

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3970865号

(P3970865)

(45) 発行日 平成19年9月5日(2007.9.5)

(24) 登録日 平成19年6月15日(2007.6.15)

(51) Int. Cl. F I
A 6 3 B 49/10 (2006.01) A 6 3 B 49/10
A 6 3 B 49/02 (2006.01) A 6 3 B 49/02 A

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-152515 (P2004-152515)	(73) 特許権者	504017809
(22) 出願日	平成16年5月21日(2004.5.21)		S R I スポーツ株式会社
(65) 公開番号	特開2005-177442 (P2005-177442A)		兵庫県神戸市中央区脇浜町三丁目6番9号
(43) 公開日	平成17年7月7日(2005.7.7)	(74) 代理人	100072660
審査請求日	平成16年10月15日(2004.10.15)		弁理士 大和田 和美
(31) 優先権主張番号	特願2003-396800 (P2003-396800)	(72) 発明者	芦野 武史
(32) 優先日	平成15年11月27日(2003.11.27)		兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		S R I スポーツ株式会社内
		審査官	鉄 豊郎
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ラケットフレーム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プリプレグを積層してなる繊維強化樹脂製のラケットフレームであって、
 第一プリプレグを複数枚積層した第一積層体と、第二プリプレグを備え、
上記第一プリプレグ及び上記第二プリプレグのマトリクス樹脂組成物は樹脂成分としてエポキシ樹脂を用い、上記第一プリプレグのエポキシ樹脂は上記第二プリプレグのエポキシ樹脂よりエポキシ当量を小さく、かつ、分子量を小さくしていると共に、上記第二プリプレグのマトリクス樹脂組成物は上記エポキシ樹脂にベンゾトリアゾール基を持つ化合物及びジフェニルアクリレート基を持つ化合物から選択される1種以上の活性剤が配合されてなり、

上記第一積層体は、温度10℃の条件下で周波数10Hzで測定された損失係数 $\tan \delta$ を0.005以上0.02以下とし、

上記第二プリプレグは、温度10℃の条件下で周波数10Hzで測定された損失係数 $\tan \delta$ を0.10以上0.50以下としていることを特徴とするラケットフレーム。

【請求項2】

上記第二プリプレグの重量は、上記第一プリプレグの重量の1%以上10%以下としている請求項1に記載のラケットフレーム。

【請求項3】

繊維強化樹脂層の全肉厚を100%として、肉厚中心位置から肉厚方向の一方側と他方側のそれぞれに20%以内の厚み範囲内に、上記第二プリプレグを配置している請求項1

または請求項 2 に記載のラケットフレーム。

【請求項 4】

上記第一プリプレグ及び第二プリプレグの強化繊維の引張弾性率を 1 5 0 G P a 以上 6 0 0 G P a 以下としている請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のラケットフレーム。

【請求項 5】

打球面の輪郭を形成するヘッド部と、該ヘッド部に接合される二股状のスロート部を備え、

上記打球面を時計面と見てトップ位置を 1 2 時とすると、1 1 時～1 時の範囲の第 1 位置、3 時～5 時（9 時～7 時）の範囲の第 2 位置、左右スロート部の第 3 位置から選択される 1 箇所又は 2 箇所以上の位置に、上記第二プリプレグが配置されている請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載のラケットフレーム。

10

【請求項 6】

上記第一プリプレグに用いるエポキシ樹脂としてエポキシ当量が 1 9 0 ～2 0 0、分子量が 3 8 0 ～4 0 0 のビスフェノール A 型エポキシ樹脂を用い、上記第二プリプレグに用いるエポキシ樹脂としてエポキシ当量が 2 5 0 ～3 5 0、分子量が 5 0 0 ～7 0 0 のポリプロピレンーエーテル系エポキシ樹脂と G-グリシジルエーテル系エポキシ樹脂との混合物からなるエポキシ樹脂を用いていると共に、

上記第一プリプレグ及び第二プリプレグの強化繊維は、引張弾性率が 2 5 0 G P a 以上 4 5 0 G P a 以下のカーボン繊維とし、上記第一プリプレグ及び第二プリプレグにおける該カーボン繊維の繊維含有率は 4 5 ～6 0 % としている請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載のラケットフレーム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、ラケットフレームに関し、詳しくは、繊維強化樹脂プリプレグを積層して成形したラケットフレームにおいて、軽量でありながら、強度、剛性を低下させることなく、優れた振動減衰性を実現するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

一般に、テニスプレーにおいて、打球時に生じる振動と手に加わる衝撃は、プレーヤーにとって不快であり、また、肘が痛むテニスエルボー等の原因の一つとも考えられている。このため、従来よりラケットの打球時に生じる振動を抑制する様々な工夫がなされている。その代表的な方法として、繊維強化樹脂からなるラケットフレームにおいて、マトリクス樹脂に振動減衰性の高い熱可塑性樹脂を使用することが知られている。

