

(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2024-8530  
(P2024-8530A)

(43)公開日

令和6年1月19日(2024.1.19)

(51)Int. Cl.	F I	テマコード (参考)
B 2 2 F 7/08 (2006.01)	B 2 2 F 7/08 C	4 K 0 1 8
H 0 1 L 21/52 (2006.01)	H 0 1 L 21/52 C	5 F 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願2022-110474(P2022-110474)  
(22)出願日 令和4年7月8日(2022.7.8)

(71)出願人 000006013  
三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号  
(74)代理人 110001195  
弁理士法人深見特許事務所  
(72)発明者 ▲謝▼ 崇▲発▼  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三  
菱電機株式会社内  
(72)発明者 別芝 範之  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三  
菱電機株式会社内  
(72)発明者 山田 隆行  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三  
菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】接合方法、電子機器の製造方法、および、電子機器

(57)【要約】 (修正有)

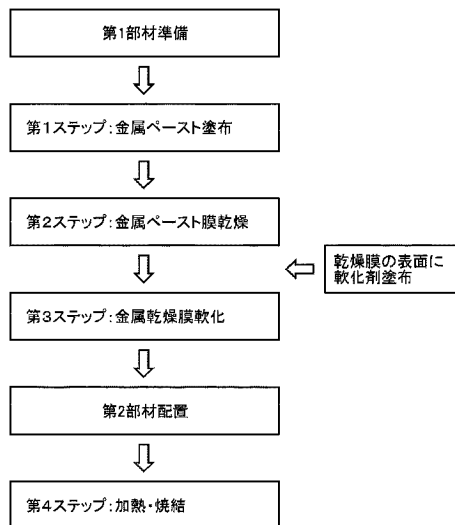
【課題】金属からなる複数の接合部の接合において接合面積が大きい場合でも、接合強度を確保することができる接合方法を提供すること。

【解決手段】金属からなる第1接合部を有する第1部材の接合部と、金属からなる第2接合部を有する第2部材の第2接合部と、を接合する方法である。第1接合部の表面に、金属粒子を有機溶媒中に分散してなる金属ペーストを膜状に塗布し、ペースト膜を形成する第1ステップと、ペースト膜を金属粒子の焼結開始温度未満の温度まで加熱して有機溶媒を揮発させ、ペースト膜の乾燥膜を形成する第2ステップと、乾燥膜に浸透できる軟化剤によって、乾燥膜の一部を軟化させる第3ステップと、軟化した乾燥膜に第2接合部が接した状態で、金属粒子の焼結開始温度以上の温度まで加熱し、乾燥膜中の金属粒子を焼結させることにより、第1接合部と第2接合部とを接合する、第4ステップとを含む。

【選択図】図3

図3

実施の形態1の接合方法



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

金属からなる第 1 接合部を有する第 1 部材の前記第 1 接合部と、金属からなる第 2 接合部を有する第 2 部材の前記第 2 接合部と、を接合する、接合方法であって、

前記第 1 接合部の表面に、金属粒子を有機溶媒中に分散してなる金属ペーストを膜状に塗布することにより、前記金属ペーストからなるペースト膜を形成する、第 1 ステップと

、  
前記ペースト膜を前記金属粒子の焼結開始温度未満の温度で加熱して、前記有機溶媒の一部または全部を揮発させ、前記ペースト膜を乾燥させてなる乾燥膜を形成する、第 2 ステップと、

前記乾燥膜に浸透できる軟化剤によって、前記乾燥膜の表面を含む一部を軟化させる、第 3 ステップと、

前記第 3 ステップで軟化した前記乾燥膜に前記第 2 接合部が接した状態で、前記金属粒子の焼結開始温度以上の温度まで加熱し、前記乾燥膜中の前記金属粒子を焼結させることにより、前記第 1 接合部と前記第 2 接合部とを接合する、第 4 ステップと、を含み、

前記第 4 ステップにおいて、前記軟化剤の全てが揮発または分解される、接合方法。

**【請求項 2】**

前記第 3 ステップにおいて、前記乾燥膜の表面に、前記軟化剤を塗布することにより、前記乾燥膜の表面を含む一部を軟化させる、請求項 1 に記載の接合方法。

**【請求項 3】**

前記第 3 ステップにおいて、前記軟化剤が前記第 2 接合部に塗布された前記第 2 部材を、前記乾燥膜と前記第 2 接合部とが接するように配置することにより、前記乾燥膜の表面を含む一部を軟化させる、請求項 1 に記載の接合方法。

**【請求項 4】**

前記金属粒子は、 $0.01\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$  の範囲内の粒径を有し、金、銀、銅、または、ニッケルを含む、請求項 1 に記載の接合方法。

**【請求項 5】**

前記金属粒子は、 $0.01\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$  の範囲内の粒径を有し、加熱により分解する金属化合物を含む、請求項 1 に記載の接合方法。

**【請求項 6】**

前記軟化剤は、1 種の有機液体物からなる、請求項 1 に記載の接合方法。

**【請求項 7】**

前記軟化剤は、複数種の有機物を含む、請求項 1 に記載の接合方法。

**【請求項 8】**

前記軟化剤は、70 質量%以上の有機溶剤と、30 質量%未満の金属ナノ粒子、金属化合物および焼結促進剤の少なくともいずれかと、を含む、請求項 6 または 7 に記載の接合方法。

**【請求項 9】**

前記金属ナノ粒子は、銀ナノ粒子を含む、請求項 8 に記載の接合方法。

**【請求項 10】**

前記金属化合物は、酸化銀、または、加熱により化学的に分解しナノ銀粒子を生成できる金属化合物を含む、請求項 8 に記載の接合方法。

**【請求項 11】**

前記金属化合物は、2-エチルヘキサン酸銀(I)、または、加熱により分解しナノ銀粒子を生成できる金属有機化合物を含む、請求項 8 に記載の接合方法。

**【請求項 12】**

前記焼結促進剤は、シュウ酸、または、銀や銀化合物の銀イオンと結合して金属錯体を生成するアミン系有機化合物もしくは酸系有機化合物を含む、請求項 8 に記載の接合方法。

