

(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  
2012年8月30日(30.08.2012)



(10) 国際公開番号  
WO 2012/115010 A1

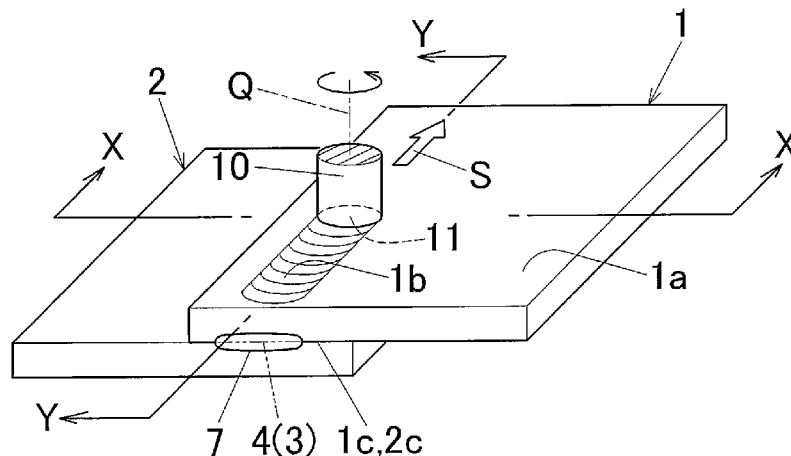
- (51) 国際特許分類:  
B23K 20/12 (2006.01) B29C 65/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053839
- (22) 国際出願日: 2012年2月17日(17.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2011-035001 2011年2月21日(21.02.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 昭和  
電工株式会社(SHOWA DENKO K.K.) [JP/JP]; 〒  
1058518 東京都港区芝大門一丁目13番9号  
Tokyo (JP). 古河スカイ株式会社(FURUKAWA-SKY  
ALUMINUM CORP.) [JP/JP]; 〒1018970 東京都千代  
田区外神田4丁目14番1号 Tokyo (JP). 国立大  
学法人大阪大学(OSAKA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒  
5650871 大阪府吹田市山田丘1番1号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 長野 喜隆  
(NAGANO Yoshitaka) [JP/JP]; 〒3238678 栃木県小山  
市犬塚1丁目480番地 昭和電工株式会社小  
山事業所内 Tochigi (JP). 岡田 俊哉(OKADA  
Toshiya) [JP/JP]; 〒1018970 東京都千代田区外神田  
4丁目14番1号 古河スカイ株式会社内  
Tokyo (JP). 中田 一博(NAKATA Kazuhiro) [JP/JP];  
〒5650871 大阪府吹田市山田丘1番1号 国立  
大学法人大阪大学内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 清水 義仁, 外(SHIMIZU Yoshihito et al.);  
〒5420081 大阪府大阪市中央区南船場3丁目4  
番26号 出光ナガホリビル Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,  
BB, BG, BH, 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,  
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, QA,  
RO, RS, RU, RW, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR BONDING METAL MEMBER AND RESIN MEMBER

(54) 発明の名称: 金属部材と樹脂部材との接合方法

[図1]



(57) Abstract: A metal member (1) and a resin member (2) are brought into contact without a resin layer being interposed therebetween. A rotation tool (10), while rotating, is inclined and pushed against a surface (1a) of the metal member (1) so that the inclination angle  $\theta$  of the axis (Q) of the rotation tool (10) relative to a normal line (P) of the surface (1a) of the metal member (1) satisfies the condition  $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$ . The metal member (1) is thereby conferred friction energy to bond the metal member (1) and the resin member (2).

(57) 要約: 金属部材(1)と樹脂部材(2)とを両者の間に樹脂層を介在させないで接触させる。そして、回転している回転ツール(10)を金属部材(1)の表面(1a)の法線(P)に対する回転ツール(10)の軸線(Q)の傾斜角 $\theta$ が $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$ の条件を満足するように傾斜させて金属部材(1)の表面(1a)に押し付けた状態にする。これにより、金属部材(1)に摩擦エネルギーを付与して、金属部材(1)と樹脂部材(2)とを接合する。

WO 2012/115010 A1

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

## 明 細 書

発明の名称： 金属部材と樹脂部材との接合方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、金属部材と樹脂部材との接合方法、及び金属部材と樹脂部材との接合継手に関する。

### 背景技術

[0002] 金属などの無機材料部材と熱可塑性樹脂部材との接合方法には、各種接着剤により接合する方法、及び、熱可塑性樹脂部材を加熱溶融させて接合する方法が知られている。

[0003] 接着剤により接合する方法は、その多くは、有機溶剤に溶解された樹脂成分を低粘度の状態では接着面に塗工して接合し、その後、乾燥して樹脂成分を固化させるものである。この方法では有機溶剤が大気中に排出されるため、大気汚染や地球温暖化の防止等の観点からこの方法は好ましくない。さらに、熱可塑性樹脂、特にポリオレフィン系の非極性樹脂やフッ素樹脂に代表される低表面張力の樹脂を含む接着剤は、十分な接着強度を得ることが困難である。また、ホットメルト型の接着剤は、有機溶剤を使わずに済む利点があるが、接着強度があまり高くないこと、接着剤が冷えないうちに塗工から接合まで完了する必要があるため大面積の接合が困難であること、などの難点がある。

[0004] 熱可塑性樹脂部材を加熱溶融させて接合する方法には、加熱による超音波接合、高周波誘導加熱による熱接合、外部熱源による加熱接合、樹脂自体を溶融成形する際に溶融状態の樹脂と無機材料を接触させる接合などがある。これらの接合は、いずれも材料自体の加熱及び冷却だけで接着できるので有機溶剤が不要で且つ強い接着強度を迅速に得られるという利点がある。これらの接合法のうち、超音波接合法は、ホーンと呼ばれる超音波振動子を樹脂部材に押接させることで無機／樹脂界面に付与された超音波振動と押付け圧力とを利用して接合を行うものであるが、この超音波接合法では連続的に延

びた接合部を形成することが困難であった。さらに、超音波接合法では、樹脂部材にホーンを押接させて超音波エネルギーを接合予定部に伝達させることで接合を行うので、樹脂部材の厚さが厚い場合にはこの超音波接合法を適用できないという難点がある。高周波誘導加熱による熱接合は、渦電流を利用して金属部材を加熱させる方式と樹脂部材の誘電損失を利用して金属部材を加熱させる方式とがある。金属部材を加熱させる方式は、鋼管の継手などに利用されるが、コイルの大きさに制約があり、また継手の形状がパイプなどの単純な形状に限定されるという難点がある。

[0005] 近年、摩擦エネルギーを利用した接合方法が開発されるようになっており、アルミニウム部材と樹脂部材との接合にも摩擦エネルギーを利用した接合方法の適用が検討されている。例えば、特開2009-279858号公報（特許文献1）は、アルミニウム部材と熱可塑性樹脂部材との接合方法を開示している。その接合方法を簡単に説明すると次のとおりである。

[0006] まず、アルミニウム部材の表面に、熱可塑性樹脂部材と相溶可能な厚さ0.1 $\mu$ m～50 $\mu$ mの熱可塑性樹脂層を形成する。次いで、アルミニウム部材の樹脂層を樹脂部材側にしてアルミニウム部材を樹脂部材に重ね合わせる。そして、アルミニウム部材側から円柱状の回転工具を回転させながらアルミニウム部材に押し当てることにより摩擦熱を発生させ、この摩擦熱によって樹脂層と樹脂部材との接触界面を加熱して樹脂層と樹脂部材とを相溶させる。その後、冷却することで樹脂層と樹脂部材とを一体化させ、これによりアルミニウム部材と樹脂部材とを接合する。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0007] 特許文献1：特開2009-279858号公報

