

(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9月1日(01.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/105540 A1

- (51) 国際特許分類:
B29C 73/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/054257
- (22) 国際出願日: 2011年2月25日(25.02.2011)
- (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 2010-043542 2010年2月26日(26.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西村 利彦 (NISHIMURA, Toshihiko) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 藤田 考晴, 外(FUJITA, Takaharu et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2

ー 2 - 1 横浜ランドマークタワー 37F Kanagawa (JP).

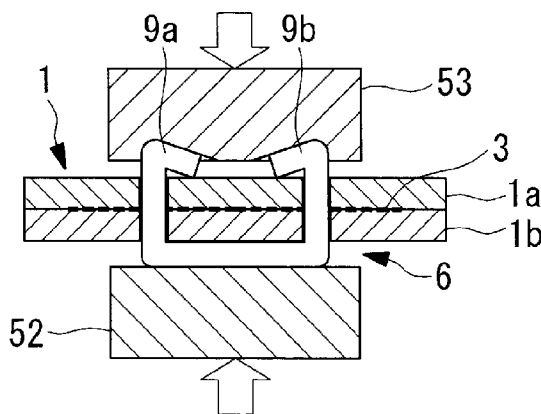
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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).

[続葉有]

(54) Title: COMPOSITE MATERIAL REPAIR METHOD, AND COMPOSITE MATERIAL USING SAME

(54) 発明の名称: 複合材の修理方法およびこれを用いた複合材

[図1F]



(57) Abstract: Disclosed is a composite material repair method capable of easily repairing a gap from delamination formed between the layers of a completely hardened composite material, and capable of repairing the delamination gap quickly; also disclosed is a composite material using same. A hole (4) is formed so as to pass through the delamination gap (3) formed between the layers (1a, 1b) of the hardened composite material. A binding member (6) is inserted in the hole (4), and the delamination gap (3) formed between the layers (1a, 1b) of the hardened composite material is bonded and repaired.

(57) 要約: 完全に硬化した複合材において、その複合材の層間に生じた剥離による隙間を容易に修理することが可能、かつ、剥離隙間を短時間に修理することが可能な複合材の修理方法およびこれを用いた複合材を提供することを目的とする。硬化した複合材の層(1a、1b)間に生じている剥離隙間(3)に貫通するように孔(4)を設けて、孔(4)に結合部材(6)を挿入して硬化した複合材の層(1a、1b)間に生じた剥離隙間(3)を結合させて修理する。

WO 2011/105540 A1

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： 複合材の修理方法およびこれを用いた複合材

技術分野

[0001] 本発明は、航空機等の構造材料として用いられる複合材の修理方法およびこれを用いた複合材に関し、特に、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間の結合に関するものである。

背景技術

[0002] 一般に、航空機の構造材料等に用いられている複合材の層間に生じた剥離隙間の修理方法としては、特許文献1に記載の樹脂注入法や、特許文献2に記載のトリム後に補修剤を充填する方法や、特許文献3および特許文献4に記載の釘やステーブルを打ち込む方法や、特許文献5に記載の繊維を用いて縫合する方法がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平7-137154号公報
特許文献2：特許第2541620号公報
特許文献3：特開平3-297629号公報
特許文献4：特開平2-74325号公報
特許文献5：特開平3-286841号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1に記載の発明は、複合材の層間に生じた剥離隙間が小さい場合には、樹脂が注入できないという問題があった。さらに、特許文献1および特許文献2の発明は、清浄・乾燥・接着の各工程管理が困難であるため修理に要する期間が長くなるという問題があった。

また、特許文献3に記載の発明は、熱可塑複合材に限定され、硬化後の再加熱によって軟化させることのできない熱硬化型複合材の修理に適用できな

い問題があった。

また、特許文献4および特許文献5に記載の発明は、複合材の層が硬化する前の柔らかい段階にしか適用できず、完全に硬化した複合材の修理に適用できないという問題点があった。

[0005] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間を容易、かつ、短時間に修理することが可能な複合材の修理方法およびこれを用いた複合材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] 上記課題を解決するために、本発明の複合材の修理方法およびこれを用いた複合材は、以下の手段を採用する。

すなわち、本発明の第1の態様に係る複合材の修理方法によれば、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間に貫通する孔を設けて、該孔に結合部材を挿入して前記剥離隙間を結合させる。

[0007] 複合材の層間に生じた剥離隙間には、貫通する孔を設けて、その孔に結合部材を挿入して剥離隙間を結合することとした。そのため、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間であっても容易に結合することが可能となる。したがって、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間の結合修理に要する時間を短縮することができる。

[0008] さらに、上記態様の複合材の修理方法によれば、前記孔には、スリーブが挿入され、前記結合部材が前記スリーブを貫通することとしてもよい。

[0009] 剥離隙間に設けられた孔には、スリーブを挿入し、スリーブ挿入後に結合部材を貫通させることとした。これにより、結合部材を孔に通して曲げる際に、孔の内側が損傷することを防止することができる。したがって、孔に生じた損傷を起因とする新たな剥離の進展を防止することができる。

また、結合部材と複合材とを直接接触させることにより耐電食性が悪くなる材料の組み合わせの場合における電食の発生を防止することができる。

[0010] さらに、上記態様の複合材の修理方法によれば、前記孔を貫通した前記結合部材の端部には、曲げ加工が施されることとしてもよい。

- [0011] 孔を貫通した結合部材の端部を曲げ加工によって折り曲げることとした。そのため、剥離隙間を結合した結合部材の緩みを防止することができる。したがって、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間の結合を堅固にすることができる。
- [0012] さらに、上記態様の複合材の修理方法によれば、前記孔を貫通した前記結合部材の端部は、かしめ部によってかしめられることとしてもよい。
- [0013] 孔を貫通した結合部材の端部をかしめ部によってかしめることとした。そのため、かしめ部を設けなかった場合に比べて、剥離隙間を結合した結合部材の緩みを防止することができる。したがって、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間の結合をより堅固にすることができる。
- [0014] さらに、上記態様の複合材の修理方法によれば、前記孔を貫通した前記結合部材の端部は、シール部によって覆われることとしてもよい。
- [0015] 孔を貫通して複合材の層の表面に露呈した結合部の端部を、シール部によって覆うこととした。そのため、結合部と複合材の層との間に水が浸入することを防止することができる。したがって、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間の結合修理をした際に発生する電食を安価にかつ容易に防止することができる。
- [0016] さらに、上記態様の複合材の修理方法によれば、前記結合部材と前記複合材の層との間には、耐電食材を設けることとしてもよい。
- [0017] 複合材の層と結合部材との間に耐電食材を設けることとした。そのため、結合部材が複合材の層に接することによって発生する電食を防止することができる。したがって、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間を修理した後に電食を起因として結合部材が劣化することを防止することができる。
- [0018] さらに、上記態様の複合材の修理方法によれば、前記結合部材は、その断面形状が四角形状であることとしてもよい。
- [0019] 断面形状が四角形状の結合部材を用いて剥離隙間を結合することとした。そのため、剥離隙間を結合する強度を高めることができる。したがって、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間の結合をより堅固にすることができる。

- 。
- [0020] さらに、上記態様の複合材の修理方法によれば、前記結合部材は、複数の針足を有するステープル針であることとしてもよい。
- [0021] 複数の針足を有するステープル針を用いることとした。そのため、複合材の層間に生じた剥離隙間の結合をより堅固にすることができる。
- また、多数のステープル針を用いて剥離隙間の結合を行う必要がなく、剥離隙間の結合作業時間の短縮を図ることができる。
- [0022] さらに、上記態様の複合材の修理方法によれば、前記針足の数は、4本であって、各該針足が四角形状のステープル針本体の各一辺に設けられることとしてもよい。
- [0023] 四角形状のステープル針本体の各一辺に各針足が設けられているステープル針を用いることとした。そのため、剥離隙間の結合を直交する2方向の針足によって同時に拘束することになり、より堅固にすることができる。
- [0024] さらに、上記態様の複合材の修理方法によれば、前記結合部材は、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂を含浸させた複合材繊維の針足を有するステープル針であることとしてもよい。
- [0025] 針足を有するステープル針を用いて樹脂を硬化させることで、針先同士を接合することとした。そのため、針は一本の輪になり、複合材の層間に生じた剥離隙間の結合をより堅固にすることができる。
- また、金属製のステープル針を用いた時のように電食の発生を心配する必要がなく、複合材と結合部材が劣化するのを防止することができる。
- [0026] さらに、上記態様の複合材の修理方法によれば、前記結合部材は、ブラインドドリベットであることとしてもよい。
- [0027] ブラインドドリベットを結合部材に用いることとした。これにより、孔にブラインドドリベットを貫通させると共にかしめることができる。そのため、ステープル針を使用した場合に比べて容易に結合を行うことができる。したがって、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間の修理時間を短縮化することができる。

[0028] さらに、上記態様の複合材の修理方法によれば、前記結合部材は、電食防止用の表面被覆が施されていることとしてもよい。

[0029] 電食防止用の表面被覆を施した結合部材を用いることとした。そのため、スリーブなどを設けることなく、電食の発生を防止することができる。したがって、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間の修理を容易にし、修理時間を短縮化することができる。

また、スリーブを設けない分、複合材に設けられる孔径が小さくて済む。そのため、孔加工することによって複合材の繊維を破断する必要がなくなる。したがって、孔加工が簡単であると同時に、複合材の繊維の強度低下の影響を小さく抑えることができる。

[0030] さらに、上記態様の複合材の修理方法によれば、前記結合部材は、形状記憶合金からなることとしてもよい。

[0031] 結合部材の素材には、形状記憶合金を用いることとした。そのため、温度変化に応じて、結合部材を所定の形状にすることができる。したがって、所定温度にすることによって、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間の結合修理を容易に短時間で行うことができる。

[0032] さらに、上記態様の複合材によれば、上記態様のいずれかに記載の複合材の修理方法によって修理されることとしてもよい。

[0033] 硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間の修理が容易に可能な修理方法を用いることとした。そのため、硬化した複合材であっても、修理を短時間かつ容易に行うことができる。

発明の効果

[0034] 複合材の層間に生じた剥離隙間には、貫通する孔を設けて、その孔に結合部材を挿入して剥離隙間を結合することとした。そのため、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間であっても容易に結合することが可能となる。したがって、硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間の結合修理に要する時間を短縮することができる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1A]本発明の第1実施形態に係る複合材の修理方法の説明図であり、複合材の層間に生じた剥離隙間に孔を設けた複合材の上面図である。

[図1B]図1AのA-A部の断面図である。

[図1C]複合材の層間に生じた剥離隙間の修理方法の説明図である。

[図1D]複合材の層間に生じた剥離隙間の修理方法の説明図である。

[図1E]複合材の層間に生じた剥離隙間の修理方法の説明図である。

[図1F]複合材の層間に生じた剥離隙間の修理方法の説明図である。

[図2A]本発明の第1実施形態に係る複合材の修理方法に係るシーリング加工の説明を示す上面図である。

[図2B]図2AのB-B部の断面図である。

[図2C]図2Aの下面図である。

[図3A]本発明の第2実施形態に係る複合材の修理方法の説明図であり、複合材の層間に生じた剥離隙間に孔加工を施工している断面図である。

[図3B]図3Aに示す孔にスリーブが挿入されている断面図である。

[図3C]図3Bの上面図である。

[図3D]複合材の層間に生じた剥離隙間の修理方法の説明図である。

[図3E]複合材の層間に生じた剥離隙間の修理方法の説明図である。

[図3F]複合材の層間に生じた剥離隙間の修理方法の説明図である。

[図3G]複合材の層間に生じた剥離隙間の修理方法の説明図である。

[図4A]本発明の第2実施形態に係る複合材の修理方法の変形例の説明図であり、複合材の層とステープル針との間に保護板が挟まれていることを示す上面図である。

[図4B]図4AのD-D部の断面図である。

[図5A]本発明の第3実施形態に係る複合材の修理方法の説明図であり、ステープル針の端部同士をかしめ用スリーブによってかshめたことを示す上面図である。

[図5B]図5AのE-E部の断面図である。

[図5C]図5Aの側面図である。

[図6A]本発明の第3実施形態に係る複合材の修理方法の第1変形例の説明図であり、ステープル針の端部が引掛け金具に引掛けられていることを示す上面図である。

[図6B]図6AのF-F部の断面図である。

[図6C]図6AのG-G部の断面図である。

[図6D]図6AのH-H部の断面図である。

[図7A]本発明の第3実施形態に係る複合材の修理方法の第2変形例の説明図であり、曲げ加工がされていないステープル針の各端部がかしめ用スリーブによってかしめられていることを示す上面図である。

