

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 4 月 6 日(06.04.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/056842 A1

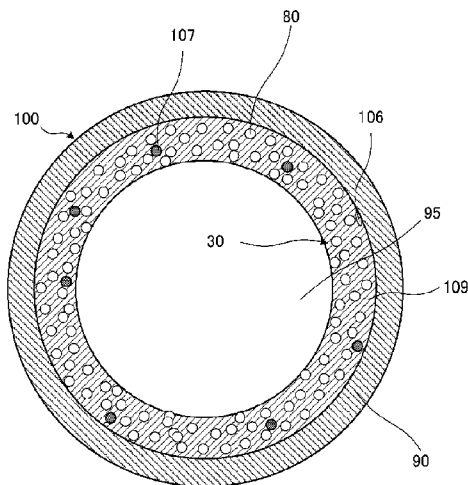
- (51) 国際特許分類:
F28D 15/04 (2006.01) F28F 21/08 (2006.01)
F28D 15/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/075615
- (22) 国際出願日: 2016 年 9 月 1 日(01.09.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-189647 2015 年 9 月 28 日(28.09.2015) JP
特願 2016-064747 2016 年 3 月 28 日(28.03.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 鷺塚清多郎(WASHIZUKA, Seitaro); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 川口義博(KAWAGUCHI, Yoshihiro); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 北村隆司(KITAMURA, Takashi); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所 (KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋 1 丁目 4 番 3 4 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: HEAT PIPE, HEAT DISSIPATION COMPONENT, AND METHOD FOR PRODUCING HEAT PIPE

(54) 発明の名称: ヒートパイプ、放熱部品、ヒートパイプの製造方法

図3



(57) Abstract: This heat pipe (100) is provided with a pipe case (90), a porous wick (30) and sealing members (191, 192). Both ends (91, 92) of the pipe case (90) are sealed by means of the sealing members (191, 192). The sealing members (191, 192) are configured of a first metal foil (116) and an intermetallic compound phase (119). A working liquid is sealed within the pipe case (90). The porous wick (30) produces a capillary force for the working liquid by means of a plurality of pores (80). The porous wick (30) is provided within the pipe case (90). Consequently, the pipe case (90) and the porous wick (30) form a hollow space (95) that extends in the longitudinal direction of the pipe case (90). The porous wick (30) is configured of first metal particles (106), second metal particles (107) and an intermetallic compound phase (109).

(57) 要約: ヒートパイプ (100) は、パイプ筐体 (90) と多孔質ウィック (30) と封止部材 (191、192) とを備える。パイプ筐体 (90) の両端部 (91、92) は、封止部材 (191、192) によって封止されている。封止部材 (191、192) は、第1金属箔 (116) と金属間化合物相 (119) とによって構成されている。パイプ筐体 (90) は内部に作動液を封入する。多孔質ウィック (30) は複数の孔 (80) によって、作動液に対して毛細管力を生じる。多孔質ウィック (30) は、パイプ筐体 (90) の内部に設けられている。これにより、パイプ筐体 (90) 及び

多孔質ウィック (30) は、パイプ筐体 (90) の長手方向へ伸びる空洞 (95) を形成する。多孔質ウィック (30) は、第1金属粒子 (106) と第2金属粒子 (107) と金属間化合物相 (109) とによって構成されている。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：ヒートパイプ、放熱部品、ヒートパイプの製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、ヒートパイプ、このヒートパイプを備える放熱部品、及びこのヒートパイプの製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、電子部品などの発熱体を冷却するヒートパイプが知られている。例えば特許文献１は、パイプ筐体と多孔質ウィックとを備えるヒートパイプを開示している。パイプ筐体の長手方向の両端部は、発熱体と接触することによって加熱される加熱部と、例えば自然冷却される冷却部とを構成する。パイプ筐体は、作動液を封入する。作動液は、所定の温度で相変態する物質により構成される。作動液は例えば、水やアルコール類やアンモニア水等である。

[0003] 多孔質ウィックは、複数の孔を有し、作動液に対して毛細管力を生じる。多孔質ウィックは、パイプ筐体の内部に設けられている。これにより、パイプ筐体及び多孔質ウィックは、パイプ筐体の長手方向へ伸びる空洞を形成する。空洞は、複数の孔に連通する。多孔質ウィックは、パイプ筐体における加熱部と冷却部との間を繋ぐ。一般に、多孔質ウィックは、銅粒子がパイプ筐体の内部で焼結された焼結体で構成されている。

[0004] 以上より特許文献１のヒートパイプでは、作動液が加熱部で発熱体の熱によって蒸発して気体となる。その気体は、空洞を通過して冷却部へ移動し、冷却部で放熱されて液化する。液化した作動液は多孔質ウィックに浸透する。そして、多孔質ウィックによる毛細管力によって作動液が冷却部から加熱部へ向けて還流する。これにより、特許文献１のヒートパイプは、発熱体を冷却する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第5 6 8 5 6 5 6号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1のヒートパイプにおいて多孔質ウィックは、銅粒子がパイプ筐体の内部で焼結されることによって構成されている。そのため、パイプ筐体が銅粒子の融点（1084℃）より少し低い温度まで加熱される必要がある。

[0007] また、パイプ筐体は一般的に溶接やロウ付けによって封止される。そのため、パイプ筐体が高い温度（例えばロウ付けの場合450℃）まで加熱される必要がある。

[0008] したがって、特許文献1のヒートパイプでは、パイプ筐体が高い温度によって劣化（酸化など）してしまうという問題がある。

[0009] 本発明の目的は、パイプ筐体が劣化することを大幅に抑えることができるヒートパイプ、放熱部品、及びヒートパイプの製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明のヒートパイプは、パイプ筐体と多孔質ウィックとを備える。パイプ筐体には、作動液が封入される。多孔質ウィックは、パイプ筐体の内部に設けられている。多孔質ウィックは、少なくとも第1金属と第1金属より融点の高い第2金属とを含有する金属間化合物を含む。ここで、多孔質ウィックは、第1金属、第2金属、及び金属間化合物を含む材料で構成されていてもよい。

[0011] この構成において第2金属は例えば、CuNi合金、CuMn合金、CuAl合金およびCuCr合金からなる群より選ばれる少なくとも1種の合金である。第1金属は例えば、SnまたはSn系合金からなる群より選ばれる少なくとも1種の金属である。Snの融点は、231.9℃である。

[0012] この構成では、第1金属の融点以上の温度で加熱することによって少なくとも第1金属と第2金属とが反応し、少なくとも第1金属と第2金属とを含

有する金属間化合物が生成される。この反応で生成された金属間化合物が多孔質ウィックを構成する。そのため、この構成のヒートパイプは、前述の焼結温度より極めて低い温度で、多孔質ウィックをパイプ筐体の内部に得ることができる。

[0013] 従って、この構成のヒートパイプは、パイプ筐体が劣化することを抑制できる。

[0014] また、本発明のヒートパイプは、パイプ筐体とウィックと封止部材とを備える。パイプ筐体には、作動液が封入される。ウィックは、パイプ筐体の内部に設けられている。封止部材は、パイプ筐体を封止する。封止部材は例えば、パイプ筐体の端部を封止する。封止部材は、少なくとも第1金属と第1金属より融点の高い第2金属とを含有する金属間化合物を含む。ここで、封止部材は、第1金属及び金属間化合物を含む材料で構成されていてもよい。

[0015] この構成において第2金属は例えば、CuNi合金、CuMn合金、CuAl合金およびCuCr合金からなる群より選ばれる少なくとも1種の合金である。第1金属は例えば、SnまたはSn系合金からなる群より選ばれる少なくとも1種の金属である。Snの融点は、231.9℃である。

[0016] この構成では、第1金属の融点以上の温度で加熱することによって少なくとも第1金属と第2金属とが反応し、少なくとも第1金属と第2金属とを含有する金属間化合物が生成される。この反応で生成された金属間化合物が封止部材を構成する。そのため、この構成のヒートパイプは、前述の焼結温度より極めて低い温度で、封止部材を得ることができる。

[0017] 従って、この構成のヒートパイプは、パイプ筐体が劣化することを抑制できる。

[0018] また、本発明の放熱部品は、本発明のヒートパイプを備える。そのため、本発明の放熱部品は、本発明のヒートパイプと同様の効果を奏する。

[0019] また、本発明のヒートパイプの製造方法は、設置工程と加熱工程とを含む。設置工程は、金属組成物をパイプ筐体の内部に設ける。金属組成物は、第1金属と第1金属より融点の高い第2金属とを含む。金属組成物はフラック

スを含んでいることが好ましい。加熱工程は、例えば第 1 金属の融点以上第 2 金属の融点以下の範囲内の温度まで金属組成物を加熱し、多孔質ウィックをパイプ筐体の内部に形成する。多孔質ウィックは、第 1 金属と第 2 金属とが反応することによって生成された金属間化合物を含む材料で構成される。ここで、金属組成物は、ペースト状であり、設置工程は、金属組成物をパイプ筐体の内部に塗布する工程でもよい。

[0020] このヒートパイプの製造方法は、前述の多孔質ウィックを備える本発明のヒートパイプを製造する方法である。そのため、本発明のヒートパイプの製造方法は、前述の多孔質ウィックを備える本発明のヒートパイプと同様の効果を奏する。

[0021] また、本発明のヒートパイプの製造方法は、設置工程と加熱工程とを含む。設置工程は、金属組成物をパイプ筐体の端部に設ける。金属組成物は、第 1 金属と第 1 金属より融点の高い第 2 金属とを含む。金属組成物はフラックスを含んでいることが好ましい。加熱工程は、例えば第 1 金属の融点以上第 2 金属の融点以下の範囲内の温度まで金属組成物を加熱し、封止部材をパイプ筐体の端部に形成する。封止部材は、第 1 金属と第 2 金属とが反応することによって生成された金属間化合物を含む材料で構成される。

[0022] このヒートパイプの製造方法は、前述の封止部材を備える本発明のヒートパイプを製造する方法である。そのため、本発明のヒートパイプの製造方法は、前述の封止部材を備える本発明のヒートパイプと同様の効果を奏する。

発明の効果

[0023] 本発明は、パイプ筐体が劣化することを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の第 1 実施形態に係るヒートパイプ 100 の外観を示す斜視図である。

[図2]図 1 に示すヒートパイプ 100 の第 1 端部 91 を示す断面図である。

[図3]図 1 に示すヒートパイプ 100 の中央部 93 を示す断面図である。

[図4]図 1 に示すヒートパイプ 100 の製造方法を示すフローチャートである

。

[図5]図4に示すヒートパイプ100の製造方法で用意されるパイプ筐体90の外観を示す斜視図である。

[図6]図6(A)は、図4に示すヒートパイプ100の製造方法で用意される金属ペースト105の断面図である。図6(B)は、図4に示すヒートパイプ100の製造方法で用意される金属シート155の断面図である。

[図7]図4に示す塗布工程の様子を示す断面図である。

[図8]図4に示す貼付工程の様子を示す断面図である。

[図9]図4に示す加熱工程によって金属ペースト105から生成される金属間化合物相109の様子を示す拡大断面図である。

[図10]図4に示す加熱工程によって金属シート155から生成される金属間化合物相119の様子を示す拡大断面図である。

[図11]本発明の第2実施形態に係るヒートパイプ200の中央部を示す断面図である。

[図12]図11に示すヒートパイプ200の製造方法で行われる塗布工程の様子を示す断面図である。

[図13]本発明の第3実施形態に係るヒートパイプ300の外観を示す斜視図である。

[図14]図13に示すヒートパイプ300の製造方法を示すフローチャートである。

[図15]図14に示す塗布工程の様子を示す断面図である。

[図16]図14に示す巻き工程の様子を示す断面図である。

[図17]本発明の第4実施形態に係るヒートパイプ400の中央部を示す断面図である。

[図18]図17に示すヒートパイプ400の製造方法を示すフローチャートである。

[図19]図18に示すヒートパイプ400の製造方法で用意される複数の箔491、492、493の外観および塗布工程の様子を示す斜視図である。

[図20]図 1 8 に示す積層工程の様子を示す断面図である。

[図21]図 1 8 に示す挿入工程の様子を示す断面図である。

[図22]本発明の第 5 実施形態に係るヒートパイプ 5 0 0 の中央部を示す断面図である。

[図23]図 2 2 に示すヒートパイプ 5 0 0 の製造方法を示すフローチャートである。

[図24]図 2 3 に示すヒートパイプ 5 0 0 の製造方法で用意される複数の箔 5 9 1、5 9 2、5 9 3、5 9 4 の外観および塗布工程の様子を示す斜視図である。

[図25]図 2 3 に示す積層工程の様子を示す断面図である。

[図26]本発明の第 6 実施形態に係るヒートパイプ 6 0 0 の外観を示す斜視図である。

[図27]図 2 6 に示すヒートパイプ 6 0 0 の第 1 端部 9 1 を示す断面図である。

[図28]図 2 6 に示すヒートパイプ 6 0 0 の製造方法における貼付工程の様子を示す断面図である。

[図29]本発明の第 7 実施形態に係るヒートパイプ 7 0 0 の中央部を示す断面図である。

[図30]図 2 9 に示すヒートパイプ 7 0 0 の製造方法で行われる塗布工程の様子を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明の第 1 実施形態に係るヒートパイプ 1 0 0 について説明する。

[0026] 図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るヒートパイプ 1 0 0 の外観を示す斜視図である。図 2 は、図 1 に示すヒートパイプ 1 0 0 の第 1 端部 9 1 を示す断面図である。図 3 は、図 1 に示すヒートパイプ 1 0 0 の中央部 9 3 を示す断面図である。図 3 は、図 1 に示す S - S 線の断面図である。

[0027] ヒートパイプ 1 0 0 は、パイプ筐体 9 0 と多孔質ウィック 3 0 と封止部材

191、192とを備える。ヒートパイプ100は、放熱部品に備えられ、電子部品などの発熱体を冷却する。放熱部品は例えば、ヒートシンクやヒートスプレッドなどである。

[0028] パイプ筐体90は、円筒形状である。パイプ筐体90は、パイプ筐体90の長手方向の両端部91、92と、両端部91、92の間に位置する中央部93と、を有する。パイプ筐体90の第1端部91は、発熱体と接触することによって加熱される加熱部91を構成し、第2端部92は、例えば自然冷却される冷却部92を構成する。パイプ筐体90の材料は例えばCuである。

[0029] パイプ筐体90の両端部91、92は、封止部材191、192によって封止されている。封止部材191は、第1金属箔116と金属間化合物相119とによって構成されている。封止部材192も、第1金属箔116と金属間化合物相119とによって構成されている。

[0030] なお、ヒートパイプ100に関して、第2端部92の構成は第1端部91の構成と同じであり、封止部材192の構成は封止部材191の構成と同じである。そのため、パイプ筐体90の第2端部92及び封止部材192の説明を省略する。

[0031] パイプ筐体90は内部に作動液を封入する。作動液は、所定の温度で相変態する物質により構成される。作動液は例えば、水やアルコール類やアンモニア水等である。

[0032] 多孔質ウィック30は、図2、図3に示すように複数の孔80を有する。複数の孔80は、基本的には多孔質ウィック30の外部に連通したオープンポアである。多孔質ウィック30の気孔率は例えば20～70%である。多孔質ウィック30は複数の孔80によって、作動液に対して毛細管力を生じる。

[0033] 多孔質ウィック30は、円筒形状である。多孔質ウィック30は、パイプ筐体90の内部に設けられている。多孔質ウィック30は、パイプ筐体90の長手方向へ伸び、パイプ筐体90における加熱部91と冷却部92との間

を繋ぐ。

[0034] これにより、パイプ筐体 90 及び多孔質ウィック 30 は、パイプ筐体 90 の長手方向へ伸びる空洞 95 を形成する。空洞 95 は、複数の孔 80 に連通する。多孔質ウィック 30 は、第 1 金属粒子 106 と第 2 金属粒子 107 と金属間化合物相 109 とによって構成されている。

[0035] 以上よりヒートパイプ 100 では、作動液が加熱部 91 で発熱体の熱によって蒸発して気体となる。その気体は、空洞 95 を通過して冷却部 92 へ移動し、冷却部 92 で放熱されて液化する。液化した作動液は多孔質ウィック 30 の複数の孔 80 に浸透する。そして、多孔質ウィック 30 による毛細管力によって作動液が冷却部 92 から加熱部 91 へ向けて還流する。これにより、ヒートパイプ 100 は、発熱体を冷却する。

[0036] なお、図 2 及び図 3 の孔 80 は模式的に現されたものである。多孔質ウィック 30 には、図 2 及び図 3 に現れない微小な孔 80 や粒子界面レベルの孔 80 も存在している。そのため、作動液は、多孔質ウィック 30 中をこれらの孔 80 を伝って、パイプ筐体 90 の長手方向へ移動することができる。

[0037] ここで、金属間化合物相 109 及び金属間化合物相 119 は、金属間化合物から成る相である。金属間化合物相 109 及び金属間化合物相 119 の相違点については後述する。金属間化合物は、第 1 金属と第 2 金属とから成る。第 1 金属の材料は、Sn または Sn 系合金である。Sn 系合金は例えば、SnAgCu 合金、SnAg 合金、SnCu 合金、SnBi 合金、SnSb 合金、SnAu 合金、SnPb 合金、SnZn 合金などである。第 2 金属は、溶融する第 1 金属と反応し、金属間化合物を生成する金属である。第 2 金属の材料は、CuNi 合金、CuMn 合金、CuAl 合金および CuCr 合金からなる群より選ばれる少なくとも 1 種である。金属間化合物の材料は、例えば $(\text{Cu}, \text{Ni})_6\text{Sn}_5$ 、 $\text{Cu}_4\text{Ni}_2\text{Sn}_5$ 、 Cu_5NiSn_5 、 $(\text{Cu}, \text{Ni})_3\text{Sn}$ 、 CuNi_2Sn 、 Cu_2NiSn 等である。

[0038] 第 2 金属の融点は、第 1 金属の融点より高い。金属間化合物の融点は、第 1 金属の融点より高い。金属間化合物の融点は、例えば 400℃ 以上である

。第1金属粒子106の材料がSnである場合、第1金属粒子106の融点は、231.9℃である。なお、図3に示す第1金属粒子106と第2金属粒子107とは、後述の加熱工程において反応せずに残留したものである。

[0039] ここで、ヒートパイプ100では、第1金属の融点以上の温度で加熱することによって、溶融した第1金属と第2金属とが反応し、第1金属と第2金属とからなる金属間化合物が生成される。この反応で生成された金属間化合物相109が多孔質ウィック30を構成する。また、この反応で生成された金属間化合物相119が封止部材191、192を構成する。

