(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
2007 年5 月31 日 (31.05.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/061044 A1

(51) 国際特許分類:
B23B 37/00 (2006.01) *B26F 1/16* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2006/323433

(22) 国際出願日: 2006 年11 月24 日 (24.11.2006)

(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 2005-340945
2005 年11 月25 日 (25.11.2005) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 財団法人 浜松科学技術研究振興会 (HAMAMATSU FOUNDATION FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY PROMOTION) [JP/JP]; 〒4328561 静岡県浜松市城北３－５－１ 静岡大学浜松キャンパス内 Shizuoka (JP). 富士工業株式会社 (FUJI ULTRASONIC ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4350028 静岡県浜松市飯田町１０６８ Shizuoka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 柳下福蔵 (YAGISHITA, Hukuzo) [JP/JP]; 〒4108501 静岡県沼津市大岡３６００ 国立沼津工業高等専門学校内 Shizuoka (JP).

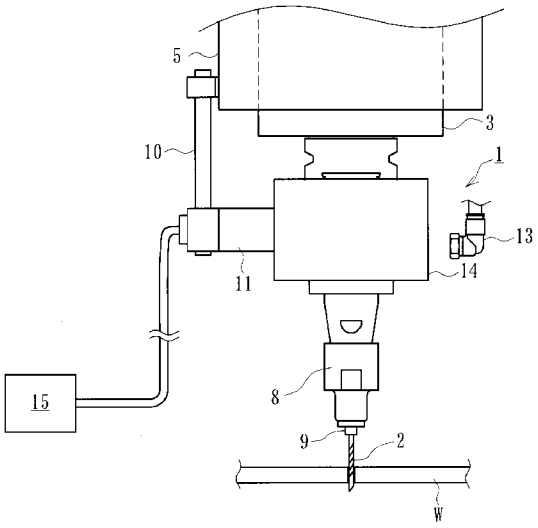
(74) 代理人: 越川 隆夫 (KOSHIKAWA, Takao); 〒4308691 静岡県浜松市板屋町１１１－２ 浜松アクトタワー１９階 Shizuoka (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, 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, LV, LY, MA, MD, MG,

[続葉有]

(54) **Title:** ULTRASONIC VIBRATION MACHINING METHOD AND FIBER REINFORCED RESIN PRODUCED BY SAID METHOD

(54) **発明の名称:** 超音波振動切削方法及びそれにより得られる繊維強化樹脂



(57) **Abstract:** [PROBLEMS] To provide an ultrasonic machining method, which, in boring a fiber reinforced resin formed of a resin with carbon being internally added as a reinforcing fiber, can avoid the machining resistance caused by excessive friction attributable to the presence of the reinforcing fiber in the resin to suppress heat generation, whereby the smoothness of the machined face can be improved and, at the same time, the service life of the drill can be improved, and a fiber reinforced resin produced by the method. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] In an ultrasonic machining method comprising boring a workpiece W with a twist drill (2) which imparts ultrasonic twisting vibration to a rotating direction, the workpiece W is a fiber reinforced resin (CFRP) comprising a plurality of resin layers, with carbon being internally added thereto as a reinforcing fiber, stacked on top of each other.

(57) 要約: 【課題】カーボンを強化繊維として内在した樹脂から成る繊維強化樹脂を孔明けする際、当該強化繊維の内在により生じる過度な摩擦による切削抵抗を回避して発熱を抑制することにより、加工面の平滑性を向上させることができるとともに、ドリルの寿命を向上させることができる超音波切削方法及びそれにより

[続葉有]

WO 2007/061044 A1

MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

得られる繊維強化樹脂を提供する。【解決手段】回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるツイストドリル２で被切削物Ｗを孔明け加工する超音波切削方法において、被切削物Ｗは、カーボンを強化繊維として内在した樹脂層を複数積層して成る繊維強化樹脂（ＣＦＲＰ）である。

明 細 書

超音波振動切削方法及びそれにより得られる繊維強化樹脂

技術分野

[0001] 本発明は、回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるドリルで被切削物を孔明け加工する超音波振動切削方法及びそれにより得られる繊維強化樹脂に関するものである。

背景技術

[0002] 近時において、航空機等における機体の軽量化を図るべく、機体自体又はその構成要素を繊維強化樹脂にて形成することが実現されるに至っている。かかる繊維強化樹脂は、カーボン繊維を強化繊維として内在したもの(CFRP)、或いはガラス繊維を強化繊維として内在したもの(GFRP)など種々形態のものが提供されており、通常、強化繊維が交互に直交又は斜交させた複数の樹脂層を積層させて構成されている(例えば特許文献1参照)。

特許文献1:特開2005－126557号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] しかしながら、繊維強化樹脂を航空機等の機体又はその構成要素に使用する場合、構成要素同士の連結部等においてボルト等を挿通させるための孔明け加工が必要となるのであるが、汎用のドリルで繊維強化樹脂(特にカーボンを強化繊維としたもの)を孔明け加工した場合、切削抵抗による発熱が著しく生じ、加工面における平滑性が著しく悪化したものとなってしまうとともに、ドリルの寿命が著しく短くなってしまうという問題があった。

[0004] これは、繊維強化樹脂を汎用のドリルで孔明け加工する際、内在する強化繊維(カーボン繊維)が切削方向に対して平行延びている箇所においては、ドリル切刃と強化繊維との摩擦に起因する切削抵抗が過大となって過度に発熱し、その熱が繊維強化樹脂の基材である樹脂(例えばエポキシ樹脂等)に影響を与えて加工面に凹凸形状が生じてしまうと考えられる。また、過度の発熱がドリルの切刃に悪影響を与えるので

、ドリルの寿命が短くなってしまう。

[0005] そこで、本出願人は、回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるドリルが、加工効率の観点からは劣るものの、孔明け加工過程における摩擦に起因する切削抵抗を低減できることに着目し、カーボンを強化繊維として内在して成る繊維強化樹脂の孔明け加工におおける上記不具合を回避することを検討するに至った。

