

(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
2025年5月15日(15.05.2025)



(10) 国際公開番号
WO 2025/100535 A1

(51) 国際特許分類:

H01M 10/6556 (2014.01) *C23C 26/00* (2006.01)
C23C 2/12 (2006.01) *H01M 10/613* (2014.01)
C23C 2/26 (2006.01) *H01M 10/651* (2014.01)
C23C 22/40 (2006.01) *H01M 10/655* (2014.01)
C23C 22/53 (2006.01) *H01M 10/6568* (2014.01)
C23C 22/56 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/039858

(22) 国際出願日: 2024年11月8日(08.11.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

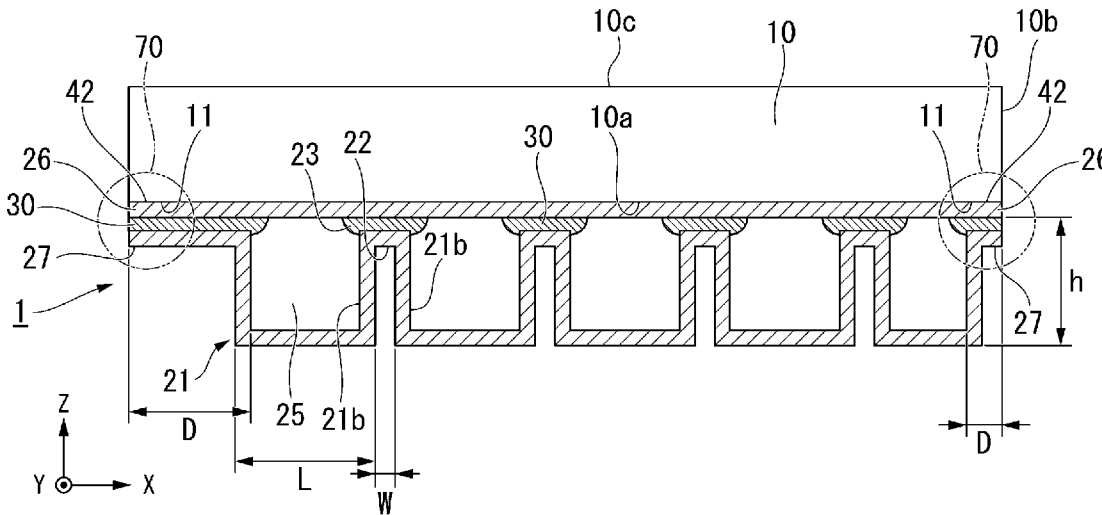
(30) 優先権データ:
特願 2023-191328 2023年11月9日(09.11.2023) JP

(71) 出願人: 日本製鉄株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 (JP).

(72) 発明者: 三宅 恭平(MIYAKE Kyohei); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 (JP). 長谷川 真純(HASEGAWA Masumi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 (JP). 上野 晋(UENO Shin); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 (JP). 松井 翔(MATSUI Sho); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 (JP). 久保 達博(KUBO Tatsuhiko); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 (JP). 河内 毅(KAWACHI

(54) Title: COOLING STRUCTURE AND BATTERY UNIT

(54) 発明の名称: 冷却構造体およびバッテリーユニット



(57) Abstract: Provided is a cooling structure (1) having water-cooling medium flow paths (25) formed so as to be in contact with a bottom surface portion (10a) of a battery pack (10). The cooling structure (1) has a flow path formation part (21) that forms a portion of the water-cooling medium flow paths (25). The flow path formation part (21) is joined to an adherend member by an adhesion part (30). The adherend member is made of a steel sheet obtained by forming an inorganic coating or a resin coating as a chemical conversion coating on an Al-based plated steel sheet or a Zn-based plated steel sheet. The flow path formation part (21) is made of an aluminum alloy. The thickness of the adhesion part (30) is at least 0.0005 mm. The adhesion part (30) protrudes by at least 0.1 mm toward the water-cooling medium flow paths (25). The flow path interval between the water-cooling medium flow paths (25) is at most 20 mm. The width of the water-cooling medium flow paths (25) is at most 60 mm.

Takeshi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 (JP).

(74) 代理人: 松沼 泰史, 外(MATSUNUMA Yasushi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: バッテリーパック (10) の底面部 (10a) に接するように形成される水冷媒体用流路 (25) を有する冷却構造体 (1) であって、前記冷却構造体 (1) は、前記水冷媒体用流路 (25) の一部を構成する流路形成部 (21) を有し、前記流路形成部 (21) は、被接合部材と接着部 (30) により接合され、前記被接合部材は、Al系めっき鋼板またはZn系めっき鋼板に化成処理皮膜として無機皮膜または樹脂皮膜が形成された鋼板で構成され、前記流路形成部 (21) はアルミニウム合金で構成され、前記接着部 (30) の厚みは0.0005mm以上であり、前記接着部 (30) が前記水冷媒体用流路 (25) 側に0.1mm以上はみ出しており、前記水冷媒体用流路 (25) 同士の流路間隔が20mm以下であり、前記水冷媒体用流路 (25) の幅が60mm以下である冷却構造体 (1) を提供する。

明 細 書

発明の名称： 冷却構造体およびバッテリーユニット

技術分野

[0001] 本発明は、冷却構造体およびバッテリーユニットに関する。

本開示は、2023年11月9日に日本に出願された特願2023-191328号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 自動車分野では、CO₂削減のため、EV化が進んでいる。EV自動車に使用される部品のうち、動力源となる電池セルを収納するバッテリーパックには、温度上昇による電池の劣化を防ぐため、冷却構造を設ける必要がある。これまで冷却構造は空冷式が主流であったが、近年では、バッテリーの大容量化に伴い、冷却能が高い水冷式が採用される例が増えてきている。水冷式のバッテリーパックの部品には、一般的に鉄やアルミニウムが使用されている。例えば特許文献1には、アルミニウム製の冷却プレートの接合に接着剤を用いることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2022-514223号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 鉄はアルミニウムに対して、強度やコスト面では優位であるが、耐食性では劣る。鉄とアルミニウムを組み合わせた流路であれば、鉄の強度やコストメリットに優れ、アルミニウムの高い耐食性を備える冷却流路を提供できる。しかし、異種金属の組み合わせであることから、鉄とアルミニウムの接触部分では、異種金属による接触腐食や熱膨張係数の違いによる歪が課題となる。また、流路の内部は冷却液等の水冷媒体が流れる環境であるため、接合部分での強度の他、耐エロージョン性が求められる。

[0005] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、異種金属の接合部分での強度および耐エロージョン性に優れた冷却構造体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

[0006] 前記課題を解決するために、本開示は以下の手段を採用する。

(1) 本開示の一態様に係る冷却構造体は、バッテリーパックの底面部に接するように形成される水冷媒体用流路を有する冷却構造体であって、前記冷却構造体は、前記水冷媒体用流路の一部を構成する流路形成部を有し、前記流路形成部は、被接合部材と接着部により接合され、前記被接合部材は、前記底面部、または、前記流路形成部を覆う流路上蓋のいずれかであり、前記被接合部材は、A l系めっき鋼板またはZ n系めっき鋼板に化成処理皮膜として無機皮膜または樹脂皮膜が形成された鋼板で構成され、前記流路形成部はアルミニウム合金で構成され、前記接着部の厚みは0.0005mm以上であり、前記接着部が前記水冷媒体用流路側に0.1mm以上はみ出しており、前記水冷媒体用流路同士の流路間隔が20mm以下であり、前記水冷媒体用流路の幅が60mm以下である。

(2) 上記(1)に記載の冷却構造体は、前記A l系めっき鋼板のめっき層にS iが含まれていてもよい。

(3) 上記(2)に記載の冷却構造体は、前記A l系めっき鋼板のめっき層のS i含有量が2.0質量%以上15質量%以下であってもよい。

(4) 上記(1)または(2)に記載の冷却構造体は、前記A l系めっき鋼板の表面には、化成処理皮膜としてZ r系成分またはT i系成分またはS i系成分を主成分として含む皮膜が形成されてもよい。

(5) 上記(1)に記載の冷却構造体は、前記Z n系めっき鋼板表面の無機皮膜は、S i系成分またはZ r系成分を主成分として含んでもよい。

(6) 上記(1)に記載の冷却構造体は、前記Z n系めっき鋼板表面の無機皮膜は、V成分、P成分、及びC o成分の少なくとも1種以上を防錆成分として含んでもよい。

(7) 上記(6)に記載の冷却構造体は、前記防錆成分が酸化バナジウム、リン酸、及び硝酸C oの何れか1種以上であってもよい。

(8) 上記(1)に記載の冷却構造体は、前記Z n系めっき鋼板表面の無機皮膜は、S i－O結合、S i－C結合、及びS i－O H結合のうち1種以上を含む化合物相で構成されていてもよい。

(9) 上記(1)に記載の冷却構造体は、前記無機皮膜の厚みが0 μ m超1 . 5 μ m以下であってもよい。

(10) 上記(1)に記載の冷却構造体は、前記無機皮膜または前記樹脂皮膜が導電性を有してもよい。

(11) 上記(1)に記載の冷却構造体は、前記樹脂皮膜は、樹脂、防錆顔料、及び導電顔料を含んでもよい。

(12) 上記(11)に記載の冷却構造体は、前記樹脂皮膜は、金属粒子、金属間化合物粒子、導電性酸化物粒子、及び導電性非酸化物セラミクス粒子の何れか1種以上を前記導電顔料として含み、前記導電顔料は、23～27℃の粉体抵抗率が $7.0 \times 10^7 \Omega \text{cm}$ 以下であり、かつZ n、S i、Z r、V、C r、M o、M n、F e及びWからなる群から選択されるいずれか1種以上を構成元素として含んでもよい。

(13) 上記(11)または(12)に記載の冷却構造体は、前記樹脂皮膜は、前記導電顔料を1.0質量%以上30質量%以下の割合で含んでもよい。

(14) 上記(1)に記載の冷却構造体は、前記接着部には、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂、アクリル系樹脂もしくはウレタン系樹脂のいずれかが10%以上含まれてもよい。

(15) 上記(1)に記載の冷却構造体は、前記接着部の硬度は、A15以上D90以下であってもよい。

(16) 本開示の一態様に係るバッテリーユニットは、上記(1)または(2)に記載の冷却構造体と、バッテリーパックとを備えることを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本発明の上記観点によれば、異種金属の接合部分での強度および耐エロージョン性に優れた冷却構造体を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本開示の一実施形態に係る冷却構造体を示す概略的な断面図である。
[図2]同実施形態に係る冷却構造体の他の例を示す概略的な断面図である。
[図3]同実施形態に係る冷却構造体の他の例を示す概略的な断面図である。
[図4]同実施形態に係る冷却構造体の水冷媒体用流路の形状を説明するための概略的な平面図である。
[図5]図1の冷却構造体の一端部を説明するための概略的な断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 本開示の一実施形態に係る冷却構造体について、図面を参照しながら説明する。以下の説明では、共通する構成要素には同一符号を付してそれらの重複説明を省略する場合がある。ただし、本開示は本実施形態に開示の構成のみに制限されることなく、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

[0010] なお、図1、図2、図3及び図5においては、紙面に垂直な方向をY方向、後述する複数の流路形成部21が並ぶ方向をX方向、X方向及びY方向の双方に直交する方向をZ方向とする。「～」を用いて表される数値限定範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。「超」または「未満」と示す数値は、その値が数値範囲に含まれない。

[0011] <1. 冷却構造体の全体構成>

まず、図1に基づいて本実施形態に係る冷却構造体1の全体構成について説明する。図1は、本実施形態に係る冷却構造体1の概要を示す断面図（バッテリーパック10の底面部10aに垂直な断面図）である。

[0012] 本実施形態に係る冷却構造体1は、例えば、自動車の底面部の外側（下方）に設けられる。冷却構造体1の水冷媒体用流路25には有機成分を含んだ

ＬＬＣ（ロングライフクーラント）水溶液が冷却液（水冷媒体）として流れるため、冷却構造体１には高い冷却液耐食性が求められる。さらに、冷却構造体１は水冷媒体用流路２５の流路間隔を狭めて液面積を増やすことで、冷却能を向上させることが求められる。

[0013] 冷却構造体１は、水冷媒体用流路２５を有する。水冷媒体用流路２５内を流れる冷却液が、バッテリーパック１０の底面部１０ａに直接、又は後述する流路上蓋２６を介して接することで、バッテリーパック１０を冷却する。バッテリーパック１０には電池セル（図示無し）が収納される。バッテリーパック１０の内部においては、底面部１０ａに電池セルが密着して配置される。

[0014] 冷却構造体１は、流路形成部２１を有する。流路形成部２１は、後述する被接合部材と共に、水冷媒体用流路２５を形成する。すなわち、流路形成部２１は、水冷媒体用流路２５の一部を構成する。冷却構造体１では、図１に示すような断面視において複数の水冷媒体用流路２５が並んでいるように見える。流路形成部２１は、後述する被接合部材と共に、Ｙ方向に延在する複数の水冷媒体用流路２５を形成する。Ｘ方向に沿って、隣接する水冷媒体用流路２５は、流路形成部２１の接合部２２を介して互いに接続されている。接合部２２は、隣接する水冷媒体用流路２５間の部分である。

[0015] 流路形成部２１は、接着部３０により被接合部材と接合される。被接合部材は、バッテリーパック１０の底面部１０ａ、または、流路形成部２１を覆う流路上蓋２６のいずれかである。バッテリーパック１０の底面部１０ａ、または、流路形成部２１を覆う流路上蓋２６のいずれかが、接着部３０により流路形成部２１に対して接合される。

ここで、流路上蓋２６が流路形成部２１を覆うとは、流路形成部２１の内、少なくとも水冷媒体用流路２５を構成する部分において、バッテリーパック１０側に流路上蓋２６が配されていることを意味する。

[0016] 図１の例のように、冷却構造体１が流路上蓋２６を有する場合、被接合部材は流路上蓋２６であり、接着部３０により流路形成部２１と流路上蓋２６

が接合される。冷却構造体 1 が流路上蓋 26 を有さない場合、被接合部材はバッテリーパック 10 の底面部 10a であり、接着部 30 により流路形成部 21 とバッテリーパック 10 の底面部 10a が接合される。接合部 22 は、バッテリーパック 10 の底面部 10a、または、流路上蓋 26 と、接着部 30 を介して接合される。本実施形態では、図 1 に示すように、接着部 30 により、少なくとも水冷媒体用流路 25 を覆う流路上蓋 26 と流路形成部 21 が接合される。詳細には、流路上蓋 26 が接合部 22 と接着部 30 により接合される。

[0017] 水冷媒体用流路 25 は、本実施形態では、図 1 に示すように、Y 方向からみた形状が矩形状となっている空間である。

[0018] 図 1 に示すように、本実施形態に係る冷却構造体 1 は、流路形成部 21 の上方を覆う流路上蓋 26 を有する。この場合、流路上蓋 26 は、流路形成部 21 とバッテリーパック 10 との間に配置される。流路上蓋 26 を挟んで流路形成部 21 とは反対側にバッテリーパック 10 が設けられる。

[0019] 流路上蓋 26 は Al（アルミ）系めっき鋼板または Zn（亜鉛）系めっき鋼板に化成処理皮膜として無機皮膜または樹脂皮膜が形成された鋼板で構成される。以下においては、「化成処理皮膜として無機皮膜または樹脂皮膜が形成された鋼板」を「化成処理した鋼板」と記載する場合がある。

[0020] 冷却構造体 1 が流路上蓋 26 を有さない場合、バッテリーパック 10 の底面部 10a が流路形成部 21 と接合され、バッテリーパック 10 の底面部 10a の一部と流路形成部 21 の一部とによって水冷媒体用流路 25 が形成される。この場合、水冷媒体用流路 25 は、バッテリーパック 10 の底面部 10a に直接接触している。

この場合、バッテリーパック 10 の底面部 10a は、Al 系めっき鋼板または Zn 系めっき鋼板に化成処理皮膜として無機皮膜または樹脂皮膜が形成された鋼板で構成される。冷却構造体 1 が流路上蓋 26 を有する場合、底面部 10a は必ずしも Al 系めっき鋼板または Zn 系めっき鋼板に化成処理した鋼板で構成されていなくてもよい。底面部 10a が冷却液に接触しないか

らである。

[0021] Al系めっき鋼板の一例として、Al-9質量%Siめっき鋼板が挙げられる。Zn系めっき鋼板の一例として、Zn-0.2質量%Alめっき鋼板、Zn-0.09質量%Alめっき鋼板、Zn-6質量%Al-3質量%Mgめっき鋼板、Zn-11質量%Al-3質量%Mg-0.2質量%Siめっき鋼板が挙げられる。Zn系めっき鋼板の中で特に好ましい材料としては、亜鉛（Zn）-アルミ（Al）-マグネシウム（Mg）系合金めっき鋼板である。

[0022] Al系めっき鋼板およびZn系めっき鋼板に化成処理した鋼板は、冷却液耐食性が高い。とくに、Al系めっき鋼板およびZn系めっき鋼板に化成処理した鋼板はLLC水溶液に対して優れた耐食性を有する。

[0023] 水冷媒体用流路25の延在方向に垂直な断面における形状は、矩形状に限定されず、例えば図2に示す台形状であってもよいし、図3に示す半円形状であってもよいし、さらに他の形状であってもよい。

[0024] 本実施形態では、水冷媒体用流路25は、Y方向（例えばバッテリーパック10の底面部10aの長手方向に平行な方向、もしくは垂直な方向）に延びている。水冷媒体用流路25の延伸方向はこの例に限定されず、X方向に延びてもよい。