[図7B]図7AのI-I部の断面図である。

[図8A]本発明の第3実施形態に係る複合材の修理方法の第3変形例の説明図であり、図8Aの左図は、孔を貫通する針の両端部を曲げ加工なしでかしめたことを示し、図8Aの右図は、孔を貫通する針の両端部をかしめた後に曲げ加工したことを示す上面図である。

[図8B]図8AのJ-J部の断面図である。

[図8C]図8Aの下面図である。

[図9A]本発明の第4実施形態に係る複合材の修理方法の説明図であり、結合部材として断面形状が四角形状の針足を有するステープル針によって結合されていることを示す上面図である。

[図9B]図9AのK-K部の断面図である。

[図10A]本発明の第5実施形態に係る複合材の修理方法の説明図であり、針足の横断面形状が四角形状であり、かつ、多針足のステープル針を用いて結合していることを示す上面図である。

[図10B]図10AのL-L部の断面図である

[図10C]図10Aの下面図である。

[図10D]図10Aの側面図である。

[図11A]本発明の第6実施形態に係る複合材の修理方法の説明図であり、4本の針足の横断面形状が四角形状であり、かつ、各針足がステープル針本体の

各一辺に設けられているステーブル針を用いて結合されていることを示す上面図である。

[図11B] 図 1 1 A の M-M の断面図である。

[図11C] 図 1 1 A の下面図である。

[図12A] 本発明の第 7 実施形態に係る複合材の修理方法の説明図であり、図 1 2 A の右図は、孔に挿入したブラインドリベットを示し、図 1 2 A の左図は、ブラインドリベットによる結合を示す上面図である。

[図12B] 図 1 2 A の N-N 部の断面図である。

[図12C] 図 1 2 A の下面図である。

[図13A] 本発明の第 8 実施形態に係る複合材の修理方法の説明図であり、表面が被覆材によって被覆されているステーブル針を示す縦断面図である。

[図13B] 図 1 3 A に示すステーブル針の針足の横断面図である。

[図14A] 本発明の第 9 実施形態に係る複合材の修理方法の説明図であり、形状記憶合金を用いて製造されたステーブル針が所定温度以下の場合における状態を示す縦断面図である。

[図14B] 図 1 4 A に示すステーブル針が所定温度以上の場合における状態を示す縦断面図である。

[図15] 形状記憶合金の荷重-伸び線図である。

[図16] 形状記憶合金の原子の模式図である。

[図17A] 本発明の第 10 実施形態に係る複合材の修理方法の説明図であり、複合材繊維のステーブル針の端部同士を押圧することを示す上面図である。

[図17B] 図 1 7 A の側面図である。

[図17C] 図 1 7 A の X-X 部の断面図である。

[図17D] 図 1 7 C に示すステーブル針の端部同士が接合したことを示す図である。

発明を実施するための形態

[0036] [第 1 実施形態]

図 1 には、本発明の第 1 実施形態に係る複合材の修理方法の説明図が示さ

れている。

図 1 A は、複合材の層間に生じた剥離隙間に孔を設けた複合材の上面図を示し、図 1 B は、図 1 A に示した A-A 部の断面図を示し、図 1 A から図 1 F は、複合材の層間に生じた剥離隙間の修理方法の説明図を示している。

複合材 1 は、複数（例えば、2 つの）の複合材の層 1 a、1 b を積層させて作成されている。複合材の各層 1 a、1 b は、完全に硬化している。完全に硬化している複合材の層 1 a と層 1 b と間には、剥離隙間 3 が生じている。複合材の層 1 a、1 b 間に生じている剥離隙間 3 の修理方法は、完全に硬化している複合材の層 1 a と層 1 b とに孔 4 を貫通させて、孔 4 に後述するステーブル針（結合部材）6 を貫通させて結合させる方法である。

[0037] 剥離隙間 3 が生じている複合材の層 1 a、1 b には、下方から裏当材 5 0 を設置する。裏当材 5 0 は、複合材の層 1 a と層 1 b とに孔 4 を設けた際に生じるバリを防止するものである。裏当材 5 0 上に設置された複合材の層 1 a、1 b には、上方から下方に向かって微細な直径（例えば、直径 1.0 mm）を有するドリル 5 1 によって孔 4 が設けられる。

[0038] 孔 4 は、複合材の層 1 a と層 1 b との間に生じている剥離隙間 3 部分を貫通するように設けられる。孔 4 は、剥離隙間 3 部分に複数（例えば、2箇所）設けられている。孔 4 a、4 b の直径は、ドリル 5 1 の径と同じである。

[0039] 剥離隙間 3 部分に孔 4 a、4 b を設けた後、図 1 C に示すように、各孔 4 a、4 b の内側（孔壁）に接着剤を塗布する。同様に、2本の針足 8 を有しているステーブル針 6 の各針足 8 a、8 b の外側にも接着剤を塗布する。なお、接着材ではなく、充填剤であっても良い。

[0040] ステーブル針 6 は、2本の針足 8 a、8 b を有している。ステーブル針 6 は、その外形形状が図 1 C に示すようにコの字形状をしている。ステーブル針 6 は、強度特性に優れた冷間加工が可能な素材からなり、例えば、 β チタン材、インコネル材やオーステナイト系ステンレス材が用いられる。ステーブル針 6 の各針足 8 a、8 b の軸方向に垂直な横断面形状は、丸形状となっている。各針足 8 a、8 b は、その直径が孔 4 よりも僅かに小さい、例えば

0. 9 mmとなっている。

- [0041] 各孔4 a、4 bの内側およびステープル針6の各針足8 a、8 bの外側に接着剤を塗布した後、図1 Dに示すように、各孔4 a、4 bには、ステープル針6の各針足8 a、8 bを下方から挿入する。ステープル針6の各孔4 a、4 bへの挿入は、針押し出し金具5 2の上面に各針足8 a、8 bを上方に向かうようにステープル針6を設置する。ステープル針6を設置した針押し出し金具5 2を下方から上方に向かって押し上げることによって、各針足8 a、8 bを各孔4 a、4 bに挿入する。
- [0042] 各孔4 a、4 bに挿入された各針足8 a、8 bの各端部9 a、9 bは、図1 Eに示すように、針受け金具5 3が上方から下方へと向かって押し下げられ、かつ、針押し出し金具5 2が下方から上方へと向かってステープル針6を挟むように押し上げることによって曲げられる。
- [0043] 針受け金具5 3の下面は、各針足8 a、8 bの各端部9 a、9 bに接する部分が上方に窪んでいる。この窪みによって、各針足8 a、8 bの各端部9 a、9 bは、互いに向かい合うように折り曲げられる。
- [0044] 針押し出し金具5 2と針受け金具5 3とによって、各端部9 a、9 bの上方およびステープル6の下方から力を加えることによって、図1 Fに示すように、各端部9 a、9 bはめがね型を成すように折り曲げられる。この曲げ加工によって、硬化した複合材の層1 a、1 b間に生じた剥離隙間3をステープル針6によって結合することができる。
- [0045] ステープル針6によって剥離隙間3を結合した後、複合材の各層1 a、1 bの表面に接しているステープル針6には、シーリング加工が行われる。
- 図2には、本実施形態に係る複合材の修理方法に係るシーリング加工を示し、図2 Aは、その上面図であり、図2 Bは、B-B部の断面図であり、図2 Cは、その下面図である。
- [0046] 複合材の層1 bの表面に接しているステープル針6と、複合材の層1 aの表面に接しているステープル針6の各端部9 a、9 bとは、各々を覆うようにシール材（シール部）1 0によってシーリング加工が行われる。

[0047] シーリング材 10 は、ステープル針 6 またはステープル針 6 の各端部 9 a、9 b と、複合材の各層 1 a、1 b との間を被覆することによって、ステープル針 6 と複合材の層 1 b との間およびステープル針 6 の各端部 9 a、9 b と複合材の層 1 a との間の水密性を確保するものである。

[0048] 以上の通り、本実施形態に係る複合材の修理方法およびこれを用いた複合材によれば、以下の作用効果を奏する。

複合材の層 1 a、1 b 間に生じた剥離隙間 3 に貫通する孔 4 a、4 b を設けて、それらの孔 4 a、4 b にステープル針 6（結合部材）を挿入して剥離隙間 3 を結合することとした。そのため、硬化した複合材の層 1 a、1 b 間に生じた剥離隙間 3 であっても容易に結合することが可能となる。したがって、硬化した複合材の層 1 a、1 b 間に生じた剥離隙間 3 の結合修理に要する時間を短縮することができる。

[0049] 各孔 4 a、4 b を貫通したステープル針 6 の各端部 9 a、9 b を曲げ加工によって折り曲げることとした。そのため、剥離隙間 3 を結合したステープル針 6 の緩みを防止することができる。したがって、硬化した複合材の層 1 a、1 b 間に生じた剥離隙間 3 の結合を堅固にすることができる。

[0050] 各孔 4 a、4 b を貫通して複合材の層 1 a の表面に露呈しているステープル針 6 の各端部 9 a、9 b と、複合材の層 1 b の表面に露呈しているステープル針 6 とを、シール材（シール部）10 によって覆うこととした。そのため、ステープル針 6 と複合材の層 1 a、1 b との間に水が浸入することを防止することができる。したがって、硬化した複合材の層 1 a、1 b 間に生じた剥離隙間 3 の結合修理をした際に発生する電食を安価にかつ容易に防止することができる。

[0051] 硬化した複合材の層 1 a、1 b 間に生じた剥離隙間 3 の修理が容易に可能な修理方法を用いることとした。そのため、硬化した複合材 1 であっても、修理を短時間かつ容易に行うことができる。

[0052] [第 2 実施形態]

以下、本発明の第 2 実施形態について説明する。本実施形態の複合材の修

理方法およびこれを用いた複合材は、孔にスリーブが設けられている点で第1実施形態と相違し、その他は同様である。したがって、同一の構成および同一の修理方法については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0053] 図3には、本発明の第2実施形態に係る複合材の修理方法の説明図が示されている。

図3Aは、複合材の層間に生じた剥離隙間に孔加工を施工している断面図を示し、図3Bは、孔にスリーブが挿入されている断面図を示し、図3Cは、図3Bの上面図を示し、図3Aから図3Gは、複合材の層間に生じた剥離隙間の修理方法の説明図を示している。

[0054] 孔4は、図3Aに示すように、直径が第1実施形態よりも、後述するスリーブ11の肉厚分だけ少し大きい、例えば1.5mmのドリル51によって剥離隙間3部分を貫通するように設けられている。

[0055] 複合材の各層1a、1bに設けられた各孔4a、4bには、図3Bに示すように、各々スリーブ11が挿入される。

スリーブ11は、外径が例えば1.5mm、内径が例えば0.9mmの中空の筒である。スリーブ11の長さは、孔4a、4bを貫通できるものとされている。

[0056] 図3Dに示すように、各孔4a、4bに設けられているスリーブ11a、11bの内側（内壁）およびステープル針6の針足8a、8bの外側には、接着剤が塗布される。

図3Eに示すように、接着剤が塗布されたスリーブ11a、11bには、下方からステープル針6の各針足8a、8bが挿入される。

[0057] 以上の通り、本実施形態に係る複合材の修理方法およびこれを用いた複合材によれば、以下の作用効果を奏する。

剥離隙間3に設けられた各孔4a、4bには、各スリーブ11a、11bを挿入し、各スリーブ11a、11bを挿入後に各スリーブ11a、11bにステープル針（結合部材）6の各針足8a、8bを貫通させることとした。これにより、ステープル針6の各針足8a、8bをそのまま孔4a、4b

に貫通させた後に曲げる際に、各孔 4 a、4 b の内側が損傷するのを防止することができる。したがって、孔 4 a、4 b に生じた損傷を起因とする新たな剥離の進展を防止することができる。

[0058] また、ステープル針 6 と複合材 1 とを直接接触させることにより耐電食性が悪くなる材料の組み合わせの場合における電食の発生を防止することができる。

[0059] なお、本実施形態では、孔 4 a、4 b にスリーブ 11 a、11 b を挿入するとして説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、孔 4 a、4 b にスリーブ 11 a、11 b を挿入することに加えて、ステープル針 6 と複合材の層 1 b との間およびステープル針 6 の端部 9 a、9 b と複合材の層 1 a との間に保護板を設けても良い。

