

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6182829号
(P6182829)

(45) 発行日 平成29年8月23日(2017.8.23)

(24) 登録日 平成29年8月4日(2017.8.4)

(51) Int.Cl. F I
A 6 3 B 53/10 (2015.01) A 6 3 B 53/10 A
 A 6 3 B 102/32 (2015.01) A 6 3 B 102:32

請求項の数 2 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-122093 (P2012-122093) (22) 出願日 平成24年5月29日 (2012.5.29) (65) 公開番号 特開2013-244345 (P2013-244345A) (43) 公開日 平成25年12月9日 (2013.12.9) 審査請求日 平成27年5月18日 (2015.5.18)</p>	<p>(73) 特許権者 000006035 三菱ケミカル株式会社 東京都千代田区丸の内1-1-1 (72) 発明者 金子 崇 愛知県豊橋市牛川通四丁目1番地の2 エムアールシーコンポジットプロダクツ株式会社内 (72) 発明者 下野 智史 愛知県豊橋市牛川通四丁目1番地の2 エムアールシーコンポジットプロダクツ株式会社内 審査官 砂川 充</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ゴルフクラブ用シャフトの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

強化繊維に樹脂を含浸してなるプリプレグをマンドレルに巻回して成るゴルフクラブ用シャフトの製造方法であって、

前記ゴルフクラブ用シャフトの細径端部より370mmから770mmの領域における50mmごとの距離L(mm)と、前記距離Lの位置における曲げ剛性 $E I_L$ ($\times 10^6$ kgf \cdot mm²)とからなる曲げ剛性群(L, $E I_L$)を(x, y)とし、該(x, y)を最小二乗法により下記式(A)に直線回帰した場合に、下記式(A)の相関係数の二乗 R_1^2 が0.999以上であり、

$$y = -a_1 x + b_1 \dots \text{式(A)}$$

前記ゴルフクラブ用シャフトの細径端部より370mmから770mmの領域におけるゴルフクラブ用シャフトのテーパが、細径端部側から少なくとも3段階にわたって漸次減少し、

成型されるゴルフクラブ用シャフトの細径端部より370mmから770mmの領域におけるテーパが、細径端部側から少なくとも3段階にわたって漸次減少するよう、テーパ度が複数段に亘り漸次減少しているマンドレルを使用して成形することを特徴とするゴルフクラブ用シャフトの製造方法。

【請求項2】

繊維強化樹脂が、炭素繊維強化樹脂である請求項1に記載のゴルフクラブ用シャフトの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ゴルフクラブ用シャフトの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ゴルフのスコアを良くするためには、飛距離を向上させることが重要である。特に距離の長いホールにおいて、第一打目の飛距離が向上すれば、二打目以降の距離が短くなり精度の高めることが可能となるので、スコア向上に繋げることが可能となる。

【0003】

ゴルフにおいて、打球の飛距離は、ボールの初速、打ち出し角度、スピン量で決定することが知られている。ボールの初速、打ち出し角度、スピン量は、ゴルフヘッドの特性にも依存するが、これら3つの要素については、ボールを打撃する瞬間のシャフトの動き（変形）も大きな影響を与える。特にシャフトの曲げ剛性分布がこれらの要素に大きく影響するため、様々な曲げ剛性分布を有するシャフトが開発されている。中でも強化繊維を使用した繊維強化プラスチック製ゴルフクラブ用シャフトは、この曲げ剛性分布の調整がし易いため、近年ではウッド用のゴルフクラブ用シャフトの多くに繊維強化プラスチックが用いられている。

【0004】

シャフトの動き（変形）に対する曲げ剛性分布の影響は、硬さ（フレックス）によるものと、曲げ剛性分布曲線の傾きであることが知られている。硬さ（フレックス）による影響は、硬ければシャフトの動き（変形）が小さくなり、軟らかければシャフトの動き（変形）が大きくなるため、力のある人は硬いシャフトを、力の無い人は軟らかいシャフトを選ぶことになる。これに対し、剛性分布曲線の傾きの影響は、傾きが大きいほどシャフトがしなって元に戻る復元力が大きく、傾きが小さいほどシャフトがしなって元に戻る復元力が小さくなる。よって、剛性分布曲線の傾きが大きいほどしなり戻りが速いので、スイングテンポの速い人やヘッドスピードの速い人に適し、剛性分布曲線の傾きが小さいほどしなり戻りが遅いので、スイングテンポが遅い人やヘッドスピードの遅い人に適している。

【0005】

ゴルフクラブ用シャフトにおける曲げ剛性分布とシャフトの動き（変形）の関係を考える場合、下記のように3つの部位に分割出来ると考えられる。

【0006】

- A) 細径端部～細径端 300 mm
- B) 細径端 350 mm～細径端 800 mm
- C) 細径端 850 mm～太径端部

A) については、ヘッド装着部位に相当し、打ち出し角度やスピン量に影響を与える部位である。以下、この部位を「シャフト先端部」と呼ぶ。この部位はシャフトの外径変位が小さいため、曲げ剛性分布曲線の傾きは小さく、硬さがシャフトの性能に与える影響が多い部位である。

【0007】

B) については、シャフトの中央部であり、スイング中のシャフトの変形量が最も大きく、ヘッドスピードに影響を与える部位である。以下、この部位を「シャフト中央部」と呼ぶ。この部位はシャフトの外径変位が大きいため、曲げ剛性分布曲線の傾きが大きく、曲げ剛性分布曲線がシャフトの性能に与える影響が多い部位である。

【0008】

C) については、グリップ装着部位に相当し、以下、この部位を「グリップ部」と呼ぶ。この部位はシャフトの外径変位が小さいため、曲げ剛性分布曲線の傾きは小さく、硬さがシャフトの性能に与える影響が多い部位である。

【0009】

10

20

30

40

50

ここで、ゴルフクラブ用シャフトの曲げ剛性 $E \cdot I$ は、下記式(1)より算出することが出来る。

【0010】

<式1>

$$E \cdot I = E \times \frac{\pi}{64} \times (D^4 - d^4) \quad \dots \text{式(1)}$$

