

(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
2011年5月5日(05.05.2011)

PCT

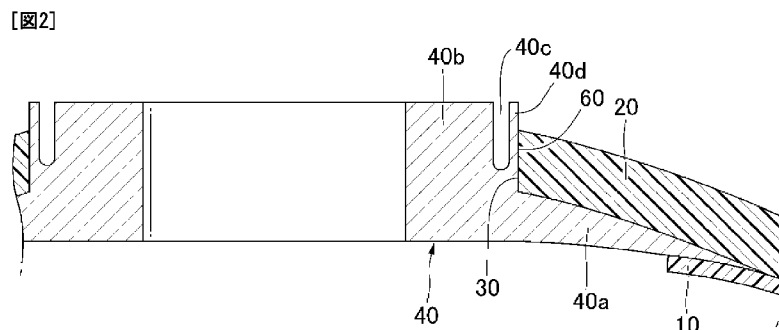
(10) 国際公開番号

WO 2011/052714 A1

- (51) 国際特許分類:
B64G 1/22 (2006.01) F17C 1/06 (2006.01)
F17C 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/069265
- (22) 国際出願日: 2010年10月29日(29.10.2010)
- (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 2009-249822 2009年10月30日(30.10.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 (Japan Aerospace Exploration Agency) [JP/JP]; 〒1828522 東京都調布市深大寺東町七丁目4番地1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 竹内 伸介 (TAKEUCHI Shinsuke) [JP/JP]; 〒2525210 神奈川県相模原市中央区由野台3-1-1 独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所内 Kanagawa (JP). 佐藤 英一 (SATO Eiichi) [JP/JP]; 〒2525210 神奈川県相模原市中央区由野台3-1-1 独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 辻居 幸一, 外(TSUJII Koichi et al.); 〒1008355 東京都千代田区丸の内3丁目3番1号 新東京ビル 中村合同特許法律事務所 Tokyo (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: JOINT STRUCTURE FOR METAL MEMBER AND COMPOSITE MEMBER

(54) 発明の名称: 金属部材と複合材部材の接合構造



(57) Abstract: Provided are a joint structure for a composite member and a metal member adhered to the composite member by way of an adhesive surface. The metal member has a slit extending along the adhesive surface in such a way that a thin portion is formed between the adhesive surface and the metal member.

(57) 要約: 複合材部材と、前記複合材部材と接着面を介して接着されている金属部材とを備え、前記金属部材は、前記接着面との間に薄肉部が形成されるように前記接着面に沿って延びるスリットを有している、金属部材と複合材部材の接合構造を提供する。



WO 2011/052714 A1

明 細 書

発明の名称： 金属部材と複合材部材の接合構造

技術分野

[0001] この発明は、金属部材と複合材部材の接合構造に関するものであり、より詳細には金属部材と複合材部材の接着部を有する金属部材と複合材部材の接合構造に関する。

背景技術

[0002] 一般に金属部材と複合材部材の接着部ではそれらの特性、例えば、熱膨張率・剛性が不連続に変化することになるため、応力集中が発生し剥離が発生しやすい状況にある。したがって、金属部材と複合材部材との剥離とその進展は、金属部材と複合材部材の接着部を含む構造体の破壊につながる。

[0003] 例えば、複合材タンクは金属製タンクに比べて軽量であり、航空宇宙分野・自動車などにおいて現行の金属製タンクの代替品として期待されている。現行の技術では、配管等との接続部には金属製の口金が必要であり、タンク全てを複合材で製作することは不可能であり、必ず金属部材と複合材部材の接着部が存在する。上記のように、一般に金属部材と複合材部材の接着部ではそれらの特性、例えば、熱膨張率・剛性が不連続に変化することになるため、応力集中が発生し剥離が発生しやすい状況にある。タンク全体の強度は複合材で持っているため、金属部材と複合材部材との剥離とその進展はタンクの破壊につながる。

[0004] 特に航空宇宙分野で極低温推進剤（液体水素・液体酸素等）のタンクとして使用した場合、極低温では接着剤の靱性が大きく低下するため、極めて剥離の発生・進展が起きやすい状況となる。この剥離防止のため、タンク開口部の周囲部分が金属製である内殻と複合材製の外殻に対して、開口部の周囲部分に内殻と外殻を互いに拘束する固定手段を設ける技術が提案されている（特許文献1）。

[0005] 一方常温で使用する気蓄器や自動車用の燃料タンクであるが、常温では接

着剤の靱性が比較的高いため、現状の大きさ・圧力では剥離が問題になる状況ではない。しかし剥離を支配する指標（エネルギー解放率）は通常の設計に用いている指標（強度）と異なり、圧力の2乗に比例して増加（強度指標では圧力の1乗）し、大きさの1乗に比例して増加（強度指標では大きさによらない）するため、将来タンクが高圧化・大型化した際には、同様に金属部材と複合材部材間の剥離が問題となることが予測される。

[0006] また、金属部材と複合材部材の接着部を有する金属部材と複合材部材の接合構造は、人工衛星構体における、複合材製のスラストチューブと該複合材製のスラストチューブと上面パネル又は及び下面パネルの接合に用いられる金属製ブラケットとの接合構造、ロケットにおける、尾翼を構成する複合材製の表皮板と該複合材製の表皮板とロケット胴体の接合に用いられる、ロケット胴体に接合された取付金具との接合構造においても用いられており、これらの接合構造において、上記と同様金属部材と複合材部材間の剥離が問題となる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2006-10036号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] そこで、本発明は、金属部材と複合材部材の接着部を有する金属部材と複合材部材の接合構造において金属部材と複合材部材の接着剥離を防止すること、例えば、極低温流体の複合材タンク、高圧化・大型化した複合材タンク等において、配管部周辺の金属部材と複合材部材の接着剥離を防止すること、人工衛星構体において、複合材製のスラストチューブと該複合材製のスラストチューブと上面パネル及び下面パネルの接合に用いられる金属製ブラケットの接着剥離を防止すること、ロケットにおいて、尾翼を構成する複合材製の表皮板と該複合材製の表皮板とロケット胴体の接合に用いられる、ロケ

ット胴体に接合された取付金具の接着剥離を防止することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明の第1の態様は、複合材部材と、前記複合材部材と接着面を介して接着されている金属部材とを備え、前記金属部材は、前記接着面との間に薄肉部が形成されるように前記接着面に沿って延びるスリットを有している、金属部材と複合材部材の接合構造を提供するものである。
- [0010] ここで、本明細書において、「接着面に沿って延びる」とは、接着面と平行に延びる態様のみならず、接着面に対して非平行、すなわち接着面に対して所定の角度をなしつつ延びる態様も含む。
- [0011] 好ましくは、前記スリットに柔軟な充填剤が充填されている。
- [0012] 好ましくは、前記スリットの底部は、R加工されている。
- [0013] 好ましくは、前記スリットの底部は、半円形の横断面形状を有する。
- [0014] 好ましくは、前記スリットは、前記接着面に対して非平行に設けられている。
- [0015] 好ましくは、前記スリットは、前記金属部材の前記接着面を含む面から所定の長さ形成された溝に接続して設けられている。
- [0016] 好ましくは、前記スリットは、前記接着面の該スリットの長さ方向の一部に沿って、1つ又は複数設けられている。
- [0017] 好ましくは、前記スリットの側端面は、R加工されている。
- [0018] 好ましくは、前記スリットの幅は該スリットの長さ方向に連続的に変化する。
- [0019] 好ましくは、前記スリットにより前記薄肉部が形成されることによって、前記金属部材の前記接着面側の剛性が低下する。
- [0020] 好ましくは、前記複合材部材は人工衛星構体を構成するスラストチューブであり、前記金属部材は前記スラストチューブと人工衛星構体を構成する上面パネル又は下面パネルとを接合するブラケットである。
- [0021] 好ましくは、前記複合材部材はロケット尾翼の表皮板であり、前記金属部材は前記表皮板が接着されることにより、前記ロケット尾翼とロケット胴体

を接合するための取付金具である。

- [0022] 本発明の第2の態様は、上記接合構造を含む装置を提供するものである。
- [0023] 本発明の第3の態様は、上記接合構造に用いる金属部材を提供するものである。
- [0024] 本発明の第4の態様は、複合材製の外殻と、該外殻が備える開口部において該外殻と接続されている、筒状部を有する金属製の口金とを備えるタンクであって、前記筒状部の外周面の少なくとも一部が前記開口部と接着し、前記筒状部の外縁部にスリットが設けられているタンクを提供するものである。
- [0025] 好ましくは、前記スリットには柔軟な充填剤が充填されている。
- [0026] 好ましくは、前記スリットの底部は、R加工されている。
- [0027] 好ましくは、前記スリットの底部は、半円形の横断面形状を有する。
- [0028] 好ましくは、前記スリットは、前記口金の外周面に対して非平行に設けられている。
- [0029] 好ましくは、前記スリットは、前記口金の外周面から所定の長さに形成された溝に接続して設けられている。
- [0030] 好ましくは、前記スリットは前記筒状部の外縁部の一部に1つ又は複数設けられている。
- [0031] 好ましくは、前記スリットの側端面は、R加工されている。
- [0032] 好ましくは、前記スリットの幅は該スリットの長さ方向に連続的に変化する。
- [0033] 好ましくは、内殻をさらに備え、該内殻は樹脂により形成されている。
- [0034] 好ましくは、内殻をさらに備え、該内殻は口金と一体的に形成された金属により形成されている。
- [0035] 本発明の第5の態様は、複合材製の外殻を含むタンクにおいて、該外殻が備える開口部において該外殻と接続される金属製の口金であって、筒状部を有し、該筒状部の外周面の少なくとも一部が前記開口部と接着し、前記筒状部の外縁部にスリットが設けられている口金を提供するものである。