30

【0 0 0 3】

例えば、本出願人は、特公平 5-3 3 6 4 5 号（特許文献 1）において、マトリクス樹脂に振動減衰性の高いナイロン樹脂からなる熱可塑性樹脂を用いるラケットを提案している。熱可塑性樹脂をマトリクス樹脂にすると、体積割合が同一である繊維で強化された熱硬化性樹脂（例えばエポキシ樹脂）をマトリクス樹脂としたラケットと比較した場合、振動減衰比が約 2 倍になるとしている。

40

【0 0 0 4】

また、本出願人は、特開平 1 0-2 9 0 8 5 1 号（特許文献 2）において、ゴム状重合体成分を含む（メタ）アクリル系重合体微粒子が分散したエポキシ樹脂組成物を硬化してなるラケットフレームを提案している。これにより、剛性および強度を低下させずに振動減衰性を向上させると共に、環境の変化による変動を小さくしている。

【0 0 0 5】

さらに、特公昭 6 1-2 9 6 1 3 号（特許文献 3）において、エポキシ樹脂と相溶性のよい液状ゴムを用い、エポキシ樹脂と液状ゴムとを均一に相溶した形で硬化させて、エポキシ樹脂とゴムの海島構造とするゴム変性エポキシをマトリクス樹脂としたプリプレグが

50

提案されている。

【0006】

さらには、本出願人は、特開2002-45444号（特許文献4）において、繊維強化樹脂層の少なくとも一部に、周波数10Hz、温度6℃の条件下で損失係数 $\tan \delta$ が1.0以上であると共に0.1mm以上0.6mm以下の厚みの粘弾性材を振動吸収材として介在させたラケットフレームを提案している。

【0007】

しかしながら、前記特公平5-33645号において、マトリクス樹脂とするナイロン樹脂が振動減衰性に優れているのは、水が可塑剤となりガラス転移温度が大きく低下するためである。絶乾状態ではガラス転移温度は約60度であるが、吸水するに従い低下し、3%の吸水量でガラス転移温度は室温付近の約20度になる。従って、ラケットの振動減衰比も絶乾状態では0.005であるが、吸水量が飽和状態では0.020という具合に湿度が変わるとラケットの性能が変わることとなる。よって、振動減衰性を高めることができるものの、環境依存性や軽量化の点で未だ改良の余地がある。

10

【0008】

また、特開平10-290851号のラケットフレームでは、良好な振動減衰性が得られるものの、ゴム状重合体成分を含む（メタ）アクリル系重合体微粒子が分散したエポキシ樹脂組成物は、粘度が高いことから、成形しにくい場合がある。また、軽量性と振動減衰性を効率良く実現するには、未だ改良の余地がある。

特公昭61-29613号公報では、自己接着性が高められてはいるものの、軽量性と耐久性を維持しながら効率良く振動減衰性を高めることができないという問題がある。

20

特開2002-45444号では、部分的に介在させる粘弾性材の影響でラケットフレームの剛性が低下して反発係数が低下することがあり、剛性や強度と、軽量性や振動減衰性の各性能を、さらにバランス良く向上させることが要求されている。

【0009】

【特許文献1】特公平5-33645号公報

【特許文献2】特開平10-290851号公報

【特許文献3】特公昭61-29613号公報

【特許文献4】特開2002-45444号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は上記した問題に鑑みてなされたものであり、剛性や強度を低下させることなく軽量性を維持すると共に、優れた振動減衰性を実現するラケットフレームを提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するため、本発明は、プリプレグを積層してなる繊維強化樹脂製のラケットフレームであって、

第一プリプレグを複数枚積層した第一積層体と、第二プリプレグを備え、

40

上記第一プリプレグ及び上記第二プリプレグのマトリクス樹脂組成物は樹脂成分としてエポキシ樹脂を用い、上記第一プリプレグのエポキシ樹脂は上記第二プリプレグのエポキシ樹脂よりエポキシ当量を小さく、かつ、分子量を小さくしていると共に、上記第二プリプレグのマトリクス樹脂組成物は上記エポキシ樹脂にベンゾトリアゾール基を持つ化合物及びジフェニルアクリレート基を持つ化合物から選択される1種以上の活性剤が配合されてなり、

上記第一積層体は、温度10℃の条件下で周波数10Hzで測定された損失係数 $\tan \delta$ を0.005以上0.02以下とし、

上記第二プリプレグは、温度10℃の条件下で周波数10Hzで測定された損失係数 $\tan \delta$ を0.10以上0.50以下としていることを特徴とするラケットフレームを提供

50

している。

【0012】

上記第一積層体の損失係数 $\tan \delta$ はプリプレグを複数枚重ねて硬化させた状態で測定されたものである。

上記構成とすると、損失係数の異なる第一積層体と第二プリプレグとを積層しているため、損失係数が低い第一積層体によってラケットフレームの強度、剛性を維持しながら、損失係数の高い第二プリプレグによって振動減衰性を高めることができる。