10

E : ゴルフクラブ用シャフトの長手方向の弾性率

I : 断面二次モーメント

D : ゴルフクラブ用シャフトの外径

d : ゴルフクラブ用シャフトの内径

以上のことから、ゴルフクラブ用シャフトの曲げ剛性分布曲線は、シャフト外径の4乗に比例することになる。つまり、一般的なゴルフクラブ用シャフトにおいて、外径のテーパーがほぼ均一であることが多いことから、シャフト中央部の曲げ剛性分布曲線の傾きは、シャフト先端部に近いほど小さく、グリップ部に近いほど大きくなっている。

20

【0011】

ゴルフクラブ用シャフトの変形は、スイングの始動時は、グリップ側が大きくしなり、インパクトに向かってシャフトのしなりがシャフト先端部へ伝わることでヘッドへエネルギーを伝達し、ボールを飛ばすことになるが、上記の通り、一般的なゴルフクラブ用シャフトでは、シャフト中央部の曲げ剛性分布曲線の傾きがシャフト先端部に近いほど小さくなっていくため、インパクト直前においてシャフトのしなり戻りが遅くなるため、ヘッドスピードが上がり難い構造となっている。

【0012】

特許文献1では、ヘッドスピードに応じてグリップ部付近の曲げ剛性分布曲線の傾きとシャフト中央部の曲げ剛性分布曲線の傾きの比率を調整することでヘッドスピードに対応したゴルフクラブ用シャフトを得られるとしている。

30

【0013】

しかしながら、特許文献1では、シャフト中央部の曲げ剛性分布が従来と同様に曲線状になってしまうため、ヘッドスピードに応じたフィーリングの向上は期待出来るが、飛距離の向上を望むことが出来ない。

【0014】

また、特許文献2では、シャフト中央部に中間補強層を設け、シャフト中央部の曲げ剛性を高くすることで、シャフト中央部の曲げ剛性分布曲線をシャフト先端部に近いほど大きく、グリップ部に近いほど小さくしている。

40

【0015】

しかしながら、特許文献2では、シャフト中央部の曲げ剛性分布曲線の傾きが、シャフト先端部に近いほど大きくなるため、インパクト直前のシャフトのしなり戻りが速くなり、ヘッドの加速度は大きくなるが、スイング中のシャフトのしなり戻りが遅く、結果的にヘッドスピードが上がらず飛距離の向上を望むことが出来ない。

【0016】

これらに対し、特許文献3では、シャフト中央部の曲げ剛性分布曲線が概ね直線状にすることで、万人に好まれる曲げ剛性分布を有するゴルフシャフトが得られるとしている。

【0017】

しかしながら、上述の通り、ゴルフクラブ用シャフトの曲げ剛性分布曲線は、シャフト

50

外径の4乗に比例することになるため、特許文献3に例示されている実施例では、精度良くシャフト中央部の曲げ剛性分布を直線状にすることは出来ず、万人に好まれる曲げ剛性分布を有するゴルフシャフトを得ることが出来ない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0018】

【特許文献1】特開2002-177423号公報

【特許文献2】特開2003-24490号公報

【特許文献3】特開2002-224256号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、スイング中のゴルフシャフトのしなり戻りの復元性を高めると同時にヘッドスピードを向上させ、飛距離を向上させるゴルフクラブ用シャフトを得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0020】

上記の課題を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。

【0021】

(1) 強化繊維に樹脂を含浸してなるプリプレグをマンドレルに巻回して成るゴルフクラブ用シャフトの製造方法であって、

20

前記ゴルフクラブ用シャフトの細径端部より370mmから770mmの領域における50mmごとの距離L(mm)と、前記距離Lの位置における曲げ剛性 $E I_L$ ($\times 10^6$ kgf \cdot mm 2)とからなる曲げ剛性群(L, $E I_L$)を(x, y)とし、該(x, y)を最小二乗法により下記式(A)に直線回帰した場合に、下記式(A)の相関係数の二乗 R_1^2 が0.999以上であることを特徴とし、

$$y = -a_1 x + b_1 \cdots \text{式(A)}$$

前記ゴルフクラブ用シャフトの細径端部より370mmから770mmの領域におけるゴルフクラブ用シャフトのテーパが、細径端部側から少なくとも3段階にわたって漸次減少することを特徴とし、

30

成型されるゴルフクラブ用シャフトの細径端部より370mmから770mmの領域におけるテーパが、細径端部側から少なくとも3段階にわたって漸次減少するよう、テーパ度が複数段に亘り漸次減少しているマンドレルを使用して成型することを特徴とするゴルフクラブ用シャフトの製造方法。

【0024】

(2) 繊維強化樹脂が、炭素繊維強化樹脂である上記(1)に記載のゴルフクラブ用シャフト。

【発明の効果】

【0026】

本発明のゴルフクラブ用シャフトによると、ボールの初速向上と最適なボールスピニング量を得られるので、飛距離の向上に繋がる。

40

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明のゴルフクラブ用シャフトの一実施形態例を示すプリプレグの裁断形状と、巻き付け順序とを示す説明図である。

【図2】マンドレル10の概略説明図である。

【図3】マンドレル11の概略説明図である。

【図4】実施例におけるゴルフシャフトの製作に用いたプリプレグの裁断形状と、芯金11への巻き付け順序とを示す説明図である。

【図5】ゴルフクラブ用シャフトのEI値測定における試験装置の概略図である。

50

【図6】マンドレル12の概略説明図である。

【図7】比較例1におけるゴルフシャフトの製作に用いたプリプレグの裁断形状と、芯金12への巻き付け順序とを示す説明図である。

【図8】マンドレル13の概略説明図である。

【図9】比較例2におけるゴルフシャフトの製作に用いたプリプレグの裁断形状と、芯金13への巻き付け順序とを示す説明図である。

【図10】実施例、比較例1、比較例2におけるEI値分布と、相関係数の二乗 R^2 を算出した結果を示す説明図である。

【図11】実施例、比較例1、比較例2における細径端350mm~800mmの外径分布を示す説明図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明の最良の形態について詳細に説明する。

