

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 5 月 4 日(04.05.2017)



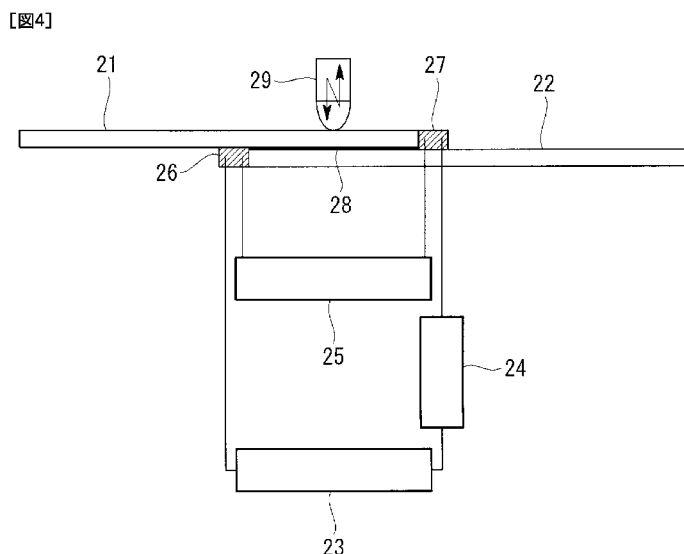
(10) 国際公開番号

WO 2017/073162 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 27/02 (2006.01) G01N 27/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/075719
- (22) 国際出願日: 2016 年 9 月 1 日(01.09.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-211949 2015 年 10 月 28 日(28.10.2015) JP
- (71) 出願人: 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 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 神原 信幸 (KAMIHARA, Nobuyuki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 阿部 俊夫 (ABE, Toshio); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 藤田 考晴 (FUJITA, Takaharu); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい 2-2-1 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, BN, BR, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 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, KM, 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: BONDING SECTION EVALUATION METHOD

(54) 発明の名称: 接合部評価方法



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a method for evaluating the bonding state of a bonding section by inspecting a kissing bond using a non-destructive method. Disclosed is a bonding section evaluation method for evaluating the bonding state of a bonding section of a composite material that has the bonding section where a material to be bonded and another material to be bonded are bonded to each other with an adhesive therebetween. In the method, an alternating current signal is applied to the bonding section, a current and a voltage are measured by changing the frequency, evaluation values relating to predetermined electric characteristics are derived on the basis of the current value and the voltage value, which have been obtained by the measurement, the evaluation values are compared with reference relating to the predetermined electric characteristics, and the bonding state of the bonding section is evaluated according to the deviation quantities of the evaluation values from the reference.

(57) 要約:

[続葉有]



キッシングボンドを非破壊的な手法で検査して接合部の接合状態を評価する方法を提供することを目的とする。被着材と別の被着材とが接着剤を媒介として接合された接合部を有する複合材の接合部の接合状態を評価する方法であって、接合部に交流信号を印加し、周波数を変化させて電流および電圧を測定し、測定により得られた電流値および電圧値から、所定の電気特性に関する評価値を導き出し、評価値を、予め設定された所定の電気特性に関する基準と比較し、評価値の基準からのズレ量に応じて、接合部の接合状態を評価する接合部評価方法。

明 細 書

発明の名称：接合部評価方法

技術分野

[0001] 本発明は、接合部評価方法に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、航空機、自動車、車両、船舶等の構造物を構成する構造部材として複合材が適用されている（特許文献1）。複合材は、樹脂材料に炭素繊維等の補強材を組み合わせてなる部材である。

[0003] 構造物では、構造部材同士が接合されてなる接合構造を有するものがある。接合には、ボルトとナットなどの締結部材、または、接着剤等が用いられる。接合構造を有する製品では、信頼性を担保するために接合状態を検査する必要がある。接合状態の検査は、従来、超音波を用いた非破壊的な手法で行われている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表2013-508722号公報（段落[0004]）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 接着剤は、アンカー効果（物理的な結合）または化学結合により被着材を接合させる。複合材の部材同士を接着剤で接合する場合、表面の汚染等が原因で接着力（接合部強度）が極端に低下することがある。このような表面の汚染等が原因で接着剤の化学的な接着力が弱まった状態をキッシングボンド（kissing bond）という。

[0006] キッシングボンドは、空隙等の存在により物理的に接着力が低下している状態ではないため、超音波を用いた非破壊的な手法では検出できない。キッシングボンドはレーザを用いた手法で検出できるが、該手法では接着界面がレーザで破壊されてしまう。そのためレーザを用いた手法では製品検査を行

えない。

[0007] 現状では、キッシングボンドを非破壊的な手法で評価する方法が確立されていないため、接着剤で接合した接合構造に関する信頼性が担保できない。信頼性の担保が重要となる航空機分野では、構造物に接着剤のみによる接合構造を適用することは認められていない。そのため航空機に適用される接合構造では、構造部材同士を締結部材で結合する必要がある。

[0008] 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、キッシングボンドを非破壊的な手法で検査して接合部の接合状態を評価する方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、本発明の接合部評価方法は以下の手段を採用する。