[0006] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、カーボンを強化繊維として内在して成る繊維強化樹脂を孔明けする際、当該強化繊維の内在により生じる過度な摩擦に起因する切削抵抗を回避して発熱を抑制することにより、加工面の平滑性を向上させることができるとともに、ドリルの寿命を向上させることができる超音波振動切削方法及びそれにより得られる繊維強化樹脂を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 請求項1記載の発明は、回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるドリルで被切削物を孔明け加工する超音波振動切削方法において、前記被切削物は、カーボンを強化繊維として内在した樹脂から成る繊維強化樹脂であることを特徴とする。

[0008] 請求項2記載の発明は、請求項1記載の超音波振動切削方法において、前記強化繊維は、編み込み状態、織り込み状態又は不織布状態で樹脂内に内在されることを特徴とする。

[0009] 請求項3記載の発明は、請求項1記載の超音波振動切削方法において、前記繊維強化樹脂は、樹脂層を複数積層して成るとともに、内在する強化繊維が各層毎に交互に直交又は斜交するように配置したものであることを特徴とする。

[0010] 請求項4記載の発明は、請求項1～請求項3の何れか1つに記載の超音波振動切削方法において、前記ドリルは、孔明け加工の過程で加工面に摺接するマージン部を有しないローソク型切刃であることを特徴とする。

[0011] 請求項5記載の発明は、回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるドリルで孔明け加工して得られるとともに、カーボンを強化繊維として内在した樹脂から成る繊維強化樹脂であって、孔明け加工による加工面が実質的に平滑面となっていることを特徴とする。

[0012] 請求項6記載の発明は、請求項5記載の超音波振動切削方法により得られる繊維

強化樹脂において、前記強化繊維は、編み込み状態、織り込み状態又は不織布状態で樹脂内に内在されることを特徴とする。

[0013] 請求項7記載の発明は、請求項5記載の超音波振動切削方法により得られる繊維強化樹脂において、強化樹脂を内在する樹脂層を複数積層して成るとともに、当該内在する強化繊維が各層毎に交互に直交又は斜交するように配置したものであることを特徴とする。

[0014] 請求項8記載の発明は、請求項5～請求項7の何れか1つに記載の超音波振動切削方法により得られる繊維強化樹脂において、前記ドリルは、孔明け加工の過程で加工面に摺接するマージン部を有しないローソク型切刃であることを特徴とする。

発明の効果

[0015] 請求項1乃至請求項3の発明によれば、カーボンを強化繊維として内在した樹脂から成る繊維強化樹脂を孔明けする際、回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるドリルを用いているので、当該強化繊維の内在により生じる過度な摩擦に起因する切削抵抗を回避して発熱を抑制することにより、加工面の平滑性を向上させることができるとともに、ドリルの寿命を向上させることができる。

[0016] 請求項4の発明によれば、ドリルは、孔明け加工の過程で加工面に摺接するマージン部を有しないローソク型切刃であるので、孔明け加工時の摩擦に起因する切削抵抗を更に抑制することができ、より平滑な加工面を得ることができるとともに、ドリルの寿命をより向上させることができる。

[0017] 請求項5乃至請求項7の発明によれば、回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるドリルで孔明け加工して得られたカーボンを強化繊維として内在した繊維強化樹脂において、その孔明け加工による加工面が実質的に平滑面となっているので、例えば航空機等の機体又はその構成要素の結合部への適用を可能とすることができる。

[0018] 請求項8の発明によれば、ドリルは、孔明け加工の過程で加工面に摺接するマージン部を有しないローソク型切刃であるので、孔明け加工時の摩擦に起因する切削抵抗を更に抑制することができ、より平滑な加工面を得ることができるとともに、例えば航空機等の機体又はその構成要素の結合部への適用を更に良好に行わせることが

できる。

発明を実施するための最良の形態

[0019] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら具体的に説明する。

本実施形態に係る超音波振動切削方法で使用される切削装置は、図1及び図2に示すように、回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるツイストドリル2にて被切削物Wを孔明け加工する超音波ねじり振動切削装置1から成り、固定側基体5内で回転し得る回転側基体3と、回転部材4と、超音波ねじり振動の発生源である圧電素子6と、コーン7と、ホーン8とから主に構成されている。

[0020] 被切削物Wは、カーボンを強化繊維として内在した樹脂層を複数積層して成る繊維強化樹脂(CFRP)である。かかる繊維強化樹脂は、図5に示すように、その断面が複数層の樹脂層から成り、各樹脂層に内在する強化繊維が交互に0° と90° とで直交(又は斜交であってもよい)するように配置されている。尚、各樹脂層に強化繊維を編み込み状態(繊維同士を編み込んだもの)、織り込み状態(繊維同士を織り込んだもの)又は不織布状態(不織布の如く繊維を形成したもの)で内在させたものであってもよい。

[0021] この繊維強化樹脂(CFRP)は、例えばエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂にカーボンから成る強化繊維を内在させたシート状のプリプレグを得るとともに、互いの強化繊維の延設方向を異ならせつつ該プリプレグを複数枚積層させた後、加熱および加圧して硬化することにより得られる。尚、本発明においては、例えば複数層でなく単層(強化繊維を内在する樹脂層が1つのもの)にも適用できる。但し、単層のものの場合、強化繊維を編み込み状態又は織り込み状態としたものが好ましい。

[0022] 上記の如き繊維強化樹脂(CFRP)の所定部位に孔明け加工するための加工装置が、本実施形態に係る超音波ねじり振動切削装置1である。当該装置における回転側基体3は、図示しない回転駆動源に接続されて所定方向に回転するものであり、その下部に回転部材4が接続されている。かかる回転部材4内には、超音波ねじり振動を発生させる圧電素子6及びそのねじり振動が増幅されつつ伝達するコーン7が配設されている。コーン7に伝達されたねじり振動は、その下部に接続されたホーン8に増幅されつつ伝達するよう構成されている。ホーン8の下端には、コレットチャック9

