

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7424095号  
(P7424095)

(45)発行日 令和6年1月30日(2024.1.30)

(24)登録日 令和6年1月22日(2024.1.22)

(51)国際特許分類

F I

A 6 3 B 49/00 (2015.01)

A 6 3 B 49/00

A 6 3 B 102/04 (2015.01)

A 6 3 B 102:04

請求項の数 9 (全17頁)

|          |                                  |          |                                 |
|----------|----------------------------------|----------|---------------------------------|
| (21)出願番号 | 特願2020-25155(P2020-25155)        | (73)特許権者 | 000183233                       |
| (22)出願日  | 令和2年2月18日(2020.2.18)             |          | 住友ゴム工業株式会社                      |
| (65)公開番号 | 特開2021-129633(P2021-129633<br>A) |          | 兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号             |
| (43)公開日  | 令和3年9月9日(2021.9.9)               | (74)代理人  | 110000556                       |
| 審査請求日    | 令和4年12月22日(2022.12.22)           |          | 弁理士法人有古特許事務所                    |
|          |                                  | (72)発明者  | 君塚 渉                            |
|          |                                  |          | 兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号 住友ゴム工業株式会社内 |
|          |                                  | 審査官      | 相川 俊                            |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 バドミントンラケット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

グリップ、  
そのバッドエンドの近傍が上記グリップに挿入されたシャフト、  
及び

上記シャフトのチップエンドの近傍に取り付けられたフレーム  
を備えており、

上記グリップからの距離が75mmである第二測定点における上記シャフトの曲げ剛性値EⅠ(2)が、上記グリップからの距離が35mmである第一測定点における上記シャフトの曲げ剛性値EⅠ(1)及び上記グリップからの距離が155mmである第四測定点における上記シャフトの曲げ剛性値EⅠ(4)よりも大きく、

上記グリップからの距離が115mmである第三測定点における上記シャフトの曲げ剛性値EⅠ(3)が、上記曲げ剛性値EⅠ(1)及び上記曲げ剛性値EⅠ(4)よりも大きく、

上記曲げ剛性値EⅠ(2)と上記曲げ剛性値EⅠ(1)との比(EⅠ(2)/EⅠ(1))が、1.44以上であり、

上記曲げ剛性値EⅠ(2)と上記曲げ剛性値EⅠ(4)との比(EⅠ(2)/EⅠ(4))が、1.54以上であり、

上記曲げ剛性値EⅠ(3)と上記曲げ剛性値EⅠ(1)との比(EⅠ(3)/EⅠ(1))が、1.50以上であり、

上記曲げ剛性値  $E I$  (3) と上記曲げ剛性値  $E I$  (4) との比  $(E I (3) / E I (4))$  が、1.60 以上である、バドミントンラケット。

【請求項 2】

上記曲げ剛性値  $E I$  (2) と上記曲げ剛性値  $E I$  (1) との差  $(E I (2) - E I (1))$  が、 $0.50 \text{ Nm}^2$  以上である、請求項 1 に記載のラケット。

【請求項 3】

上記曲げ剛性値  $E I$  (2) と上記曲げ剛性値  $E I$  (4) との差  $(E I (2) - E I (4))$  が、 $0.50 \text{ Nm}^2$  以上である、請求項 1 又は 2 に記載のラケット。

【請求項 4】

上記曲げ剛性値  $E I$  (3) と上記曲げ剛性値  $E I$  (1) との差  $(E I (3) - E I (1))$  が、 $0.50 \text{ Nm}^2$  以上である、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のラケット。

10

【請求項 5】

上記曲げ剛性値  $E I$  (3) と上記曲げ剛性値  $E I$  (4) との差  $(E I (3) - E I (4))$  が、 $0.50 \text{ Nm}^2$  以上である、請求項 1 から 4 のいずれかに記載のラケット。

【請求項 6】

上記シャフトが中空構造を有しており、

上記第一測定点から上記第四測定点までの上記シャフトの内径が実質的に均一である、請求項 1 から 5 のいずれかに記載のラケット。

【請求項 7】

上記第一測定点から上記第四測定点までの上記シャフトの外径が、実質的に均一である、請求項 1 から 6 のいずれかに記載のラケット。

20

【請求項 8】

上記第二測定点から上記第三測定点までの上記シャフトの質量  $W 2$  と、上記第一測定点から上記第二測定点までの上記シャフトの質量  $W 1$  との比  $(W 2 / W 1)$  が、0.95 以上 1.05 以下であり、

上記第二測定点から上記第三測定点までの上記シャフトの質量  $W 2$  と、上記第三測定点から上記第四測定点までの上記シャフトの質量  $W 3$  との比  $(W 2 / W 3)$  が、0.95 以上 1.05 以下である、請求項 1 から 7 のいずれかに記載のラケット。

【請求項 9】

上記シャフトが、

軸方向において上記第二測定点及び第三測定点を含みかつ上記第一測定点及び上記第四測定点を含まないゾーンに配置されており、かつ

実質的に軸方向に配向する複数の強化繊維を含む繊維強化層を有する、請求項 1 から 8 のいずれかに記載のラケット。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バドミントンラケットに関する。詳細には、本発明は、このラケットのシャフトの改良に関する。

【背景技術】

40

【0002】

バドミントンのラケットは、フレーム、ストリング及びシャフトを有している。プレーヤーは、ラケットでシャトルをショットする。ショット時には、シャフトが変形する。

【0003】

シャフトの変形挙動を適正にする試みが、種々なされている。中国特許公開第 107115641 号公報には、細径である屈曲部を含むシャフトを有するラケットが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【文献】中国特許公開第 1 0 7 1 1 5 6 4 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

バドミントンのゲームでは、プレーヤーは、様々な種類のショットを行う。スマッシュ、ロビング、カット、クリア等のショットを、プレーヤーは行う。

【0006】

スマッシュは、相手プレーヤーのレシーブを妨げることが意図されるショットである。スマッシュにおいて、意図した高さでシャトルを飛行させる技量が、プレーヤーには必要である。スマッシュを多用するプレーヤーは、シャトルの弾道の安定を望んでいる。

10

【0007】

スマッシュでは、シャフトは、面内方向に大きく撓み、かつ面外方向にも大きく撓む。シャフトが面内方向及び面外方向の両方に撓む、スマッシュ以外のショットでも、プレーヤーは、シャトルの弾道の安定を望んでいる。

【0008】

本発明の目的は、シャフトが面内方向及び面外方向の両方に大きく撓むショットに適したバドミントンラケットの提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係るバドミントンラケットは、