水冷媒体用流路25は、底面部10aの表面に垂直な方向に平面視した際に、直線部のみならず、湾曲部を有していてもよい。また、図4に例示するように、水冷媒体用流路25は、底面部10aの板面に垂直な方向に平面視した際に、U字形状等となる部分を有していてもよい。U字形状となる部分は直線部を折り返して配置するために設けられていてもよく、例えば、隣り合う直線部同士は、これらの部分によって接続されていてもよい。図4の（a）は、Y方向に延びる直線部25aをU字形状の折り返し部25bで折り返した水冷媒体用流路25の概略的な形状を例示している。図4の（b）は、同様の直線部25aをコの字形状の折り返し部25bで折り返した例示した水冷媒体用流路25の概略的な形状を例示している。

[0025] 水冷媒体用流路 2 5 は、図示しない循環経路に接続されている。例えば、水冷媒体用流路 2 5 には、水冷媒体を供給する供給管の流路（図示無し）と、水冷媒体を排水する排水管の流路（図示無し）が接続される。供給管と排水管は、水冷媒体用流路 2 5 の概ね両末端において、流路形成部 2 1 にそれぞれ接続されてもよい。もしくは、水冷媒体用流路 2 5 の概ね中間に供給管を位置し、水冷媒体用流路 2 5 の両端部に複数以上の排水管を設けるなど冷却設計に基づいて配置されてもよい。供給管から供給される水冷媒体が水冷媒体用流路 2 5 を流れて排水管から排水され、水冷媒体が冷却装置（図示無し）により冷却された後に再び供給管から水冷媒体用流路 2 5 に供給される。

[0026] このように、循環経路及び水冷媒体用流路 2 5 に水冷媒体である冷却液が流れる。冷却液は、循環経路内で冷却された後、水冷媒体用流路 2 5 を流れる。冷却液は、水冷媒体用流路 2 5 を流れている間にバッテリーパック 1 0 の熱を吸収する。その後、冷却液は、循環経路内に再度導入される。すなわち、冷却液は循環経路及び水冷媒体用流路 2 5 を繰り返し流れることで、バッテリーパック 1 0 の熱を繰り返し吸収する。

[0027] したがって、水冷媒体用流路 2 5 を形成する流路形成部 2 1 の材料には、冷却液耐食性が求められる。本実施形態では、流路形成部 2 1 は、アルミニウム合金で構成される。アルミニウム合金は、一例として、3 0 0 0 系、6 0 0 0 系のアルミニウム合金である。流路形成部 2 1 がアルミニウム合金で構成されるので、冷却液耐食性が高く、鋼製の流路を採用する冷却構造体と比較して軽量の冷却構造体 1 を得ることができる。

流路形成部 2 1 は、上述しためっき層と同様の組成を有する A 1 合金板であってもよい。

[0028] 冷却構造体 1 が流路上蓋 2 6 を有する場合、流路形成部 2 1 は流路上蓋 2 6 に対して接着部 3 0 により接合される。冷却構造体 1 が流路上蓋 2 6 を有さない場合、流路形成部 2 1 はバッテリーパック 1 0 の底面部 1 0 a に対して接着部 3 0 により接合される。上記接合により形成される接着部 3 0 の厚

み（Z方向の長さ）D30は、0.0005mm以上である。

[0029] 本実施形態では、図5に示すように、接着部30の厚みD30は、被接合部材である流路上蓋26と流路形成部21の接合部22の互いに対向する面の間の被接合部材の表面に対して垂直な方向（図5の例ではZ方向）における距離である。冷却構造体1が流路上蓋26を有さない場合は、接着部30の厚みD30は、被接合部材であるバッテリーパック10の底面部10aと流路形成部21の接合部22の互いに対向する面の間の被接合部材の表面に対して垂直な方向（図5の例ではZ方向）における距離である。

[0030] 流路形成部21と被接合部材との距離（D30）が0.0005mm以上確保されるので、Al系めっき鋼板またはZn系めっき鋼板に化成処理された被接合部材とアルミニウム合金で構成された流路形成部21との異種金属の接合においても、異種金属による接触腐食や熱膨張係数の違いによる歪を抑制することができる。接着部30の厚みD30が大きすぎると接合強度が低下するため、好ましくは10mm以下、より好ましくは5mm以下である。

[0031] 接着部30の厚みD30は、接着部30となる接着剤中にフィラーやスペーサーを含むことによって制御できる。フィラーやスペーサーとしては、一般的な材料を利用することができる。フィラーやスペーサーの粒子径については特に制限はなく、所望の厚みD30と同等もしくはそれよりも小さくともよい。

[0032] 接着部30の厚みD30は、次のように測定できる。

流路形成部21を、接着部30を含むように上記のZ方向に沿って切り出し試料を作成する。この試料を光学顕微鏡又はSEM（走査型電子顕微鏡）を用いて観察し、その撮像画像（写真）とスケールバーから被接合部材の表面に対して垂直な方向の接着部30の厚みD30を測定する。この際、5視野から得られた5点の算術平均値を厚みD30とする。

[0033] 一般的には、接着剤は接合部22の幅（X方向）内に塗布される。すなわち、接着剤は接合部22からはみ出ないように塗布される。これは、接着剤

がはみ出ることによって接着剤の使用量が増加し、コストアップになると考えられているからである。

これに対して、本実施形態では、接合部 22 から水冷媒体用流路 25 へはみ出すはみ出し部 23 を有している。すなわち、はみ出し部 23 は、X 方向において接合部 22 から水冷媒体用流路 25 側にはみ出る構成である。具体的には、はみ出し部 23 は水冷媒体用流路 25 側に 0.1 mm 以上はみ出ている。

[0034] はみ出し部 23 は、接着部 30 と同様に接着剤が硬化することで形成された部分（接着剤硬化部）であるため、接着部 30 と同じ化学組成を有する。

はみ出し部 23 においては、はみ出し部 23 を構成する材料が被接合部材と接触しているが、水冷媒体用流路 25 側においては他の部材と接触していない。あるいは、はみ出し部 23 では、被接合部材とは接触せずに、流路形成部 21 と接触している箇所もある。そのため、はみ出し部 23 は、他の部材同士を接着する機能を有していない。

[0035] 図 5 に、はみ出し部 23 の形態の一例を示す。図 5 に示すように、水冷媒体用流路 25 側にはみ出ているはみ出し部 23 は、丸みを帯びた形状である。水冷媒体用流路 25 の幅方向（図 5 の例では X 方向）において、流路形成部 21 の側面部 21b の内面（水冷媒体用流路 25 を構成する面）のうちで接合部 22 に最も近い点 P（水冷媒体用流路 25 と接合部 22 との境界）と、はみ出し部 23 の端部との距離をはみ出し長さ L_{23} としたとき、はみ出し長さ L_{23} が、0.1 mm 以上である。はみ出し部 23 が水冷媒体用流路 25 側に 0.1 mm 以上はみ出ることによって、エロージョンによる接着部 30 の削れ代を確保することができ、接合強度が向上する。はみ出し長さ L_{23} は、好ましくは 0.2 mm 以上である。はみ出し長さ L_{23} が大きすぎると水冷媒体とバッテリーパック底面との熱交換を阻害し、冷却性能が低下することや、接合強度に著しい向上が見られないことから、好ましくは 1 mm 以下、より好ましくは 0.8 mm 以下である。

ここで、はみ出し部 23 の端部とは、水冷媒体用流路 25 の幅方向（図 5

の例ではX方向)において、はみ出し部23と被接合部材との界面の内で、上記の点Pから水冷媒体用流路25の幅方向に沿って最も離れた箇所を意味する。

[0036] はみ出し部23は、接合部22の幅方向の両側に配されることが好ましいが、接合部22の幅方向の一方のみに配されてもよい。

[0037] はみ出し長さL23は、次のように測定できる。

流路形成部21を、接着部30を含みかつ水冷媒体用流路25の延在方向(上記のY方向)に垂直な断面で切り出し試料を作成する。この試料を光学顕微鏡を用いて観察し、その撮像画像(写真)とスケールバーから、はみ出し長さL23を測定する。この際、5視野から得られた5点の算術平均値をはみ出し長さL23とする。

[0038] 接着部30およびはみ出し部23を構成する接着剤を塗布する手段は特に限定されず、接着剤の塗布量にムラができないように塗布することが好ましい。例えば、一定の吐出量かつ、一定のスピードで塗布できる手法(例えば、ロボットが動きながらガンから接着剤を吐出する手法)が、塗布量のムラがなく品質が良い。

[0039] 被接合部材と接合部22との間には、溶接部やロウ付け部が存在せず、接着部30のみが存在することがより好ましい。

例えば、A1系めっき鋼板またはZn系めっき鋼板に化成処理皮膜として無機皮膜または樹脂皮膜が形成された鋼板に対して、スポット溶接またはロウ付け等の高温処理を施すと、めっき層、無機皮膜または樹脂皮膜が損傷する可能性がある。しかし、本実施形態に係る冷却構造体1のように、接着剤を用いた接合を採用することで、このような損傷の問題が生じないため、耐エロージョン性を確保できる。

[0040] 水冷媒体用流路25同士の流路間隔wは20mm以下である。当該流路間隔wは、言い換えれば隣接する水冷媒体用流路25の幅方向(X方向)の端部間距離である。図1に示す例では、水冷媒体用流路25の断面形状が矩形状となっているので、水冷媒体用流路25の幅方向の端部間距離(流路間隔

） w は、隣接する水冷媒体用流路25を形成する流路形成部21の側面部21b間の距離である。図2，図3に示す例では、水冷媒体用流路25と接合部22との境界部分が水冷媒体用流路25の幅方向の端部となる。

例えば、スポット溶接によって部材同士を接合するためには、スポット溶接部を設けるために所定の面積の接合面が必要となる。接着部30に替えて、スポット溶接を用いて本実施形態に係る冷却構造体を作製しようとした場合、スポット溶接部が流路間隔を超過してしまい、適切な接合ができない。また、スポット溶接部を適切に形成する目的で流路間隔を確保すると、後述する流路幅が狭まってしまうため、望ましくない。

[0041] 水冷媒体用流路25同士の流路間隔 w を20mm以下とすることで、水冷媒体用流路25の幅を広くすることができるので、水冷媒体用流路25と底面部10aとの接触面積、言い換えれば冷却液とバッテリーパック10との接触面積を広くすることができる。したがって、本実施形態では、バッテリーパック10の冷却効率を高めることができる。特に、本実施形態では、流路上蓋26またはバッテリーパック10の底面部10aがAl系めっき鋼板またはZn系めっき鋼板に化成処理した鋼板で構成される。Al系めっき鋼板またはZn系めっき鋼板に化成処理した鋼板の伝熱特性として、流路上蓋26またはバッテリーパック10の底面部10aのうち、冷却液に接触している部分の直上の部分の熱が冷却液に吸収されやすいことが挙げられる。したがって、冷却液と流路上蓋26またはバッテリーパック10との接触面積を広くすることで、熱が伝達される部分を広くすることができ、ひいては冷却効率を高めることができる。

バッテリーパック10の側面部10b及び上面部10cの材質は特に制限されないが、これらも底面部10aと同様のAl系めっき鋼板またはZn系めっき鋼板に化成処理した鋼板で構成されることが好ましい。特に、側面部10bは外部環境にさらされるため、底面部10aと同様のAl系めっき鋼板またはZn系めっき鋼板に化成処理した鋼板で構成されることが好ましい。

[0042] 水冷媒体用流路25同士の流路間隔 w は、1mm以上であることが好ましく、また15mm以下であることが好ましい。水冷媒体用流路25同士の流路間隔 w を1mm以上とすることで、接合部22の幅（X方向の長さ）を確保することができ、バッテリーパック10の底面部10aまたは流路上蓋26との接合強度の確保が容易となる。水冷媒体用流路25同士の流路間隔 w を15mm以下とすることで、冷却液とバッテリーパック10との接触面積をより広げることができ、冷却効率をより高めることができる。

流路幅 L を過度に拡大せず水冷媒体用流路25の面積率を向上し、冷却液が接触しない箇所と水冷媒体用流路25間の距離を短くするためには流路間隔 w を狭くする必要がある。水冷媒体用流路25の形状を満足させるためには、接着剤で水冷媒体用流路25を接合することが適している。接着剤による接合により、接合部分と同等の流路間隔 w にすることができる。

[0043] 水冷媒体用流路25における流路間隔 w は、ノギスを用いて測定する。流路間隔 w については、流路形成部21の任意の10箇所を切り出し、該切り出し箇所の流路間隔 w をノギスを用いて測定し、10箇所における測定値の最大値および最小値の平均値を算出することで求める。

なお、流路間隔 w は、図1等に例示するように、複数の水冷媒体用流路25が並び、水冷媒体用流路25の間に接合部22が設けられている範囲における流路間隔 w を意味する。そのため、上述したような、底面部10aの板面に垂直な方向に平面視した際に、U字形状、V字形状、コの字形状等になるような流路の折り返し箇所は、流路間隔 w の測定位置から除く。

[0044] 効率良くバッテリーパック10を冷却するためにはバッテリーパック10に接触する水冷媒体用流路25の面積率を高くすることが必要である。底面部10aの表面に対して垂直な方向から平面視した際の（例えば、図4に示す平面視）、底面部10aの面積に対して水冷媒体用流路25が占める面積の比は0.23以上であることが好ましく、0.40以上がさらに好ましい。これにより、冷却液とバッテリーパック10との接触面積を広くすることができ、ひいては、バッテリーパック10の冷却効率を高めることができる。

。上記比の上限値は特に制限されないが、接合部 2 2 と底面部 1 0 a との接合強度をある程度確保することが好ましいことから、0.80 であってもよい。接合強度と冷却効率のバランスからは上記比は 0.23~0.71 であることがより好ましい。つまり、冷却構造体 1 の冷却性能は、上記比が大きいほど向上するが、一方でバッテリーパック 1 0 との接合強度も考慮することが好ましい。このような観点から、上記比は 0.23~0.71 であることが好ましい。

[0045] 底面部 1 0 a の面積に対して水冷媒体用流路 2 5 が占める面積の比は、流路幅 L を拡大することでより大きくすることができる。流路幅 L は、図 1 に示すように、水冷媒体用流路 2 5 の X 方向の長さ、すなわち水冷媒体用流路 2 5 を形成する流路形成部 2 1 の側面部 2 1 b の外面間の距離とする。図 2, 図 3 に示す例では、流路形成部 2 1 と接合部 2 2 との境界部分が流路形成部 2 1 の幅方向の端部となり、流路幅 L は、水冷媒体用流路 2 5 における、水冷媒体用流路 2 5 の幅方向の端部間の距離である。流路幅 L が広すぎると接合部 2 2 に付加される応力が大きくなったり、冷却液の流れが流路長手方向に限定されず安定しなかったりする。したがって、流路幅 L は 60 mm 以下である。流路幅の下限は冷却液を安定して流すことができる範囲として 6 mm 以上が好ましい。冷却液の流れをより安定させるために、流路幅 L は 6 mm 以上 30 mm 以下がより好ましく、さらに好ましくは、6 mm 以上 20 mm 以下の範囲である。

水冷媒体用流路 2 5 における流路幅 L は、ノギスを用いて測定する。流路幅 L については、流路形成部 2 1 の任意の 10 箇所を切り出し、該切り出し箇所の流路幅 L をノギスを用いて測定し、10 箇所における測定値の最大値および最小値の平均値を算出することで求める。

なお、上述したような、底面部 1 0 a の板面に垂直な方向に平面視した際に、U 字形状、V 字形状、コの字形状等になるような流路の折り返し箇所は、流路幅 L の測定位置から除く。

[0046] 図 1 等 に示されているように、流路形成部 2 1 の外縁部 2 7 では、水冷媒

体用流路 25 が形成されていない範囲がある。このように、水冷媒体用流路 25 が配されていない範囲が大きすぎると、冷却液による冷却効果が小さくなることから、冷却液が接触しない水冷媒体用流路 25 の端部の長さが短い方が好ましい。具体的には、図 1 等に示すように、流路形成部 21 の端部から最も近い水冷媒体用流路 25 までの、バッテリーパック 10 の底面部 10a の水冷媒体用流路 25 が存在しない範囲の X 方向の距離 D は短い方が好ましい。距離 D は、水冷媒体用流路 25 の端部から最も近い水冷媒体用流路 25 までの水冷媒体用流路 25 の幅方向の距離である。当該距離は、具体的には 10 mm 以下、さらに好ましくは 7.5 mm 以下である。

流路形成部 21 の端部から最寄りの水冷媒体用流路 25 における空洞開始までの距離 D は、ノギスを用いて測定する。距離 D については、流路形成部 21 の外縁部 27 と外縁部 27 から最も近い水冷媒体用流路 25 を含む任意の 10 箇所を切り出し、該切り出し箇所の水冷媒体用流路 25 の幅方向の距離 D をノギスを用いて測定し、10 箇所における測定値の最大値および最小値の平均値を算出することで求める。

[0047] 水冷媒体用流路 25 の高さ、すなわち流路形成部 21 の底面部 21a（図 3 の例では流路形成部 21 の下端部 21a-1）から接合部 22 までの水冷媒体用流路 25 の厚さ方向（Z 方向）の距離 h は、特に制限されないが、バッテリーパック 10 の冷却効率の観点から 1 mm～10 mm であることが好ましい。流路形成のための加工性の観点からは、距離 h の上限は 8 mm であることが好ましい。水冷媒体用流路 25 の高さ（距離 h）を 1 mm～8 mm とすることで、バッテリーパック 10 の冷却効率と流路形成のための加工性をより両立することができる。

距離 h は、ノギスを用いて測定する。距離 h については、流路形成部 21 の任意の 10 箇所を切り出し、該切り出し箇所の距離 h をノギスを用いて測定し、10 箇所における測定値の最大値および最小値の平均値を算出することで求める。