[0040] そのため、ヒートパイプ100は、前述の焼結温度より極めて低い温度で、多孔質ウィック30をパイプ筐体90の内部に得ることができる。同様に、ヒートパイプ100は、前述の焼結温度より極めて低い温度で、封止部材191、192をパイプ筐体90の両端部91、92に得ることができる。

[0041] 従って、ヒートパイプ100とヒートパイプ100を備える放熱部品とは、パイプ筐体90が劣化することを抑制できる。

[0042] また、金属間化合物相109は、高い融点（例えば400℃以上）を有する。そのため、金属間化合物相109で構成される多孔質ウィック30は、高い耐熱性を有する。また、金属間化合物相119も、高い融点（例えば400℃以上）を有する。そのため、金属間化合物相119で構成される封止部材191、192は、高い耐熱性を有する。

[0043] 特に、金属間化合物が、第1金属よりも高い融点を有することで、ヒートパイプ100をさらにリフローなどの加熱により他の装置、部品、基板などに実装する際にも、多孔質ウィック30及び封止部材191、192の構造は損なわれず、ヒートパイプ100の機能を維持できる。

[0044] 以上に示したヒートパイプ100は例えば、以下の製造方法で製造することができる。

[0045] 図4は、図1に示すヒートパイプ100の製造方法を示すフローチャートである。図5は、図4に示すヒートパイプ100の製造方法で用意されるパイプ筐体90の外観を示す斜視図である。図6（A）は、図4に示すヒート

パイプ１００の製造方法で用意される金属ペースト１０５の断面図である。

図６（Ｂ）は、図４に示すヒートパイプ１００の製造方法で用意される金属シート１５５の断面図である。図７は、図４に示す塗布工程の様子を示す断面図である。図８は、図４に示す貼付工程の様子を示す断面図である。図９は、図４に示す加熱工程によって金属ペースト１０５から生成される金属間化合物相１０９の様子を示す拡大断面図である。図１０は、図４に示す加熱工程によって金属シート１５５から生成される金属間化合物相１１９の様子を示す拡大断面図である。

[0046] まず、図５、図６（Ａ）（Ｂ）に示すように、パイプ筐体９０と金属ペースト１０５と金属シート１５５とを用意する。なお、金属ペースト１０５及び金属シート１５５のそれぞれが、本発明の金属組成物の一例に相当する。

[0047] 金属ペースト１０５は、図６（Ａ）に示すように、金属成分１１０と有機成分１０８とを含む。金属成分１１０は、第１金属粒子１０６と、第２金属粒子１０７と、からなる。第１金属粒子１０６と第２金属粒子１０７とは、有機成分１０８中に均一に分散している。

[0048] 金属シート１５５は、図６（Ｂ）に示すように、塗膜１１５と第１金属箔１１６とを有するシートである。塗膜１１５は、金属成分である第２金属粒子１０７が有機成分１１８中に均一に分散した膜である。

[0049] なお、ヒートパイプ１００の製造方法は、第１金属粒子１０６の材料にＳｎを使用し、第２金属粒子１０７の材料にＣｕＮｉ合金を使用している。ＣｕＮｉ合金は、溶融するＳｎと反応し、金属間化合物であるＣｕＮｉＳｎ合金を生成する材料である。

[0050] 第１金属粒子１０６の平均粒径（Ｄ５０）は、１～１００μｍの範囲内であることが好ましい。さらに、第２金属粒子１０７の平均粒径（Ｄ５０）は、０．１～３０μｍの範囲内であることが好ましい。特に第２金属粒子１０７の平均粒径は、金属間化合物の生成量に大きく影響する。ここで、平均粒径（Ｄ５０）は例えば、レーザ回折・散乱法によって求めた粒度分布における積算値５０％での粒径を意味する。

- [0051] 第1金属粒子106の平均粒径が $1\mu\text{m}$ よりも小さい場合、Sn粒子の表面積が増加する。そのため、より多くの酸化物がSn粒子の表面に形成し、第2金属粒子107に対するSn粒子の濡れ性が低下し、生成反応が抑制されてしまう傾向がある。一方、第1金属粒子106の平均粒径が $100\mu\text{m}$ よりも大きい場合、Snの量が過剰になり、多孔質ウィック30の気孔率が著しく低下してしまうおそれがある。
- [0052] また、第2金属粒子107の平均粒径が $0.1\mu\text{m}$ よりも小さい場合、CuNi合金粒子の表面積が増加する。そのため、より多くの酸化物がCuNi合金粒子の表面に形成し、溶融したSnに対するCuNi合金粒子の濡れ性が低下し、生成反応が阻害されてしまう傾向がある。
- [0053] 一方、第2金属粒子107の平均粒径が $30\mu\text{m}$ よりも大きい場合、CuNi合金粒子間の隙間のサイズが増大する。これにより、CuNi合金粒子の中心部分まで金属間化合物の生成反応に利用することができず、生成反応に利用されるCuNi合金が不足する。そのため、金属間化合物の生成量が低減してしまう。
- [0054] また、金属ペースト105において、第1金属粒子106と第2金属粒子107との配合比は、重量比で、第2金属粒子107：第1金属粒子106＝50：50～20：80の範囲内であることが好ましい。
- [0055] また、金属ペースト105と金属シート155の塗膜115とにおいて、金属成分と有機成分との配合比は、重量比で、金属成分：有機成分＝75：25～99.5：0.5の範囲内であることが好ましい。金属成分の配合量が上記よりも多いと、十分な粘性を得ることができず、有機成分から金属成分が剥落するおそれがある。一方、金属成分の配合量が上記よりも少ないと、第1金属を十分に反応させることができず、金属間化合物相109又は金属間化合物相119中に未反応の第1金属粒子106が多量に残存するおそれがある。
- [0056] 次に、有機成分108は、フラックス、溶剤、チキソ剤などを含む。有機成分108の粘性は、有機成分118の粘性より低い。なお、その他の構成

は有機成分 108 と同じであるため、有機成分 118 の説明は省略する。

[0057] フラックスは、ロジンと活性剤を含む。フラックスは、パイプ筐体 90、第 1 金属粒子 106、及び第 2 金属粒子 107 のそれぞれの表面の酸化被膜を除去する還元機能を果たす。

[0058] ロジンは例えば、天然ロジン、水素化ロジン、不均化ロジン、重合ロジン、不飽和二塩基酸変性ロジン、アクリル酸変性ロジンなどのロジン誘導体等、またはこれらの混合材などである。ロジンは例えば、重合ロジン R-95 を用いる。

[0059] また、活性剤はフラックスの還元反応を促進する。活性剤は例えば、モノカルボン酸（例えば、ギ酸、酢酸、ラウリン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、安息香酸など）、ジカルボン酸（例えば、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、スベリン酸、アゼライン酸、セバシン酸、フタル酸など）、ブロモアルコール類（例えば、1-ブロモ-2-ブタノールなど）、有機アミンのハロゲン化水素酸塩類、ブロモアルカン類、ブロモアルケン類、ベンジルブロマイド類、ポリアミン類、塩素系活性剤などである。活性剤は例えば、アジピン酸を用いる。

[0060] 溶剤は、金属ペースト 105 の粘度を調整する。同様に溶剤は、金属シート 155 の塗膜 115 の粘度を調整する。溶剤は例えば、アルコール、ケトン、エステル、エーテル、芳香族系、炭化水素類などである。溶剤は例えば、ヘキシルジグリコール（H e D G）を用いる。

[0061] チキソ剤は、金属成分と有機成分を均一に混和させた後、金属成分と有機成分が分離しないように維持する。チキソ剤は例えば、硬化ヒマシ油、カルナバワックス、アミド類、ヒドロキシ脂肪酸類、ジベンジリデンソルビトール、ビス（p-メチルベンジリデン）ソルビトール類、蜜蝋、ステアリン酸アミド、ヒドロキシステアリン酸エチレンビスアミドなどである。

[0062] なお、金属ペースト 105 及び金属シート 155 には、添加物として、Ag、Au、Al、Bi、C、Co、Cu、Fe、Ga、Ge、In、Mn、Mo、Ni、P、Pb、Pd、Pt、Si、Sb、Zn 等が含まれていても

良い。また、金属ペースト105及び金属シート155には、これらの添加物だけでなく、添加剤として金属錯体、金属化合物等が含まれていても良い。

[0063] 次に、図7に示すように、均一の厚みとなるよう金属ペースト105をパイプ筐体90の内面に塗布する（S1：塗布工程）。すなわち、この塗布工程は、均一の厚みとなるよう金属ペースト105をパイプ筐体90の内面に設ける。具体的な塗布方法としては、例えば、金属ペースト105をパイプ筐体90に圧縮空気です送することにより、パイプ90の内面に塗布することができる。

[0064] 次に、図1、図2に示すようにパイプ筐体90の第1端部91を封止部材191によって封止するため、図8に示すように、金属シート155をパイプ筐体90の第1端部91に貼付する（S2：貼付工程）。すなわち、この貼付工程は、金属シート155をパイプ筐体90の第1端部91に設ける。

[0065] 次に、パイプ筐体90を、例えばリフロー装置を用いて加熱する（S3：加熱工程）。加熱工程は、Snの融点以上CuNi合金の融点以下の範囲内の温度まで、金属ペースト105及び金属シート155を加熱する。Snの融点は、231.9℃である。CuNi合金の融点は、Niの含有量によって変化し、例えば1220℃から1300℃である。例えば、加熱工程は、150℃～230℃でプレヒートを行った後、加熱温度250℃～400℃で2分～10分の間、加熱する。ピーク温度は400℃に到達させる。

[0066] 加熱により金属ペースト105がSnの融点以上に達すると、第1金属粒子106が溶融する。溶融したSnと第2金属粒子107との反応によって、例えば図9に示すような金属間化合物相109が生成される。この反応は、例えば、液相拡散接合（「TLP接合：Transient Liquid Phase Diffusion Bonding」）に伴う反応である。

[0067] 同様に、加熱により金属シート155がSnの融点以上に達すると、第1金属箔116が溶融する。溶融したSnと第2金属粒子107との反応によって、例えば図10に示すような金属間化合物相119が生成される。この

反応は、例えば、液相拡散接合（「TLP接合：Transient Liquid Phase Diffusion Bonding」）に伴う反応である。

[0068] なお、有機成分108、118に含まれる溶剤は、加熱工程が加熱を開始してから、プレヒートを終了するまでの間に、揮発または蒸発する。

[0069] リフロー装置が加熱を停止した後、溶融したSnと第2金属粒子107との反応が終了する。これにより、図2、図3、図9、図10に示すような多孔質ウィック30及び封止部材191が得られる。リフロー装置が加熱を停止した後、多孔質ウィック30及び封止部材191は常温まで自然冷却していく。

[0070] なお、第1金属粒子106の一部と第2金属粒子107の一部とは、図3に示すように、反応せずに多孔質ウィック30中に残留する。そのため、多孔質ウィック30は、第1金属粒子106と第2金属粒子107と金属間化合物相109とによって構成されている。

[0071] また、第1金属箔116の一部も、図2に示すように、反応せずに残留する。ここで、過剰なSnは、図2に示すように、金属間化合物相119の外周に流動し、金属間化合物相119を覆う。即ち、過剰なSnは、パイプ筐体90をより確実に封止する。

[0072] 次に、作動液をパイプ筐体90の内部に充填する（S4：充填工程）。

[0073] 次に、図8に示すS2の貼付工程と同様に、金属シート155をパイプ筐体90の第2端部92に貼付する（S5：貼付工程）。すなわち、この貼付工程は、金属シート155をパイプ筐体90の第2端部92に設ける。

[0074] 次に、S3の加熱工程と同様に、パイプ筐体90の第2端部92を、例えばリフロー装置を用いて加熱する（S6：加熱工程）。加熱工程は、Snの融点以上CuNi合金の融点以下の範囲内の温度まで、パイプ筐体90の第2端部92に貼付した金属シート155を加熱する。

[0075] ここで、Snの融点は、231.9℃である。CuNi合金の融点は、Niの含有量によって変化し、例えば1220℃から1300℃である。その

ため、加熱工程は例えば、 $150^{\circ}\text{C}\sim 230^{\circ}\text{C}$ でプレヒートを行った後、加熱温度 $250^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ で2分～5分の間、加熱する。ピーク温度は 400°C に到達させる。

[0076] 加熱により金属シート155がSnの融点以上に達すると、第1金属箔116が溶融する。溶融したSnと第2金属粒子107との反応によって、例えば図10に示すような金属間化合物相119が生成される。この反応は、例えば、液相拡散接合（「TLP接合：Transient Liquid Phase Diffusion Bonding」）に伴う反応である。

[0077] なお、有機成分118に含まれる溶剤は、加熱工程が加熱を開始してから、プレヒートを終了するまでの間に、揮発または蒸発する。

[0078] リフロー装置が加熱を停止した後、溶融したSnと第2金属粒子107との反応は終了する。これにより、図2に示す封止部材191と同様に、封止部材192が得られる。リフロー装置が加熱を停止した後、封止部材192は常温まで自然冷却していく。

[0079] なお、封止部材192における第1金属箔116の一部は、図2に示す封止部材191と同様に、反応せずに残留する。過剰なSnは、図2に示す封止部材191と同様に、金属間化合物相119の外周に流動し、金属間化合物相119を覆う。即ち、過剰なSnは、パイプ筐体90をより確実に封止する。

[0080] 以上の製造方法によって、ヒートパイプ100が得られる。以上の製造方法で実際にヒートパイプ100を製造した結果、次のような多孔質ウィック30及び封止部材191、192が得られた。多孔質ウィック30の気孔率は60%である（図9参照）。多孔質ウィック30の気孔径は $1\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下である。多孔質ウィック30の熱伝導率は例えば、 $21\sim 23\text{ (W/m}\cdot\text{K)}$ である。一方、封止部材191、192の気孔率は2%以下である（図10参照）。なお、本実施形態において気孔率は、単位体積（ cm^3 ）あたりに占める気孔の体積で表している。

[0081] 以上の製造方法において、第2金属は、第1金属と反応して金属間化合物

を生成する材料である。第2金属は、CuNi合金である。第1金属は、Snである。Snの融点は、231.9℃である。

[0082] 以上の製造方法では、第1金属の融点以上の温度で加熱することによって溶融した第1金属と第2金属とが反応し、第1金属と第2金属とからなる金属間化合物が生成される。この反応で生成された金属間化合物相109が多孔質ウィック30を構成する。同様に、この反応で生成された金属間化合物相119が封止部材191、192を構成する。

[0083] そのため、ヒートパイプ100の製造方法は、前述の焼結温度より極めて低い温度で、多孔質ウィック30をパイプ筐体90の内部に形成することができる。同様に、ヒートパイプ100の製造方法は、前述の焼結温度より極めて低い温度で、封止部材191、192をパイプ筐体90の両端部91、92に形成することができる。

[0084] 従って、ヒートパイプ100の製造方法は、パイプ筐体90が劣化することを抑制できる。

[0085] また、金属間化合物相109は、高い融点（例えば400℃以上）を有する。そのため、以上の製造方法で作成された多孔質ウィック30は、高い耐熱性を有する。また、金属間化合物相119は、高い融点（例えば400℃以上）を有する。そのため、以上の製造方法で作成された封止部材191、192は、高い耐熱性を有する。

[0086] 特に、金属間化合物が、第1金属よりも高い融点を有することで、ヒートパイプ100をさらにリフローなどの加熱により他の装置、部品、基板などに実装する際にも、多孔質ウィック30及び封止部材191、192の構造は損なわれず、ヒートパイプ100の機能を維持できる。

[0087] また、封止部材191、192の金属間化合物相119は前述したように、気孔率が極めて小さい緻密な構造を有する（図10参照）。よって、ヒートパイプ100は、パイプ筐体90の内部に封入した作動液の漏洩を確実に防ぐことができる。また、封止部材191、192は、耐衝撃性にも優れる。

- [0088] また、ヒートパイプ100の製造方法は、パイプ筐体90の内面が湾曲していても、金属ペースト105を均一の厚みにパイプ筐体90の内面に塗布するだけで、均一の厚みを持つ多孔質ウィック30をパイプ筐体90の内面に得ることができる。
- [0089] また、ヒートパイプ100の製造方法は、前述したように気孔率の高い多孔質ウィック30をパイプ筐体90の内部に形成することができる（図9参照）。そのため、ヒートパイプ100は、高い液浸透性および高い毛細管力を有することができる。即ちヒートパイプ100は、高い熱伝導度を有することができる。
- [0090] なお、ヒートパイプ100の製造方法は、金属ペースト105や金属シート155に使用する材料、各材料の含有量または加熱温度等を調整することで、多孔質ウィック30や封止部材191、192の気孔率を1%以上80%以下の範囲で設定することができる。
- [0091] ここで、ヒートパイプ100の製造方法は、多孔質ウィック30の気孔率を20%以上に設定した場合、ヒートパイプ100の放熱特性を向上させることができる。特に、ヒートパイプ100の製造方法は、多孔質ウィック30の気孔率を45%以上に設定することができ、焼結体で実現できない気孔率を実現できる。
- [0092] また、ヒートパイプ100の製造方法は、金属ペースト105や金属シート155に使用する材料、含有量または加熱温度等を調整することで、多孔質ウィック30の気孔径を1 μ m以上100 μ m以下の範囲で設定することができる。ここで、多孔質ウィック30の気孔径は、毛細管現象による輸送性の観点から小さい方が好ましい。例えば、ヒートパイプ100の製造方法は、パイプ筐体90の長さ、傾き又は作動液の比重などの条件に応じて、多孔質ウィック30の気孔径を、5 μ m以上40 μ m以下の範囲や、10 μ m以上30 μ m以下の範囲で設定することができる。
- [0093] 以下、本発明の第2実施形態に係るヒートパイプ200について説明する。

[0094] 図11は、本発明の第2実施形態に係るヒートパイプ200の中央部を示す断面図である。ヒートパイプ200がヒートパイプ100と相違する点は、パイプ筐体290及び多孔質ウィック230の形状である。パイプ筐体90は円筒形状であるのに対してパイプ筐体290は角筒形状である。多孔質ウィック30は円筒形状であるのに対して多孔質ウィック230は直方体形状である。

[0095] 多孔質ウィック230は図1、図2に示す多孔質ウィック30と同様に、パイプ筐体290の長手方向へ伸び、パイプ筐体290における加熱部91と冷却部92との間を繋ぐ。そして、パイプ筐体290及び多孔質ウィック230は、パイプ筐体290の長手方向へ伸びる空洞295を形成する。その他の構成については同じであるため説明を省略する。

[0096] 次に、ヒートパイプ200の製造方法について説明する。

[0097] 図12は、図11に示すヒートパイプ200の製造方法で行われる塗布工程の様子を示す断面図である。ヒートパイプ200の製造方法がヒートパイプ100の製造方法と相違する点は、図4に示すS1の工程である。その他の工程については同じであるため説明を省略する。