20

グリップ、

そのバッドエンドの近傍が上記グリップに挿入されたシャフト、

及び

上記シャフトのチップエンドの近傍に取り付けられたフレーム

を備える。グリップからの距離が 7 5 mm である第二測定点におけるシャフトの曲げ剛性値  $E I (2)$  は、グリップからの距離が 3 5 mm である第一測定点におけるシャフトの曲げ剛性値  $E I (1)$  及びグリップからの距離が 1 5 5 mm である第四測定点におけるシャフトの曲げ剛性値  $E I (4)$  よりも大きい。グリップからの距離が 1 1 5 mm である第三測定点におけるシャフトの曲げ剛性値  $E I (3)$  は、曲げ剛性値  $E I (1)$  及び曲げ剛性値  $E I (4)$  よりも大きい。

30

【0010】

好ましくは、曲げ剛性値  $E I (2)$  と曲げ剛性値  $E I (1)$  との比  $(E I (2) / E I (1))$  は、1. 1 0 以上である。好ましくは、曲げ剛性値  $E I (2)$  と曲げ剛性値  $E I (4)$  との比  $(E I (2) / E I (4))$  は、1. 1 0 以上である。

【0011】

好ましくは、曲げ剛性値  $E I (3)$  と曲げ剛性値  $E I (1)$  との比  $(E I (3) / E I (1))$  は、1. 1 0 以上である。好ましくは、曲げ剛性値  $E I (3)$  と曲げ剛性値  $E I (4)$  との比  $(E I (3) / E I (4))$  は、1. 1 0 以上である。

【0012】

好ましくは、曲げ剛性値  $E I (2)$  と曲げ剛性値  $E I (1)$  との差  $(E I (2) - E I (1))$  は、0. 5 0  $N m^2$  以上である。好ましくは、曲げ剛性値  $E I (2)$  と曲げ剛性値  $E I (4)$  との差  $(E I (2) - E I (4))$  は、0. 5 0  $N m^2$  以上である。

40

【0013】

好ましくは、曲げ剛性値  $E I (3)$  と曲げ剛性値  $E I (1)$  との差  $(E I (3) - E I (1))$  は、0. 5 0  $N m^2$  以上である。好ましくは、曲げ剛性値  $E I (3)$  と曲げ剛性値  $E I (4)$  との差  $(E I (3) - E I (4))$  は、0. 5 0  $N m^2$  以上である。

【0014】

シャフトが中空構造を有してもよい。好ましくは、第一測定点から第四測定点までのシャフトの内径は、実質的に均一である。

【0015】

50

好ましくは、第一測定点から第四測定点までのシャフトの外径は、実質的に均一である。

【0016】

好ましくは、第二測定点から第三測定点までのシャフトの質量 $W_2$ と、第一測定点から第二測定点までのシャフトの質量 $W_1$ との比( $W_2/W_1$ )は、0.95以上1.05以下である。好ましくは、第二測定点から第三測定点までのシャフトの質量 $W_2$ と、第三測定点から第四測定点までのシャフトの質量 $W_3$ との比( $W_2/W_3$ )は、0.95以上1.05以下である。

【0017】

好ましくは、シャフトは、繊維強化層を有する。この繊維強化層は、軸方向において第二測定点及び第三測定点を含みかつ第一測定点及び第四測定点を含まないゾーンに配置される。この繊維強化層は、実質的に軸方向に配向する複数の強化繊維を含む。

【発明の効果】

【0018】

本発明に係るバドミントンラケットを使用するプレーヤーは、シャフトが面内方向及び面外方向の両方に大きく撓むショットを行いやすい。このラケットは、ゲームの勝利に寄与しうる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係るバドミントンラケットが示された正面図である。

【図2】図2は、図1のラケットが示された右側面図である。

【図3】図3は、図1のラケットのシャフトの一部が示された拡大断面図である。

【図4】図4は、図3のIV-IV線に沿った拡大断面図である。

【図5】図5は、図1のラケットのシャフトのためのプリプレグが示された展開図である。

【図6】図6は、図1のラケットのシャフトの曲げ剛性値 $EI$ の測定方法が示された模式図である。

【図7】図7は、図1のラケットのシャフトの曲げ剛性分布が示されたグラフである。

【図8】図8は、比較例に係るラケットのシャフトの曲げ剛性分布が示されたグラフである。

【図9】図9は、本発明の実施例2に係るラケットのシャフトの曲げ剛性分布が示されたグラフである。

【図10】図10は、本発明の実施例3に係るラケットのシャフトの曲げ剛性分布が示されたグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、適宜図面が参照されつつ、好ましい実施形態に基づいて本発明が詳細に説明される。

【0021】

図1及び2に、バドミントンラケット2が示されている。このラケット2は、シャフト4、フレーム6、グリップ8及びストリング10を有している。図1及び2において、矢印Xは幅方向を表し、矢印Yは軸方向を表し、矢印Zは厚み方向を表す。

【0022】

シャフト4は、バッド部12、ミドル部14及びチップ部16を有している。シャフト4はさらに、バッドエンド18及びチップエンド20を有している。シャフト4は、中空である。シャフト4は、繊維強化樹脂から形成されている。この繊維強化樹脂は、樹脂マトリックスと、多数の強化繊維とを有している。シャフト4は、複数の繊維強化層（後に詳説）を含んでいる。

【0023】

シャフト4の基材樹脂として、エポキシ樹脂、ピスマレイミド樹脂、ポリイミド及びフェノール樹脂のような熱硬化性樹脂；並びにポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテル

10

20

30

40

50

サルホン、ポリエーテルイミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリアミド及びポリプロピレンのような熱可塑性樹脂が例示される。シャフト４に特に適した樹脂は、エポキシ樹脂である。

【００２４】

シャフト４の強化繊維として、カーボン繊維、金属繊維、ガラス繊維及びアラミド繊維が例示される。シャフト４に特に適した繊維は、カーボン繊維である。複数種の繊維が併用されてもよい。

【００２５】

フレーム６は環状であり、中空である。フレーム６は、繊維強化樹脂から形成されている。この繊維強化樹脂の基材樹脂として、シャフト４の基材樹脂と同様の樹脂が用いられ得る。この繊維強化樹脂の強化繊維として、シャフト４の強化繊維と同様の繊維が用いられ得る。フレーム６は、シャフト４のチップエンド２０に、堅固に結合されている。

【００２６】

グリップ８は、軸方向（Ｙ方向）に延びる穴２１を有している。この穴２１に、シャフト４のバッドエンド１８の近傍が挿入されている。穴２１の内周面とシャフト４の外周面とは、接着剤で接合されている。

【００２７】

ストリング１０は、フレーム６に張られている。ストリング１０は、幅方向Ｘ及び軸方向Ｙに沿って張られる。ストリング１０のうち幅方向Ｘに沿って延在する部分は、横スレッド２２と称される。ストリング１０のうち軸方向Ｙに沿って延在する部分は、縦スレッド２４と称される。複数の横スレッド２２及び複数の縦スレッド２４により、フェース２６が形成されている。フェース２６は、概してＸ－Ｙ平面に沿っている。