本発明は、被着材と別の被着材とが接着剤を媒介として接合された接合部を有する複合材の前記接合部の接合状態を評価する方法であって、前記接合部に交流信号を印加し、周波数を変化させて電流および電圧を測定し、前記測定により得られた電流値および電圧値から、所定の電気特性に関する評価値を導き出し、前記評価値を、予め設定された前記所定の電気特性に関する基準と比較し、前記評価値の前記基準からのズレ量に応じて、前記接合部の接合状態を評価する接合部評価方法を提供する。

上記発明の一態様において、前記所定の電気特性を、誘電率、分極率、静電容量、交流抵抗または位相差とすることができる。

[0010] 本発明者らは、鋭意研究の結果、電気的な手法によりキッシングボンドを検出して接合部の接合状態を評価できることを見出した。接合部の接合状態（接着界面の化学的状態）は、周波数を変化させて得られた所定の電気特性に関する評価値に反映される。上記発明によれば、評価値を所定の電気特性に関する基準（正常値）と比較することで接着界面の化学状態が正常状態にあるか否かを評価できる。上記発明によれば、基準からの評価値のズレ量が小さければ接合部の接合状態は正常状態に近く、ズレ量が大きければ接着界

面の化学的結合が弱くなっていると評価できる。

[0011] 上記発明の一態様において、前記接合部の接着界面に所定の圧力を加えながら、前記電流および前記電圧を測定してもよい。前記圧力は1 kPaより大きく100 MPa以下とする。

[0012] 接着界面へ圧力を加えると、接着界面同士の密着状態が変化する。そのような状態で電流および電圧を測定すると、接着界面の化学的な状態に応じて、所定の電気特性に関する評価値が大きく変化する。加える圧力が大き過ぎると製品を損傷させる恐れがあるため、圧力は100 MPa以下が好ましい。

[0013] 接着界面へ圧力を加える場合、電極を前記接着界面の両端部に電氣的に接触させて、前記電流および前記電圧を測定する。

[0014] 電極を接着界面に電氣的に接触させることで、接合部に電流を流すことができる。

[0015] 上記発明の一態様において、前記接合部の接着界面に所定の圧力を加えずに周波数を変化させて電流および電圧を測定し、前記測定により得られた電流値および電圧値から誘電率、分極率または静電容量のいずれかに関する第1の評価値を導きだし、前記第1の評価値を前記基準と比較して前記ズレ量に応じて前記接合部の接合状態を第1評価するとともに、前記接合部の接着界面に所定の圧力を加えながら周波数を変化させて電流および電圧を測定し、前記測定により得られた電流値および電圧値から交流抵抗に関する第2の評価値を導きだし、前記第2の評価値を前記基準と比較して前記ズレ量に応じて前記接合部の接合状態を第2評価し、前記第1評価および前記第2評価の評価結果を相関させて前記接合部の接合状態を総合評価してもよい。

[0016] 複数の評価結果を相関させることで、精度よく接合状態を評価できる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、電氣的な手法を用いることで、キッシングボンドを非破壊で検査して接合部の接合状態を評価することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]第1実施形態に係る接合部評価方法に用いられる測定系統を示す概略図である。

[図2]評価値と基準とを比較したグラフである。

[図3]第1実施形態に係る接合部評価方法に用いられる別の測定系統を示す概略図である。

[図4]第2実施形態に係る接合部評価方法に用いられる測定系統を示す概略図である。

[図5]第2実施形態に係る接合部評価方法に用いられる別の測定系統を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0019] [第1実施形態]

まず、本実施形態に係る接合部評価方法により評価される評価対象について説明する。本実施形態における評価対象は、被着材と別の被着材とが接着剤を媒介として接合された接合部を有する。

[0020] 被着材および別の被着材は、それぞれ複合材からなる。複合材は、結合材料（マトリックス）と、微粒子または繊維状材料とで形成されている。結合材料は、例えば、エポキシ系熱硬化性樹脂、PEEK系熱可塑性樹脂である。微粒子は、例えば、シリカ粒子、カーボンブラック、フラーレンである。繊維状材料は、例えば、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維である。複合材としては、例えば、炭素繊維強化熱硬化性樹脂（CFRP）、ガラス繊維強化熱硬化性樹脂（GFRP）、炭素繊維強化熱可塑性樹脂（CFRTP）がある。

[0021] 接着剤は、エポキシ系接着剤、アクリル系接着剤、ポリウレタン系接着剤である。接合部における硬化後の接着剤の厚さは、0.2mm～1mm程度である。接合部は、被着材と別の被着材とが接合（接着）する接着界面を含んでいる。

[0022] 本実施形態に係る接合部評価方法は、接合部に交流信号を印加し（ステップS1）、周波数を変化させて電流および電圧を測定し（ステップS2）、

測定により得られた電流値および電圧値から、所定の電気特性に関する評価値を導き出し（ステップS3）、評価値を予め設定された所定の電気特性に関する基準と比較し（ステップS4）、評価値の基準からのズレ量に応じて、接合部の接合状態を評価する（ステップS5）というものである。

[0023] 交流信号とは、交流電流または交流電圧である。交流信号の印加には、LCRメータおよびインピーダンスメータ等の電気定数計測器（キャパシタンス計測器）、または交流電源などを用いることができる。