[0048] 接着部 30 の樹脂主成分は、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂、アクリ

ル系樹脂、ウレタン系樹脂のいずれかが好ましい。接着部 30 には、これら樹脂主成分のいずれかが 10% 以上含まれることが好ましく、より好ましくは 20% 以上である。このような主成分を有する接着部 30 により、水冷媒体による接着部 30 の劣化や接合部 22 の腐食を抑制し、水密性を確保することができる。

接着部 30 の樹脂主成分の含有量は、熱重量測定装置で測定される。

[0049] 冷却構造体 1 の外縁部においても、流路形成部 21 は被接合部材と接着部 30 により接合される。具体的には、流路形成部 21 の外縁部 27 は流路上蓋 26 の外縁部 42 と接着部 30 により接合される。流路形成部 21 の外縁部 27 と流路上蓋 26 の外縁部 42 とが接合（水密接合）され、水密接合部 70 が形成される。水密接合とは、水が密閉され、水圧がかかっても漏れないようになっている接合である。冷却構造体 1 が流路上蓋 26 を有しない場合、バッテリーパック 10 の底面部 10a の外縁部 11 が、流路上蓋 26 の外縁部 42 と接着部 30 により接合され、水密接合部 70 が形成される。

このように、冷却構造体 1 の外縁部が水密接合されることで、冷却液の漏れを防ぐことができ水密性を確保できる。

[0050] 流路形成部 21 は、例えば 1 枚のアルミニウム合金を加工する（例えば曲げ加工、絞り加工、鋳造等）ことで製造される。

流路形成部 21 を構成するアルミニウム合金の板厚は、特に制限されないが、例えば、0.4 mm 以上 10.0 mm 以下であることが好ましく、0.4 mm 以上 5.0 mm 以下であることがさらに好ましい。この場合、流路形成部 21 の強度を高めることができる。流路形成部 21 の製造方法はこの例に限定されない。例えば、ダイカスト法を用いて流路形成部 21 を製造しても良い。

なお、上記アルミニウム合金の板厚については、流路形成部 21 の一部を切り出し、該切り出し箇所の板厚を 10 箇所をノギスを用いて測定し、10 箇所における測定値の最大値および最小値の平均値を算出することで求める。

[0051] バッテリーパック 10 の底面部 10 a を構成する鋼板の板厚は特に制限されないが、例えば、0.4 mm 以上 1.2 mm 以下であることが好ましく、0.4 mm 以上 1.0 mm 以下であることがさらに好ましい。この場合、バッテリーパック 10 の底面部 10 a の強度を保ちつつ底面部 10 a を薄く形成することができる。したがって、冷却液とバッテリーパック 10 内の電池セルとの距離を狭めることができるので、バッテリーパック 10 の冷却効率を高めることができる他、バッテリーパック 10 の冷却応答性を高めることができる。

また、流路上蓋 26 の板厚は、特に制限されないが、例えば、0.4 mm 以上 1.2 mm 以下であることが好ましく、0.4 mm 以上 1.0 mm 以下であることがさらに好ましい。

上記鋼板の板厚については、バッテリーパック 10 の底面部 10 a または流路上蓋 26 の一部を切り出し、ノギスを用いて当該切り出し箇所の板厚を 10 箇所測定し、10 箇所における測定値の最大値および最小値の平均値を算出することで求める。

[0052] 本実施形態では、被接合部材（バッテリーパック 10 の底面部 10 a または流路上蓋 26）は A1 系めっき鋼板または Zn 系めっき鋼板に化成処理した鋼板で構成され、流路形成部 21 はアルミニウム合金で構成される。このような異なる種類の金属を接着部 30 で接合し、接合により形成される接着部 30 の厚みが 0.0005 mm 以上であるので、異種金属による接触腐食や熱膨張係数の違いによる歪を抑制することができる。また、はみ出し部 23 が水冷媒体用流路 25 側に 0.1 mm 以上はみ出る構成であるので、エロージョンによる接着部 30 の削れ代を確保することができ、接合強度が向上する。

[0053] 接着部 30 の硬度は、A15 以上 D90 以下であることが好ましい。接着部 30 の硬度とは、接着部 30 を構成する接着剤が硬化した後の接着部 30 の硬度である。これにより、冷却水が循環する環境において、接着剤が摩耗せず、高いエロージョン耐久性を有する。接着部 30 の硬度は、デュロメー

タ硬度計で測定する。

具体的には、任意の10箇所を切り出し、該切り出し箇所の硬度をJIS K 7215「プラスチックのデュロメータ硬さ試験方法」に基づいて測定し、10箇所における測定値の最大値および最小値の平均値を算出することで求める。

[0054] 尚、本実施形態に係る冷却構造体1は、自動車バッテリーユニットの底部の内側（上方）に設けられても良い。この場合、冷却構造体1は、バッテリーパック10の内部に電池セルと共に収納され、電池セルは冷却構造体1の上方に配置される。

[0055] <2. Al系めっき鋼板の構成>

次に、被接合部材を構成するAl系めっき鋼板の一例について詳細に説明する。

[0056] Al系めっき鋼板は、Alを含むめっき層が形成された鋼板である。Al系めっき鋼板のめっき層には、Siが含まれていることが好ましい。Si含有量は、例えば、2.0質量%以上15質量%以下である。Al系めっき鋼板のめっき層は、好ましくは、Al含有量が70質量%以上で、Al含有量が70～98質量%かつSi含有量が2.0質量%以上15質量%以下の2成分系または多成分系のめっきである。Si含有量のさらに好ましい範囲は3.0質量%以上15質量%以下である。Si含有量を上記範囲内とすることで、Al系めっき鋼板の加工性、耐食性を高めることができる。めっき層の化学組成としては、Al及びSiの他に、Znを15質量%以下、Mgを5質量%以下含み、残部はFeであってもよい。めっき層は鋼板の片面にのみ形成されていてもよいが、両面に形成されていることが好ましい。

[0057] さらに、めっき層中の不純物元素として、微量のFe、Ni、Co等が介在することがある。また、必要に応じ、Mg、Sn、ミッシュメタル、Sb、Zn、Cr、W、V、Mo、等を添加してもよい。アルミめっき鋼板の製造法について特に制限はないが、溶融フラックスめっきや、ゼンジマー法、オールラジアント法等による溶融めっき、電気めっき、蒸着めっきが好まし

い。

[0058] A l 系めっき鋼板に使用する母材鋼の成分については限定しないが、鋼種としては、例えば、T i、N b、B等を添加したI F鋼、A l-k鋼、C r添加鋼、ステンレス鋼、ハイテン、低炭素鋼、中炭素鋼、高炭素鋼、合金鋼等が挙げられる。

[0059] A l 系めっき鋼板の外部耐食性及び冷却液耐食性をさらに高めるために、A l 系めっき鋼板の表面（片面のみでもよいが、好ましくは両面）には、化成処理皮膜としてZ r系成分またはT i系成分またはS i系成分を主成分（例えば質量%として50質量%以上）として含む皮膜が形成されていることが好ましい。皮膜には有機成分が含まれていてもよい。

[0060] 化成処理皮膜の例は例えば特開2008-115442号公報、特開2013-7108号公報、特開2004-232040号公報、特許第3302676号公報、特許第4776458号公報、特許第5336002号公報等に挙げられている。したがって、これらの公報に挙げられている化成処理皮膜を本実施形態の化成処理皮膜として好適に使用することができる。そこで、ここでは化成処理皮膜の概要を説明する。

[0061] 化成処理皮膜の第1の例は、Z r系成分を主成分として含む皮膜の例であり、Z r、F、P、C、O、NおよびHのみから成り、かつ数平均分子量が200以上の有機物を含有しない。化成処理皮膜の構成元素のうち、Z rとFの質量比 Zr/F が1.0~10.0となり、Z rとPの質量比 Zr/P が8.5~18.0となり、化成処理皮膜中に含まれるZ r含有量が23.0質量%~48.0質量%となるように成分が調整される。化成処理皮膜の各成分の供給源は、炭酸、リン酸、フッ化水素酸からなる群から選ばれる1種以上の無機酸および／又はそのアンモニウム塩と、ジルコニウムフッ化水素酸を除くジルコニウム含有錯化合物からなる。

[0062] 化成処理皮膜の第2の例は、Z r系成分を主成分として含む皮膜の例であり、（A）チタン化合物およびジルコニウム化合物の中から少なくとも1種以上と、（B）myo-イノシトールの2~6個の結合リン酸エステル、お

よびそのアルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩、およびアンモニウム塩の中から少なくとも1種以上と、(C) シリカとを含有する。この化成処理皮膜において、(A) の金属換算量 ($Zr + Ti$) : (B) : (C) の質量比が $1 : 0.2 \sim 1.7 : 0.2 \sim 5$ である。

[0063] チタン化合物としては、例えばシュウ酸チタンカリウム、硫酸チタニル、塩化チタン、チタンラクテート、チタンイソプロポキシド、チタン酸イソプロピル、チタンエトキシド、チタン2-エチル-1-ヘキサノラート、チタン酸テトライソプロピル、チタン酸テトラ-n-ブチル、チタニアゾル等があげられる。

[0064] ジルコニウム化合物としては、例えば硝酸ジルコニル、酢酸ジルコニル、硫酸ジルコニル、炭酸ジルコニルアンモニウム、炭酸ジルコニウムカリウム、炭酸ジルコニウムナトリウム、ジルコニウムアセテートなどがあげられる。

[0065] myo-イノシトールの2~6個の結合リン酸エステルとは、例えばmyo-イノシトールジリン酸エステル、myo-イノシトールトリリン酸エステル、myo-イノシトールテトラリン酸エステル、myo-イノシトールペンタンリン酸エステル、myo-イノシトールヘキサンリン酸エステルである。

[0066] シリカとしては、例えば水分散性シリカ化合物が挙げられる。水分散性シリカ化合物は、液相コロイダルシリカ、気相シリカがある。液相コロイダルシリカとしては、特に限定するものではないが、スノーテックスC、スノーテックスO、スノーテックスN、スノーテックスS、スノーテックスUP、スノーテックスPS-M、スノーテックスPS-L、スノーテックス20、スノーテックス30、スノーテックス40（何れも日産化学工業製）、アデライトAT-20N、アデライトAT-20A、アデライトAT-20Q（何れも旭電化工業製）などが挙げられる。

[0067] 気相シリカとしては、特に限定するものではないが、アエロジル50、アエロジル130、アエロジル200、アエロジル300、アエロジル380

、アエロジルTT600、アエロジルMOX80、アエロジルMOX170（何れも日本アエロジル製）、などが挙げられる。

[0068] 化成処理皮膜の第3の例は、Zr系成分を主成分として含む皮膜の例であり、ジルコニウム化合物と、バナジウム化合物と、シリカ化合物と、リン酸化合物と、水酸基、カルボニル基、及びカルボキシル基のうちの少なくとも1つの官能基をもつ有機化合物からなる複合皮膜である。この化成処理皮膜は、Al系めっき鋼板の片面当り、ジルコニウムを $2 \sim 1200 \text{ mg/m}^2$ 、バナジウムを $0.1 \sim 300 \text{ mg/m}^2$ 、リン酸化合物を PO_4 換算として $0.3 \sim 450 \text{ mg/m}^2$ 、含有する。さらに、化成処理皮膜膜中のクロムあるいはクロム化合物の含有量がクロムとして 0.1 mg/m^2 以下、フッ素あるいはフッ素化合物の含有量がフッ素として 0.1 mg/m^2 以下となっている。

[0069] ジルコニウム化合物としては、例えば硝酸ジルコニル、酢酸ジルコニル、硫酸ジルコニル、炭酸ジルコニルアンモニウム、炭酸ジルコニウムカリウム、炭酸ジルコニウムナトリウム、ジルコニウムアセテートなどがあげられる。

[0070] バナジウム化合物としては、例えば五酸化バナジウム、メタバナジン酸、メタバナジン酸アンモニウム、メタバナジン酸ナトリウム、オキシ三塩化バナジウム、三酸化バナジウム、二酸化バナジウム、オキシ硫酸バナジウム、バナジウムオキシアセチルアセトネート、バナジウムアセチルアセトネート、三塩化バナジウム、リンバナドモリブデン酸、硫酸バナジウム、二塩化バナジウム、酸化バナジウム等があげられる。

[0071] シリカ化合物としては、例えば水分散性シリカ化合物が挙げられる。水分散性シリカ化合物としては、コロイダルシリカ、気相シリカがあり、コロイダルシリカとしては、特に限定するものではないが、スノーテックスC、スノーテックスO、スノーテックスN、スノーテックスS、スノーテックスUP、スノーテックスPS-M、スノーテックスPS-L、スノーテックス20、スノーテックス30、スノーテックス40（何れも日産化学工業製）、

アデライトAT-20N、アデライトAT-20A、アデライトAT-20Q（何れも旭電化工業製）などが挙げられる。

[0072] 気相シリカとしては、特に限定するものではないが、アエロジル50、アエロジル130、アエロジル200、アエロジル300、アエロジル380、アエロジルTT600、アエロジルMOX80、アエロジルMOX170（何れも日本アエロジル製）、などが挙げられる。

[0073] リン酸化合物は、リン酸イオンを含んでいけばよい。リン酸化合物としては、例えばオルトリン酸（リン酸）、メタリン酸、ピロリン酸及びこれらの物質の一部あるいは全部の水素イオンが置き換えられたアンモニウム塩、ナトリウム塩、カルシウム塩、カリウム塩等の塩類を単独あるいは混合して使用することができる。

[0074] 水酸基、カルボニル基、及びカルボキシ基のうちの少なくとも1つの官能基をもつ有機化合物としては、例えばメタノール、エタノール、イソプロパノール、エチレングリコール等のアルコール類、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、フルフラール、アセチルアセトン、アセト酢酸エチル、ジピバロイルメタン、3-メチルペンタンジオン等のカルボニル化合物、ギ酸、酢酸、プロピオン酸、酒石酸、アスコルビン酸、グルコン酸、クエン酸、リンゴ酸等の有機酸、グルコース、マンノース、ガラクトース等の単糖類、麦芽糖、ショ糖等のオリゴ糖類、デンプン、セルロース等の天然多糖類、タンニン酸、フミン酸、リグニンスルホン酸、ポリフェノール等の芳香族化合物、ポリビニルアルコール、ポリエチレングリコール、ポリアクリル酸、ポリアクリルアミド、ポリエチレンイミン、水溶性ナイロン等の合成高分子等が挙げられる。

[0075] 化成処理皮膜には、追加成分として、ポリオレフィン系ワックス、パラフィン系ワックスのうちの少なくとも1種からなる潤滑性付与成分を含有させてもよい。

[0076] 化成処理皮膜の第4の例は、Ti系成分を主成分として含む皮膜の例であり、バルブメタルの酸化物又は水酸化物、及びフッ化物が共存する皮膜であ

る。バルブメタルとしては、Ti、V等が挙げられる。これらのうち、Tiの4価化合物は安定な化合物であり、優れた特性の皮膜を形成することができるので好ましい。Ti系成分を主成分として含む皮膜としては、例えば、酸化物[TiO₂]や水酸化物[Ti(OH)₄]等が複合した皮膜等が挙げられる。この皮膜にTiのフッ化物、例えばX_nTiF₆（X：アルカリ金属、アルカリ土類金属又はNH₄、n＝1又は2）、TiF₄等のフッ化物が共存している。

[0077] 化成処理皮膜の第5の例は、Si系成分を主成分として含む皮膜の例であり、有機ケイ素化合物（シランカップリング剤）を主成分として含む化成処理皮膜である。有機ケイ素化合物は、分子中にアミノ基を1つ含有するシランカップリング剤（A）と、分子中にグリシジル基を1つ含有するシランカップリング剤（B）を固形分質量比〔（A）／（B）〕で0.5～1.7の割合で配合して得られる。有機ケイ素化合物は、分子内に式—SiR₁R₂R₃（式中、R₁、R₂及びR₃は互いに独立に、アルコキシ基又は水酸基を表し、少なくとも1つはアルコキシ基を表す）で表される官能基（a）を2個以上と、水酸基（官能基（a）に含まれ得るものとは別個のもの）およびアミノ基から選ばれる少なくとも1種の親水性官能基（b）を1個以上含有し、平均の分子量が1000～10000である。

[0078] 化成処理皮膜の第6の例は、Si系成分を主成分として含む皮膜の例であり、有機ケイ素化合物（シランカップリング剤）を主成分として含む化成処理皮膜である。有機ケイ素化合物は、その構造中に環状シロキサン構造を有する。ここで「環状シロキサン結合」とは、Si—O—Si結合が連続する構成を有し、かつSiとOの結合のみで構成され、Si—O繰り返し数が3～8の環状構造を指す。

[0079] 当該有機ケイ素化合物は、分子中にアミノ基を少なくとも1つ含有するシランカップリング剤（A）と、分子中にグリシジル基を少なくとも1つ含有するシランカップリング剤（B）とを固形分質量比〔（A）／（B）〕で0.5～1.7の割合で配合して得られる。こうして得られる有機ケイ素化合物

物（W）は、分子内に式 $-SiR_1R_2R_3$ （式中、 R_1 、 R_2 及び R_3 は互いに独立に、アルコキシ基又は水酸基を表し、 R_1 、 R_2 及び R_3 の少なくとも1つはアルコキシ基を表す）で表される官能基（a）を2個以上と、水酸基（但し、官能基（a）が水酸基を含む場合は、その水酸基とは別個のもの）及びアミノ基からなる群から選ばれる少なくとも1種の親水性官能基（b）を1個以上含有し、平均の分子量が1000～10000であることが好ましい。

[0080] もちろん、本実施形態の化成処理皮膜の例は上記に限定されず、例えば後述する実施例に挙げられた化成処理皮膜も好適に使用することができる。

[0081] 上述した化成処理皮膜の形成方法は特に制限されず、上記各組成に対応する化成処理液（皮膜処理液）を公知の方法でAl系めっき鋼板に塗布し、焼付け乾燥すればよい。