発明の効果

- [0036] 本発明によれば、金属部材と複合材部材の接着部を有する金属部材と複合材部材の接合構造において、金属部材に、金属部材と複合材部材の接着面との間に薄肉部が形成されるように接着面に沿って延びるスリットを設けることによって、金属部材の接着面側の剛性が低下する。これにより、金属部材と複合材部材の接着面のエネルギー解放率を著しく低減し、接着剥離を防止することができる。
- [0037] 本発明によれば、複合材製の外殻と、該外殻が備える開口部において該外殻と接続されている、筒状部を有する金属製の口金を備えるタンクにおいて、タンクの口金の筒状部の外縁部にスリットを設け、タンクの複合材製の外殻と口金の筒状部の接着部付近の口金の板厚を薄くすることにより、すなわち、口金の筒状部に、複合材製の外殻と口金の筒状部の接着面との間に薄肉部が形成されるように接着面に沿って延びるスリットを設けることによって、口金の筒状部の接着面側の剛性が低下する。これにより、複合材製の外殻と金属製の口金の接着部のエネルギー解放率を著しく低減し、接着剥離を防止することができる。
- [0038] また、タンク開口部の周囲部分が金属製である内殻と複合材製の外殻に対して、開口部の周囲部分に内殻と外殻を互いに拘束する固定手段を設ける従来の特許文献1の技術と比較して、ネジ加工や固定用部品を必要としないので、加工が容易であり、部品点数が減少し軽量化することができる。
- [0039] 本発明によれば、複合材製のスラストチューブと上面パネル及び下面パネルの少なくとも一方が金属製ブラケットにより接合される人工衛星構体において、金属製のブラケットに、金属製のブラケットと複合材製のスラストチューブの接着面との間に薄肉部が形成されるように接着面に沿って延びるスリットを設けることによって、金属製のブラケットの接着面側の剛性が低下する。これにより、スラストチューブと金属製のブラケットの接着面のエネルギー解放率を著しく低減し、スラストチューブと金属製のブラケットの接着剥離を防止することができる。

[0040] 本発明によれば、尾翼を構成する複合材製の表皮板とロケット胴体が、ロケット胴体に接合された金属製の取付金具により接合されるロケットにおいて、金属製の取付金具に、金属製の取付金具と尾翼の複合材製の表皮板の接着面との間に薄肉部が形成されるように接着面に沿って延びるスリットを設けることによって、金属製の取付金具の接着面側の剛性が低下する。これにより、尾翼の表皮板と金属製の取付金具の接着面のエネルギー解放率を著しく低減し、尾翼の表皮板と金属製の取付金具の接着剥離を防止することができる。

図面の簡単な説明

- [0041] [図1]本発明の実施形態に係るタンクの断面図である。
[図2]本発明の実施形態に係るタンクの口金部分の断面図である。
[図3]本発明の実施形態の原理に関するシミュレーションのタンクのモデルを示す図である。
[図4]図3のモデルにおけるシミュレーション結果を示す図である。
[図5]本発明の実施形態のシミュレーションに係るタンクの断面図である。
[図6]本発明の実施形態のシミュレーションに係るタンクの口金部分の断面図である。
[図7]本発明の他の実施形態に係るタンクの口金部分の断面図である。
[図8]本発明の他の実施形態に係るタンクの口金部分の断面図である。
[図9]本発明の他の実施形態に係る人工衛星構体の断面図である。
[図10]本発明の他の実施形態に係る人工衛星構体のスラストチューブと上面パネルの接合部の断面図である。
[図11]本発明の他の実施形態に係るロケットの断面図である。
[図12]本発明の他の実施形態に係るロケットの胴体と尾翼の接合部の断面図である。

発明を実施するための形態

[0042] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[0043] (第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係るタンク1の断面図、図2はタンク1の口金部分の断面図である。図1に示されるように、タンク1は、内殻10と、内殻10を覆う外殻20と、外殻20が備える開口部30において外殻20と接続されている口金40と、を備えて構成される。図1においては、開口部30はタンク1の上部のみに設けられているが、さらにタンク1の底部にも開口部30及び口金40を設けてもよい。

- [0044] 内殻10は、例えば液晶ポリマーといったガスバリア性の高い樹脂製のライナで形成されており、内部流体の漏洩を防ぐようになっている。
- [0045] 口金40は、例えばチタンといった金属製であり、その形状は円筒状であり、そのタンク内側の端部に形成されたフランジ部40aと、フランジ部40aから立ち上がる筒状部40bを有する。
- [0046] 外殻20は、内殻10及び口金40の外側を覆う。外殻20が備える開口部30は、口金40のフランジ部40aの外側の面及び口金40の筒状部40bの外周面の少なくとも一部と接着しており、口金40の筒状部40bの外周面の少なくとも一部と外殻20が備える開口部30は、周方向に延びる細長い接着面60を介して接着されている。外殻20は、例えばCFRPといった複合材製であり、例えばフィラメントワインディング法により成形される。
- [0047] 以上のような構造のタンク1において、口金部分の構造についてさらに、図2を参照して説明する。
- [0048] 口金40の筒状部40bの外縁部には、その全周にわたって延びる一定の幅のスリット40cが、筒状部40bの外周面と平行に設けられ、外殻20と筒状部40bの接着部付近の口金40の板厚を薄くするようにしている。すなわち、口金40の筒状部40bには、接着面60との間に薄肉部40dが形成されるように接着面60の長さ方向に沿って延びるスリット40cが設けられている。
- [0049] スリット40cの底部は応力集中を避けるために角を持たないようにR加工されている。さらにその底部が半円形の横断面形状を有するとより好まし

い。

- [0050] ここで、本実施形態の原理に関するシミュレーション例について図3～6を参照して説明する。
- [0051] まず円盤モデルを用いてのシミュレーションについての説明をする。円盤モデルは、図3に示されるような金属円盤の外周に複合材を接着した円盤であり、金属部直径50mm、複合材部外径100mm、厚さ30mmであり、金属部と複合材部界面に長さ L_0 の予亀裂が入っている。各部の材質は金属部はチタン、複合材部は周方向が繊維方向のCFRPである。複合材の外周には圧力負荷を模擬する100MPaの軸対称一様引張が作用している。
- [0052] 予亀裂長さ L_0 、スリットによる金属部の残り厚さ t をパラメータとし、スリットの深さ l を L_0 で無次元化した値を横軸に、そのときのエネルギー解放率 J をスリットがない場合のエネルギー解放率 J_0 で無次元化した値を縦軸に取ったグラフを図4に示す。なお、この場合、エネルギー解放率は圧力負荷模擬荷重の自乗に比例するため、上記エネルギー解放率の低減効果は計算精度の誤差を除き100MPaという絶対値に依存しない。
- [0053] 図4より、予亀裂と同程度の深さのスリットを設けた場合のエネルギー解放率低減率は、8割前後、予亀裂の倍程度の深さのスリットを設けた場合は1割～2割程度、予亀裂の3倍のスリット深さのスリットを設けた場合は1割以下となることが分かる。またスリットによる金属部の残り厚さ t に関しては、スリットが浅い領域では例外はあるものの、スリットの深さが予亀裂長さの倍以上の領域では、 t の値が小さい方がよりエネルギー解放率の値が小さくなっていることが分かる。このことから、予想される最大予亀裂長さの2倍から3倍以上のスリットをなるべく界面付近に加工することにより、界面に発生するエネルギー解放率を効果的に低減することが可能であるといえる。
- [0054] 次に、図1と同様の構造を有するタンクについて行ったシミュレーションについて説明する。図5は、本シミュレーションに係るタンクの断面図、図6はタンクの口金部分の断面図である。図5、6において図1、2と対応する部分には同一符号を付し、上記実施形態と同様の部分の説明は省略する。