<シャフト>

本発明に係る繊維強化樹脂を積層してなるゴルフクラブ用シャフトは、軸方向に垂直な面の外径が長さ方向の一端から他端に向かって大きくなり、途中の径切換部から他端まで外径が同一となるように形成されたものである。以下、外径が小さい側の端部を細径端部といい、外径が大きい側の端部を太径端部という。また、シャフトの長さ方向の径切換部から細径端部側を細径部、太径端部側を太径部という。本発明のゴルフクラブ用シャフトは、例えば、図1のパターン1~7に示すような裁断形状を有する繊維強化樹脂(プリプレグ)21~27を、パターン1~7の順番でマンドレル10に巻き付けて積層した後、加熱硬化した複数の繊維強化樹脂層で構成される。このゴルフクラブ用シャフトは、管状体主軸に対する強化繊維の巻角度が $20 \sim 75^\circ$ の範囲内で、正逆両方向であるアングル層をとともに有し、前記正逆2層のアングル層の巻き始め位置が実質的に半周分ずれたバイアス層が形成され、その外側に管状体主軸に対する強化繊維の巻角度が $-5 \sim 5^\circ$ の範囲内であるストレート層を複数有している。

20

【0029】

本発明のゴルフクラブ用シャフトは、ゴルフクラブ用シャフトの細径端部より370mmから770mmの領域における50mmごとの距離 L (mm)と、前記距離 L の位置における曲げ剛性 $E I_L$ ($\times 10^6 \text{ kgf} \cdot \text{mm}^2$)とからなる曲げ剛性群($L, E I_L$)を(x, y)とし、該(x, y)を最小二乗法により、下記式(A)に直線回帰した場合、下記式(A)の相関係数の二乗 R_1^2 が0.999以上であることを満足するものである。

30

【0030】

$$y = -a_1 x + b_1 \dots (A)$$

式(A)の相関係数の二乗 R_1^2 が0.999以上であると、シャフトの細径端部より370mmから770mmの領域における曲げ剛性分布が均一であり、斑がない。よって、この領域における曲げ剛性群が直線になることで、スイング中のシャフトのしなり戻りの復元性を高めると同時にヘッドスピードを向上させ、飛距離を向上させることが出来る。

40

ここで、式(A)は、シャフトのしなり戻りの速さに影響する関係式である。シャフトの曲げ剛性分布図は一般的に曲線形状となるため、個々のシャフトの曲げ剛性分布を比較することが難しい。そこで、式(A)のように、個々のシャフトの曲げ剛性分布を直線回帰することで、それぞれのシャフト特性の比較が容易になる。直線回帰した式(A)の a_1 は、シャフトのしなり戻りの速さを表している。 a_1 が大きいほどシャフトのしなり戻りが速く、所謂「弾き感」の強いシャフトとなり、 a_1 が小さいほどシャフトのしなり戻りが遅く、所謂「粘り感」の強いシャフトとなる。また、 b_1 はシャフトの調子を表している。 b_1 が大きいほどシャフト細径端側の曲げ剛性が高いため、所謂「手元調子」のシャフトとなり、 b_1 が小さいほどシャフト細径端側の曲げ剛性が小さく、所謂「先調子」の

50

シャフトとなる。

【0031】

また、本発明のゴルフクラブ用シャフトは、細径端部より370mmから770mmの領域におけるゴルフクラブ用シャフトのテーパーが、細径端部側から少なくとも3段階にわたって漸次減少することを特徴とする。「ゴルフクラブ用シャフトのテーパーが、細径端部側から少なくとも3段階にわたって漸次減少する」とは、ゴルフクラブ用シャフトが少なくとも3つ以上の異なるテーパー領域を有し、その領域のテーパーは、細径端部側から太径部方向にいくほど小さくなっていることを意味する。各領域内におけるテーパーは一定でも連続的に若干変化してもよいが、設計のし易さから、通常は各領域内におけるテーパーは一定にする。「ゴルフクラブ用シャフトのテーパーが、細径端部側から少なくとも3段階にわたって漸次減少する」について、ゴルフクラブ用シャフトの細径端部より370mmから770mmの領域において3つの異なるテーパー領域を有する場合の例を挙げてより具体的に説明すると、各テーパー領域を細径端部側から領域(1)、領域(2)、領域(3)とした場合、領域(1)のテーパー>領域(2)のテーパー>領域(3)のテーパーとなっていることを意味している。本領域におけるゴルフクラブ用シャフトのテーパーは、本来曲線になる曲げ剛性分布を精度良く直線に近似させるために、テーパーの変化は多い方が好ましいが、マンドレルの加工精度のコントロールや、巻き付けが難しくなってしまう。よって、実際の生産性を考慮すると、本領域におけるシャフトのテーパーの変化は、3段階、または4段階であることがより好ましい。

10

【0032】

ゴルフシャフトの領域を3分割した場合、ヘッドを取り付ける側の「ヘッド装着部」と、グリップを取り付ける側の「グリップ部」と、それ以外の「シャフト中央部」に分割することが出来る。「ヘッド装着部」に相当するシャフト細径端から細径端300mmの領域の曲げ剛性は、ボールの打ち出し角度に大きく影響し、「グリップ部」に相当するシャフト細径端800mmから太径端の領域の曲げ剛性は、スイング始動時の“タメ”に大きく影響する。これら以外の所謂「シャフト中央部」は、スイング始動時に“タメ”によって作られたシャフトのしなりによるエネルギーを、ヘッドに伝達する上で重要な領域であり、今回の発明はこの領域、つまり上記の細径端部より370mmから770mmの領域の曲げ剛性分布に着目し、この領域の曲げ剛性分布を最適な形態とすることで、飛距離向上に繋がるシャフトを見出している。