### 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0008] この接合方法では、アルミニウム部材の表面に形成される樹脂層の樹脂は

、アルミニウム部材との密着性を高めるため変性樹脂であることが要求される。また、接合力は二つの樹脂の相溶により得られるので、接合可能な樹脂の種類が制限される。また、アルミニウム部材の全表面のうち樹脂層が形成された部分だけに樹脂部材が接合されるので、樹脂部材のアルミニウム部材への接合箇所が制限される。

[0009] 本発明は、上述した技術背景に鑑みてなされたもので、その目的は、金属部材と樹脂部材とを両者の間に樹脂層を介在させずに即ち直接的に接合可能な金属部材と樹脂部材との接合方法、及び金属部材と樹脂部材との接合継手を提供することにある。

[0010] 本発明のその他の目的及び利点は、以下の好ましい実施形態から明らかにされるであろう。

#### 課題を解決するための手段

[0011] 本発明は以下の手段を提供する。

[0012] [1] 金属部材と樹脂部材とを両者の間に樹脂層を介在させないで接触させ、

回転している回転ツールを金属部材の表面の法線に対する回転ツールの軸線の傾斜角 $\theta$ が $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$ の条件を満足するように傾斜させて金属部材の表面に押し付けた状態にすることにより金属部材に付与された摩擦エネルギーによって、金属部材と樹脂部材とを接合することを特徴とする金属部材と樹脂部材との接合方法。

[0013] [2] 前記回転ツールの先端面の直径を $D$ 、金属部材の厚さを $t$ とするとき、前記回転ツールは $5t \leq D \leq 20t$ の条件を満足したものである前項1記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

[0014] [3] 前記回転ツールは大気中において金属部材の表面に押し付けられる前項1又は2記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

[0015] [4] 前記摩擦エネルギーによって、金属部材と樹脂部材との接触界面を樹脂部材の融点以上で且つ金属部材の融点未満の温度に加熱して、金属部材と樹脂部材とを接合する前項1～3のいずれかに記載の金属部材と樹脂部

材との接合方法。

[0016] [5] 前記回転ツールを傾斜させて金属部材の表面に押し付けた状態で回転ツールをその傾斜方向とは反対側に金属部材に対して相対的に移動させる前項 1～4 のいずれかに記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

[0017] [6] 前記回転ツールの先端面に該先端面の直径よりも小径のプローブが突設されており、

前記摩擦エネルギーと、前記回転ツールを金属部材に押し付ける際に金属部材中に埋入された前記プローブで金属部材の材料を攪拌することで発生する第 2 摩擦エネルギーとによって、金属部材と樹脂部材とを接合する前項 1～5 のいずれかに記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

[0018] [7] 金属部材と樹脂部材とを両者の間に樹脂層を介在させないで且つ重ね合わせ状態にして接触させる前項 1～6 のいずれかに記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

[0019] [8] 金属部材と樹脂部材とを両者の間に樹脂層を介在させないで且つ重ね合わせ状態にして接触させ、

前記回転ツールを傾斜させて金属部材の表面に押し付けた後、回転ツールを金属部材に対して相対的に金属部材の表面と平行な方向に移動させずに回転ツールの金属部材への押付けを解除することにより、金属部材と樹脂部材とを重ね点接合する前項 1～4 のいずれかに記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

[0020] [9] 前記回転ツールの先端面に該先端面の直径よりも小径のプローブが突設されており、

前記摩擦エネルギーと、前記回転ツールを金属部材に押し付ける際に金属部材中に埋入された前記プローブで金属部材の材料を攪拌することで発生する第 2 摩擦エネルギーとによって、金属部材と樹脂部材とを接合する前項 8 記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

[0021] [10] 金属部材と樹脂部材とを両者の間に樹脂層を介在させないで且つ突き合わせ状態にして接触させる前項 1～6 のいずれかに記載の金属部材

と樹脂部材との接合方法。

[0022] [11] 金属部材は、樹脂部材との接触面に陽極酸化処理が施されたものである前項1～10のいずれかに記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

[0023] [12] 金属部材と樹脂部材との相互接触面のうち少なくとも一方の接触面には、接合前にコロナ放電処理が施されている前項1～11のいずれかに記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

[0024] [13] 前項1～12のいずれかに記載の金属部材と樹脂部材との接合方法により得られた金属部材と樹脂部材との接合継手。

### 発明の効果

[0025] 本発明は以下の効果を奏する。

[0026] 上記[1]の接合方法によれば、金属部材と樹脂部材とを両者の間に樹脂層を介在させないで接触させるので、樹脂層を用いない分、安価に且つ容易に接合を行うことができるし、金属部材と接合可能な樹脂部材の種類が増加する。さらに、金属部材と樹脂部材とを任意の箇所で接合することができる。

[0027] しかも、金属部材の表面の法線に対する回転ツールの軸線の傾斜角 $\theta$ が $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$ の条件を満足するように回転ツールを傾斜させて押し付けた状態にすることにより、接合に必要な単位面積当たりの摩擦エネルギーを確保することができ、これにより金属部材と樹脂部材とを強固に接合することができるし、更に、金属部材の減肉による接合強度の低下を防止することができる。

[0028] 上記[2]の接合方法によれば、回転ツールが所定の条件を満たしたものであることにより、様々な厚さの金属部材について樹脂部材と確実に強固に接合することができる。

[0029] 上記[3]の接合方法によれば、回転ツールは大気中において金属部材の表面に押し付けられることにより、樹脂部材の材料がOH基やカルボキシル基等の極性基を含まない場合でも、金属部材と樹脂部材とを強固に接合する

ことができる。

[0030] 上記 [ 4 ] の接合方法によれば、摩擦エネルギーによって、金属部材と樹脂部材との接触界面を樹脂部材の融点以上で且つ金属部材の融点未満の温度に加熱することにより、金属部材と樹脂部材とを更に確実に接合することができる。

[0031] 上記 [ 5 ] の接合方法によれば、回転ツールを傾斜させて金属部材の表面に押し付けた状態で回転ツールを金属部材に対して相対的に移動させることにより、金属部材と樹脂部材との接合部を線状に形成することができ、これにより金属部材と樹脂部材との接合強度を向上させることができる。しかも、回転ツールの金属部材に対する相対的な移動方向が該回転ツールの傾斜方向とは反対側であることにより、金属部材の表面が回転ツールの接合方向前方側の部分で切削された状態になるのを防止することができ、これにより、金属部材に摩擦エネルギーを確実に付与することができる。

[0032] 上記 [ 6 ] の接合方法によれば、金属部材に付与する摩擦エネルギーの総量を増大させることができる。その結果、金属部材が厚かったり金属部材と樹脂部材との接触界面が金属部材の回転ツールとの接触部から大きく離れていたりする場合でも、金属部材と樹脂部材との接触界面が確実に加熱されるようになり、これにより、金属部材と樹脂部材とを更に確実に強固に接合することができる。

[0033] 上記 [ 7 ] の接合方法によれば、金属部材と樹脂部材との重ね継手を得ることができる。

[0034] 上記 [ 8 ] の接合方法によれば、金属部材と樹脂部材とを確実に重ね点接合することができる。

[0035] 上記 [ 9 ] の接合方法によれば、金属部材に付与する摩擦エネルギーの総量を増大させることができる。その結果、金属部材が厚かったり金属部材と樹脂部材との接触界面が金属部材の回転ツールとの接触部から大きく離れていたりする場合でも、金属部材と樹脂部材との接触界面が確実に加熱されるようになり、これにより、金属部材と樹脂部材とを更に確実に強固に接合す