が形成されており、該コレットチャック9にツイストドリル2のシャンク部2b（図3参照）が固定されるようになっている。

[0023] 一方、回転側基体3の外側に配設された固定側基体5からは、下方にアーム10が延設され、その先端に固定部材11が配設されている。かかる固定部材11には、回転部材4の下部における外周面を覆いつつ回転部材4を回転自在に支持した支持部14が配設されている。即ち、支持部14には上下一対のベアリングBが配設されており、それぞれのベアリングBのアウタレース側を当該支持部14に固定させつつインナレース側を回転部材4に固定させることにより、回転部材4を回転自在に支持しているのである。

[0024] また、支持部14内部には、内側に向かって延びるブラシ12が形成されており、該ブラシ12を介して電力供給部15から圧電素子6に電力が供給され得るよう構成されている。これにより、回転する圧電素子6に対して確実に電力供給を行わせることができる。尚、図2中符号13は、エアを支持部14内部に吐出させ得るエア吐出手段を示しており、かかるエアにて内部が冷却されるようになっている。

[0025] ツイストドリル2は、図3及び図4に示すように、ボディ部2aとシャンク部2bとから構成され、超硬合金を材質とする超硬ファイバードリルから成るものである。このツイストドリル2におけるボディ部2a先端の刃先2aaは、所謂ローソク型切刃とされ、周縁から一対突出したカッティングエッジ2abと、その中央から突出しつつカッティングエッジ2abより突出したチゼルエッジ2acとを有している。

[0026] また、ツイストドリル2には、汎用のツイストドリルの多くが有するものであって孔明け加工の過程で加工面に摺接するマージン部なる部位が形成されていない。更に、ツイストドリル2の表面に耐摩耗性のコーティングを施すのが好ましく、これによりドリルの寿命を更に向上させることができる。尚、チゼルエッジ2acにはシンニングが施されており、孔明け加工におけるスラスト荷重が低減されている。

[0027] 上記超音波ねじり振動切削装置1によれば、ツイストドリル2は、回転側基体3による回転に加えて圧電素子6による超音波ねじり振動（より厳密には、コーン7及びホーン8によって増幅された超音波ねじり振動）が付与されることとなる。具体的には、図7に示すように、回転速度（Va）で回転するツイストドリル2に対して所定振動数fの超音

波ねじり振動が付与されており、その結果、Va＋2πfa・cos2πf・tなる切削速度（V）で切削がなされることとなる。

[0028] すなわち、ツイストドリル2による実際の切削は、同図（a）中斜線を施した時間tsのみ行われているのであり、微視的に見た場合、当該時間tsの断続的な切削が行われているのである。然るに、実際の切削時間tsにおける切削速度Vは、回転速度（Va）よりも著しく大きくなっており、瞬間的により大きな切削量を得られることが分かる。一方、上記の如き切削においては、同図（b）に示すように、実際の切削時間tsにおいてはその切削抵抗が大きくなっているものの、孔明け加工全般に亘って平均化される切削抵抗はRaとなり、比較的小さい切削抵抗による孔明け加工が可能であることが分かる。

[0029] 従って、本実施形態の如く回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるツイストドリル2にて既述の繊維強化樹脂を孔明け加工すれば、その強化繊維（カーボン繊維）の内在により生じる過度な切削抵抗を回避して発熱を抑制することができるのである。また、本ツイストドリル2によれば、瞬間的に大きな切削量を得るので、繊維強化樹脂が内在する強化繊維の方向と切削方向とが略平行な部位においても、切刃が強化繊維を摺接する時間が短くなることから、摩擦抵抗を抑制しつつ当該強化繊維を良好に切断せしめることができる。

[0030] 例えば、図6に示すように、繊維の延設方向に対して切削方向が略平行な部位（同図（a）における符号C、G及び同図（b）における符号c、gの箇所）において、従来の汎用ドリルでは、摩擦に起因する切削抵抗が過大となって過度な発熱を生じ、繊維の延設方向に対して切削方向が略45° を成す部位（同図（a）における符号D、H及び同図（b）における符号d、hの箇所）で基材の樹脂にクレータの如き凹形状を生じさせてしまうのに対し、本実施形態においては、それが回避されるのである。

[0031] 従って、本実施形態によれば、従来困難であった繊維強化樹脂の孔明け加工を精度よく、且つ、加工面の実質的な平滑性を向上させることができるとともに、過大な摩擦に起因する切削抵抗に基づく過度な発熱によるドリルの寿命低下を抑制することができる。また、適用される超音波ねじり振動切削装置1のツイストドリル2には、既述のように、孔明け加工の過程で加工面に摺接するマージン部が形成されていないの

で、摩擦に起因する切削抵抗を更に低減して加工時の発熱をより抑制することができる。

[0032] その結果、回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるツイストドリル2で孔明け加工して得られるとともに、カーボンを強化繊維として内在した樹脂層を複数積層して成る繊維強化樹脂であって、孔明け加工による加工面が実質的に平滑面となっている繊維強化樹脂を得ることができる。このように得られた繊維強化樹脂によれば、例えば航空機等の機体又はその構成要素の締結用孔明け加工への適用を可能とすることができる。

[0033] 次に、本実施形態に係る超音波ねじり振動切削装置を用いて孔明け加工した場合(実施例)と、超音波ねじり振動を付与しないドリルにて孔明け加工した場合(比較例)との比較実験について説明する。尚、何れのものも、ドリルの形状及び材質などを同等なもの(径が3mmの超硬ファイバードリル)を用いている。

[0034] 実施例及び比較例のものを使用して、カーボン繊維を内在した繊維強化樹脂の板材(板厚4．3mm)に対して100個の孔を形成した後、ドリルにおける切刃の摩耗量(mm)を測定した結果を図8に示す。同図にて明らかなように、実施例のものは比較例に比べ、切刃の摩耗量が低減されている。

[0035] 次に、実施例及び比較例のものをそれぞれ5本用意して、繊維強化樹脂から成る板材に対してドリルの寿命となるまで孔明け加工を繰り返し行った。その孔明け回数を図9に示す。同図にて明らかなように、実施例のものは何れも多くの孔明け加工が可能である一方、比較例のものは実施例のものの約1／2～1／6の寿命となっている。かかる実験からも明らかなように、本発明によれば、孔明け加工によるドリルの切刃の摩耗量を低減させることができ、当該ドリルの寿命を向上させることができる。