- [0055] 外殻20が備える開口部30及びそれに接続され口金40は、図1においてはタンク1の上部のみに設けられていたが、本シミュレーションに係るタンクにおいては、さらにタンク1の底部にも開口部30及び口金40が設けられている。内殻10は液晶ポリマー製、外殻20はCFRP層とその内側のフィラメントワインディング法に対応するためのハンドレイアップによるGFRP補強層とからなり、口金40はチタン製、タンク胴部の直径は700mm、タンクの長さ（口金の筒状部のタンク外側の端面間の距離）は1200mm、最大予想運用圧力（MEOP）は32MPa、保証耐圧力（Proof pressure）は40MPa、破壊圧力（Burst pressure）は48MPaである。シミュレーションの計算条件は破壊圧に相当する内圧48MPaとした。なお、外殻20と内殻10は接着剤により接着されているが、口金40と内殻10は融着により直接接合されているものとした。
- [0056] 図6に示されるように、外殻20と口金40の接着部の上端及び下端に予亀裂50、51があるものとし、図6のようにスリット40cを設けた場合とスリットを設けなかった場合の、外殻20と口金40の接着部の上端のエネルギー開放率についてシミュレーションを行った。ここで、スリット40cは、口金40の筒状部40bの外縁部に、その全周にわたって一定の幅で、筒状部40bの外周面と平行に設けられ、予亀裂50の長さ L_0 は、非破壊検査による検出能力と計算メッシュの大きさとを勘案し4mmとし、同様に予亀裂51の筒状部40bの外周面に沿った長さ及びフランジ部40aのタンク外側の面に沿った長さをそれぞれ約4mm、スリット外側の金属残存部の板厚 t を4mm、スリットの深さ l を16mmとした。
- [0057] その結果、スリットがない場合のエネルギー開放率 J_0 が約5200J/m²に対して、スリットを設けた場合のエネルギー開放率 J は約380J/m²となり、エネルギー解放率が一桁以上低減した。
- [0058] また、塑性歪を含むvon Mises歪のシミュレーションも行ったが、スリットを設けたことによる強度面の設計上の問題もないことが確認できた。
- [0059] 以上のシミュレーション結果をふまえると、外殻20と筒状部40bの接

着部付近の口金40の板厚は可能な限り薄くすることが好ましい。また、スリット40cの深さは非破壊検査能力により決定される最小検出欠陥寸法の倍以上とすることが好ましい。これは、非破壊検査により予亀裂が発見されなかった場合は、予亀裂の長さは最小検出欠陥寸法以下であるから、予亀裂の長さをその可能性のある最大値である最小検出欠陥寸法とみなすことによるものである。

[0060] また、スリット40cには水等が溜まり腐食等の原因となりうる。これを回避するためスリット40cを充填剤で充填することができる。この際、接着剤等の硬度の高い充填材を使用するとスリットの効果が低下するので、柔軟な（硬度の低い）充填材、例えばシリコンシーラント等で充填することが好ましい。

[0061] 本実施形態のタンク1が高圧・大型の複合材フィラメントワインディング気蓄器であって、高圧時に口金から複合材層が剥離する問題が発生している場合、非破壊検査能力により決定される最小検出欠陥寸法を約4mm、すなわち予想予亀裂を約4mm以下と仮定すると、深さが予想予亀裂の2倍よりも十分大きい深いことが好ましいことと加工後の強度を考慮してその5倍の約20mmのスリットを、外殻20と筒状部40bの接着部付近の口金40の板厚は可能な限り薄くすることが好ましいから加工限界を勘案して板厚が1mm程度となるように、筒状部40bの外周面と平行に全周にわたって設ける（スリットの底部は応力集中を避けるため半円形の横断面形状を有するものとする）と、スリットがない場合に比べて、剥離の発生する圧力を少なくとも3倍程度まで上昇させることが可能である。

[0062] また、本実施形態のタンク1が極低温推進剤複合材タンクであって、推進剤充填時に熱応力により口金部から複合材層が剥離する問題が発生している場合、上記と同様のスリットを設けると、スリットがない場合に比べて、推進剤充填時の剥離発生を大幅に抑制することが可能である。なお、この場合、防腐等のためにスリットに柔軟な充填剤を充填するときは、充填剤は極低温でも硬化・崩壊しないものを選択する。

[0063] 以上のように、本実施形態によれば、タンクの口金40の筒状部40bの外縁部にスリット40cを設け、タンクの複合材製の外殻20と口金40の筒状部40bの接着部付近の口金の板厚を薄くすることによって、すなわち、口金40の筒状部40bに、複合材製の外殻20と口金40の筒状部40bの接着面60との間に薄肉部40dが形成されるように接着面60に沿って延びるスリット40cを設けることによって、口金の筒状部の接着面側の剛性が低下する。これにより、外殻20と口金40の接着面のエネルギー解放率を著しく低減し、口金と複合材の接着剥離の防止に大きく貢献することができる。

[0064] (第2の実施形態)

図7、8は、本発明の第2の実施形態に係るタンク1の口金部分の断面図である。本実施形態において、口金40以外のタンク1の構成は図1と同様であり、図7、8において図1、2と対応する部分には同一符号を付し、第1の実施形態と同様の部分の説明は省略する。

[0065] 本実施形態は、口金40の形状により、口金40の筒状部40bのタンク外側の端面からスリット40cを加工することが難しい場合において、筒状部40bの外周面からスリット40cを加工することにより、第1の実施形態と同様の効果を得ようとするものである。例えば、図7に示すように、筒状部40bの外周面すなわち接着面60に対して斜めにスリット40cを形成する。この場合、外殻20と口金40の接着面のエネルギー解放率の低減効果はスリット外側の金属残存部である薄肉部60の厚さに依存するため、可能な限り薄くすることが好ましい。

[0066] また、例えば、図8に示すように、まず筒状部40bの外周面すなわち接着面60に垂直に溝を形成し、次いで筒状部40bの外周面と平行にスリット40cを形成する。この場合、該溝は筒状部40bの外周面に垂直でなく、任意の角度で形成してもよく、また、スリット40cも筒状部40bの外周面と平行でなく、任意の角度で形成してもよい。つまり、スリット40cを、筒状部40bの外周面すなわち接着面60から所定の長さに形成された

溝に接続して設けてもよい。

[0067] 以上の実施形態に関して、口金40には、クロージャや流体用のアダプタなどの部材を接続するためのネジ穴等が設けられる場合があるが、そのようなネジ穴等の存在のために、上記のような全周にわたって延びる一定の幅のスリットを設けることができない場合、全周の一部にのみ、すなわち接着面60のスリット40cの長さ方向の一部に沿って1つ又は複数のスリットを設けることができる。このとき、スリットの底部はR加工されることが好ましく、さらには半円形の横断面形状を有することが好ましい。そして、各スリットの側端面も応力集中軽減のために、R加工されることが好ましく、さらには半円状形の横断面形状を有することが好ましい。

[0068] また、これに代えて、ネジ穴等の存在のために、全周にわたる一定の幅のスリットを設けることができない場合、ネジ穴部等付近のみスリット幅を狭くすることにより、ネジ穴等を回避することができる。この場合、スリット幅の不連続な変化による応力集中を回避するために、スリットの長さ方向のスリット幅の変化は連続的なものとするのが好ましい。

[0069] 以上の実施形態において、タンクの構造は、内殻10が口金40とは別体で樹脂製のものであったが、内殻が口金40と一体化した金属で形成されている公知の構造のタンクにも上記実施形態の技術が適用可能であることは、当業者に明らかであろう。

[0070] (第3の実施形態)

図9は、本発明の第3の実施形態に係る人工衛星構体101の断面図である。図9に示されるように、人工衛星構体101内部の中央に円筒形状のCFRP製スラストチューブ120が配置され、スラストチューブ120の上下には、円形の上面パネル102及び下面パネル104が金属製ブラケット140により取り付けられている。また、人工衛星構体101の外表面を構成する円筒形状の外部パネル106が上面パネル102及び下面パネル104に取り付けられている。このような構造において、スラストチューブ120は、衛星全体の荷重を支持している。

- [0071] 図10は、図9の要部Aの拡大図である、スラストチューブ120と上面パネル102の接合部の断面図である。図10に示されるように、スラストチューブ120と金属製のブラケット140の垂直片が接着面160を介して接着され、上面パネル102と金属製のブラケット140の水平片がねじ止めされることにより、スラストチューブ120と上面パネル102が接合されている。なお、スラストチューブ120と下面パネル104とも同様の構造により接合されている。
- [0072] 金属製のブラケット140には、接着面160との間に薄肉部140dが形成されるように接着面160に沿って延びるスリット140cが設けられている。スリット140cの底部は応力集中を避けるために角を持たないようにR加工されている。さらにその底部が半円形の横断面形状を有するとより好ましい。
- [0073] このようにスリット140cを設けることにより薄肉部140dが形成されることによって、金属製のブラケット140の接着面160側の剛性が低下する。これにより、スラストチューブ120と金属製のブラケット140の接着面のエネルギー解放率を著しく低減し、スラストチューブと金属製のブラケットの接着剥離の防止に大きく貢献することができる。
- [0074] なお、本実施形態に対して、第1の実施形態に対する第2の実施形態と同様に、スリットに柔軟な充填剤が充填されている構成、スリットが接着面に対して非平行に設けられている構成、スリットが金属部材の接着面を含む面から所定の長さに形成された溝に接続して設けられている構成、スリットが接着面のスリットの長さ方向の一部に沿って1つ又は複数設けられている構成、そのスリットの側端面がR加工されている構成、スリットの幅がスリットの長さ方向に連続的に変化する構成等の変形を行うことができる。
- [0075] 図11は、本発明の第4の実施形態に係るロケット201の側面図である。図11に示されるように、ロケット201の胴体202の下部には、尾翼204が取り付けられている。
- [0076] 図12は、図11のB-B線断面図である、ロケットの胴体202と尾翼

204の接合部の断面図である。図11に示されるように、ロケットの胴体202の表面にアルミ製の取付金具240が設けられている。また、尾翼204は、アルミハニカム206をコアとし、CFRP製表皮板220がその両面に接着されることにより構成されている。