【００２８】

図１において符号Ｌは、シャフト４の露出部分の長さである。長さＬは、通常は、１５０ｍｍ以上２１０ｍｍ以下である。

【００２９】

図３は、図１のラケット２のシャフト４の一部が示された拡大断面図である。図４は、図３のⅣ－Ⅳ線に沿った拡大断面図である。前述の通り、このシャフト４は中空である。図４に示されるように、このシャフト４の断面形状は、円である。換言すれば、このシャフト４は、円筒状である。

【００３０】

図３及び４において矢印Ｄ<sub>ｉ</sub>は、シャフト４の内径を表す。典型的な内径Ｄ<sub>ｉ</sub>は、３ｍｍ以上１０ｍｍ以下である。図３及び４において矢印Ｄ<sub>ｏ</sub>は、シャフト４の外径を表す。典型的な外径Ｄ<sub>ｏ</sub>は、５ｍｍ以上１５ｍｍ以下である。

【００３１】

前述の通りシャフト４は、繊維強化樹脂から形成されている。このシャフト４は、シートワインディング法によって製造されうる。このシートワインディング法では、複数のプリプレグが、マンドレルに巻かれる。それぞれのプリプレグは、複数の繊維とマトリックス樹脂とを有する。このマトリックス樹脂は、硬化していない。

【００３２】

図５は、図１のラケット２のシャフト４のためのプリプレグ構成が示された展開図である。このプリプレグ構成は、１３のプリプレグ（シート）を有する。具体的には、このプリプレグ構成は、第一シートＳ１、第二シートＳ２、第三シートＳ３、第四シートＳ４、第五シートＳ５、第六シートＳ６、第七シートＳ７、第八シートＳ８、第九シートＳ９、第十シートＳ１０、第十一シートＳ１１、第十二シートＳ１２及び第十三シートＳ１３を有する。これらのプリプレグから、後述される方法にて、複数の繊維強化層が形成される。具体的には、第一シートＳ１から第一繊維強化層が形成され、第二シートＳ２から第二繊維強化層が形成され、第三シートＳ３から第三繊維強化層が形成され、第四シートＳ４から第四繊維強化層が形成され、第五シートＳ５から第五繊維強化層が形成され、第六シートＳ６から第六繊維強化層が形成され、第七シートＳ７から第七繊維強化層が形成され

10

20

30

40

50

、第八シート S 8 から第八繊維強化層が形成され、第九シート S 9 から第九繊維強化層が形成され、第十シート S 10 から第十繊維強化層が形成され、第十一シート S 11 から第十一繊維強化層が形成され、第十二シート S 12 から第十二繊維強化層が形成され、第十三シート S 13 から第十三繊維強化層が形成される。

【0033】

図5における左右方向は、シャフト4の軸方向である。図5には、バッドエンド18及びチップエンド20の位置が、矢印で示されている。図5にはさらに、後述される4つの測定点 P 1、P 2、P 3 及び P 4 の位置が、矢印で示されている。図5において、左右方向（軸方向）の縮尺は、上下方向の縮尺と一致していない。

【0034】

第一シート S 1 は、シャフト4の全体に渡って存在している。第一シート S 1 の形状は、概ね矩形である。この第一シート S 1 は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に対して傾いている。このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、 $30^{\circ}$ 以上 $60^{\circ}$ 以下である。本実施形態では、この角度は $45^{\circ}$ である。この第一シート S 1 では、幅は70mmであり、長さは340mmである。

【0035】

第二シート S 2 は、シャフト4の全体に渡って存在している。第二シート S 2 の形状は、概ね矩形である。この第二シート S 2 は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に対して傾いている。このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、 $-60^{\circ}$ 以上 $-30^{\circ}$ 以下である。本実施形態では、この角度は $-45^{\circ}$ である。この第二シート S 2 では、幅は70mmであり、長さは340mmである。

【0036】

第二シート S 2 におけるカーボン繊維の傾斜方向は、第一シート S 1 におけるカーボン繊維の傾斜方向とは逆である。従って、第二繊維強化層におけるカーボン繊維の傾斜方向は、第一繊維強化層におけるカーボン繊維の傾斜方向とは逆である。このシャフト4では、第一繊維強化層及び第二繊維強化層により、バイアス構造が達成されている。第一繊維強化層及び第二繊維強化層は、シャフト4の曲げ剛性及びねじり剛性に寄与する。第一繊維強化層及び第二繊維強化層は、特に、シャフト4のねじり剛性に寄与する。

【0037】

第三シート S 3 は、シャフト4のチップエンド20側に偏って存在している。第三シート S 3 の形状は、概ね台形である。この第三シート S 3 は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に対して傾いている。このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、 $30^{\circ}$ 以上 $60^{\circ}$ 以下である。本実施形態では、この角度は $45^{\circ}$ である。この第三シート S 3 では、幅は35mmであり、上底の長さは105mmであり、下底の長さは115mmである。

【0038】

第四シート S 4 は、シャフト4のチップエンド20側に偏って存在している。軸方向において、第四シート S 4 の位置は、第三シート S 3 の位置と一致している。第四シート S 4 の形状は、概ね台形である。この第四シート S 4 は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に対して傾いている。このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、 $-60^{\circ}$ 以上 $-30^{\circ}$ 以下である。本実施形態では、この角度は $-45^{\circ}$ である。この第四シート S 4 では、幅は35mmであり、上底の長さは105mmであり、下底の長さは115mmである。

【0039】

第四シート S 4 におけるカーボン繊維の傾斜方向は、第三シート S 3 におけるカーボン繊維の傾斜方向とは逆である。従って、第四繊維強化層におけるカーボン繊維の傾斜方向は、第三繊維強化層におけるカーボン繊維の傾斜方向とは逆である。このシャフト4では、第三繊維強化層及び第四繊維強化層により、バイアス構造が達成されている。第三繊維

10

20

30

40

50

強化層及び第四繊維強化層は、ミドル部 1 4 及びチップ部 1 6 の曲げ剛性及びねじり剛性に寄与する。第三繊維強化層及び第四繊維強化層は、特に、ミドル部 1 4 及びチップ部 1 6 のねじり剛性に寄与する。

【0040】

第五シート S 5 は、シャフト 4 のバッドエンド 1 8 側に偏って存在している。第五シート S 5 の形状は、概ね台形である。この第五シート S 5 は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に対して傾いている。このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、 $30^{\circ}$  以上  $60^{\circ}$  以下である。本実施形態では、この角度は  $45^{\circ}$  である。この第五シート S 5 では、幅は 35 mm であり、上底の長さは 155 mm であり、下底の長さは 165 mm である。