[0036] 以上、本実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されず、例えばツイストドリル2に代えて他の形態のドリル(マージン部が形成されたものや切刃が所謂ローソク型でないもの等)を用いることができる。また、超音波ねじり振動切削装置は、回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるドリルを有するものであれば、他の形態の装置にも適用することができる。孔明け加工される繊維強化樹脂は、基材の樹脂及び内在する強化繊維の種類及び方向等につき他の形態のものであってもよい。

産業上の利用可能性

[0037] 回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるドリルで、カーボンを強化繊維として内在した樹脂から成る繊維強化樹脂を孔明け加工する超音波振動切削方法、或いは回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるドリルで孔明け加工して得られるとともに、強化繊維を内在した樹脂から成る繊維強化樹脂であって孔明け加工による加工面が実質的に平滑面となっている繊維強化樹脂であれば、航空機の機体や構成要素とは異なるものに適用するものであってもよい。

図面の簡単な説明

[0038] [図1]本発明の実施形態に係る超音波ねじり振動切削装置を示す外観図

[図2]同超音波ねじり振動切削装置内部を示す断面模式図

[図3]同超音波ねじり振動切削装置におけるツイストドリルを示す側面図

[図4]同ツイストドリルの(a)正面図(b)刃先近傍の拡大図

[図5]本発明に適用される繊維強化樹脂(CFRP)の断面模式図

[図6]本発明の実施形態に係る超音波ねじり振動切削装置によるツイストドリルの切削方向と強化繊維の延設方向との関係を説明するための図であって、(a)強化繊維が図中左右に延びるもの(b)強化繊維が図中上下に延びるものを示す模式図

[図7]本発明の実施形態に係る超音波ねじり振動切削装置における(a)ツイストドリルの切削速度を示すための説明図、(b)切削抵抗を示すための説明図

[図8]本発明の実施形態に係る実施例と比較例との切れ刃摩耗量を比較する実験結果を示すグラフ

[図9]本発明の実施形態に係る実施例と比較例との超硬ファイバードリルの寿命を比較する実験結果を示すグラフ

符号の説明

[0039] 1 超音波ねじり振動切削装置

2 ツイストドリル

3 回転側基体

4 回転部材

5 固定側基体

6　圧電素子

7　コーン

8　ホーン

9　コレットチャック

10　アーム

11　固定部材

12　ブラシ

13　エア吐出手段

14　支持部

15　電力供給部

W　被切削物（繊維強化樹脂）

請求の範囲

[1] 回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるドリルで被切削物を孔明け加工する超音波振動切削方法において、

前記被切削物は、カーボンを強化繊維として内在した樹脂から成る繊維強化樹脂であることを特徴とする超音波振動切削方法。

[2] 前記強化繊維は、編み込み状態、織り込み状態又は不織布状態で樹脂内に内在されることを特徴とする請求項1記載の超音波振動切削方法。

[3] 前記繊維強化樹脂は、樹脂層を複数積層して成るとともに、内在する強化繊維が各層毎に交互に直交又は斜交するように配置したものであることを特徴とする請求項1記載の超音波振動切削方法。

[4] 前記ドリルは、孔明け加工の過程で加工面に摺接するマージン部を有しないローソク型切刃であることを特徴とする請求項1～請求項3の何れか1つに記載の超音波振動切削方法。

[5] 回転方向に対して超音波ねじり振動が付与されるドリルで孔明け加工して得られるとともに、カーボンを強化繊維として内在した樹脂から成る繊維強化樹脂であって、

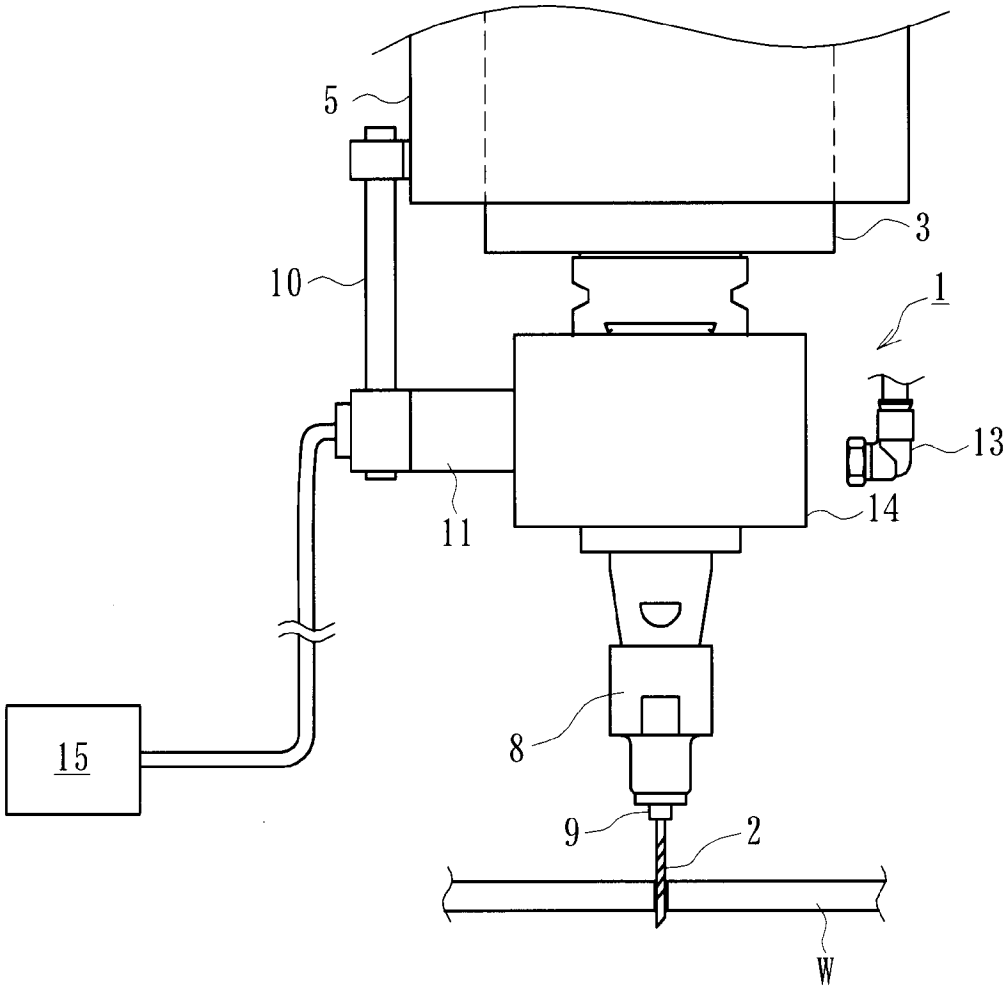
孔明け加工による加工面が実質的に平滑面となっていることを特徴とする超音波振動切削方法により得られる繊維強化樹脂。