[0060] 図 4 には、本発明の第 2 実施形態に係る複合材の修理方法の変形例の説明図が示されている。図 4 は、複合材の層とステープル針との間に保護板が挟まれていることを示し、図 4 A は、その上面図を示し、図 4 B は、図 4 A の D-D 部の断面図を示している。

複合材の層 1 a の表面とステープル針 6 の端部 9 a、9 b との間には、保護板（耐電食材）12 a が挟まれている。また、複合材の層 1 b の表面とステープル針 6 との間には、保護板（耐電食材）12 b が挟まれている。保護板 12 a、12 b は、耐電食材からなるものである。保護板 12 a、12 b は、複合材の層 1 a、1 b に設けられた各孔 4 a、4 b に対応する孔が設けられている。

[0061] 保護板 12 a、12 b は、スリーブ 11 a、11 b を孔 4 a、4 b に挿入後に複合材の各層 1 a、1 b の表面に設けられる。複合材の各層 1 a、1 b の表面に保護板 12 a、12 b が設けられた後、ステープル針 6 の各針足 8 a、8 b がこれら保護板 12 a、12 b を貫通して、さらに孔 4 a、4 b を貫通する。

[0062] この場合には、以下の効果を奏する。

硬化した複合材の層 1 a、1 b とステープル針（結合部材）6 との間に保

護板（耐電食材）12a、12bを設けることとした。そのため、ステープル針6が複合材の層1a、1bに接することによって発生する電食を防止することができる。したがって、硬化した複合材の層1a、1b間に生じた剥離隙間（図示せず）を修理した後に電食を起因としてステープル針6が劣化することを防止することができる。

[0063] [第3実施形態]

以下、本発明の第3実施形態について説明する。本実施形態の複合材の修理方法およびこれを用いた複合材は、端部を曲げ加工した後に端部をかしめる点で第1実施形態と相違し、その他は同様である。したがって、同一の構成および同一の修理方法については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図5には、本発明の第3実施形態に係る複合材の修理方法の説明図が示されている。

図5は、ステープル針の端部同士をかしめ用スリーブによってかしめたことを示し、図5Aは、その上面図を示し、図5Bは、図5Aに示したE-E部の断面図を示し、図5Cは、その側面図を示している。

[0064] 曲げ加工されたステープル針6の端部9a、9bをかしめ用スリーブ（かしめ部）13内に互いに反対側から挿入する。かしめ用スリーブ13は、ステープル針6の端部9a、9bを貫通させることができる内径を有する中空の金属製の筒である。ステープル針6の端部9a、9bが挿入されたかしめ用スリーブ13には、その外側から力が加えられる。

[0065] かしめ用スリーブ13の外側に力を加えることによってかしめ用スリーブ13は、図5Cに示すように、横断面形状が四角形状になるように変形する。これによって、かしめ用スリーブ13が潰れてかしめ用スリーブ13内に挿入されたステープル針6の端部9a、9b同士が固定される。

[0066] 以上の通り、本実施形態に係る複合材の修理方法およびこれを用いた複合材によれば、以下の作用効果を奏する。

各孔4a、4bを貫通したステープル針（結合部材）6の端部9a、9b

をかしめ用スリーブ（かしめ部）13によってかしめることとした。そのため、かしめ用スリーブ13を設けなかった場合に比べて、剥離隙間3を結合した際のステープル針6の緩みを防止することができる。したがって、硬化した複合材の層1a、1b間に生じた剥離隙間3の結合をより堅固にすることができる。

[0067] なお、本実施形態では、各孔4a、4bを貫通したステープル針6の端部9a、9bをかしめ用スリーブ13に貫通させてかしめるとして説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、かしめ用スリーブ13の代わり、ステープル針6の端部9a、9bを引掛ける引掛け金具であっても良い。

[0068] 図6には、本発明の第3実施形態に係る複合材の修理方法の第1変形例の説明図が示されている。

図6は、ステープル針の端部が引掛け金具に引掛けられていることを示し、図6Aは、その上面図を示し、図6Bは、図6AのF-F部の断面図を示し、図6Cは、図6AのG-G部の断面図を示し、図6Dは、図6AのH-H部の断面図を示している。

引掛け金具（拘束部）14は、硬化した複合材の層1aの表面に接着されている。曲げ加工されたステープル針（結合部材）6の各端部9a、9bは、引掛け金具14の爪部14a、14bに各々引掛けられる。

[0069] 爪部14a、14bに引掛けられた各端部9a、9bを、爪部14a、14bの後述する各自由端に対して反対側に曲げる。すなわち、爪部14aを貫通した端部9aは、図6Aに示すように、図面上方に、爪部14bを貫通した端部9bは、図面下方に曲げられる。

[0070] 引掛け金具14は、2つの爪部14a、14bと引掛け金具本体14cとを有している。引掛け金具本体14cは、長方形状をしている。引掛け金具本体14cは、剥離隙間3の長手方向に設けられている。

[0071] 2つの爪部14a、14bは、引掛け金具本体14cの上面に設けられている。爪部14a、14bは、引掛け金具本体14cの長手方向に対して直角に設けられている。爪部14a、14bは、図6Cおよび図6Dに示すよ

うに、その一端が引掛け金具本体 14c に固定されており、他端が自由端となっている。2つの爪部 14a、14b の自由端は、互いに反対方向を向くように設けられている。

[0072] また、本実施形態は、ステーブル針の端部を曲げ加工せずにかしめるだけでも良い。

図7には、本発明の第3実施形態に係る複合材の修理方法の第2変形例の説明図が示されている。

図7は、曲げ加工がされていないステーブル針の各端部がかしめ用スリーブによってかしめられていることを示し、図7Aは、その上面図を示し、図7Bは、図7AのI-I部の断面図を示す。

[0073] 各孔4a、4bを貫通したステーブル針6の各端部9a、9bには、曲げ加工されることなくかしめ用スリーブ（かしめ部）15が設けられている。各かしめ用スリーブ15a、15bは、金属製の筒である。各かしめ用スリーブ15a、15bは、その外側から力を加えて変形させることによって、各端部9a、9bをかしめる。

[0074] また、本実施形態では、結合部材は、外形形状がコの字形状のステーブル針6として説明したが、孔4a、4bを貫通する直線状の針であって、その針の両端部をかしめても良い。

図8には、本発明の第3実施形態に係る複合材の修理方法の第3変形例の説明図が示されている。

図8の左図は、孔を貫通する針の両端部を曲げ加工なしでかしめたことを、右図は、孔を貫通する針の両端部をかしめた後に曲げ加工したことを示しており、図8Aは、その上面図を示し、図8Bは、図8Aに示したJ-J部の断面図を示し、図8Cは、その下面図を示している。

[0075] 各孔4a、4bには、各々直線状の針（結合部材）16が貫通している。図8Aの左図に示すように、孔4aを貫通している針16aの両端部には、かしめ用スリーブ（かしめ部）15が設けられている。また、図8Aの右図に示すように、孔4bを貫通している針16bの両端部には、かしめ用スリ

ープ15が設けられ、かしめ用スリーブ15を貫通した針16bの各端部が折り曲げ加工されている。

[0076] [第4実施形態]

以下、本発明の第4実施形態について説明する。本実施形態の複合材の修理方法およびこれを用いた複合材は、ステープル針の針足の横断面形状が四角形状である点で第1実施形態と相違し、その他は同様である。したがって、同一の構成および同一の修理方法については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図9には、本発明の第4実施形態に係る複合材の修理方法の説明図が示されている。

図9は、結合部材として断面形状が四角形状の針足を有するステープル針によって結合されていることを示し、図9Aは、その上面図を示し、図9Bは、図9Aに示したK-K部の断面図を示している。

ステープル針17の針足18a、18bは、軸方向に垂直な横断面形状が四角形状とされている。

[0077] 以上の通り、本実施形態に係る複合材の修理方法およびこれを用いた複合材によれば、以下の作用効果を奏する。

軸方向に垂直な横断面形状が四角形状の針足18a、18bのステープル針（結合部材）17を用いて剥離隙間3を結合することとした。そのため、剥離隙間3を結合する強度を高めることができる。したがって、硬化した複合材の層1a、1b間に生じた剥離隙間3の結合をより堅固にすることができる。

[0078] [第5実施形態]

以下、本発明の第5実施形態について説明する。本実施形態の複合材の修理方法およびこれを用いた複合材は、ステープル針の針足の横断面形状が四角形状であり、かつ、多針足である点で第1実施形態と相違し、その他は同様である。したがって、同一の構成および同一の修理方法については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図10には、本発明の第5実施形態に係る複合材の修理方法の説明図が示されている。

図10には、針足の横断面形状が四角形状であり、かつ、多針足のステープル針を用いて結合していることが示され、図10Aは、その上面図を示し、図10Bは、図10AのL-L部の断面図を示し、図10Cは、その下面図を示し、図10Dは、その側面図を示している。

[0079] ステープル針（結合部材）19は、例えば2つ設けられている。各ステープル針19は、その長手方向が剥離隙間3の長手方向と同じ方向になるように設けられている。2つのステープル針19は、互いに平行になるように設けられている。

[0080] ステープル針19は、ステープル針本体19aと複数の針足19b（例えば、14本）とを有している。ステープル針本体19aは、剥離隙間3の長手方向を覆うことができる程度の長方形とされている。ステープル針本体19aには、その長手方向に各針足19bが等間隔に2段に分かれて設けられている。ステープル針本体19aの各段に設けられている針足19bの本数は、例えば7本ずつである。各針足19bは、軸方向に垂直な横断面形状が四角形状とされている。

[0081] 以上の通り、本実施形態に係る複合材の修理方法およびこれを用いた複合材によれば、以下の作用効果を奏する。

14本（複数）の針足19bを有するステープル針（結合部材）19を用いて剥離隙間3を結合することとした。そのため、硬化した複合材の層1a、1b間に生じた剥離隙間3の結合をより堅固にすることができる。

[0082] また、ステープル針本体19aが強固になることで、ステープル針19がばらばらに存在する場合と比較して、冗長性を向上させることができる。

さらに、ステープル針19用に専用の針押し出し金具（図示せず）と、針受け金具（図示せず）とを製作した場合には、ステープル針19の装着が1回で済むため、作業時間の短縮を図ることができる。

[0083] なお、ステープル針本体19aは、その内部をくり抜いたものとしても良

い。それにより、ステープル針 19 の軽量化を図ることができる。

[0084] [第 6 実施形態]

以下、本発明の第 6 実施形態について説明する。本実施形態の複合材の修理方法およびこれを用いた複合材は、ステープル針の 4 本の針足の横断面形状が四角形状であり、かつ、各針足がステープル針本体の各一辺に設けられている点で第 1 実施形態と相違し、その他は同様である。したがって、同一の構成および同一の修理方法については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図 11 には、本発明の第 6 実施形態に係る複合材の修理方法の説明図が示されている。

図 11 は、4 本の針足の横断面形状が四角形状であり、かつ、各針足がステープル針本体の各一辺に設けられているステープル針を用いて結合されていることが示され、図 11 A は、その上面図を示し、図 11 B は、図 11 A の M-M の断面図を示し、図 11 C は、その下面図を示している。

[0085] ステープル針（結合部材）20 は、例えば 2 つ設けられている。各ステープル針 20 は、互いに隣り合うように設けられている。ステープル針 20 は、2 つのステープル針 20 を隣り合わせに設けることによって剥離隙間 3 を覆うことができる大きさとしてされている。

[0086] ステープル針 20 は、ステープル針本体 20 a と 4 本の針足 20 b とを有している。ステープル針本体 20 a は、図 11 C に示すように下面から見たとき正方形形状をしている。ステープル針本体 20 a の各一辺には、針足 20 b が各々設けられている。各針足 20 b は、軸方向に垂直な横断面形状が長方形形状（四角形状）とされている。各針足 20 b は、互いに向かい合うように折り曲げ加工されることによって剥離隙間 3 を結合している。

[0087] 以上の通り、本実施形態に係る複合材の修理方法およびこれを用いた複合材によれば、以下の作用効果を奏する。

ステープル針本体 20 a の各一辺に軸方向に垂直な横断面形状が長方形形状（四角形状）の 4 本の針足 20 b を備えているステープル針 20 を結合部材

として用いることとした。そのため、硬化した複合材の層 1 a、1 b 間に生じた剥離隙間 3 の結合を直交する 2 方向の針足 2 0 b によって同時に拘束することになり、より堅固にすることができる。

[0088] [第 7 実施形態]