20

30

【0033】

<繊維強化樹脂>

繊維強化樹脂に用いられる樹脂成分(本発明のゴルフクラブ用シャフトを構成するマトリックス樹脂)には、熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂を使用することができるが、好ましくは熱硬化性樹脂が用いられる。

【0034】

熱可塑性樹脂としては、ポリアミド系樹脂、ポリアクリレート系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリエチレン系樹脂、およびこれらの混合樹脂を用いることができる。一方、熱硬化性樹脂としては、エポキシ系樹脂、不飽和ポリエステル系樹脂、フェノール系樹脂、ユリア系樹脂、メラミン系樹脂、ジアリルフタレート系樹脂、ウレタン系樹脂、ポリイミド系樹脂、およびこれらの混合樹脂を使用することができる。中でも、エポキシ系樹脂は硬化収縮率が少なく、高い剛性と靱性値を有するので、最も好ましく使用される。

40

【0035】

また、繊維強化樹脂に用いられる繊維(本発明のゴルフクラブ用シャフトを構成する繊維)としては、金属繊維、ボロン繊維、炭素繊維、ガラス繊維、セラミクス繊維などの無機系繊維、アラミド繊維、その他の高強力合成繊維などを使用することができる。無機繊維は軽量、かつ高強力であることから好ましく使用される。中でも、炭素繊維が、比強度、比剛性に優れるので最適である。

【0036】

これらの繊維は、単独または混合して使用できる。また、長繊維、短繊維、およびこれ

50

らの混合繊維など、どのような長さの繊維を用いてもよい。

【0037】

<シャフトの製造方法>

本発明のゴルフ用シャフトを製造するためには、成型されるゴルフクラブ用シャフトの細径端部より370mmから770mmの領域におけるテーパーが、少なくとも3段階にわたって漸次減少するよう、テーパー度が複数段に亘り、漸次減少しているマンドレルを適宜選択することで、本発明のゴルフクラブ用シャフトを得ることが出来る。本発明の骨子は、上記の領域における曲げ剛性分布が極めて直線に近くすることである。しかしながら、シャフトの曲げ剛性は外径の4乗に比例するため、均一なテーパー度のマンドレルでは、曲げ剛性分布が凹型の曲線となってしまう。これを防ぐためには、凸型の曲線形状を有するマンドレルを使用すれば良いが、実際にそのようなマンドレルを精度良く作製することは非常に困難であるため、テーパー度が細径端から太径端に向かって漸次減少するマンドレルを使用することが現実的である。なお、上記領域におけるゴルフクラブ用シャフトのテーパーは、本来曲線になる曲げ剛性分布を精度良く直線に近似させるために、テーパーの変化は多い方が好ましいが、マンドレルの加工精度のコントロールや、巻き付けが難しくなってしまう。よって、実際の生産性を考慮すると、本領域におけるシャフトのテーパーの変化は、3段階、または4段階であることがより好ましい。

10

【0038】

また、本発明のシャフトの製造方法としては特に制限はないが、繊維強化樹脂製のもの場合には、未硬化のマトリクス樹脂を強化繊維に含浸したシート状のプリプレグを用意し、このプリプレグを棒状の芯金(マンドレル)に巻回した後、硬化させ、芯金を抜き取る、いわゆるシートラップ法が挙げられる。

20

【0039】

シートラップ法では、プリプレグとして、面積や含有する強化繊維の向きが異なる複数種のものを用意し、これらを1枚ずつ順次芯金に巻回し、多層構造のシャフトを製造することが一般的であるが、この際に、各プリプレグの面積、各プリプレグが含有する強化繊維の向き、各プリプレグを巻回する位置などを調整したり、プリプレグの層数を変更したりすることにより、本発明のシャフトを製造することができる。また、この際に、シャフトのテーパー度やシャフトの外径を適宜調整することも、本発明のシャフトを製造するうえで有効である。

30

【0040】

以下本発明のゴルフクラブ用シャフトを製造するための条件を具体的に説明する。例えば、図2に示すような、細径端から太径端に向かって漸次テーパーが減少する形状を有するマンドレル10を用いて、図1のパターン1~7に示すような裁断形状を有するプリプレグ21~27を、パターン1~7の順番でマンドレル10に巻き付けて積層した後、加熱硬化することで得ることが出来る。また、図2中のマンドレルのテーパー度が変わる点P12、P13が、加熱成形後に得られるシャフトの370mmから770mmの領域になるよう調整してパターン1~7を巻き付けることで、目的とするシャフトを得ることが出来る。

【0041】

本発明の骨子は、上記の領域における曲げ剛性分布が極めて直線に近くすることであるが、従来からある均一なテーパー度のマンドレルでは、曲げ剛性分布が凹型の曲線となってしまう。これを防ぐためには、凸型の曲線形状を有するマンドレルを使用すれば良いが、実際にそのようなマンドレルを精度良く作製することは非常に困難であるため、テーパー度が細径端から太径端に向かって漸次減少するマンドレルを使用することが望ましい。また、上記領域において、曲げ剛性分布を直線状にするためには、細径端部から少なくとも3段階にわたって漸次減少するマンドレルを使用することが好ましく、3段階より少ないと精度良く曲げ剛性分布を直線状にすることが出来ない。また、上記のようにシャフトのテーパー度が漸次減少しているマンドレルにおいても、テーパー度の変化が大きすぎると、今度は本領域における曲げ剛性分布曲線が凸型の曲線形状となってしまう、本発明の

40

50

意図するものとは異なるため、精度良くマンドレルの形状をコントロールすることが重要である。

【0042】

<使用形態>

本発明のゴルフクラブ用シャフトは、ゴルフクラブの長さが1041mm~1219mm、シャフトの質量が40g~85gのいわゆるウッド用のゴルフクラブシャフトに適用することで、その効果がより十分に発揮される。