**【請求項 13】**

10

20

30

40

50

前記軟化剤は、有機溶剤と、焼結促進剤と、を含み、  
前記軟化剤中の前記焼結促進剤の含有率は30質量%以上95質量%以下である、請求項7に記載の接合方法。

【請求項14】

前記焼結促進剤は、シュウ酸、または、銀や銀化合物の銀イオンと結合して金属錯体を生成するアミン系有機化合物もしくは酸系有機化合物を含む、請求項13に記載の接合方法。

【請求項15】

請求項1に記載の接合方法を用いて、金属からなる第1接合部を有する第1部材の前記第1接合部と、金属からなる第2接合部を有する第2部材の前記第2接合部と、を接合することを含み、電子機器の製造方法。

10

【請求項16】

金属からなる第1接合部を有する第1部材と、金属からなる第2接合部を有する第2部材と、を備え、

金属粒子を含む接合部材を介して、前記第1接合部と前記第2接合部とが接合されており、

前記接合部材において、空孔の占める割合が、前記第1接合部と前記第2接合部との積層方向において徐々に変化する、電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本開示は、接合方法、電子機器の製造方法、および、電子機器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、特許文献1（特許第5301385号公報）に示されるように、金属ナノ粒子を主として含む接合材料を用いて2つの部材を接合する方法が知られている。このような公知の接合方法においては、一般的に平均直径10nm～10μmの金属微粒子を主成分として含む接合材料を、2つの部材の接合部間に介在させた状態で、加熱および焼成することにより、2つの部材が接合される。

【0003】

30

しかし、2つの部材の接合面積が大きい場合、特許文献1に示されるような接合材料を用いると、金属ナノ粒子の有機保護膜、または、金属ナノ粒子をペースト化するための有機溶媒を揮発させることが、接合部間の中央付近では難しい。その結果、炭化物が接合部間（接合層中）に残存する。このため、接合部の強度、電気的特性、熱的特性などの劣化を招くという問題がある。すなわち、特許文献1に示されるような従来の接合材料は、はんだ接合、ろう付け等に比べて、接合面積が大きい接合に不適合であった。

【0004】

一方、例えば、特許文献2（特許第5012239号公報）では、通常の接合方法に加えて、第1部材の第1接合部に接合材料を塗布した後に、加熱により接合材料の膜を乾燥させ、接合材料中に含有される有機溶媒を揮発させるステップが実施される。その後、乾燥された接合材料の膜（乾燥膜）上に更に接合材料を塗布してから、第2部材を配置して、加熱および焼成により第1部材と第2部材とを接合する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第5301385号公報

【特許文献2】特許第5012239号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

特許文献 2 に記載の接合方法では、接合部に空孔率が互いに異なる複数種類の接合層が形成される。本発明者らは、特許文献 2 に示される方法で大面積のチップ同士を接合した結果、空孔率の異なる複数の接合層の収縮率が違うため、複数の接合層の間で層間剥離などの不良が発生しやすいことを見出した。

【 0 0 0 7 】

本開示は、上記の課題に鑑み、金属からなる複数の接合部の接合において接合面積が大きい場合でも、接合強度を確保することができる接合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】

【 0 0 0 8 】

本開示の接合方法は、金属からなる第 1 接合部を有する第 1 部材の前記第 1 接合部と、金属からなる第 2 接合部を有する第 2 部材の前記第 2 接合部と、を接合する方法である。

本開示の接合方法は、

前記第 1 接合部の表面に、金属粒子を有機溶媒中に分散してなる金属ペーストを膜状に塗布することにより、前記金属ペーストからなるペースト膜を形成する、第 1 ステップと

、  
前記ペースト膜を前記金属粒子の焼結開始温度未満の温度まで加熱して、前記有機溶媒の一部または全部を揮発させ、前記ペースト膜を乾燥させてなる乾燥膜を形成する、第 2 ステップと、

前記乾燥膜に浸透できる軟化剤によって、前記乾燥膜の表面を含む一部を軟化させる、第 3 ステップと、

前記第 3 ステップで軟化した前記乾燥膜に前記第 2 接合部が接した状態で、前記金属粒子の焼結開始温度以上の温度まで加熱し、前記乾燥膜中の前記金属粒子を焼結させることにより、前記第 1 接合部と前記第 2 接合部とを接合する、第 4 ステップと、を含む。

前記第 4 ステップにおいて、前記軟化剤の全てが揮発または分解される。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本開示によれば、金属からなる複数の接合部の接合において接合面積が大きい場合でも、接合強度を確保することができる接合方法を提供することができる。

【 0 0 1 0 】

なお、従来 of 接合方法では、図 1 および図 2 に示されるように、第 2 部材 2 0 が配置されてからペースト膜 3 0 (金属ペースト膜) を加熱し乾燥する。この場合、図 2 ( d ) の矢印で示されるような経路で溶媒が揮発するため、乾燥膜中央部に有機成分が残存したり、揮発ガスにより焼結膜 3 2 にボイドが発生したりする。

【 0 0 1 1 】

それに対して、本開示の接合方法では、図 3 および図 4 に示されるように、第 2 ステップで、第 2 部材 2 0 が配置される前にペースト膜 3 0 を乾燥させることで、有機溶媒の揮発はペースト膜 3 0 の中央部でも十分に進み、より均一な焼結膜 3 2 が形成される。これにより、接合面積が大きい場合でも、接合強度を確保することができる。また、乾燥時間の短縮が可能になる。