以下、本発明の第 7 実施形態について説明する。本実施形態の複合材の修理方法およびこれを用いた複合材は、ステーブル針の代わりにブラインドリベットを用いる点で第 1 実施形態と相違し、その他は同様である。したがって、同一の構成および同一の修理方法については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図 1 2 には、本発明の第 7 実施形態に係る複合材の修理方法の説明図が示されている。

図 1 2 の右図は、孔に挿入したブラインドリベットを示し、図 1 2 の左図は、ブラインドリベットによる結合を示し、図 1 2 A は、その上面図であり、図 1 2 B は、図 1 2 A の N-N 部の断面図を示し、図 1 2 C は、その下面図を示す。

[0089] 孔 4 a、4 b を設けた後、複合材の層 1 b の表面には、保護部材（耐電食材）1 2 を設ける。リベッター（図示せず）を用いてブラインドリベット（結合部材）2 1 を保護部材 1 2 を挟んで各孔 4 a、4 b に貫通させる。リベッターを操作することによって、後述するブラインドリベット 2 1 のつば付きスリーブ 2 1 a が変形してマンドレル部 2 1 b が途中で切断される。これによって、硬化した複合材の層 1 a、1 b 間に生じた剥離隙間 3 は、ブラインドリベット 2 1 によって結合されることになる。

[0090] ブラインドリベット 2 1 は、つば付きスリーブ部 2 1 a と、つば付きスリーブ部 2 1 a の中を貫通しているマンドレル部 2 1 b とを備えている。ブラインドリベット 2 1 は、図 1 2 B の右図に示すように、リベッターによってつば付きスリーブ部 2 1 a のつば部分が保護部材 1 2 に接するように孔 4 b を貫通する。

[0091] 孔 4 a、4 b を貫通したブラインドリベット 2 1 は、リベッターを作動さ

せてマンドレル部 2 1 b を引き込むことによって、図 1 2 B の左図に示すように、複合材の層 1 a の表面上のつば付きスリーブ部 2 1 a の先端部が変形する。つば付きスリーブ部 2 1 a は、その先端部が変形して複合材の層 1 a の表面に固定された後、マンドレル部 2 1 b がつば付きスリーブ 2 1 a のつば部分の近傍（複合材の層 1 b の表面近傍）で切断される。これによって、ブラインドリベット 2 1 によるかしめ作業が終了する。

[0092] 以上の通り、本実施形態に係る複合材の修理方法およびこれを用いた複合材によれば、以下の作用効果を奏する。

ブラインドリベット 2 1 を結合部材に用いることとした。これにより、孔 4 a、4 b にブラインドリベット 2 1 を貫通させると共にかしめることができる。そのため、ステープル針（図示せず）を使用した場合に比べて容易に剥離隙間 3 の結合を行うことができる。したがって、硬化した複合材の層 1 a、1 b 間に生じた剥離隙間 3 の修理時間を短縮化することができる。

[0093] [第 8 実施形態]

以下、本発明の第 8 実施形態について説明する。本実施形態の複合材の修理方法およびこれを用いた複合材は、ステープル針の表面に被覆が施されている点で第 1 実施形態と相違し、その他は同様である。したがって、同一の構成および同一の修理方法については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図 1 3 には、本発明の第 8 実施形態に係る複合材の修理方法の説明図が示されている。

図 1 3 は、表面が被覆材によって被覆されているステープル針を示し、図 1 3 A は、その縦断面図を示し、図 1 3 B は、ステープル針の針足の横断面図を示している。

[0094] ステープル針（結合部材） 2 2 は、強度特性に優れた冷間加工が可能な素材からなる芯部 2 2 a と、その芯部 2 2 a の表面に被覆されている被覆材（表面被覆） 2 2 b とを有している。芯部 2 2 a の表面には、電食防止用の被覆材 2 2 b が被覆されている。

[0095] 以上の通り、本実施形態に係る複合材の修理方法およびこれを用いた複合材によれば、以下の作用効果を奏する。

電食防止用の被覆材（表面被覆）22bを施したステーブル針（結合部材）22を用いることとした。そのため、スリーブ（図示せず）などを設けることなく、電食の発生を防止することができる。したがって、硬化した複合材の層（図示せず）間に生じた剥離隙間（図示せず）の修理時間を短縮化し、修理後に電食を起因としてステーブル針22が劣化することを防止することができる。

[0096] また、スリーブを設けない分、複合材（図示せず）に設けられている孔（図示せず）の径が小さくて済む。そのため、孔加工が簡単であると同時に、複合材の繊維の破断による強度低下の影響を小さく抑えることができる。

[0097] なお、本実施形態では、被覆材22bとして電食を防止できるものを被覆するとして説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、導電処理または絶縁処理が可能な被覆材22bであっても良い。

[0098] [第9実施形態]

以下、本発明の第9実施形態について説明する。本実施形態の複合材の修理方法およびこれを用いた複合材は、ステーブル針が形状記憶合金からなる点で第1実施形態と相違し、その他は同様である。したがって、同一の構成および同一の修理方法については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図14には、本発明の第9実施形態に係る複合材の修理方法の説明図が示されている。

図14は、形状記憶合金を用いて製造されたステーブル針を示し、図14Aは、所定温度以下の場合のステーブル針の状態を示し、図14Bは、所定温度以上の場合のステーブル針の状態を示している。

[0099] ステーブル針（結合部材）23は、形状記憶合金により製造されている。形状記憶合金としては、例えばTi-Ni系が用いられる。ステーブル針23は、所定温度以下の場合には、図14Aに示すように上方に向かってステ

ープル針 23 の両端部 23 a、23 b が直線状に延在している。一方、所定温度以上になった場合には、ステーブル針 23 は、図 14 B に示すように、その両端部 23 a、23 b が互いに向かい合って曲がるように熱処理が施されている。

[0100] 図 15 には、形状記憶合金の荷重－伸び線図が示されている。図 15 の横軸には、伸びを示し、縦軸には、荷重を示している。

図 16 は、形状記憶合金の原子の模式図を示し、図 16 (A) は、低温時の状態を示し、図 16 (B) は、高温時の状態を示している。

形状記憶合金によって製造されているステーブル針 23 (図 14 参照) は、所定温度以下の低温で、ステーブル針 23 の端部 23 a、23 b を上方に直線状に延在するように変形させると、図 16 (A) に示すように原子間の結合に歪を生じることになる。この状態のステーブル針 23 に熱を付加して所定温度以上の高温にした場合には、ステーブル針 23 を形成している各原子は、図 16 (B) に示すように記憶されている状態に戻る。そのため、ステーブル針 23 の端部 23 a、23 b は、折り曲げられた状態となる。

[0101] 以上の通り、本実施形態に係る複合材の修理方法およびこれを用いた複合材によれば、以下の作用効果を奏する。

ステーブル針 (結合部材) 23 の素材には、形状記憶合金を用いることとした。そのため、温度変化に応じて、ステーブル針 23 を所定の形状にすることができる。したがって、孔 (図示せず) にステーブル針 23 を挿入して所定温度にすることによって、硬化した複合材の層 (図示せず) 間に生じた剥離隙間 (図示せず) の結合修理を容易に短時間で行うことができる。

[0102] [第 10 実施形態]

以下、本発明の第 10 実施形態について説明する。本実施形態の複合材の修理方法およびこれを用いた複合材は、ステーブル針が樹脂を含浸させた複合材繊維からなる点で第 1 実施形態と相違し、その他は同様である。したがって、同一の構成および同一の修理方法については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図 17 には、本発明の第 10 実施形態に係る複合材の修理方法の説明図が示されている。

図 17 は、複合材繊維のステーブル針の端部同士を押圧することを示し、図 17 A は、その上面図を示し、図 17 B は、その側面図を示し、図 17 C は、図 17 A の X-X 部の断面図を示し、図 17 D は、図 17 C に示したステーブル針の端部同士が接合したことを示している。

[0103] ステーブル針（結合部材）24 は、樹脂、例えば熱可塑性樹脂を含浸させた複合材繊維から製造される。各孔 4 a、4 b を貫通したステーブル針 24 の各端部 24 a、24 b は、図 17 C に示すように互いに上方から押圧される。その後、冷却されることによって、ステーブル針 24 の各端部 24 a、24 b は、硬化が促進されて、図 17 D に示すように、完全に硬化して接合される。

[0104] 以上の通り、本実施形態に係る複合材の修理方法およびこれを用いた複合材によれば、以下の作用効果を奏する。

ステーブル針（結合部材）24 には、熱可塑性樹脂を含浸させた複合材繊維を用いることとした。そのため、熱可塑性樹脂を含浸する複合材繊維を常温で硬化させて接合させることができる。したがって、硬化した複合材の層 1 a、1 b 間に生じた剥離隙間 3 の結合をより堅固にすることができる。

また、金属製のステーブル針を用いた時のように電食によって複合材と結合部材に劣化が生じるのを防止することができる。

[0105] なお、本実施形態では、ステーブル針 24 は、熱可塑性樹脂を含浸させた複合材繊維からなるものとして説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、熱硬化性樹脂を含浸させた繊維強化複合材であっても良い。但し、熱硬化性樹脂の場合は、高温に加熱して硬化させる。

[0106] また、本実施形態では、ステーブル針 24 の各端部 24 a、24 b 同士が押圧冷却されて接合されるものとして説明したが、本発明はこれに限定されるものでなく、例えば、端部 24 a、24 b を折り曲げた後、複合材の層 1 a の表面に貼り付け押圧冷却して端部 24 a、24 b および複合材の層 1 a を一

度に硬化接合させても良い。この場合には、折り曲げた端部 2 4 a、2 4 b 同士を結合させる場合に比べて、層 1 a 表面に固定される分、結合を堅固にできる。

[0107] また、複合材繊維製のステープル針 2 4 の各端部 2 4 a、2 4 b を折り曲げて硬化させた後、硬化した各端部 2 4 a、2 4 b を複合材の層 1 a の表面に接着剤で貼り付けても良い。この場合には、接着工程が追加になるが、端部 2 4 a、2 4 b を折り曲げ接合したのみの場合に比べて、結合が堅固になる。

符号の説明

- [0108] 1 a、1 b 複合材の層
3 剥離隙間
4 孔
6 ステープル針（結合部材）

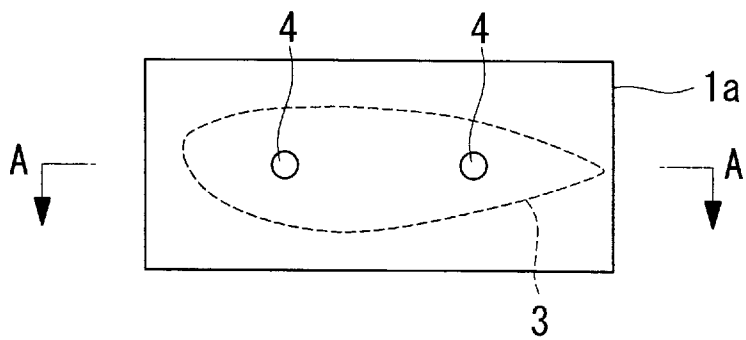
請求の範囲

- [請求項1] 硬化した複合材の層間に生じた剥離隙間に貫通する孔を設けて、該孔に結合部材を挿入して前記剥離隙間を結合させる複合材の修理方法。
- [請求項2] 前記孔には、スリーブが挿入され、前記結合部材が前記スリーブを貫通する請求項1に記載の複合材の修理方法。
- [請求項3] 前記孔を貫通した前記結合部材の端部には、曲げ加工が施される請求項1または請求項2に記載の複合材の修理方法。
- [請求項4] 前記孔を貫通した前記結合部材の端部は、かしめ部によってかしめられる請求項1から請求項3のいずれかに記載の複合材の修理方法。
- [請求項5] 前記孔を貫通した前記結合部材の端部は、シール部によって覆われる請求項1から請求項4のいずれかに記載の複合材の修理方法。
- [請求項6] 前記結合部材と各前記複合材の層との間には、耐電食材を設ける請求項1から請求項5のいずれかに記載の複合材の修理方法。
- [請求項7] 前記結合部材は、その横断面形状が四角形状である請求項1から請求項6のいずれかに記載の複合材の修理方法。
- [請求項8] 前記結合部材は、複数の針足を有するステーブル針である請求項1から請求項7のいずれかに記載の複合材の修理方法。
- [請求項9] 前記針足の数は、4本であって、各該針足が四角形状のステーブル針本体の各一辺に設けられる請求項8に記載の複合材の修理方法。
- [請求項10] 前記ステーブル針は、複合材繊維からなる請求項8または請求項9に記載の複合材の修理方法。
- [請求項11] 前記結合部材は、ブラインドドリベットである請求項1から請求項7のいずれかに記載の複合材の修理方法。
- [請求項12] 前記結合部材は、電食防止用の表面被覆が施されている請求項1から請求項11のいずれかに記載の複合材の修理方法。
- [請求項13] 前記結合部材は、形状記憶合金からなる請求項1から請求項12の

