ(Sn層の最大厚さ)( $a$ )の比( $a/b$ )を算出すると $2.35$ になる。

50

## 【0064】

また、荷重2N、5Nおよび8Nの場合の動摩擦係数は、それぞれ0.43、0.30および0.20であった。

## 【0065】

## [比較例3]

表面を処理した後の基材の算術平均粗さRaを0.09 $\mu$ m、最大高さRzを0.66 $\mu$ m、算術平均うねりWaを0.08 $\mu$ mにし、Niめっき層の厚さを0.30 $\mu$ m、Cuめっき層の厚さを0.30 $\mu$ m、Snめっき層の厚さを0.70 $\mu$ mにし、熱処理の温度を650として保持時間を4.0秒間とした以外は、実施例1と同様の方法により、Snめっき材を作製した。なお、このSnめっき済の被めっき材（熱処理前のSnめっき材）では、Cuめっき層の厚さに対するSnめっき層の厚さの比は2.3であり、Cuめっき層の厚さとNiめっき層の厚さの和に対するSnめっき層の厚さの比は1.2である。

10

## 【0066】

このようにして作製したSnめっき材について、実施例1と同様の方法により、めっき層を分析し、最表面においてSn層が占める面積（Snの面積率）を算出し、凹部の最大深さ（Sn層の最大厚さ）を求めるとともに、凹部間の平均間隔、摩擦係数を算出した。

## 【0067】

その結果、最表面層の構成は、Snからなり、Sn層内の下側（下地層側）にCu-Sn合金からなる複数のCu-Sn合金層が中間層として存在していることが確認された。Sn層の平均厚さは0.34 $\mu$ mであり、Cu-Sn合金層の平均厚さは0.77 $\mu$ mであった。また、下地層はNiからなり、下地層と中間層の間にCu層が存在しておらず、下地層の表面に中間層を介して最表面層が形成されていた。また、下地層の平均厚さは0.30 $\mu$ mであった。また、Sn層剥離後の算術平均うねりWaは0.08 $\mu$ mであった。

20

## 【0068】

また、最表面においてSn層が占める面積（Snの面積率）は100%であり、荷重2N、5Nおよび8Nの場合の動摩擦係数は、それぞれ0.42、0.32および0.22であった。

## 【0069】

## [比較例4]

表面を処理した後の基材の算術平均粗さRaを0.13 $\mu$ m、最大高さRzを0.86 $\mu$ m、算術平均うねりWaを0.08 $\mu$ mにし、Niめっき層の厚さを0.09 $\mu$ m、Cuめっき層の厚さを0.29 $\mu$ m、Snめっき層の厚さを0.56 $\mu$ mにし、熱処理の保持時間を6.0秒間とした以外は、実施例1と同様の方法により、Snめっき材を作製した。なお、このSnめっき済の被めっき材（熱処理前のSnめっき材）では、Cuめっき層の厚さに対するSnめっき層の厚さの比は1.9であり、Cuめっき層の厚さとNiめっき層の厚さの和に対するSnめっき層の厚さの比は1.5である。

30

## 【0070】

このようにして作製したSnめっき材について、実施例1と同様の方法により、めっき層を分析し、最表面においてSn層が占める面積（Snの面積率）を算出し、凹部の最大深さ（Sn層の最大厚さ）を求めるとともに、凹部間の平均間隔、摩擦係数を算出した。

40

## 【0071】

その結果、最表面層の構成は、SnとCu-Sn合金とからなり、Cu-Sn合金の結晶粒から形成されたCu-Sn合金層の表面（の隣接するCu-Sn合金の結晶粒間）に凹部が形成され、この凹部内にSnからなるSn層が形成されて、最表面にCu-Sn合金層とSn層が存在するとともに、Cu-Sn合金層内の下側（下地層側）にCu-Ni-Sn合金からなる複数のCu-Ni-Sn合金層が離間して存在していないことが確認された。Sn層の平均厚さは0.07 $\mu$ mであり、Cu-Sn合金層の平均厚さは0.92 $\mu$ mであった。また、下地層はNiからなり、中間層としてCu層が存在しておらず、下地層の表面に最表面層が形成されていた。また、下地層の平均厚さは0.07 $\mu$ mであっ

50

た。また、Sn層剥離後の算術平均うねりWaは0.13 $\mu$ mであった。

【0072】

また、最表面においてSn層が占める面積(Snの面積率)は18.4%、凹部の最大深さ(Sn層の最大厚さ)は0.95 $\mu$ m、最表面の凹部間の平均間隔は4.18 $\mu$ mであった。なお、最表面の凹部間の平均間隔(b)に対する凹部の最大深さ(Sn層の最大厚さ)(a)の比(a/b)を算出すると0.23になる。