【 0 0 1 2 】

また、焼結により、第 2 ステップにて乾燥された乾燥膜 3 1 に第 2 部材の接合部 2 0 1 が密着するように、第 2 部材を配置する前に乾燥膜 3 1 をその表面 3 0 1 a から一部軟化させる第 3 ステップを実施する。それにより、特許文献 2 に記載されるような空孔率の違う複数層の焼結膜が形成されないため、焼結膜 3 2 (接合部材) の強度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】従来 of 接合方法の工程を示すフロー図である。

【図 2】従来 of 接合方法の各工程における部材の構成を示す概略断面図である。

【図 3】実施の形態 1 の接合方法の工程を示すフロー図である。

10

20

30

40

50

【図4】実施の形態1の接合方法の各工程における部材の構成を示す概略断面図である。

【図5】実施の形態1の接合方法における導電性金属ペースト材料の構成を示す模式図である。

【図6】実施の形態1の接合方法における乾燥膜を表面軟化するメカニズムの説明図である。

【図7】実施の形態1の接合方法における乾燥膜を表面軟化後の軟化剤濃度と乾燥膜の硬さ分布を示す図である。

【図8】実施の形態1における接合体（焼結体）の空孔率プロフィールを示す図である。

【図9】実施の形態2の接合方法の工程を示すフロー図である。

【図10】実施の形態2の接合方法の各工程における部材の構成を示す概略断面図である

10

【図11】実施の形態の接合方法における乾燥膜を軟化するメカニズムの説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本開示の実施の形態について説明する。なお、図面において、長さ、幅、厚さ、深さなどの寸法関係は図面の明瞭化と簡略化のために適宜変更されており、実際の寸法関係を表すものではない。

【0015】

本開示の接合方法は、金属からなる第1接合部を有する第1部材の前記第1接合部と、金属からなる第2接合部を有する第2部材の前記第2接合部と、を接合する方法である。

20

本開示の接合方法は、

前記第1接合部の表面に、金属粒子（金属ナノ粒子、金属マイクロ粒子など）を有機溶媒中に分散してなる金属ペーストを膜状に塗布することにより、前記金属ペーストからなるペースト膜を形成する、第1ステップと、

前記ペースト膜を前記金属粒子の焼結開始温度未満の温度（第1温度）まで加熱して、前記有機溶媒の一部または全部を揮発させ、前記ペースト膜を乾燥させてなる乾燥膜を形成する、第2ステップと、

前記乾燥膜に浸透できる軟化剤によって、前記乾燥膜の表面を含む一部を軟化させる、第3ステップと、

前記第3ステップで軟化した前記乾燥膜に前記第2接合部が接した状態で、前記金属粒子の焼結開始温度以上の温度（第2温度）まで加熱し、前記乾燥膜中の前記金属粒子を焼結させることにより、（前記乾燥膜を接合部材（焼結膜）として、）前記第1接合部と前記第2接合部とを接合する、第4ステップと、を含む。

30

前記第4ステップにおいて、前記軟化剤の全てが揮発または分解される。

【0016】

ここで、図1に示される従来の接合方法は、図2に示されるように、

第1部材10における金属からなる第1接合部101に、金属粒子（金属粉）を有機溶媒中に分散してなる金属ペーストを塗布しペースト膜30（金属ペースト膜）を形成するステップ（金属ペースト塗布）と、

第2部材20における金属からなる第2接合部201を、ペースト膜30の表面30aに接触するように、第2部材20を配置し、組立品401を形成する工程（第2部材配置）と、

40

組立品401を加熱し、ペースト膜30の有機溶媒を揮発または分解させ、金属粒子を焼結し、焼結膜32を形成して、第1接合部101と第2接合部201を接合して接合体（焼結品）402を得る工程（加熱および焼結）と、を含む。

【0017】

本開示の接合方法では、上記の従来の接合方法は、例えば、図3に示される実施の形態1の接合方法、または、図4に示される実施の形態2の接合方法に変更される。

【0018】

実施の形態1 .

50

以下、本開示の実施の形態 1 について、図面を参照しつつ説明する。

【0019】

図 3 は、実施の形態 1 の接合方法の工程を示すフロー図である。図 4 は、実施の形態 1 の接合方法の各工程における部材の構成を示す概略断面図である。

【0020】

実施の形態 1 では、上記第 3 ステップにおいて、乾燥膜の表面に、軟化剤を塗布することにより、乾燥膜の表面を含む一部を軟化させる。以下、各工程について説明する。

【0021】

実施の形態 1 の接合方法は、第 1 部材 10 の第 1 接合部 101 と第 2 部材 20 の第 2 接合部 201 とを、金属等の導電性媒体を含む接合部材を介して接合する方法である。

10

【0022】

第 1 部材 10 (の本体部) の材質は、特に制限されない。第 1 部材 10 (の本体部) は、例えば、銅、アルミなどの単一金属からなる基板であってもよく、セラミック、樹脂などをベースとして構成される基板であってもよい。

【0023】

第 1 部材 10 の第 1 接合部 101 は、金属からなる。第 1 接合部 101 の材料は、第 1 部材 10 (の本体部) の材料のそのものでもよい。第 1 接合部 101 は、セラミックなどの基板の上にメッキ、接合などの工法より形成された銅、アルミ、銀、金などの金属からなる部分であってもよい。

【0024】

第 2 部材 20 は銅、アルミなど単一金属から形成された導電性素子でもよい、半導体素子でもよい。

20

【0025】

第 2 部材 20 の第 2 接合部 201 は、金属からなる。第 2 接合部 201 の材料は、第 2 部材 20 の材料のそのものでよい。第 2 接合部 201 は、セラミック素子上にメッキにより形成された銅、アルミ、銀、金などの金属からなる部分であってもよい。