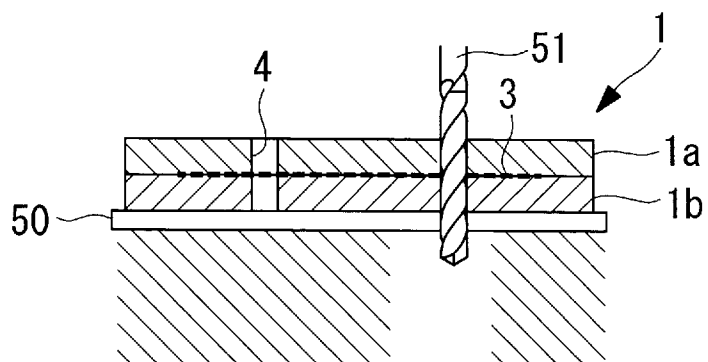
いずれかに記載の複合材の修理方法。

[請求項14] 請求項 1 から 13 のいずれかに記載の複合材の修理方法によって修理された複合材。

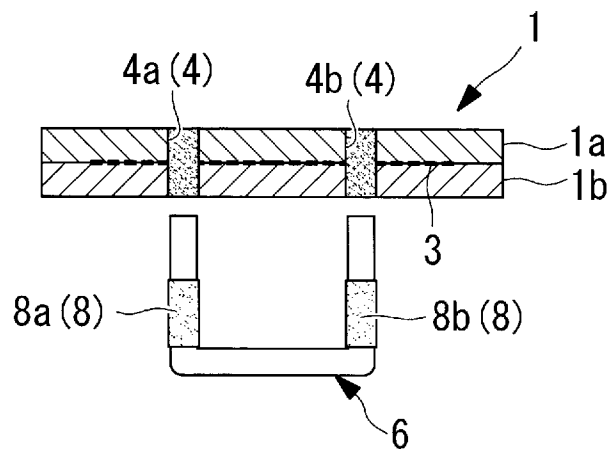
[図1A]



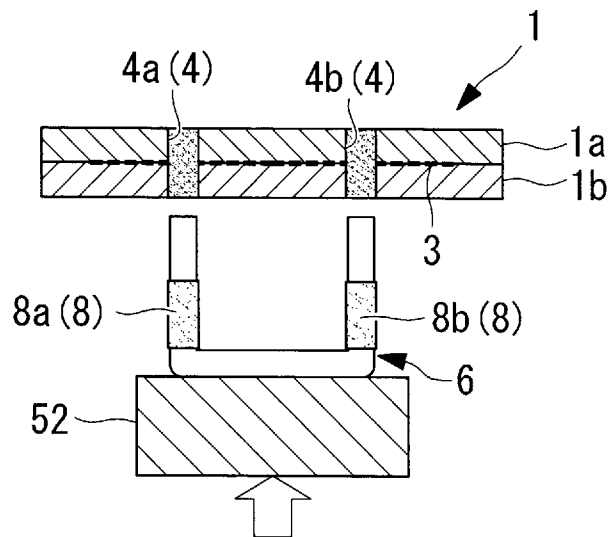
[図1B]



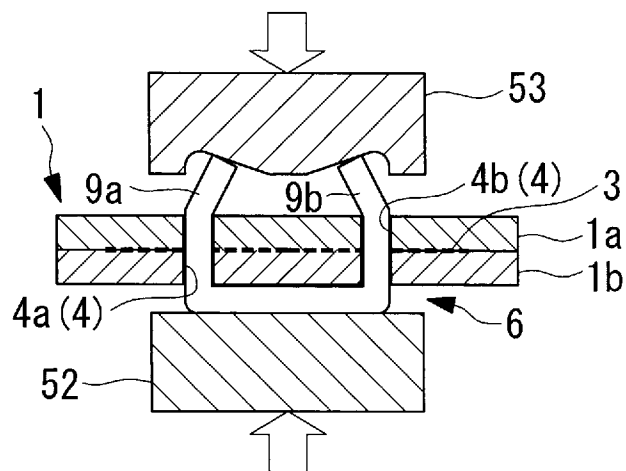
[図1C]



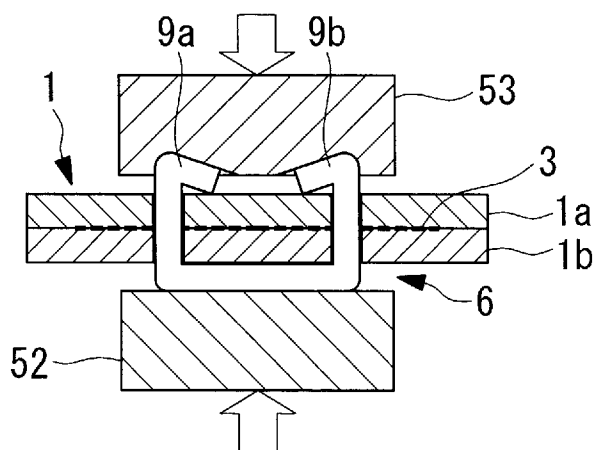
[図1D]



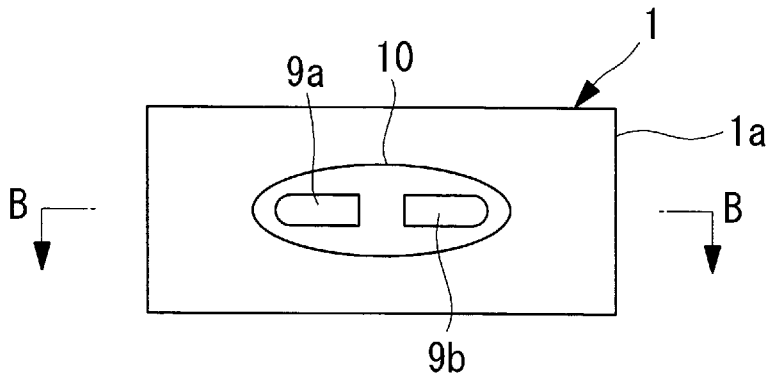
[図1E]



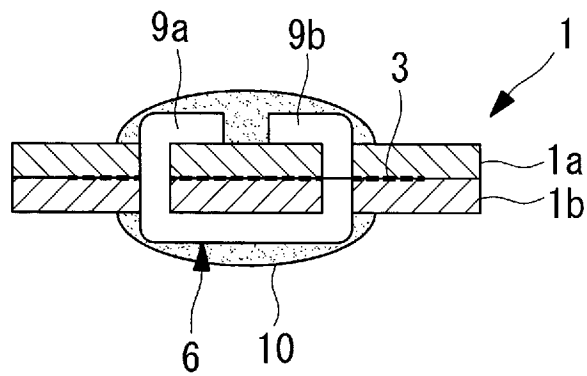
[図1F]



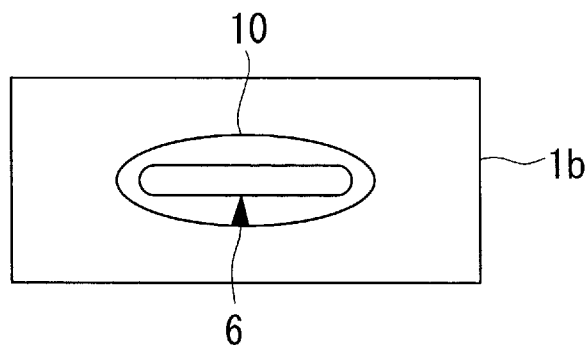
[図2A]



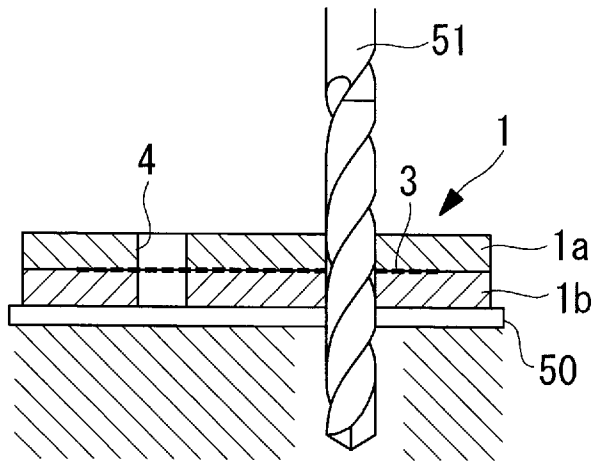
[図2B]



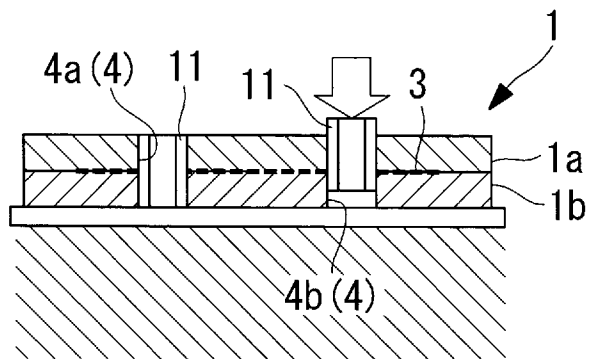
[図2C]



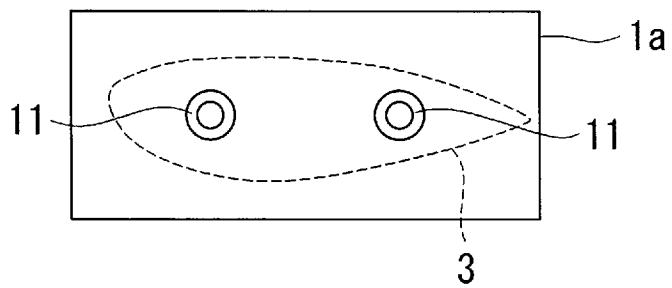
[図3A]



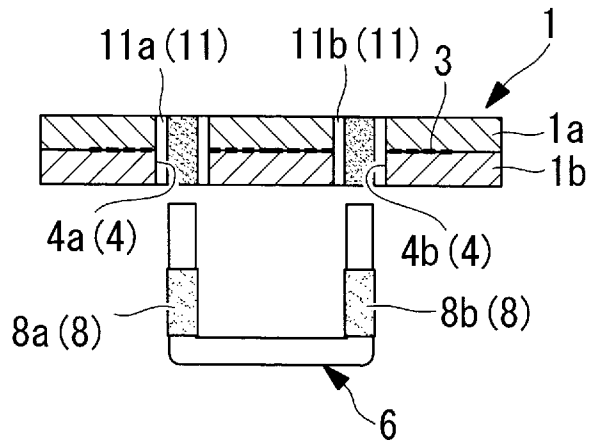
[図3B]



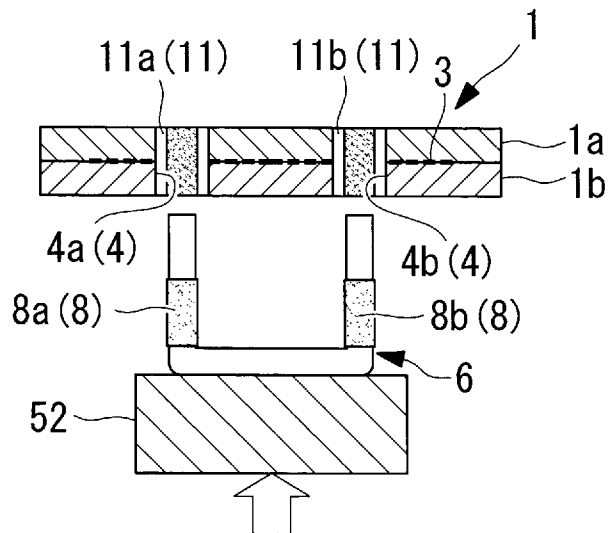
[図3C]