また、振動減衰材等の他の材料を繊維強化樹脂層中に介在させたりすることなく、損失係数を調整した第二プリプレグのみで振動減衰性を向上できるため、重量増加を招くことなく、軽量性を維持することができる。

10

なお、第二プリプレグは1枚でも良いし、複数枚を積層してもよい。

【0013】

第一積層体は温度 10°C の条件下で周波数 10Hz で測定された損失係数 $\tan \delta$ を 0.005 以上 0.02 以下としている。

損失係数が 0.005 より小さいとラケットフレームの振動減衰性が低下するからであり、好ましくは 0.007 以上、より好ましくは 0.010 以上である。また、損失係数が 0.02 より大きいとラケットフレームの強度が低下するからであり、好ましくは 0.018 以下、より好ましくは 0.015 以下である。

【0014】

第二プリプレグは温度 10°C の条件下で周波数 10Hz で測定された損失係数 $\tan \delta$ を 0.10 以上 0.50 以下としている。

20

損失係数が 0.10 より小さいとラケットフレームの振動減衰性が低下するからであり、好ましくは 0.20 以上、より好ましくは 0.30 以上である。また、損失係数が 0.50 より大きいとラケットフレームの強度が低下するからであり、好ましくは 0.45 以下、より好ましくは 0.4 以下である。

【0015】

上記損失係数 $\tan \delta$ は、粘弾性測定装置（レオロジ製）によって測定している。測定条件は、周波数 10Hz 、温度 10°C 、昇温速度を $4^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、変位振幅を $\pm 50\mu\text{m}$ とした条件下において、曲げモードとして測定している。試験片は強化繊維の繊維角度を互いに直交方向とするプリプレグを交互に9層積層した積層体を用い、外層のプリプレグの強化繊維の延在方向が試験片の長さ方向となるように、長さ 30mm 、幅 5mm に切り取って形成している。この試験片の長さ方向の両端 5mm ずつがチャックされるので試験片の変位部分は 20mm となる。第二プリプレグも同様の方法により形成した試験片を用いて同じ方法で測定している。

30

【0016】

温度条件を $0^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ の範囲としているのは、粘弾性測定の経験則である周波数－温度換算則に起因する。この経験則では、周波数1オーダーが、温度 10°C に相当すると考えられる。ラケットフレームの面外1次振動は $100 \sim 200\text{Hz}$ であり、面外2次振動は $400 \sim 500\text{Hz}$ 程度となる。さらに、面内振動はストリングテンションに影響を受け、 $300 \sim 800\text{Hz}$ の範囲となる。従って、ラケットフレームの使用温度である室温と上記周波数の関係より $0^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ に着目している。ラケットでボールを打球する際に発生する強制振動は $100 \sim 1000\text{Hz}$ の範囲内と考えられる。従って、上記温度範囲で測定された $\tan \delta$ を、上記範囲とすることで、衝撃により発生する力を効率的に抑制することが可能となる。

40

【0017】

上記第二プリプレグの重量は、上記第一積層体を構成する第一プリプレグの重量の 1% 以上 10% 以下としていることが好ましい。

上記構成とすると、第二プリプレグを適量として、ラケットフレームの強度、剛性を低下させることなく振動減衰性を向上させることができる。

【0018】

50

上記第二プリプレグは、繊維強化樹脂層の全肉厚を100%として肉厚中心位置から肉厚方向の一方側と他方側のそれぞれに20%以内の厚み範囲内に積層されていることが好ましい。

上記厚み範囲は、ラケットフレームに衝撃が加わったときに最も剪断力が大きい部分であり、その部分に振動減衰性の良い第二プリプレグを配置することで、ラケットフレームに生じる振動を効率的に減衰させることができる。

特に、上記厚み範囲内に、第二プリプレグの50%以上、さらには100%が配置されていることが好ましい。

【0019】

第二プリプレグの樹脂成分は、ラケットフレーム全体の強度や成形性を良好とするため、熱硬化性樹脂としている。双極子モーメント量を増加させる活性剤、液状ゴムや軟化剤等の各種添加剤等により損失係数を0.10以上0.50以下とすることができる。なお、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂との混合樹脂を用いることもできる。

第一プリプレグのマトリクス樹脂の樹脂成分には、強度や剛性を低下させないために熱硬化性樹脂が用いられる。

【0020】

上記第二プリプレグのマトリクス樹脂組成物は、エポキシ樹脂に、ベンゾトリアゾール基を持つ化合物及びジフェニルアクリレート基を持つ化合物から選択される1種以上の活性剤が配合された組成物としている。具体的には、シーシーアイ社製のDL26、DL30等を用いることができる。