[0024] 周波数は1kHzから100GHz、好ましくは100MHzから10GHzの範囲で変化させる。

[0025] 所定の電気特性は、誘電率、分極率、静電容量（キャパシタンス）、交流抵抗（インピーダンス）または位相差からなる群から少なくとも1つを予め選択しておく。

[0026] 選択した所定の電気特性に関しては予め基準を設定する。基準は、例えば、実際の評価対象に準ずる条件（被着材および別の被着材の材料、形状、接着剤の種類等）の複合材試験体を用いて予め設定する。具体的には、接着剤で接合された接合部を有する同等形状の複合材を複数用意する。該複合材に交流信号を印加して所定の電気特性に関する評価値を導き出した後、破壊的な手法でキッシングボンドについて検査する。キッシングボンドが検出されない評価値、または、検出されたキッシングボンドが許容範囲内である評価値の平均を基準と設定する。キッシングボンドは、レーザを用いた手法等の破壊を伴う試験で検出できる。キッシングボンドが検出されない評価値とは、キッシングボンドが検出限界以下であることを意味する。一度設定した基準は、同条件の複合材の評価に適用できる。

[0027] キッシングボンドの許容範囲は、製品に要求される接合部の接着強度を満たす範囲である。基準を設定する際、複合材の接合部の接着強度の確認を行い、接着強度とキッシングボンド量（化学的な接合状態の程度）とを相関させ、必要な強度を担保できるキッシングボンド量の範囲を確定させておくといよい。確定したキッシングボンド量は、試験体の所定の電気特性の評価値と

相関させる。これにより、基準に対する評価値のズレ量で接合部の強度を評価できる。このとき、評価値で接合強度を段階的に評価できるよう複数の閾値を設定しておくといよい。接着強度の確認は、引張試験等で実施できる。

[0028] 所定の電気特性に関する評価値は、測定により得られた電流値および電圧値から演算により導き出す。評価値は、電流および電圧を測定する機器に付随する機能により演算して導き出してもよい。

[0029] 導き出した評価値は基準と比較し、周波数ごとに基準に対する評価値のズレ量を取得する。接合部の接合状態の評価は、ズレ量に応じて行う。例えば、基準からのズレ量が所定値を超えた場合に、接合不良と評価する。例えば、評価値が基準値からずれていたとしても、そのズレ量が必要な接着強度を担保可能な閾値内にあれば、接合良好と評価する。

[0030] なお、接合不良であると評価された複合材は、締結部材等で補強するとよい。

[0031] (実施例1)

図1に、第1実施形態に係る接合部評価方法に用いられる測定システムの概略図を示す。図1では、複合材からなる板状の2つの被着材1, 2が接着剤で接合されている。所定の電気特性は静電容量（キャパシタンス）とする。静電容量の測定はキャパシタンス計測器3で行う。キャパシタンス計測器3の電極4, 5を、接合部6（接着界面の両端）を挟むように被着材1, 2の端部にそれぞれ接続する。

[0032] キャパシタンス計測器3で、接合部6に交流信号を印加し、周波数を変化させて電流値および電圧値を測定する。測定により得られた電流値および電圧値に基づいて、キャパシタンス計測器内で演算により静電容量が導き出される。導き出された静電容量を評価値とし、該評価値を静電容量の基準と比較する。

[0033] 図2に、評価値を基準と比較した図を示す。同図において、横軸が周波数、縦軸がキャパシタンス値（規格値）である。図2によれば、低周波におけるキャパシタンス値（評価値）は基準（基準値）からほとんどずれていない

が、高周波領域（10MHzから100MHz）では評価値が基準からずれている。図2では、高周波、特に100MHzでのズレ量が大きくなっている。図2の100MHzでは、基準を100とした場合の基準からのズレ量が閾値を超えるため、接合状態は不良であると評価する。

[0034] （実施例2）

図3に、第1実施形態に係る接合部評価方法に用いられる別の測定システムの概略図を示す。図3では、複合材からなる板状の2つの被着材11, 12が接着剤で接合されている。所定の電気特性は交流抵抗とする。交流電源13を電流計14と直列接続させる。電圧計15および電流計14を並列に配置する。電圧計15および電流計14の電極16, 17を、接合部18（接着界面の両端）を挟むように被着材11, 12の端部にそれぞれ接続する。

[0035] 交流電源13を用いて接合部18に交流信号を印加する。周波数を変化させて電流値および電圧値を測定する。測定により得られた電流値および電圧値に基づいて、交流抵抗（インピーダンス＝電圧／電流）を導き出す。導き出された交流抵抗を評価値とし、該評価値を交流抵抗の基準と比較し、基準とのズレ量に基づいて接合状態を評価する。

[0036] 〔第2実施形態〕

本実施形態は、接合部に所定の圧力を加えながら電流および電圧を測定する点が第1実施形態と異なる。第1実施形態と同様の構成については説明を省略する。

[0037] 加圧には、機械的に押圧する装置、または、ランジュバン振動子などの加圧手段を用いる。加圧手段を被着材側または別の被着材側に配置し、接着界面に向けて接合部に所定の圧力を加える。所定の圧力は、1kPaより大きく100MPa以下とする。圧力は、一定圧力を連続で加えてもよく、サイン波形のように周期的に加えてもよい。