【0026】

本実施の形態の接合方法は、例えば、図 3 および図 4 に示されるように、

第 1 部材 10 の第 1 接合部 101 に、金属粒子を有機溶媒中に分散してなる金属ペーストを塗布してペースト膜 30 を形成し、中間組立品 411 を形成する、第 1 ステップと、

30

中間組立品 411 を加熱して、ペースト膜 30 の有機溶媒の一部または全部を揮発または分解させ、乾燥膜 31 にする、第 2 ステップと、

乾燥膜 31 の表面 301 a に液体物である軟化剤 50 を塗布し、乾燥膜 31 を表面 301 a から一部軟化させる、第 3 ステップと、

第 2 部材 20 における金属からなる第 2 接合部 201 を、乾燥膜 31 の表面 301 a に接触するように、第 2 部材 20 を配置し、組立品 412 を形成する工程と、

組立品 412 を加熱し、乾燥膜 31 の有機溶媒、および、第 3 ステップにて塗布された軟化剤 50 を揮発または分解させて、金属粒子を焼結し、焼結膜 32 を形成して、第 1 接合部 101 と第 2 接合部 201 を接合し接合体 402 にする、第 4 ステップと、を含む。

【0027】

40

第 1 ステップにて、第 1 部材 10 の第 1 接合部に塗布する金属ペーストは、金属粒子の量子サイズ効果による低温焼結現象および高い表面活性を利用した低温焼成型の導電性ペーストである。

【0028】

本実施の形態において、金属ペーストは、図 5 に示されるように、金属粒子 331 と、揮発性の有機溶媒 332 と、を含む。

【0029】

金属粒子 331 には、例えば、金属ナノ粒子 3311 (例えば、500 nm 以下の直径 (粒子径) を有する金属粒子) と、金属ナノ粒子 3311 よりも直径 (粒子径) が大きい金属ミクロン粒子 3312 と、が含まれる。金属ナノ粒子には、例えば、銀ナノ粒子が含

50

まれる。

【0030】

金属粒子は、 $0.01\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$ の範囲内の粒径を有し、金、銀、銅、または、ニッケルを含むことが好ましい。金属粒子は、モード径（粒径最頻値）が $0.1\ \mu\text{m} \sim 1\ \mu\text{m}$ の範囲内であってもよい。

【0031】

金属粒子は、 $0.01\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$ の範囲内の粒径を有し、加熱により分解する金属化合物（酸化銀、酸化銅など）を含むことが好ましい。金属化合物は、例えば、酸化銀、または、加熱により化学的に分解しナノ銀粒子を生成できる金属化合物を含み得る。また、金属化合物は、2-エチルヘキサン酸銀（I）（CAS RN：26077-31-6）  
10

【0032】

なお、上記金属ナノ粒子3311は、その表面に保護基3311aを有することが好ましい。保護基3311aは、金属ナノ粒子と周りの金属粒子とが焼結によって一体化するのを抑制する。すなわち、上記保護基3311aは、加熱により分解し、金属ナノ粒子3311の表面を露出させて、金属ナノ粒子3311と周りの金属粒子とが焼結によって一体化するのを抑制する。

【0033】

金属ナノ粒子3311の保護基3311aは、 $100 \sim 200$ の範囲内の温度での加熱により分解することが好ましい。保護基3311aは、 $80 \sim 250$ の範囲内の温度での加熱により分解してもよい。  
20

【0034】

金属ミクロン粒子3312は、 $250 \sim 300$ の範囲内の温度での加熱により焼結するものであることが好ましい。金属ミクロン粒子3312は、 $200 \sim 400$ の範囲内の温度での加熱により焼結できるものであってもよい。

【0035】

なお、金属粒子331の材質は、例えば、金、銀、銅、ニッケルなどの純金属のいずれであってもよい。また、金属粒子331の材質として、上記の純金属の代わりに、同じ効果が得られる金属化合物を使用してもよい。  
30

【0036】

揮発性の有機溶媒332は、金属粒子331を独立分散状態に保持し、常温における金属ペーストの粘度（塗布時の流動性）を調整する機能を有する。なお、金属ペーストの溶媒揮発性、焼結性などを調整するために、有機溶媒332は、複数種の有機溶媒を用いてもよく、焼結促進剤を含んでもよい。

【0037】

なお、本実施の形態において、第1ステップで形成される金属ペースト膜30の厚みは、好ましくは $100\ \mu\text{m} \sim 200\ \mu\text{m}$ であり、例えば $10\ \mu\text{m} \sim 300\ \mu\text{m}$ であってもよい。

【0038】

ペースト膜30の表面30aをより平坦に形成するためには、第1ステップにおいて金属ペーストを塗布する方法として、メタルマスクまたはスクリーンマスクを介してスキージで印刷する方法を用いることが好ましい。なお、ディスペンサーなどを用いる方法などの平坦な表面30aを形成できる他の方法を用いてもよい。表面30aの平坦度は、ペースト膜30の平均厚みの $\pm 10\%$ であることが好ましい。  
40

【0039】

第2ステップに、第1ステップにて第1部材10の第1接合部に塗布したペースト膜30を加熱で乾燥し、乾燥膜31にする。乾燥温度は上記ペースト3の金属ナノ粒子3311の保護基3311aの分解温度以下であり、その乾燥温度にて、有機溶媒332を一部、または、全部揮発させる。有機溶媒332が乾燥されたことで、乾燥膜31が固まる。  
50

## 【0040】

なお、上記乾燥の加熱方法はヒートプレートからの伝熱または熱風でよい。その他、ペースト膜30を均一に乾燥できる加熱方法でもよい。また、加熱の雰囲気環境は通常大気雰囲気でもよい。また、ペースト膜30の有機溶媒332をより速く乾燥するため、減圧または真空環境でもよい。また、第1部材10の第1接合部101表面の酸化防止のため、窒素ガスなどの不活発ガス雰囲気でもよい。