10

【0041】

第六シート S 6 は、シャフト 4 のバッドエンド 1 8 側に偏って存在している。軸方向において、第六シート S 6 の位置は、第五シート S 5 の位置と一致している。第六シート S 6 の形状は、概ね台形である。この第六シート S 6 は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に対して傾いている。このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、 $-60^{\circ}$  以上  $-30^{\circ}$  以下である。本実施形態では、この角度は  $-45^{\circ}$  である。この第六シート S 6 では、幅は 35 mm であり、上底の長さは 155 mm であり、下底の長さは 165 mm である。

【0042】

第六シート S 6 におけるカーボン繊維の傾斜方向は、第五シート S 5 におけるカーボン繊維の傾斜方向とは逆である。従って、第六繊維強化層におけるカーボン繊維の傾斜方向は、第五繊維強化層におけるカーボン繊維の傾斜方向とは逆である。このシャフト 4 では、第五繊維強化層及び第六繊維強化層により、バイアス構造が達成されている。第五繊維強化層及び第六繊維強化層は、バッド部 1 2 及びミドル部 1 4 の曲げ剛性及びねじり剛性に寄与する。第五繊維強化層及び第六繊維強化層は、特に、バッド部 1 2 及びミドル部 1 4 のねじり剛性に寄与する。

20

【0043】

第七シート S 7 は、シャフト 4 のミドル部 1 4 に偏って存在している。第七シート S 7 の形状は、概ね平行四辺形である。この第七シート S 7 は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に一致している。換言すれば、このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、実質的に  $0^{\circ}$  である。この第七シート S 7 では、幅は 70 mm であり、長さは 70 mm である。

30

【0044】

前述の通り、第七シート S 7 に含まれるカーボン繊維は、実質的に軸方向に配向している。従って、第七繊維強化層でも、カーボン繊維は実質的に軸方向に配向している。本明細書では、カーボン繊維が実質的に軸方向に配向する構造は、「ストレート構造」と称される。第七繊維強化層は、ストレート構造を有する。シャフト 4 が撓んだとき、これらのカーボン繊維に大きな張力がかかる。この張力は、シャフト 4 のさらなる撓みを抑制する。換言すれば、これらのカーボン繊維は、シャフト 4 の曲げ剛性に寄与する。図 5 に示されるように、第七シート S 7 は、軸方向において第二測定点 P 2 及び第三測定点 P 3 を含みかつ第一測定点 P 1 及び第四測定点 P 4 を含まないゾーンに、配置されている。従って、第七繊維強化層も、軸方向において第二測定点 P 2 及び第三測定点 P 3 を含みかつ第一測定点 P 1 及び第四測定点 P 4 を含まないゾーンに位置する。第七繊維強化層は、特に、ミドル部 1 4 の曲げ剛性に寄与する。

40

【0045】

第八シート S 8 は、シャフト 4 のチップエンド 2 0 側に偏って存在している。第八シート S 8 の形状は、概ね台形である。この第八シート S 8 は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に対して傾いている。このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、 $30^{\circ}$  以上  $60^{\circ}$  以下である。本実施形態では、この角度は  $45^{\circ}$  である。この第八シート S 8 では、幅は 35 mm であり

50

、上底の長さは85mmであり、下底の長さは95mmである。

【0046】

第九シートS9は、シャフト4のチップエンド20側に偏って存在している。軸方向において、第九シートS9の位置は、第八シートS8の位置と一致している。第九シートS9の形状は、概ね台形である。この第九シートS9は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に対して傾いている。このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、 $-60^{\circ}$ 以上 $-30^{\circ}$ 以下である。本実施形態では、この角度は $-45^{\circ}$ である。この第九シートS9では、幅は35mmであり、上底の長さは85mmであり、下底の長さは95mmである。

【0047】

第九シートS9におけるカーボン繊維の傾斜方向は、第八シートS8におけるカーボン繊維の傾斜方向とは逆である。従って、第九繊維強化層におけるカーボン繊維の傾斜方向は、第八繊維強化層におけるカーボン繊維の傾斜方向とは逆である。このシャフト4では、第八繊維強化層及び第九繊維強化層により、バイアス構造が達成されている。第八繊維強化層及び第九繊維強化層は、チップ部16の曲げ剛性及びねじり剛性に寄与する。第八繊維強化層及び第九繊維強化層は、特に、チップ部16のねじり剛性に寄与する。

【0048】

第十シートS10は、シャフト4のバッドエンド18側に偏って存在している。第十シートS10の形状は、概ね台形である。この第十シートS10は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に対して傾いている。このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、 $30^{\circ}$ 以上 $60^{\circ}$ 以下である。本実施形態では、この角度は $45^{\circ}$ である。この第十シートS10では、幅は35mmであり、上底の長さは135mmであり、下底の長さは145mmである。

【0049】

第十一シートS11は、シャフト4のバッドエンド18側に偏って存在している。軸方向において、第十一シートS11の位置は、第十シートS10の位置と一致している。第十一シートS11の形状は、概ね台形である。この第十一シートS11は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に対して傾いている。このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、 $-60^{\circ}$ 以上 $-30^{\circ}$ 以下である。本実施形態では、この角度は $-45^{\circ}$ である。この第十一シートS11では、幅は35mmであり、上底の長さは135mmであり、下底の長さは145mmである。

【0050】

第十一シートS11におけるカーボン繊維の傾斜方向は、第十シートS10におけるカーボン繊維の傾斜方向とは逆である。従って、第十一繊維強化層におけるカーボン繊維の傾斜方向は、第十繊維強化層におけるカーボン繊維の傾斜方向とは逆である。このシャフト4では、第十繊維強化層及び第十一繊維強化層により、バイアス構造が達成されている。第十繊維強化層及び第十一繊維強化層は、バッド部12の曲げ剛性及びねじり剛性に寄与する。第十繊維強化層及び第十一繊維強化層は、特に、バッド部12のねじり剛性に寄与する。

【0051】

第十二シートS12は、シャフト4のミドル部14に偏って存在している。第十二シートS12の形状は、概ね平行四辺形である。この第十二シートS12は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に一致している。換言すれば、このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、実質的に $0^{\circ}$ である。この第十二シートS12では、幅は70mmであり、長さは110mmである。

【0052】

前述の通り、第十二シートS12に含まれるカーボン繊維は、実質的に軸方向に配向している。従って、第十二繊維強化層でも、カーボン繊維は実質的に軸方向に配向している。第十二繊維強化層は、ストレート構造を有する。シャフト4が撓んだとき、これらの力