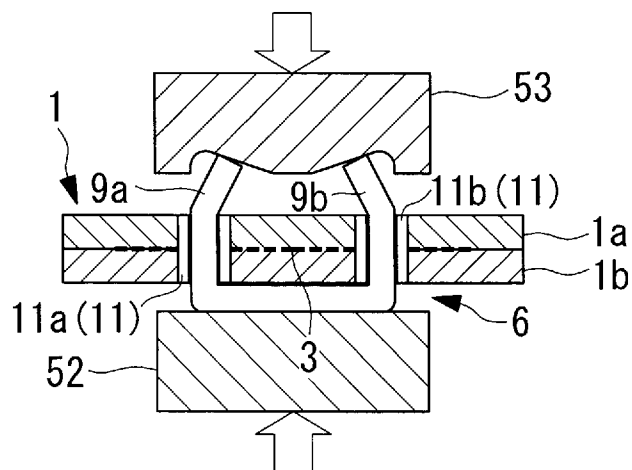
[図3D]



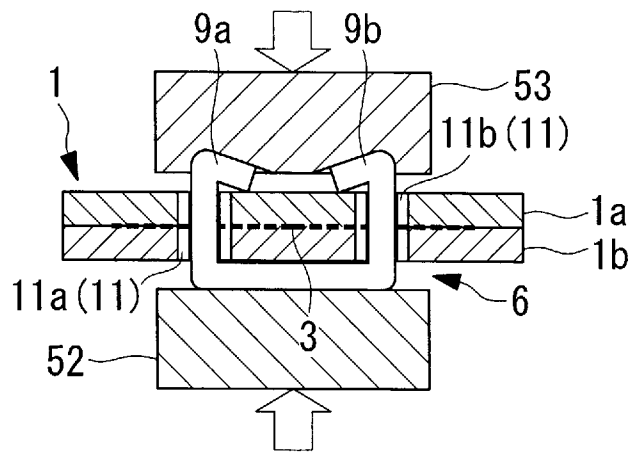
[図3E]



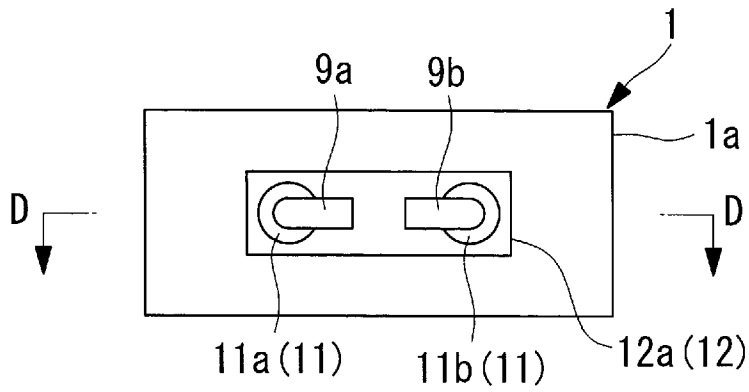
[図3F]



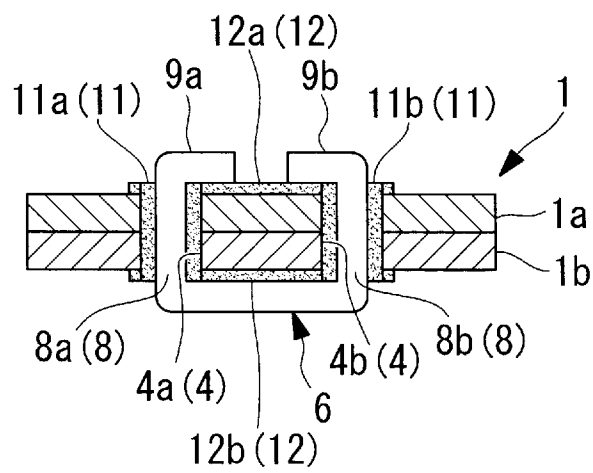
[図3G]



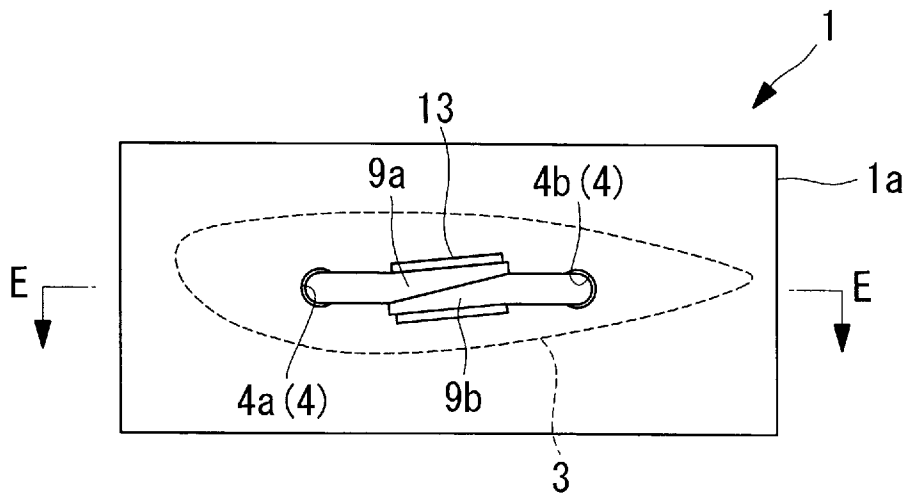
[図4A]



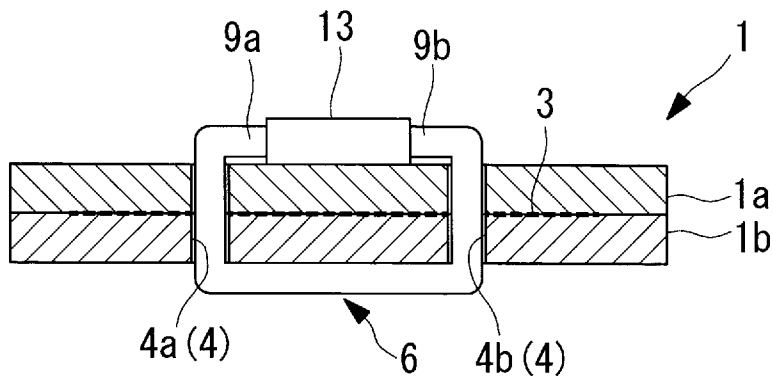
[図4B]



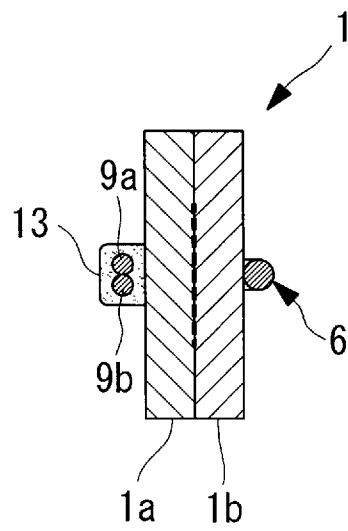
[図5A]



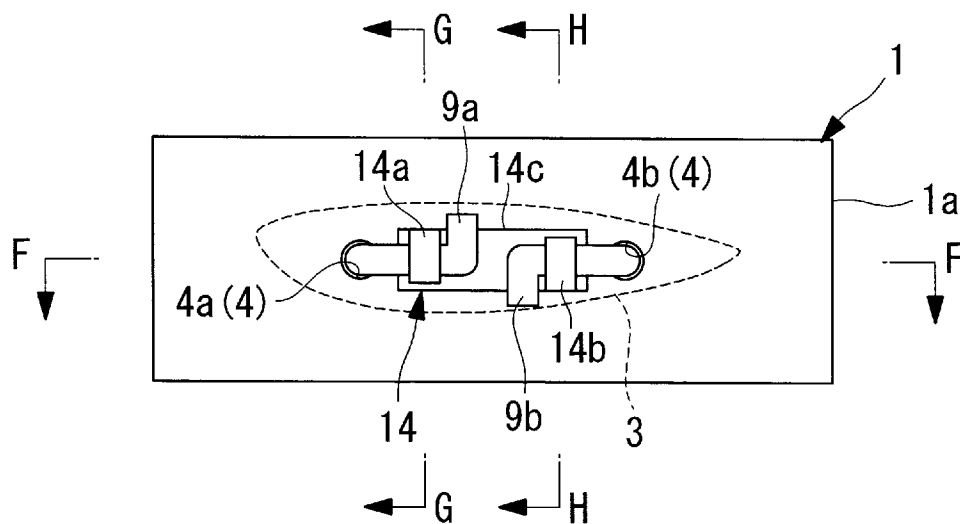
[図5B]



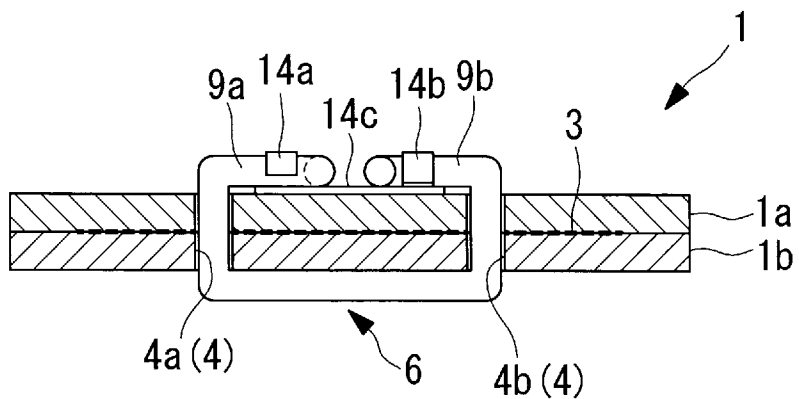
[図5C]



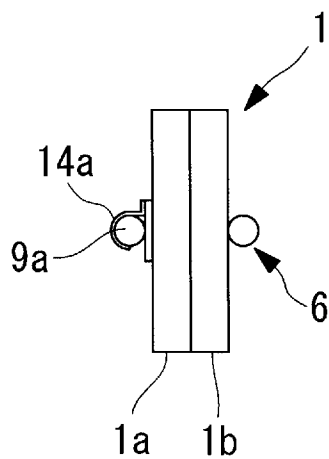
[図6A]



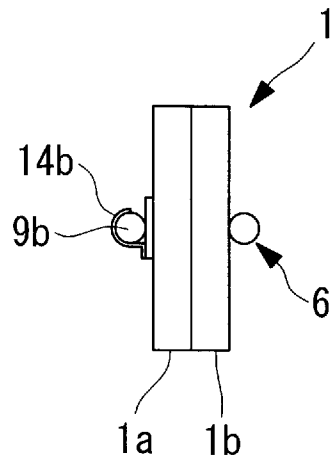
[図6B]



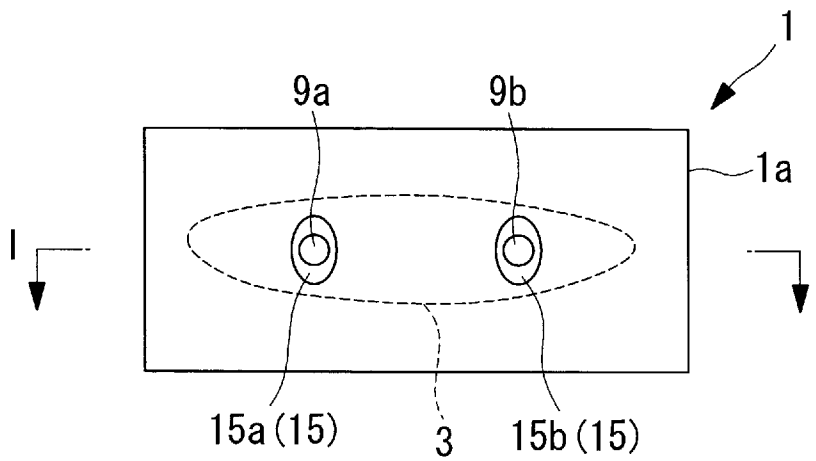
[図6C]



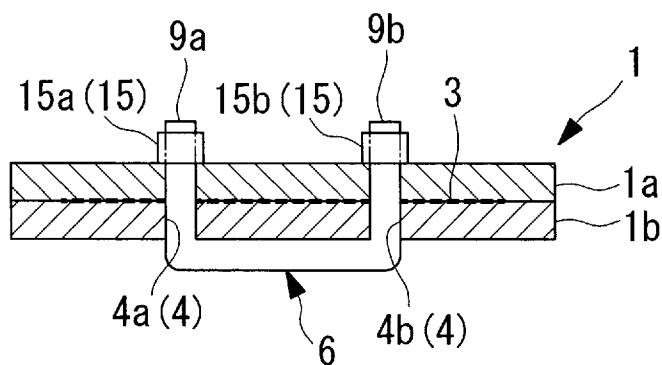
[図6D]