[0038] 所定の電気特性は、第1実施形態と同様に誘電率、分極率、静電容量（キャパシタンス）、交流抵抗（インピーダンス）または位相差からなる群から少なくとも1つを予め選択しておく。所定の電気特性は、交流抵抗とするの

が好ましい。

[0039] 選択した所定の電気特性に関して基準を設定する。基準は、接合部に所定の圧力を加えながら交流信号を印加して所定の電気特性に関する評価値を導き出した後、第1実施形態と同様に設定する。

[0040] 所定の電気特性に関する評価値は、接合部を加圧しながら測定して得られた電流値および電圧値から演算により導き出す。

[0041] 導き出した評価値を基準と比較し、周波数ごとに基準に対する評価値のズレ量を取得する。接合部の接合状態の評価は、第1実施形態と同様にズレ量に応じて行う。

[0042] 本実施形態によれば、接合部に圧力変化を与え、接合部の接着状態を動的に変化させることで正常状態とキッシングボンド状態との変化がより顕著に表れるため、評価精度を高めることができる。

[0043] (実施例3)

図4に、第2実施形態に係る接合部評価方法に用いられる測定システムの概略図を示す。図4では、複合材からなる板状の2つの被着材21, 22が接着剤で接合されている。所定の電気特性は交流抵抗とする。交流電源23を電流計24と直列接続させる。電圧計25および電流計24を並列に配置する。電圧計25および電流計24の電極26, 27を、接合部28（接着界面）の両端に電氣的に接触するよう接続する。接合部上部には圧力子29を配置する。

[0044] 圧力子29により接合部28に所定の圧力を加えながら、交流電源23を用いて接合部28に交流信号を印加する。周波数を変化させて電流値および電圧値を測定する。測定により得られた電流値および電圧値に基づいて、交流抵抗（インピーダンス＝電圧／電流）を導き出す。導き出された交流抵抗を評価値とし、該評価値を交流抵抗の基準と比較し、周波数ごとに基準に対する評価値のズレ量を取得する。接合部28の接合状態の評価は、第1実施形態と同様にズレ量に応じて行う。

[0045] (実施例4)

図5に、第2実施形態に係る接合部評価方法に用いられる別の測定システムの概略図を示す。図5では、複合材からなる板状の2つの被着材31, 32が接着剤で接合されている。所定の電気特性は静電容量（キャパシタンス）とする。静電容量の測定はキャパシタンス計測器33で行う。キャパシタンス計測器33の電極34, 35を、接合部36（接着界面）の両端に電氣的に接触するよう接続する。接合部上部には圧力子37を配置する。

[0046] 圧力子37により接合部36に所定の圧力を加えながら、キャパシタンス計測器33で接合部36に交流信号を印加し、周波数を変化させて電流値および電圧値を測定する。測定により得られた電流値および電圧値に基づいて、キャパシタンス計測器内で演算により静電容量が導き出される。導き出された静電容量を評価値とし、該評価値を静電容量の基準と比較し、周波数ごとに基準に対する評価値のズレ量を取得する。接合部28の接合状態の評価は、第1実施形態と同様にズレ量に応じて行う。

[0047] [第3実施形態]

本実施形態は、第1実施形態に従い接合部の接合状態を第1評価するとともに、それとは別に第2実施形態に従い接合部の状態を第2評価し、第1評価と第2評価とを相関させて総合的に接合状態を評価する。第2評価では、第1評価で選択する所定の電気特性とは別の電気特性を選択する。

[0048] (第1評価)

所定の電気特性を、誘電率、分極率、または静電容量（キャパシタンス）からなる群から少なくとも1つ選択する。第1実施形態に従って、評価値を導き出し、接合状態を第1評価する。

[0049] (第2評価)

所定の電気特性を交流抵抗とする。第2実施形態に従って、評価値を導き出し、接合状態を第2評価する。

[0050] 接合部の接合状態を総合的に評価できるよう第1評価および第2評価を相関させる。例えば、第1評価のズレ量と第2評価のズレ量とを相関させて、両者を比較することで総合的に評価できるようにする。各評価のズレ量を相

関させておくことで、例えば、以下のように評価することができる。第1評価において、評価値のズレ量の閾値を閾値₁、閾値₂、閾値₃、閾値₄・・・のように複数設定する。第2評価においても同様に複数の閾値を設定する。各評価のズレ量が共に閾値₁内にあれば、接合状態が良好であると評価する。第1評価でのズレ量が閾値₃と閾値₄の間にあったが、第2評価におけるズレ量が閾値₂内にあれば、接合状態は良好であると評価する。一方、第1評価でのズレ量が閾値₃と閾値₄の間にあり、第2評価におけるズレ量が閾値₄ぎりぎりの値であった場合には、接合状態は不良であると評価する。各評価で複数の閾値を設定し、ズレ量を相関させて評価できるようにしておくことで、精度よく接合部の接合状態を評価できる。

符号の説明

- [0051] 1, 11, 21, 31 被着材,
2, 12, 22, 32 (別の)被着材
3, 33 キャパシタンス計測器
4, 5, 16, 17, 26, 27, 34, 35 電極
6, 18, 28, 36 接合部
13, 23 交流電源
14, 24 電流計
15, 25 電圧計
29, 37 圧力子