【0021】

上記のような活性剤を配合することにより、エポキシ樹脂が軟化され損失係数を高めることができると共に、組成物中の双極子モーメント量を増加することができる。双極子を持った活性剤が組成物中に分散し相溶化されると、通常の状態では、土の双極子は、電荷が引き付け合って安定した状態で、樹脂と電気的に結合して存在している。この材料に振動が加わった場合、双極子の変位し双極子同士が一旦離れるが、その後、再び互いに引きつけ合おうとする復元作用が働く。その際に、双極子がベースとなる樹脂の高分子鎖や他の双極子と接触し、摩擦熱として振動エネルギーが大量に熱エネルギーに変換される。上記作用により振動エネルギーを吸収することができる。

【0022】

第二プリプレグに用いるエポキシ樹脂は、エポキシ分子の鎖が長く、側鎖が少ないものが好ましく、エポキシ当量が250～350、分子量が500～700のエポキシ樹脂が好ましい。架橋点が少ないため、組成物を軟化させ損失係数を高めることができる。

特に、ポリプロピレンーエーテル系エポキシ樹脂とG-グリシジルエーテル系エポキシ樹脂との混合物が好ましく、その他、種々のエポキシ樹脂を1種又は2種以上組み合わせて用いても良い。活性剤の配合量により損失係数を調整することができるが、樹脂成分100重量部に対して、活性剤を10～200重量部の範囲とするのが好ましい。

【0023】

第一プリプレグのマトリクス樹脂の樹脂成分は、第二プリプレグの樹脂成分と同じエポキシ樹脂としている。第一プリプレグに用いるエポキシ樹脂は、第二プリプレグのエポキシ樹脂よりエポキシ当量が小さく、分子量も小さいエポキシ樹脂としている。具体的には、ビスフェノールA型エポキシ樹脂が好ましい。なお、各種添加剤等を配合しても良い。

【0024】

上記第一プリプレグ及び第二プリプレグの強化繊維の引張弾性率を150GPa以上600GPa以下としていることが好ましい。

150GPaより小さいと、ラケットフレームの剛性が低下し、反発性も低下しやすくなるためであり、200GPa以上、さらには250GPa以上が好ましい。また、600GPaより大きいと耐衝撃性が低下しやすいためであり、500GPa以下、さらには450GPa以下が好ましい。

また、上記第一プリプレグ及び第二プリプレグの繊維含有率は、45～60%であるこ

10

20

30

40

50

とが好ましい。繊維含有率が45%より小さいと、フレームの剛性が低下しやすくなるからであり、繊維含有率が60%より大きいと、フレームの耐衝撃性が低下しやすくなるからである。なお、ここで繊維含有率とは、「(プリプレグ中の繊維体積/プリプレグの全体積)×100」である。

【0025】

打球面の輪郭を形成するヘッド部と、該ヘッド部に接合される二股状のスロート部を備え、

上記打球面を時計面と見てトップ位置を12時とすると、11時～1時の範囲の第1位置、3時～5時(9時～7時)の範囲の第2位置、左右スロート部の第3位置から選択される1箇所又は2箇所以上の位置に、上記第二プリプレグが配置されていることが好ましい。

10

このように、面外1次、面外2次の各振動モードの振動を最も励起する位置に効果的に配置することにより、効率良く振動減衰性を向上させることができる。

なお、ラケットの操作性やバランスの点より、左右対称位置に配置することが好ましい。また、ラケットフレームの断面において、断面周方向を全周するように配置することが好ましいが、一部あるいは複数個所に断続的に配置することもできる。

【0026】

また、第二プリプレグのラケットフレーム軸方向の長さは30mm以上90mm以下であることが好ましい。

30mmより短いと振動減衰性を十分に向上させることができないからであり、好ましくは40mm以上、より好ましくは50mm以上である。また、90mmより長いとラケットフレームの強度、剛性が低下してしまうからであり、好ましくは80mm以下、より好ましくは70mm以下である。

20

【0027】

上記強化繊維としては、一般に高性能強化繊維として用いられる繊維が使用できる。例えば、カーボン繊維、黒鉛繊維、アラミド繊維、炭化ケイ素繊維、アルミナ繊維、ボロン繊維、ガラス繊維、芳香族ポリアミド繊維、芳香族ポリエステル繊維、超高分子ポリエチレン繊維等が挙げられる。また金属繊維を用いてもよい。これらの強化繊維は、長繊維、短繊維の何れであっても良く、これらの繊維を2種以上混合して用いても構わない。強化繊維の形状や配列については限定されず、例えば、単一方向、ランダム方向、シート状、マット状、織物(クロス)状、組み紐状などいずれの形状・配列でも使用可能である。

30

【0028】

なお、第二プリプレグの強化繊維としては、高強度と低比重との両立の点からカーボン繊維が好適であり、全繊維強化樹脂層の50%以上の層で、さらに75%以上の層で、さらには100%の層で、カーボン繊維(炭素繊維)を用いることが特に好ましい。

【0029】

本発明は、重量(ストリングを除いた質量)が180g以上305g以下の硬式テニス用のラケットフレームに好適であり、その他、軟式テニス、バドミントン、スカッシュ用に用いることもできる。