[0077] アルミ製の取付金具240は突起部240bを有し、突起部の上面がアルミハニカム206と当接し、突起部の側面とCFRP製表皮板220が接着面260を介して接着されることにより、ロケットの胴体202と尾翼204が接合される。

[0078] アルミ製の取付金具240の突起部240bには、接着面260との間に薄肉部240dが形成されるように接着面260に沿って延びるスリット240cが設けられている。スリット240cの底部は応力集中を避けるために角を持たないようにR加工されている。さらにその底部が半円形の横断面形状を有するとより好ましい。

[0079] このようにスリット240cを設けることにより薄肉部240dが形成されることによって、アルミ製の取付金具240の接着面260側の剛性が低下する。これにより、尾翼204のCFRP製表皮板220とアルミ製の取付金具240の接着面のエネルギー解放率を著しく低減し、尾翼（CFRP製表皮板）とアルミ製の取付金具の接着剥離の防止に大きく貢献することができる。

[0080] なお、本実施形態に対して、第1の実施形態に対する第2の実施形態と同様に、スリットに柔軟な充填剤が充填されている構成、スリットが接着面に対して非平行に設けられている構成、スリットが金属部材の接着面を含む面から所定の長さに形成された溝に接続して設けられている構成、スリットが接着面のスリットの長さ方向の一部に沿って1つ又は複数設けられている構成、そのスリットの側端面がR加工されている構成、スリットの幅がスリットの長さ方向に連続的に変化する構成等の変形を行うことができる。

[0081] 以上、本発明について、例示のためにいくつかの実施形態に関して説明してきたが、本発明はこれに限定されるものでなく、本発明の範囲及び精神が

ら逸脱することなく、形態及び詳細について、様々な変形及び修正を行うことができることは、当業者に明らかであろう。

符号の説明

[0082]	1	タンク
	1 0	内殻
	2 0	外殻
	3 0	開口部
	4 0	口金
	4 0 a	フランジ部
	4 0 b	筒状部
	4 0 c	スリット
	4 0 d	薄肉部
	5 0	予亀裂
	5 1	予亀裂
	6 0	接着面
	1 0 1	人工衛星構体
	1 0 2	上面パネル
	1 0 4	下面パネル
	1 0 6	外部パネル
	1 2 0	スラストチューブ
	1 4 0	ブラケット
	1 4 0 c	スリット
	1 4 0 d	薄肉部
	1 6 0	接着面
	2 0 1	ロケット
	2 0 2	胴体
	2 0 4	尾翼
	2 0 6	アルミハニカム

- 220 CFRP製表皮板
- 240 取付金具
- 240b 突起部
- 240c スリット
- 240d 薄肉部
- 260 接着面

請求の範囲

- [請求項1] 複合材部材と、
前記複合材部材と接着面を介して接着されている金属部材と、
を備え、
前記金属部材は、前記接着面との間に薄肉部が形成されるように前記接着面に沿って延びるスリットを有している、金属部材と複合材部材の接合構造。
- [請求項2] 前記スリットに柔軟な充填剤が充填されていることを特徴とする請求項1に記載の接合構造。
- [請求項3] 前記スリットの底部は、R加工されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の接合構造。
- [請求項4] 前記スリットの底部は、半円形の横断面形状を有することを特徴とする請求項3に記載の接合構造。
- [請求項5] 前記スリットは、前記接着面に対して非平行に設けられていることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の接合構造。
- [請求項6] 前記スリットは、前記金属部材の前記接着面を含む面から所定の長さ形成された溝に接続して設けられていることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の接合構造。
- [請求項7] 前記スリットは、前記接着面の該スリットの長さ方向の一部に沿って、1つ又は複数設けられていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の接合構造。
- [請求項8] 前記スリットの側端面は、R加工されていることを特徴とする請求項7に記載の接合構造。
- [請求項9] 前記スリットの幅は該スリットの長さ方向に連続的に変化することを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の接合構造。
- [請求項10] 前記スリットにより前記薄肉部が形成されることによって、前記金属部材の前記接着面側の剛性が低下する、請求項1～10のいずれか1項に記載の接合構造。

- [請求項11] 前記複合材部材は人工衛星構体を構成するスラストチューブであり、前記金属部材は前記スラストチューブと人工衛星構体を構成する上面パネル又は下面パネルとを接合するブラケットである、請求項1～10のいずれか1項に記載の接合構造。
- [請求項12] 前記複合材部材はロケット尾翼の表皮板であり、前記金属部材は前記表皮板が接着されることにより、前記ロケット尾翼とロケット胴体を接合するための取付金具である、請求項1～10のいずれか1項に記載の接合構造。
- [請求項13] 請求項1～12のいずれか1項に記載された接合構造を含む装置。
- [請求項14] 請求項1～13のいずれか1項に記載された接合構造に用いる金属部材。
- [請求項15] 複合材製の外殻と、該外殻が備える開口部において該外殻と接続されている、筒状部を有する金属製の口金とを備えるタンクであって、前記筒状部の外周面の少なくとも一部が前記開口部と接着し、前記筒状部の外縁部にスリットが設けられているタンク。
- [請求項16] 前記スリットに柔軟な充填剤が充填されていることを特徴とする請求項15に記載のタンク。
- [請求項17] 前記スリットの底部は、R加工されていることを特徴とする請求項15又は16に記載のタンク。
- [請求項18] 前記スリットの底部は、半円形の横断面形状を有することを特徴とする請求項17に記載のタンク。
- [請求項19] 前記スリットは、前記口金の外周面に対して非平行に設けられていることを特徴とする請求項15～18のいずれか1項に記載のタンク。
- [請求項20] 前記スリットは、前記口金の外周面から所定の長さに形成された溝に接続して設けられていることを特徴とする請求項15～18のいずれか1項に記載のタンク。
- [請求項21] 前記スリットは前記筒状部の外縁部の一部に1つ又は複数設けられ

ていることを特徴とする請求項 15～20 のいずれか 1 項に記載のタンク。

[請求項22] 前記スリットの側端面は、R加工されていることを特徴とする請求項 21 に記載のタンク。

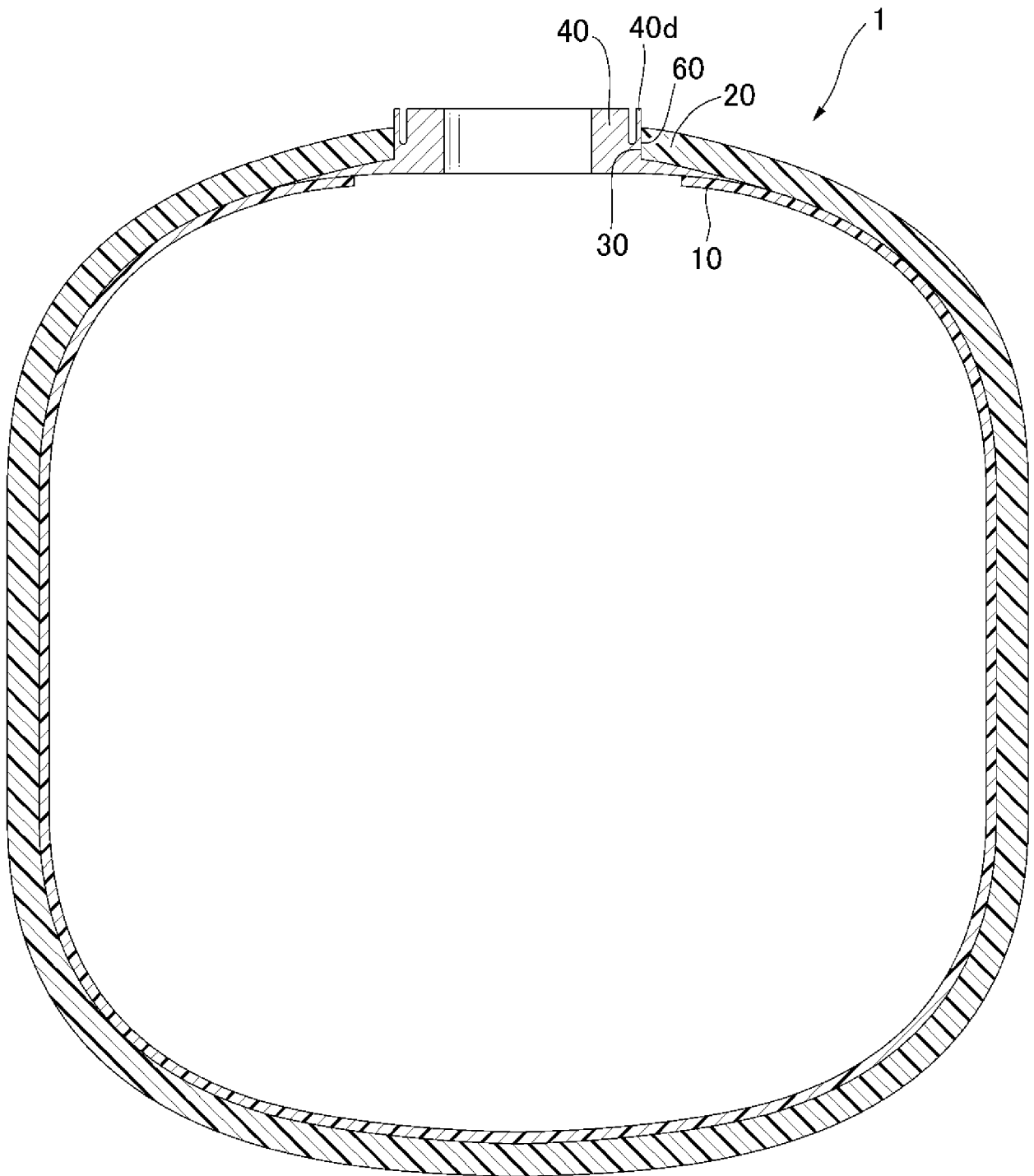
[請求項23] 前記スリットの幅は該スリットの長さ方向に連続的に変化することを特徴とする請求項 15～22 のいずれか 1 項に記載のタンク。