[0082] <3. Zn系めっき鋼板の構成>

次に、被接合部材を構成するZn系めっき鋼板の一例について詳細に説明する。

[0083] Zn系めっき鋼板は、Znを含むめっき層が形成された鋼板である。めっき層は鋼板の片面にのみ形成されていてもよいが、両面に形成されていることが好ましい。Zn系めっき鋼板としては、例えば亜鉛めっき鋼板、亜鉛－ニッケルめっき鋼板、亜鉛－鉄めっき鋼板、亜鉛－クロムめっき鋼板、亜鉛－アルミニウムめっき鋼板、亜鉛－チタンめっき鋼板、亜鉛－マグネシウムめっき鋼板、亜鉛－マンガンめっき鋼板、亜鉛－アルミニウム（Al）－マグネシウム（Mg）めっき鋼板、亜鉛－アルミニウム－マグネシウム－シリコンめっき鋼板等が挙げられる。さらにはこれらのめっき層に少量の異種金属元素又は不純物として、コバルト、モリブデン、タングステン、ニッケル、チタン、クロム、アルミニウム、マンガン、鉄、マグネシウム、鉛、ビスマス、アンチモン、錫、銅、カドミウム、ヒ素等を含有したものや、シリカ、アルミナ、チタニア等の無機物を分散させたZn系めっき鋼板を用いることもできる。さらには上記のめっきを他の種類のめっきと組み合わせること

もでき、例えば鉄めっき、鉄－リンめっき、ニッケルめっき、コバルトめっき等と組み合わせた複層めっきも適用可能である。めっき方法は特に限定されるものではなく、公知の電気めっき法、溶融めっき法、蒸着めっき法、分散めっき法、真空めっき法等のいずれの方法でもよい。

[0084] さらに、Zn系めっき鋼板の表面（片面のみでもよいが、好ましくは両面）には、化成処理皮膜として無機皮膜または樹脂皮膜が形成されている。無機皮膜は、Si系成分またはZr系成分を主成分（例えば質量%として50質量%以上）として含む。なお、無機皮膜は有機成分を含んでいてもよい。

[0085] 無機皮膜または樹脂皮膜は、導電性を有することが好ましい。この場合、Zn系めっき鋼板の電着塗装性を向上することができる。さらに、無機皮膜は、Si－O結合、Si－C結合、及びSi－OH結合のうち1種以上を含む化合物相で構成されていることが好ましい。また、化合物相中に後述するアクリル樹脂が含まれていることが好ましい。これらの要件が満たされる場合、化成処理皮膜の密着性を高めることができるので、Zn系めっき鋼板の加工部の外部耐食性及び冷却液耐食性を高めることができる。また、無機皮膜は、かつV成分、P成分、及びCo成分の少なくとも1種以上を防錆成分として含んでいることが好ましい。無機皮膜の防錆成分は、酸化バナジウム、リン酸、及び硝酸Coの何れか1種以上であることが好ましい。また、無機皮膜の厚みは0 μ m超1.5 μ m以下であることが好ましい。この場合、上述した化成処理皮膜の導電性あるいは密着性をさらに高めることができる。

[0086] 樹脂皮膜は、樹脂、防錆顔料、及び導電顔料を含むことが好ましい。さらに、樹脂皮膜は、金属粒子、金属間化合物粒子、導電性酸化物粒子、及び導電性非酸化物セラミクス粒子の何れか1種以上を導電顔料として含むことが好ましい。導電顔料は、23～27℃の粉体抵抗率が $7.0 \times 10^7 \Omega \text{cm}$ 以下であり、かつZn、Si、Zr、V、Cr、Mo、Mn、Fe及びWからなる群から選択されるいずれか1種以上を構成元素として含むことが好ましい。さらに、樹脂皮膜は、導電顔料を1.0質量%以上30質量%以下の

割合で含むことが好ましい。さらに、樹脂皮膜の平均厚みが $1.0\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。さらに、導電顔料の平均粒径が樹脂皮膜の平均厚みの 0.5 倍以上 1.5 倍以下であることが好ましい。これらの要件のいずれか1つ以上が満たされる場合、Zn系めっき鋼板の外部耐食性及び冷却液耐食性をさらに高めることができる。

[0087] 化成処理皮膜の例は例えば特許第4776458号公報、特許第5336002号公報、特許第6191806号公報、特許第6263278号公報、国際公開第2020/202461号公報、特許第4084702号公報等に挙げられている。したがって、これらの公報に挙げられている化成処理皮膜を本実施形態の化成処理皮膜として好適に使用することができる。そこで、ここでは化成処理皮膜の概要を説明する。

[0088] 化成処理皮膜の第1の例は、無機皮膜の例であり、有機ケイ素化合物（シランカップリング剤）を主成分として含む化成処理皮膜である。有機ケイ素化合物は、分子中にアミノ基を1つ含有するシランカップリング剤（A）と、分子中にグリシジル基を1つ含有するシランカップリング剤（B）を固形分質量比〔（A）／（B）〕で $0.5\sim 1.7$ の割合で配合して得られる。有機ケイ素化合物は、分子内に式 $-\text{SiR}_1\text{R}_2\text{R}_3$ （式中、 R_1 、 R_2 及び R_3 は互いに独立に、アルコキシ基又は水酸基を表し、少なくとも1つはアルコキシ基を表す）で表される官能基（a）を2個以上と、水酸基（官能基（a）に含まれ得るものとは別個のもの）およびアミノ基から選ばれる少なくとも1種の親水性官能基（b）を1個以上含有し、平均の分子量が $1000\sim 10000$ である。

[0089] 第1の例では、Zr系成分はジルコニウムフッ化水素酸として化成処理皮膜に含まれる。V成分はバナジウム化合物、P成分はリン酸、Co成分は硫酸コバルト、硝酸コバルト、及び炭酸コバルトからなる群から選択される少なくとも1種として化成処理皮膜に含まれる。バナジウム化合物としては、例えば五酸化バナジウム V_2O_5 、メタバナジン酸 HVO_3 、メタバナジン酸アンモニウム、メタバナジン酸ナトリウム、オキシ三塩化バナジウム VOCl_3

、三酸化バナジウム V_2O_3 、二酸化バナジウム VO_2 、酸化バナジウム、オキシ硫酸バナジウム $VOSO_4$ 、バナジウムオキシアセチルアセトネート $VO(OC(=CH_2)CH_2COCH_3)_2$ 、バナジウムアセチルアセトネート $V(OC(=CH_2)CH_2COCH_3)_3$ 、三塩化バナジウム VCl_3 、リンバナドモリブデン酸などを例示することができる。また、5価のバナジウム化合物を水酸基、カルボニル基、カルボキシル基、1～3級アミノ基、アミド基、リン酸基及びホスホン酸基よりなる群から選ばれる少なくとも1種の官能基を有する有機化合物により、4価～2価に還元したものも使用可能である。

[0090] 化成処理皮膜の第2の例は、無機皮膜の例であり、有機ケイ素化合物（シランカップリング剤）を主成分として含む化成処理皮膜である。有機ケイ素化合物は、その構造中に環状シロキサン構造を有する。ここで「環状シロキサン結合」とは、 $Si-O-Si$ 結合が連続する構成を有し、かつ Si と O の結合のみで構成され、 $Si-O$ 繰り返し数が3～8の環状構造を指す。

[0091] 当該有機ケイ素化合物は、分子中にアミノ基を少なくとも1つ含有するシランカップリング剤（A）と、分子中にグリシジル基を少なくとも1つ含有するシランカップリング剤（B）とを固形分質量比〔（A）／（B）〕で0.5～1.7の割合で配合して得られる。こうして得られる有機ケイ素化合物（W）は、分子内に式 $-SiR_1R_2R_3$ （式中、 R_1 、 R_2 及び R_3 は互いに独立に、アルコキシ基又は水酸基を表し、 R_1 、 R_2 及び R_3 の少なくとも1つはアルコキシ基を表す）で表される官能基（a）を2個以上と、水酸基（但し、官能基（a）が水酸基を含む場合は、その水酸基とは別個のもの）及びアミノ基からなる群から選ばれる少なくとも1種の親水性官能基（b）を1個以上含有し、平均の分子量が1000～10000であることが好ましい。

[0092] 第2の例では、Zr系成分はジルコニウム化合物として化成処理皮膜に含まれる。ジルコニウム化合物としては、例えばジルコニウム弗化水素酸、ジルコニウムフッ化アンモニウム、硫酸ジルコニウム、オキシ塩化ジルコニウ

ム、硝酸ジルコニウム、酢酸ジルコニウムなどを例示することができる。ジルコニウム化合物は、これらの中でも、ジルコニウム弗化水素酸であることがより好ましい。ジルコニウム弗化水素酸を用いる場合、より優れた耐食性や塗装性を得ることができる。

[0093] V成分はバナジウム化合物、P成分はリン酸化合物、Co成分は硫酸コバルト、硝酸コバルト、及び炭酸コバルトからなる群から選択される少なくとも1種として化成処理皮膜に含まれる。バナジウム化合物としては、例えば五酸化バナジウム V_2O_5 、メタバナジン酸 HVO_3 、メタバナジン酸アンモニウム、メタバナジン酸ナトリウム、オキシ三塩化バナジウム $VOCl_3$ 、三酸化バナジウム V_2O_3 、二酸化バナジウム VO_2 、酸化バナジウム、オキシ硫酸バナジウム VO_2SO_4 、バナジウムオキシアセチルアセトネート $VO(OC(=CH_2)CH_2COCH_3)_2$ 、バナジウムアセチルアセトネート $V(OC(=CH_2)CH_2COCH_3)_3$ 、三塩化バナジウム VCl_3 、リンバナドモリブデン酸などを例示することができる。また、水酸基、カルボニル基、カルボキシル基、1～3級アミノ基、アミド基、リン酸基及びホスホン酸基よりなる群から選ばれる少なくとも1種の官能基を有する有機化合物により、5価のバナジウム化合物を4価～2価に還元したものも使用可能である。

[0094] リン酸化合物としては、例えばリン酸、リン酸アンモニウム塩、リン酸カリウム塩、リン酸ナトリウム塩などを例示することができる。リン酸化合物は、これらの中でも、リン酸であることがより好ましい。リン酸を用いる場合、より優れた耐食性を得ることができる。

[0095] 化成処理皮膜の第3の例は、無機皮膜の例であり、アクリル樹脂とジルコニウムとバナジウムとリンとコバルトとを含む。より具体的には、化成処理皮膜は、粒子状のアクリル樹脂（樹脂粒子）と、インヒビター相とを含む。アクリル樹脂は、（メタ）アクリル酸アルキルエステルの重合体を含む樹脂であることが好ましく、（メタ）アクリル酸アルキルエステルのみを重合した重合体であってもよいし、（メタ）アクリル酸アルキルエステルと、その他のモノマーとを重合した共重合体であってもよい。「（メタ）アクリル」

は「アクリル」または「メタクリル」を意味する。インヒビター相は、ジルコニウムとバナジウムとリンとコバルトとを含む。ジルコニウムは、アクリル樹脂と架橋構造を形成している。

[0096] 化成処理皮膜の第4の例は、無機皮膜の例であり、炭酸ジルコニウム化合物と、アクリル樹脂と、バナジウム化合物と、リン化合物と、コバルト化合物とを含む。炭酸ジルコニウム化合物としては、例えば炭酸ジルコニウム、炭酸ジルコニウムアンモニウム、炭酸ジルコニウムカリウム、炭酸ジルコニウムナトリウムなどが挙げられ、これらの1種以上を用いることができる。なかでも、耐食性が優れる点で炭酸ジルコニウム、および炭酸ジルコニウムアンモニウムが好ましい。

[0097] アクリル樹脂は、少なくともスチレン (b 1) と、(メタ) アクリル酸 (b 2) と、(メタ) アクリル酸アルキルエステル (b 3) と、アクリロニトリル (d 4) とを含むモノマー成分を共重合することから得られた樹脂であって、アクリロニトリル (b 4) の量が、当該樹脂の全モノマー成分の固形分質量を基準として、20～38質量%であり、且つ、ガラス転移温度が $-12 \sim -15^{\circ}\text{C}$ の水溶性樹脂および水系エマルション樹脂である。すなわち、アクリル樹脂は、化成処理皮膜中に樹脂粒子の態様で存在する。

[0098] バナジウム化合物としては、例えば2～4価のバナジウム化合物、より具体的には、例えば五酸化バナジウム (V_2O_5)、メタバナジン酸 (HVO_3)、メタバナジン酸アンモニウム、メタバナジン酸ナトリウム、オキシ三塩化バナジウム (VOCl_3) 等の5価のバナジウム化合物を還元剤で2～4価に還元したもの、三酸化バナジウム (V_2O_3)、二酸化バナジウム (VO_2)、オキシ硫酸バナジウム (VOSO_4)、オキシ蔞酸バナジウム [$\text{VO}(\text{COO})_2$]、バナジウムオキシアセチルアセトネート [$\text{VO}(\text{OC}(\text{CH}_3)=\text{CHCOCH}_3)_2$]、バナジウムアセチルアセトネート [$\text{V}(\text{OC}(\text{CH}_3)=\text{CHCOCH}_3)_3$]、三塩化バナジウム (VCl_3)、リンバナドモリブデン酸 $\{\text{H}_{15}-\text{X}[\text{PV}_{12}-\text{xM}_{\text{ox}}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O} (6 < \text{x} < 12, n < 30)\}$ 、硫酸バナジウム ($\text{VSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$)、二塩化バナジウム (VC

I₂)、酸化バナジウム(V O)等の酸化数4～2価のバナジウム化合物等が挙げられる。

[0099] リン化合物としては、例えばリンを含有する酸基を有する無機酸アニオン、リンを含有する酸基を有する有機酸アニオンが挙げられる。リンを含有する酸基を有する無機酸アニオンとしては、例えばオルトリン酸、メタリン酸、縮合リン酸、ピロリン酸、トリポリリン酸、テトラリン酸、ヘキサメタリン酸等の無機酸の少なくとも1個の水素が遊離した無機酸アニオンおよびそれらの塩類を挙げることができる。

[0100] リンを含有する酸基を有する有機酸アニオンとしては、例えば、1-ヒドロキシメタン-1, 1-ジホスホン酸、1-ヒドロキシエタン-1, 1-ジホスホン酸、1-ヒドロキシプロパン-1, 1-ジホスホン酸、1-ヒドロキシエチレン-1, 1-ジホスホン酸、2-ヒドロキシホスホノ酢酸、アミノトリ(メチレンホスホン酸)、エチレンジアミン-N, N, N', N'-テトラ(メチレンホスホン酸)、ヘキサメチレンジアミン-N, N, N', N'-テトラ(メチレンホスホン酸)、ジエチレントリアミン-N, N, N', N', N'-ペンタ(メチレンホスホン酸)、2-ホスホン酸ブタン-1, 2, 4-トリカルボン酸、イノシトールヘキサホスホン酸、フィチン酸等の有機ホスホン酸、有機リン酸等の少なくとも1個の水素が遊離した有機酸アニオンおよびそれらの塩類を挙げることができる。

[0101] コバルト化合物としては、例えば硫酸コバルト、硝酸コバルトおよび炭酸コバルトなどが挙げられる。

[0102] 化成処理皮膜の第5の例は、樹脂皮膜の例であり、金属粒子、金属間化合物粒子、導電性酸化物粒子、導電性非酸化物セラミクス粒子の何れか1種以上を導電顔料として含む。導電顔料は、23～27℃の粉体抵抗率が $7.0 \times 10^7 \Omega \text{cm}$ 以下であり、かつZn、Si、Zr、V、Cr、Mo、Mn、Fe及びWからなる群から選択されるいずれか1種以上を構成元素として含む。

[0103] 金属間化合物としては、例えばフェロシリコン、フェロマンガン等が挙げ

られる。導電性酸化物粒子としては、例えば、酸化物の結晶格子に不純物をドーピングすることで導電性を有する物質（ドーピング型導電性酸化物）もしくは酸化物表面を導電性物質で修飾したタイプのものを使うことができる。前者としてはAl、Nb、Ga、Sn等から選択される1種以上の金属元素をドーピングした金属酸化物（例えば、Alドーピング型酸化亜鉛、Nbドーピング型酸化亜鉛、Gaドーピング型酸化亜鉛、Snドーピング型酸化亜鉛等）など一般に公知のものを使用することができる。後者としては、酸化物に導電性を有するSnO₂を修飾した酸化亜鉛やシリカなど一般に公知のものを使用することができる。導電性酸化物としてはドーピング型導電性酸化物が好ましく、ドーピング型導電性酸化物としては、Alドーピング型酸化亜鉛が好ましい。

[0104] 導電性非酸化物セラミクス粒子は、酸素を含まない元素又は化合物からなるセラミクスで構成される。導電性非酸化物セラミクス粒子としては、例えば、ホウ化物セラミクス、炭化物セラミクス、窒化物セラミクス、及びケイ化物セラミクスが挙げられる。また、ホウ化物セラミクス、炭化物セラミクス、窒化物セラミクス、及びケイ化物セラミクスとは、それぞれ、ホウ素B、炭素C、窒素N、ケイ素Siを主要な非金属構成元素とする非酸化物セラミクスのことであり、これら一般に公知の非酸化物セラミックで、Zn、Si、Zr、V、Cr、Mo、MnおよびWからなる群から選択されるいずれか1種もしくは複数種を含むものを用いることができる。更に、非酸化物セラミクス粒子は、工業製品の有無、並びに、国内外市場での安定流通性、価格、及び電気抵抗率等の観点から、次に例示する非酸化物セラミクスがより好ましい。例えば、Mo₂B、MoB、MoB₂、Mo₂B₅、NbB₂、VB、VB₂、W₂B₅、ZrB₂、Mo₂C、V₂C、VC、WC、W₂C、ZrC、Mo₂N、VN、ZrN、Mo₃Si、Mo₅Si₃、MoSi₂、NbSi₂、Ni₂Si、Ta₂Si、TaSi₂、TiSi、TiSi₂、V₅Si₃、VSi₂、W₃Si、WSi₂、ZrSi、ZrSi₂、CrB、CrB₂、Cr₃C₂、Cr₂N、CrSiの粒子、これらから選ばれる2種以上の混合物の粒子がより好ましい。