ることができる。

[0036] 上記 [10] の接合方法によれば、金属部材と樹脂部材との突き合わせ継手を得ることができる。

[0037] 前項 [11] の接合方法では、金属部材は、樹脂部材との接触面に陽極酸化処理が施されたものであることにより、金属部材と樹脂部材とを更に強固に接合することができる。

[0038] 前項 [12] の接合方法では、金属部材と樹脂部材との相互接触面のうち少なくとも一方の接触面に接合前にコロナ放電処理が施されていることにより、金属部材の表面の汚染物質を除去することができるし、樹脂部材の表面にOH基やカルボキシル基等の極性基を生成することができる。これにより、金属部材と樹脂部材とを更に強固に接合することができる。

[0039] 前項 [13] の金属部材と樹脂部材との接合継手によれば、金属部材と樹脂部材との接合の際に本発明に係る金属部材と樹脂部材との接合方法についての効果を奏する。

### 図面の簡単な説明

[0040] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係る金属部材と樹脂部材との接合方法を説明する図であって、金属部材と樹脂部材とを重ね接合する途中の状態の斜視図である。

[図2A]図2Aは、図1中のX-X線断面図である。

[図2B]図2Bは、図1中のY-Y線断面図である。

[図3]図3は、本発明の第2実施形態に係る金属部材と樹脂部材との接合方法として、金属部材と樹脂部材とを重ね点接合する方法を説明する斜視図である。

[図4]図4は、本発明の第3実施形態に係る金属部材と樹脂部材との接合方法を説明する図であって、金属部材と樹脂部材とを重ね接合する途中の状態の断面図である。

[図5]図5は、本発明の第4実施形態に係る金属部材と樹脂部材との接合方法を説明する図であって、金属部材と樹脂部材とを突き合わせ接合する途中の

状態の断面図である。

[図6]図6は、引張剪断試験に用いた試験片の斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0041] 次に、本発明の幾つかの実施形態について図面を参照して以下に説明する。

[0042] 図1～2Bは、本発明の第1実施形態に係る金属部材と樹脂部材との接合方法を説明する図である。これらの図において、1は金属部材、2は樹脂部材である。なお、これらの図面では、本実施形態を理解し易くするため、金属部材1及び樹脂部材2の厚さは厚く描かれている。

[0043] 金属部材1は板状（詳述すると平板状）である。金属部材1の材料は、アルミニウム、アルミニウム合金、マグネシウム合金、チタン、チタン合金、銅、銅合金、鉄、鋼、表面処理鋼などの金属である。

[0044] 図2Aにおいて、 $t$ は金属部材1の厚さである。金属部材1の厚さ $t$ は限定されるものではないが、特に0.3mm以上であることが望ましい。その理由は、金属部材1の厚さ $t$ が0.3mm以上である場合、金属部材1に摩擦エネルギーを付与した際に金属部材1の変形が生じるのを確実に防止することができるからである。金属部材1の厚さ $t$ の上限も限定されるものではなく、通常10mmである。

[0045] 樹脂部材2は板状（詳述すると平板状）である。樹脂部材2の材料は、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、エチレン-アクリル酸コポリマー（EAA）、エンジニアリングプラスチック、フッ素樹脂（例：ポリテトラフルオロエチレン）、超高分子量ポリエチレンなどの樹脂である。樹脂部材2の厚さは例えば1～20mmである。また、樹脂部材2の融点は金属部材1の融点よりも低くなっている。

[0046] 本第1実施形態では、金属部材1の厚さ $t$ と樹脂部材2の厚さは等しくものとする。ただし本発明では、金属部材1の厚さ $t$ と樹脂部材2の厚さが等しい場合に限定されるものではなく、相異していても良い。

[0047] 図1では、樹脂部材2は大気中においてテーブル（図示せず）上に水平状

に載置されている。そして、この樹脂部材 2 の端部上に水平状に配置された金属部材 1 の端部が大気中において重ね合わされている。このように金属部材 1 と樹脂部材 2 とが重ね合わされた状態において、金属部材 1 と樹脂部材 2 との間には上記先行技術に記載のような中間層としての樹脂層は介在されていない。すなわち、金属部材 1 と樹脂部材 2 とは両者の間に樹脂層を介在させないで（即ち直接的に）且つ互いに重ね合わせ状態にして接触している。

[0048] このように金属部材 1 と樹脂部材 2 とを重ね合わせた状態で、樹脂部材 2 ではなく金属部材 1 に摩擦エネルギーを付与し、これにより、金属部材 1 と樹脂部材 2 とを接合する。

[0049] 本第 1 実施形態では、金属部材 1 に摩擦エネルギーを付与する手段として、回転ツール 10 が用いられている。この回転ツール 10 は、2 つの金属部材同士の接合に広く適用されている摩擦攪拌接合法に用いられる接合ツールとしての回転ツールからピン状プローブを取り除いたものであることが望ましい。すなわち、この回転ツール 10 は、円柱状に形成されるとともに、その軸線 Q を中心に回転駆動し得るように構成されている。さらに、この回転ツール 10 は、その先端面 11 を金属部材 1 との接触部とするものである。回転ツール 10 の先端面 11 は、その外周縁部が軸線 Q に対して垂直な平面上に存在するように形成されており、本第 1 実施形態では先端面 11 は軸線 Q に対して垂直に形成されている。図 2 A において、D は、回転ツール 10 の先端面 11 の直径である。

[0050] さらに、本第 1 実施形態では、回転ツール 10 の先端面 11 の中心部に摩擦攪拌接合用接合ツールのようなピン状プローブは突設されていない。また、回転ツール 10 は、金属部材 1 よりも硬質で且つ接合時に発生する摩擦エネルギーとしての摩擦熱に耐えうる耐熱材料で形成されている。

[0051] 金属部材 1 と樹脂部材 2 とを接合する場合には、まず、この回転ツール 10 を高速で回転させる。そして、図 2 B に示すように、回転ツール 10 を金属部材 1 の表面 1 a の法線 P に対する回転ツール 10 の軸線 Q の傾斜角  $\theta$  が

$0^\circ < \theta \leq 5^\circ$  の条件を満足するように傾斜させるとともに、金属部材 1 と樹脂部材 2 とが密着するように即ち金属部材 1 と樹脂部材 2 との重ね合わせ界面 4（接触界面 3）が加圧されるように、大気中において金属部材 1 の表面（上面）1 a に回転ツール 10 の先端面 11 を金属部材 1 の上側から下方向に押し付ける。これにより、回転ツール 10 の先端面 11 における回転ツール 10 の傾斜側の部分が金属部材 1 中にその表面 1 a から僅かに埋入されるとともに、該先端面 11 における回転ツール 10 の傾斜側とは反対側の部分が金属部材 1 の表面 1 a から僅かに浮いた状態になって、金属部材 1 の表面 1 a における回転ツール 10 の先端面 11 との接触部 1 b に摩擦エネルギーとしての摩擦熱が発生する。

[0052] すると、この摩擦熱が接触部 1 b から金属部材 1 と樹脂部材 2 との重ね合わせ界面 4 に伝導するとともに、この摩擦熱によって重ね合わせ界面 4 が樹脂部材 2 の融点以上で且つ金属部材 1 の融点未満の温度に加熱され、これにより重ね合わせ界面 4 で樹脂部材 2 が局部的に溶融する。そして、傾斜された回転ツール 10 の先端面 11 を金属部材 1 の表面 1 a に押し付けた状態のままで、回転ツール 10 をその傾斜方向とは反対側に金属部材 1 の端部に沿って即ち接合線に沿って金属部材 1 に対して相対的に移動させる。この相対的な移動方向が接合方向 S であり、これは金属部材 1 の表面 1 a と平行な方向である。本第 1 実施形態では、金属部材 1 及び樹脂部材 2 の位置を固定しておき、回転ツール 10 を接合方向 S に移動させている。