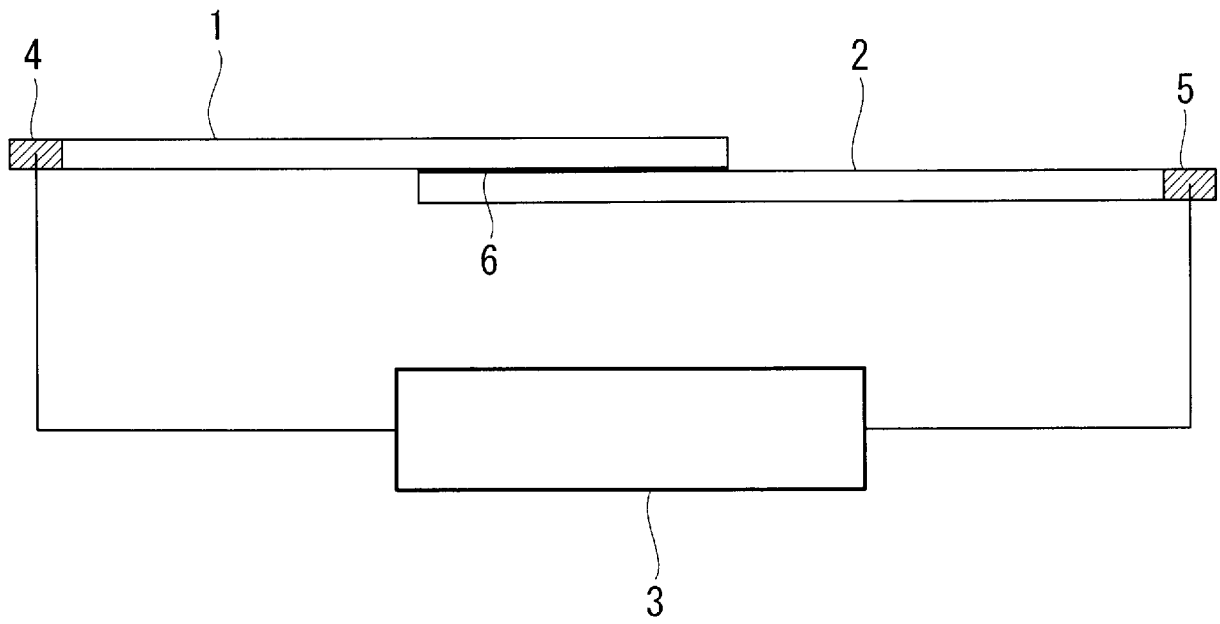
請求の範囲

- [請求項1] 被着材と別の被着材とが接着剤を媒介として接合された接合部を有する複合材の前記接合部の接合状態を評価する方法であって、
前記接合部に交流信号を印加し、
周波数を変化させて電流および電圧を測定し、
前記測定により得られた電流値および電圧値から、所定の電気特性に関する評価値を導き出し、
前記評価値を、予め設定された前記所定の電気特性に関する基準と比較し、
前記評価値の前記基準からのズレ量に応じて、前記接合部の接合状態を評価する接合部評価方法。
- [請求項2] 前記所定の電気特性を、誘電率、分極率、静電容量、交流抵抗または位相差とする請求項1に記載の接合部評価方法。
- [請求項3] 前記接合部の接着界面に所定の圧力を加えながら、前記電流および前記電圧を測定する請求項1または請求項2に記載の接合部評価方法。
- [請求項4] 前記圧力を1 k P aより大きく1 0 0 M P a以下とする請求項3に記載の接合部評価方法。
- [請求項5] 電極を前記接着界面の両端部に電氣的に接触させ、前記電流および前記電圧を測定する請求項3または請求項4に記載の接合部評価方法。
- [請求項6] 前記接合部の接着界面に所定の圧力を加えずに周波数を変化させて電流および電圧を測定し、前記測定により得られた電流値および電圧値から誘電率、分極率または静電容量のいずれかに関する第1の評価値を導きだし、前記第1の評価値を前記基準と比較して前記ズレ量に応じて前記接合部の接合状態を第1評価するとともに、
前記接合部の接着界面に所定の圧力を加えながら周波数を変化させて電流および電圧を測定し、前記測定により得られた電流値および電