10

20

30

40

50

ーボン繊維に大きな張力がかかる。この張力は、シャフト 4 のさらなる撓みを抑制する。換言すれば、これらのカーボン繊維は、シャフト 4 の曲げ剛性に寄与する。図 5 に示されるように、第十二シート S 1 2 は、軸方向において第二測定点 P 2 及び第三測定点 P 3 を含みかつ第一測定点 P 1 及び第四測定点 P 4 を含まないゾーンに、配置されている。従って、第十二繊維強化層も、軸方向において第二測定点 P 2 及び第三測定点 P 3 を含みかつ第一測定点 P 1 及び第四測定点 P 4 を含まないゾーンに位置する。第十二繊維強化層は、特に、ミドル部 1 4 の曲げ剛性に寄与する。

【0053】

第十三シート S 1 3 は、シャフト 4 の全体に渡って存在している。第十三シート S 1 3 の形状は、概ね矩形である。この第十三シート S 1 3 は、並列された複数のカーボン繊維を含んでいる。それぞれのカーボン繊維の延在方向は、軸方向に一致している。換言すれば、このカーボン繊維の延在方向の、軸方向に対する角度は、実質的に  $0^{\circ}$  である。この第十三シート S 1 3 では、幅は 40 mm であり、長さは 340 mm である。

【0054】

前述の通り、第十三シート S 1 3 に含まれるカーボン繊維は、実質的に軸方向に配向している。従って、第十三繊維強化層でも、カーボン繊維は実質的に軸方向に配向している。第十三繊維強化層は、ストレート構造を有する。シャフト 4 が撓んだとき、これらのカーボン繊維に大きな張力がかかる。この張力は、シャフト 4 のさらなる撓みを抑制する。換言すれば、これらのカーボン繊維は、シャフト 4 の曲げ剛性に寄与する。

【0055】

このシャフト 4 では、第一繊維強化層、第二繊維強化層及び第十三繊維強化層は、バッドエンド 18 からチップエンド 20 に渡って存在している。これらの繊維強化層は、シャフト 4 の耐久性に寄与しうる。

【0056】

このシャフト 4 の製造では、図 5 に示されたシートが、順次、マンドレルに巻かれる。第一シート S 1 と第二シート S 2 とが重ねられて、マンドレルに巻かれてもよい。第三シート S 3 と第四シート S 4 とが重ねられて、マンドレルに巻かれてもよい。第五シート S 5 と第六シート S 6 とが重ねられて、マンドレルに巻かれてもよい。第八シート S 8 と第九シート S 9 とが重ねられて、マンドレルに巻かれてもよい。第十シート S 10 と第十一シート S 11 とが重ねられて、マンドレルに巻かれてもよい。これらのシートと共に、他のシートがマンドレルに巻かれてもよい。他のシートとして、ガラス繊維を含むものが例示される。

【0057】

これらのシートに、さらにラッピングテープが巻かれる。これらのマンドレル、プリブレグ（シート S 1 - S 13）及びラッピングテープは、オープン等で加熱される。加熱により、マトリックスの樹脂が流動する。さらなる加熱によりこの樹脂が硬化反応を起こし、成形体を得られる。この成形体に、端面の加工、研磨、塗装等の処理が施され、シャフト 4 が完成する。

【0058】

図 6 は、図 1 のラケット 2 のシャフト 4 の曲げ剛性値  $EI$  の測定方法が示された模式図である。図 6 には、グリップ 8 からの距離が  $L1$  である測定点 P での測定が示されている。この測定では、第一支持点 28 及び第二支持点 30 により、シャフト 4 が下方から支持される。第一支持点 28 までの、測定点 P からの距離は、30 mm である。第二支持点 30 までの、測定点 P からの距離は、30 mm である。測定は、万能材料試験機（インテスコ社の商品名「2020」）によってなされる。この試験機は、圧子 32 を有している。この圧子 32 の形状は、半球である。この半球の曲率半径は、20 mm である。この圧子 32 が  $2\text{ mm/min}$  の速度で徐々に下降する。この圧子 32 は測定点 P に当接し、さらにシャフト 4 を押す。この押しにより、シャフト 4 が徐々に撓む。この圧子 32 によるシャフト 4 への荷重が  $100\text{ N}$  となった時点での、シャフト 4 の撓み量  $B\text{ (m)}$  が、測定される。この撓み量  $B$  が下記の数式に代入されて、曲げ剛性値  $EI\text{ (Nm}^2\text{)}$  が算出される。

$$EI = F \cdot L^2 / (48 \cdot B)$$

この数式において、Fは荷重(N)であり、L2は2つの支持点の間の距離(m)であり、Bは撓み量(m)である。本実施形態では、荷重Fは100Nであり、距離L2は0.06mである。グリップ8及びフレーム6が取り付けられていない状態で、シャフト4の曲げ剛性値EIが測定されてもよい。

【0059】

本実施形態では、第一測定点P1、第二測定点P2、第三測定点P3及び第四測定点P4において、曲げ剛性値EIが測定される。各測定点までのグリップ8からの距離L1は、下記の通りである。

第一測定点P1：35mm

第二測定点P2：75mm

第三測定点P3：115mm

第四測定点P4：155mm

【0060】

図5に示されたプリプレグ構成を有するシャフト4では、第一測定点P1における曲げ剛性値EI(1)は3.82Nm<sup>2</sup>であり、第二測定点P2における曲げ剛性値EI(2)は5.51Nm<sup>2</sup>であり、第三測定点P3における曲げ剛性値EI(3)は5.74Nm<sup>2</sup>であり、第四測定点P4における曲げ剛性値EI(4)は3.58Nm<sup>2</sup>である。このシャフト4の曲げ剛性分布が、図7のグラフに示されている。

【0061】

このシャフト4では、第二測定点P2での曲げ剛性値EI(2)は、第一測定点P1での曲げ剛性値EI(1)よりも大きく、かつ第四測定点P4での曲げ剛性値EI(4)よりも大きい。さらにこのシャフト4では、第三測定点P3での曲げ剛性値EI(3)は、第一測定点P1での曲げ剛性値EI(1)よりも大きく、かつ第四測定点P4での曲げ剛性値EI(4)よりも大きい。このシャフト4では、下記の4つの数式が満たされる。

$$EI(2) > EI(1)$$

$$EI(2) > EI(4)$$

$$EI(3) > EI(1)$$

$$EI(3) > EI(4)$$

図7に示されるように、このシャフト4は、上に凸の剛性分布を有する。

【0062】

前述の通り、第七繊維強化層は、軸方向において第二測定点P2及び第三測定点P3を含みかつ第一測定点P1及び第四測定点P4を含まないゾーンに位置している。第十二繊維強化層は、軸方向において第二測定点P2及び第三測定点P3を含みかつ第一測定点P1及び第四測定点P4を含まないゾーンに位置している。第一測定点P1を含みかつ第二測定点P2を含まないゾーンに位置し、しかもストレート構造を有する繊維強化層は、存在しない。第三測定点P3を含まずかつ第四測定点P4を含むゾーンに位置し、しかもストレート構造を有する繊維強化層は、存在しない。この層構造により、上に凸の曲げ剛性分布が達成されうる。