[0053] 重ね合わせ界面 4 で局部的に溶融した樹脂部材 2 の溶融部分は、回転ツール 10 が移動することで摩擦熱を失って冷却され、これにより金属部材 1 と樹脂部材 2 とが重ね合わせ界面 4 で局部的に接合される。図 2 A 及び 2 B において、7 は、金属部材 1 と樹脂部材 2 との接合部である。なお、これらの図では、この接合部 7 は、他の部分と区別し易くするためドットハッチングで図示されている。そして、この接合部 7 は、回転ツール 10 の移動に伴い回転ツール 10 の移動軌跡線に沿って連続的に線状に形成されていく。その結果、金属部材 1 と樹脂部材 2 との接合面積が増大し、即ち接合強度が増大

する。

[0054] 回転ツール10の先端面11が所定の接合終端位置まで到達したら、回転ツール10を金属部材1に対して相対的に上昇させることにより、回転ツール10の先端面11を金属部材1の表面1aから離して回転ツール10の金属部材1への押付けを解除する。これにより、金属部材1と樹脂部材2との接合が終了する。

[0055] 以上のように、金属部材1と樹脂部材2とが重ね合わせ界面4で回転ツール10の移動軌跡線に沿って接合されることにより、金属部材1と樹脂部材2との接合継手としての重ね継手が得られる。

[0056] 上記第1実施形態の接合方法の接合条件は、金属部材1及び樹脂部材2の材料の種類、厚さ等に応じて設定されるものであり、通常、次のとおりである。すなわち、回転ツール10の先端面11の直径Dは10～30mm、回転ツール10の回転速度は1000～5000回転/min、接合速度（即ち回転ツール10の移動速度）は200～1000mm/minである。

[0057] ここで、接合の際には、金属部材1の表面1aの法線Pに対する回転ツール10の軸線Qの傾斜角 $\theta$ は $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$ の条件を満足している必要がある。その理由は後述する。なお、傾斜角 $\theta$ は摩擦攪拌接合の技術分野でいう「前進角」に対応する。

[0058] 上記第1実施形態の接合方法の接合原理は次のとおりであると考えられる。

[0059] 金属部材1の全表面には一般に金属酸化皮膜が存在している。すなわち、例えば、金属部材1の材料がアルミニウム又はその合金である場合には酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ ) の皮膜が存在しており、マグネシウム又はその合金である場合には酸化マグネシウム ( $MgO$ ) の皮膜が存在しており、チタンである場合にはチタン酸化物の皮膜が存在しており、銅である場合には銅酸化物の皮膜が存在しており、鉄や鋼である場合には鉄酸化物の皮膜が存在している。特に、金属部材1は、その全表面のうち少なくとも樹脂部材2との接触面に陽極酸化処理が施されたものであることが望ましく、これにより

、金属部材 1 の樹脂部材 2 との接触面に金属酸化皮膜を積極的に存在させて、金属部材 1 と樹脂部材 2 とを確実に接合することができる。

[0060] 樹脂部材 2 の材料は、炭素と水素が直鎖状に並んだ高分子化合物、あるいは水素の一部が他の元素又は原子団で置換された高分子化合物を含んでいる。特に、樹脂部材 2 の材料は、水素の一部が原子団としてのカルボキシル基 (COOH) で置換された高分子化合物を含んでいることが、金属部材 1 と樹脂部材 2 とを確実に接合し得る点で望ましい。

[0061] このような金属部材 1 と樹脂部材 2 とを直接的に重ね合わせ、次いで上記第 1 実施形態のように金属部材 1 に摩擦エネルギー (摩擦熱) を付与すると、金属部材 1 と樹脂部材 2 との重ね合わせ界面 4 が急速に加熱される。これにより、重ね合わせ界面 4 において樹脂部材 2 のカルボキシル基 (COOH) の H が解離し、そして、金属部材 1 の表面に存在する金属酸化皮膜中の酸素と COO- とが結合することにより、金属部材 1 と樹脂部材 2 とが重ね合わせ界面 4 で接合されると考えられる。もし樹脂部材 2 の材料がカルボキシル基を殆ど含まれていないで樹脂部材 2 の表面にカルボキシル基が殆ど存在しない場合でも、大気中において接合を行えば、樹脂部材 2 の材料がカルボキシル基を含んでいる場合と同様の効果を得ることができる。

[0062] 而して、上記第 1 実施形態の接合方法によれば、金属部材 1 と樹脂部材 2 とを両者に樹脂層を介在させないで且つ重ね合わせ状態にして接触させるので、樹脂層を用いない分、安価に且つ容易に接合を行うことができるし、金属部材 1 と接合可能な樹脂部材 2 の種類が増加する。さらに、金属部材 1 と樹脂部材 2 を任意の箇所で見合させることができる。

[0063] さらに、接合の際には、金属部材 1 の表面 1 a の法線 P に対する回転ツール 10 の軸線 Q の傾斜角  $\theta$  は  $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$  の条件を満足していることにより、次の利点がある。

[0064] すなわち、もし  $\theta$  が  $0^\circ$  である場合 (即ち  $\theta = 0^\circ$ )、回転ツール 10 の先端面 11 の全面が金属部材 1 の表面 1 a に接触するため、接合に必要な単位面積当たりの摩擦エネルギーが不足するし、更に、回転ツール 10 を相対

的に接合方向Sに移動させる際に回転ツール10の先端面11における回転ツール10の傾斜側とは反対側の部分（即ち先端面11の接合方向S前方側の部分）で金属部材1の表面1aが切削された状態となって摩擦エネルギーとしての摩擦熱が不足し、その結果、金属部材1と樹脂部材2とを強固に接合することができなくなる。一方、 $\theta$ が $5^\circ$ を超える場合（即ち $\theta > 5^\circ$ ）、回転ツール10の先端面11における回転ツール10の傾斜側の部分が金属部材1に過度に押し込まれることによって、金属部材1が減肉して接合強度が低下する。したがって、 $\theta$ は $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$ の条件を満足している必要があり、こうすることにより、接合に必要な単位面積当たりの摩擦エネルギーを確保することができ、これにより金属部材1と樹脂部材2とを強固に接合することができるし、更に、金属部材1の減肉による接合強度の低下を防止することができる。

[0065] さらに、摩擦エネルギーが、回転している回転ツール10を金属部材1の表面1aに押し付けることで発生する摩擦熱であるから、摩擦エネルギーを金属部材1の必要な部位だけに局部的に且つ容易に付与することができる。

[0066] さらに、回転ツール10は $5t \leq D \leq 20t$ （ただし、D：回転ツール10の先端面11の直径、t：金属部材1の厚さ）を満足したものをを用いるのが望ましい。こうすることにより、様々な厚さの金属部材1について樹脂部材2と確実に強固に接合することができる。

[0067] さらに、摩擦エネルギーによって、金属部材1と樹脂部材2との重ね合わせ界面4を樹脂部材2の融点以上で且つ金属部材1の融点未満の温度に加熱することにより、金属部材1と樹脂部材2とを更に確実に強固に接合することができる。

[0068] さらに、回転ツール10を傾斜させてその先端面11を金属部材1の表面1aに押し付けた状態で回転ツール10をその傾斜方向とは反対側に金属部材1に対して相対的に移動させることにより、金属部材1と樹脂部材2との接合部7を線状に形成することができ、これにより、金属部材1と樹脂部材2との接合強度を向上させることができる。しかも、回転ツール10の金属

部材 1 に対する相対的な移動方向が該回転ツール 10 の傾斜方向とは反対側であることにより、金属部材 1 の表面 1 a における回転ツール 10 の接合方向 S 前方側で該表面 1 a が切削された状態になるのを防止することができ、これにより、金属部材 1 に摩擦エネルギーを確実に付与することができ、その結果、金属部材 1 と樹脂部材 2 とを更に確実に強固に接合することができる。