【0043】

本発明のゴルフクラブ用シャフトは、大型ヘッドとの組み合わせにも好適である。大型ヘッドとしては、体積が $380\text{cm}^3 \sim 460\text{cm}^3$ 、慣性モーメント $3500\text{g}\cdot\text{cm}^2 \sim 5900\text{g}\cdot\text{cm}^2$ の大型ヘッドが挙げられる。本発明のゴルフクラブ用シャフトは、このような大型ヘッドを装着しても、スイング中のゴルフシャフトのしなり戻りの復元性を高めると同時にヘッドスピードを向上させ、飛距離を向上させることが出来る。

10

【実施例】

【0044】

次に、実施例に基づいて本発明を更に具体的に説明する。

【0045】

実施例および比較例で作製したゴルフクラブ用シャフトの材料を以下に示す。

【0046】

プリプレグA：炭素繊維プリプレグ MRX350E100R（厚さ0.093mm、三菱レイヨン株式会社製）

20

プリプレグB：炭素繊維プリプレグ HSX350C100S（厚さ0.076mm、三菱レイヨン株式会社製）

プリプレグC：炭素繊維プリプレグ MR350J050S（厚さ0.050mm、三菱レイヨン株式会社製）

プリプレグD：炭素繊維プリプレグ MRX350C100R（厚さ0.084mm、三菱レイヨン株式会社製）

プリプレグE：炭素繊維プリプレグ MRX350C150S（厚さ0.127mm、三菱レイヨン株式会社製）

プリプレグF：炭素繊維プリプレグ TR350E125S（厚さ0.113mm、三菱レイヨン株式会社製）

30

（実施例1）

<マンドレル>

図3に示す形状のマンドレル11（鉄製）を用意した。このマンドレル11は、全体の長さL27にあって、その細径端P21から長さL21の位置（切換点）P22まで、その外径が直線的に漸増し、同様にP22から長さL22の位置P23まで、P23から長さL23の位置P24まで、P24から長さL24の位置P25まで、P25から長さL25の位置P26まで、その外径が直線的に漸増している。そして、切換点P26から長さL26の大径端P27まで、その外径は一定である鉄製の円筒体からなる。本実施例による前記マンドレル11の各部位における具体的な外径、長さ、テーパー度は以下のとおりである。

40

【0047】

細径端P21の外径は4.20mm、切換点P22の外径は5.80mm、切換点P23の外径は7.30mm、切換点P24の外径は10.50mm、切換点P25の外径は12.10mm、切換点P26の外径は13.50mm、この切換点P26から太径端P27までは同一外径であり、その外径は13.50mmである。細径端P21から切替点P22までの長さL21は200mm、切替点P22から切替点P23までの長さL22は100mm、切替点P23から切替点P24までの長さL23は330mm、切替点P24から切替点P25までの長さL24は200mm、切替点P25から切替点P26までの長さL25は200mm、切替点P26から太径端P27までの長さL26は470

50

mmである。マンドレル11の全体長さL27は1500mmとなる。

【0048】

また、細径端P21から切替点P22までのテーパ度は8.00/1000、切替点P22から切替点P23までのテーパ度は15.00/1000、切替点P23から切替点P24までのテーパ度は9.70/1000、切替点P24から切替点P25までのテーパ度は8.00/1000、切替点P25から切替点P26までのテーパ度は7.00/1000となっている。

【0049】

<プリプレグの裁断および巻きつけ>

図4のパターン1~7に示す形状に各種プリプレグ(プリプレグA~F)を裁断した。これら全てのパターンを、マンドレル11の細径端部から90mmの位置を巻き付け位置の基準点とし、パターンの細径端側をこの基準点に合わせて巻き付ける。これにより、得られるゴルフクラブ用シャフトの細径端部より370mmから770mmにおける領域において、テーパ度が3段階に亘って漸減する形状となる。

10

【0050】

パターン1では、プリプレグAのサイズを、シャフトの長手軸方向に繊維が配向し、図4中の1a、1bが、それぞれ、1a=110mm、1b=100mmであり、1aの範囲では巻き回数が3回となり、1bの範囲では巻き回数が漸減するよう調整した。

【0051】

パターン2では、シャフトの長手軸方向に対し+45°裁断したプリプレグB、同様に-45°に裁断したプリプレグBを、これらが実質的に半周ずれるようずらして貼り合わせた。そして、この2枚を貼り合わせたプリプレグBのサイズを、全長が1190mmで、巻き回数が3回となるよう調整した。

20

【0052】

パターン3では、プリプレグCのサイズを、シャフトの長手軸方向に対し90°に繊維が配向し、全長が1190mmであり、巻き回数が1回となるよう調整した。

【0053】

パターン4~6では、プリプレグD、Eのサイズを、シャフトの長手軸方向に繊維が配向し、全長が1190mmであり、巻き回数が1回となるよう調整した。

【0054】

パターン7では、プリプレグDのサイズを、シャフトの長手軸方向に繊維が配向し、図4中の1c、1dが、それぞれ、1c=170mm、1d=140mmであり、1cの範囲では巻き回数が2回となり、1dの範囲では巻き回数が漸減するよう調整した。

30

【0055】

パターン8では、プリプレグFのサイズを、シャフトの長手軸方向に繊維が配向し、細径端部の外径が8.70mm程度になるよう調整した。

【0056】

次に、それぞれ裁断したプリプレグをパターン1~7の順番にマンドレル11に巻き付けた。巻き付けは、マンドレルの細径端部から90mmを巻き付けの端部とした。

次に、厚さ20μm、幅30mmの熱収縮性を有するポリプロピレンテープ(不図示)を巻き付けピッチ2mmで巻き付け固定し、マンドレル11に形成したシャフト素管を得た。