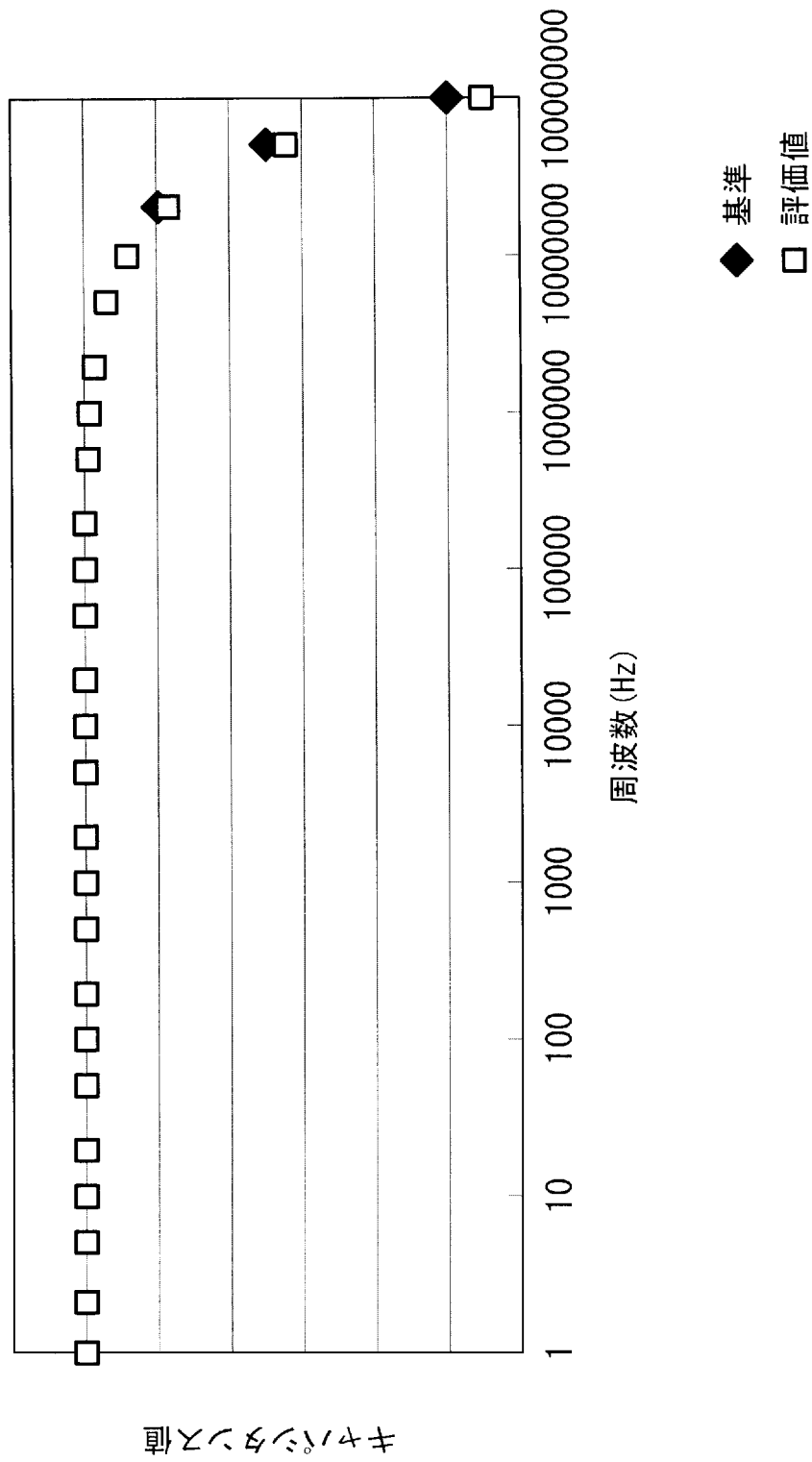
圧値から交流抵抗に関する第 2 の評価値を導きだし、前記第 2 の評価値を前記基準と比較して前記ズレ量に応じて前記接合部の接合状態を第 2 評価し、

前記第 1 評価および前記第 2 評価の評価結果を相関させて前記接合部の接合状態を総合評価する請求項 3 から請求項 5 のいずれかに記載の接合部評価方法。

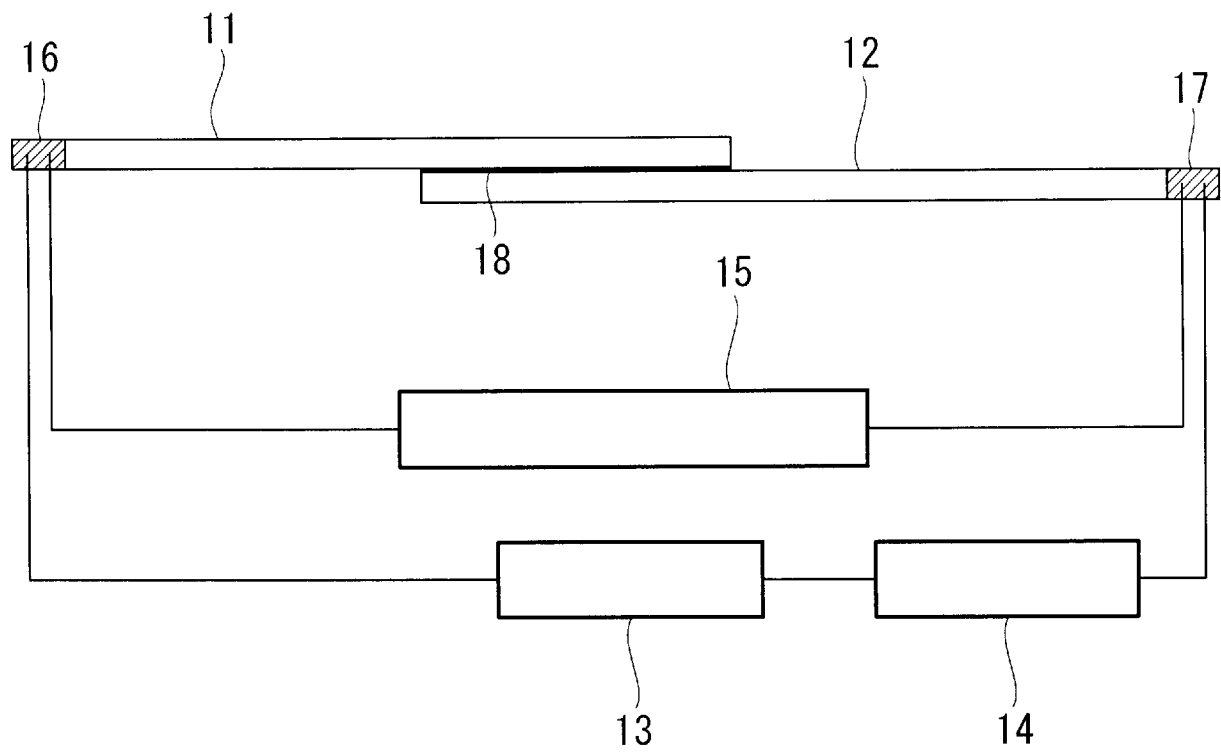
[図1]