[0069] さらに、本第 1 実施形態では、金属部材 1 は、少なくとも樹脂部材 2 との接触面 1 c に陽極酸化処理が施されたものであることが望ましい。こうすることにより、金属部材 1 と樹脂部材 2 とを更に強固に接合することができる。

[0070] さらに、金属部材 1 と樹脂部材 2 との相互接触面（相互重ね合わせ面） 1 c、2 c のうち少なくとも一方の接触面（重ね合わせ面）には、接合前に予めコロナ放電処理が施されていることが望ましい。こうすることにより、金属部材 1 と樹脂部材 2 とを更に強固に接合することができる。すなわち、コロナ放電処理とは、絶縁された電極と誘電体ロールとの間に部材 1、2 を通し、電極と誘電体ロールとの間に高周波及び高電圧を印加して大気中にてコロナ放電を発生させることにより行われる処理であり、そのコロナ放電電子を部材 1、2 の接触面 1 c、2 c に照射することによりコロナ放電の発生と共にラジカル酸素等が生じる。これにより、金属部材 1 の接触面 1 c の汚染物質を除去するとともに、樹脂部材 2 の接触面 2 c に OH 基や COOH 基等の極性基を生成し、金属部材 1 と樹脂部材 2 との接合を補助する。その結果、金属部材 1 と樹脂部材 2 とを更に強固に接合することが可能となる。

[0071] 図 3 の第 2 実施形態は、金属部材 1 と樹脂部材 2 とを重ね点接合する場合を示している。本第 2 実施形態について、上記第 1 実施形態との相異点を中心に以下に説明する。

[0072] 本第 2 実施形態では、回転している回転ツール 10 の先端面 11 を回転ツール 10 を傾斜させて金属部材 1 の表面 1 a に押し付けた後、回転ツール 10 を金属部材 1 に対して相対的に金属部材 1 の表面 1 a と平行な方向に移動

させずに該回転ツール10を金属部材1に対して相対的に上昇させることにより回転ツール10の先端面11を金属部材1の表面1aから離して、回転ツール10の金属部材1への押付けが解除される。これにより、金属部材1と樹脂部材2とが両者の重ね合わせ界面4で線状ではなく点状に接合される。その結果、金属部材1と樹脂部材2との重ね点継手を得られる。本第2実施形態の他の工程は、上記第1実施形態と同じである。

[0073] ここで、本第2実施形態でも上記第1実施形態と同様の理由により、金属部材1は、樹脂部材2との接触面1cに陽極酸化処理が施されたものであることが望ましい。さらに、金属部材1と樹脂部材2との相互接触面（相互重ね合わせ面）1c、2cのうち少なくとも一方の接触面（重ね合わせ面）には、接合前に予めコロナ放電処理が施されていることが望ましい。

[0074] 図4の第3実施形態は、金属部材1の厚さが厚い場合を示している。本第3実施形態について、上記第1実施形態との相異点を中心に以下に説明する。

[0075] 本第3実施形態では、金属部材1の厚さは上記第1実施形態の金属部材の厚さよりも厚くなっている。回転ツール10の先端面11の中心部には、先端面11の直径よりも径小のピン状プローブ12が回転ツール10の軸線Qに沿って一体に突設されており、回転ツール10が回転すると、プローブ12も回転ツール10と一体に回転するように構成されている。プローブ12の断面形状は円形状、楕円形状、多角形状などである。プローブ12の長さは金属部材1の厚さよりも短く設定されている。

[0076] 図4では、回転している回転ツール10の先端面11は、回転ツール10が金属部材1の表面1aの法線に対して傾斜した状態で金属部材1の表面1aに押し付けられており、また、回転しているプローブ12は回転ツール10の先端面11が金属部材1の表面1aに押し付けられた際に金属部材1中に埋入されている。

[0077] 本第3実施形態では、回転ツール10の先端面11を金属部材1の表面1aに押し付けることで発生する第1摩擦エネルギーとしての第1摩擦熱と、

金属部材 1 中に埋入されたプローブ 1 2 で金属部材 1 の材料を攪拌することで発生する第 2 摩擦エネルギーとしての第 2 摩擦熱とによって、金属部材 1 と樹脂部材 2 との重ね合わせ界面 4 が樹脂部材 2 の融点以上で且つ金属部材 1 の融点未満の温度に加熱される。これにより、金属部材 1 と樹脂部材 2 とが重ね合わせ界面 4 で接合される。その結果、金属部材 1 と樹脂部材 2 との重ね継手が得られる。本第 3 実施形態の他の工程は、上記第 1 実施形態と同じである。

[0078] ここで、本第 3 実施形態でも上記第 1 実施形態と同様の理由により、金属部材 1 は、樹脂部材 2 との接触面 1 c に陽極酸化処理が施されたものであることが望ましい。さらに、金属部材 1 と樹脂部材 2 との相互接触面（相互重ね合わせ面） 1 c、2 c のうち少なくとも一方の接触面（重ね合わせ面）には、接合前に予めコロナ放電処理が施されていることが望ましい。

[0079] 図 5 の第 4 実施形態は、金属部材 1 と樹脂部材 2 とを突き合わせ接合する場合を示している。本第 4 実施形態について、上記第 1 実施形態との相異点を中心に以下に説明する。

[0080] 本第 4 実施形態では、金属部材 1 と樹脂部材 2 とは両者の間に樹脂層を介在させないで且つ突き合わせ状態にして大気中においてテーブル（図示せず）上に水平状に載置されている。すなわち、金属部材 1 の端部の端面と樹脂部材 2 の端部の端面とは直接的に接触している。

[0081] 回転ツール 1 0 の先端面 1 1 の中心部には、上記第 3 実施形態の回転ツールと同様に先端面 1 1 の直径よりも径小のピン状プローブ 1 2 が回転ツール 1 0 の軸線 Q に沿って一体に突設されている。プローブ 1 2 の長さは金属部材 1 の厚さよりも短く設定されている。

[0082] 図 5 では、回転している回転ツール 1 0 の先端面 1 1 は、回転ツール 1 0 が金属部材 1 の表面 1 a の法線に対して傾斜した状態で金属部材 1 と樹脂部材 2 との突き合わせ界面 5（接触界面 3）の近傍における金属部材 1 の表面 1 a に押し付けられており、また、回転しているプローブ 1 2 は回転ツール 1 0 の先端面 1 1 が金属部材 1 の表面 1 a に押し付けられた際に金属部材 1

中に埋入されている。本第4実施形態では、回転ツール10の先端面11を金属部材1に押し付けることで発生する第1摩擦エネルギーとしての第1摩擦熱と、金属部材1中に埋入されたプローブ12で金属部材1の材料を攪拌することで発生する第2摩擦エネルギーとしての第2摩擦熱とによって、金属部材1と樹脂部材2との突き合わせ界面5が樹脂部材2の融点以上で且つ金属部材1の融点未満の温度に加熱される。これにより、金属部材1と樹脂部材2とが突き合わせ界面5で接合される。さらに、回転ツール10が突き合わせ界面5の延びる方向と平行に金属部材1に対して相対的に移動させる。これにより、接合部7が線状に形成される。その結果、金属部材1と樹脂部材2との接合継手としての突き合わせ継手が得られる。本第4実施形態の他の工程は、上記第1実施形態と同じである。

[0083] ここで、本第4実施形態でも上記第1実施形態と同様の理由により、金属部材1は、樹脂部材2との接触面1cに陽極酸化処理が施されたものであることが望ましい。さらに、金属部材1と樹脂部材2との相互接触面（相互突き合わせ面）1c、2cのうち少なくとも一方の接触面（突き合わせ面）には、接合前に予めコロナ放電処理が施されていることが望ましい。