[0098] ヒートパイプ200の製造方法では、金属ペースト105の代わりに圧粉体205を使用する。圧粉体205は、第1金属粒子106と第2金属粒子107と有機成分218とを含む。有機成分218の粘性は、有機成分108の粘性より高い。なお、その他の構成は有機成分108と同じであるため、有機成分218の説明は省略する。

[0099] そして、図12に示すように、圧粉体205をパイプ筐体290の短手方向の中央部に設ける。

[0100] その後、S2～S6の工程を経ると、多孔質ウィック230をパイプ筐体290の短手方向の中央部に備えるヒートパイプ200が得られる。ヒートパイプ200ではヒートパイプ100と同様に、第1金属の融点以上の温度で加熱することによって、溶融した第1金属と第2金属とが反応し、第1金属と第2金属とからなる金属間化合物が生成される。この反応で生成された

金属間化合物相 109 が多孔質ウィック 230 を構成する。

[0101] そのため、ヒートパイプ 200 は、前述の焼結温度より極めて低い温度で、多孔質ウィック 230 をパイプ筐体 290 の内部に得ることができる。

[0102] 従って、ヒートパイプ 200 とヒートパイプ 200 を備える放熱部品とは、ヒートパイプ 100 と同様の効果を奏する。同様に、ヒートパイプ 200 の製造方法は、ヒートパイプ 100 の製造方法と同様の効果を奏する。

[0103] 以下、本発明の第 3 実施形態に係るヒートパイプ 300 について説明する。

[0104] 図 13 は、本発明の第 3 実施形態に係るヒートパイプ 300 の外観を示す斜視図である。なお、図 13 は、説明簡略化のため、封止部材 191、192 の図示を省略している。

[0105] ヒートパイプ 300 がヒートパイプ 100 と相違する点は、パイプ筐体 390 及び多孔質ウィック 330 の形状である。パイプ筐体 390 及び多孔質ウィック 330 のそれぞれの断面は、螺旋状である。そして、パイプ筐体 390 及び多孔質ウィック 330 のそれぞれは、パイプ筐体 390 の長手方向に、略同じ断面形状のまま伸びている。

[0106] 多孔質ウィック 330 は図 1、図 2 に示す多孔質ウィック 30 と同様に、パイプ筐体 390 における加熱部 391 と冷却部 392 との間を繋ぐ。そして、パイプ筐体 390 及び多孔質ウィック 330 は、パイプ筐体 390 の長手方向へ伸びる空洞 395 を形成する。その他の構成についてはヒートパイプ 100 と同じであるため説明を省略する。

[0107] 次に、ヒートパイプ 300 の製造方法について説明する。

[0108] 図 14 は、図 13 に示すヒートパイプ 300 の製造方法を示すフローチャートである。図 15 は、図 14 に示す塗布工程の様子を示す断面図である。図 16 は、図 14 に示す巻き工程の様子を示す断面図である。

[0109] ヒートパイプ 300 の製造方法がヒートパイプ 100 の製造方法と相違する点は、図 4 に示す S1 を S31～S33 に置き替えた点である。その他の工程については同じであるため説明を省略する。

- [0110] ヒートパイプ300の製造方法では、芯材396及び箔380を用意する。箔380の材料は例えば銅である。
- [0111] そして、図15に示すように、金属ペースト105を、箔380の表面に塗布する（図14：S31）。
- [0112] 次に、図16に示すように、箔380の金属ペースト105が設けられた側の面が内側になるように、芯材396を軸にして箔380を巻く（図14：S32）。これにより、螺旋状の断面を有する金属ペースト105及びパイプ筐体390が得られる。
- [0113] 次に、金属シート155をパイプ筐体390の第1端部391に貼付する（S2：貼付工程）。
- [0114] 次に、パイプ筐体390を、例えばリフロー装置を用いて加熱する（S3：加熱工程）。これにより、溶融したSnと第2金属粒子107との反応によって金属間化合物相109が生成され、螺旋状の断面を有する多孔質ウィック330が得られる。
- [0115] 次に、S2、S3の工程を経た後、芯材396を多孔質ウィック330及びパイプ筐体390から抜く（図14：S33）。これにより、芯材396が存在していた領域が空洞395になる。
- [0116] その後、S4～S6の工程を経ると、ヒートパイプ300が得られる。ヒートパイプ300ではヒートパイプ100と同様に、第1金属の融点以上の温度で加熱することによって、溶融した第1金属と第2金属とが反応し、第1金属と第2金属とからなる金属間化合物が生成される。この反応で生成された金属間化合物相109が多孔質ウィック330を構成する。
- [0117] そのため、ヒートパイプ300は、前述の焼結温度より極めて低い温度で、多孔質ウィック330をパイプ筐体390の内部に得ることができる。
- [0118] 従って、ヒートパイプ300とヒートパイプ300を備える放熱部品とは、ヒートパイプ100と同様の効果を奏する。同様に、ヒートパイプ300の製造方法は、ヒートパイプ100の製造方法と同様の効果を奏する。
- [0119] 以下、本発明の第4実施形態に係るヒートパイプ400について説明する

。

[0120] 図17は、本発明の第4実施形態に係るヒートパイプ400の中央部を示す断面図である。ヒートパイプ400は、図11に示すヒートパイプ200の多孔質ウィック230を積層体430に置き替えたものである。積層体430は、箔491、多孔質ウィック431、箔492、多孔質ウィック432、及び箔493が積層されたものである。パイプ筐体290及び積層体430は、パイプ筐体290の長手方向へ伸びる空洞495を形成する。その他の構成については同じであるため説明を省略する。

[0121] 次に、ヒートパイプ400の製造方法について説明する。

[0122] 図18は、図17に示すヒートパイプ400の製造方法を示すフローチャートである。図19は、図18に示すヒートパイプ400の製造方法で用意される複数の箔491、492、493の外観および塗布工程の様子を示す斜視図である。図20は、図18に示す積層工程の様子を示す断面図である。図21は、図18に示す挿入工程の様子を示す断面図である。

[0123] ヒートパイプ400の製造方法は図18に示すように、図4に示すS1を、S41～S43に置き替えたものである。その他の工程については同じであるため説明を省略する。

[0124] ヒートパイプ400の製造方法では、図19に示すように、箔491、箔492、及び箔493を用意する。箔491は複数の開口部440を有する。箔493は複数の開口部440を有する。箔491、箔492、及び箔493の材料は例えば銅である。

[0125] そして、図19に示すように、金属ペースト105を、箔491の複数の開口部440と箔492の両面と箔493の複数の開口部440とに塗布する（図18：S41）。

[0126] 次に、図20に示すように、箔491、箔492、及び箔493を積層する（図18：S42）。

[0127] 次に、図21に示すように、箔491、箔492、及び箔493の積層体をパイプ筐体290の内部に挿入する（図18：S43）。

- [0128] 次に、金属シート155をパイプ筐体290の端部に貼付する（S2：貼付工程）。
- [0129] 次に、パイプ筐体290を、例えばリフロー装置を用いて加熱する（S3：加熱工程）。これにより、熔融したSnと第2金属粒子107との反応によって金属間化合物相109が生成され、多孔質ウィック431及び多孔質ウィック432が得られる。
- [0130] その後、S4～S6の工程を経ると、ヒートパイプ400が得られる。ヒートパイプ400ではヒートパイプ100と同様に、第1金属の融点以上の温度で加熱することによって、熔融した第1金属と第2金属とが反応し、第1金属と第2金属とからなる金属間化合物が生成される。この反応で生成された金属間化合物相109が多孔質ウィック431、432を構成する。
- [0131] そのため、ヒートパイプ400は、前述の焼結温度より極めて低い温度で、多孔質ウィック431、432をパイプ筐体290の内部に得ることができる。
- [0132] 従って、ヒートパイプ400とヒートパイプ400を備える放熱部品とは、ヒートパイプ100と同様の効果を奏する。同様に、ヒートパイプ400の製造方法は、ヒートパイプ100の製造方法と同様の効果を奏する。
- [0133] なお、ヒートパイプ400の製造方法は、3枚の箔491～493を使用しているが、これに限るものではない。実施の際、例えば3枚の金属板を使用してもよい。また、積層する箔や金属板などの枚数は3枚に限られず、2枚以上の複数であればよい。
- [0134] 以下、本発明の第5実施形態に係るヒートパイプ500について説明する。
- [0135] 図22は、本発明の第5実施形態に係るヒートパイプ500の中央部を示す断面図である。ヒートパイプ500は、図11に示すヒートパイプ200の多孔質ウィック230を多孔質ウィック531、532に置き替えたものである。パイプ筐体290及び多孔質ウィック531、532は、パイプ筐体290の長手方向へ伸びる空洞595を形成する。その他の構成について

は同じであるため説明を省略する。

[0136] 次に、ヒートパイプ500の製造方法について説明する。

[0137] 図23は、図22に示すヒートパイプ500の製造方法を示すフローチャートである。図24は、図23に示すヒートパイプ500の製造方法で用意される複数の箔591、592、593、594の外観および塗布工程の様子を示す斜視図である。図25は、図23に示す積層工程の様子を示す断面図である。

[0138] ヒートパイプ500の製造方法では、図22に示す構造を得るため、図24に示すように、箔591、箔592、箔593、及び箔594を用意する。箔592は開口部540を有する。箔593は開口部540を有する。箔591、箔592、箔593、及び箔594の材料は例えば銅である。

[0139] そして、図24に示すように、金属ペースト105を、箔594に対向する箔591の面と箔591に対向する箔594の面とに塗布する（図23：S51）。

[0140] 次に、図25に示すように、箔591、箔592、箔593、及び箔594を積層する（図23：S52）。

[0141] 次に、箔591、箔592、箔593、及び箔594の積層体を、例えばリフロー装置を用いて加熱する（図23：S53）。これにより、熔融したSnと第2金属粒子107との反応によって金属間化合物相109が生成され、図22に示すような多孔質ウィック531、532及びパイプ筐体290が得られる。リフロー装置が加熱を停止した後、多孔質ウィック531、532及びパイプ筐体290は常温まで自然冷却していく。

[0142] 次に、作動液をパイプ筐体290の内部に充填する（S4：充填工程）。

[0143] 次に、パイプ筐体290の第2端部292を封止するため、図25に示す積層体590をパイプ筐体290の第2端部292に接合する（S54：接合工程）。積層体590は、4枚の箔が積層した積層体である。この接合は例えば、パイプ筐体290の第2端部292の接合面と積層体590の接合面とを活性化した後に加熱することによって、実施される。

- [0144] 以上の製造方法によってヒートパイプ500が得られる。ヒートパイプ500ではヒートパイプ100と同様に、第1金属の融点以上の温度で加熱することによって、溶融した第1金属と第2金属とが反応し、第1金属と第2金属とからなる金属間化合物が生成される。この反応で生成された金属間化合物相109が多孔質ウィック531、532を構成する。
- [0145] そのため、ヒートパイプ500は、前述の焼結温度より極めて低い温度で、多孔質ウィック531、532をパイプ筐体290の内部に得ることができる。
- [0146] 従って、ヒートパイプ500とヒートパイプ500を備える放熱部品とは、ヒートパイプ100と同様の効果を奏する。同様に、ヒートパイプ500の製造方法は、ヒートパイプ100の製造方法と同様の効果を奏する。
- [0147] なお、ヒートパイプ500の製造方法は、4枚の箔591～594を使用しているが、これに限るものではない。実施の際、例えば4枚の金属板を使用してもよい。また、積層する箔や金属板などの枚数は4枚に限られず、2枚以上の複数であればよい。
- [0148] 以下、本発明の第6実施形態に係るヒートパイプ600について説明する。
- [0149] 図26は、本発明の第6実施形態に係るヒートパイプ600の外観を示す斜視図である。図27は、図26に示すヒートパイプ600の第1端部91を示す断面図である。ヒートパイプ600がヒートパイプ100と異なる点は、封止部材691、692である。その他の構成については同じであるため、説明を省略する。
- [0150] パイプ筐体90の両端部91、92は、封止部材691、692によって封止されている。封止部材691は、第2金属箔616と第1金属箔116と金属間化合物相119とによって構成されている。
- [0151] なお、ヒートパイプ600に関して、第2端部92の構成は第1端部91の構成と同じであり、封止部材692の構成は封止部材691の構成と同じである。そのため、パイプ筐体90の第2端部92及び封止部材692の説

明を省略する。

[0152] 次に、ヒートパイプ600の製造方法について説明する。

[0153] 図28は、図26に示すヒートパイプ600の製造方法における貼付工程の様子を示す断面図である。ヒートパイプ600の製造方法がヒートパイプ100の製造方法と相違する点は、図4に示すS2、S5の貼付工程において図6(B)に示す金属シート155の代わりに、金属シート655及び塗膜115を用いる点である。金属シート655は、図28に示すように、第2金属箔616と第1金属箔116とを有するシートである。その他の点については同じであるため説明を省略する。

[0154] ヒートパイプ600の製造方法では、図28に示すように塗膜115をパイプ筐体90の第1端部91に塗布した後、金属シート655をパイプ筐体90の第1端部91に貼付する(図4:S2)。塗膜115は前述したように、第2金属粒子107が有機成分118中に均一に分散した膜である。

[0155] 次に、パイプ筐体90の第1端部91を、例えばリフロー装置を用いて加熱する(図4:S3)。これにより、溶融したSnと第2金属粒子107との反応によって金属間化合物相119が生成され、図26、図27に示すような封止部材691が第1端部91に得られる。

[0156] 同様に、塗膜115をパイプ筐体90の第2端部92に塗布した後、金属シート655をパイプ筐体90の第2端部92に貼付する(図4:S5)。

[0157] 次に、パイプ筐体90の第2端部92を、例えばリフロー装置を用いて加熱する(図4:S3)。これにより、溶融したSnと第2金属粒子107との反応によって金属間化合物相119が生成され、図26に示すような封止部材692が第2端部92に得られる。

[0158] 以上の製造方法によってヒートパイプ600が得られる。ヒートパイプ600ではヒートパイプ100と同様に、第1金属の融点以上の温度で加熱することによって、溶融した第1金属と第2金属とが反応し、第1金属と第2金属とからなる金属間化合物が生成される。この反応で生成された金属間化合物相119が封止部材691、692を構成する。

[0159] そのため、ヒートパイプ600は、前述の焼結温度より極めて低い温度で、封止部材691、692をパイプ筐体90の両端部91、92に得ることができる。また、封止部材691、692の金属間化合物相119は、気孔率が極めて小さい緻密な構造を有する（図10参照）。よって、ヒートパイプ600は、パイプ筐体90の内部に封入した作動液の漏洩を確実に防ぐことができる。また、封止部材691、692は、耐衝撃性にも優れる。

[0160] 従って、ヒートパイプ600とヒートパイプ600を備える放熱部品とは、ヒートパイプ100と同様の効果を奏する。同様に、ヒートパイプ600の製造方法は、ヒートパイプ100の製造方法と同様の効果を奏する。

[0161] 以下、本発明の第7実施形態に係るヒートパイプ700について説明する。

[0162] 図29は、本発明の第7実施形態に係るヒートパイプ700の中央部を示す断面図である。ヒートパイプ700がヒートパイプ100と相違する点は、多孔質ウィック730の気孔率が多孔質ウィック30の気孔率より高い点である。多孔質ウィック730は、孔780を有する。多孔質ウィック730は、第1金属で構成される第1金属粒子106と、上述してきた第2金属で構成される第2金属粒子107と、第3金属で構成される第3金属粒子727と、金属間化合物で構成される金属間化合物粒子709とによって構成されている。多孔質ウィック730では、複数の金属間化合物粒子709が各第3金属粒子727を接合している。

[0163] 多孔質ウィック730は図1、図2に示す多孔質ウィック30と同様に、パイプ筐体90の長手方向へ伸び、パイプ筐体90における加熱部91と冷却部92との間を繋ぐ。そして、パイプ筐体90及び多孔質ウィック730は、パイプ筐体90の長手方向へ伸びる空洞95を形成する。その他の構成については同じであるため説明を省略する。

[0164] 次に、ヒートパイプ700の製造方法について説明する。

[0165] 図30は、図29に示すヒートパイプ700の製造方法で行われる塗布工程の様子を示す断面図である。ヒートパイプ700の製造方法がヒートパイ

プ１００の製造方法と相違する点は、図４に示すＳ１の工程である。その他の工程については同じであるため説明を省略する。

[0166] ヒートパイプ７００の製造方法では、金属ペースト１０５の代わりに金属ペースト７０５を使用する。そして、図３０に示すように、金属ペースト７０５をパイプ筐体９０の短手方向の中央部に設ける。

[0167] 金属ペースト７０５は、第１金属粒子１０６と、第２金属粒子１０７と、有機成分１０８と、に加え、第３金属粒子７２７を含んでいる。第３金属は、例えばＣｕである。

[0168] ここで、第３金属粒子７２７は、以下の条件を満たすものである。

[0169] ・第３金属の融点が第１金属の融点より高い。

[0170] ・第３金属粒子７２７の径の大きさが第２金属粒子１０７の径の大きさより大きい。

[0171] ・第３金属は、第１金属と化学反応する。

[0172] ・第３金属粒子７２７の表面に金属間化合物が生成される。

[0173] ・第３金属粒子７２７と第１金属粒子１０６とが反応して金属間化合物を生成する際の反応速度は、第２金属粒子１０７と第１金属粒子１０６とが反応して金属間化合物を生成する際の反応速度より遅い。

[0174] ・第３金属粒子７２７は、水などの作動液に不溶である。

[0175] なお、第３金属粒子７２７の径の大きさを第２金属粒子１０７の径の大きさより大きくすることで、第２金属粒子１０７の比表面積が、第３金属粒子７２７より大きくなる。そして、第１金属粒子１０６が比表面積の大きな第２金属粒子１０７と優先的に反応して第２金属粒子１０７と第１金属粒子１０６とからなる金属間化合物が生成しやすくなり、該金属間化合物を介して第３金属粒子７２７同士を結着することが可能になる。また、第３金属粒子７２７を大きくすることで、粒子間の隙間が大きくなるため、加熱後の孔７８０を大きくすることができる。

[0176] 塗布工程が終わった後、Ｓ２～Ｓ６の工程を経ると、多孔質ウィック７３０をパイプ筐体９０の短手方向の中央部に備えるヒートパイプ７００が得ら

れる。ヒートパイプ700ではヒートパイプ100と同様に、第1金属の融点以上の温度で加熱することによって、溶融した第1金属と第2金属とが反応し、第1金属と第2金属とからなる金属間化合物が生成される。この反応で生成された金属間化合物粒子709が多孔質ウィック730を構成する。