【0073】

また、荷重2N、5Nおよび8Nの場合の動摩擦係数は、それぞれ0.38、0.29および0.20であった。

【0074】

これらの実施例および比較例のSnめっき材の製造条件および特性を表1～表4に示す。

【0075】

【表1】

	基材			めっき厚 ( $\mu$ m)			めっき厚比
	うねりWa ( $\mu$ m)	粗さRa ( $\mu$ m)	粗さRz ( $\mu$ m)	Sn	Cu	Ni	
実施例1	0.03	0.06	0.50	0.45	0.28	0.08	Sn/Cu=1.6 Sn/(Cu+Ni)=1.3
実施例2	0.03	0.06	0.50	0.57	0.31	0.09	Sn/Cu=1.8 Sn/(Cu+Ni)=1.4
実施例3	0.03	0.06	0.50	0.70	0.45	0.09	Sn/Cu=1.6 Sn/(Cu+Ni)=1.3
実施例4	0.04	0.07	0.53	0.38	0.29	0.11	Sn/Cu=1.3 Sn/(Cu+Ni)=1.0
比較例1	0.08	0.15	1.65	1.00	0.00	0.00	—
比較例2	0.03	0.06	0.50	0.95	0.49	0.09	Sn/Cu=1.9 Sn/(Cu+Ni)=1.6
比較例3	0.08	0.09	0.66	0.70	0.30	0.30	Sn/Cu=2.3 Sn/(Cu+Ni)=1.2
比較例4	0.08	0.13	0.86	0.56	0.29	0.09	Sn/Cu=1.9 Sn/(Cu+Ni)=1.5

【0076】

10

20

30

【表 2】

	熱処理	
	炉内温度 (°C)	保持時間 (s)
実施例 1	700	5.0
実施例 2	700	5.0
実施例 3	700	4.7
実施例 4	700	6.8
比較例 1	650	4.3
比較例 2	700	4.7
比較例 3	650	4.0
比較例 4	700	6.0

10

【0077】

【表 3】

	最表層		膜厚 (μm)			Sn層剥離後のうねりWa (μm)
	最表面の構成	Cu-Ni-Sn合金	Sn	Cu-Sn合金	NiまたはCu-Ni合金	
実施例 1	Sn+Cu-Sn合金	あり	0.04	0.87	0.06	0.05
実施例 2	Sn+Cu-Sn合金	あり	0.07	0.85	0.07	0.05
実施例 3	Sn+Cu-Sn合金	あり	0.07	1.26	0.05	0.03
実施例 4	Sn+Cu-Sn合金	あり	0.04	0.75	0.07	0.05
比較例 1	Sn	なし	0.67	1.15	0.0	0.13
比較例 2	Sn+Cu-Sn合金	あり	0.23	1.27	0.06	0.03
比較例 3	Sn	あり	0.34	0.77	0.30	0.08
比較例 4	Sn+Cu-Sn合金	なし	0.07	0.92	0.07	0.13

20

30

【0078】

【表 4】

	Sn層		凹部間の平均間隔 b (μm)	a / b	摩擦係数		
	Snの面積率 (%)	最大厚さ a (μm)			2N	5N	8N
実施例 1	20.8	0.38	1.35	0.28	0.33	0.26	0.18
実施例 2	18.0	0.51	2.10	0.24	0.28	0.22	0.15
実施例 3	42.9	1.00	1.33	0.75	0.33	0.25	0.18
実施例 4	16.3	0.52	2.38	0.22	0.17	0.13	0.10
比較例 1	100	—	—	—	0.44	0.35	0.23
比較例 2	73.8	3.15	1.34	2.35	0.43	0.30	0.20
比較例 3	100	—	—	—	0.42	0.32	0.22
比較例 4	18.4	0.95	4.18	0.23	0.38	0.29	0.20