[0084] 上記第3及び第4実施形態によれば、回転ツール10の先端面11にプローブ12が突設されているので、金属部材1の厚さが厚かったり金属部材1と樹脂部材2との接触界面3（即ち、重ね合わせ界面4又は突き合わせ界面5）が金属部材1の回転ツール10との接触部1bから大きく離れていたりする場合でも、金属部材1と樹脂部材2との接触界面3が確実に加熱され、これにより、金属部材1と樹脂部材2とを更に確実に強固に接合することができる。なお、回転ツール10のプローブ12の長さは、金属部材1の厚さや、金属部材1の回転ツール10との接触部1bから金属部材1と樹脂部材2との接触界面3までの距離に応じて設定される。

[0085] 以上で本発明の幾つかの実施形態を説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において様々に変更可能である。

[0086] また本発明では、上記第1及び2実施形態で用いた回転ツール10は、上記第3実施形態で用いた回転ツールのようにその先端面11にプローブ12が突設されたものであっても良い。

[0087] また、本発明では、回転ツール10の位置を固定しておき、金属部材1及び樹脂部材2を移動させることにより、接合を行っても良い。

### 実施例

[0088] 次に、本発明の具体的な実施例及び比較例を以下に示す。ただし、本発明は以下に示した実施例に限定されるものではない。また、以下の説明文では、実施例及び比較例を理解し易くするため、上記第1実施形態と同じ符号が用いられている。

[0089]

[表1]

	金属部材の材料	樹脂部材の材料	傾斜角 $\theta$ (°)	引張剪断試験結果
実施例1	アルミ合金A2017	EAA	3	○
実施例2	アルミ合金AC4C	EAA	3	○
実施例3	アルミ合金A2017(陽極酸化処理済み)	EAA	3	○
実施例4	アルミ合金A2017(陽極酸化処理済み)	PE	3	○
実施例5	マグネ合金AZ31	EAA	3	○
実施例6	アルミ合金A2017	EAA	1	○
実施例7	アルミ合金AC4C	EAA	1	○
実施例8	アルミ合金A2017(陽極酸化処理済み)	EAA	1	○
実施例9	アルミ合金A2017(陽極酸化処理済み)	PE	1	○
実施例10	マグネ合金AZ31	EAA	1	○
実施例11	アルミ合金A2017	EAA	5	○
実施例12	アルミ合金AC4C	EAA	5	○
実施例13	アルミ合金A2017(陽極酸化処理済み)	EAA	5	○
実施例14	アルミ合金A2017(陽極酸化処理済み)	PE	5	○
実施例15	マグネ合金AZ31	EAA	5	○
比較例1	アルミ合金A2017	EAA	0	×
比較例2	アルミ合金AC4C	EAA	0	×
比較例3	アルミ合金A2017(陽極酸化処理済み)	EAA	0	×
比較例4	アルミ合金A2017(陽極酸化処理済み)	PE	0	×
比較例5	マグネ合金AZ31	EAA	0	×
比較例6	アルミ合金A2017	EAA	6	△
比較例7	アルミ合金AC4C	EAA	6	△
比較例8	アルミ合金A2017(陽極酸化処理済み)	EAA	6	△
比較例9	アルミ合金A2017(陽極酸化処理済み)	PE	6	△
比較例10	マグネ合金AZ31	EAA	6	△

[0090] <実施例1～15、比較例1～10>

様々な材料製の平板状金属部材1と様々な材料製の平板状樹脂部材2とを

準備した。準備した金属部材 1 及び樹脂部材 2 の材料は、それぞれ表 1 中の「金属部材の材料」及び「樹脂部材の材料」欄に示したとおりである。

[0091] 表 1 中の「金属部材の材料」欄において、「アルミ合金」の語の後に記載された記号はアルミニウム合金記号である。また、アルミニウム合金記号の「A 2 0 1 7」は展伸材であり、一方、「A C 4 C」は鋳造材である。また、「陽極酸化処理済み」とは、アルミニウム合金の金属部材の全表面に公知の方法により陽極酸化処理が施されたものである。「マグネ合金」の語の後に記載された記号「A Z 3 1」はマグネシウム合金記号である。アルミニウム合金 A 2 0 1 7 の融点は  $640^{\circ}\text{C}$ 、A C 4 C の融点は  $610^{\circ}\text{C}$  である。マグネシウム合金 A Z 3 1 の融点は  $632^{\circ}\text{C}$  である。金属部材 1 の寸法は、いずれも長さ  $150\text{ mm}$  × 幅  $75\text{ mm}$  × 厚さ  $t 1.5\text{ mm}$  である。

[0092] 「樹脂部材の材料」欄において、「E A A」とはエチレン-アクリル酸コポリマー、「P E」とはポリエチレンを意味している。E A A の融点は  $100\sim 104^{\circ}\text{C}$ 、P E の融点は  $132^{\circ}\text{C}$  である。樹脂部材 2 の寸法は、いずれも長さ  $150\text{ mm}$  × 幅  $75\text{ mm}$  × 厚さ  $1.7\text{ mm}$  である。

[0093] 次いで、図 1 ~ 2 B に示すように、水平状に配置された樹脂部材 2 の幅方向の端部上に金属部材 1 の幅方向の端部を大気中において金属部材 1 と樹脂部材 2 との間に樹脂層を介在させないで即ち直接的に重ね合わせた。このときの重ね幅は  $50\text{ mm}$  である。そして、上記第 1 実施形態の接合方法に従って以下の接合条件で回転ツール 10 を用いて金属部材 1 と樹脂部材 2 とを両者の重ね合わせ界面 4 で線状に接合し、これにより、金属部材 1 と樹脂部材 2 との重ね継手を得た。

[0094] 接合条件は次のとおりである。

[0095] ・ 回転ツール 10 の先端面 11 の直径  $D$  :  $15\text{ mm}$   
・ 回転ツール 10 の傾斜角  $\theta$  : 表 1 中の「傾斜角  $\theta$ 」欄に記載のとおり  
・ 回転ツール 10 の回転速度 :  $1000\text{ 回転}/\text{min}$   
・ 接合速度 :  $400\text{ mm}/\text{min}$   
・ 回転ツール 10 の先端面 11 の金属部材 1 への埋入深さ :  $0.5\text{ mm}$ 。

[0096] なお、回転ツール10の先端面11の直径Dが15mm、金属部材1の厚さtが1.5mmであるから、 $D = 10t$ である。したがって、この回転ツール10は $5t \leq D \leq 20t$ の条件を満足している。

[0097] 次に、この重ね継手を幅 $E = 15\text{mm}$ で接合方向Sと直角方向に切断することで、重ね継手から図6に示した試験片20を採取した。そして、この試験片20について引張剪断試験を行った。すなわち、試験片20における金属部材1と樹脂部材2とを両者の接合部7に剪断力が付与されるように互いに逆方向に引っ張り、これにより破断したときの荷重を引張剪断荷重として測定した。その結果を表1中の「引張剪断試験結果」欄に示す。同欄において、○、△及び×はそれぞれ次のことを意味している。

[0098] ○：単位接合長さ当たりの最大引張剪断荷重が15N/mm以上

△：単位接合長さ当たりの最大引張剪断荷重が15N/mm未満

×：接合できず。

[0099] [総評]

表1から分かるように、回転ツール10の軸線Qの傾斜角 $\theta$ を $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$ （特に望ましくは $1^\circ \leq \theta \leq 5^\circ$ ）に設定することにより、最大引張剪断荷重が比較的大きく、したがって金属部材1と樹脂部材2との接合強度が高かった。一方、 $\theta$ が $0^\circ$ である場合には、金属部材1と樹脂部材2とを接合することができなかった。また、 $\theta$ が $5^\circ$ を超えた場合には、最大引張剪断荷重が比較的小さく、したがって金属部材1と樹脂部材2との接合強度が低かった。