[0177] そのため、ヒートパイプ700は、前述の焼結温度より極めて低い温度で、多孔質ウィック730をパイプ筐体90の内部に得ることができる。

[0178] 従って、ヒートパイプ700とヒートパイプ700を備える放熱部品とは、ヒートパイプ100と同様の効果を奏する。同様に、ヒートパイプ700の製造方法は、ヒートパイプ100の製造方法と同様の効果を奏する。

[0179] なお、本実施形態では、第3金属粒子727がCuで構成されているが、これに限るものではない。実施の際、第3金属はCu以外の金属でも良い。例えば、第3金属がNiでも良い。また第2金属がCuNiCoで第3金属がCuNiでも良い。また、図29及び図30では全ての第3金属粒子727が球形で描かれているが、不定形でも良い。

[0180] 《他の実施形態》

なお、上述の実施形態では、パイプ筐体が、円筒形状、角筒形状などである例を示したが、これに限るものではない。パイプ筐体は、断面が多角形状、楕円形状などである筒形状でもよいし、外観形状が円錐形状であるような先細りする筒形状でもよいし、また、開口部の面積と側壁の面積とが同程度である筒形状でもよい。

[0181] また、本実施形態の製造方法において金属ペースト105は、ペーストの形態であるが、これに限るものではない。実施の際、金属組成物は、たとえばパテ状の形態であってもよい。

[0182] また、本実施形態の製造方法において第1金属粒子106の材料は、Sn単体であるが、これに限るものではない。実施の際は、第1金属粒子106の材料は、Sn系合金であってもよい。Sn系合金は例えば、SnAgCu合金、SnAg合金、SnCu合金、SnBi合金、SnSb合金、SnAu合金、SnPb合金、SnZn合金などである。

- [0183] また、本実施形態の製造方法において第2金属粒子107の材料は、CuNi合金であるが、これに限るものではない。実施の際は、第2金属粒子107の材料は、例えばCuMn合金粒子、CuAl合金粒子およびCuCr合金粒子からなる群より選ばれる少なくとも1種の合金であってもよい。Ni、Mn、Al、Crの割合は5～20重量%のCu合金粒子が好ましい。
- [0184] CuMn合金粒子を用いる場合、溶融したSnとCuMn合金粒子との反応により、Cu、MnおよびSnからなる群より選ばれる少なくとも2種を含んだ金属間化合物が生成される。この金属間化合物は例えば、 $(Cu, Mn)_6Sn_5$ 、 $Cu_4Mn_2Sn_5$ 、 Cu_5MnSn_5 、 $(Cu, Mn)_3Sn$ 、 Cu_2MnSn 、 $CuMn_2Sn$ である。
- [0185] また、本実施形態の加熱工程において、熱風加熱しているが、これに限るものではない。実施の際は、例えば遠赤外線加熱や高周波誘導加熱、ホットプレート等を用いてもよい。
- [0186] また、本実施形態の加熱工程において、大気中で熱風加熱しているが、これに限るものではない。実施の際は、例えばN₂、H₂、ギ酸、又は真空中で熱風加熱しても良い。
- [0187] また、本実施形態の加熱工程において、加熱中は加圧していないが、これに限るものではない。実施の際は、例えば加熱中、数MPa程度の加圧を行ってもよい。この場合、緻密な金属間化合物が得られ、接合強度が増大する。
- [0188] 最後に、前記実施形態の説明は、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。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲は、特許請求の範囲と均等の範囲とを含む。

符号の説明

- [0189] 30、730…多孔質ウィック
80、780…孔
90…パイプ筐体

9 1 …第 1 端部（加熱部）

9 2 …第 2 端部（冷却部）

9 3 …中央部

9 5 …空洞

1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0、6 0 0、7 0 0…ヒートパイプ

1 0 5、7 0 5…金属ペースト

1 0 6…第 1 金属粒子

1 0 7…第 2 金属粒子

1 0 8…有機成分

1 0 9…金属間化合物相

1 1 0…金属成分

1 1 5…塗膜

1 1 6…第 1 金属箔

1 1 8…有機成分

1 1 9…金属間化合物相

1 5 5…金属シート

1 9 1、1 9 2…封止部材

2 0 5…圧粉体

2 1 8…有機成分

2 3 0…多孔質ウィック

2 5 0…加熱温度

2 9 0…パイプ筐体

2 9 1…第 1 端部（加熱部）

2 9 2…第 2 端部（冷却部）

2 9 5…空洞

3 3 0…多孔質ウィック

3 8 0…箔

3 9 0…パイプ筐体

3 9 1 …第 1 端部（加熱部）
3 9 2 …第 2 端部（冷却部）
3 9 5 …空洞
3 9 6 …芯材
4 3 0 …積層体
4 3 1、4 3 2 …多孔質ウィック
4 4 0 …開口部
4 9 1、4 9 2、4 9 3 …箔
4 9 5 …空洞
5 3 1 …多孔質ウィック
5 4 0 …開口部
5 9 0 …積層体
5 9 1、5 9 2、5 9 3、5 9 4 …箔
5 9 5 …空洞
6 1 6 …第 2 金属箔
6 5 5 …金属シート
6 9 1、6 9 2 …封止部材
7 0 9 …金属間化合物粒子
7 2 7 …第 3 金属粒子

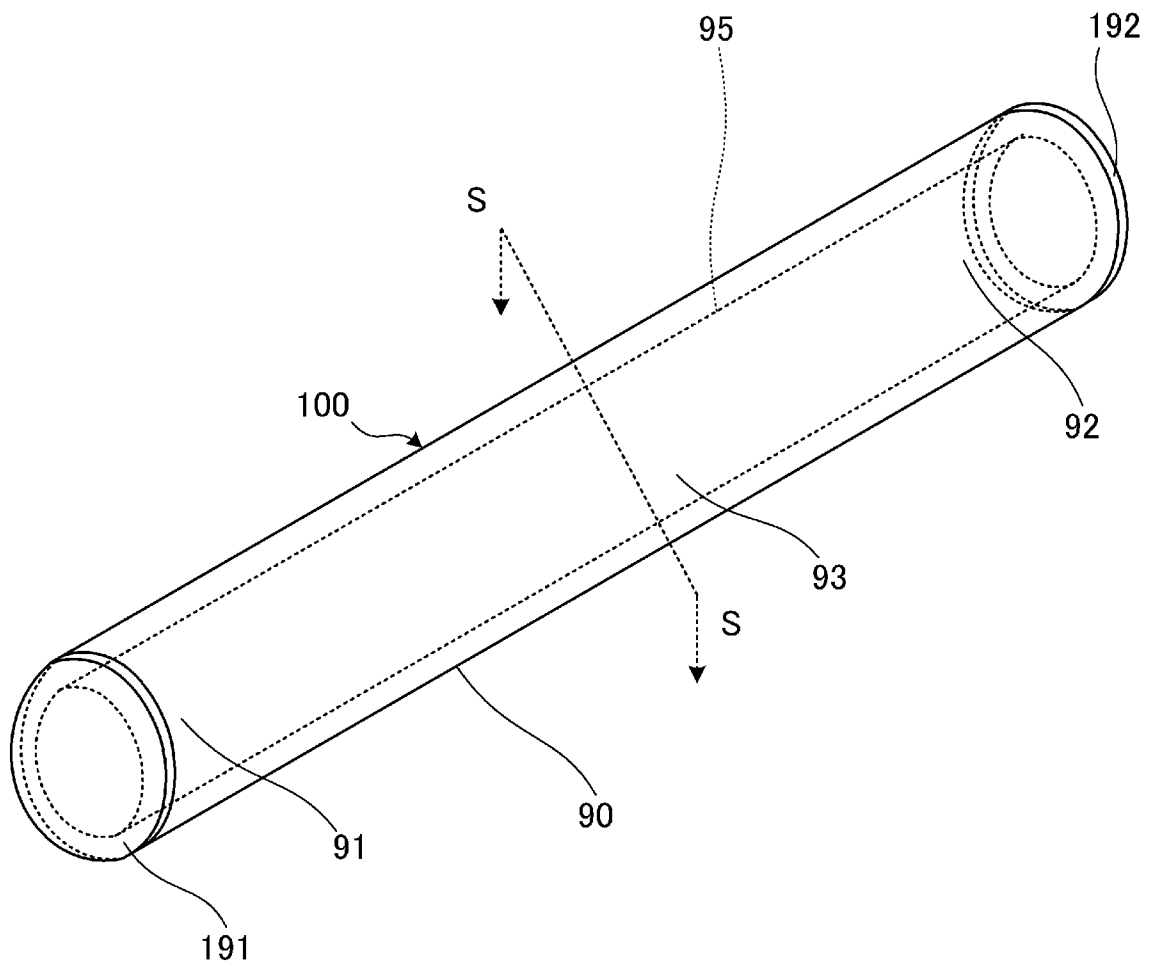
請求の範囲

- [請求項1] 作動液が封入されたパイプ筐体と、
前記パイプ筐体の内部に設けられた多孔質ウィックと、を備え、
前記多孔質ウィックは、少なくとも第1金属と前記第1金属より融点が高い第2金属とを含有する金属間化合物を含む、
ヒートパイプ。
- [請求項2] 前記多孔質ウィックは、前記第1金属、前記第2金属、及び前記金属間化合物を含む材料で構成されている、請求項1に記載のヒートパイプ。
- [請求項3] 前記多孔質ウィックの気孔率は、20%以上である、請求項1又は請求項2に記載のヒートパイプ。
- [請求項4] 作動液が封入されたパイプ筐体と、
前記パイプ筐体の内部に設けられたウィックと、
前記パイプ筐体を封止する封止部材と、を備え、
前記封止部材は、少なくとも第1金属と前記第1金属より融点の高い第2金属とを含有する金属間化合物を含む、
ヒートパイプ。
- [請求項5] 前記封止部材は、前記パイプ筐体の端部を封止する、請求項4に記載のヒートパイプ。
- [請求項6] 前記封止部材は、前記第1金属及び前記金属間化合物を含む材料で構成されている、請求項4又は請求項5に記載のヒートパイプ。
- [請求項7] 前記第1金属は、SnまたはSn系合金からなる群より選ばれる少なくとも1種の金属であり、
前記第2金属は、CuNi合金、CuMn合金、CuAl合金およびCuCr合金からなる群より選ばれる少なくとも1種の合金である、
請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載のヒートパイプ。
- [請求項8] 請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載のヒートパイプを備える放熱部品。

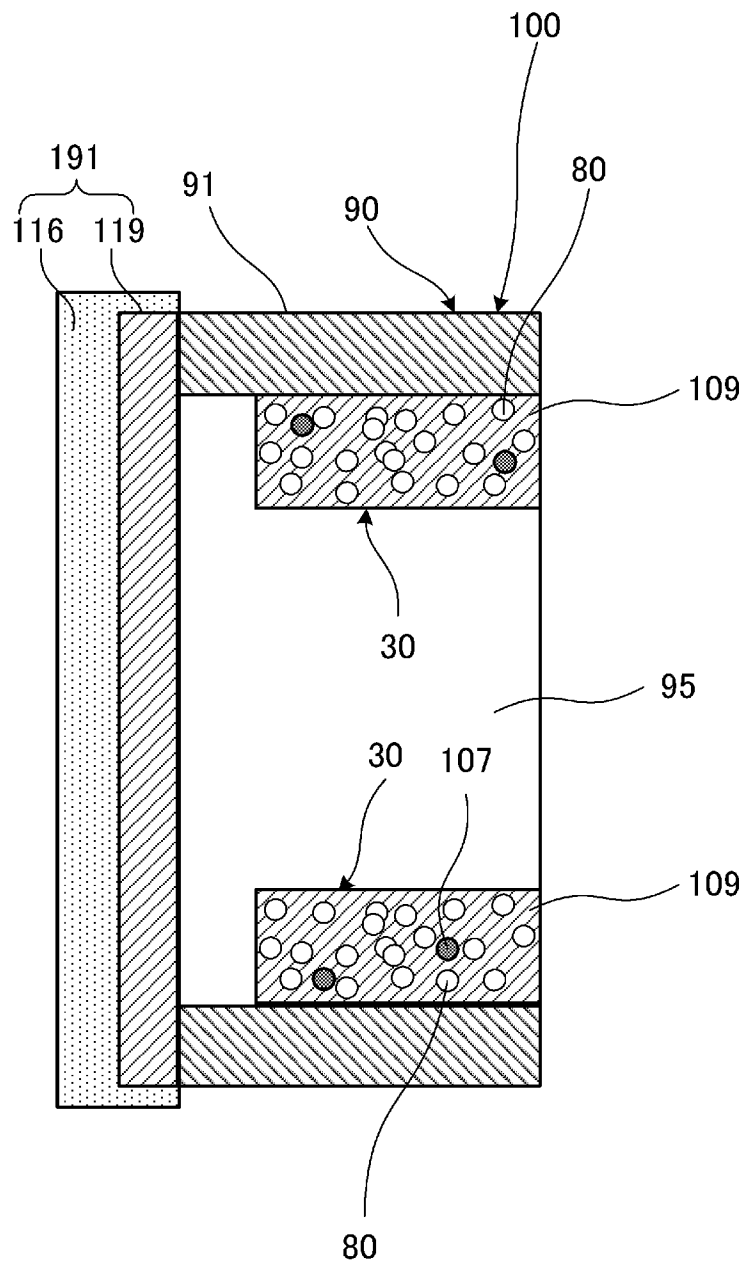
- [請求項9] 第1金属と前記第1金属より融点の高い第2金属とを含む金属組成物を、パイプ筐体の内部に設ける設置工程と、
- 前記金属組成物を加熱し、前記第1金属と前記第2金属とが反応することによって生成された金属間化合物を含む材料で構成される多孔質ウィックを、前記パイプ筐体の前記内部に形成する加熱工程と、を含む、ヒートパイプの製造方法。
- [請求項10] 第1金属と前記第1金属より融点の高い第2金属とを含む金属組成物を、パイプ筐体の端部に設ける設置工程と、
- 前記金属組成物を加熱し、前記第1金属と前記第2金属とが反応することによって生成された金属間化合物を含む材料で構成される封止部材を、前記パイプ筐体の前記端部に形成する加熱工程と、を含む、ヒートパイプの製造方法。
- [請求項11] 前記金属組成物は、ペースト状であり、
- 前記設置工程は、前記金属組成物を前記パイプ筐体の前記内部に塗布する工程である、請求項9に記載のヒートパイプの製造方法。
- [請求項12] 前記金属組成物はフラックスを含む、請求項9乃至請求項11のいずれか1項に記載のヒートパイプの製造方法。
- [請求項13] 前記加熱工程は、前記第1金属の融点以上前記第2金属の融点以下の範囲内の温度まで前記金属組成物を加熱する、請求項10乃至請求項12のいずれか1項に記載のヒートパイプの製造方法。

[図1]

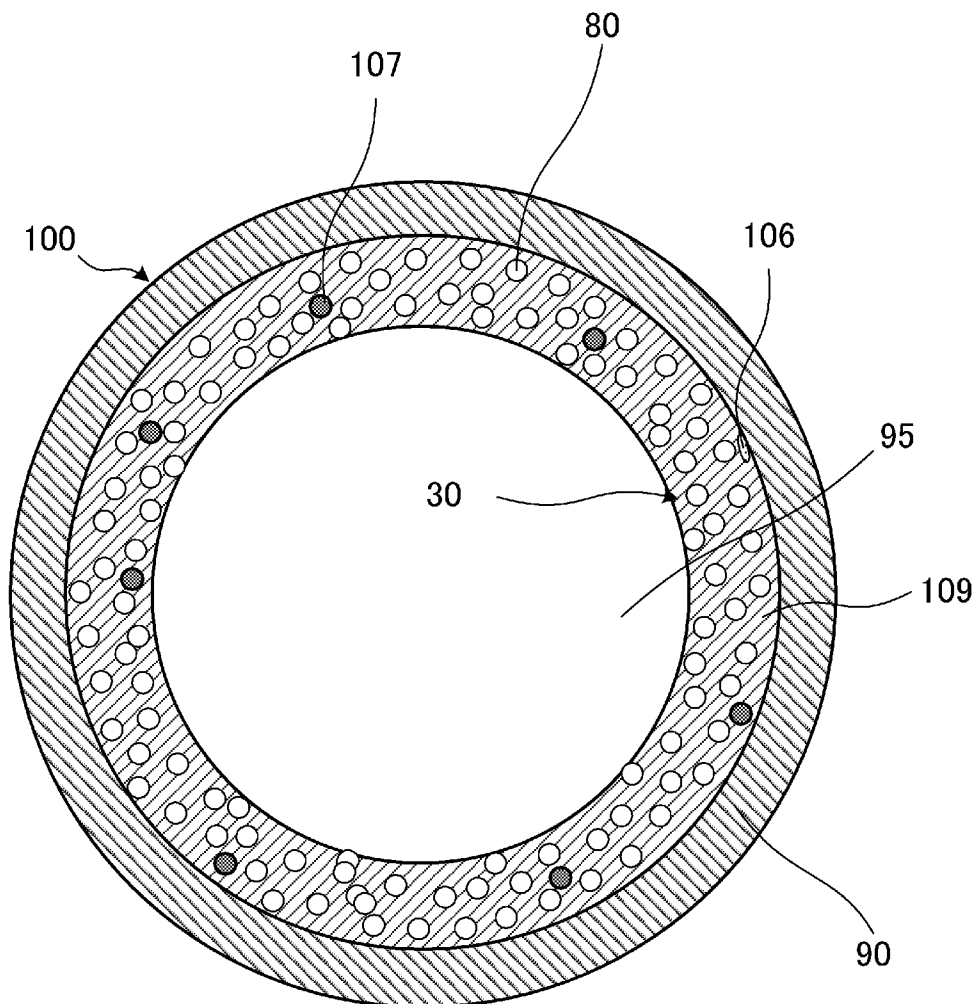
図1



[図2]
図2



[図3]
図3

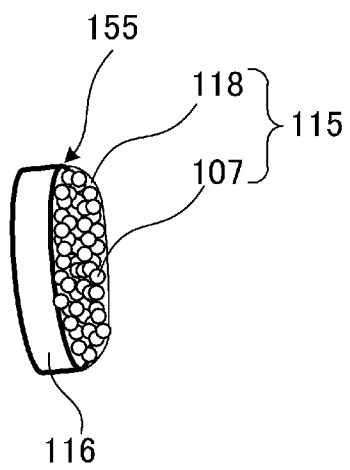
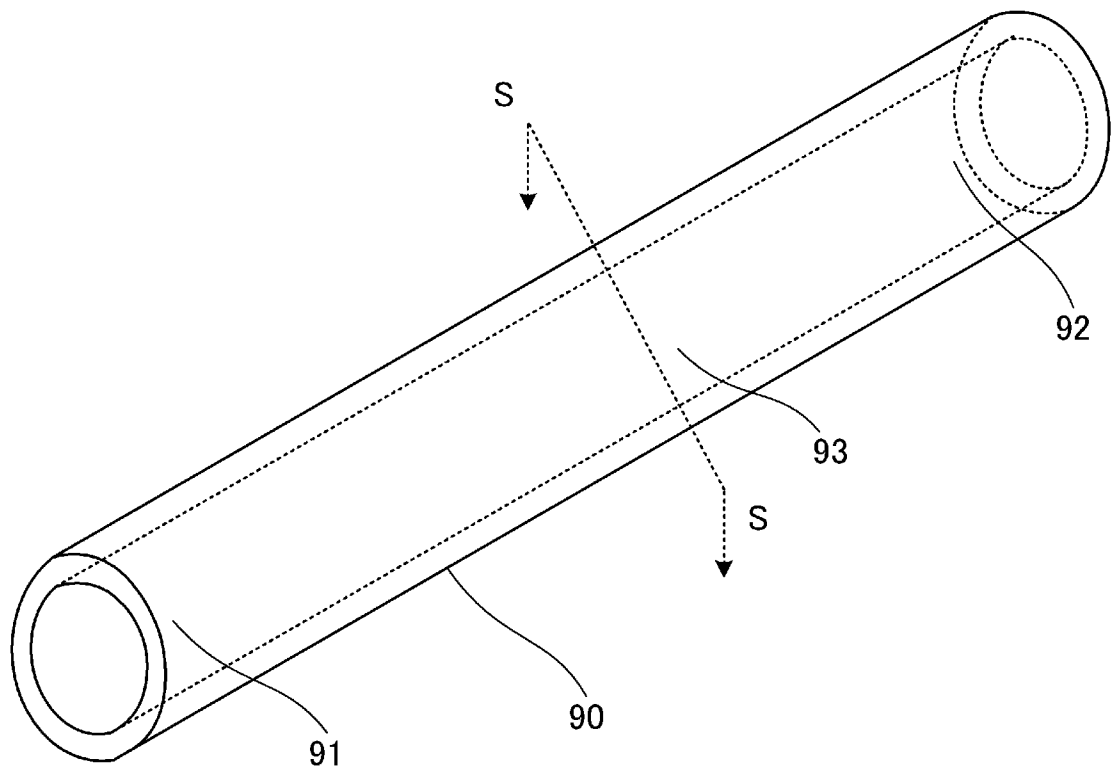