[6] 前記強化繊維は、編み込み状態、織り込み状態又は不織布状態で樹脂内に内在されることを特徴とする請求項5記載の超音波振動切削方法により得られる繊維強化樹脂。

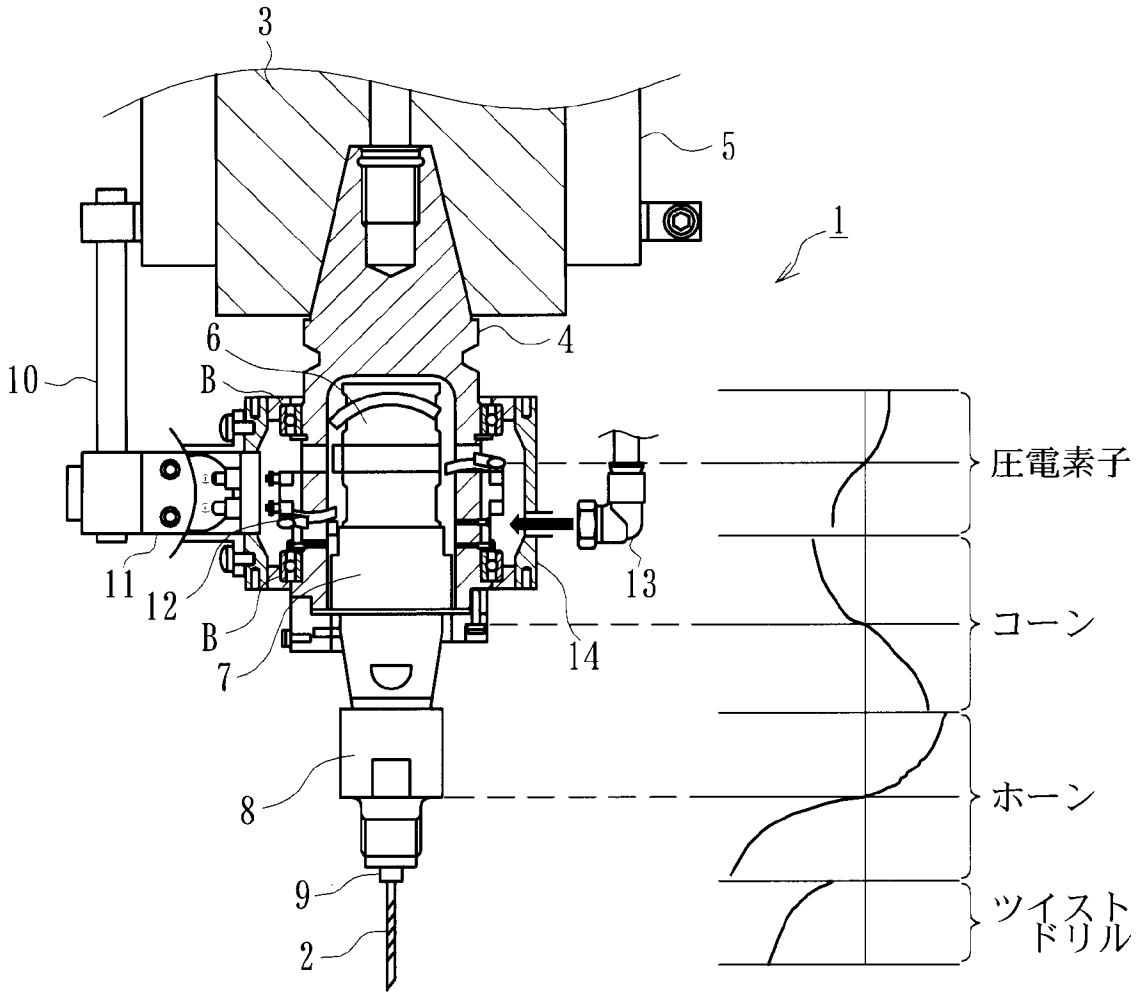
[7] 強化樹脂を内在する樹脂層を複数積層して成るとともに、当該内在する強化繊維が各層毎に交互に直交又は斜交するように配置したものであることを特徴とする請求項5記載の超音波振動切削方法により得られる繊維強化樹脂。

[8] 前記ドリルは、孔明け加工の過程で加工面に摺接するマージン部を有しないローソク型切刃であることを特徴とする請求項5～請求項7の何れか1つに記載の超音波振動切削方法により得られる繊維強化樹脂。

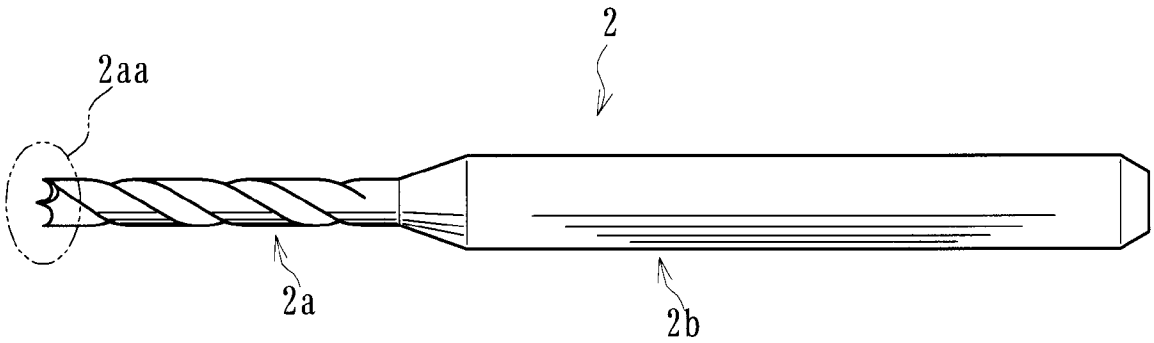
[図1]