40

【0057】

<樹脂の硬化、およびシャフト素管表面の研磨>

シャフト素管を硬化炉に入れ、145℃で2時間加熱してプリプレグの樹脂の硬化処理を行った後、ポリプロピレンテープとマンドレル11とを取り除いた。得られたゴルフクラブ用シャフト素管の両端を11mmカットして全長を1168mmとした。研磨前のシャフトの片持ちフレックス(細径端から920mmの位置を固定して、シャフト細径端から10mmの位置に3kgの錘を掛けたときのシャフト細径端のたわみ量)は136mmであった。また研磨前のゴルフクラブ用シャフト素管の細径端の外径は8.71mm、太

50

径端の外径は15.27mmであった。

【0058】

このゴルフクラブ用シャフト素管を、細径端の外径が8.50mm、片持ちフレックスが152mmとなるよう、円筒研磨機で表面の研磨仕上げを行い、実施例のゴルフクラブ用シャフトを得た。また、得られたゴルフクラブ用シャフトの外径を測定した結果、図11に示す通り、細径端部より370mmから770mmにおける領域において、テーパ度が3段階に亘って漸減する形状が得られた。

【0059】

実施例のゴルフクラブ用シャフトの質量は59.1g、シャフトのねじれ角（シャフト細径端から1035mmの位置を固定し、シャフト細径端～シャフト細径端から50mmの位置に、138.5kgf・mmのトルクを掛けたとき、シャフトがねじれた角度。）は3.8度であった。

10

【0060】

<シャフトのEI値の測定>

本発明で採用しているシャフトの曲げ剛性EI値は、特開2001-120696公報に記載の方法で求めた。すなわち、図5のように、シャフトを支点間距離300mmで支持し、シャフトの細径端部からの距離L（mm）の位置に荷重20kgを加え、距離L（mm）における曲げたわみ量（mm）を求めた。そして、支点間距離をa（mm）、荷重をb（kg）、曲げたわみ量をc（mm）とし、これらの値から下記式により、距離L（mm）におけるEI値[kgf・mm²]を求めた。

20

【0061】

$$EI \text{ 値} = (1/48) \times (b \cdot a^3 / c)$$

そして、シャフト上の所定位置の曲げ剛性EI_L（mm）を計測する計測工程と、シャフトが下部支持ジグに接する位置を太径側に所定の長さずつ移動させて距離Lを増加させて、計測工程を繰り返す反復工程と、計測工程と反復工程とで得られた曲げ変位群（L, EI_L）を得る。次に、細径端部より370mmから770mmの領域における50mmごとの距離L（mm）と、前記距離Lの位置における曲げ剛性EI_L（×10⁶kgf・mm²）とからなる曲げ剛性群（L, EI_L）を（x, y）とし、該（x, y）を最小二乗法により、下記式（A）に直線回帰した後、下記式（A）の相関係数の二乗R₁²を算出すると、0.9994であった（図10参照）。

30

$$y = -a_1 x + b_1 \dots (A)$$

<外径の測定>

シャフトの距離L = 350～800mmにおける外径は、マイクロメーターを使用し、25mm間隔で測定した（図11参照）。

【0062】

<ゴルフクラブヘッド、およびグリップの取り付け>

実施例のゴルフクラブ用シャフトに、市販のチタン製ドライバー用ゴルフクラブヘッド（体積440cm³、質量203g、ロフト角9.5°）をエポキシ樹脂接着剤で細径端部に取り付けた。さらに、シャフト太径端部を70mmカットし、このシャフトに市販のゴム製グリップを、両面テープを使って取り付け、実施例のゴルフクラブを製作した。

40

【0063】

<打球の評価>

実施例のゴルフクラブを株式会社ミヤマエ製ゴルフ試打ロボット「SHOTROBO-IV」を用いてゴルフボールを5回打球し、ISG社製「TRACKMAN」にて飛距離計測等の測定を実施した。測定した結果を表1に示す。なお、表1中、回転軸の平均値は、飛球方向を0°とし、回転軸右方向（スライス）を正（+）とし、かつ回転軸左方向（フック）を負（-）として、10回の打球で測定されたそれらの値を足して合算値を算出し、その合算値を打球の回数（5回）で除することで求められた。

【0064】

図6に示す形状のマンドレル12（鉄製）を用意した。このマンドレル12は、全体の

50

長さL35にあって、その細径端P31から長さL31の位置(切換点)P32まで、その外径が直線的に漸増し、同様にP32から長さL32の位置P33まで、P33から長さL33の位置P34まで、その外径が直線的に漸増している。そして、切換点P34から長さL34の太径端P35まで、その外径は一定である鉄製の円筒体からなる。本比較例による前記マンドレル12の各部位における具体的な外径、長さ、テーパ一度は以下のとおりである。

【0065】

細径端P31の外径は4.15mm、切換点P32の外径は5.90mm、切換点P33の外径は7.35mm、切換点P34の外径は13.50mm、この切換点P34から太径端P35までは同一外径であり、その外径は13.50mmである。細径端P31から切替点P32までの長さL31は200mm、切替点P32から切替点P33までの長さL32は100mm、切替点P33から切替点P34までの長さL33は700mm、切替点P34から太径端P35までの長さL34は500mmである。マンドレル12の全体長さL35は1500mmとなる。

10

【0066】

また、細径端P31から切替点P32までのテーパ一度は8.75/1000、切替点P32から切替点P33までのテーパ一度は14.50/1000、切替点P33から切替点P34までのテーパ一度は8.79/1000となっている。

【0067】

このマンドレル12を使用した以外は、実施例と同様にシャフトを作製し、各評価を実施した。評価結果を図10, 11に示す。

20

【0068】

なお、マンドレル12を使用した場合は、得られるゴルフクラブ用シャフトの細径端部より370mmから770mmにおける領域において、図11に示す通り、テーパ一度は均一に漸減する形状となる。特許文献1、および特許文献3では、本比較例1と同様のテーパ形状のマンドレルを使用しており、同様の結果が得られると推測される。