【0063】

他の層構造によっても、上に凸の曲げ剛性分布が達成されうる。ストレート構造を有する繊維強化層がミドル部14に偏在することで、上に凸の曲げ剛性分布が達成されうる。

【0064】

本発明者の得た知見によれば、上に凸の曲げ剛性分布を有するシャフト4は、スマッシュに適している。このラケット2を用いてスマッシュを行うプレーヤーは、シャトルの意図した弾道を得やすい。このラケット2では、スマッシュにおけるシャトルの弾道の高さのばらつきが小さい。

【0065】

本発明に係るラケット2がスマッシュに適する理由は、スマッシュにおけるシャフト4の変形挙動に、図7に示された曲げ剛性分布がマッチするからである。スマッシュでは、

シャフト4は、面内方向（X-Y平面に沿った方向）及び面外方向（Z方向）に大きく撓む。シャフト4が面内方向及び面外方向の両方に大きく撓む、スマッシュ以外のショットにも、本発明に係るラケット2は適する。

【0066】

プリプレグの位置、プリプレグの数、プリプレグの幅、プリプレグの長さ、繊維の角度、繊維の目付量、繊維の弾性率等の変更により、曲げ剛性分布が調整されうる。

【0067】

弾道の安定性の観点から、曲げ剛性値 $EI(2)$ と曲げ剛性値 $EI(1)$ との比 $(EI(2)/EI(1))$ は1.10以上が好ましく、1.22以上がより好ましく、1.30以上が特に好ましい。シャフト4の製造容易の観点から、この比は2.50以下が好ましい。

10

【0068】

弾道の安定性の観点から、曲げ剛性値 $EI(2)$ と曲げ剛性値 $EI(4)$ との比 $(EI(2)/EI(4))$ は1.10以上が好ましく、1.33以上がより好ましく、1.45以上が特に好ましい。シャフト4の製造容易の観点から、この比は3.00以下が好ましい。

【0069】

弾道の安定性の観点から、曲げ剛性値 $EI(3)$ と曲げ剛性値 $EI(1)$ との比 $(EI(3)/EI(1))$ は1.10以上が好ましく、1.24以上がより好ましく、1.45以上が特に好ましい。シャフト4の製造容易の観点から、この比は3.00以下が好ましい。

20

【0070】

弾道の安定性の観点から、曲げ剛性値 $EI(3)$ と曲げ剛性値 $EI(4)$ との比 $(EI(3)/EI(4))$ は1.10以上が好ましく、1.35以上がより好ましく、1.50以上が特に好ましい。シャフト4の製造容易の観点から、この比は3.00以下が好ましい。

【0071】

比 $(EI(1)/EI(4))$ は、0.5以上2.0以下が好ましい。比 $(EI(2)/EI(3))$ は、0.5以上2.0以下が好ましい。

【0072】

弾道の安定性の観点から、曲げ剛性値 $EI(2)$ と曲げ剛性値 $EI(1)$ との差 $(EI(2)-EI(1))$ は $0.50\text{ Nm}^2$ 以上が好ましく、 $0.91\text{ Nm}^2$ 以上がより好ましく、 $1.30\text{ Nm}^2$ 以上が特に好ましい。シャフト4の製造容易の観点から、この差は $3.5\text{ Nm}^2$ 以下が好ましい。

30

【0073】

弾道の安定性の観点から、曲げ剛性値 $EI(2)$ と曲げ剛性値 $EI(4)$ との差 $(EI(2)-EI(4))$ は $0.50\text{ Nm}^2$ 以上が好ましく、 $1.24\text{ Nm}^2$ 以上がより好ましく、 $1.50\text{ Nm}^2$ 以上が特に好ましい。シャフト4の製造容易の観点から、この差は $3.5\text{ Nm}^2$ 以下が好ましい。

【0074】

弾道の安定性の観点から、曲げ剛性値 $EI(3)$ と曲げ剛性値 $EI(1)$ との差 $(EI(3)-EI(1))$ は $0.50\text{ Nm}^2$ 以上が好ましく、 $0.99\text{ Nm}^2$ 以上がより好ましく、 $1.50\text{ Nm}^2$ 以上が特に好ましい。シャフト4の製造容易の観点から、この差は $3.5\text{ Nm}^2$ 以下が好ましい。

40

【0075】

弾道の安定性の観点から、曲げ剛性値 $EI(3)$ と曲げ剛性値 $EI(4)$ との差 $(EI(3)-EI(4))$ は $0.50\text{ Nm}^2$ 以上が好ましく、 $1.32\text{ Nm}^2$ 以上がより好ましく、 $1.70\text{ Nm}^2$ 以上が特に好ましい。シャフト4の製造容易の観点から、この差は $3.5\text{ Nm}^2$ 以下が好ましい。

【0076】

50

曲げ剛性値  $EI$  の好ましい範囲は、以下の通りである。

$EI(1) : 2.0 \text{ Nm}^2$  以上  $6.0 \text{ Nm}^2$  以下

$EI(2) : 3.5 \text{ Nm}^2$  以上  $7.5 \text{ Nm}^2$  以下

$EI(3) : 3.5 \text{ Nm}^2$  以上  $7.5 \text{ Nm}^2$  以下

$EI(4) : 2.0 \text{ Nm}^2$  以上  $6.0 \text{ Nm}^2$  以下

【0077】

図3には、第一測定点P1、第二測定点P2、第三測定点P3及び第四測定点P4が示されている。図3から明らかな通り、このシャフト4の内径 $D_i$ は、第一測定点P1から第四測定点P4までにおいて、実質的に均一である。このシャフト4は、シンプルな形状のマンドレルにて、製造されうる。このシャフト4の製造では、プリプレグの巻きが容易である。シャフト4が、製造上の誤差等に起因する、内径 $D_i$ の多少のばらつきを有してもよい。第一測定点P1から第四測定点P4までにおける、最大内径 $D_{i1}$ と最小内径 $D_{i2}$ との比( $D_{i1}/D_{i2}$ )は、1.10以下が好ましく、1.05以下がより好ましく、1.03以下が特に好ましい。理想的な比( $D_{i1}/D_{i2}$ )は、1.00である。