【0030】

また、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂を硬化させるために配合する硬化剤と共に活性剤を加え、加熱して活性剤を相溶化させることが好ましい。

他に、一般的な硬化促進剤、可塑剤、安定剤、乳化剤、充填剤、強化剤、着色剤、発泡剤、酸化防止剤、紫外線防止剤、滑剤など必要に応じて加えてもよい。

【0031】

具体的には、本発明のラケットフレームは、具体的には、例えば、下記の方法により成形している。

炭素繊維を、エポキシ樹脂を主成分としたマトリクス樹脂組成物に浸漬しながら、ドラムに一定の繊維方向となるように巻き付け、一定量巻き付けた後にドラムから切り取り、約80～100℃の熱をかけて疑似硬化状態のプリプレグを作成し、このプリプレグを適

50

当な繊維角度になるように重ねて切断する。次いで、適宜の太さのマンドレルにナイロン製やシリコン製のチューブを通し、このチューブ上に上記プリプレグを適宜な角度及び繊維量となるように所定の位置に巻き付けた後、マンドレルからチューブごと抜き取る。このプリプレグを巻き付けたチューブをラケットフレームの金型内にセットし、この後、チューブ内に適当な圧力をかけ、チューブと繊維が金型に沿うようにした後、150℃で15分加熱してプリプレグを硬化成形している。

【発明の効果】

【0032】

以上の説明より明らかなように、本発明によれば、第一プリプレグを積層した第一積層体、第二プリプレグとを設け、温度10℃の条件下で周波数10Hzで測定された積層体の損失係数 $\tan \delta$ を0.005以上0.02以下とした第一積層体と、温度10℃の条件下で周波数10Hzで測定された損失係数 $\tan \delta$ を0.10以上0.50以下とした第二プリプレグとを積層しているため、損失係数が低い第一積層体によってラケットフレームの強度、剛性を維持しながら、損失係数の高い第二プリプレグによって振動減衰性を高めることができる。

10

【0033】

また、振動減衰材等の他の材料を繊維強化樹脂層中に介在させたりすることなく、繊維強化樹脂層のみで振動減衰性を向上できるため、重量増加を招くことがなく、軽量性を維持することができる。よって、硬式テニス用等の各種ラケットに好適に用いることができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

図1及び図2は本発明の実施形態のラケットフレーム10を示す。

ラケットフレーム10はプリプレグの積層体からなる中空パイプ形状の繊維強化樹脂からなり、図1に示すように、打球面の輪郭を形成するヘッド部12、ヘッド部12に接合される二股状のスロート部13A、13B、シャフト部14、グリップ部15を連続して一体的に形成している。両側のスロート部13にヨーク17の両端を連結して、ヘッド部12と共に打球面Fを囲むガット張架部Gを形成し、ガット張架部Gには、ストリング張設用のガット穴（図示せず）を設けている。

30

【0035】

本実施形態では、図2に示すように、左右スロート部13A、13Bにおいて、第二プリプレグ20を、第一プリプレグからなる第一積層体30（30-1、30-2）の間に介在させて積層させている。

上記第二プリプレグ20は損失係数 $\tan \delta$ を0.3とし、上記第一積層体30は損失係数 $\tan \delta$ を0.01としている。

上記損失係数 $\tan \delta$ は、周波数10Hz、温度10℃、昇温速度を4℃/min、変位振幅を±50μmとした条件下において、曲げモードとして測定している。測定に用いる試験片は強化繊維の繊維角度を互いに直交方向とするプリプレグを交互に9層積層した積層体を用い、外層のプリプレグの強化繊維の延在方向が試験片の長さ方向となるように、長さ30mm、幅5mmに切り取ってそれぞれ形成している。この試験片の長さ方向の両端5mmずつをチャックして変位部分の20mmで損失係数 $\tan \delta$ を測定している。

40

【0036】

第二プリプレグ20の重量は2gとし、第一プリプレグの重量の1%としている。また、第二プリプレグ20のラケットフレーム軸方向の長さを60mmとしている。

【0037】

第二プリプレグ20の配置位置において、第一積層体30は10枚の第一プリプレグを積層して形成されていると共に、第二プリプレグは第一積層体30の4層目のプリプレグと5層目のプリプレグの層間に一枚積層している。

【0038】

50

即ち、第一積層体30は内側第一積層体30-1と外側第一積層体30-2に分割して、その間に第二プリプレグ20を介在させ、第二プリプレグ20により厚み方向に第一積層体30を等分に分断されている。第二プリプレグ20は、図2(B)に示すように、繊維強化樹脂層の全肉厚dを100%として肉厚中心位置Mから肉厚方向の一方側と他方側のそれぞれに10%の厚み範囲内に積層されている。また、図2(A)に示すように、ラケットフレーム10の断面において、第二プリプレグ20は断面周方向を全周するように配置されている。