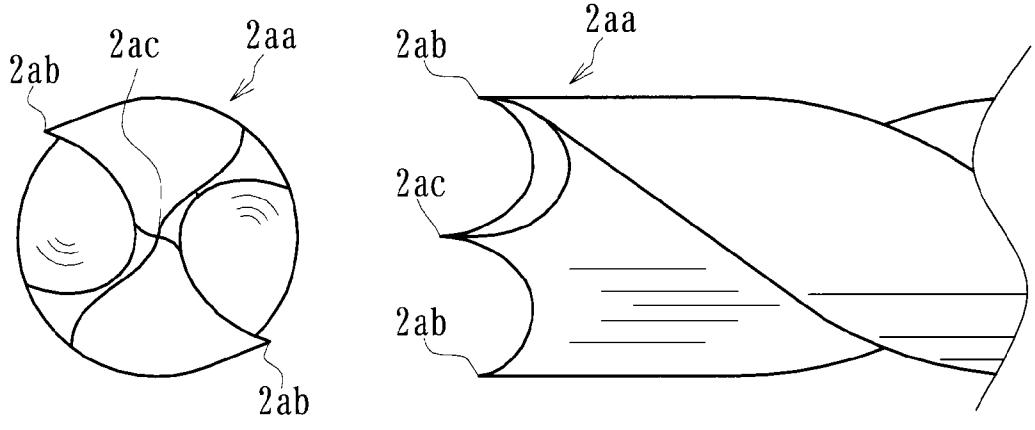
[図2]


3
5
1
6
4
10
B
圧電素子
11
12
13
B
コーン
14
7
8
ホーン
9
ツイスト
ドリル
2

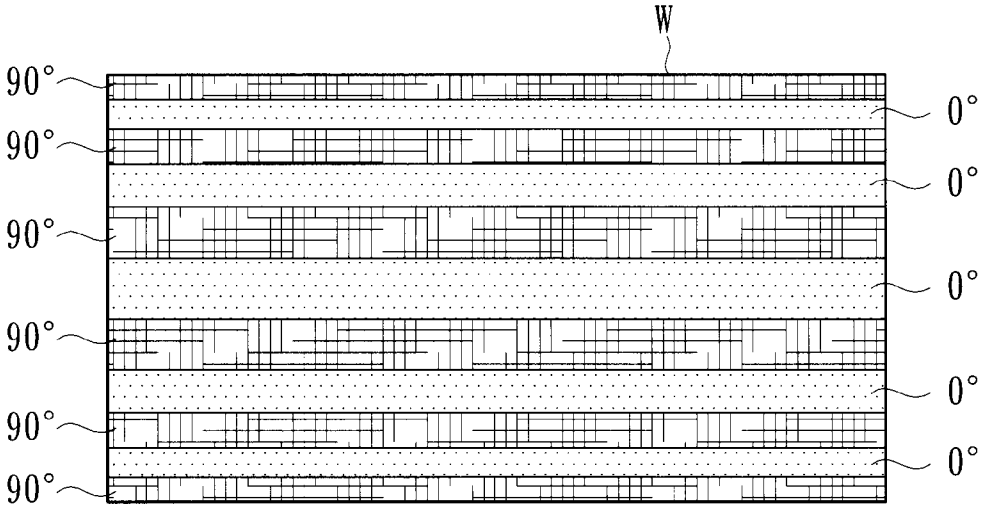
[図3]


2
2aa
2a
2b

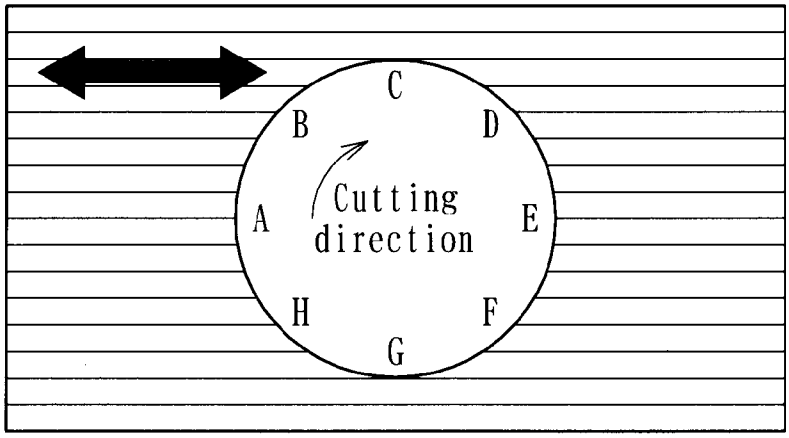
[図4]


2ab
2ac
2aa
2ab
2aa
2ab
2ac
2ab
(a)
(b)

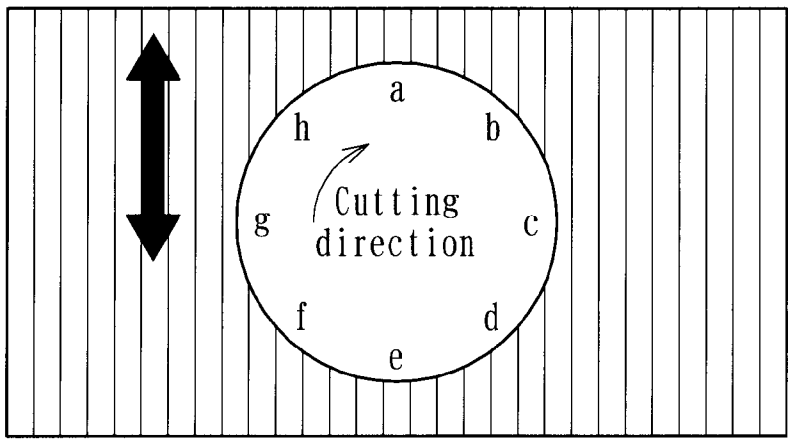
[図5]