[図4]

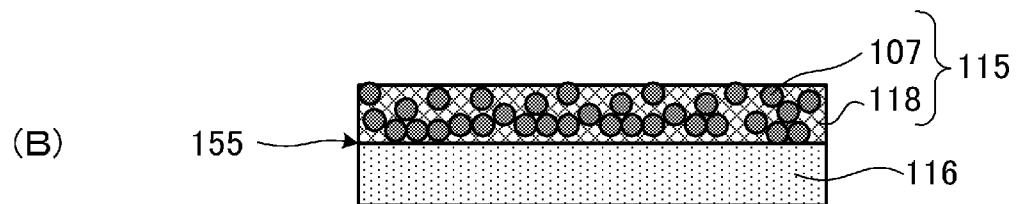
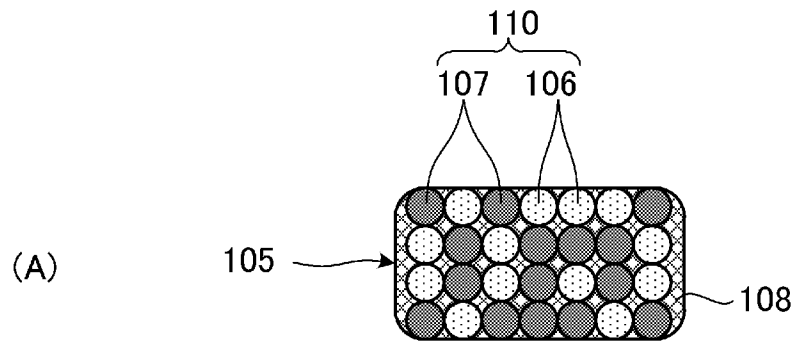
図4



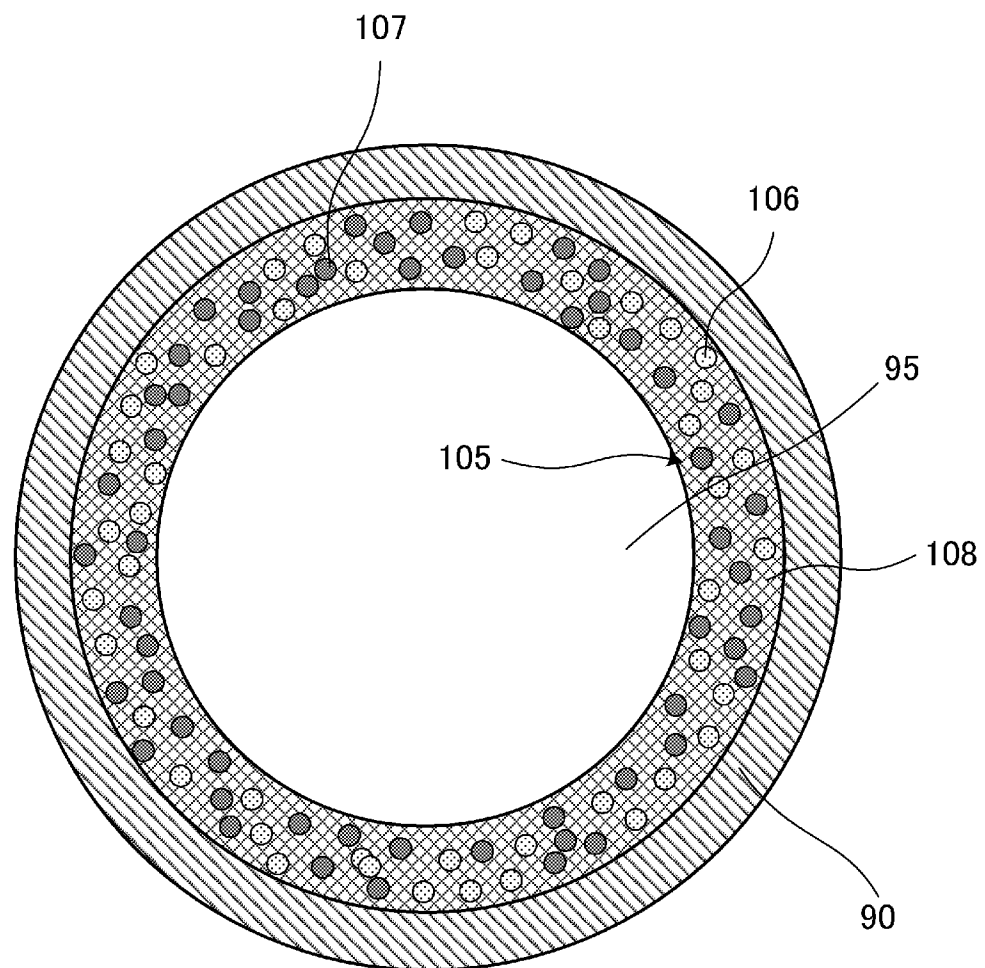
[図5]
図5



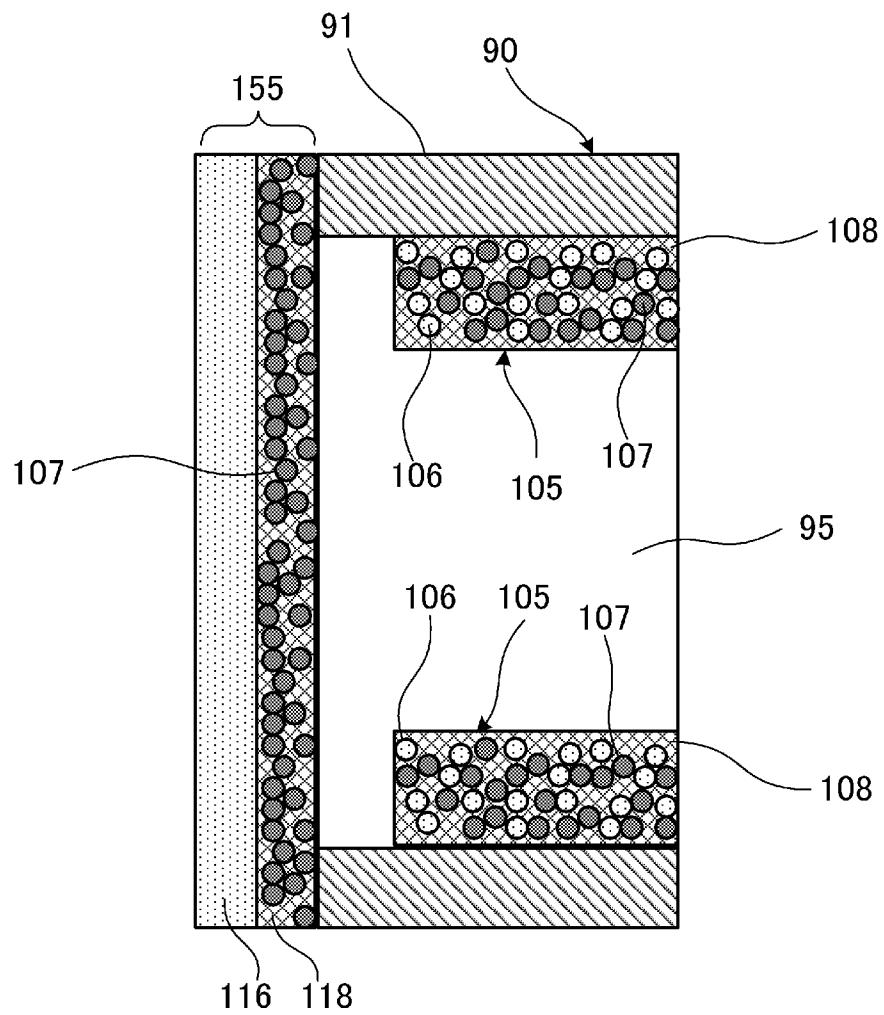
[図6]
図6



[図7]
図7

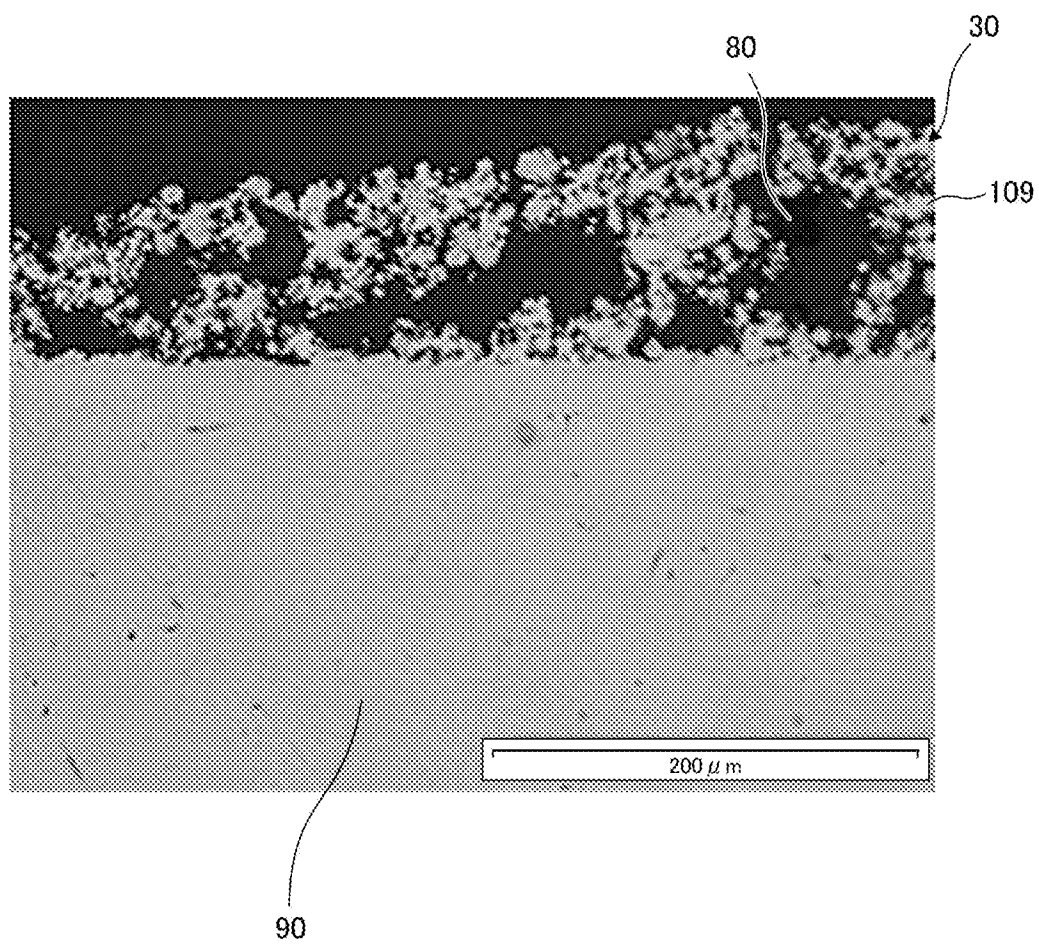


[図8]
図8



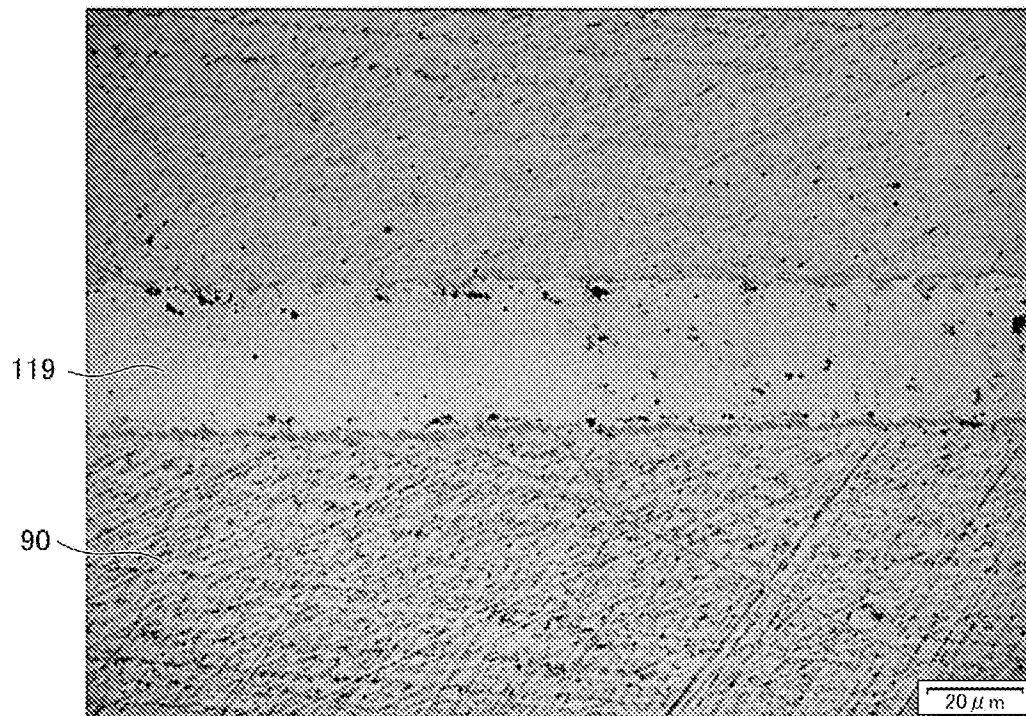
[図9]

図9

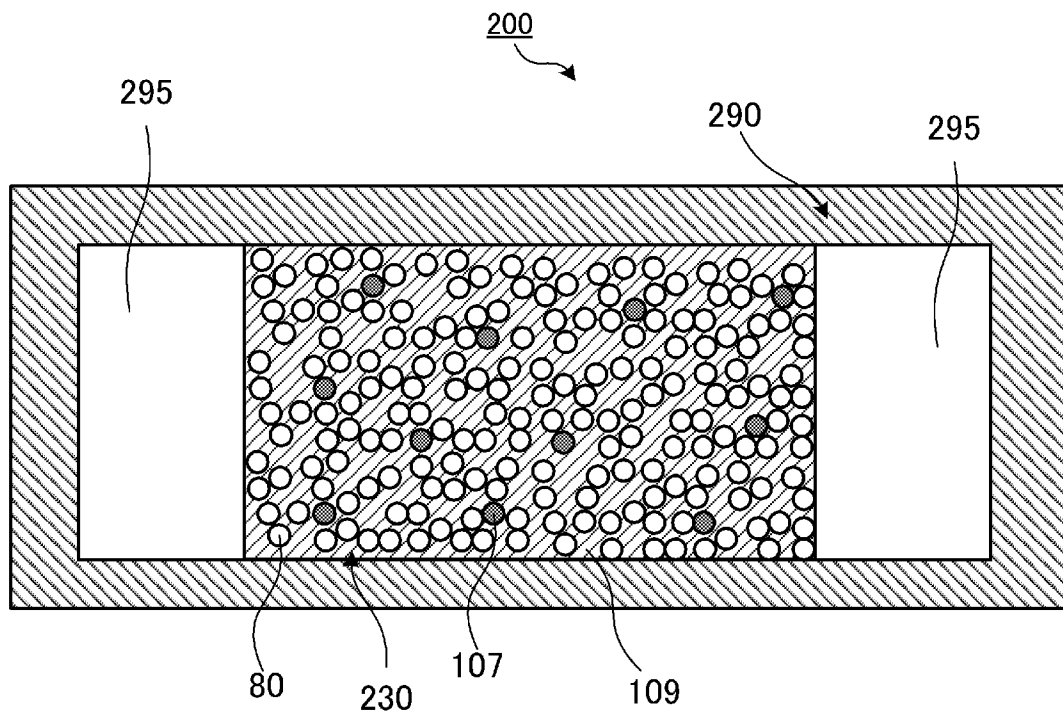


[図10]