[請求項24] 内殻をさらに備え、該内殻は樹脂により形成されていることを特徴とする請求項 15～23 のいずれか 1 項に記載のタンク。

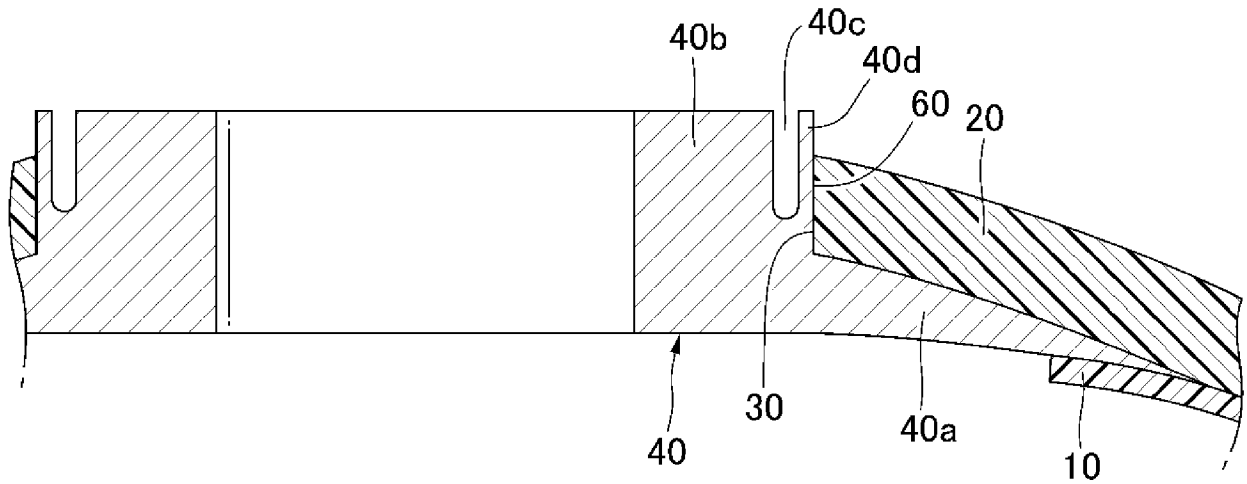
[請求項25] 内殻をさらに備え、該内殻は口金と一体的に形成された金属により形成されていることを特徴とする請求項 15～23 のいずれか 1 項に記載のタンク。

[請求項26] 複合材製の外殻を含むタンクにおいて、該外殻が備える開口部において該外殻と接続される金属製の口金であって、
筒状部を有し、
該筒状部の外周面の少なくとも一部が前記開口部と接着し、前記筒状部の外縁部にスリットが設けられている口金。

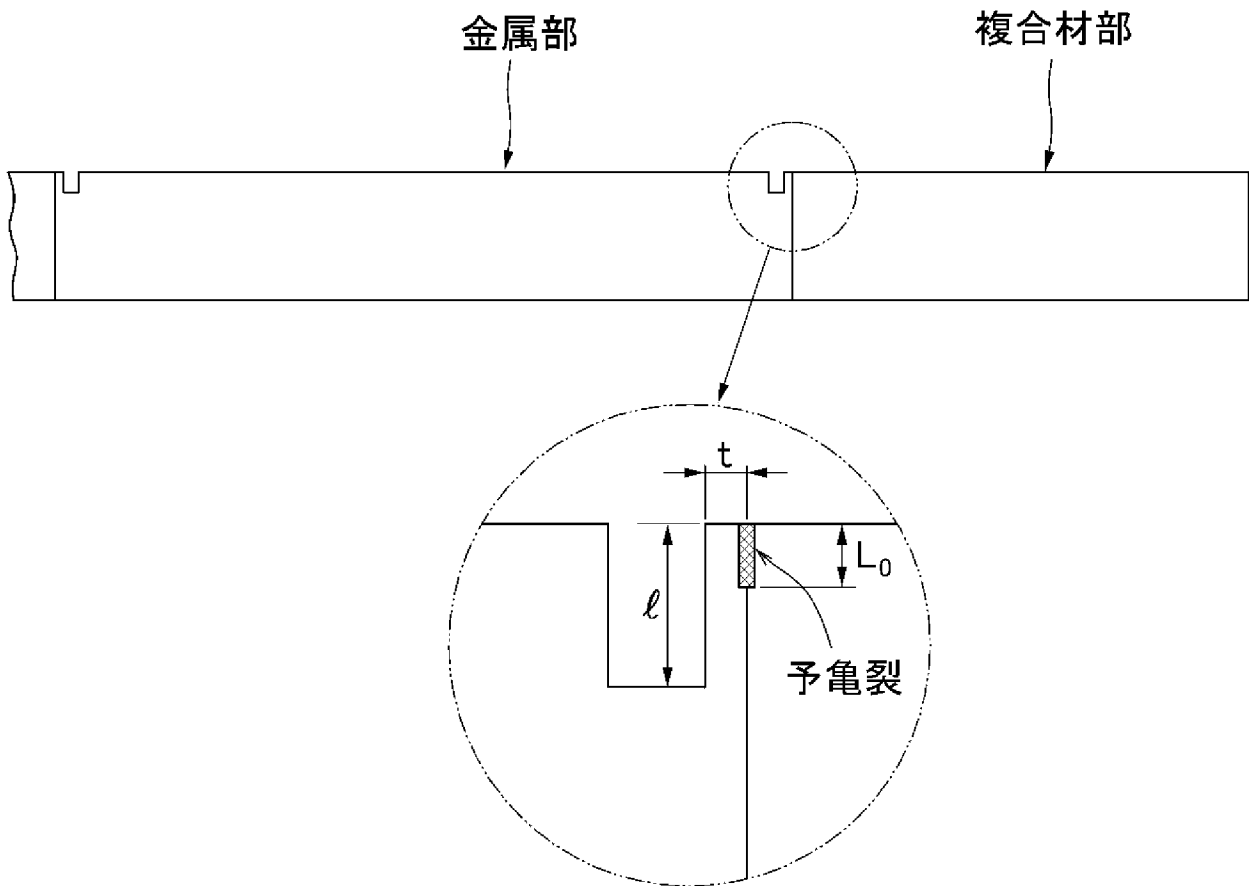
[図1]



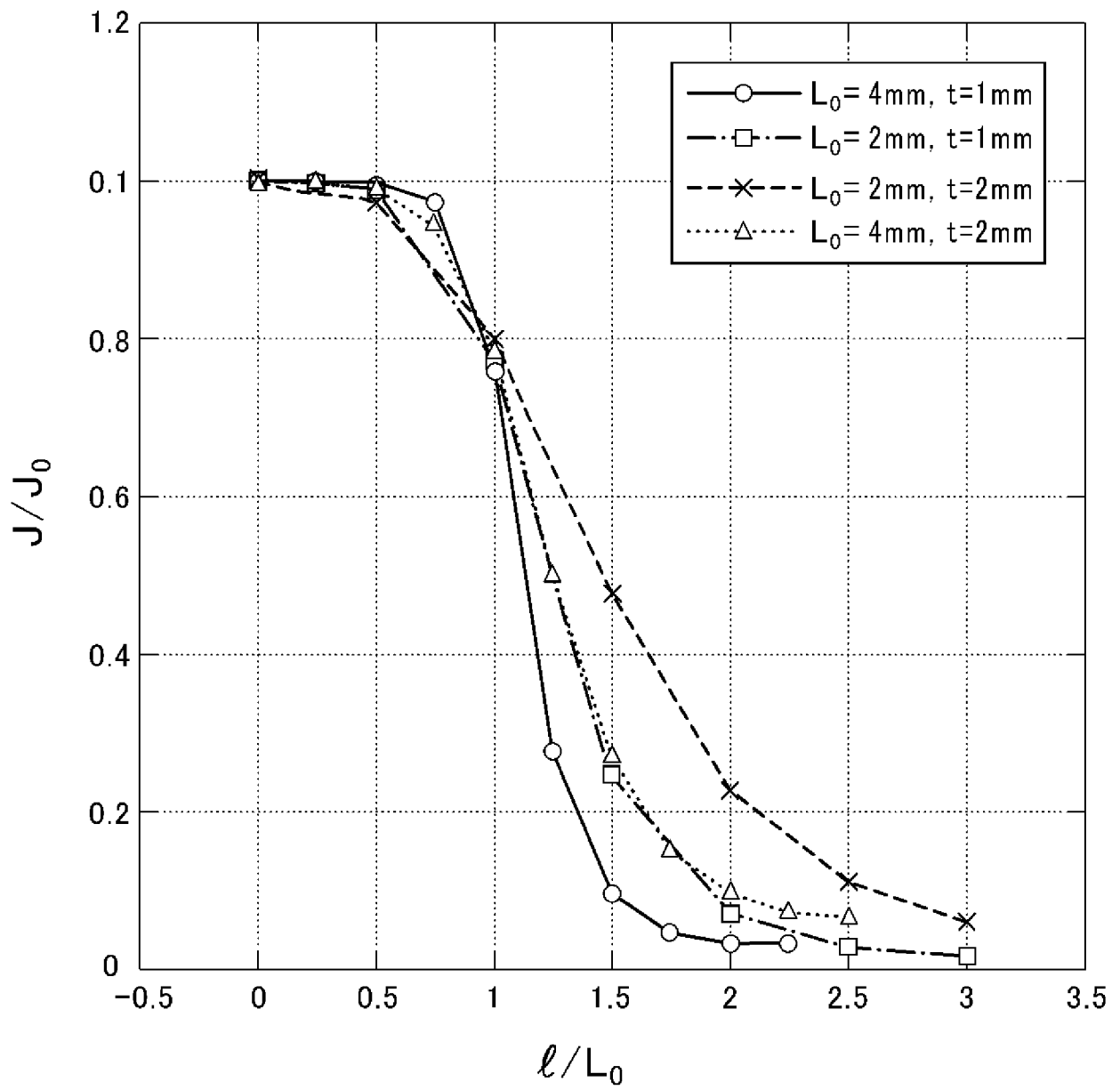
[図2]