- [0105] 化成処理皮膜の第6の例は、樹脂皮膜の例であり、ウレタン結合を有する樹脂と、導電性粒子（導電顔料）とを含む。ウレタン結合を有する樹脂は、
- （イ）官能基数が少なくとも3のポリエステルポリオール、（ロ）有機ポリイソシアネートのブロック化物または有機ポリイソシアネートと活性水素化合物との反応により得られる末端にNCO基を有するプレポリマーのブロック化物、を含む成膜性樹脂原料から得られた有機樹脂である。
- [0106] （イ）の官能基数が少なくとも3のポリエステルポリオールは、ジカルボン酸、グリコールおよび少なくとも3個のOH基を有するポリオールをエステル化する事により得ることができる。
- [0107] ポリエステルポリオールの製造に用いられるジカルボン酸としては、例えばコハク酸、無水コハク酸、アジピン酸、アゼライン酸、セバシン酸、ドデカン2酸、マレイン酸、無水マレイン酸、フマル酸、イタコン酸、ダイマー酸、などの脂肪族系、例えばフタル酸、無水フタル酸、イソフタル酸、イソフタル酸ジメチルエステル、テレフタル酸、テレフタル酸ジメチルエステル、2,6-ナフタレンジカルボン酸、ヘキサヒドロ無水フタル酸、テトラヒドロ無水フタル酸、シクロヘキサレンジカルボン酸、シクロヘキサレンジカルボン酸ジメチルエステル、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、無水ハイミック酸、無水メチルハイミック酸などの芳香族および脂環族系のものが挙げられる。
- [0108] グリコールとしては、例えばエチレングリコール、ジエチレングリコール、プロピレングリコール、1,3-ブチレングリコール、1,4-ブチレングリコール、ジプロピレングリコール、1,5-ペンタンジオール、1,6-ヘキサジオール、ネオペンチルグリコール、ヒドロキシジバリン酸のネオペンチルグリコールエステル、トリエチレングリコール、1,9-ノナンジオール、3-メチル-1,5-ペンタンジオール、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオール、2-エチル-1,3-ヘキサジオール、2,4-ジエチル-1,5-ペンタンジオール、ポリカプロラクトンジオール、ポリプロピレングリコール、ポリテトラメチレンエーテルグリコール、

ポリカーボネートジオール、2-n-ブチル-2-エチル-1, 3-プロパンジオール、2, 2-ジエチル-1, 3-プロパンジオールなどの脂肪族系のもの、例えばシクロヘキサンジメタノール、シクロヘキサンジオール、2-メチル-1, 1-シクロヘキサンジメタノール、キシリレングリコール、ビスヒドロキシエチルテレフタレート、1, 4-ビス(2-ヒドロキシエトキシ)ベンゼン、水添ビスフェノールA、ビスフェノールAのエチレンオキサイド付加体、ビスフェノールAのプロピレンオキサイド付加体などの脂肪族系あるいは芳香族系のものが挙げられる。

[0109] 少なくとも3個のOH基を有するポリオールとしては、例えばグリセリン、トリメチロールプロパン、トリメチロールエタン、1, 2, 6-ヘキサントリオール、ペンタエリスリトール、ジグリセリンおよびこれらのポリオールを開始剤としたエチレンオキサイド付加体、プロピオンオキサイド付加物あるいはε-カプロラクタン付加体などが挙げられる。

[0110] (ロ)のブロック化物としては、例えば少なくとも2個のNCO基を有する化合物、例えば、トリメチレンジイソシアネート、テトラメチレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、ペンタメチレンジイソシアネート、1, 2-プロピレンジイソシアネート、2, 3-ブチレンジイソシアネート、1, 3-ブチレンジイソシアネート、2, 4, 4-または2, 2, 4-トリメチルヘキサメチレンジイソシアネート、ドデカメチレンジイソシアネート、2, 6-ジイソシアナートメチルカプロエートなどの脂肪族ジイソシアネートや、例えば1, 3-シクロペンタンジイソシアネート、1, 4-シクロヘキサンジイソシアネート、1, 3-シクロヘキサンジイソシアネート、3-イソシアナートメチル-3, 5, 5-トリメチルヘキシルイソシアネート、4, 4'-メチレンビス(シクロヘキシルイソシアネート)、メチル-2, 4-シクロヘキサンジイソシアネート、メチル-2, 6-シクロヘキサンジイソシアネート、1, 2-ビス(イソシアナートメチル)シクロヘキサン、1, 4-ビス(イソシアナートメチル)シクロヘキサン、1, 3-ビス(イソシアナートメチル)シクロヘキサン、トランス-シクロヘキ

サンー 1, 4-ジイソシアネートなどのシクロアルキレン系ジイソシアネートや、例えば m-キシレンジイソシアネート、m-フェニレンジイソシアネート、p-フェニレンジイソシアネート、4, 4'-ジフェニルジイソシアネート、1, 5-ナフタレンジイソシアネート、4, 4'-ジフェニルメタンジイソシアネート、2, 4-または 2, 6-トリレンジイソシアネート、4, 4'-トリレンジイソシアネート、ジアニジンジイソシアネート、4, 4'-ジフェニルエーテルジイソシアネートなどの芳香族ジイソシアネートや、例えば ω , ω' -ジイソシアネート-1, 3-ジメチルベンゼン、 ω , ω' -ジイソシアネート-1, 4-ジメチルベンゼン、 ω , ω' -ジイソシアネート-1, 4-ジエチルベンゼン、 α , α , α' , α' -テトラメチルメタキシリレンジイソシアネートなどの芳香脂肪族ジイソシアネートや、例えばトリフェニルメタン-4, 4', 4''-トリイソシアネート、1, 3, 5-トリイソシアネートベンゼン、2, 4, 6-トリイソシアネートトルエン、 ω -イソシアネートエチル-2, 6-ジイソシアネートカプロエートなどのトリイソシアネートや、例えば 4, 4'-ジフェニルメチルメタン-2, 2', 5, 5'-テトライソシアネートなどのテトライソシアネートのブロック化物や、ダイマー、トリマー、ビュレット、アロファネート、カルボジイミド、ポリメチレンポリフェニルポリイソシアネート（クルードMDI、c-MDI、ポリメリックMDI）、クルードTDI、などのイソシアネート化合物からの誘導体のブロック化物や、あるいはこれらと活性水素化合物との反応により得られる末端にNCO基を有するプレポリマーのブロック化物が挙げられる。

[0111] 導電性粒子は、50質量%以上のSiを含有する合金または化合物、もしくはそれらの複合体である耐食性能を持つ粒子である。導電性粒子は、フェロシリコンであることが好ましい。また、化成処理皮膜には、防錆顔料を添加してもよい。防錆顔料としては、例えばストロンチウムクロメート、カルシウムクロメートのような6価クロム酸塩など、公知の防錆顔料が挙げられる。防錆剤として6価クロム化合物の使用を回避したい場合は、ケイ酸イオ

ン、リン酸イオン、バナジン酸イオンのうち一種以上を放出するものなどを用いることができる。

[0112] もちろん、本実施形態の化成処理皮膜の例は上記に限定されず、例えば後述する実施例に挙げられた化成処理皮膜も好適に使用することができる。

[0113] 上述した化成処理皮膜の形成方法は特に制限されず、上記各組成に対応する化成処理液（皮膜処理液）を公知の方法でZn系めっき鋼板に塗布し、焼付け乾燥すればよい。なお、Zn系めっき鋼板と化成処理皮膜との好ましい組み合わせの一例として、Zn-Al-Mgめっき鋼板とSi系成分を主成分として含む無機皮膜との組み合わせが挙げられる。

実施例

[0114] 以下、実施例により本開示をさらに詳細に説明する。なお、以下に説明する実施例は、あくまでも本開示の一例であり、本開示を限定するものではない。

[0115] <材料の準備>

加工性に優れる極低炭素鋼として表1に示された鋼成分を有する鋼（残部は鉄及び不純物）を熱間圧延し、酸洗、冷間圧延を経て板厚0.6mmにした冷延鋼板を準備した。次に当該冷延鋼板を無酸化炉型の連続溶融めっきラインにおいて溶融Alめっきを施すことでAl系めっき鋼板を得た。めっきラインは無酸化炉－還元炉タイプのラインを使用し、焼鈍もこの溶融めっきライン内で行った。焼鈍温度は850℃とした。

[0116] [表1]

化学成分 (mass%)							
C	Si	Mn	P	S	Ti	Al	N
0.0015	0.005	0.12	0.03	0.001	0.05	0.03	0.003

[0117] めっき後にガスワイピング法でめっき厚みを両面約40g/m²に調節した。溶融めっきの際のめっき浴の浴温度は660℃とした。めっき浴としては溶融Al浴に必要な応じてSiを添加したものを用了。

[0118] 本実施例においては、溶融Al浴でSiを添加していないめっき浴でめっ

きした鋼板を「純AⅠめっき鋼板」、溶融AⅠ浴に2質量%のSiを添加した浴でめっきした鋼板を「AⅠ-2%Siめっき鋼板」、溶融AⅠ浴に9質量%のSiを添加した浴でめっきした鋼板を「AⅠ-9%Siめっき鋼板」、溶融AⅠ浴に15質量%のSiを添加した浴でめっきした鋼板を「AⅠ-15%Siめっき鋼板」、溶融AⅠ浴に20質量%のSiを添加した浴でめっきした鋼板を「AⅠ-20%Siめっき鋼板」とも称する。

[0119] 次に、当該AⅠ系めっき鋼板の表面に必要な応じてロールコーターで化成処理液を塗装した。ロールコーターの回転速度とロール間の圧力（一般にニップ圧と呼ばれる）を調整することで、化成処理液の付着量を調整した。付着量は乾燥重量で片面当たり500mg/m²とした。化成処理液を塗装した後は熱風炉で到達板温が80℃となる条件で化成処理液を乾燥させた。化成処理はAⅠ系めっき鋼板の両面に施した。

[0120] なお、塗装に使用した化成処理液は、Si系化成処理液であるγ-アミノプロピルトリエトキシシランを2.5g/L配合した水溶液、Zr系化成処理液である炭酸ジルコニウムアンモニウムを3g/L配合した水溶液、Ti系化成処理液であるフッ化チタン（Ⅳ）アンモニウムを40g/L配合した水溶液の3種とした。作成したAⅠ系めっき鋼板の詳細を表4に示す。

[0121] さらに、上記のような冷間圧延までの工程を経た冷延鋼板を、焼鈍が可能な連続溶融めっき装置によって最高到達板温が820℃となる条件で焼鈍した後に溶融亜鉛めっきすることで溶融亜鉛めっき鋼板（Zn系めっき鋼板）も準備した。ここで、焼鈍工程の焼鈍炉内のガス雰囲気は、1.0体積%のH₂を含むN₂雰囲気とした。めっき工程でのめっき浴の成分としては、Zn-0.2質量%AⅠ（以下「GⅠ」とも称する）、Zn-0.09質量%AⅠ（以下「GA」とも称する）、Zn-6質量%AⅠ-3質量%Mg（以下「Zn-AⅠ-Mg」とも称する）、Zn-11質量%AⅠ-3質量%Mg-0.2質量%Si（以下「Zn-AⅠ-Mg-Si」とも称する）の4種を用いた。

[0122] なお、Zn-0.09質量%AⅠめっき（GA）の溶融めっき浴を用いた

溶融亜鉛めっきでは、以下の工程により合金化溶融亜鉛めっきを行った。すなわち、溶融めっき浴に鋼板を浸漬した。ついで、めっき浴から鋼板を引き抜きながら、スリットノズルから N_2 ガスを吹き付けてガスワイピングすることで、付着量を調整した。ついで、インダクションヒーターにて板温 $480^{\circ}C$ で加熱することで合金化させ、めっき層中へ鋼板中のFeを拡散させた。

[0123] また、めっきした鋼板のめっきの付着量は、鋼板の片面当たり、GAは 45 g/m^2 、GA以外のめっきは 60 g/m^2 とした。また、比較としてめっきを施さずに連続焼鈍ラインで焼鈍のみ行った冷延鋼板も準備した。

[0124] ついで、前記の工程で作製したZn系めっき鋼板の表面に必要な応じてロールコーターで化成処理液（皮膜処理液）を塗装した。化成処理液の付着量（すなわち化成処理膜の膜厚）は、ロールコーターの回転速度とロール間の圧力（一般にニップ圧と呼ばれる）を調整することで行った。これにより、所定の膜厚の化成処理皮膜をめっき鋼板上に形成した。

[0125] ここで、化成処理膜が無機皮膜となる場合、化成処理液を塗装した後に熱風炉で到達板温が $80^{\circ}C$ となる条件で化成処理液を乾燥させた。化成処理膜が樹脂皮膜となる場合、化成処理液をめっき鋼板に塗装する前にめっき鋼板との密着性を高めるための前処理として日本パーカライジング社製の化成処理パルコートE200をロールコーターでめっき鋼板に塗装して熱風炉で到達板温 $80^{\circ}C$ となる条件で乾燥させた。その後、ロールコーターで化成処理液を所定の膜厚で塗装したのちに熱風炉で到達板温が $200^{\circ}C$ となる条件で乾燥させた。化成処理皮膜はめっき鋼板の両面に施した。なお、各種皮膜を塗装乾燥したのちの膜厚は塗装した鋼板を垂直断面が観察できるように樹脂に埋め込んで研磨したものを走査型電子顕微鏡で観察して測定した。走査型電子顕微鏡での観察倍率は、皮膜の膜厚に応じて適宜最適倍率を選定して行った。

[0126] なお、無機皮膜を塗布乾燥後に $1.5\text{ }\mu\text{m}$ を超える膜厚で作成したサンプルはいずれの処理液においても皮膜にクラックが入ったり皮膜が脱離したりするなど均一に製膜した皮膜が得られなかったため、膜厚 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ を超え

る無機皮膜は製造困難と判断した。各種めっき鋼板に皮膜を被覆することで作成した鋼板の詳細を表4に記載する。

[0127] <無機系化成処理液の作成方法>

以下の工程で無機系化成処理液（無機皮膜を形成するための化成処理液）を準備した。すなわち、S i系成分を主成分とする無機系化成処理液としてγ-アミノプロピルトリエトキシシランを10 g/Lで配合した水溶液を作製した。更に作成したγ-アミノプロピルトリエトキシシラン水溶液に、必要に応じて、酸化バナジウムを1.3 g/L、リン酸を0.7 g/L、硝酸C oを0.5 g/Lをそれぞれ配合して無機系化成処理液を作製した。

[0128] 更に、Z r系成分を主成分とする無機系化成処理液として炭酸ジルコニウムアンモニウムを3.0 g/L配合した水溶液を作製した。更に作成した炭酸ジルコニウムアンモニウム水溶液に、必要に応じて、酸化バナジウムを1.3 g/L、リン酸を0.7 g/L、硝酸C oを0.5 g/Lそれぞれ配合して無機系化成処理液を作製した。作製した無機系化成処理液の詳細を表2に記載する。

[0129] 更に、T i系化成処理液であるフッ化チタン（I V）アンモニウムを40 g/L配合した水溶液を作製した。更に作成した炭酸ジルコニウムアンモニウム水溶液に、必要に応じて、酸化バナジウムを1.3 g/L、リン酸を0.7 g/L、硝酸C oを0.5 g/Lそれぞれ配合して無機系化成処理液を作製した。作製した無機系化成処理液の詳細を表2に記載する。

[0130]

[表2]

皮膜番号	主成分	酸化バナジウム	リン酸	硝酸Co	乾燥した皮膜の Si-O結合、Si-C結合、 Si-OH結合の有無
Si系無機皮膜-1	γ-アミノプロピルトリエトキシシラン	添加	添加	添加	いずれかの結合あり
Si系無機皮膜-2	γ-アミノプロピルトリエトキシシラン	添加	添加	未添加	いずれかの結合あり
Si系無機皮膜-3	γ-アミノプロピルトリエトキシシラン	未添加	添加	添加	いずれかの結合あり
Si系無機皮膜-4	γ-アミノプロピルトリエトキシシラン	添加	未添加	添加	いずれかの結合あり
Si系無機皮膜-5	γ-アミノプロピルトリエトキシシラン	添加	未添加	未添加	いずれかの結合あり
Si系無機皮膜-6	γ-アミノプロピルトリエトキシシラン	未添加	添加	未添加	いずれかの結合あり
Si系無機皮膜-7	γ-アミノプロピルトリエトキシシラン	未添加	未添加	添加	いずれかの結合あり
Si系無機皮膜-8	γ-アミノプロピルトリエトキシシラン	未添加	未添加	未添加	いずれかの結合あり
Zr系無機皮膜-1	炭酸ジルコニウムアンモンニウム	添加	添加	添加	いずれの結合も無し
Zr系無機皮膜-2	炭酸ジルコニウムアンモンニウム	添加	添加	未添加	いずれの結合も無し
Zr系無機皮膜-3	炭酸ジルコニウムアンモンニウム	未添加	添加	添加	いずれの結合も無し
Zr系無機皮膜-4	炭酸ジルコニウムアンモンニウム	添加	未添加	添加	いずれの結合も無し
Zr系無機皮膜-5	炭酸ジルコニウムアンモンニウム	添加	未添加	未添加	いずれの結合も無し
Zr系無機皮膜-6	炭酸ジルコニウムアンモンニウム	未添加	添加	未添加	いずれの結合も無し
Zr系無機皮膜-7	炭酸ジルコニウムアンモンニウム	未添加	未添加	添加	いずれの結合も無し
Zr系無機皮膜-8	炭酸ジルコニウムアンモンニウム	未添加	未添加	未添加	いずれの結合も無し
Ti系無機皮膜-1	フッ化チタン(IV)アンモンニウム	添加	添加	添加	いずれの結合も無し
Ti系無機皮膜-2	フッ化チタン(IV)アンモンニウム	添加	添加	未添加	いずれの結合も無し
Ti系無機皮膜-3	フッ化チタン(IV)アンモンニウム	未添加	添加	添加	いずれの結合も無し
Ti系無機皮膜-4	フッ化チタン(IV)アンモンニウム	添加	未添加	添加	いずれの結合も無し
Ti系無機皮膜-5	フッ化チタン(IV)アンモンニウム	添加	未添加	未添加	いずれの結合も無し
Ti系無機皮膜-6	フッ化チタン(IV)アンモンニウム	未添加	添加	未添加	いずれの結合も無し
Ti系無機皮膜-7	フッ化チタン(IV)アンモンニウム	未添加	未添加	添加	いずれの結合も無し
Ti系無機皮膜-8	フッ化チタン(IV)アンモンニウム	未添加	未添加	未添加	いずれの結合も無し