【0039】

また、第二プリプレグ20および第一積層体30を構成する第一プリプレグの強化繊維は、いずれも引張弾性率200~500GPaのカーボン繊維を用いており、本実施形態では390GPaのカーボン繊維を強化繊維としている。強化繊維の配向角度は、ラケットフレーム10を構成するパイプ状積層体の軸線に対して0°、90°、30°、22°、45°となるように各々設定している。

第一プリプレグと第二プリプレグ20の繊維含有率は45~60%としていることが好ましく、本実施形態では、第一プリプレグ、第二プリプレグ20共に繊維含有率を55%としている。

【0040】

第二プリプレグのマトリクス樹脂組成物は、エポキシ樹脂に、ベンゾトリアゾール基を持つ化合物及びジフェニルアクリレート基を持つ化合物から選択される1種以上の活性剤が配合された組成物としている。具体的には、ポリプロピレンーエーテル系エポキシ樹脂とG-グリシジルエーテル系エポキシ樹脂とを混合したエポキシ樹脂を用い、該エポキシ樹脂のエポキシ当量を296、分子量を592としている。

【0041】

第一プリプレグのマトリクス樹脂組成物は、樹脂成分としてエポキシ当量が190~200、分子量が380~400のビスフェノールA型エポキシ樹脂を用い、活性剤は配合していない。

【0042】

次に、第二プリプレグ20と第一積層体30によるラケットフレーム10の成形方法について説明する。

カーボン繊維を、第一、第二プリプレグのマトリクス樹脂組成物に浸漬しながら、ドラムに一定の繊維方向となるように巻き付け、一定量巻き付けた後にドラムから切り取り、約80~100℃の熱をかけて疑似硬化状態の第一、第二プリプレグとし、この第一、第二プリプレグを適当な繊維角度になるように重ねて切断する。

次いで、マンドレルにナイロン製のチューブを通し、このチューブ上に上記第一、第二プリプレグの強化繊維が所定の角度及び繊維量となるように、第一、第二プリプレグを所定の積層位置に巻き付ける。ついで、マンドレルからチューブごと抜き取り、第一、第二プリプレグを巻き付けたチューブをラケットフレームの金型内にセットする。この後、チューブ内に適当な圧力をかけ、チューブと繊維が金型に沿うようにした後、150℃で15分加熱して第一、第二プリプレグを硬化成形して、ラケットフレーム10としている。

【0043】

ラケットフレーム10は、損失係数 $\tan \delta$ を0.3とした第二プリプレグ20を、積層体の損失係数 $\tan \delta$ を0.01とした第一プリプレグからなる第一積層体30の重量の1%として、スロート部13A、13Bに積層している。このため、繊維強化樹脂の軽量性と強化繊維による剛性を維持しながら、かつ、強度を低下させることなく、効率良く振動減衰性を高めることができる。

【0044】

上記実施形態では、左右スロート部13A、13Bに第二プリプレグ20が配置されているが、図3に示すように、打球面Fを時計面と見てトップ位置を12時とすると、11時~1時の範囲の第1位置、3時~5時(9時~7時)の範囲の第2位置、左右スロート部の第3位置から選択される1箇所又は2箇所以上の位置に第二プリプレグ20を配置し

10

20

30

40

50

てもよい。

【0045】

なお、上記位置以外に第二プリプレグ20を配置することもでき、スロート部以外にも、ガットが張架されるヘッド部12の一部である4時位置等に、図4に示すように、第二プリプレグ20を第一積層体30間に配置することができる。

【0046】

また、図5に示すように、2層の第二プリプレグ20'-1, 20'-2と、3層の第一積層体30'-1, 30'-2, 30'-3とに分断されるように第一、第二プリプレグを積層することもできる。その他、第二プリプレグを3層以上とすることもできる。

【0047】

第二プリプレグは、樹脂種や、活性剤、液状ゴム、軟化剤等の各種添加剤等により損失係数を調整することができる。また、プリプレグの形状、厚み、巻き数等は適宜設定することができる。

【0048】

以下、本発明のラケットフレームの実施例、比較例について詳述する。

実施例、比較例ともフレーム本体は繊維強化樹脂の中空形状であり、ラケットの全長は27.5インチ、最大厚み24mm、幅12mm、打球面積は110平方インチとし、以下に示す方法によりラケットフレームを成形した。

【0049】

ラケットフレームをカーボン繊維を強化繊維とした繊維強化熱硬化性樹脂のプリプレグシート(CFプリプレグ(東レT300、T700、T800、M46J))を66ナイロンからなる内圧チューブを被覆したマンドレル($\phi 14.5\text{mm}$)上に積層し、鉛直状の積層体を成型した。プリプレグ角度は 0° , 22° , 30° , 90° として積層した。マンドレルを抜きとって上記鉛直状の積層体を金型にセットした。金型を型締して、金型を 150°C に昇温し、30分間の加熱を行うと同時に内圧チューブ内に $9\text{kgf}/\text{cm}^2$ の空気圧を付加し、加圧保持し、加熱加圧成形により作成した。