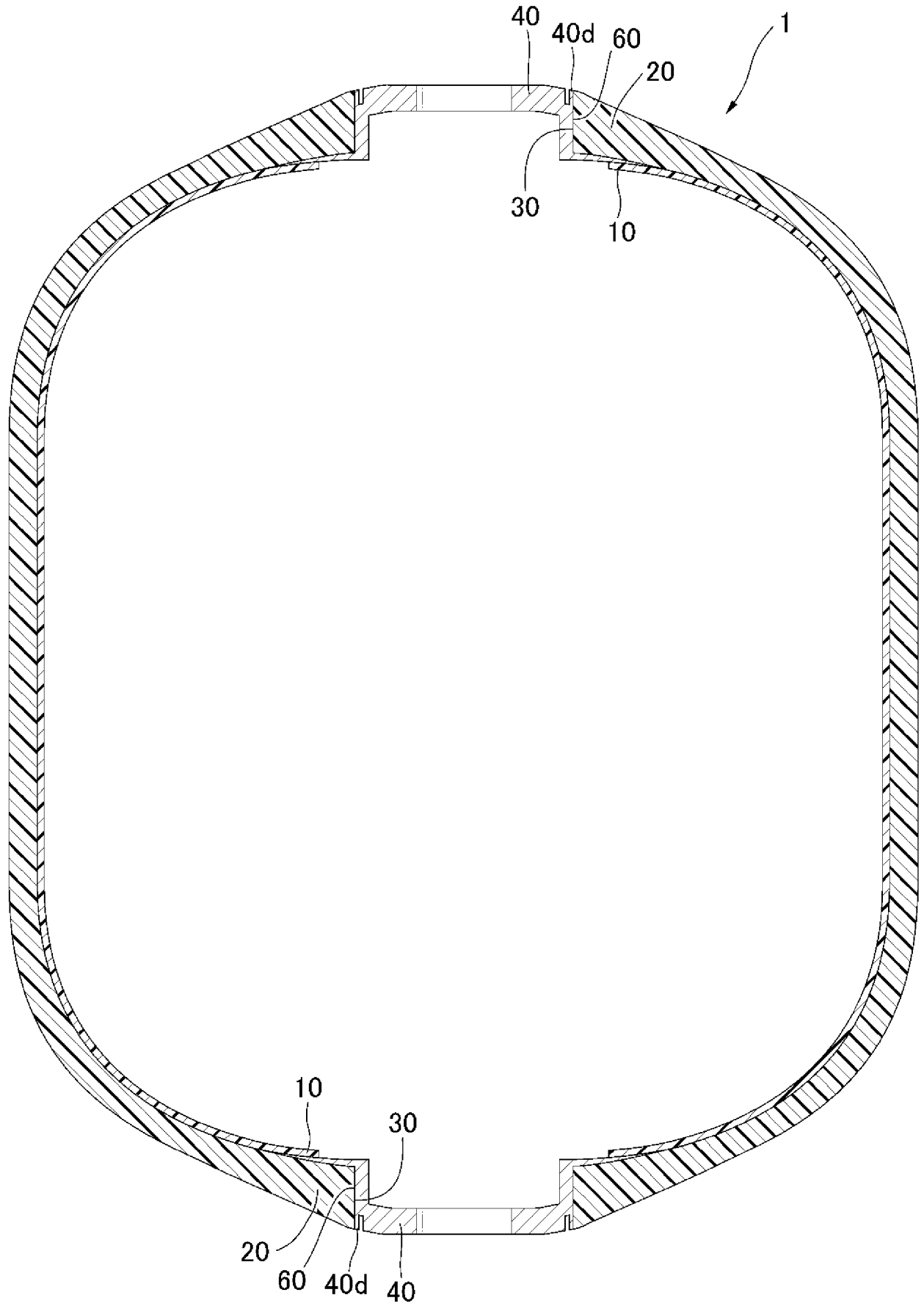
[図3]



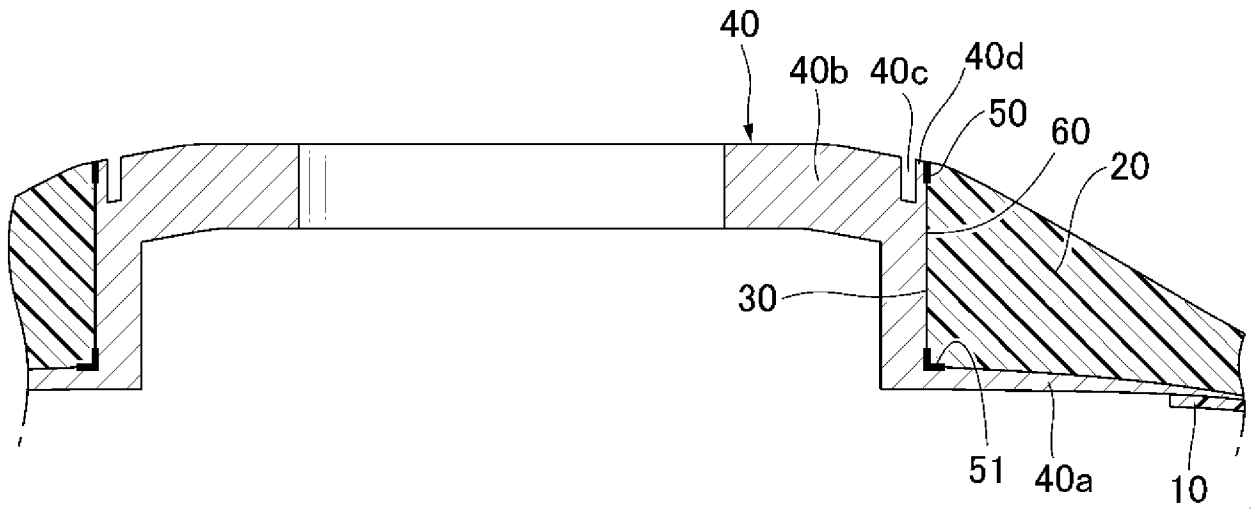
[図4]