10

【0078】

図3から明らかな通り、このシャフト4の外径 $D_o$ は、第一測定点P1から第四測定点P4までにおいて、実質的に均一である。このシャフト4は、シンプルな形状のマンドレルにて、製造されうる。このシャフト4の製造では、プリプレグの巻きが容易である。シャフト4が、製造上の誤差等に起因する、外径 $D_o$ の多少のばらつきを有してもよい。第一測定点P1から第四測定点P4までにおける、最大外径 $D_{o1}$ と最小外径 $D_{o2}$ との比( $D_{o1}/D_{o2}$ )は、1.10以下が好ましく、1.05以下がより好ましく、1.03以下が特に好ましい。理想的な比( $D_{o1}/D_{o2}$ )は、1.00である。

20

【0079】

第二測定点P2から第三測定点P3までのシャフト4の質量 $W2$ と、第一測定点P1から第二測定点P2までのシャフト4の質量 $W1$ との比( $W2/W1$ )は、0.95以上1.05以下が好ましい。さらに、この質量 $W2$ と、第三測定点P3から第四測定点P4までのシャフト4の質量 $W3$ との比( $W2/W3$ )は、0.95以上1.05以下が好ましい。このシャフト4では、質量の偏りが無い。このシャフト4を有するラケット2を、プレーヤーは、違和感なくスイングできる。この観点から、比( $W2/W1$ )及び比( $W2/W3$ )は0.97以上1.03以下がより好ましく、0.98以上1.02以下が特に好ましい。

30

【0080】

このシャフト4では、肉厚の調整による曲げ剛性分布の調整は、なされていない。さらにこのシャフト4では、開口の形成による曲げ剛性分布の調整は、なされていない。このシャフト4では、応力の集中が生じにくい。このシャフト4は、耐久性に優れる。

【実施例】

【0081】

以下、実施例によって本発明の効果が明らかにされるが、この実施例の記載に基づいて本発明が限定的に解釈されるべきではない。

【0082】

40

【実施例1】

図1-6に示されたバドミントンラケットを製作した。このラケットの曲げ剛性値 $EI$ が、下記の表1及び図7に示されている。

【0083】

【実施例2及び3並びに比較例】

プリプレグ構成を変更した他は実施例1と同様にして、実施例2及び3並びに比較例のバドミントンラケットを得た。これらのラケットの曲げ剛性値 $EI$ が、下記の表1及び図8-10に示されている。

【0084】

【実用テスト】

50

発射マシンにて、シャトルを発射した。このシャトルに対してプレーヤーにスマッシュを行わせ、シャトルの弾道を撮影した。画像を解析し、ネットの上を通過するシャトルの高さを測定した。6回の測定を行い、平均高さ $H_{av}$ 、最大高さ $H_{max}$ 及び最小高さ $H_{min}$ を求めた。この結果が、下記の表1に示されている。

【0085】

【表1】

表1 評価結果

|                                    | 比較例  | 実施例<br>2 | 実施例<br>1 | 実施例<br>3 |
|------------------------------------|------|----------|----------|----------|
| 曲げ剛性分布                             | 図8   | 図9       | 図7       | 図10      |
| $EI(1)$ (Nm <sup>2</sup> )         | 4.36 | 4.11     | 3.82     | 3.60     |
| $EI(2)$ (Nm <sup>2</sup> )         | 4.45 | 5.02     | 5.51     | 5.87     |
| $EI(3)$ (Nm <sup>2</sup> )         | 4.36 | 5.10     | 5.74     | 6.35     |
| $EI(4)$ (Nm <sup>2</sup> )         | 4.08 | 3.78     | 3.58     | 3.39     |
| $EI(2) / EI(1)$                    | 1.02 | 1.22     | 1.44     | 1.63     |
| $EI(3) / EI(1)$                    | 1.00 | 1.24     | 1.50     | 1.76     |
| $EI(2) / EI(4)$                    | 1.09 | 1.33     | 1.54     | 1.73     |
| $EI(3) / EI(4)$                    | 1.07 | 1.35     | 1.60     | 1.87     |
| $EI(2) - EI(1)$ (Nm <sup>2</sup> ) | 0.09 | 0.91     | 1.69     | 2.27     |
| $EI(3) - EI(1)$ (Nm <sup>2</sup> ) | 0.00 | 0.99     | 1.92     | 2.75     |
| $EI(2) - EI(4)$ (Nm <sup>2</sup> ) | 0.37 | 1.24     | 1.93     | 2.48     |
| $EI(3) - EI(4)$ (Nm <sup>2</sup> ) | 0.28 | 1.32     | 2.16     | 2.96     |
| $H_{max}$ (m)                      | 1.76 | 1.60     | 1.52     | 1.45     |
| $H_{min}$ (m)                      | 1.41 | 1.41     | 1.39     | 1.38     |
| $H_{max} - H_{min}$ (m)            | 0.35 | 0.19     | 0.13     | 0.07     |

【0086】

表1から明らかな通り、各実施例のバドミントンラケットでは、スマッシュにおけるシャトルの弾道が安定している。この評価結果から、本発明の優位性は明らかである。

【産業上の利用可能性】

【0087】

本発明に係るバドミントンラケットは、スマッシュを多用するスタイルのプレーヤーに適している。このラケットは、他のスタイルのプレーヤーにも適している。

【符号の説明】

【0088】

2・・・バドミントンラケット

4・・・シャフト

6・・・フレーム

8・・・グリップ

10・・・ストリング

12・・・バッド部

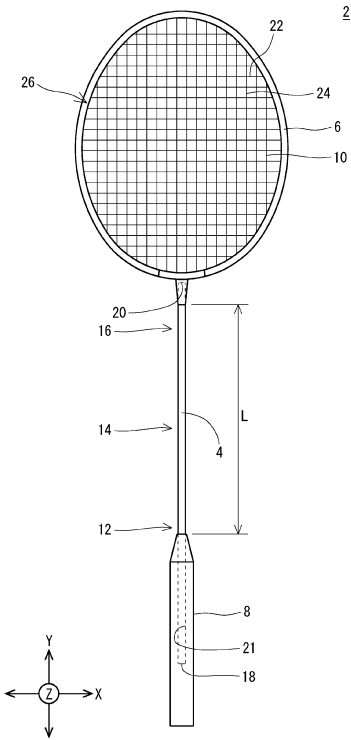
14・・・ミドル部

16・・・チップ部

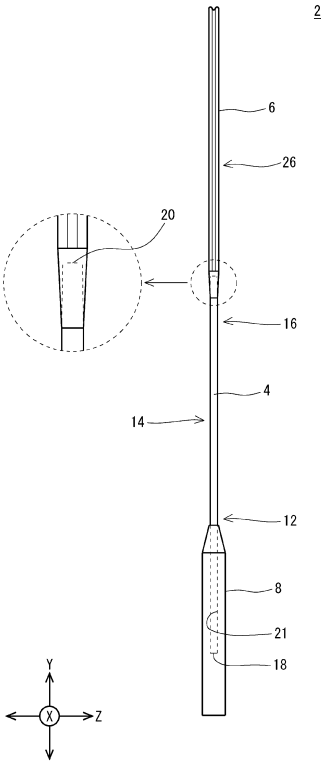
- 1 8 . . . バッドエンド
- 2 0 . . . チップエンド
- 2 6 . . . フェース
- S 1 . . . 第一シート
- S 2 . . . 第二シート
- S 3 . . . 第三シート
- S 4 . . . 第四シート
- S 5 . . . 第五シート
- S 6 . . . 第六シート
- S 7 . . . 第七シート
- S 8 . . . 第八シート