[0131] なお、無機皮膜にS i - O結合等が含まれるか否かについては以下の方法で確認した。すなわち、作製した無機系化成処理液を上記で作製したいずれかのめっき鋼板上にワイヤーバーを使って塗装し、到達板温80℃となる条

件で乾燥させた。これにより、めっき鋼板上に無機皮膜を形成した。ついで、日本分光社製 I R T - 5 2 0 0 を用いて皮膜表面を測定し、得られた無機皮膜の赤外吸収スペクトルにおける樹脂成分由来の観測ピークの帰属から、無機皮膜が S i - O 結合、S i - C 結合、S i - O H 結合のうち 1 種以上を含むかどうかをそれぞれ判定した。具体的には、 3250 cm^{-1} 付近、 $1080\sim1020\text{ cm}^{-1}$ 付近、 $500\sim300\text{ cm}^{-1}$ 付近、 $900\sim700\text{ cm}^{-1}$ 付近の少なくとも何れかにピークが観測された場合に、無機皮膜が S i - O 結合、S i - C 結合、S i - O H 結合のうちいずれか 1 種以上を含むと判定した。判定結果を表 2 に示す。

[0132] <樹脂系化成処理液の作製方法>

以下の工程で樹脂系化成処理液（樹脂皮膜を形成するための化成処理液）を準備した。すなわち、ポリエステル樹脂として東洋紡社製「バイロン（R）300」を溶剤であるシクロヘキサノンに 30 質量％溶解したものを準備し、この溶液の固形分 100 質量部に対してオルネクス社製のメラミン樹脂「CYMEL（R）303」を固形分で 20 質量部添加して混合した。また、作成した混合液の全固形分に対してオルネクス社製の硬化触媒「CYCAT（R）600」を 5 質量％添加して混合した。このようにして樹脂皮膜を得るためのベース処理液を作製した。

[0133] 次に、作製したベース処理液に、次に示す粒子を混合することで樹脂系化成処理液を作製した。なお、粒子の添加量は、以下の方法で調整した。すなわち、ベース処理液に添加する粒子の樹脂皮膜中の固形分質量比率（粒子以外の固形分に対する質量比率）を求めて、樹脂皮膜固形分の比重と粒子の比重から体積率を算出した。ついで、算出した体積比率が表 3 に記載される体積率となるように粒子の添加量を調整した。比重は、各物質のカタログ値もしくは文献値を用いた。樹脂系処理液の詳細を表 3 に示す。

[0134]

[表3]

皮膜番号	導電性粒子		
	種類	粉体抵抗率	添加量
		(Ω cm)	(体積%)
樹脂皮膜-1	VB2	$\leq 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-2	VB2	$\leq 7.0 \times 10^7$	5
樹脂皮膜-3	VB2	$\leq 7.0 \times 10^7$	10
樹脂皮膜-4	VB2	$\leq 7.0 \times 10^7$	50
樹脂皮膜-5	Al-ZnO	$\leq 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-6	Zn	$\leq 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-7	Fe-Si	$\leq 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-8	Fe-Si	$\leq 7.0 \times 10^7$	5
樹脂皮膜-9	Fe-Si	$\leq 7.0 \times 10^7$	10
樹脂皮膜-10	Fe-Si	$\leq 7.0 \times 10^7$	50
樹脂皮膜-11	Fe-Mn	$\leq 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-12	ZrB2	$\leq 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-13	MoSi2	$\leq 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-14	CrB2	$\leq 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-15	WSi2	$\leq 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-16	Ni	$\leq 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-17	アルミナ	$\leq 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-18	導電Ti	$> 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-19	TiO2	$> 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-20	AlN	$> 7.0 \times 10^7$	30
樹脂皮膜-21	未添加		

[0135] ・ホウ化バナジウム：日本新金属社製「VB₂-O」をふるいにて分級し、平均粒径3.1 μ mにしたものを用いた。以下、「VB₂」とも称する。なお、平均粒径は、分級した各粒度区分の質量%に基づいて算出した。

・Alドーピング型酸化亜鉛：ハクスイテック社製導電性酸化亜鉛（Al-Doped ZnO）「23-K」、1次粒径120～250 nm（カタログ値）を用いた。以下「Al-ZnO」とも称する。

・金属亜鉛：試薬の亜鉛粒を、ふるいを用いて分級し平均粒径10 μ mとしたものを用いた。以下「Zn」とも称する。

・フェロシリコン：丸紅テツゲン社製のフェロシリコンを粉砕機で微粒子状

に粉碎し、ふるいを用いて分級し平均粒径 $3.5\mu\text{m}$ としたものを用いた。
以下「Fe-Si」とも称する。

・フェロマンガニウム：丸紅テツゲン社製のフェロシリコンを粉碎機で微粒子状に粉碎し、ふるいを用いて分級し平均粒径 $3.5\mu\text{m}$ としたものを用いた。
以下、「Fe-Mn」とも称する。

・ホウ化ジルコニウム：日本新金属社製「ZrB₂-O」をふるいにて分級し、平均粒径 $2\mu\text{m}$ にしたものを用いた。以下、「ZrB₂」とも称する。

・ケイ化モリブデン：日本新金属社製「MoSi₂-F」をふるいにて分級し、平均粒径 $3.5\mu\text{m}$ にしたものを用いた。以下、「MoSi₂」とも称する。
。

・ホウ化クロム：日本新金属社製「CrB₂-O」をふるいにて分級し、平均粒径 $5\mu\text{m}$ にしたものを用いた。以下、「CrB₂」とも称する。

・ケイ化タングステン：日本新金属社製「WSi₂-F」をふるいにて分級し、平均粒径 $2\mu\text{m}$ にしたものを用いた。以下、「WSi₂」とも称する。

・ニッケル：試薬のニッケル粉末を、ふるいを用いて分級し平均粒径 $5\mu\text{m}$ としたものを用いた。以下「Ni」とも称する。

・導電性酸化チタン：石原産業社製Snドープ型酸化チタン「ET-500W」平均粒径 $2\sim 3\mu\text{m}$ （カタログ値）を用いた。以下「導電Ti」とも称する。

・アルミナ：昭和電工社製細粒アルミナ「A-42-2」平均粒径（粒度分布中心径） $4.7\mu\text{m}$ （カタログ値）を用いた。以下「アルミナ」とも称する。

・酸化チタン：石原産業社製「タイペーク（R）CR-95」、平均粒径 $0.28\mu\text{m}$ （カタログ値）を用いた。以下「TiO₂」とも称する。

・窒化アルミニウム：トクヤマ社製フィラー用窒化アルミニウム粉末、粒径 $1\mu\text{m}$ （カタログ値）を用いた。以下「AlN」とも称する。

[0136] なお、表3中の粒子の粉体抵抗率は、三菱ケミカルアナリテック社製粉体抵抗測定システムMCP-PD51型を用いて、それぞれの粉体を 25°C で

10 MPa 圧縮した時の抵抗値として求めた。

[0137] <作成した金属板の評価>

(1. 冷却液耐食性の評価)

作製した鋼板について、バッテリーユニットの冷却構造（冷却装置）に用いた時の冷却液耐食性を調査した。具体的には、作製した A1 系めっき鋼板、Zn 系めっき鋼板をエリクセン加工することで、Φ50 mm、絞り高さ 40 mm のカップ形状の円筒加工品を作製した。この円筒加工品の内側に冷却液を 30 mL 加えたのち、蓋をして密閉した。冷却液には、日産自動車株式会社製のロングライフクーラント液を水で 30 質量%に希釈した水溶液を用いた。これらを 90℃の恒温槽に 1000 時間静置し、冷却液浸漬部の鋼板の劣化を促進させた。また、クーラント液が劣化した場合を想定して、当該ロングライフクーラント液の 30 質量%水溶液中に蟻酸を 800 ppm 添加した劣化液を用いた同様の試験もおこなった。試験後、円筒加工品に浸漬した冷却液を取り除き、円筒加工品を乾燥させたのちに、冷却液浸漬部の腐食状況を観察し、次に示す基準で冷却液耐食性を評価した。結果を表 4、表 5 に示す。

[0138] 表 4 および表 5 中の冷却液耐食性の評価は以下の通りとする。

5 点：外観変化なし。

4 点：黒色に変色している、もしくは点状の白錆が発生している。

3 点：白錆が発生しているが冷却液浸漬部の白錆発生面積が冷却液浸漬部の総面積に対して 20%未満である。

2 点：白錆発生率が 20%以上 80%未満である。

1 点：白錆発生率が 80%以上である、もしくは赤錆が発生している。

[0139] (2. 外部耐食性試験)

バッテリーユニット（冷却構造含む）が外気に触れる部分での外部耐食性評価として外部耐食性試験を実施した。外気に触れる部位には、電着塗装を施すことが一般的であるため、本開示においては電着塗装後の外部耐食性を評価した。

[0140] 具体的には、作製した鋼板を巾70mm×長さ150mmのサイズに切断した鋼片を、脱脂、表面調整、りん酸亜鉛処理した後に電着塗装した。具体的には、日本パーカライジング社製脱脂剤「ファインクリーナーE6408」に鋼片を60℃の条件で5分間浸漬すること脱脂を行った。脱脂した鋼片を日本パーカライジング社製「プレパレンX」に40℃の条件で5分浸漬することで、表面調整を行った。その後に、鋼片を日本パーカライジング社製りん酸亜鉛化成剤「パルボンドL3065」に35℃の条件で3分間浸漬することで、りん酸亜鉛処理を行った。りん酸亜鉛処理を行った後の鋼片を水洗して150℃雰囲気のアオーブンで乾燥させた。その後、日本ペイント社製の電着塗料「パワーフロート1200」を鋼片に片面当たり15μmの厚さで電着塗装し、170℃雰囲気のアオーブンで20分焼き付けた。以上の工程により作成した電着塗装鋼片にカッターナイフでカット疵を入れて試験片とした。

[0141] 作成した試験片を用いてサイクル腐食試験（CCT）を行った。CCTのモードは自動車工業規格JASO-M609に準じて行った。電着塗膜にカット疵を入れた面を評価面として、評価面に塩水が噴霧されるように試験機に設置してサイクル腐食試験を行った。

[0142] 試験は120サイクル（8時間で1サイクル）行い、カット部からの腐食状態を観察して、次の基準で外部耐食性を評価した。結果を表4、表5に示す。

表4および表5中の外部耐食性の評価は以下の通りとする。

5点：カット部からの塗膜膨れ幅が15mm以内で、赤錆発生無しの場合。

4点：カット部からの塗膜膨れ幅が15mm超、20mm以内で、赤錆発生無しの場合。3点：カット部からの塗膜膨れ幅が20mm超で、赤錆発生無しの場合。

2点：カット部から赤錆が僅かに発生していた場合。

1点：カット部全面から赤錆が発生していた場合。

[0143] （3. 加工性評価）

作製したA l系めっき鋼板、Z n系めっき鋼板を用いて曲げ試験を行った。特にめっき鋼板を加工したときに表面にクラックが発生した場合、めっき層が割れて鉄素地が外気に露出される。したがって、加工形状によっては加工部から腐食が発生しやすくなる恐れがあるため、加工性の評価を行った。

具体的には、作製したA l系めっき鋼板に対して180°密着曲げを行い、加工部を20倍ルーペで確認し、目視で加工性を評価した。具体的には、表面にクラックが発生しているか否かで加工性を評価した。結果を表4、表5に示す。表4、表5中の「-」はZ n系めっきであるため、本評価を実施しなかったことを示す。

[0144]

[表4]

No.	鋼板種	化成処理	膜厚(μm)	冷却液耐食性		外部耐食性	加工性
				蟻酸なし	蟻酸あり		
1	Al-9%Siめっき鋼板	なし	－	5点	5点	4点	クラックなし
2	Al-9%Siめっき鋼板	Si系化成処理-1	0.5	5点	5点	5点	クラックなし
3	Al-9%Siめっき鋼板	Zr系化成処理-1	0.5	5点	5点	5点	クラックなし
4	Al-9%Siめっき鋼板	Ti系化成処理-1	0.5	5点	5点	5点	クラックなし
5	Al-9%Siめっき鋼板	Ti系化成処理-2	0.5	5点	5点	5点	クラックなし
6	Al-9%Siめっき鋼板	Ti系化成処理-3	0.5	5点	5点	5点	クラックなし
7	Al-9%Siめっき鋼板	Ti系化成処理-4	0.5	5点	5点	5点	クラックなし
8	Al-9%Siめっき鋼板	Ti系化成処理-5	0.5	5点	5点	5点	クラックなし
9	Al-9%Siめっき鋼板	Ti系化成処理-6	0.5	5点	5点	5点	クラックなし
10	Al-9%Siめっき鋼板	Ti系化成処理-7	0.5	5点	5点	5点	クラックなし
11	Al-9%Siめっき鋼板	Ti系化成処理-8	0.5	5点	5点	5点	クラックなし
12	Al-2%Siめっき鋼板	Zr系化成処理-1	0.5	5点	5点	5点	クラックなし
13	Al-15%Siめっき鋼板	Zr系化成処理-1	0.5	5点	5点	5点	クラックなし
14	Zn-Al-Mg	Si系無機皮膜-1	0.5	5点	5点	5点	－
15	Zn-Al-Mg	Si系無機皮膜-2	0.5	5点	5点	5点	－
16	Zn-Al-Mg	Si系無機皮膜-3	0.5	5点	5点	5点	－
17	Zn-Al-Mg	Si系無機皮膜-4	0.5	5点	5点	5点	－
18	Zn-Al-Mg	Si系無機皮膜-5	0.5	5点	5点	5点	－
19	Zn-Al-Mg	Si系無機皮膜-6	0.5	5点	5点	5点	－
20	Zn-Al-Mg	Si系無機皮膜-7	0.5	5点	5点	5点	－
21	Zn-Al-Mg	Si系無機皮膜-8	0.5	5点	5点	5点	－
22	Zn-Al-Mg	Zr系無機皮膜-1	0.5	4点	4点	5点	－
23	Zn-Al-Mg	Zr系無機皮膜-1	0.5	4点	4点	5点	－
24	Zn-Al-Mg	Zr系無機皮膜-2	0.5	4点	4点	5点	－
25	Zn-Al-Mg	Zr系無機皮膜-3	0.5	4点	4点	5点	－
26	Zn-Al-Mg	Zr系無機皮膜-4	0.5	4点	4点	5点	－
27	Zn-Al-Mg	Zr系無機皮膜-5	0.5	4点	4点	5点	－
28	Zn-Al-Mg	Zr系無機皮膜-6	0.5	4点	4点	5点	－
29	Zn-Al-Mg	Zr系無機皮膜-7	0.5	4点	4点	5点	－
30	Zn-Al-Mg	Zr系無機皮膜-8	0.5	3点	3点	5点	－
31	Zn-Al-Mg	樹脂皮膜-1	0.5	5点	5点	5点	－
32	Zn-Al-Mg	樹脂皮膜-7	0.5	5点	5点	5点	－
33	Zn-Al-Mg-Si	Si系無機皮膜-1	0.5	4点	4点	5点	－
34	Zn-Al-Mg-Si	樹脂皮膜-1	0.5	5点	5点	5点	－
35	Zn-Al-Mg-Si	樹脂皮膜-7	0.5	5点	5点	5点	－

[0145]

[表5]