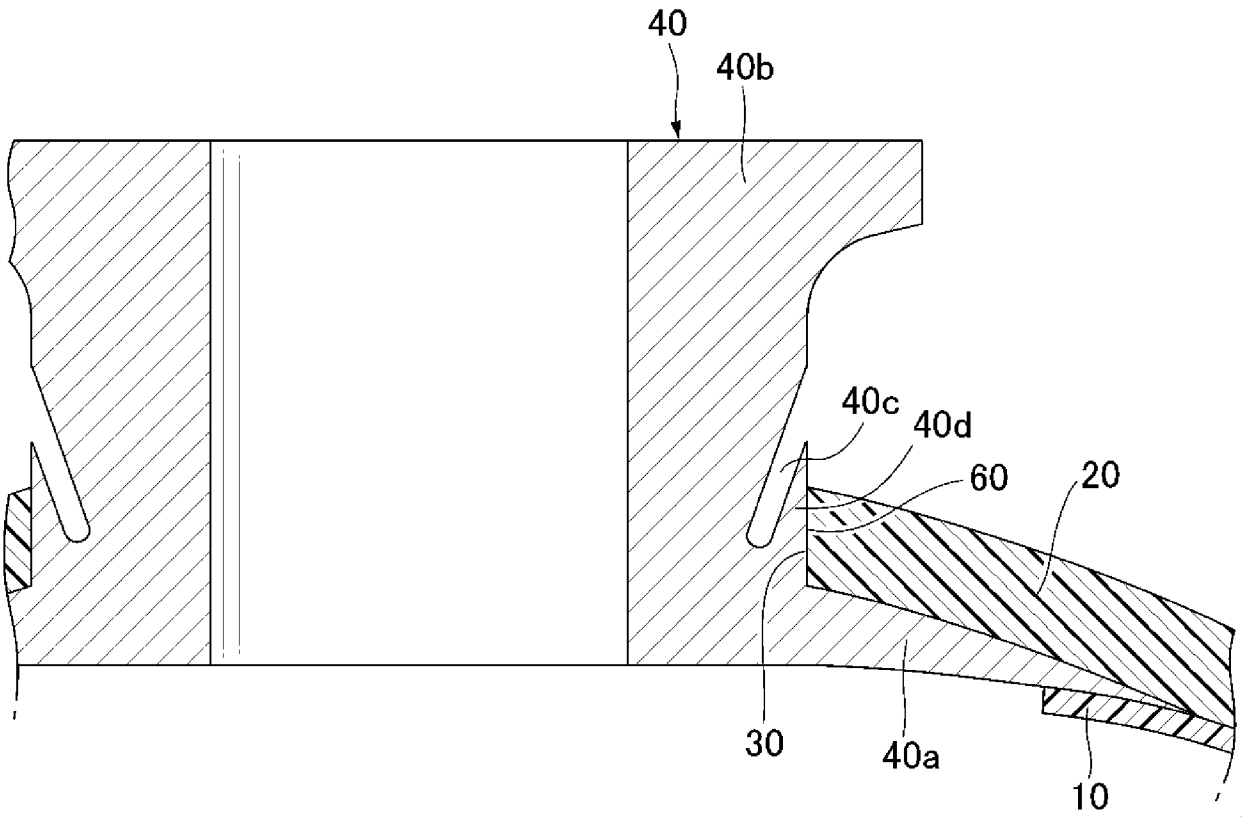
[図5]



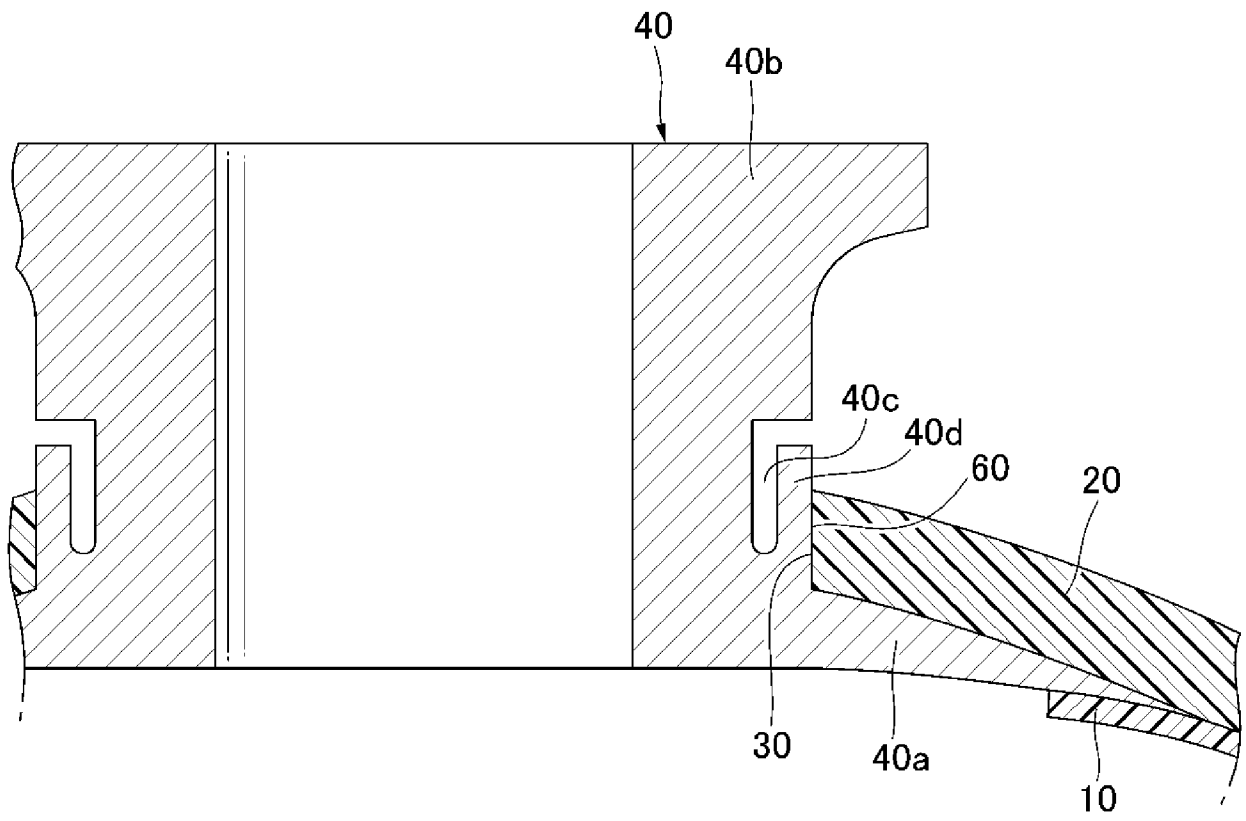
[図6]



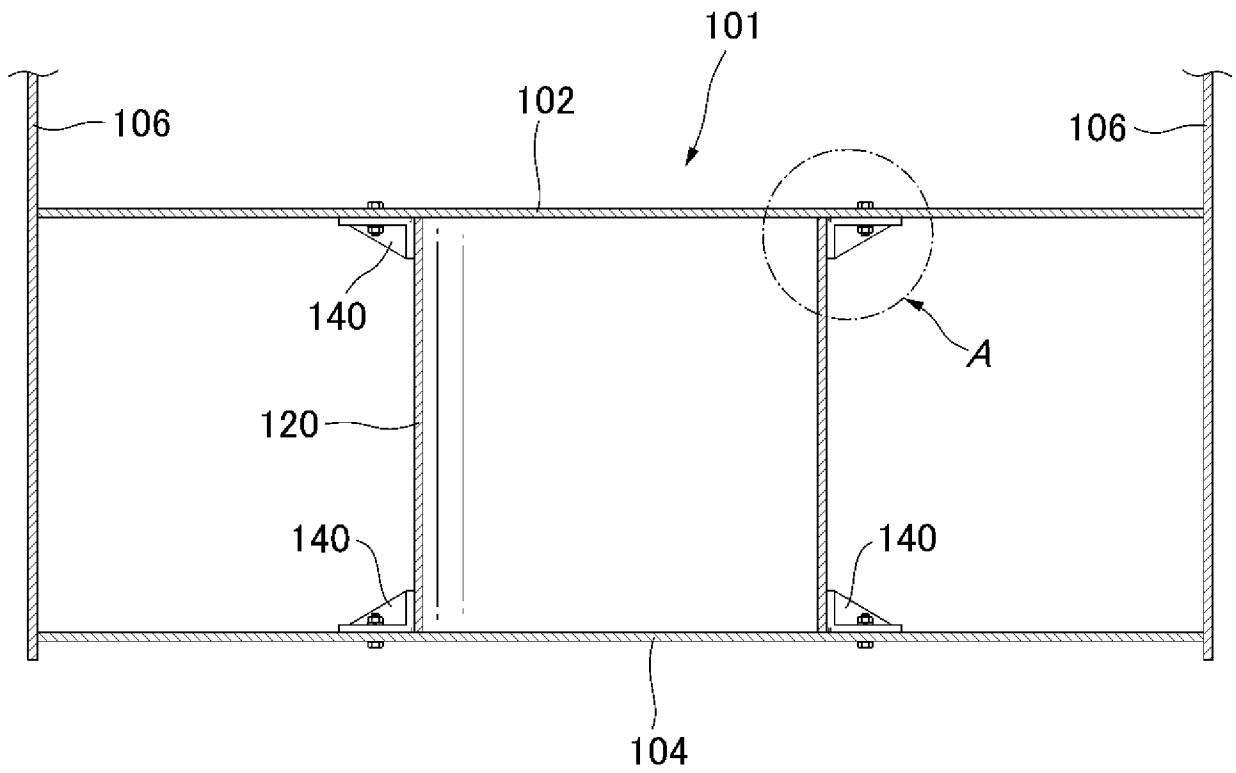
[図7]