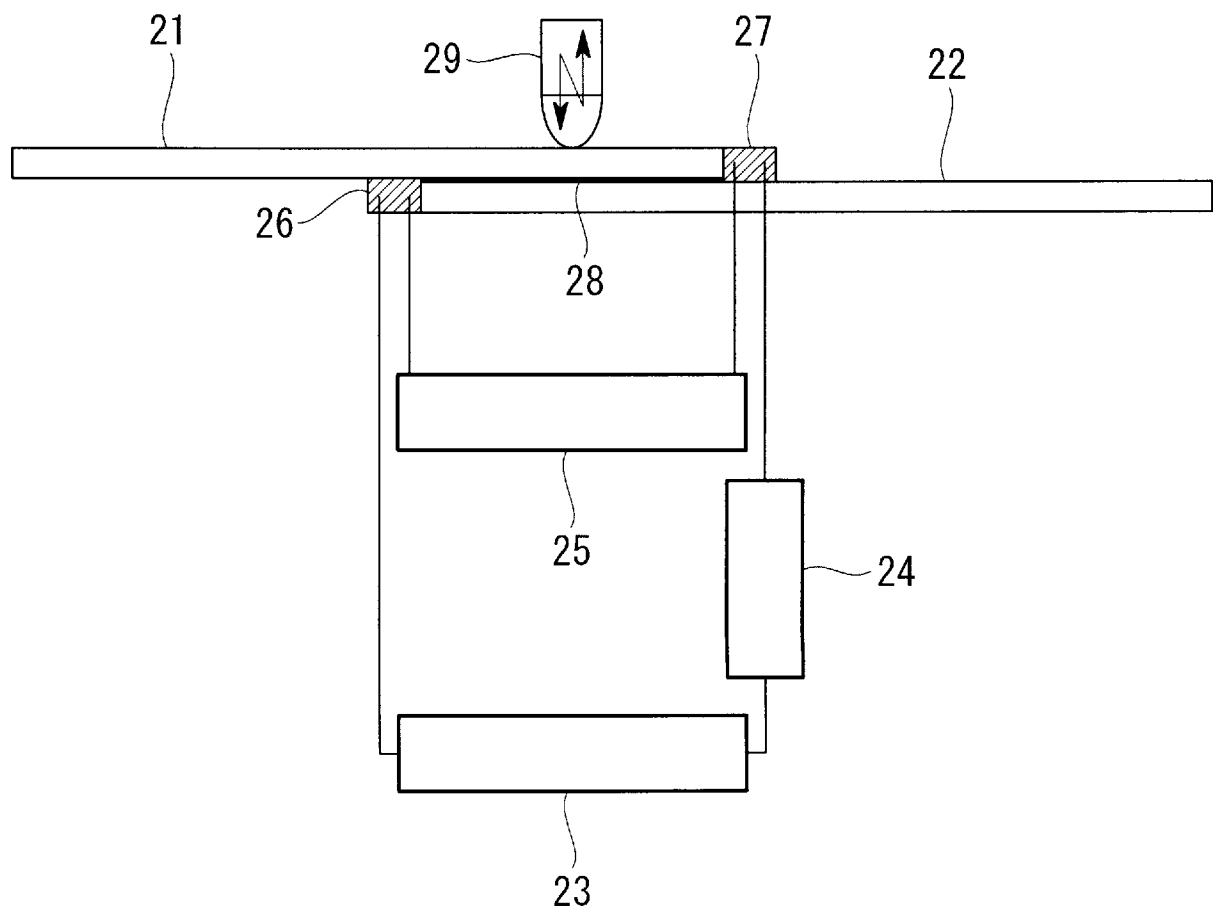
[図2]