図10

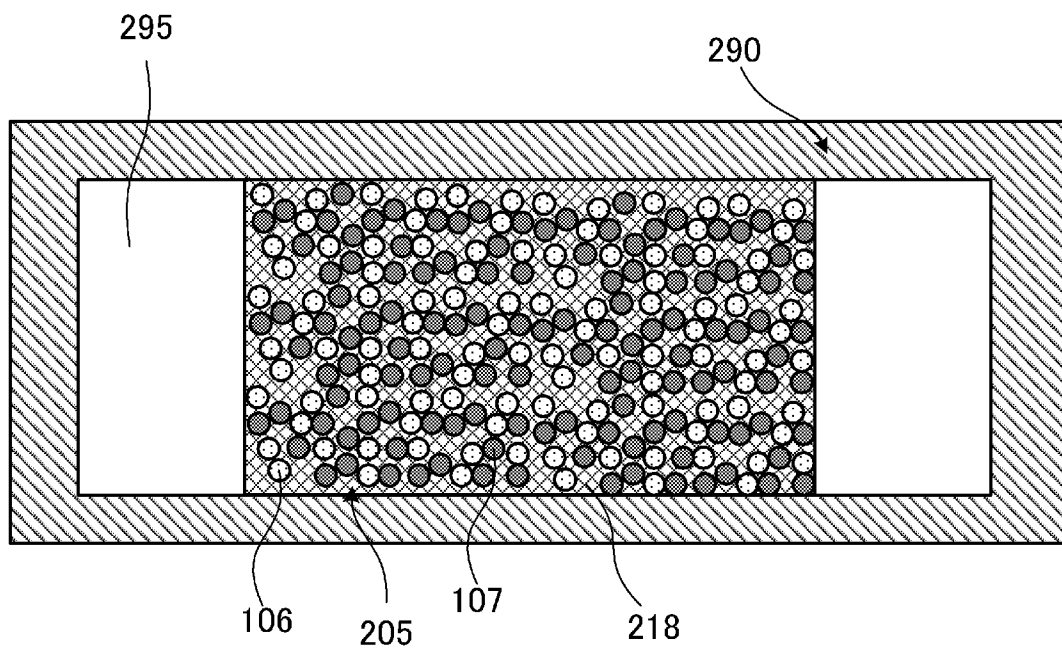


[図11]
図11

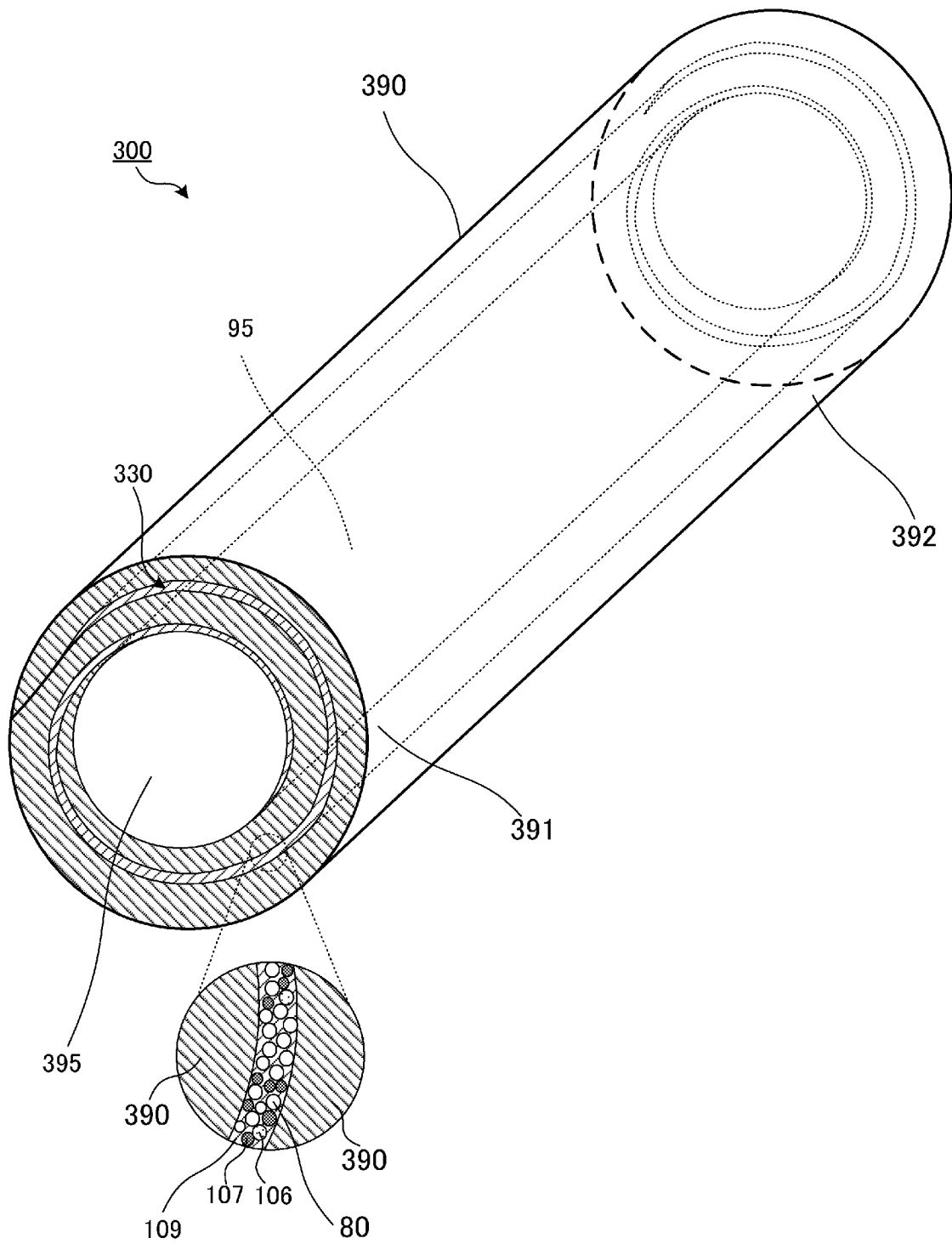


[図12]

図12

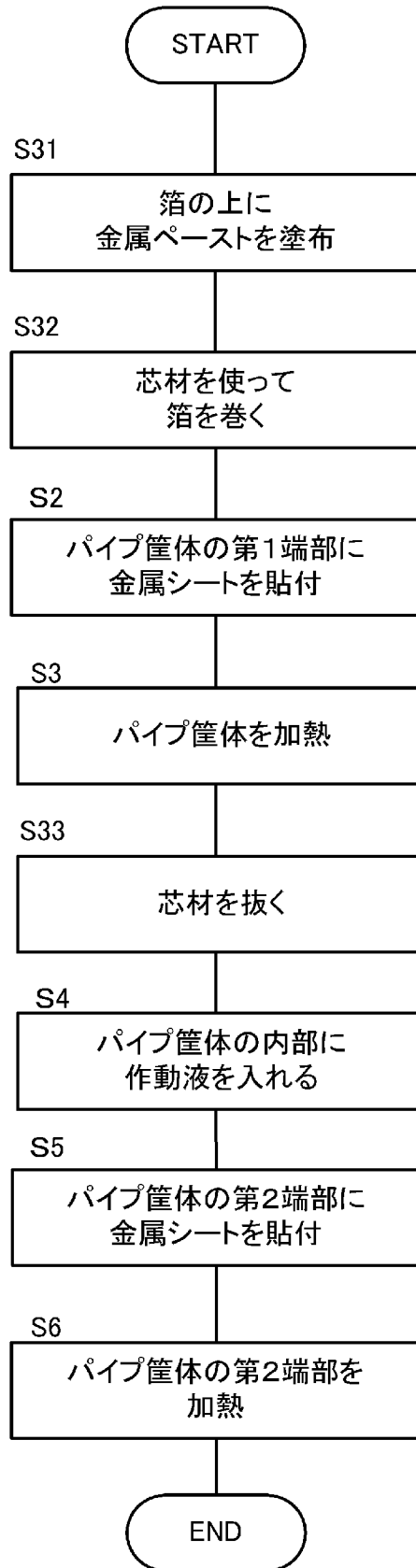


[図13]
図13



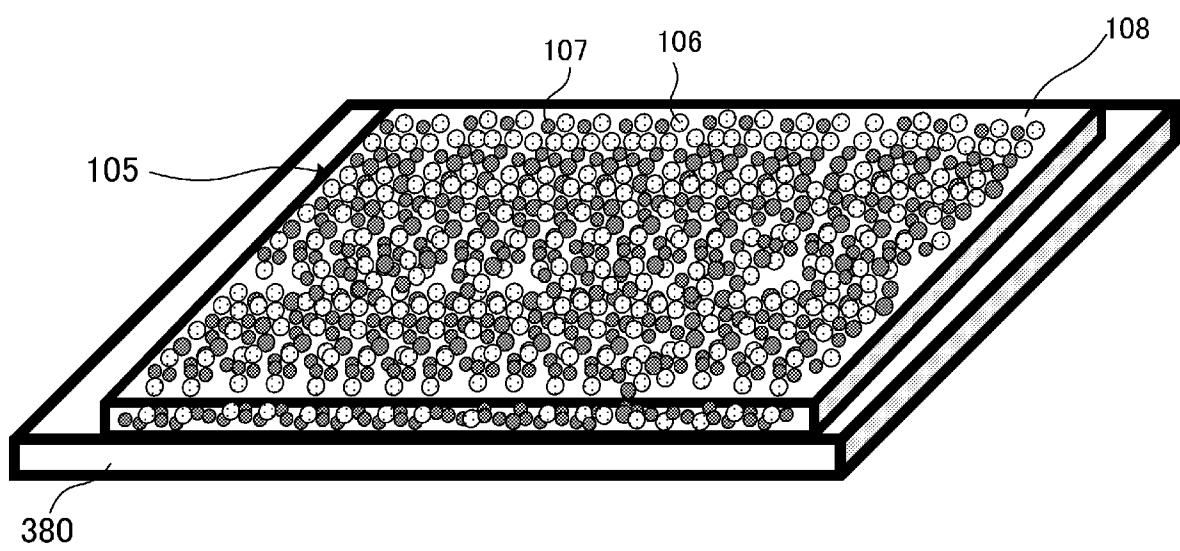
[図14]

図14

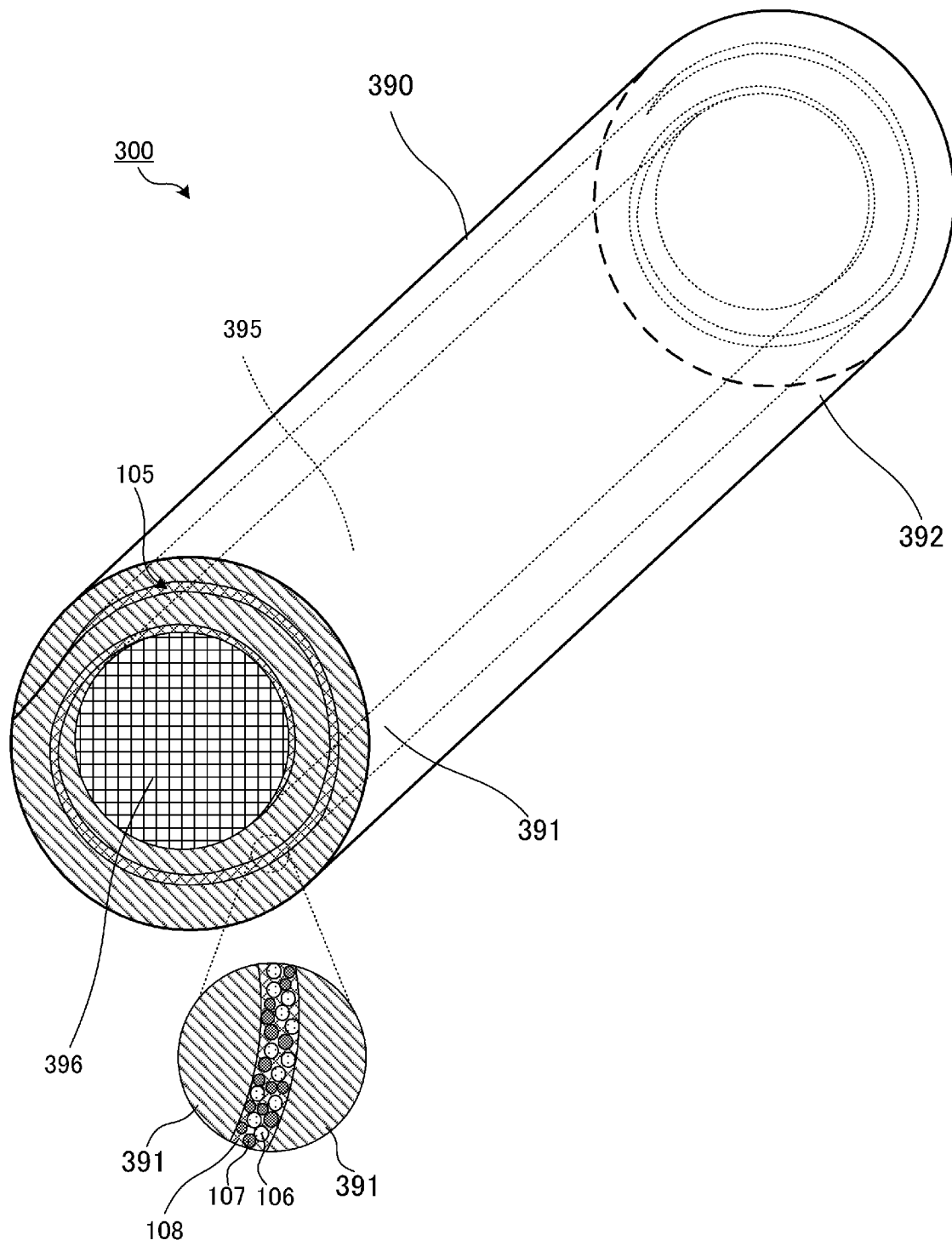


[図15]

図15

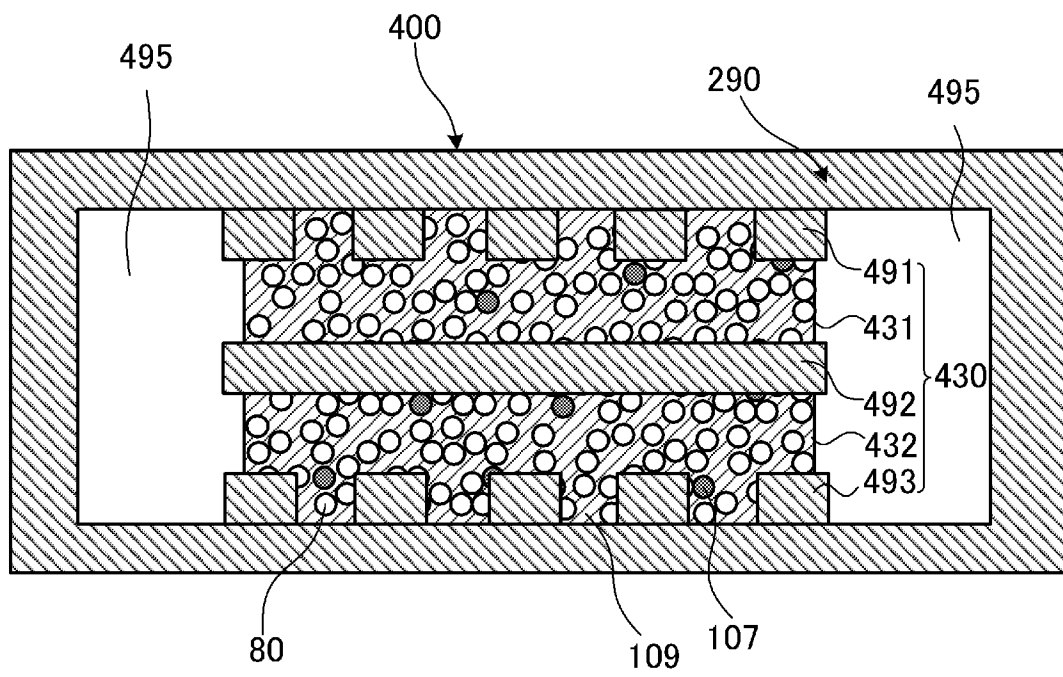


[図16]
図16

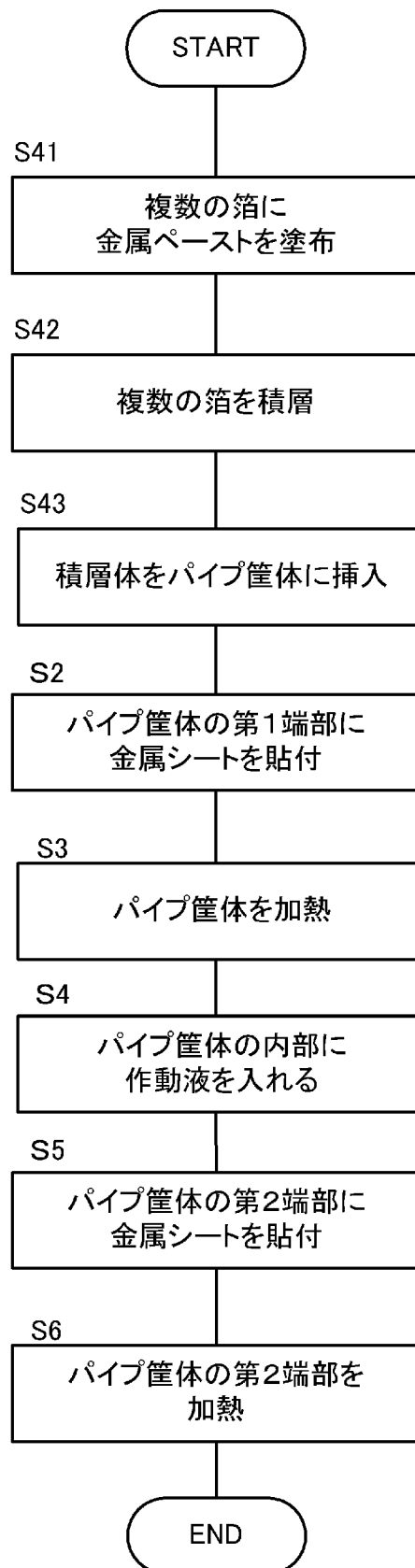


[図17]