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

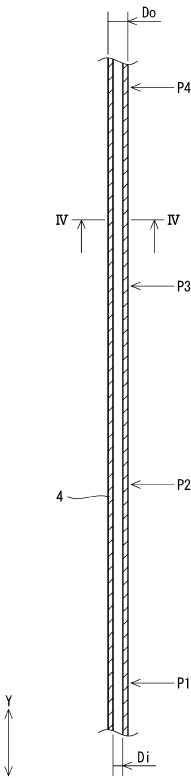
20

30

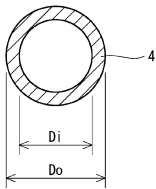
40

50

【図 3】



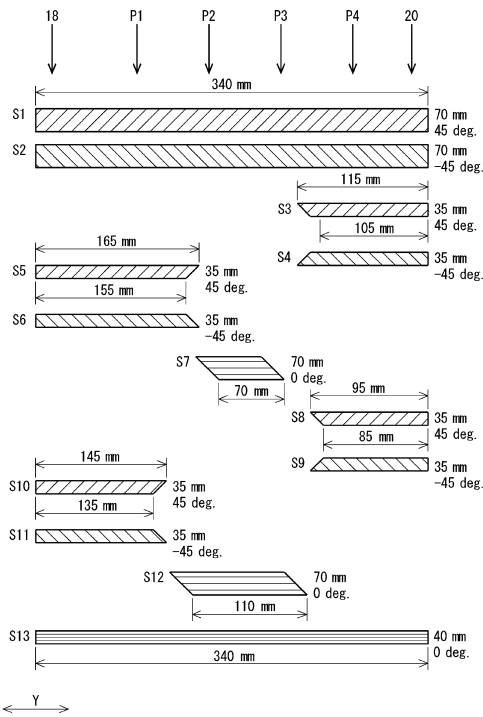
【図 4】



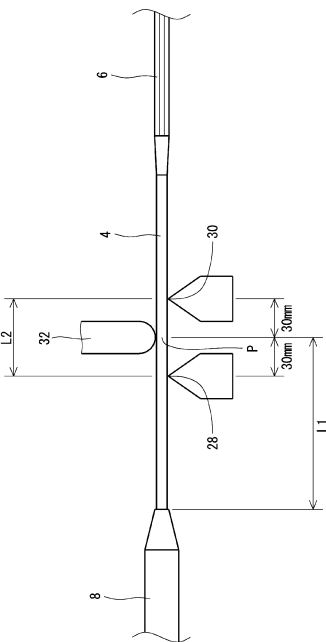
10

20

【図 5】



【図 6】

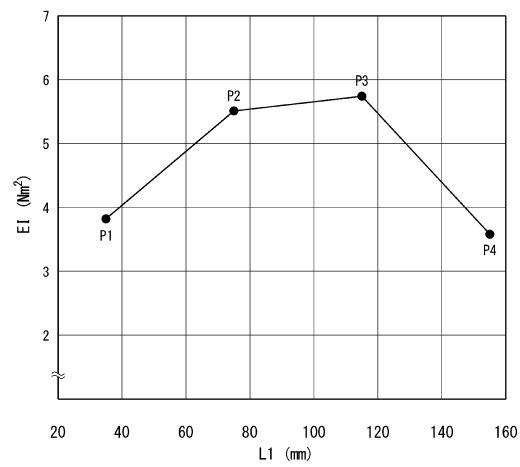


30

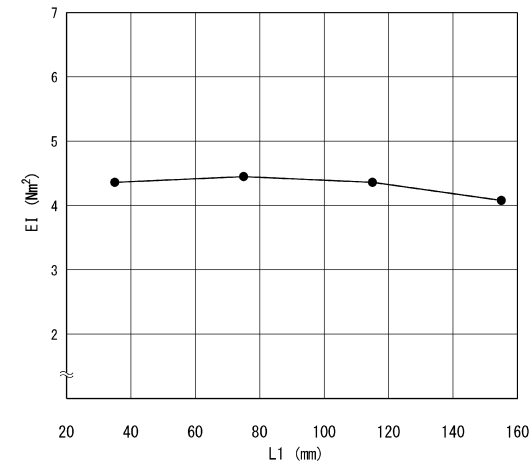
40

50

【図 7】

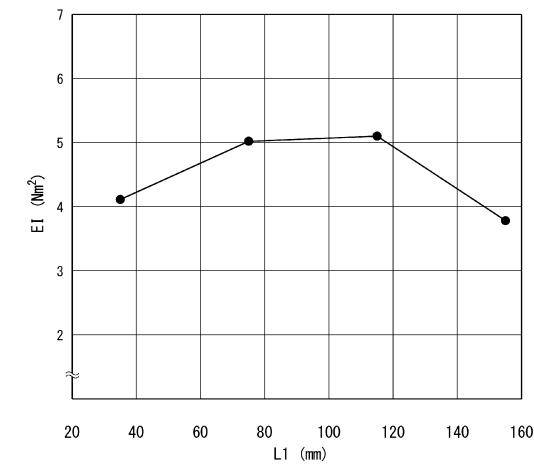


【図 8】

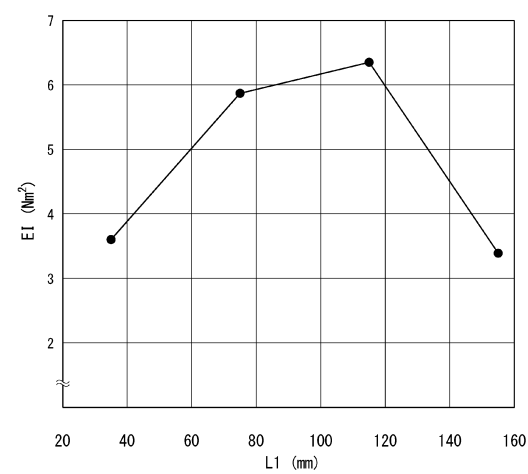


10

【図 9】



【図 10】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 中国特許出願公開第107261439 (CN, A)  
特開2014-045947 (JP, A)  
中国実用新案第2754672 (CN, Y)  
中国実用新案第205340022 (CN, U)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
A63B 49/00  
A63B 102/04