【0050】

重量(ストリングを除いた質量)およびバランスは下記の表1に示す通り設定した。

【0051】

10

20

【表 1】

変性樹脂	実施例①	実施例②	実施例③	実施例④	実施例⑤	実施例⑥	実施例⑦	実施例⑧	実施例⑨	実施例⑩
	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.02
①第一積層体のtanδ (10Hz測定時10℃)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.5	0.3	0.3
②第二プリプレグのtanδ (10Hz測定時10℃)	2	2	2	6	4	20	2	2	2	2
挿入重量[g]	1	1	1	3	2	10	1	1	1	1
②の①に対する割合[%]	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
①第一積層体の全積層数	4-5層間(10%)	4-5層間(10%)	4-5層間(10%)	3-4層間(20%)	4-5層間(10%)	4-5層間(10%)	4-5層間(10%)	4-5層間(10%)	4-5層間(10%)	4-5層間(10%)
②第二プリプレグの積層位置	()内は肉厚中心位置からの距離)									
挿入位置	スロート	4時	トップ	スロート	4時、スロート	トップ～スロート	スロート	スロート	スロート	スロート
重量[g]／ハラス[mm]	267/335	267/336	267/338	265/335	269/337	385/340	267/335	267/335	267/335	267/335
打球面／側圧[kg/cm]	180/90	178/89	177/88	175/86	176/87	174/85	180/90	185/92	180/89	180/89
面外1次	212	212	211	213	211	211	213	214	215	213
振動数	0.63	0.75	0.81	1.35	0.86	2.51	0.50	0.73	0.53	0.68
減衰率	555	554	558	556	555	554	555	554	558	555
面外2次	0.72	0.71	0.70	1.23	0.84	2.68	0.50	0.79	0.65	0.78
減衰率	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
耐久テスト	3.9	3.9	3.9	4.2	4.0	4.6	3.0	4.0	3.3	4.0
実打評価(振動)										

【0052】

(実施例 1)

上記第1実施形態と同様のラケットフレームとした。

即ち、損失係数を0.3とした6cm×8cm×0.2mmの第二プリプレグを左右スロート部に合計2g挿入配置した。この第二プリプレグは、損失係数を0.01とした第一積層体の層間に一枚積層した。具体的には、第一積層体を構成する10枚の第一プリプレグの4層目と5層目の層間に第二プリプレグを一枚配置した。

【0053】

第二プリプレグのマトリクス樹脂組成物は、ポリプロピレンーエーテル系エポキシ樹脂とG-グリシジルエーテル系エポキシ樹脂とを混合したエポキシ樹脂に、ベンゾトリアゾール基を持つ化合物及びジフェニルアクリレート基を持つ化合物から選択される1種以上

変性樹脂	比較例①	比較例②	比較例③	比較例④	比較例⑤
	0.01	0.01	0.01	0.002	0.05
①第一積層体のtanδ (10Hz測定時10℃)	—	0.05	0.6	0.3	0.3
②第二プリプレグのtanδ (10Hz測定時10℃)	—	2	2	2	2
挿入重量[g]	—	1	1	1	1
②の①に対する割合[%]	10	10	10	10	10
①第一積層体の全積層数	—	4-5層間(10%)	4-5層間(10%)	4-5層間(10%)	4-5層間(10%)
②第二プリプレグの積層位置	()内は肉厚中心位置からの距離)				
挿入位置	—	スロート	スロート	スロート	スロート
重量[g]／ハラス[mm]	265/335	267/335	268/334	267/336	267/335
打球面／側圧[kg/cm]	180/90	180/90	180/87	188/93	180/89
面外1次	214	213	211	216	211
振動数	0.31	0.32	0.92	0.31	0.78
減衰率	554	552	551	558	554
面外2次	0.42	0.42	0.98	0.40	0.93
減衰率	○	○	×	○	×
耐久テスト	2.5	2.5	4.3	2.5	4.1
実打評価(振動)					

10

20

30

40

50

の活性剤が配合された組成物であるシーシーアイ社製のDL26を用いた。

第一プリプレグのマトリクス樹脂組成物は、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ジシアングリアミド硬化剤、DCMU、メチル・エチル・ケトンを配合してなり、ビスフェノールA型エポキシ樹脂としてジャパンエポキシレジン社製のエピコート828（25℃で粘度130PS）、ジシアングリアミド硬化剤としてジャパンエポキシレジン社製のエピキュアDICY50、DCMUとして保土谷化学工業製のダイロンゾル、メチル・エチル・ケトンとしてシェルジャパン製のMEKを使用した。