図17

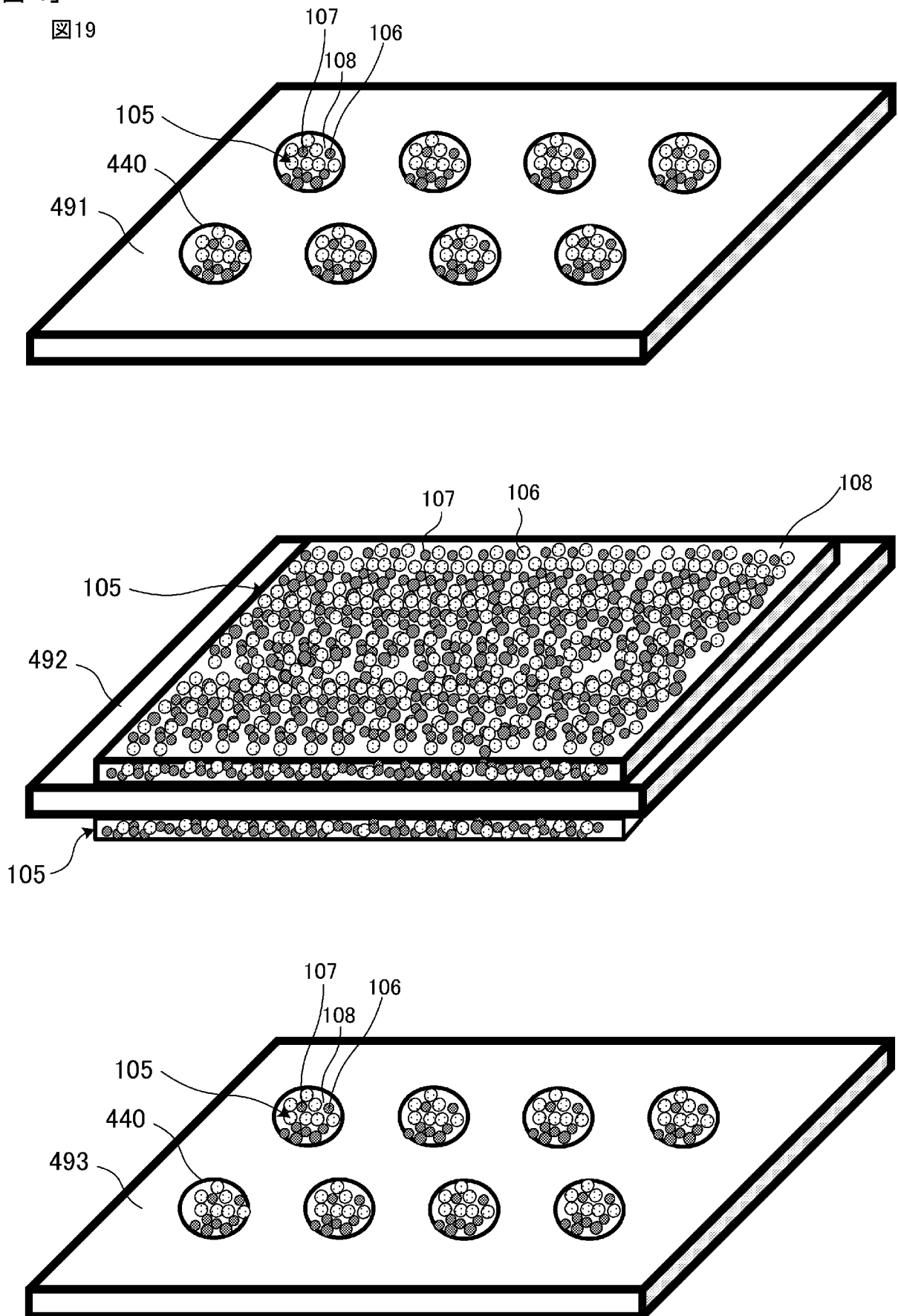


[図18]
図18



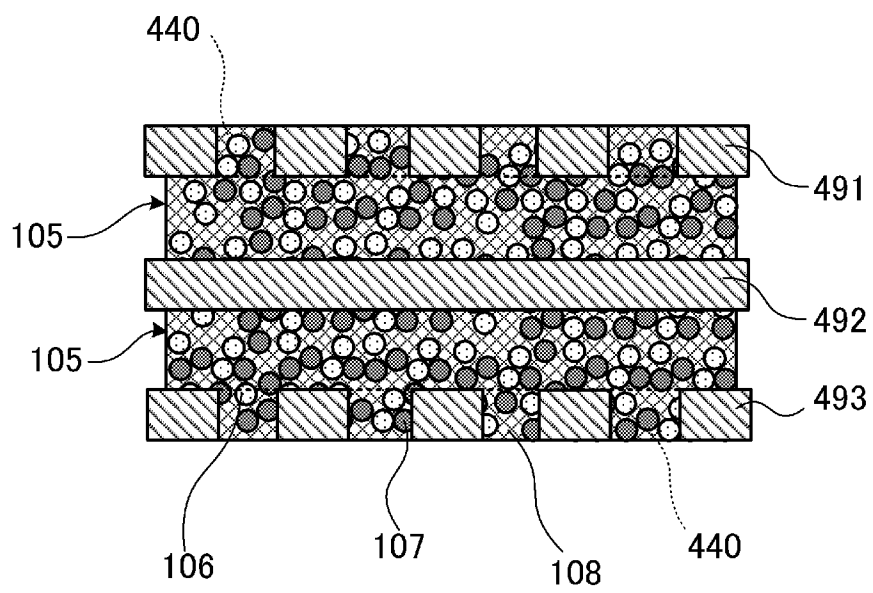
[図19]

図19



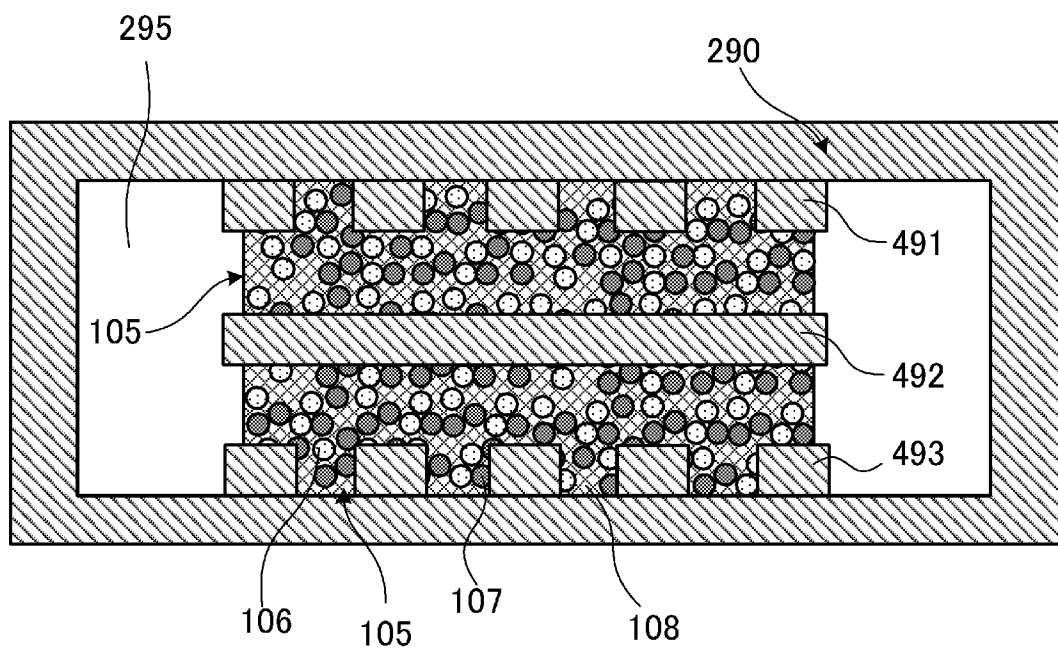
[図20]

図20



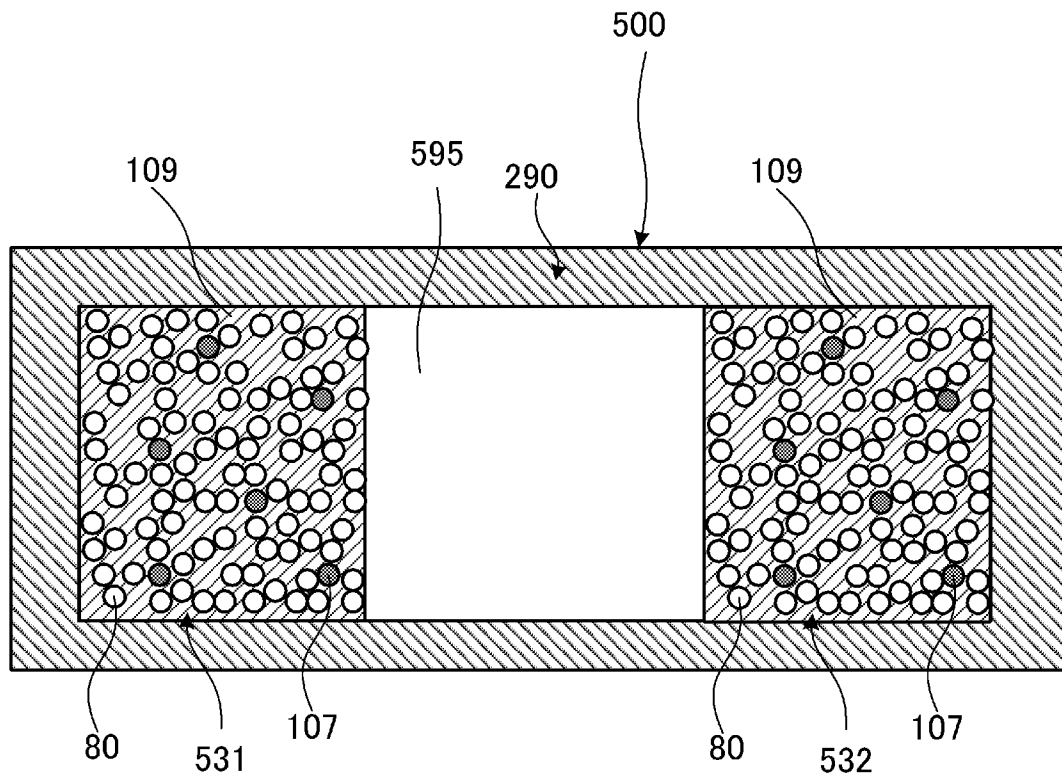
[図21]

図21



[図22]

図22



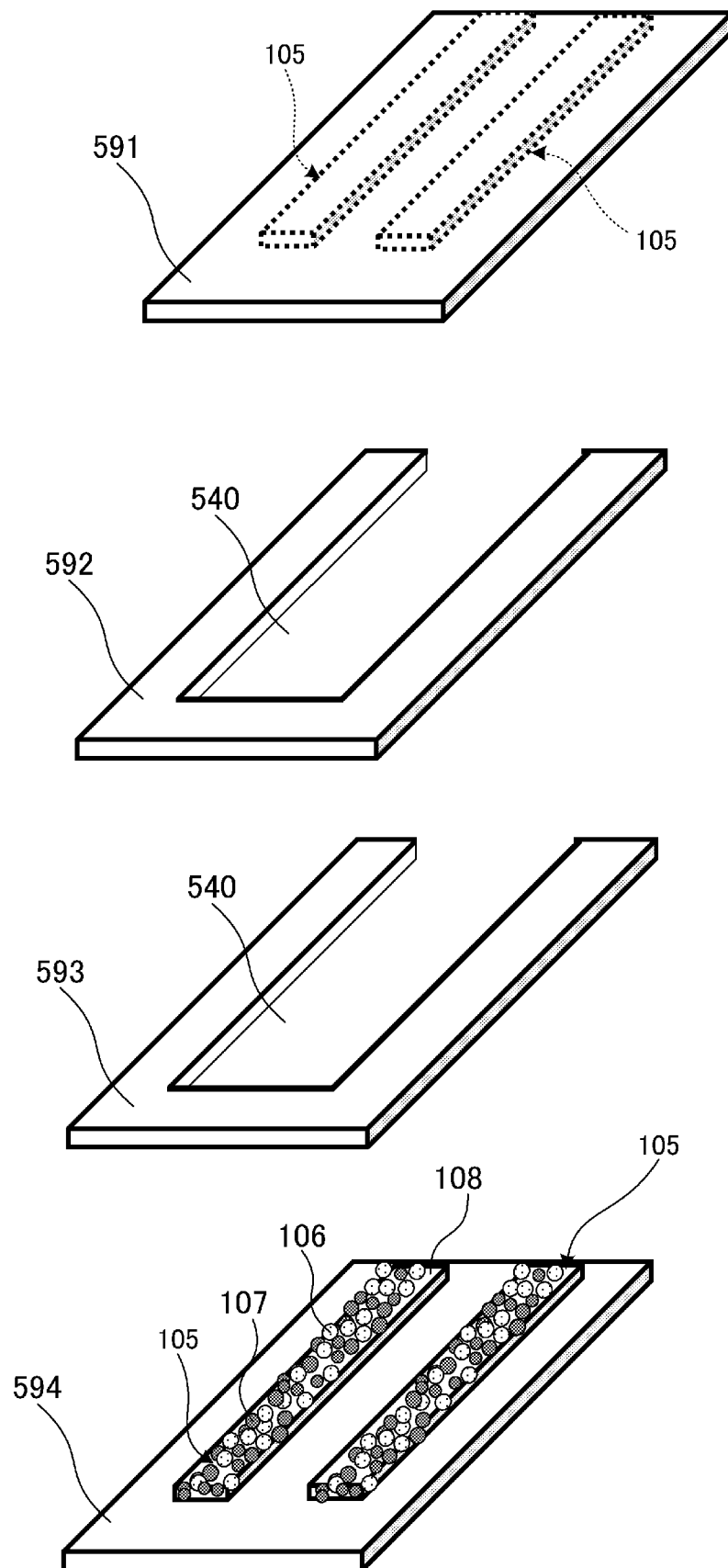
[図23]

図23



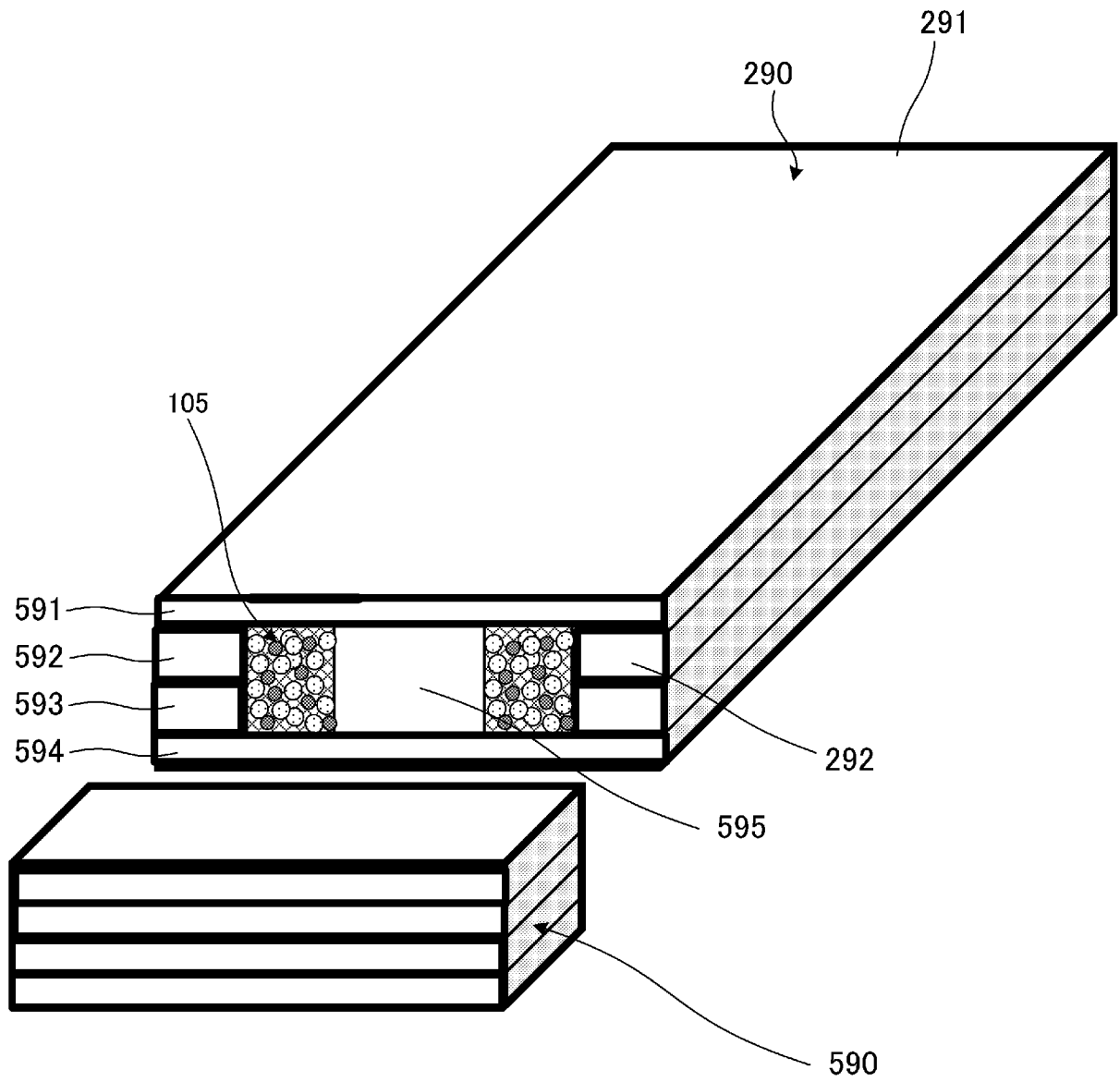
[図24]