[0100] さらに、金属部材1が陽極酸化処理が施されたものであっても、当該金属部材1と樹脂部材2とを強固に接合することができた。

[0101] 本願は、2011年2月21日付で出願された日本国特許出願の特願2011-35001号の優先権主張を伴うものであり、その開示内容は、そのまま本願の一部を構成するものである。

[0102] ここに用いられた用語及び表現は、説明のために用いられたものであって限定的に解釈するために用いられたものではなく、ここに示され且つ述べら

れた特徴事項の如何なる均等物をも排除するものではなく、この発明のクレームされた範囲内における各種変形をも許容するものであると認識されなければならない。

[0103] 本発明は、多くの異なった形態で具現化され得るものであるが、この開示は本発明の原理の実施例を提供するものと見なされるべきであって、それら実施例は、本発明をここに記載しかつ／または図示した好ましい実施形態に限定することを意図するものではないという了解のもとで、多くの図示実施形態がここに記載されている。

[0104] 本発明の図示実施形態を幾つかここに記載したが、本発明は、ここに記載した各種の好ましい実施形態に限定されるものではなく、この開示に基づいていわゆる当業者によって認識され得る、均等な要素、修正、削除、組み合わせ（例えば、各種実施形態に跨る特徴の組み合わせ）、改良及び／又は変更を有するありとあらゆる実施形態をも包含するものである。クレームの限定事項はそのクレームで用いられた用語に基づいて広く解釈されるべきであり、本明細書あるいは本願のプロセキューション中に記載された実施例に限定されるべきではなく、そのような実施例は非排他的であると解釈されるべきである。例えば、この開示において、「preferably」という用語は非排他的なものであって、「好ましいがこれに限定されるものではない」ということを意味するものである。この開示および本願のプロセキューション中において、ミーンズ・プラス・ファンクションあるいはステップ・プラス・ファンクションの限定事項は、特定クレームの限定事項に関し、a) 「means for」あるいは「step for」と明確に記載されており、かつb) それに対応する機能が明確に記載されており、かつc) その構成を裏付ける構成、材料あるいは行為が言及されていない、という条件の全てがその限定事項に存在する場合にのみ適用される。この開示および本願のプロセキューション中において、「present invention」または「invention」という用語は、この開示範囲内における1または複数の側面に言及するものとして使用されている場合がある。このpresent inventionまたはinventionという用語は、臨界を識別

するものとして不適切に解釈されるべきではなく、全ての側面すなわち全ての実施形態に亘って適用するものとして不適切に解釈されるべきではなく（すなわち、本発明は多数の側面および実施形態を有していると理解されなければならない）、本願ないしはクレームの範囲を限定するように不適切に解釈されるべきではない。この開示および本願のプロセキューション中において、「embodiment」という用語は、任意の側面、特徴、プロセスあるいはステップ、それらの任意の組み合わせ、及び／又はそれらの任意の部分等を記載する場合にも用いられる。幾つかの実施例においては、各種実施形態は重複する特徴を含む場合がある。この開示および本願のプロセキューション中において、「e.g.,」、「NB」という略字を用いることがあり、それぞれ「たとえば」、「注意せよ」を意味するものである。

### 産業上の利用可能性

[0105] 本発明は、例えば、自動車、建築、電気機器、航空宇宙の分野などで用いられる金属部材と樹脂部材との接合方法、及び金属部材と樹脂部材との接合継手に利用可能である。

### 符号の説明

[0106] 1 : 金属部材  
1 a : 金属部材の表面  
2 : 樹脂部材  
2 a : 樹脂部材の表面  
3 : 接触界面  
4 : 重ね合わせ界面  
5 : 突き合わせ界面  
7 : 接合部  
1 0 : 回転ツール  
1 1 : 回転ツールの先端面  
Q : 回転ツールの軸線  
P : 金属部材の表面の法線

## 請求の範囲

- [請求項1] 金属部材と樹脂部材とを両者の間に樹脂層を介在させないで接触させ、
- 回転している回転ツールを金属部材の表面の法線に対する回転ツールの軸線の傾斜角 $\theta$ が $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$ の条件を満足するように傾斜させて金属部材の表面に押し付けた状態にすることにより金属部材に付与された摩擦エネルギーによって、金属部材と樹脂部材とを接合することを特徴とする金属部材と樹脂部材との接合方法。
- [請求項2] 前記回転ツールの先端面の直径を $D$ 、金属部材の厚さを $t$ とすると、前記回転ツールは $5t \leq D \leq 20t$ の条件を満足したものである請求項1記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。
- [請求項3] 前記回転ツールは大気中において金属部材の表面に押し付けられる請求項1記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。
- [請求項4] 前記摩擦エネルギーによって、金属部材と樹脂部材との接触界面を樹脂部材の融点以上で且つ金属部材の融点未満の温度に加熱して、金属部材と樹脂部材とを接合する請求項1記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。
- [請求項5] 前記回転ツールを傾斜させて金属部材の表面に押し付けた状態で回転ツールをその傾斜方向とは反対側に金属部材に対して相対的に移動させる請求項1記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。
- [請求項6] 前記回転ツールの先端面に該先端面の直径よりも小径のプロープが突設されており、
- 前記摩擦エネルギーと、前記回転ツールを金属部材に押し付ける際に金属部材中に埋入された前記プロープで金属部材の材料を攪拌することで発生する第2摩擦エネルギーとによって、金属部材と樹脂部材とを接合する請求項1記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。
- [請求項7] 金属部材と樹脂部材とを両者の間に樹脂層を介在させないで且つ重ね合わせ状態にして接触させる請求項1記載の金属部材と樹脂部材と

の接合方法。

[請求項8] 金属部材と樹脂部材とを両者の間に樹脂層を介在させないで且つ重ね合わせ状態にして接触させ、

前記回転ツールを傾斜させて金属部材の表面に押し付けた後、回転ツールを金属部材に対して相対的に金属部材の表面と平行な方向に移動させずに回転ツールの金属部材への押付けを解除することにより、金属部材と樹脂部材とを重ね点接合する請求項1記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

[請求項9] 前記回転ツールの先端面に該先端面の直径よりも小径のプロープが突設されており、

前記摩擦エネルギーと、前記回転ツールを金属部材に押し付ける際に金属部材中に埋入された前記プロープで金属部材の材料を攪拌することで発生する第2摩擦エネルギーとによって、金属部材と樹脂部材とを接合する請求項8記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

[請求項10] 金属部材と樹脂部材とを両者の間に樹脂層を介在させないで且つ突き合わせ状態にして接触させる請求項1記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