W
90°
90°
90°
90°
90°
90°
0°
0°
0°
0°
0°

[図6]

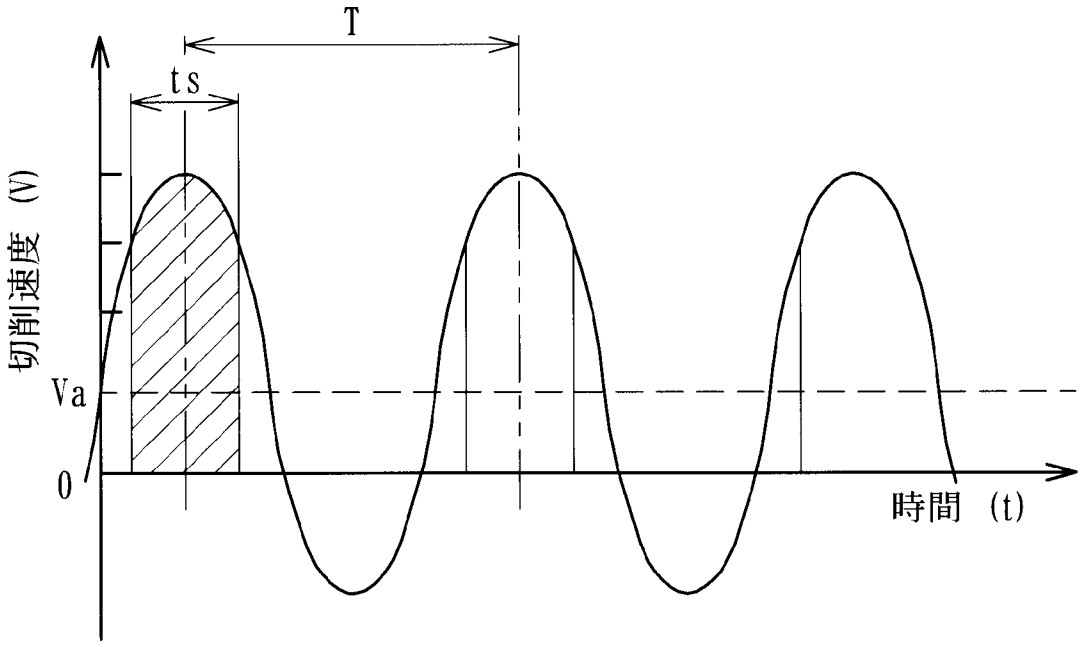

A
B
C
D
E
F
G
H
Cutting direction

(a)

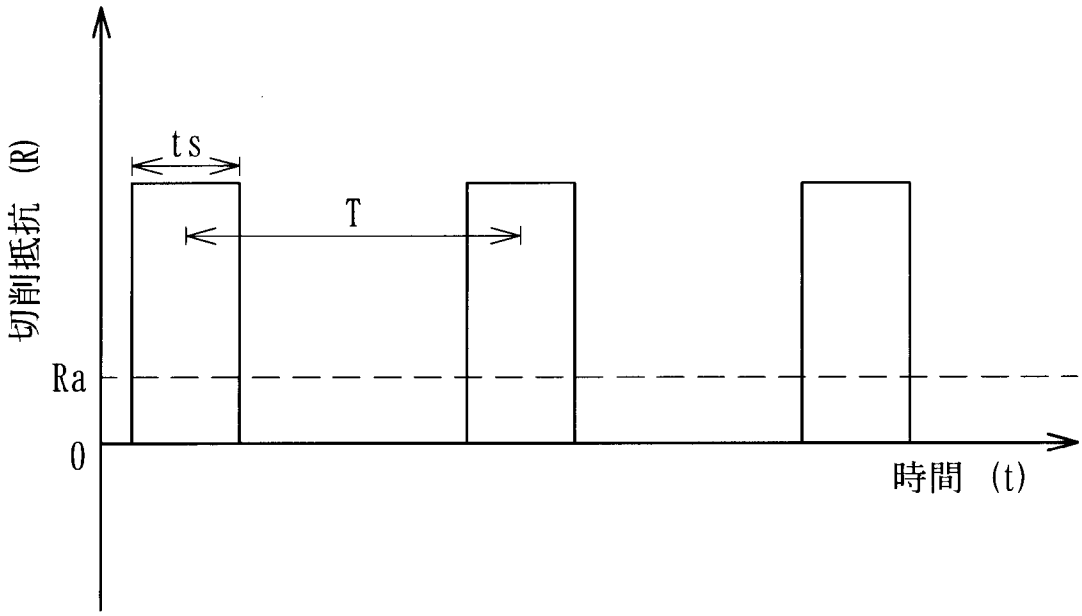

a
b
c
d
e
f
g
h
Cutting direction

(b)

[図7]