図24



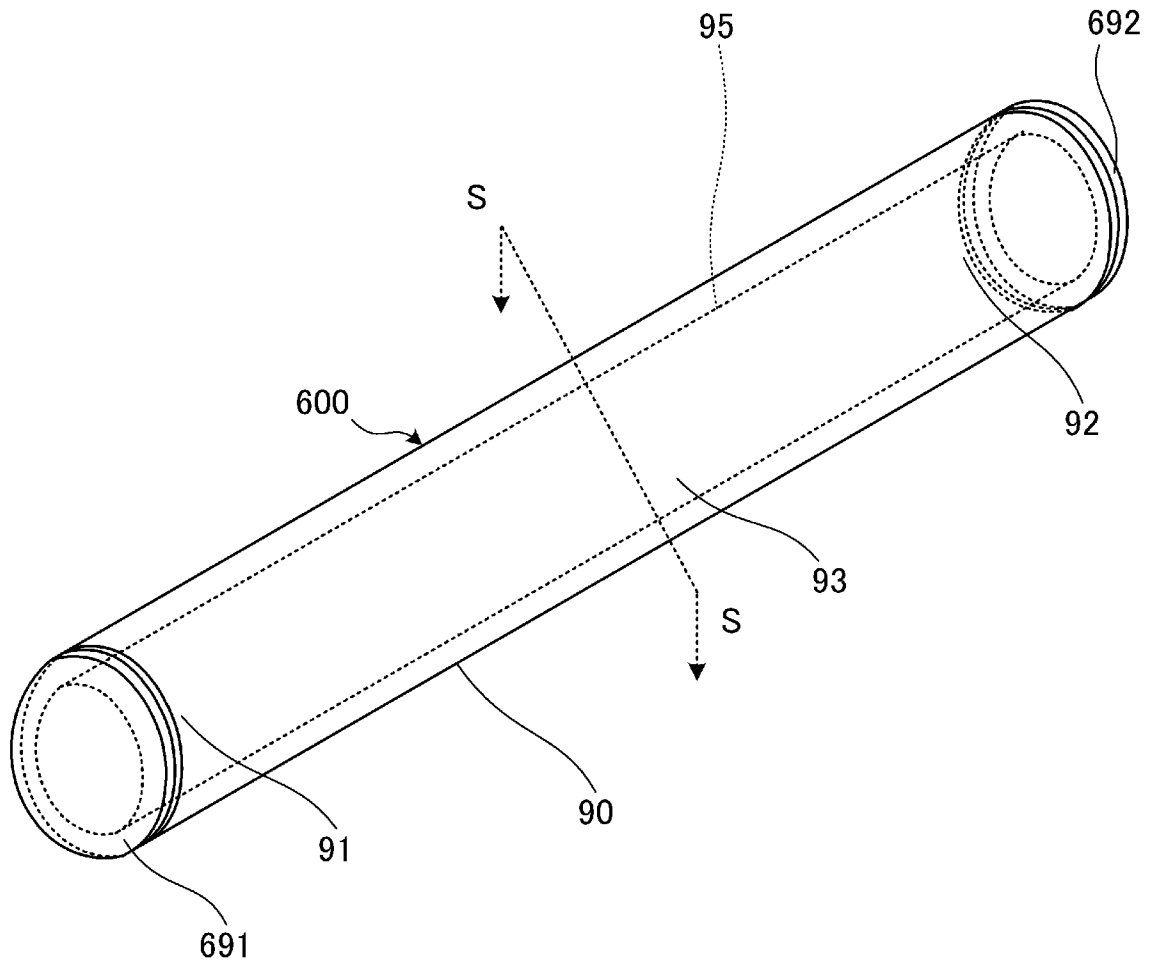
[図25]

図25

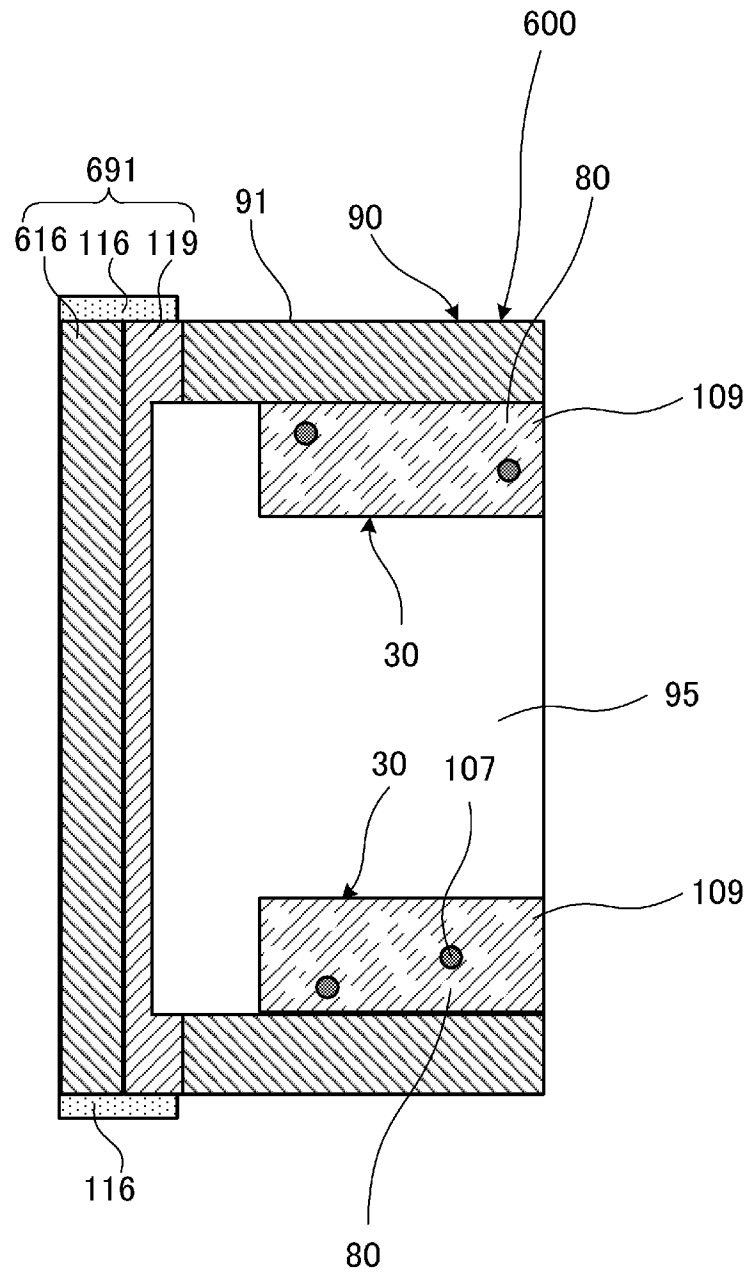


[図26]

図26

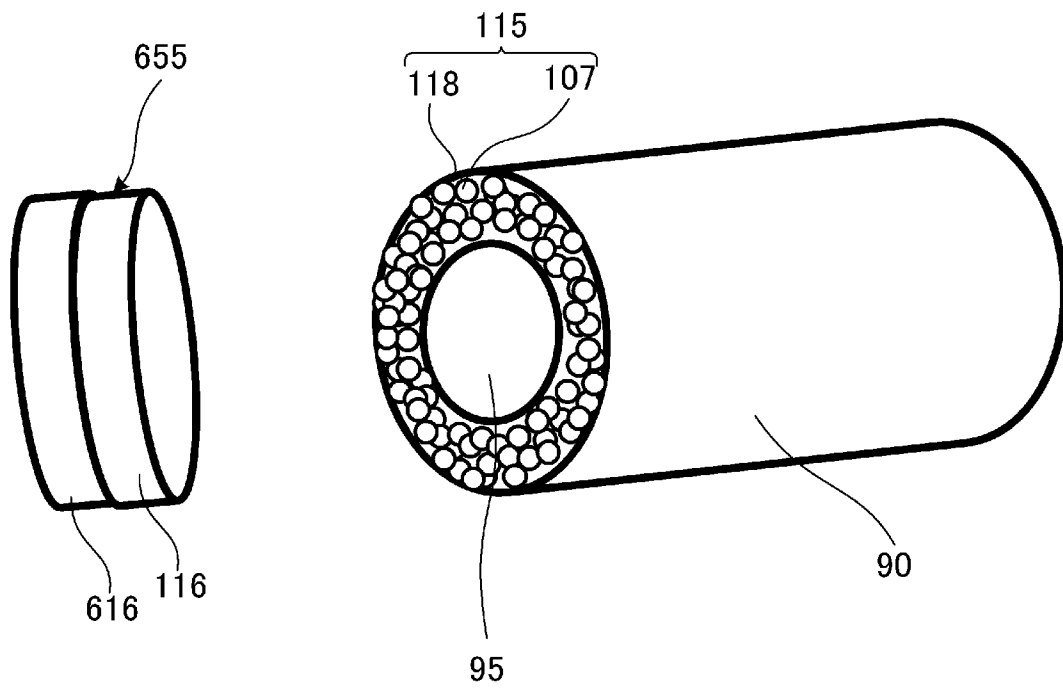


[図27]
図27

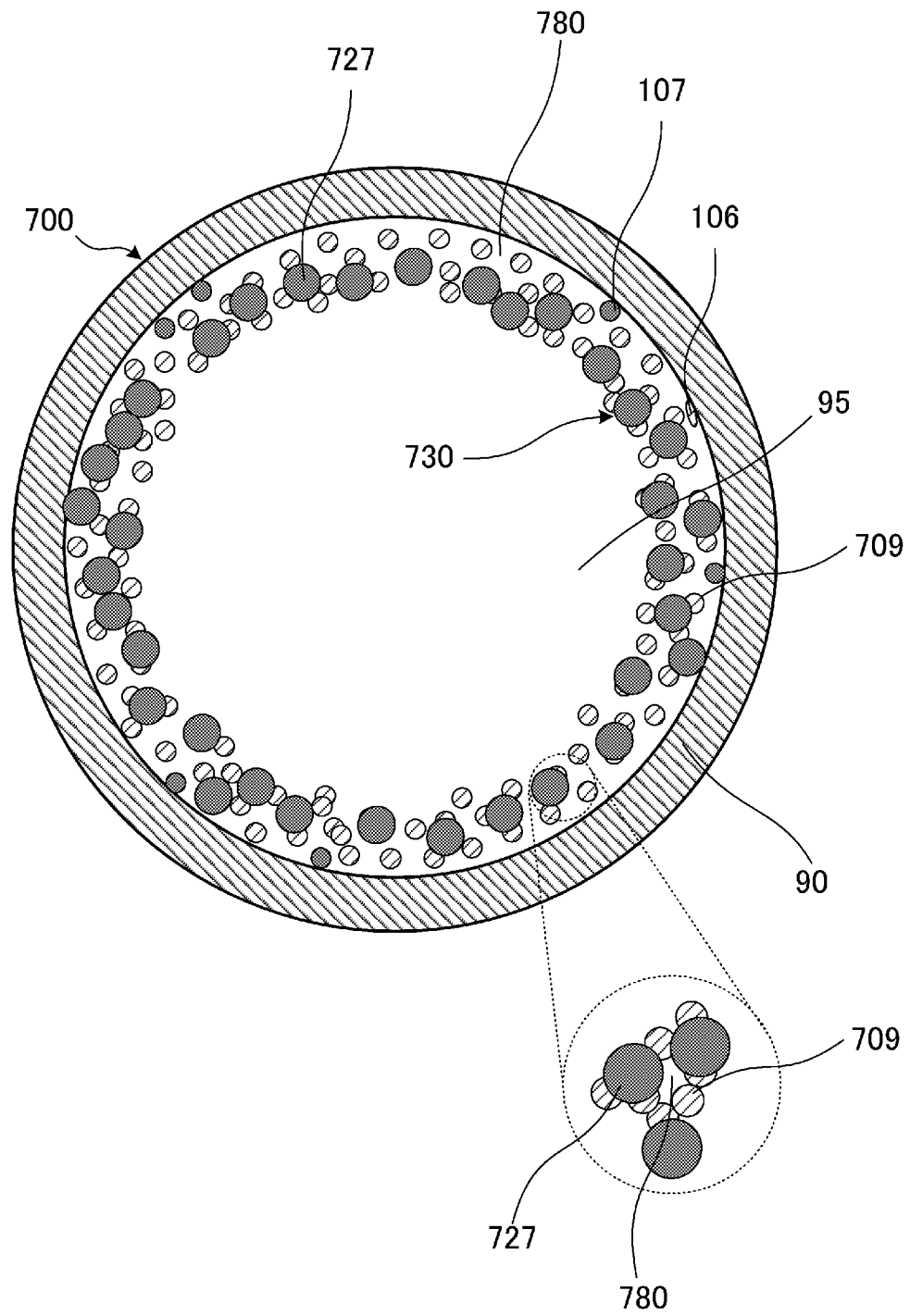


[図28]

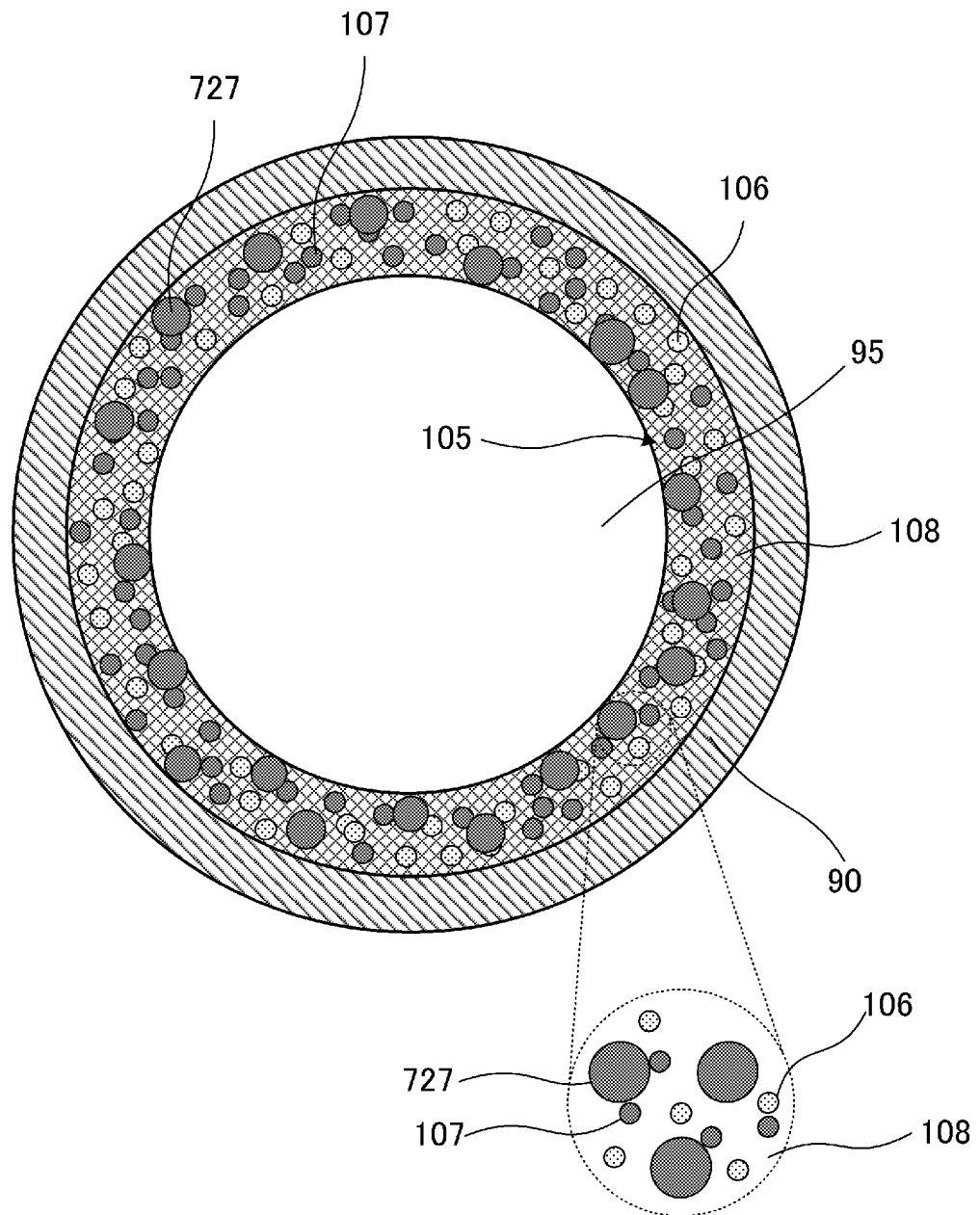
図28



[図29]
図29



[30]
30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075615

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D15/04(2006.01)i, F28D15/02(2006.01)i, F28F21/08(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)

F28D15/04, F28D15/02, F28F21/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2005/0022975 A1 (John H. Rosenfeld), 03 February 2005 (03.02.2005), paragraphs [0036], [0040]; claim 14 & WO 2005/005903 A2 & CN 1836145 A	1-3, 8 4-5, 8
Y	JP 3110111 U (Gyokusei Kako Yugen Koshi), 16 June 2005 (16.06.2005), paragraphs [0002], [0008] to [0013] (Family: none)	1-5, 7-9, 11-13
Y	JP 2015-147989 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 20 August 2015 (20.08.2015), paragraphs [0008], [0017] to [0035] (Family: none)	1-3, 7-9, 11-13

☒ 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
 "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
02 November 2016 (02.11.16)

Date of mailing of the international search report
15 November 2016 (15.11.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075615

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y X	JP 9-119789 A (Mitsubishi Materials Corp.), 06 May 1997 (06.05.1997), paragraphs [0015] to [0023] (Family: none)	4-5, 8, 11-13 4-8
Y	JP 3-110392 A (Teijin Seiki Co., Ltd.), 10 May 1991 (10.05.1991), page 2, lower left column, line 15 to page 3, upper left column, line 2 (Family: none)	4-5, 8
Y	JP 2001-205476 A (Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.), 31 July 2001 (31.07.2001), paragraph [0009] (Family: none)	4-5, 8
Y	JP 6-47579 A (Mitsubishi Materials Corp.), 22 February 1994 (22.02.1994), paragraph [0006] (Family: none)	4-5, 8
X	JP 2015-135211 A (Fujikura Ltd.), 27 July 2015 (27.07.2015), paragraphs [0027] to [0030]; fig. 1 & US 2015/0204617 A1 paragraphs [0032] to [0035]; fig. 1	1-3, 7-8
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 106114/1975 (Laid-open No. 29656/1977) (Toyo Engineering Works, Ltd.), 02 March 1977 (02.03.1977), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F28D15/04(2006.01)i, F28D15/02(2006.01)i, F28F21/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F28D15/04, F28D15/02, F28F21/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	US 2005/0022975 A1 (John H. Rosenfeld) 2005.02.03, 段落0036, 0040, 請求項14 & WO 2005/005903 A2 & CN 1836145 A	1-3, 8 4-5, 8
Y	JP 3110111 U (▲玉▼成化工有限公司) 2005.06.16, 段落0002, 0008-0013 (ファミリーなし)	1-5, 7-9, 11-13
Y	JP 2015-147989 A (株式会社村田製作所) 2015.08.20, 段落0008, 0017-0035 (ファミリーなし)	1-3, 7-9, 11-13

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.11.2016

国際調査報告の発送日

15.11.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

河内 誠

3M

3631

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y X	JP 9-119789 A (三菱マテリアル株式会社) 1997.05.06, 段落 0015-0023 (ファミリーなし)	4-5, 8, 11-13 4-8
Y	JP 3-110392 A (帝人製機株式会社) 1991.05.10, 公報第2ページ左下欄第15行-第3ページ左上欄第2行 (ファミリーなし)	4-5, 8
Y	JP 2001-205476 A (住友金属鉱山株式会社) 2001.07.31, 段落 0009 (ファミリーなし)	4-5, 8
Y	JP 6-47579 A (三菱マテリアル株式会社) 1994.02.22, 段落 0006 (ファミリーなし)	4-5, 8
X	JP 2015-135211 A (株式会社フジクラ) 2015.07.27, 段落 0027-0030, 図1 & US 2015/0204617 A1, 段落 0032-0035, 第1図	1-3, 7-8
A	日本国実用新案登録出願50-106114号(日本国実用新案登録出願公開52-29656号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社東洋製作所) 1977.03.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13