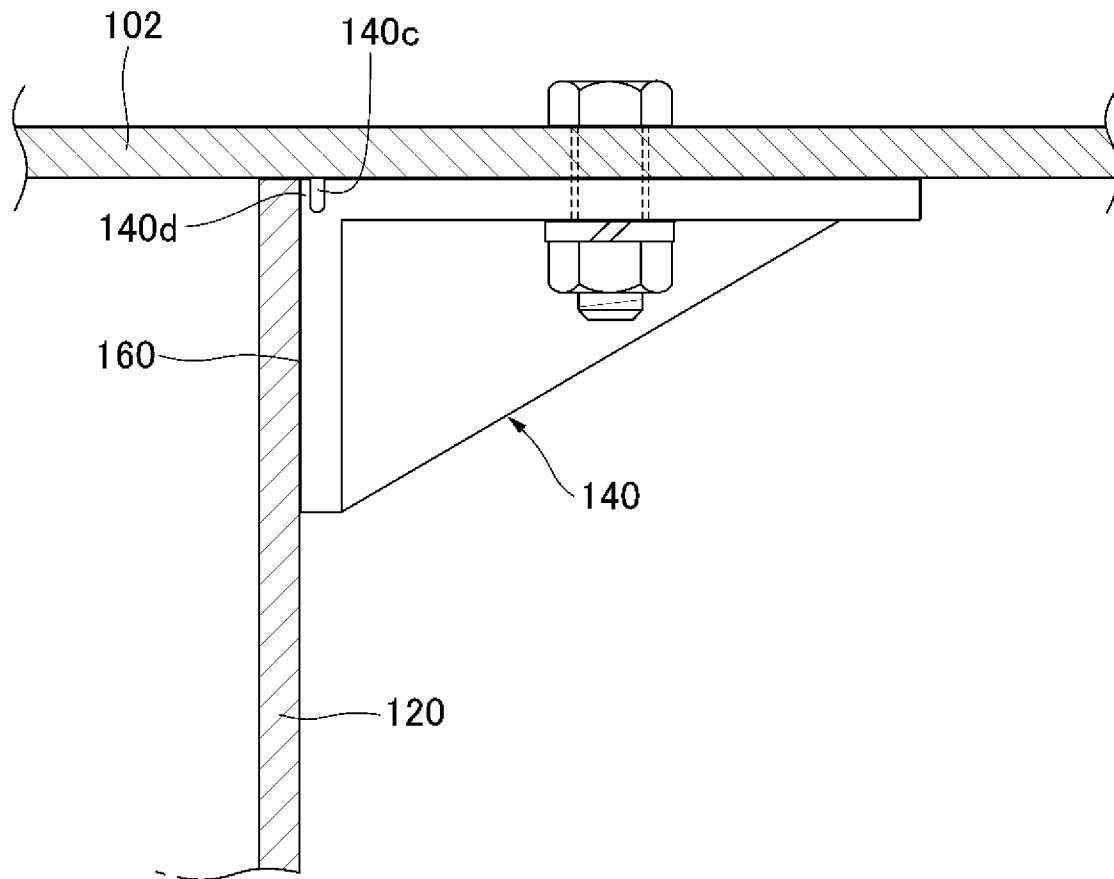
[図8]



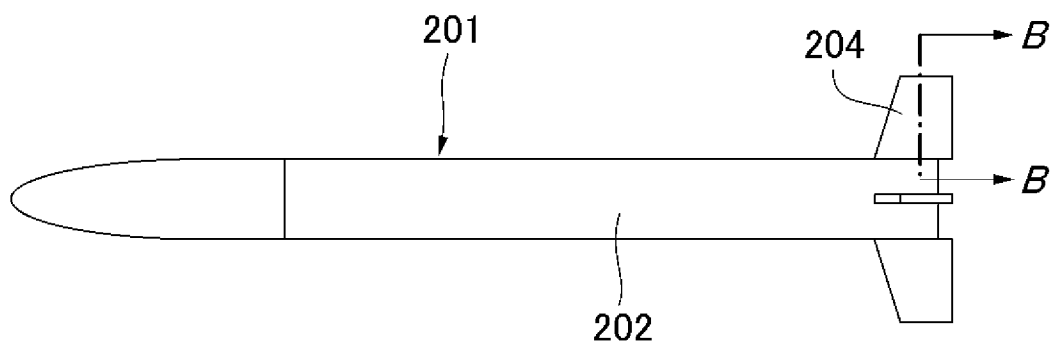
[図9]



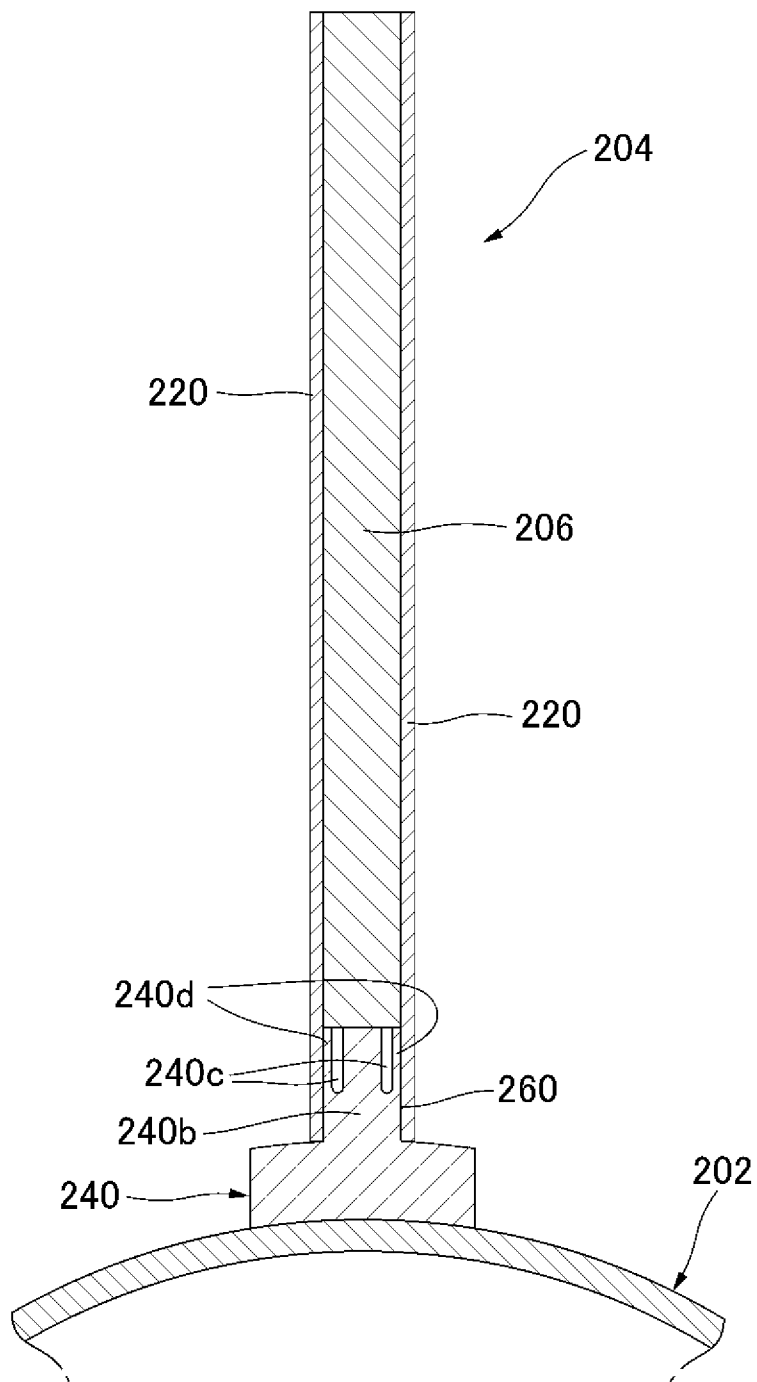
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/069265

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B64G1/22(2006.01) i, F17C1/00(2006.01) i, F17C1/06(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)

B64G1/22, F17C1/00, F17C1/06

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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	JP 9-222198 A (Shinko Industrial Co., Ltd.), 26 August 1997 (26.08.1997), entire text; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-26
A	JP 2007-155841 A (Ricoh Co., Ltd.), 21 June 2007 (21.06.2007), entire text; fig. 1 to 12 & EP 1793283 A1	1-26
A	JP 2006-10036 A (IHI Aerospace Engineering Co., Ltd.), 12 January 2006 (12.01.2006), entire text; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-26

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
15 November, 2010 (15.11.10)

Date of mailing of the international search report
22 November, 2010 (22.11.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/069265

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-58395 A (NEC Corp.), 09 March 1993 (09.03.1993), entire text; fig. 1 to 5 & EP 0531055 A2	1-26
A	JP 7-108824 B2 (Toru YOSHIDA), 22 November 1995 (22.11.1995), entire text; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-26

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. B64G1/22(2006.01)i, F17C1/00(2006.01)i, F17C1/06(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. B64G1/22, F17C1/00, F17C1/06

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 1971-2010年
 日本国実用新案登録公報 1996-2010年
 日本国登録実用新案公報 1994-2010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	JP 9-222198 A (神鋼機器工業株式会社) 1997.08.26, 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-26
A	JP 2007-155841 A (株式会社リコー) 2007.06.21, 全文, 第1-12図 & EP 1793283 A1	1-26
A	JP 2006-10036 A (株式会社アイ・エイチ・アイ・エアロスペース) 2006.01.12, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-26

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、一般的な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 15.11.2010	国際調査報告の発送日 22.11.2010
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 杉山 悟史 電話番号 03-3581-1101 内線 3341

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
A	JP 5-58395 A (日本電気株式会社) 1993.03.09, 全文, 第1-5図 & EP 0531055 A2	1-26
A	JP 7-108824 B2 (吉田 亨) 1995.11.22, 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	1-26