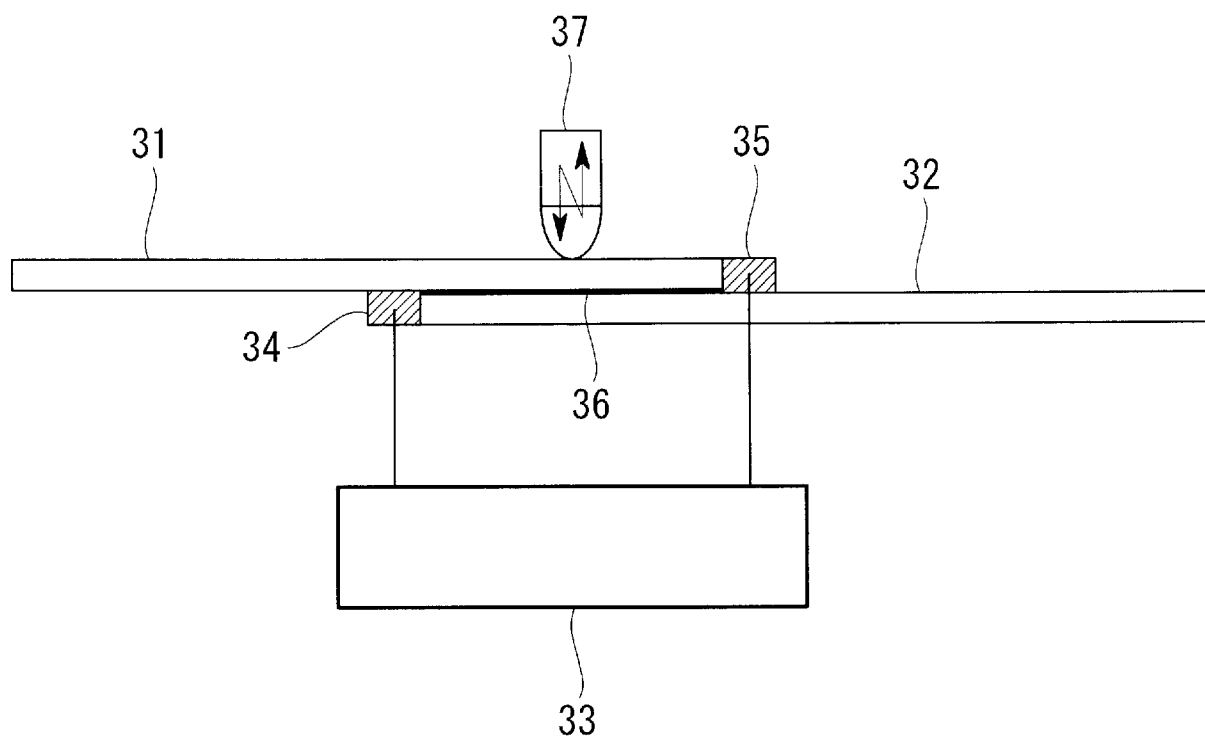
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075719

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N27/02(2006.01) i, G01N27/22(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)

G01N27/00-27/10, 27/14-27/24

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

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

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 10-332619 A (Misawa Homes Co., Ltd.), 18 December 1998 (18.12.1998), paragraphs [0001], [0010], [0014] to [0015]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-2 3-6
A	JP 2-275349 A (NOK Corp.), 09 November 1990 (09.11.1990), entire text; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-6
A	JP 9-89825 A (Toyota Motor Corp.), 04 April 1997 (04.04.1997), paragraphs [0001] to [0016]; fig. 1 to 12 (Family: none)	1-6

☒ 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 November 2016 (09.11.16)

Date of mailing of the international search report
22 November 2016 (22.11.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075719

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 11-77323 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 23 March 1999 (23.03.1999), paragraphs [0001] to [0036]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-6
A	JP 2008-142739 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 26 June 2008 (26.06.2008), paragraphs [0001] to [0052]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-6
A	JP 51-129281 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 10 November 1976 (10.11.1976), entire text; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-6
A	JP 3-60384 B2 (The Kansai Electric Power Co., Inc.), 13 September 1991 (13.09.1991), entire text; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-6
A	JP 8-122286 A (Orion Metal Co., Ltd.), 17 May 1996 (17.05.1996), paragraphs [0001] to [0160]; fig. 1 to 16 & US 5764859 A entire text; fig. 1 to 17(D)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N27/02(2006.01)i, G01N27/22(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. G01N27/00-27/10, 27/14-27/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 10-332619 A (ミサワホーム株式会社) 1998.12.18, 段落[0001], [0010], [0014]-[0015], 図 1-2 (ファミリーなし)	1-2 3-6
A	JP 2-275349 A (エヌオーケー株式会社) 1990.11.09, 全文, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 9-89825 A (トヨタ自動車株式会社) 1997.04.04, 段落[0001]-[0016], 図 1-12 (ファミリーなし)	1-6

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

09.11.2016

国際調査報告の発送日

22.11.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

塚本 丈二

2W

6003

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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 11-77323 A (古河電気工業株式会社) 1999.03.23, 段落[0001]-[0036], 図 1-6 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2008-142739 A (日産自動車株式会社) 2008.06.26, 段落[0001]-[0052], 図 1-8 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 51-129281 A (東京芝浦電気株式会社) 1976.11.10, 全文, 第 1-2 図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 3-60384 B2 (関西電力株式会社) 1991.09.13, 全文, 第 1-6 図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 8-122286 A (オリオン金属工業株式会社) 1996.05.17, 段落[0001]-[0160], 図 1-16 & US 5764859 A, 全文, FIGs. 1-17(D)	1-6