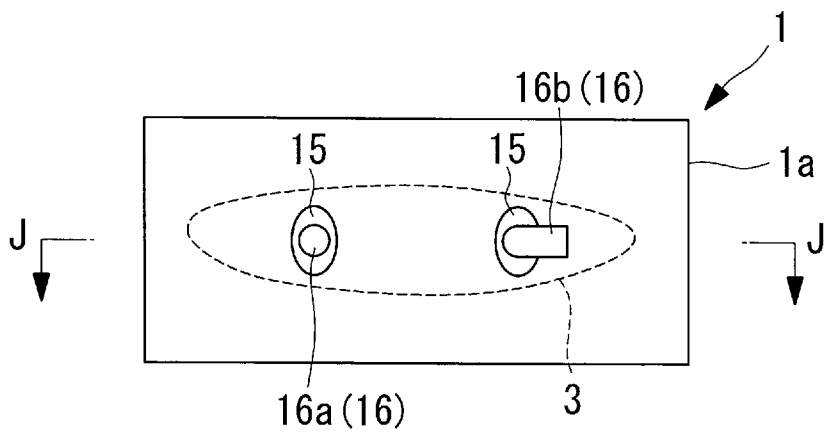
[図7A]



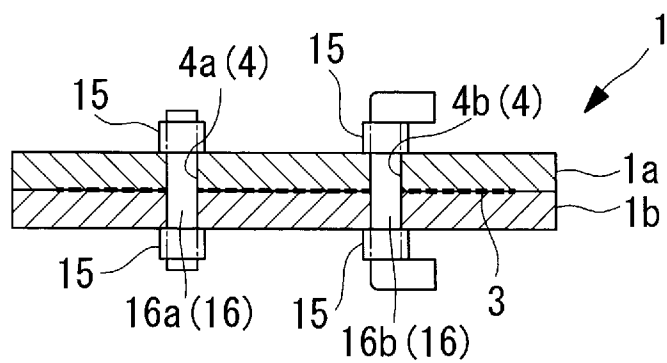
[図7B]



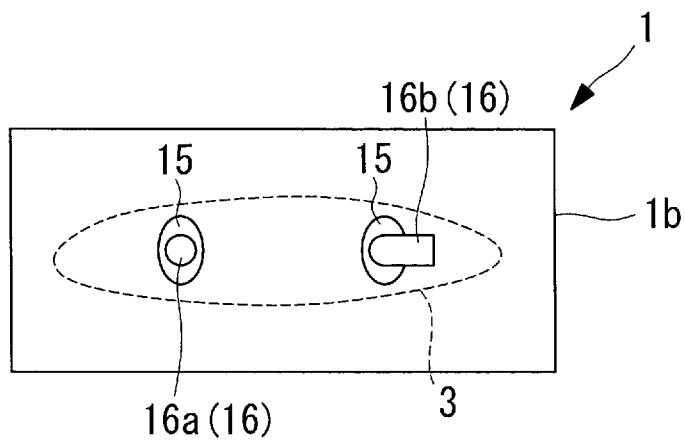
[図8A]



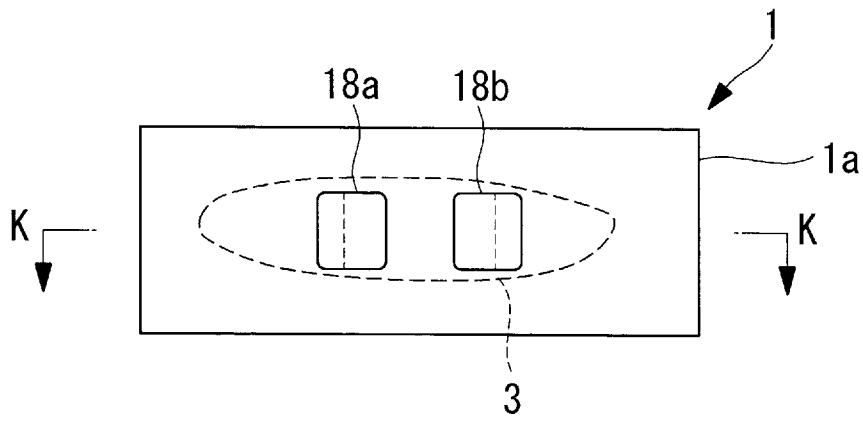
[図8B]



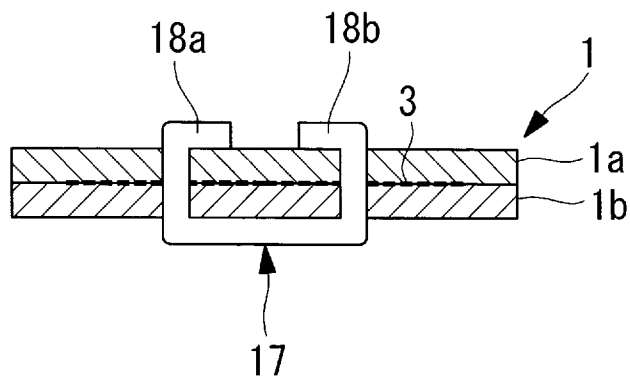
[図8C]



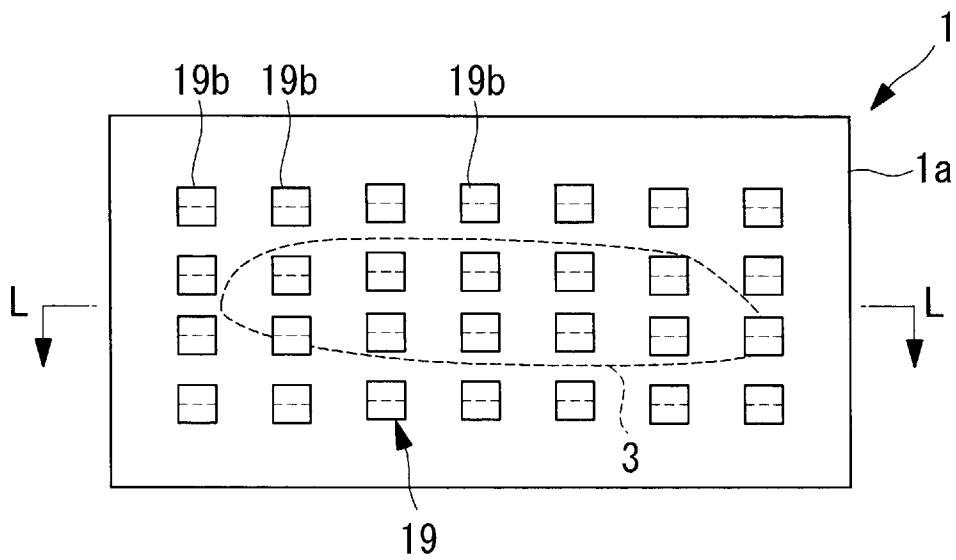
[図9A]



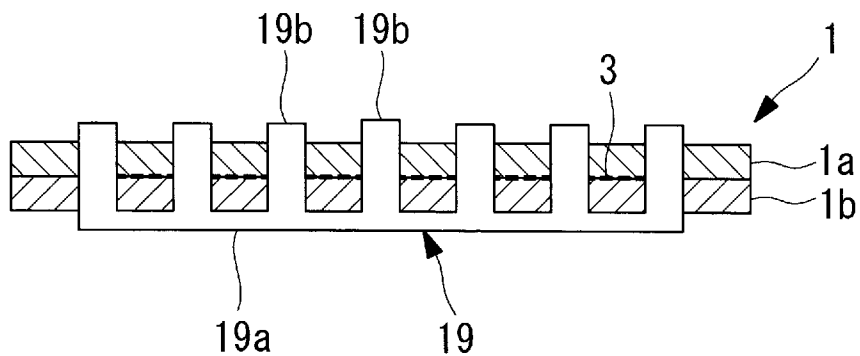
[図9B]



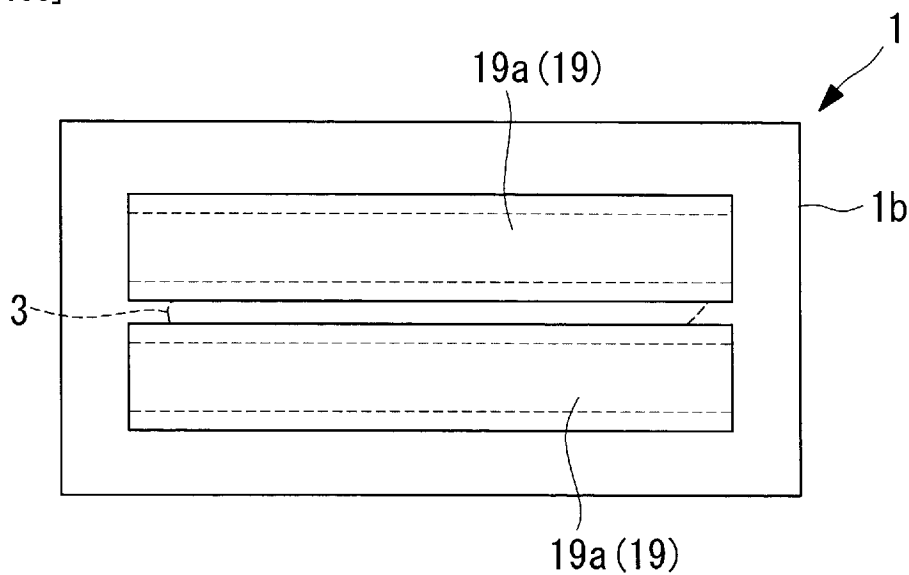
[図10A]



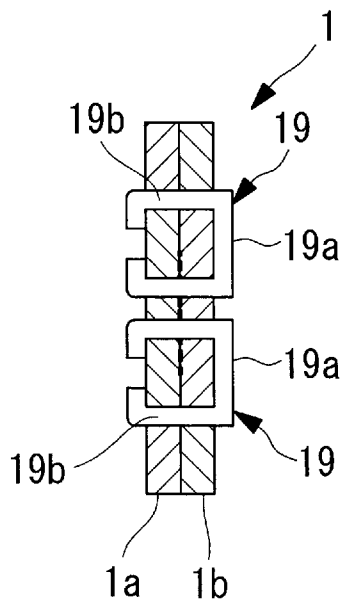
[図10B]



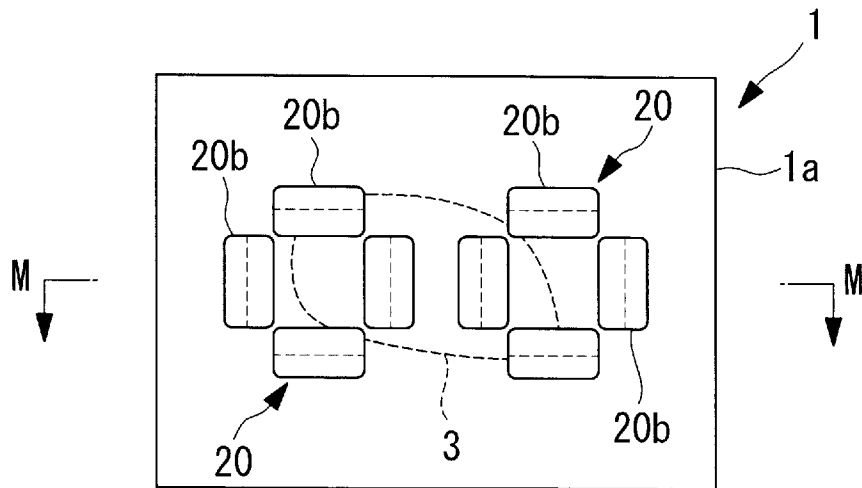
[図10C]



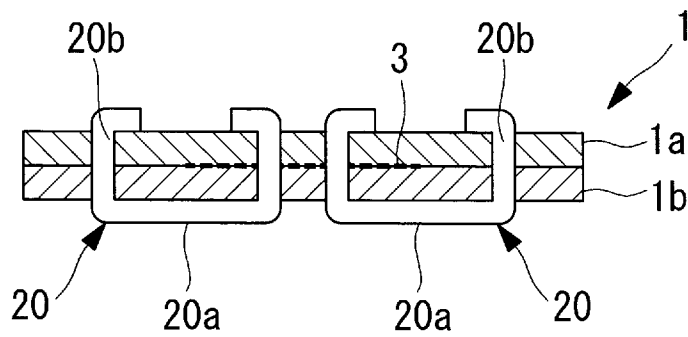
[図10D]