No.	鋼板種	化成処理	膜厚(μm)	冷却液耐食性		外部耐食性	加工性
				蟻酸なし	蟻酸あり		
36	GI	樹脂皮膜-1	0.5	2点	2点	5点	-
37	GI	Si系無機皮膜-1	0.5	5点	5点	5点	-
38	GA	Si系無機皮膜-1	0.5	2点	2点	5点	-
39	GA	樹脂皮膜-1	5.5	5点	5点	5点	-
40	GA	樹脂皮膜-1	2	5点	3点	3点	-
41	GA	樹脂皮膜-1	3	5点	5点	5点	-
42	GA	樹脂皮膜-1	8	5点	5点	5点	-
43	GA	樹脂皮膜-1	15	5点	5点	5点	-
44	GA	樹脂皮膜-1	18	5点	5点	5点	-
45	GA	樹脂皮膜-2	5.5	5点	5点	5点	-
46	GA	樹脂皮膜-3	5.5	5点	5点	5点	-
47	GA	樹脂皮膜-4	5.5	5点	5点	5点	-
48	GA	樹脂皮膜-5	5.5	5点	5点	5点	-
49	GA	樹脂皮膜-6	5.5	5点	5点	5点	-
50	GA	樹脂皮膜-7	5.5	5点	5点	5点	-
51	GA	樹脂皮膜-8	5.5	5点	5点	5点	-
52	GA	樹脂皮膜-9	5.5	5点	5点	5点	-
53	GA	樹脂皮膜-10	5.5	5点	5点	5点	-
54	GA	樹脂皮膜-11	5.5	5点	5点	5点	-
55	GA	樹脂皮膜-12	5.5	5点	5点	5点	-
56	GA	樹脂皮膜-13	5.5	5点	5点	5点	-
57	GA	樹脂皮膜-14	5.5	5点	5点	5点	-
58	GA	樹脂皮膜-15	5.5	5点	5点	5点	-
59	GA	樹脂皮膜-16	5.5	5点	5点	5点	-
60	GA	樹脂皮膜-17	5.5	5点	5点	5点	-
61	GA	樹脂皮膜-18	18	5点	5点	3点	-
62	GA	樹脂皮膜-19	18	5点	5点	3点	-
63	GA	樹脂皮膜-20	18	5点	5点	3点	-
64	GA	樹脂皮膜-21	18	5点	5点	3点	-
65	Zn-Al-Mg	無し	0	1点	1点	5点	-
66	Zn-Al-Mg-Si	無し	0	1点	1点	5点	-
67	GI	無し	0	1点	1点	5点	-
68	GA	無し	0	1点	1点	5点	-
69	冷延鋼板	無し	0	1点	1点	1点	-

[0146] <バッテリーパックでの冷却特性、接着耐久性評価>

(1. バッテリーパックの作成)

作製した鋼板（表4のNo. 4の鋼板）とA6063アルミニウム合金

とを用いてバッテリーユニットを作製した。具体的には、この鋼板を切断加工した平板材をバッテリーパックのケース上蓋（上面部）10c及び上述した流路上蓋26とした。これとは別に用意した鋼板をプレス機によって角筒深絞り加工し、加工後にフランジ部分を切断することでバッテリーパックの他の部分（底面部及び側面部）を作製した。また、バッテリーパックの底面部が巾375mm×長さ1060mmとなるよう加工した。加工時には防錆油をA1系めっき鋼板に塗布し、加工後にアルカリ脱脂によって油を除去した。

[0147] また、冷却構造体については、A6063をアルミダイカストで加工して、流路形成部を作製した。冷却構造体における流路本数、流路幅（L）、及び流路間距離（w）が表7、表8に示す値となるように作製した。

[0148] ついで、冷却構造体の接合部に接着剤を塗布し、冷却構造体と流路上蓋とを重ね合わせた。接着剤には、エポキシ系接着剤には「ThreeBond 2249G」（スリーボンド ファインケミカル株式会社製）、シリコーン系接着剤には「ThreeBond 1207B」（スリーボンド ファインケミカル株式会社製）、アクリル系接着剤には「メタルグリップ」（スリーエムジャパン株式会社製）、ウレタン系接着剤には「ThreeBond 1539」（スリーボンド ファインケミカル株式会社製）を使用した。接合後に表7、表8に示す厚み（D30）、はみだし長さ（L23）となるように接着剤を塗布し、接合した。その後、各接着剤の硬化条件に応じて接着剤を硬化させた。また、各接着剤の主成分樹脂含有量および硬化後の硬度を表6に示す。

[0149]

[表6]

接着剤	主成分樹脂 含有量 (%)	硬度
ThreeBond 2249G	>10	D90
ThreeBond 1207B	>10	A30
メタルグリップ	>10	D45
ThreeBond 1539	>10	A70

[0150] ついで、バッテリーパックの内部の底面にラバーヒーターを発熱するバッテリーセルの代替として敷き詰め、ケース上蓋にて蓋をした。蓋をする際にケースフランジ部にはシーラーを塗布して密閉状態とした。シーラーは信越シリコーン社製の「シーラント45N」を用いた。

[0151] (2. バッテリーパックの冷却特性評価試験)

作製したバッテリーパックのラバーヒーターに電流を流してバッテリーパックを加熱した。ここで、ラバーヒーターの表面温度が50℃となる電流値を事前に探索しておき、その電流値を固定値としてラバーヒーターに流した。

ついで、水冷媒体用流路に冷却液を流した。冷却液として、日産自動車社製のロングライフクーラント液を水で30質量%に希釈した水溶液を用いた。また、冷却構造体の両側の流路端にホース、ポンプ、及びチラーを取り付けて循環経路を構成し、この循環経路内で冷却液を循環させた。ここで、冷却水の温度が25～30℃となるようにチラーを制御した。そして、冷却水循環開始から1時間後の冷却流路間の中間部分直上のケース内ラバーヒーター表面の温度を測定した。「冷却能力」の項目において、冷却水を循環させていない状態の時より温度が8℃以上低くなっていた場合を「A」、温度低下が8℃未満2℃以上であった場合を「B」、2℃未満をCと評価した。なお、バッテリーパックの冷却特性評価試験は、空調にて25℃に保たれた室内で行った。結果を表7、表8に示す。表7、表8中の「－」は接合強度不足により、流路として成立しなかった水準を示す。

[0152] [表7]

No.	流路同士 の間隔 (w)	流路幅 (L)	流路 本数	接着剤	接着剤 厚み (D30)	接着剤 はみだし 長さ(L23)	冷却 能力	接合部 強度	接合部 強度 保持率	備考
70	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
71	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	0.0005mm	1mm	A	A	A	本願発明例
72	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
73	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	0.002mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
74	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	0.002mm	1mm	A	A	A	本願発明例
75	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	0.002mm	10mm	A	A	A	本願発明例
76	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	0.1mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
77	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	0.1mm	1mm	A	A	A	本願発明例
78	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	0.1mm	10mm	A	A	A	本願発明例
79	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	1mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
80	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	1mm	1mm	A	A	A	本願発明例
81	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	1mm	10mm	A	A	A	本願発明例
82	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
83	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	10mm	1mm	A	A	A	本願発明例
84	1mm	38.5mm	8本	エポキシ系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
85	1mm	38.5mm	8本	シリコーン系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
86	1mm	38.5mm	8本	シリコーン系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
87	1mm	38.5mm	8本	シリコーン系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
88	1mm	38.5mm	8本	シリコーン系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
89	1mm	38.5mm	8本	アクリル系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
90	1mm	38.5mm	8本	アクリル系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
91	1mm	38.5mm	8本	アクリル系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
92	1mm	38.5mm	8本	アクリル系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
93	1mm	38.5mm	8本	ウレタン系	0.0005mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
94	1mm	38.5mm	8本	ウレタン系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
95	1mm	38.5mm	8本	ウレタン系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
96	1mm	38.5mm	8本	ウレタン系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
97	3.75mm	60mm	5本	エポキシ系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
98	3.75mm	60mm	5本	エポキシ系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
99	3.75mm	60mm	5本	エポキシ系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
100	3.75mm	60mm	5本	エポキシ系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
101	3.75mm	60mm	5本	シリコーン系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
102	3.75mm	60mm	5本	シリコーン系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
103	3.75mm	60mm	5本	シリコーン系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
104	3.75mm	60mm	5本	シリコーン系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
105	3.75mm	60mm	5本	アクリル系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
106	3.75mm	60mm	5本	アクリル系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
107	3.75mm	60mm	5本	アクリル系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
108	3.75mm	60mm	5本	アクリル系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
109	3.75mm	60mm	5本	ウレタン系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
110	3.75mm	60mm	5本	ウレタン系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
111	3.75mm	60mm	5本	ウレタン系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
112	3.75mm	60mm	5本	ウレタン系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
113	10mm	55mm	5本	エポキシ系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
114	10mm	55mm	5本	エポキシ系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
115	10mm	55mm	5本	エポキシ系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
116	10mm	55mm	5本	エポキシ系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
117	10mm	55mm	5本	シリコーン系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
118	10mm	55mm	5本	シリコーン系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
119	10mm	55mm	5本	シリコーン系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
120	10mm	55mm	5本	シリコーン系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
121	10mm	55mm	5本	アクリル系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
122	10mm	55mm	5本	アクリル系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
123	10mm	55mm	5本	アクリル系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
124	10mm	55mm	5本	アクリル系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
125	10mm	55mm	5本	ウレタン系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
126	10mm	55mm	5本	ウレタン系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
127	10mm	55mm	5本	ウレタン系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
128	10mm	55mm	5本	ウレタン系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例

[0153]

[表8]

No.	流路同士 の間隔 (w)	流路幅 (L)	流路 本数	接着剤	接着剤 厚み (D30)	接着剤 はみだし 長さ(L23)	冷却 能力	接合部 強度	接合部 強度 保持率	備考
129	15mm	51mm	5本	エポキシ系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
130	15mm	51mm	5本	エポキシ系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
131	15mm	51mm	5本	エポキシ系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
132	15mm	51mm	5本	エポキシ系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
133	15mm	51mm	5本	シリコーン系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
134	15mm	51mm	5本	シリコーン系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
135	15mm	51mm	5本	シリコーン系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
136	15mm	51mm	5本	シリコーン系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
137	15mm	51mm	5本	アクリル系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
138	15mm	51mm	5本	アクリル系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
139	15mm	51mm	5本	アクリル系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
140	15mm	51mm	5本	アクリル系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
141	15mm	51mm	5本	ウレタン系	0.0005mm	0.1mm	A	B	B	本願発明例
142	15mm	51mm	5本	ウレタン系	0.0005mm	10mm	A	A	A	本願発明例
143	15mm	51mm	5本	ウレタン系	10mm	0.1mm	A	A	B	本願発明例
144	15mm	51mm	5本	ウレタン系	10mm	10mm	A	A	A	本願発明例
145	20mm	45mm	5本	エポキシ系	0.0005mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
146	20mm	45mm	5本	エポキシ系	0.0005mm	10mm	B	A	A	本願発明例
147	20mm	45mm	5本	エポキシ系	10mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
148	20mm	45mm	5本	エポキシ系	10mm	10mm	B	A	A	本願発明例
149	20mm	45mm	5本	シリコーン系	0.0005mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
150	20mm	45mm	5本	シリコーン系	0.0005mm	10mm	B	A	A	本願発明例
151	20mm	45mm	5本	シリコーン系	10mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
152	20mm	45mm	5本	シリコーン系	10mm	10mm	B	A	A	本願発明例
153	20mm	45mm	5本	アクリル系	0.0005mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
154	20mm	45mm	5本	アクリル系	0.0005mm	10mm	B	A	A	本願発明例
155	20mm	45mm	5本	アクリル系	10mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
156	20mm	45mm	5本	アクリル系	10mm	10mm	B	A	A	本願発明例
157	20mm	45mm	5本	ウレタン系	0.0005mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
158	20mm	45mm	5本	ウレタン系	0.0005mm	10mm	B	A	A	本願発明例
159	20mm	45mm	5本	ウレタン系	10mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
160	20mm	45mm	5本	ウレタン系	10mm	10mm	B	A	A	本願発明例
161	4.3mm	6mm	31本	エポキシ系	0.0005mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
162	4.3mm	6mm	31本	エポキシ系	0.0005mm	10mm	B	A	A	本願発明例
163	4.3mm	6mm	31本	エポキシ系	10mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
164	4.3mm	6mm	31本	エポキシ系	10mm	10mm	B	A	A	本願発明例
165	4.3mm	6mm	31本	シリコーン系	0.0005mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
166	4.3mm	6mm	31本	シリコーン系	0.0005mm	10mm	B	A	A	本願発明例
167	4.3mm	6mm	31本	シリコーン系	10mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
168	4.3mm	6mm	31本	シリコーン系	10mm	10mm	B	A	A	本願発明例
169	4.3mm	6mm	31本	アクリル系	0.0005mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
170	4.3mm	6mm	31本	アクリル系	0.0005mm	10mm	B	A	A	本願発明例
171	4.3mm	6mm	31本	アクリル系	10mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
172	4.3mm	6mm	31本	アクリル系	10mm	10mm	B	A	A	本願発明例
173	4.3mm	6mm	31本	ウレタン系	0.0005mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
174	4.3mm	6mm	31本	ウレタン系	0.0005mm	10mm	B	A	A	本願発明例
175	4.3mm	6mm	31本	ウレタン系	10mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
176	4.3mm	6mm	31本	ウレタン系	10mm	10mm	B	A	A	本願発明例
177	8.5mm	20mm	11本	エポキシ系	0.0005mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
178	8.5mm	20mm	11本	エポキシ系	0.0005mm	10mm	B	A	A	本願発明例
179	8.5mm	20mm	11本	エポキシ系	10mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
180	8.5mm	20mm	11本	エポキシ系	10mm	10mm	B	A	A	本願発明例
181	8.5mm	20mm	11本	シリコーン系	0.0005mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
182	8.5mm	20mm	11本	シリコーン系	0.0005mm	10mm	B	A	A	本願発明例
183	8.5mm	20mm	11本	シリコーン系	10mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
184	8.5mm	20mm	11本	シリコーン系	10mm	10mm	B	A	A	本願発明例
185	8.5mm	20mm	11本	アクリル系	0.0005mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
186	8.5mm	20mm	11本	アクリル系	0.0005mm	10mm	B	A	A	本願発明例
187	8.5mm	20mm	11本	アクリル系	10mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
188	8.5mm	20mm	11本	アクリル系	10mm	10mm	B	A	A	本願発明例
189	8.5mm	20mm	11本	ウレタン系	0.0005mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
190	8.5mm	20mm	11本	ウレタン系	0.0005mm	10mm	B	A	A	本願発明例
191	8.5mm	20mm	11本	ウレタン系	10mm	0.1mm	B	A	B	本願発明例
192	8.5mm	20mm	11本	ウレタン系	10mm	10mm	B	A	A	本願発明例
193	0.5mm	62.4mm	5本	エポキシ系	1mm	1mm	-	C	-	比較例
194	30mm	27mm	5本	エポキシ系	1mm	1mm	C	A	A	比較例
195	10mm	55mm	5本	エポキシ系	0.0001mm	1mm	-	C	-	比較例
196	10mm	55mm	5本	エポキシ系	1mm	0.05mm	A	A	C	比較例
197	15mm	51mm	5本	シリコーン系	12mm	10mm	A	B	A	本願発明例
198	25mm	30mm	5本	エポキシ系	1mm	1mm	C	A	A	比較例
199	4.3mm	5mm	31本	エポキシ系	10mm	10mm	C	A	A	本願発明例

[0154] (3. バッテリーパックの接合強度評価試験)

バッテリーパックの接合強度評価として、冷却構造の接合部分を切り出し

、剥離引張試験に供した。「接合部強度」の項目において、剥離引張強さが 1.0 kN/m 以上の場合を「A」、0.2 kN/m 以上 1.0 kN/m 未満を「B」、0.2 kN/m 未満を「C」とした。

[0155] また、作製した冷却構造に冷却水を 1000 時間循環させた後、冷却構造の接合部分を切り出し、剥離引張試験に供した。「接合部強度保持率」の項目において、冷却水循環前後で接合部の剥離引張強さの保持率が 60% 以上の場合を「A」、60% 以上 20% 未満を「B」、20% 未満を「C」とした。結果を表 7、表 8 に示す。表 8 中の「－」は接合強度不足により、流路として成立しなかった水準を示す。

[0156] 表 4、表 5、表 7、表 8 に示すように、本実施形態の要件を満たす本願発明例においては、すべての評価項目で優れた結果が得られた。したがって、本実施形態に係る冷却構造体は、異種金属の接合部分での強度および耐エロージョン性に優れていることがわかった。

[0157] これに対し、本実施形態の要件を満たさない比較例、例えばめっきを施していないもの等においては、いずれかの評価項目で悪い結果が得られた。

[0158] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

産業上の利用可能性

[0159] 本開示に係る冷却構造体およびバッテリーユニットによれば、異種金属の接合部分での強度および耐エロージョン性に優れた冷却構造体を提供することができるため、産業上極めて有用である。