## 【0041】

第2ステップにて乾燥してきた乾燥膜31において、乾燥膜31の表面301aに第2部材の第2接合部を密着性よく配置するために、軟化剤50を用いて、第3ステップに乾燥膜31を表面301aから一部軟化させる。

10

## 【0042】

軟化剤50は、1種の有機液体物からなるものであってもよく、複数種の有機物を含んでいてもよい。

## 【0043】

軟化剤50は、例えば、70質量%以上の揮発性の有機溶剤と、30質量%未満の金属ナノ粒子、金属化合物および焼結促進剤の少なくともいずれかと、を(補強剤として)含む。なお、軟化剤50が液体状であれば、軟化剤50中の有機溶剤の含有率が70質量%未満であってもよく、補強剤の含有率が30質量%以上、95質量%以下であってもよい。

## 【0044】

上記軟化剤50の補強剤について、詳しく説明する。

20

## 【0045】

金属ナノ粒子を補強剤として添加する場合、金属ペーストに含有される金属ナノ粒子3311と同じものが好ましい。

## 【0046】

また、金属化合物を補強剤として添加する場合、金属ペーストに含有する金属粒子と同じ金属の化合物が望ましくて、その金属化合物は加熱により分解し、上記金属のナノ粒子が生成するのが好ましい。例えば、金属が銀であれば、軟化剤50に酸化銀を添加してもよい、硝酸銀を添加してもよい、2-エチルヘキサン酸銀(I)(CAS RN: 26077-31-6)を添加してもよい。

30

## 【0047】

また、金属および金属化合物以外に、焼結促進剤を補強剤として添加する場合、焼結促進剤は、シュウ酸、または、銀や銀化合物の銀イオンと結合して金属錯体を生成するアミン系有機化合物もしくは酸系有機化合物を含み得る。すなわち、焼結促進剤は、加熱により金属ペーストに含有する金属ナノ粒子3311の保護基3311aと反応して該金属ナノ粒子の表面を露出させる有機化合物でもよく、シュウ酸などの銀や銀化合物による銀イオンと結合し、金属錯体が生成するアミン系、または、酸系有機化合物でもよい。

## 【0048】

軟化剤50は、例えば、有機溶剤と、焼結促進剤と、を含み、

前記軟化剤中の前記焼結促進剤の含有率は30質量%以上95質量%以下である。

40

## 【0049】

第3ステップにおいて、乾燥膜31の表面301aに軟化剤50を塗布し、乾燥膜31の表面一部を軟化させる。本実施の形態において、乾燥膜31の表面301a全体にわたって、液体物である軟化剤50が噴霧またはスピンコーティングされ得る。また、ほかの方法として、乾燥膜31に均一および少量に軟化剤を塗布する方法でもよい。

## 【0050】

なお、軟化剤50の塗布量は、第1ステップに塗布したペースト膜30の塗布量の2質量%~4質量%が好ましい、第1ステップに塗布したペースト膜30の塗布量の1質量%~5質量%でもよい。

## 【0051】

50



図6は、軟化剤50を塗布することにより、乾燥膜31を一部軟化するメカニズムの説明図であり、有機溶媒332を一部乾燥した乾燥膜31の中央部の断面図である。

【0052】

乾燥膜31は、第2ステップにて有機溶媒332を金属ナノ粒子3311の保護基が分解する温度未満の条件で乾燥されたため、金属粒子は焼結していない。その状態で、乾燥膜31に軟化剤50を塗布すると、表面301aから軟化剤は乾燥膜31に浸透する。その結果、図7に示される乾燥膜31の表面301aから軟化剤の濃度勾配が発生し、乾燥膜31の表面301aを含む一部が軟化する。

【0053】

次に、第3ステップにて軟化された乾燥膜31aの表面301aに第2部材20を配置し、組立品412を形成する。

10

【0054】

次に、必要に応じて、第2部材20の第2接合部201と乾燥膜31aの表面301aとが密着できるように、組立品412に対して、第2部材20の上面202側から加圧する。その加圧は2MPa～5MPaの範囲が好ましく、0.1MPa～10MPaの範囲でもよい。

【0055】

なお、加圧時において、組立品412の温度は常温でもよく、組立品412が金属ナノ粒子3311の保護基3311aが分解する温度未満の温度で加熱されてもよい。

【0056】

第2部材を配置した後、第4ステップにて組立品412を加熱し、金属粒子331を焼結させることにより、焼結膜32が形成され、第1接合部101と第2接合部201とが接合されてなる接合体402が形成される。

20

【0057】

第4ステップにおいて、上記組立品412に対して、100未満の温度で2～5分間の加熱を行うことで、第2ステップにて未乾燥の有機溶媒332（もし残存する場合）と、第3ステップにて塗布された軟化剤50中に含まれる有機成分と、を乾燥することが好ましい。または、室温から金属ナノ粒子3311（例えば、銀ナノ粒子）の保護基3311aが分解する温度まで5～15分間で均一昇温することにより、同様の乾燥を行ってもよい。

30

【0058】

また、上記未乾燥の有機溶媒332と軟化剤50の有機成分を乾燥ステップが完了した後、250～300の範囲内に昇温し、5～25min保持して、金属粒子331を焼結させることが好ましい。また、上記焼結温度は200～400でもよい、焼結時間は1～120minにしてもよい。

【0059】

なお、上記第4ステップ（焼成工程）の加熱により、ペースト膜30中に含まれる軟化剤50中の有機成分（および有機溶媒332）の全てが揮発または分解される。この加熱は、ヒートプレートによる伝熱または熱風で実施することが好ましい。その他のペースト膜30を均一に加熱できる方法を実施してもよい。また、加熱の雰囲気環境は通常、大気雰囲気でもよい。また、ペースト膜30中に含まれる有機溶媒332および軟化剤50中の有機成分をより速く乾燥するため、減圧または真空環境でもよい。また、第1部材10の第1接合部101表面と第2部材20の第2接合部201の表面の酸化防止のため、窒素ガスなどの不活発ガス雰囲気でもよい。