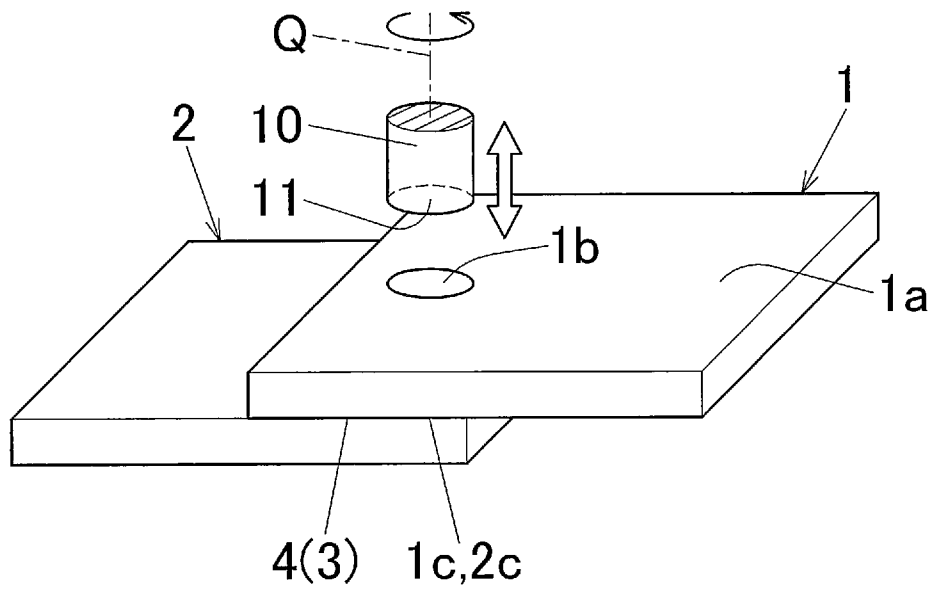
[請求項11] 金属部材は、樹脂部材との接触面に陽極酸化処理が施されたものである請求項1記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

[請求項12] 金属部材と樹脂部材との相互接触面のうち少なくとも一方の接触面には、接合前にコロナ放電処理が施されている請求項1記載の金属部材と樹脂部材との接合方法。

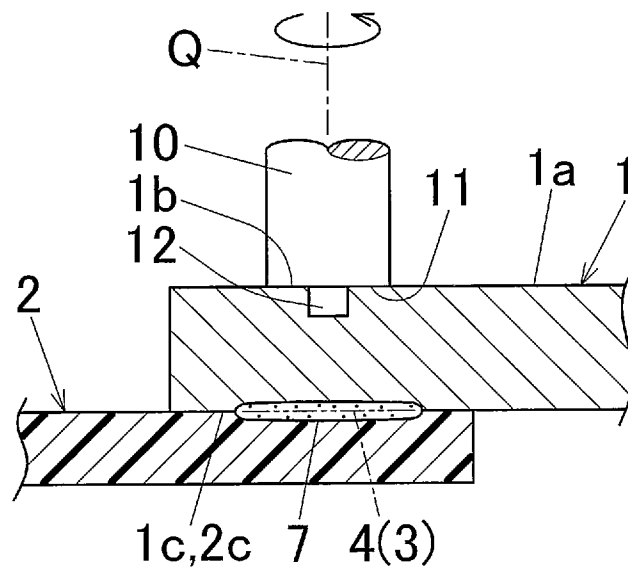
[請求項13] 請求項1記載の金属部材と樹脂部材との接合方法により得られた金属部材と樹脂部材との接合継手。



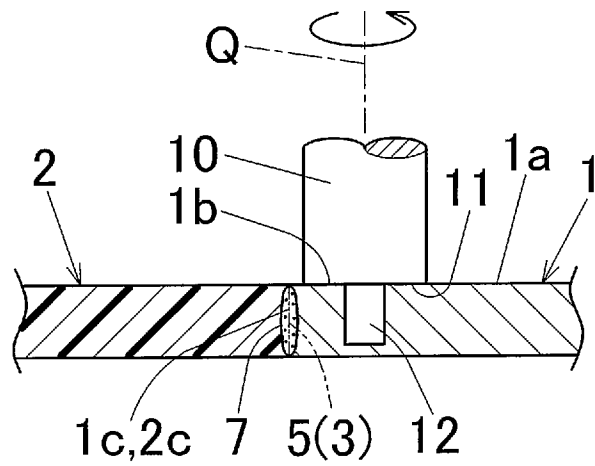
[図3]



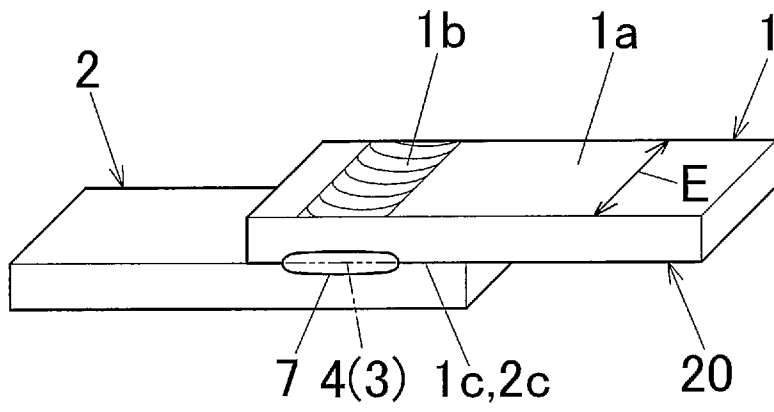
[図4]



[図5]



[図6]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053839

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K20/12(2006.01) i, B29C65/06(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)

B23K20/12, B29C65/06

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2010-158885 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 22 July 2010 (22.07.2010), page 4, line 35 to page 16, line 18; tables 1 to 9; fig. 1 to 9 & WO 2010/067796 A1 & TW 201029826 A & CN 102239027 A & KR 10-2011-0102412 A	1-9, 13 10 11, 12
Y A	JP 2003-39183 A (Hitachi, Ltd.), 12 February 2003 (12.02.2003), page 3, right column, line 16 to page 5, right column, line 48; fig. 1 to 7 & US 2003/0024965 A1 & US 2003/0102354 A1 & EP 1279458 A2	10 11, 12

 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
07 May, 2012 (07.05.12)Date of mailing of the international search report  
22 May, 2012 (22.05.12)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053839

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 2003-329379 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 19 November 2003 (19.11.2003), entire text; drawings & US 2003/0210527 A1 & EP 1363481 A2	1-13
A	JP 2006-102803 A (Japan Science and Technology Agency, Hideki MURAKAMI, Takeshi SHINODA, Keiji NANBU), 20 April 2006 (20.04.2006), entire text; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2007-98439 A (Sumitomo Light Metal Industries, Ltd.), 19 April 2007 (19.04.2007), entire text; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2008-221321 A (Mazda Motor Corp.), 25 September 2008 (25.09.2008), entire text; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2009-22974 A (Kosei Aluminum Co., Ltd.), 05 February 2009 (05.02.2009), entire text; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2009-241085 A (Nippon Steel Corp.), 22 October 2009 (22.10.2009), entire text; drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. B23K20/12(2006.01)i, B29C65/06(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. B23K20/12, B29C65/06

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 1971-2012年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2012年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2010-158885 A (日本軽金属株式会社) 2010.07.22, 第4ページ第35行-第16ページ第18行、表1-表9、及び図1- 図9 & WO 2010/067796 A1 & TW 201029826 A & CN 102239027 A & KR 10-2011-0102412 A	1-9, 13 10 11, 12
Y A	JP 2003-39183 A (株式会社日立製作所) 2003.02.12, 第3ページ右欄第16行-第5ページ右欄第48行、及び図1-図7 & US 2003/0024965 A1 & US 2003/0102354 A1 & EP 1279458 A2	10 11, 12

C欄の続きにも文献が列挙されている。  パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー  
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願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 07.05.2012	国際調査報告の発送日 22.05.2012
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) 松本 公一 電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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 2003-329379 A (古河電気工業株式会社) 2003. 11. 19, 全文及び図面 & US 2003/0210527 A1 & EP 1363481 A2	1-13
A	JP 2006-102803 A (独立行政法人科学技術振興機構、村上秀樹、篠 田剛、南部圭司) 2006. 04. 20, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2007-98439 A (住友軽金属工業株式会社) 2007. 04. 19, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2008-221321 A (マツダ株式会社) 2008. 09. 25, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2009-22974 A (光生アルミニウム工業株式会社) 2009. 02. 05, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2009-241085 A (新日本製鐵株式会社) 2009. 10. 22, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13