40

50

## 【 0 0 7 9 】

## [ 実施例 5 ]

実施例 1 と同様の雌端子を使用し、厚さ 0.2 mm の Cu - Ni - Sn - P 合金からなる平板状の導体基材（1.0 質量 % の Ni と 0.9 質量 % の Sn と 0.05 質量 % の P を含み、残部が Cu であり、算術平均粗さ Ra 0.09  $\mu$ m、最大高さ Rz 0.66  $\mu$ m、算術平均うねり Wa 0.08  $\mu$ m の銅合金の基材）に厚さ 0.3  $\mu$ m の Ni めっき層を形成し、この Ni めっき層上に厚さ 0.3  $\mu$ m の Cu めっき層を形成し、この Cu めっき層上に厚さ 0.7  $\mu$ m の Sn めっき層を形成した後に 650 で 4 秒間保持する熱処理（リフロー処理）した Sn めっき材（最表層が厚さ 0.34  $\mu$ m の Sn 層からなり、最表面において Sn 層が占める面積率が 100 % であり、基材上に下地層として厚さ 0.3  $\mu$ m の Ni 層が形成され、最表層と下地層の間に厚さ 0.77  $\mu$ m の Cu - Sn 合金および Cu - Ni - Sn 合金からなる中間層が形成された Sn めっき材）から切り出した平板状の試験片を雄端子とし、実施例 1 と同様の方法により、荷重 2 N、5 N および 8 N の場合の動摩擦係数を算出したところ、それぞれ 0.26、0.14 および 0.14 であった。

10

## 【 0 0 8 0 】

## [ 実施例 6 ]

実施例 1 と同様の雌端子を使用し、厚さ 0.2 mm の C 2 6 8 0 合金（黄銅）からなる平板状の導体基材（65 質量 % の Cu を含み、残部が Zn であり、算術平均粗さ Ra 0.09  $\mu$ m、最大高さ Rz 0.73  $\mu$ m、算術平均うねり Wa 0.06  $\mu$ m の銅合金の基材）に厚さ 0.5  $\mu$ m の Cu めっき層を形成し、この Cu めっき層上に厚さ 1.2  $\mu$ m の Sn めっき層を形成した後に 650 で 4 秒間保持する熱処理（リフロー処理）した Sn めっき材（最表層が厚さ 0.98  $\mu$ m の Sn 層からなり、最表面において Sn 層が占める面積率が 100 % であり、基材上に下地層として厚さ 0.82  $\mu$ m の Cu - Sn 合金層が形成された Sn めっき材）から切り出した平板状の試験片を雄端子とし、実施例 1 と同様の方法により、荷重 2 N、5 N および 8 N の場合の動摩擦係数を算出したところ、それぞれ 0.34、0.17 および 0.18 であった。

20

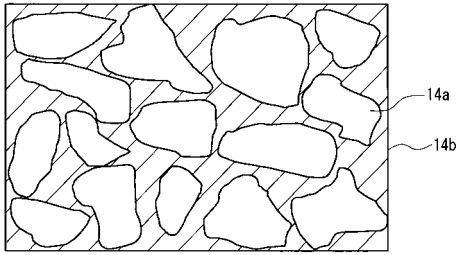
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 8 1 】

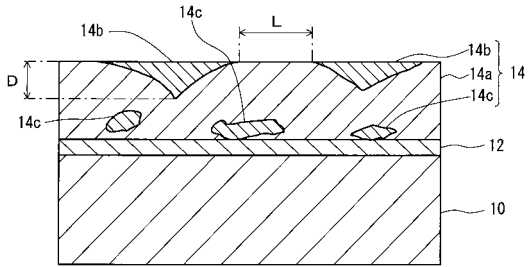
- 1 0 基材
- 1 2 下地層
- 1 4 最表層
- 1 4 a Cu - Sn 合金層
- 1 4 b Sn 層
- 1 4 c Cu - Ni - Sn 合金層

30

【 図 1 】



【 図 2 】





## フロントページの続き

- (72)発明者 遠藤 秀樹  
東京都千代田区外神田4丁目14番1号 DOWAメタルテック株式会社内
- (72)発明者 菅原 章  
東京都千代田区外神田4丁目14番1号 DOWAメタルテック株式会社内
- (72)発明者 小谷 浩隆  
東京都千代田区外神田4丁目14番1号 DOWAメタルテック株式会社内
- (72)発明者 豊泉 隼  
静岡県牧之原市布引原206-1 矢崎部品株式会社内
- (72)発明者 近藤 貴哉  
静岡県牧之原市布引原206-1 矢崎部品株式会社内
- (72)発明者 岸端 裕矢  
静岡県牧之原市布引原206-1 矢崎部品株式会社内
- Fターム(参考) 4K024 AA03 AA07 AA09 AB03 AB09 BA09 BB10 BC01 CA01 CA02  
CA04 CA06 DA02 DA03 DA04 DB02 GA16  
5E063 GA02 XA01 XA05