符号の説明

[0160] 1 冷却構造体
10 バッテリーパック

- 2 1 流路形成部
- 2 2 接合部
- 2 3 はみ出し部
- 2 5 水冷媒体用流路
- 2 6 流路上蓋
- 3 0 接着部

請求の範囲

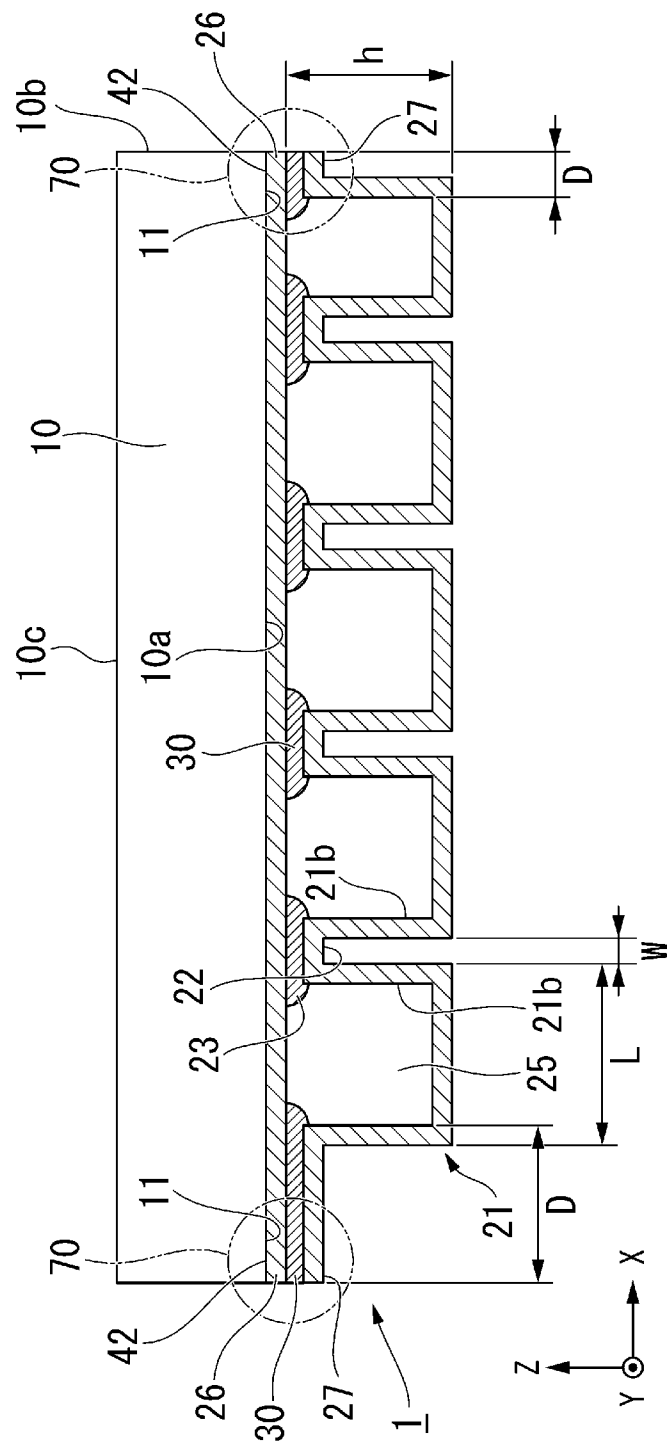
- [請求項1] バッテリーパックの底面部に接するように形成される水冷媒体用流路を有する冷却構造体であって、
- 前記冷却構造体は、前記水冷媒体用流路の一部を構成する流路形成部を有し、
- 前記流路形成部は、被接合部材と接着部により接合され、
- 前記被接合部材は、前記底面部、または、前記流路形成部を覆う流路上蓋のいずれかであり、
- 前記被接合部材は、A l 系めっき鋼板またはZ n 系めっき鋼板に化成処理皮膜として無機皮膜または樹脂皮膜が形成された鋼板で構成され、
- 前記流路形成部はアルミニウム合金で構成され、
- 前記接着部の厚みは0. 0 0 0 5 m m 以上であり、前記接着部が前記水冷媒体用流路側に0. 1 m m 以上はみ出しており、
- 前記水冷媒体用流路同士の流路間隔が2 0 m m 以下であり、
- 前記水冷媒体用流路の幅が6 0 m m 以下である、
- ことを特徴とする、冷却構造体。
- [請求項2] 前記A l 系めっき鋼板のめっき層にS i が含まれていることを特徴とする、請求項1 に記載の冷却構造体。
- [請求項3] 前記A l 系めっき鋼板のめっき層のS i 含有量が2. 0 質量%以上1 5 質量%以下であることを特徴とする、請求項2 に記載の冷却構造体。
- [請求項4] 前記A l 系めっき鋼板の表面には、化成処理皮膜としてZ r 系成分またはT i 系成分またはS i 系成分を主成分として含む皮膜が形成されていることを特徴とする、請求項1 または2 に記載の冷却構造体。
- [請求項5] 前記Z n 系めっき鋼板表面の無機皮膜は、S i 系成分またはZ r 系成分を主成分として含むことを特徴とする、請求項1 に記載の冷却構造体。

- [請求項6] 前記Zn系めっき鋼板表面の無機皮膜は、V成分、P成分、及びCo成分の少なくとも1種以上を防錆成分として含むことを特徴とする、請求項1に記載の冷却構造体。
- [請求項7] 前記防錆成分が酸化バナジウム、リン酸、及び硝酸Coの何れか1種以上であることを特徴とする、請求項6に記載の冷却構造体。
- [請求項8] 前記Zn系めっき鋼板表面の無機皮膜は、Si-O結合、Si-C結合、及びSi-OH結合のうち1種以上を含む化合物相で構成されていることを特徴とする、請求項1に記載の冷却構造体。
- [請求項9] 前記無機皮膜の厚みが0 μ m超1.5 μ m以下であることを特徴とする、請求項1に記載の冷却構造体。
- [請求項10] 前記無機皮膜または前記樹脂皮膜が導電性を有することを特徴とする、請求項1に記載の冷却構造体。
- [請求項11] 前記樹脂皮膜は、樹脂、防錆顔料、及び導電顔料を含むことを特徴とする、請求項1に記載の冷却構造体。
- [請求項12] 前記樹脂皮膜は、金属粒子、金属間化合物粒子、導電性酸化物粒子、及び導電性非酸化物セラミクス粒子の何れか1種以上を前記導電顔料として含み、
前記導電顔料は、23～27℃の粉体抵抗率が $7.0 \times 10^7 \Omega \text{cm}$ 以下であり、かつZn、Si、Zr、V、Cr、Mo、Mn、Fe及びWからなる群から選択されるいずれか1種以上を構成元素として含むことを特徴とする、請求項11に記載の冷却構造体。
- [請求項13] 前記樹脂皮膜は、前記導電顔料を1.0質量%以上30質量%以下の割合で含むことを特徴とする、請求項11または12に記載の冷却構造体。
- [請求項14] 前記接着部には、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂、アクリル系樹脂もしくはウレタン系樹脂のいずれかが10%以上含まれることを特徴とする、請求項1に記載の冷却構造体。
- [請求項15] 前記接着部の硬度は、A15以上D90以下であることを特徴とす

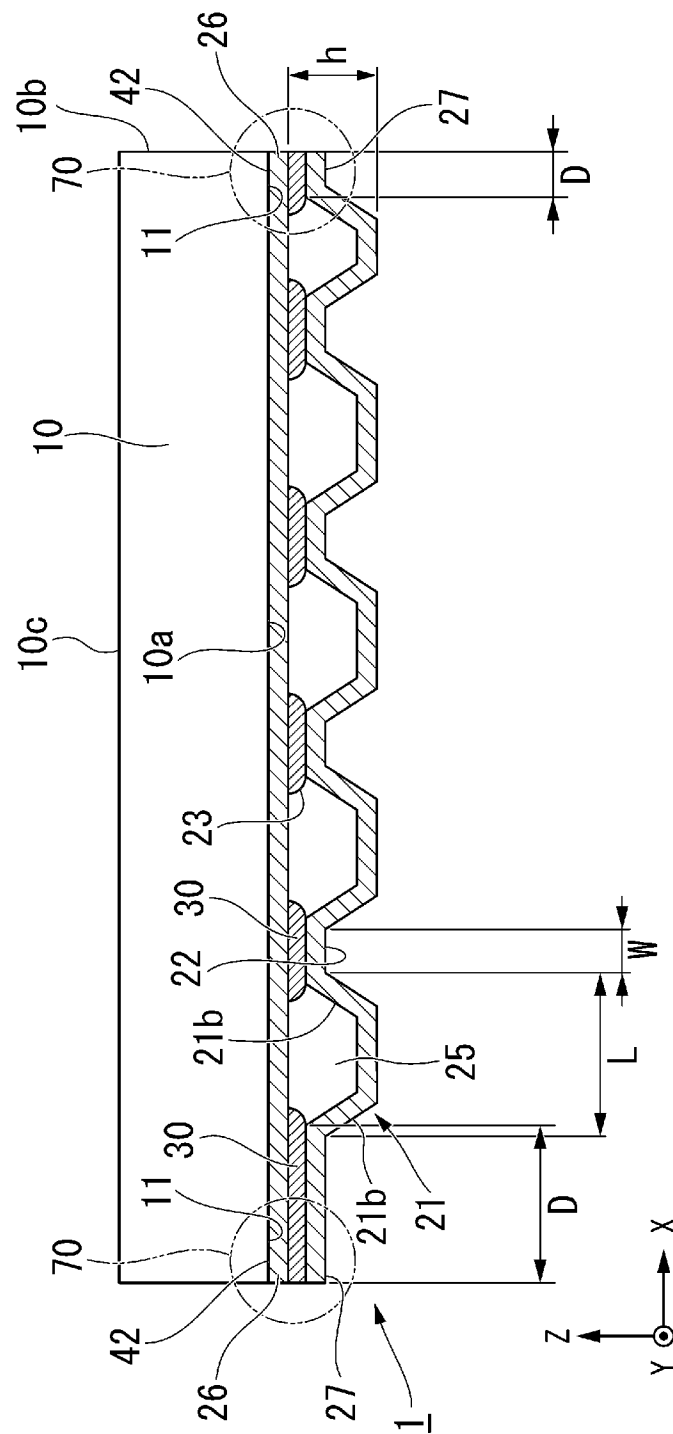
る、請求項 1 に記載の冷却構造体。

[請求項16] 請求項 1 または 2 に記載の冷却構造体と、バッテリーパックとを備えることを特徴とするバッテリーユニット。

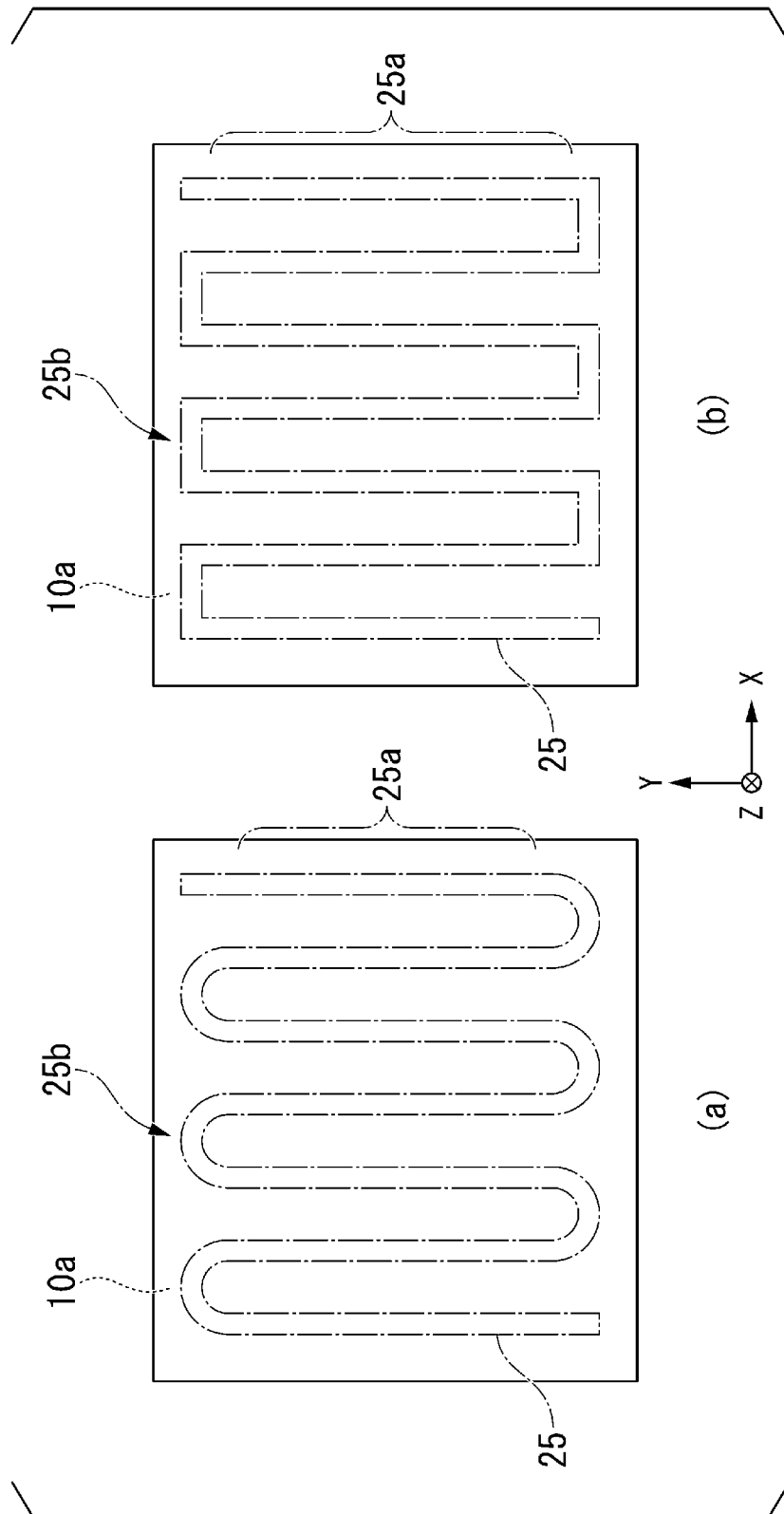
[図1]



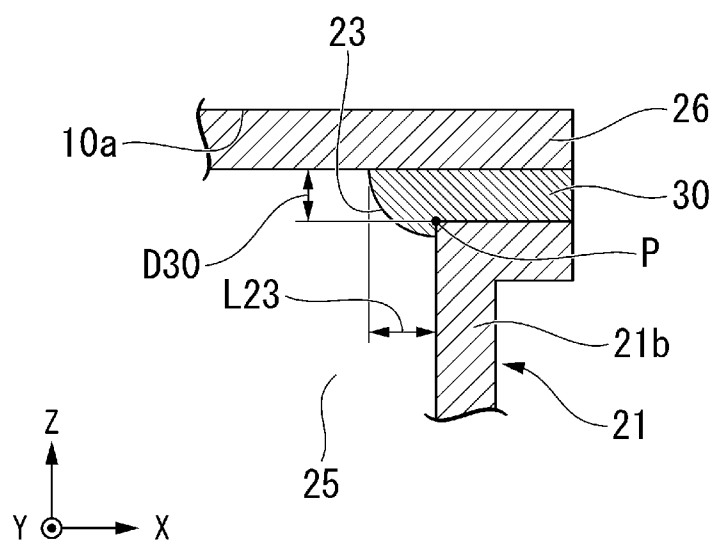
[図2]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/039858

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H01M 10/6556</i> (2014.01)i; <i>C23C 2/12</i> (2006.01)i; <i>C23C 2/26</i> (2006.01)i; <i>C23C 22/40</i> (2006.01)i; <i>C23C 22/53</i> (2006.01)i; <i>C23C 22/56</i> (2006.01)i; <i>C23C 26/00</i> (2006.01)i; <i>H01M 10/613</i> (2014.01)i; <i>H01M 10/651</i> (2014.01)i; <i>H01M 10/655</i> (2014.01)i; <i>H01M 10/6568</i> (2014.01)i FI: H01M10/6556; C23C22/56; C23C22/53; C23C22/40; C23C26/00 A; C23C2/12; C23C2/26; H01M10/613; H01M10/651; H01M10/6568; H01M10/655 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) H01M10/6556; C23C2/12; C23C2/26; C23C22/40; C23C22/53; C23C22/56; C23C26/00; H01M10/613; H01M10/651; H01M10/655; H01M10/6568 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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.
A	WO 2022/185849 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 09 September 2022 (2022-09-09) entire text, all drawings	1-16
A	WO 2022/185840 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 09 September 2022 (2022-09-09) entire text, all drawings	1-16
A	WO 2020/027299 A1 (MITSUI CHEMICALS, INC.) 06 February 2020 (2020-02-06) entire text, all drawings	1-16
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“D” document cited by the applicant in the international application</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 17 December 2024		Date of mailing of the international search report 24 December 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/039858

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
WO	2022/185849	A1	09 September 2022	US	2024/0120595	A1
				entire text, all drawings		
				EP	4273283	A1
				CN	116918142	A
				KR	10-2023-0136167	A

WO	2022/185840	A1	09 September 2022	US	2024/0154208	A1
				entire text, all drawings		
				EP	4276220	A1
				CN	116918141	A
				KR	10-2023-0134552	A

WO	2020/027299	A1	06 February 2020	US	2021/0249710	A1
				entire text, all drawings		
				EP	3832786	A1
				CN	112514141	A
				KR	10-2021-0025653	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H01M 10/6556(2014.01)i; C23C 2/12(2006.01)i; C23C 2/26(2006.01)i; C23C 22/40(2006.01)i; C23C 22/53(2006.01)i; C23C 22/56(2006.01)i; C23C 26/00(2006.01)i; H01M 10/613(2014.01)i; H01M 10/651(2014.01)i; H01M 10/655(2014.01)i; H01M 10/6568(2014.01)i
FI: H01M10/6556; C23C22/56; C23C22/53; C23C22/40; C23C26/00 A; C23C2/12; C23C2/26; H01M10/613; H01M10/651; H01M10/6568; H01M10/655

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））

H01M10/6556; C23C2/12; C23C2/26; C23C22/40; C23C22/53; C23C22/56; C23C26/00; H01M10/613; H01M10/651; H01M10/655; H01M10/6568

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1971-2024年
日本国実用新案登録公報1996-2024年
日本国登録実用新案公報1994-2024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
A	WO 2022/185849 A1（日本製鉄株式会社）09.09.2022（2022-09-09） 全文、全図	1-16
A	WO 2022/185840 A1（日本製鉄株式会社）09.09.2022（2022-09-09） 全文、全図	1-16
A	WO 2020/027299 A1（三井化学株式会社）06.02.2020（2020-02-06） 全文、全図	1-16

☐ 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、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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抵触するものではなく、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
17. 12. 2024

国際調査報告の発送日
24. 12. 2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

赤穂 嘉紀 5T 3458

電話番号 03-3581-1101 内線 3524

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/039858

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2022/185849	A1	09.09.2022	US	2024/0120595	A1	
				全文、全図			
				EP	4273283	A1	
				CN	116918142	A	
				KR	10-2023-0136167	A	

WO	2022/185840	A1	09.09.2022	US	2024/0154208	A1	
				全文、全図			
				EP	4276220	A1	
				CN	116918141	A	
				KR	10-2023-0134552	A	

WO	2020/027299	A1	06.02.2020	US	2021/0249710	A1	
				全文、全図			
				EP	3832786	A1	
				CN	112514141	A	
				KR	10-2021-0025653	A	