40

【0060】

上記の接合方法により、本実施の形態による接合体402が制作できる。図8は、第3ステップにて塗布した軟化剤50の組成により、接合体402の焼結膜32（接合部材）の断面方向の空孔率プロフィールである。軟化剤50中に揮発性の有機溶剤が含有されるため、第4ステップ（焼成工程）の加熱で該有機溶剤が揮発し、第2部材の第2接合部付近にガスが発生した結果、第2部材の第2接合部付近の空孔率は、軟化剤50が浸透しき

50

れない第1部材の第1接合部付近の空孔率より大きい。一方、軟化剤に補強剤を添加することで、第2部材の第2接合部付近の空孔率を低減できる。

【0061】

実施の形態2.

以下、本開示の実施の形態2について、図面を参照しつつ説明する。

【0062】

図9は、実施の形態2の接合方法の工程を示すフロー図である。図10は、実施の形態2の接合方法の各工程における部材の構成を示す概略断面図である。

【0063】

実施の形態2の接合方法は、第2ステップまでの工程、および、第4ステップ以降の工程は、実施の形態1の接合方法と同様であるため、ここでは重複する説明は省略される。

10

【0064】

実施の形態2では、上記の第3ステップにおいて、軟化剤50が第2接合部201に塗布された第2部材20を、乾燥膜31と第2接合部201とが接するように配置することにより、乾燥膜31の表面を含む一部を軟化させる。

【0065】

本実施の形態では、第2ステップによって乾燥されたペースト膜30である乾燥膜31の表面301aに第2部材の第2接合部を密着性よく配置するために、第2部材20の第2接合部201に軟化剤50を塗布する(図10(d))。軟化剤50は、実施の形態1に記載された軟化剤50と同様である。

20

【0066】

本実施の形態の第3ステップでは、軟化剤が塗布された第2部材を、乾燥膜31の表面301aに第2部材20の第2接合部201が接するように、配置する(図10(e))。

【0067】

ここで、乾燥膜31は、第2ステップにて有機溶媒332を金属ナノ粒子3311の保護基が分解する温度未満の温度で乾燥されるため、金属粒子331は焼結していない。その状態では、図11に示されるように、第2接合部に塗布された軟化剤50は、表面301aから乾燥膜31に浸透し、乾燥膜31の表面301aを含む一部が軟化する。

【0068】

なお、次の加圧を行うまでの保持時間は、乾燥膜31の表面301aが十分軟化するように、0.5~1.0秒間であることが好ましい。軟化剤50の組成により、乾燥膜31への浸透性が変化する場合、保持時間は0.01~5.0秒間であってもよく、5秒間以上であってもよい。

30

【0069】

次に、第2部材の第2接合部201と乾燥膜31aの表面301aとを密着するために、組立品412に対して、第2部材20の上面202側から加圧する。その加圧は、2MPa~5MPaの範囲が好ましく、0.1MPa~10MPaの範囲でもよい。また、加圧時、組立品412の温度は常温であってもよい。組立品412を金属ナノ粒子3311の保護基3311aが分解する温度未満の温度で加熱してもよい。

40

【0070】

また、本実施の形態では、実施の形態1と比べて、第2部材20の第2接合部に軟化剤50を塗布し、第3ステップにて加圧前の保持時間を制御することにより、乾燥膜31の表面301aの軟化度合をより精度良い制御できる。

【0071】

本実施の形態の接合方法により、上述の実施の形態1と同じ効果を得て、接合体402を制作することができる。

【0072】

<電子機器の製造方法>

本開示は、上記の接合方法を用いて、金属からなる第1接合部を有する第1部材の前記

50

第1接合部と、金属からなる第2接合部を有する第2部材の前記第2接合部と、を接合することを含む、電子機器の製造方法にも関する。

【0073】

<電子機器>

本開示は、金属からなる第1接合部を有する第1部材と、金属からなる第2接合部を有する第2部材と、を備え、

金属粒子を含む接合部材（焼結部材）を介して、前記第1接合部と前記第2接合部とが接合されており、

前記接合部材において、空孔の占める割合が、前記第1接合部と前記第2接合部との積層方向において徐々に変化する、電子機器にも関する。

【0074】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0075】

以下、本開示の諸態様を付記としてまとめて記載する。

【0076】

(1) 金属からなる第1接合部を有する第1部材の前記第1接合部と、金属からなる第2接合部を有する第2部材の前記第2接合部と、を接合する、接合方法であって、

前記第1接合部の表面に、金属粒子を有機溶媒中に分散してなる金属ペーストを膜状に塗布することにより、前記金属ペーストからなるペースト膜を形成する、第1ステップと

、  
前記ペースト膜を前記金属粒子の焼結開始温度未満の温度で加熱して、前記有機溶媒の一部または全部を揮発させ、前記ペースト膜を乾燥させてなる乾燥膜を形成する、第2ステップと、

前記乾燥膜に浸透できる軟化剤によって、前記乾燥膜の表面を含む一部を軟化させる、第3ステップと、

前記第3ステップで軟化した前記乾燥膜に前記第2接合部が接した状態で、前記金属粒子の焼結開始温度以上の温度まで加熱し、前記乾燥膜中の前記金属粒子を焼結させることにより、前記第1接合部と前記第2接合部とを接合する、第4ステップと、を含み、