【0069】

比較例1のゴルフクラブ用シャフトの質量は59.4g、シャフトのねじれ角(シャフト細径端から1035mmの位置を固定し、シャフト細径端~シャフト細径端から50mmの位置に、138.5kgf・mmのトルクを掛けたとき、シャフトがねじれた角度。)は3.8度であった。この比較例1のゴルフクラブ用シャフトを用い、実施例と同様にゴルフクラブを作製して評価を実施した。評価結果を表1に示す。

30

【0070】

図8に示す形状のマンドレル13(鉄製)を用意した。このマンドレル13は、全体の長さL47にあって、その細径端P41から長さL41の位置(切換点)P42まで、その外径が直線的に漸増し、同様にP42から長さL42の位置P43まで、P43から長さL43の位置P44まで、P44から長さL44の位置P45まで、P45から長さL45の位置P46まで、その外径が直線的に漸増している。そして、切換点P46から長さL46の太径端P47まで、その外径は一定である鉄製の円筒体からなる。本比較例による前記マンドレル13の各部位における具体的な外径、長さ、テーパ一度は以下のとおりである。

40

【0071】

細径端P41の外径は4.20mm、切換点P42の外径は5.80mm、切換点P43の外径は7.30mm、切換点P44の外径は10.75mm、切換点P45の外径は12.50mm、切換点P46の外径は13.50mm、この切換点P46から太径端P47までは同一外径であり、その外径は13.50mmである。細径端P41から切替点P42までの長さL41は200mm、切替点P42から切替点P43までの長さL42は100mm、切替点P43から切替点P44までの長さL43は330mm、切替点P44から切替点P45までの長さL44は220mm、切替点P45から切替点P46までの長さL45は230mm、切替点P46から太径端P47までの長さL46は420mm

50

mである。マンドレル13の全体長さL47は1500mmとなる。

【0072】

また、細径端P41から切替点P42までのテーパ度は8.00/1000、切替点P42から切替点P43までのテーパ度は15.00/1000、切替点P43から切替点P44までのテーパ度は10.45/1000、切替点P44から切替点P45までのテーパ度は7.95/1000、切替点P45から切替点P46までのテーパ度は4.35/1000となっている。

【0073】

このマンドレル13を使用した以外は、実施例と同様にシャフトを作製し、各評価を実施した。評価結果を図10, 11に示す。

10

【0074】

なお、マンドレル13を使用した場合は、得られるゴルフクラブ用シャフトの細径端部より370mmから770mmにおける領域において、図11に示す通り、テーパ度が3段階に亘って漸減する形状となるが、本領域における曲げ剛性分布を直線回帰した後、直線近似式の相関係数の二乗 R_1^2 を算出すると、0.9975であった。

【0075】

比較例2のゴルフクラブ用シャフトの質量は59.1g、シャフトのねじれ角(シャフト細径端から1035mmの位置を固定し、シャフト細径端~シャフト細径端から50mmの位置に、138.5kgf・mmのトルクを掛けたとき、シャフトがねじれた角度。)は3.7度であった。この比較例2のゴルフクラブ用シャフトを用い、実施例と同様にゴルフクラブを作製して評価を実施した。評価結果を表1に示す。

20

【0076】

【表1】

		ヘッド スピード [m/sec]	ボールの 初速 [m/sec]	打ち出し 角度 [deg]	バック スピン [rpm]	回転軸 ※ [deg]	飛距離 [yrd]
実施例	平均値	44.0	65.9	10.9	2604	-0.6	257.9
	標準偏差	0.1	0.2	0.3	120	2.2	3.2
比較例1	平均値	43.8	65.7	11.6	2664	0.9	251.5
	標準偏差	0.3	0.2	0.3	130	2.4	5.4
比較例2	平均値	43.8	65.5	11.3	2743	1.0	249.6
	標準偏差	0.1	0.2	0.2	53	3.0	3.0

30

※符号の説明) 正:右(スライス)、負:左(フック)

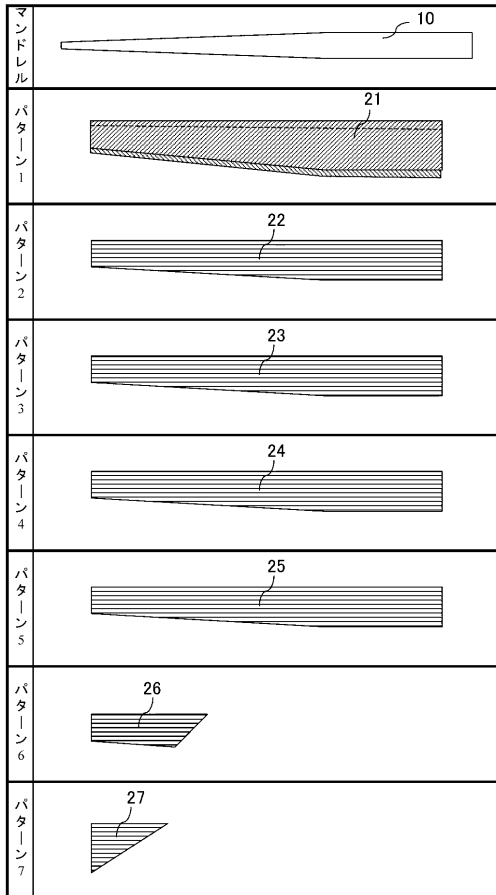
表1の通り、実施例におけるゴルフクラブ用シャフトを用いたゴルフクラブでは、比較例に対してヘッドスピードが速くなると同時にバックスピン量も抑えることが出来、平均した飛距離も大きい結果となった。比較例においては、ヘッドスピードが実施例に対して遅く、バックスピン量も多いことから、平均飛距離を損失する結果となった。