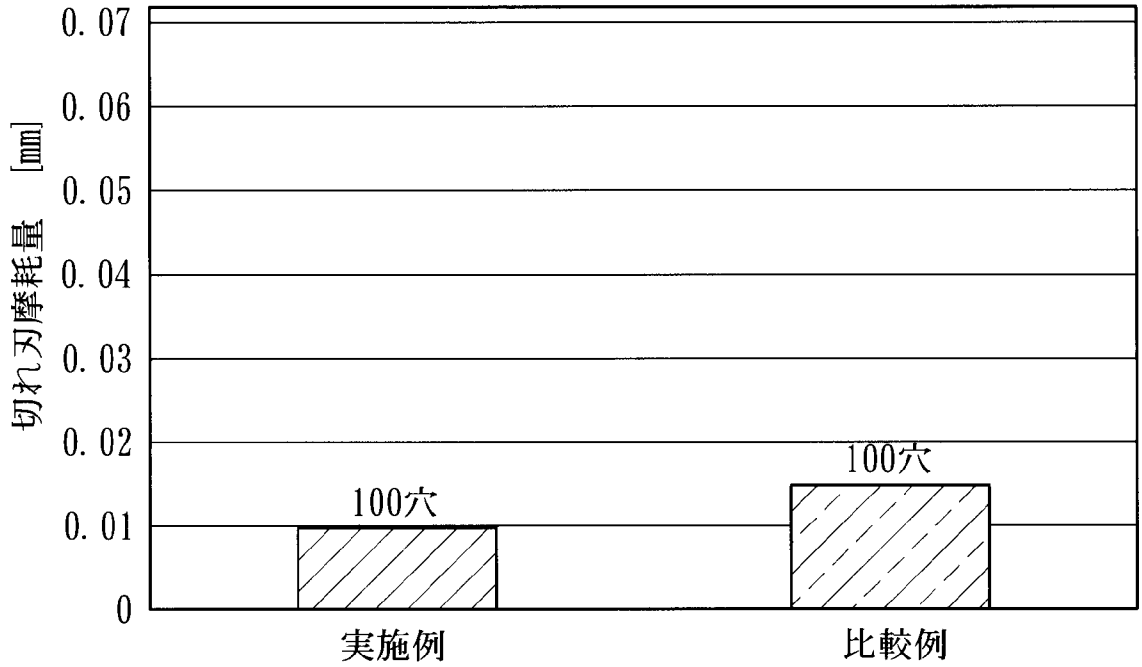


(a)

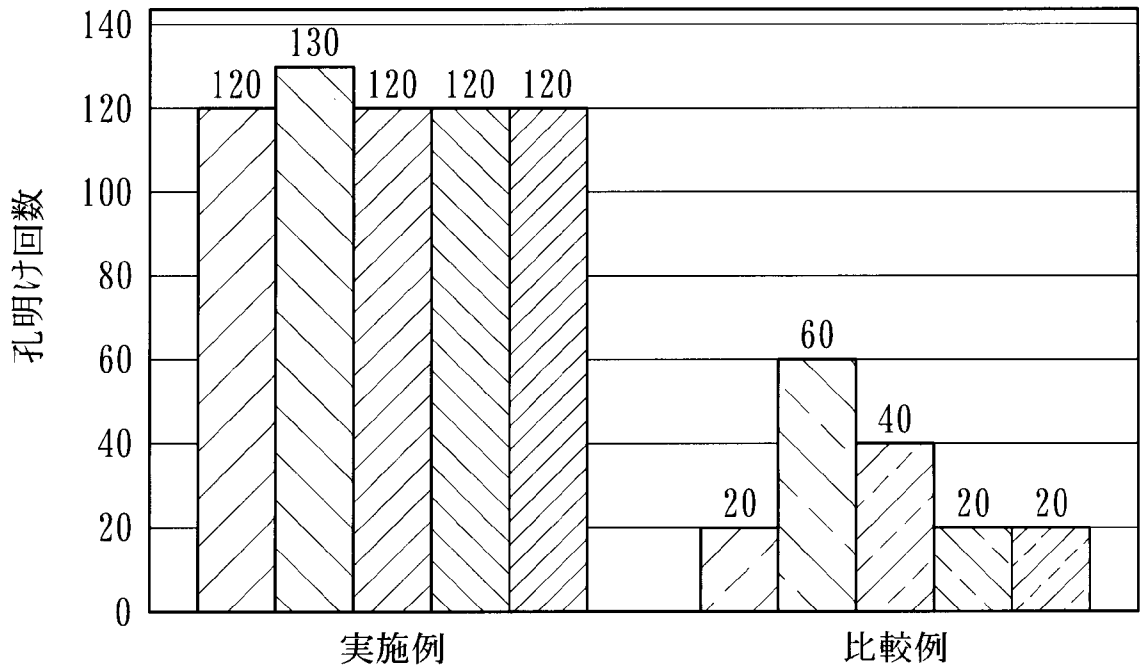


(b)

[図8]


0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
切れ刃摩耗量 [mm]
100穴
100穴
実施例
比較例

[図9]


140
120
100
80
60
40
20
0
孔明け回数
120
130
120
120
120
20
60
40
20
20
実施例
比較例

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/323433

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23B37/00(2006.01)i, *B26F1/16*(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)
B23B37/00, B26F1/16

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 1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

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.
Y	JP 2001-239405 A (Fuji Kogyo Co., Ltd.), 04 September, 2001 (04.09.01), Claims; Par. No. [0001] & US 2001/0020808 A1 & DE 10108575 A1	1-8
Y	JP 2004-338271 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 02 December, 2004 (02.12.04), Claims; Par. Nos. [0001], [0049] (Family: none)	1-8
Y	JP 62-181814 A (Mitsubishi Metal Corp.), 10 August, 1987 (10.08.87), Claims; page 2, lower right column, lines 9 to 11 (Family: none)	4,8

☒ 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	Date of mailing of the international search report
20 February, 2007 (20.02.07)	27 February, 2007 (27.02.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/323433

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 2-124205 A (Suzuki Motor Co., Ltd.), 11 May, 1990 (11.05.90), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 8-506766 A (Novator AB.), 23 July, 1996 (23.07.96), Full text; all drawings & US 5641252 A & WO 1994/011142 A1	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００６／３２３４３３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23B37/00(2006.01)i，B26F1/16(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.　B23B37/00，B26F1/16

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	１９７１－２００７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００７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	関連する請求の範囲の番号
Y	JP 2001-239405 A（富士工業株式会社）2001.09.04，特許請求の範囲，段落【0001】 & US 2001/0020808 A1 & DE 10108575 A1	1-8
Y	JP 2004-338271 A（三菱レイヨン株式会社）2004.12.02，特許請求の範囲，段落【0001】，【0049】　（ファミリーなし）	1-8
Y	JP 62-181814 A（三菱金属株式会社）1987.08.10，特許請求の範囲，第２頁右下欄第9-11行　（ファミリーなし）	4,8

☑　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	国際調査報告の発送日
２０．０２．２００７	２７．０２．２００７

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）　３Ｃ　３２１５
中村　泰二郎
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２４

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	関連する請求の範囲の番号
A	JP 2-124205 A（鈴木自動車工業株式会社）1990.05.11，全文，全図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 8-506766 A（ノバトール アーベー）1996.07.23，全文，全図 & US 5641252 A & WO 1994/011142 A1	1-8