前記第4ステップにおいて、前記軟化剤の全てが揮発または分解される、接合方法。

【0077】

(2) 前記第3ステップにおいて、前記乾燥膜の表面に、前記軟化剤を塗布することにより、前記乾燥膜の表面を含む一部を軟化させる、(1)に記載の接合方法。

【0078】

(3) 前記第3ステップにおいて、前記軟化剤が前記第2接合部に塗布された前記第2部材を、前記乾燥膜と前記第2接合部とが接するように配置することにより、前記乾燥膜の表面を含む一部を軟化させる、(1)に記載の接合方法。

【0079】

(4) 前記金属粒子は、 $0.01\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の範囲内の粒径を有し、金、銀、銅、または、ニッケルを含む、(1)～(3)のいずれかに記載の接合方法。

【0080】

(5) 前記金属粒子は、 $0.01\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の範囲内の粒径を有し、加熱により分解する金属化合物を含む、(1)～(3)のいずれかに記載の接合方法。

【0081】

(6) 前記軟化剤は、1種の有機液体物からなる、(1)～(4)のいずれかに記載の接合方法。

【0082】

(7) 前記軟化剤は、複数種の有機物を含む、(1)～(4)のいずれかに記載の接

10

20

30

40

50

合方法。

【 0 0 8 3 】

( 8 ) 前記軟化剤は、70質量%以上の有機溶剤と、30質量%未満の金属ナノ粒子、金属化合物および焼結促進剤の少なくともいずれかと、を含む、( 7 )に記載の接合方法。

【 0 0 8 4 】

( 9 ) 前記金属ナノ粒子は、銀ナノ粒子を含む、( 8 )に記載の接合方法。

【 0 0 8 5 】

( 1 0 ) 前記金属化合物は、酸化銀、または、加熱により化学的に分解しナノ銀粒子を生成できる金属化合物を含む、( 8 )に記載の接合方法。

10

【 0 0 8 6 】

( 1 1 ) 前記金属化合物は、2-エチルヘキサン酸銀( I )、または、加熱により分解しナノ銀粒子を生成できる金属有機化合物を含む、( 8 )に記載の接合方法。

【 0 0 8 7 】

( 1 2 ) 前記焼結促進剤は、シュウ酸、または、銀や銀化合物の銀イオンと結合して金属錯体を生成するアミン系有機化合物もしくは酸系有機化合物を含む、( 8 )に記載の接合方法。

【 0 0 8 8 】

( 1 3 ) 前記軟化剤は、有機溶剤と、焼結促進剤と、を含み、

前記軟化剤中の前記焼結促進剤の含有率は30質量%以上95質量%以下である、( 7 )に記載の接合方法。

20

【 0 0 8 9 】

( 1 4 ) 前記焼結促進剤は、シュウ酸、または、銀や銀化合物の銀イオンと結合して金属錯体を生成するアミン系有機化合物もしくは酸系有機化合物を含む、( 1 3 )に記載の接合方法。

【 0 0 9 0 】

( 1 5 ) ( 1 ) ~ ( 1 4 ) のいずれかに記載の接合方法を用いて、金属からなる第1接合部を有する第1部材の前記第1接合部と、金属からなる第2接合部を有する第2部材の前記第2接合部と、を接合することを含む、電子機器の製造方法。

【 0 0 9 1 】

( 1 6 ) 金属からなる第1接合部を有する第1部材と、金属からなる第2接合部を有する第2部材と、を備え、

30

金属粒子を含む接合部材を介して、前記第1接合部と前記第2接合部とが接合されており、

前記接合部材において、空孔の占める割合が、前記第1接合部と前記第2接合部との積層方向において徐々に変化する、電子機器。

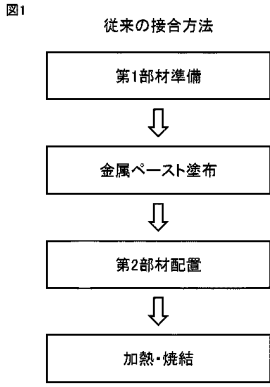
【 符号の説明 】

【 0 0 9 2 】

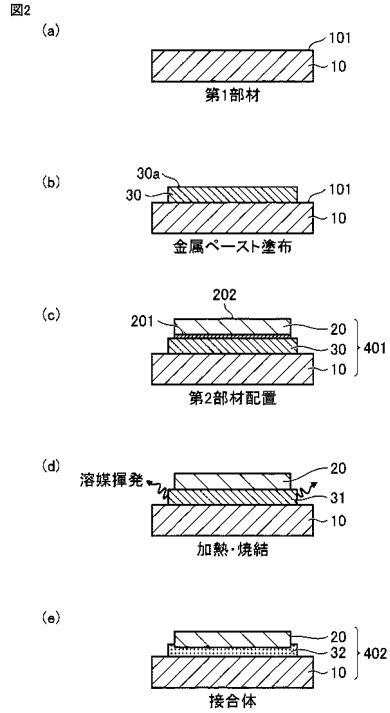
10 第1部材、101 第1接合部、20 第2部材、201 第2接合部、202 第2部材の上面、30 ペースト膜(金属ペースト膜)、30a 表面、31 乾燥膜、31a 軟化された乾燥膜、301a 表面、32 焼結膜、331 金属粒子、3311 金属ナノ粒子、3311a 保護基、3312 金属ミクロン粒子、332 有機溶媒、401 (焼結前の)組立品、402 接合体、411 中間組立品、412 (焼結前の)組立品、50 軟化剤。