40

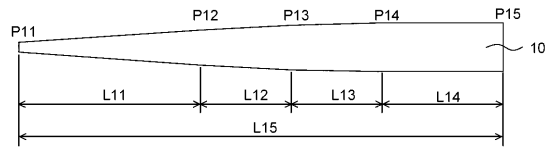
【0077】

このように、実施例におけるゴルフクラブ用シャフトでは、ヘッドスピードが速くなると同時にバックスピン量が減少させることが出来るので、平均飛距離の増大が期待できる。

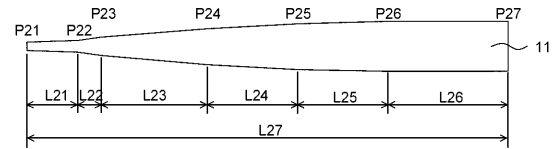
【図1】



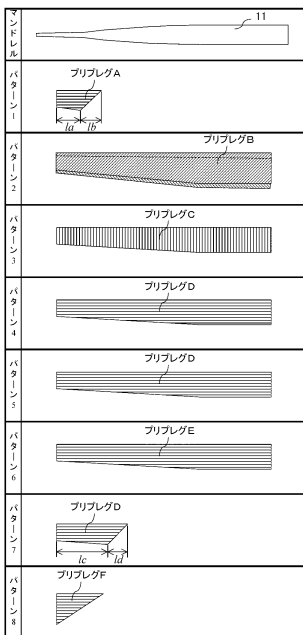
【図2】



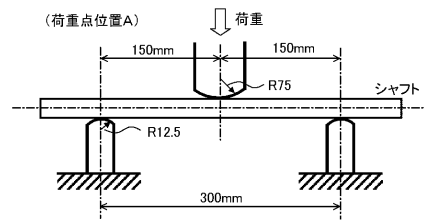
【図3】



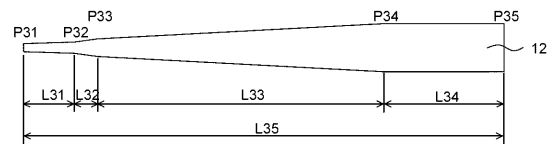
【図4】



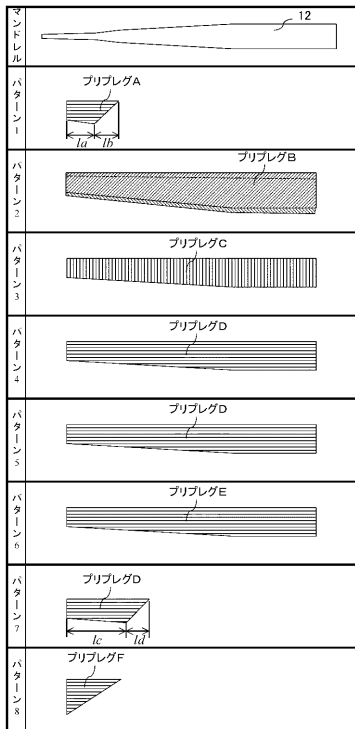
【図5】



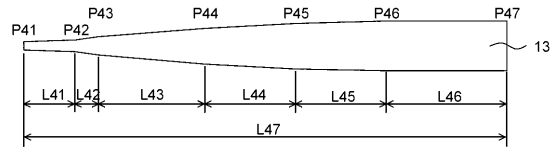
【図6】



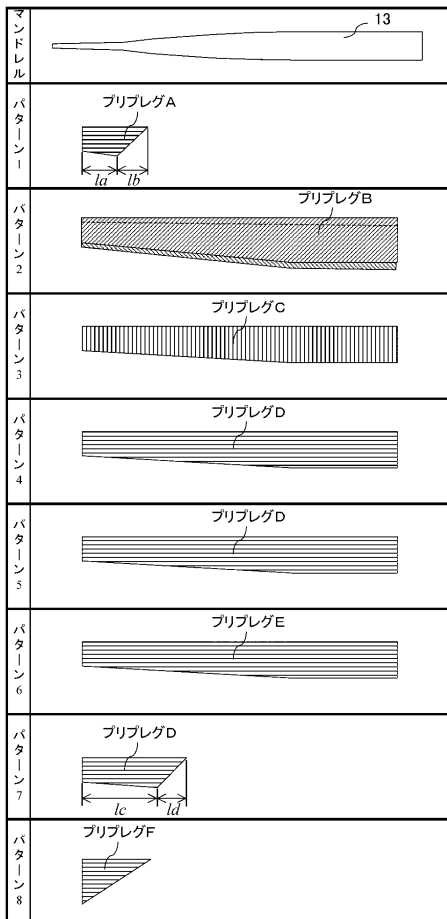
【 図 7 】



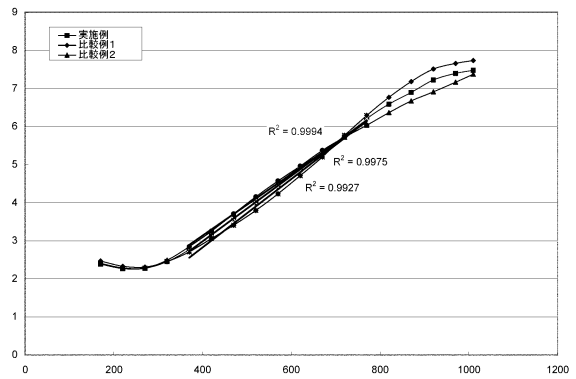
【 図 8 】



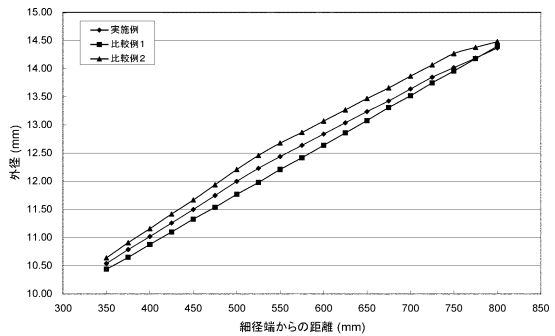
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-224256(JP,A)
特開2009-219564(JP,A)
特開2002-177423(JP,A)
特開2000-126338(JP,A)
特開2003-180891(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0239677(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A63B 53/00 - 53/14
A63B 102/32