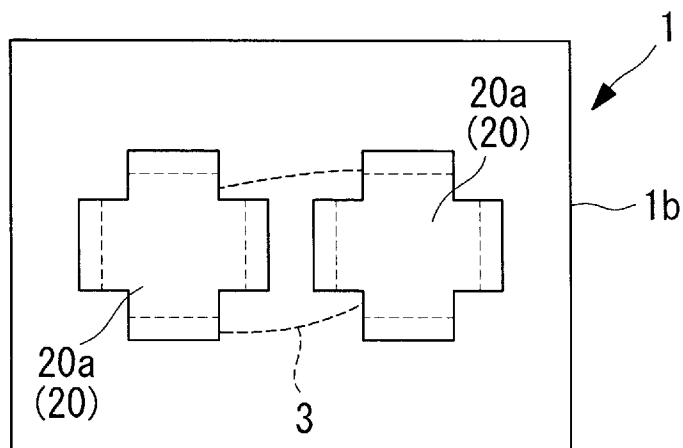
[図11A]



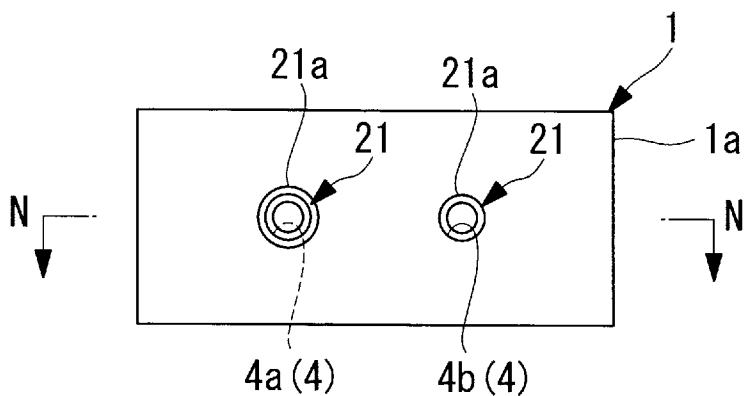
[図11B]



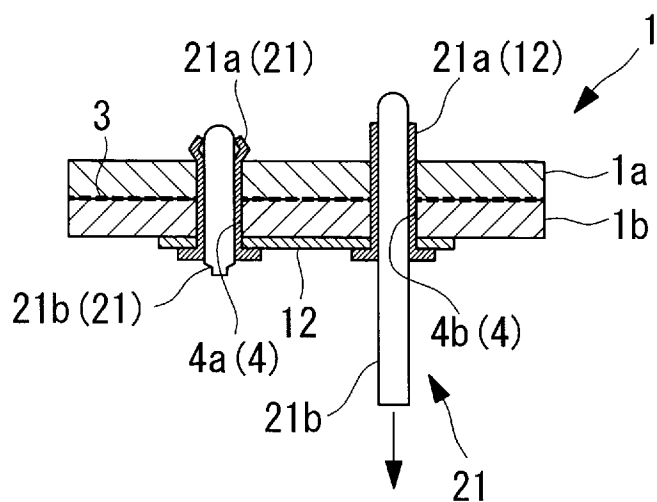
[図11C]



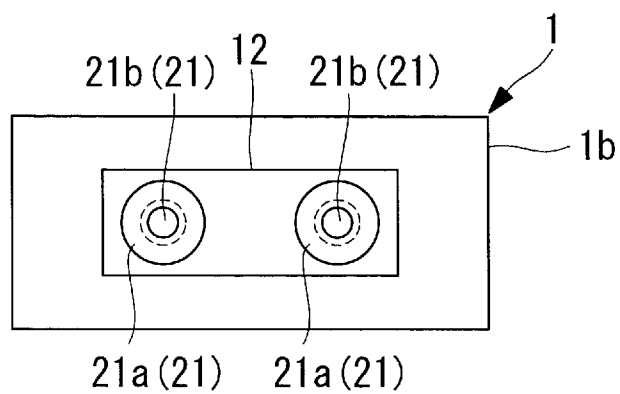
[図12A]



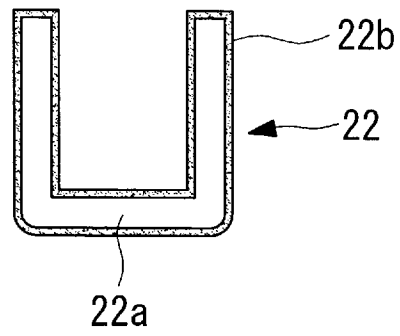
[図12B]



[図12C]



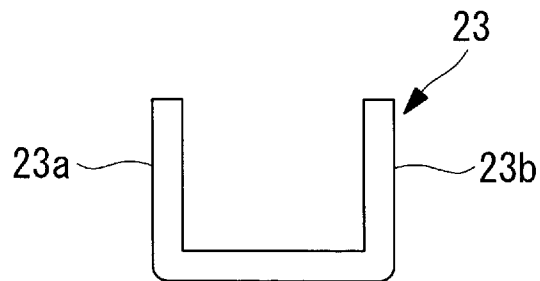
[図13A]



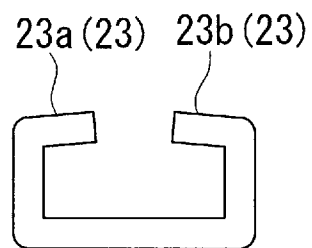
[図13B]



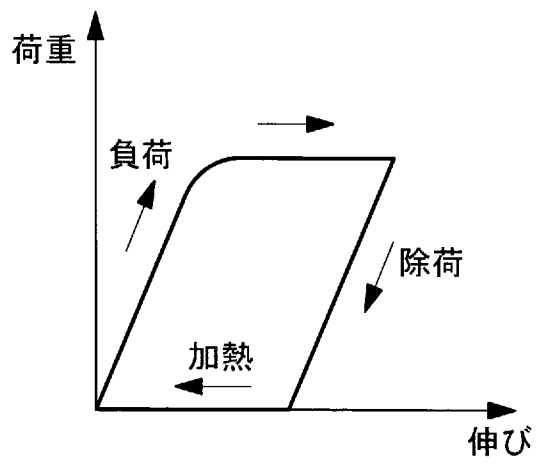
[図14A]



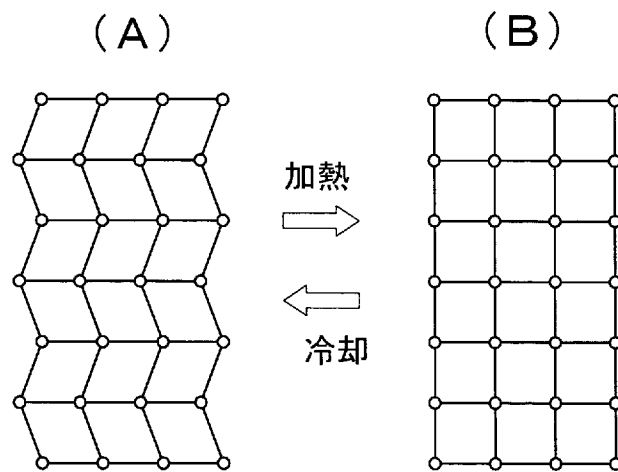
[図14B]



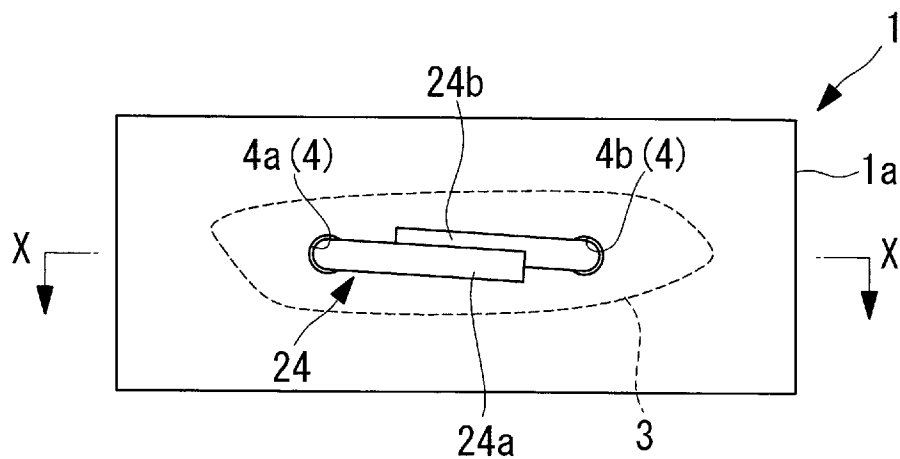
[図15]



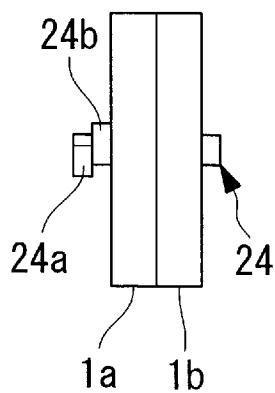
[図16]



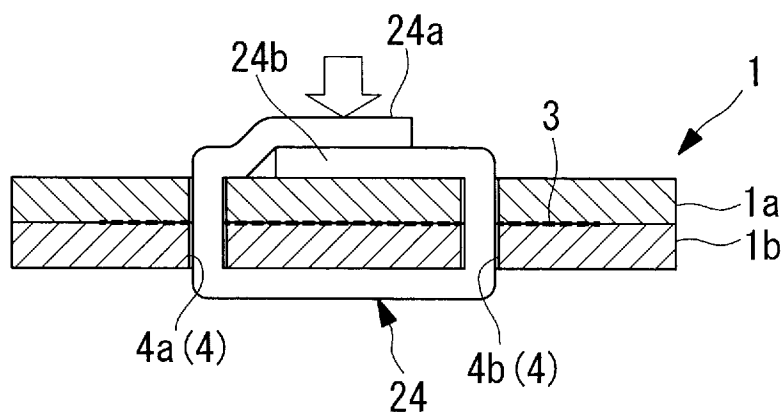
[図17A]



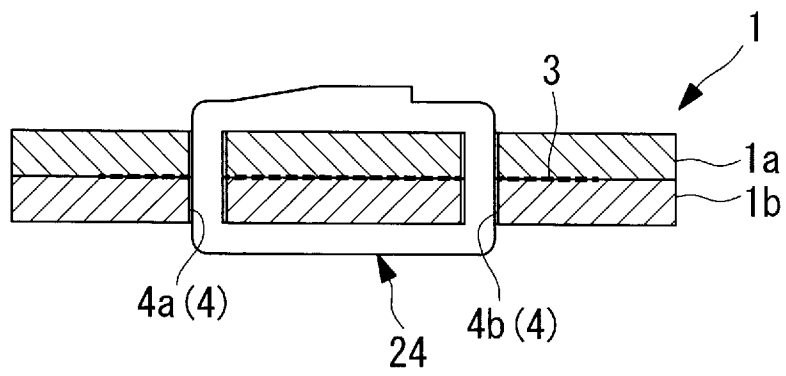
[図17B]



[図17C]



[図17D]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/054257

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C73/04 (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)

B29C73/04

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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 5-501994 A (Short Brothers PLC.), 15 April 1993 (15.04.1993), entire text; all drawings & GB 8927734 A & GB 2238977 A & GB 8927734 A0 & EP 504247 A & WO 1991/008892 A1 & AU 6907991 A & CA 2070830 A & FI 922471 A & IL 96596 D & BR 9007901 A	1-14
A	JP 2002-1832 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 08 January 2002 (08.01.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

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
09 March, 2011 (09.03.11)

Date of mailing of the international search report
22 March, 2011 (22.03.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/054257

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 2-74325 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 14 March 1990 (14.03.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2009-208351 A (Toyota Motor Corp.), 17 September 2009 (17.09.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2006-187897 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 20 July 2006 (20.07.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B29C73/04(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. B29C73/04

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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 5-501994 A (シヨート・ブラザース・ピーエルシー) 1993.04.15, 全文, 全図 & GB 8927734 A & GB 2238977 A & GB 8927734 A0 & EP 504247 A & WO 1991/008892 A1 & AU 6907991 A & CA 2070830 A & FI 922471 A & IL 96596 D & BR 9007901 A	1-14
A	JP 2002-1832 A (川崎重工業株式会社) 2002.01.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14

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

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

09.03.2011

国際調査報告の発送日

22.03.2011

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)

鏡 宣宏

4F

9341

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

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 2-74325 A (三菱重工業株式会社) 1990.03.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2009-208351 A (トヨタ自動車株式会社) 2009.09.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2006-187897 A (富士重工業株式会社) 2006.07.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14