40

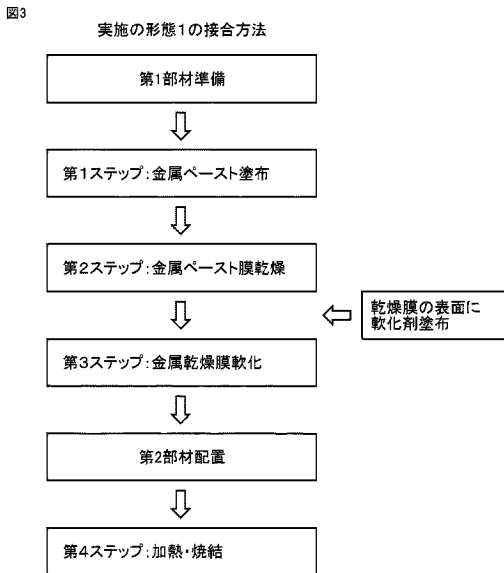
【図1】



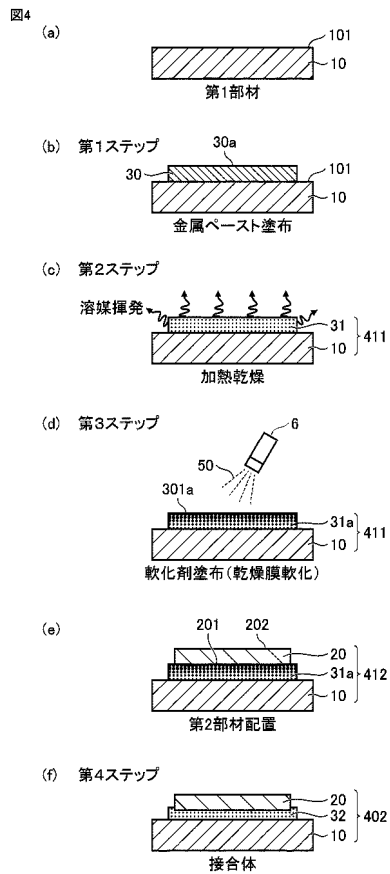
【図2】



【図3】

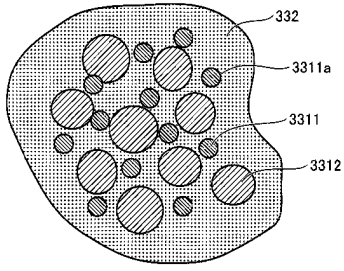


【図4】



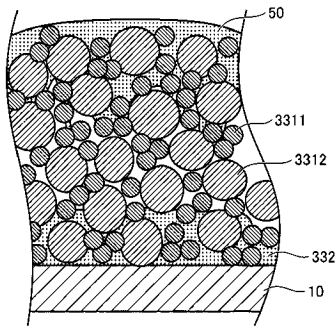
【図5】

図5



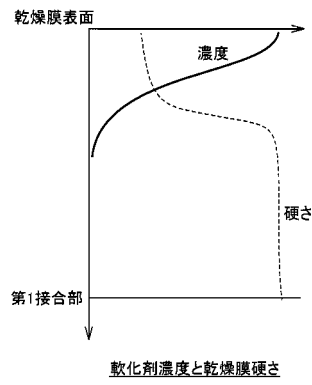
【図6】

図6



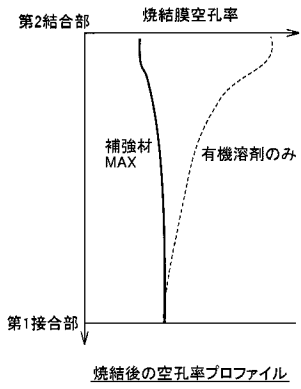
【図7】

図7



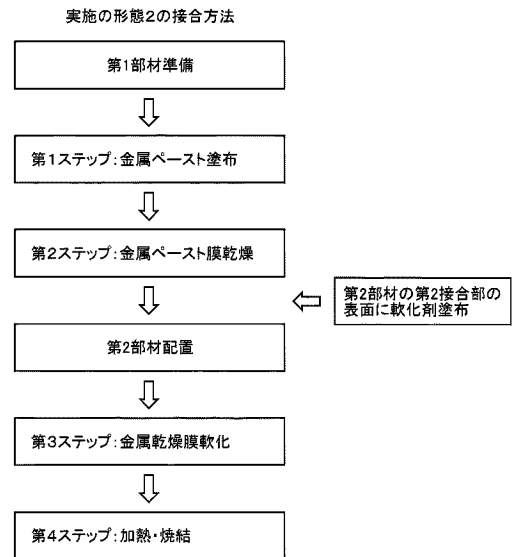
【図8】

図8



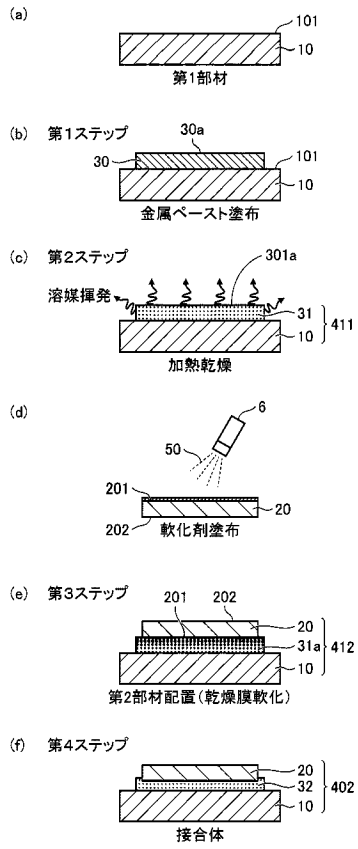
【図9】

図9



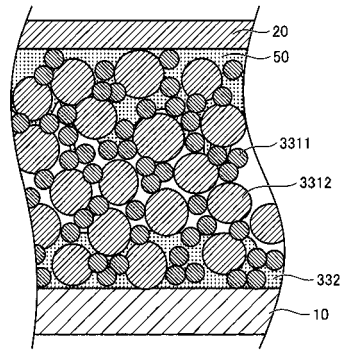
【図10】

図10



【図11】

図11



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K018 AA02 AA03 AA07 BA01 BA02 BA04 BB04 BB05 BD04 JA36 KA32  
5F047 BA14 BA15 BA22 BB11 BB16 BB18 CA01