第一、第二プリプレグの強化繊維として、引張弾性率390Gpaの三菱レーヨン社製のHR40を使用し、繊維含有率を55%とした。

【0054】

10

（実施例2）

第二プリプレグの挿入位置を、ヘッド部の4時と8時の位置とした。ここで4時位置に配置するとは、第二プリプレグのラケットフレーム軸方向の中心を4時位置に配置することをいう。その他は実施例1と同様とした。

（実施例3）

第二プリプレグの挿入位置を、ヘッド部のトップ位置（12時）とした。その他は実施例1と同様とした。

（実施例4）

第二プリプレグを3層積層した。具体的には、第一積層体を構成する10枚の第一プリプレグの3層目と4層目の層間、4層目と5層目の層間、5層目と6層目の層間に第二プリプレグを配置し、計6gとした。その他は実施例1と同様とした。

20

（実施例5）

第二プリプレグの挿入位置を、左右のスロート部、及び、ヘッド部の4時と8時の位置とし、計4g配置した。その他は実施例1と同様とした。

（実施例6）

第二プリプレグの挿入位置を、ヘッド部のトップ位置から左右の各スロート部までの範囲とし、計20g配置した。その他は実施例1と同様とした。

【0055】

（実施例7）

第二プリプレグの損失係数を0.1とした。その他は実施例1と同様とした。

30

（実施例8）

第二プリプレグの損失係数を0.5とした。その他は実施例1と同様とした。

（実施例9）

第一積層体の損失係数を0.005とした。その他は実施例1と同様とした。

（実施例10）

第一積層体の損失係数を0.02とした。その他は実施例1と同様とした。

【0056】

（比較例1）

第二プリプレグを配置せず、第一積層体を構成する10枚の第一プリプレグのみとした。その他は実施例1と同様とした。

40

（比較例2）

実施例1の第二プリプレグに代わりに、損失係数を0.05とした第二プリプレグを左右スロート部に計2g挿入配置した。その他は実施例1と同様とした。

（比較例3）

実施例1の第二プリプレグに代わりに、損失係数を0.6とした第二プリプレグを左右スロート部に計2g挿入配置した。その他は実施例1と同様とした。

（比較例4）

実施例1の第一積層体に代わりに、損失係数を0.002とした第一積層体を用いた。その他は実施例1と同様とした。

（比較例5）

50

実施例１の第一積層体に代わりに、損失係数を０．０５とした第一積層体を用いた。その他の実施例１と同様とした。

【００５７】

実施例および比較例のラケットフレームに関し、それぞれ、後述する方法により、打球面剛性、側圧剛性、面外１次振動減衰率、面外２次振動減衰率を測定した。また、耐久テスト、振動について実打評価を行った。

【００５８】

（打球面剛性の測定）

図６（Ａ）（Ｂ）に示すように、実施例及び比較例のラケットフレーム１０にストリングを張架したテニスラケットを水平に配置し、ヘッド部１２のトップ位置を受け治具６１（Ｒ１５）で支持するとともに、トップ位置から３４０ｍｍ離れた位置で、スロート部１３の両側からヨーク１７にかけた位置を受け治具６２（Ｒ１５）で支持した。この状態で、受け治具６２より受け治具６１の方向へ１７０ｍｍ離れた位置に対して、加圧具６３（Ｒ１０）により上方より８０ｋｇｆの力を加えて変位量（たわみ量）を測定し、加えた荷重値である８０ｋｇｆを変位量（ｃｍ）で割って、その値を打球面の面外方向の剛性値とした。

【００５９】

（側圧剛性の測定）

図７に示すように、実施例及び比較例のラケットを横向きで打球面Ｆを垂直方向として、ラケットを保持している。この状態で上方のヘッド部１２のサイド１２ｂに対して、平板Ｐにより、８０ｋｇｆの荷重を加えて変位量（たわみ量）を測定し、加えた荷重値である８０ｋｇｆを変位量（ｃｍ）で割って、その値をヘッド部１２の側面の面内方向の剛性値とした。

【００６０】

（面外１次振動減衰率の測定）

実施例及び比較例のラケットを図８（Ａ）に示すようにヘッド部１２の上端を紐５１で吊り下げ、ヘッド部１２とスロート部１３との一方の連続点に加速度ピックアップ計５３をフレーム面に垂直に固定した。この状態で、図８（Ｂ）に示すように、ヘッド部１２とスロート部１３の他方の連続点をインパクトハンマー５５で加振した。インパクトハンマー５５に取り付けられたフォースピックアップ計で計測した入力振動（Ｆ）と加速度ピックアップ計５３で計測した応答振動（α）をアンプ５６Ａ、５６Ｂを介して周波数解析装置５７（ヒューレットパッカード社製、ダイナミックシングルアナライザーＨＰ３５６２Ａ）に入力して解析した。解析で得た周波数領域での伝達関数を求め、テニスラケットの振動数を得た。振動減衰比（ζ）は下式より求め、面外１次振動減衰率とした。実施例及び比較例のラケットについて測定された平均値を上記表１に示す。

【００６１】

$$\zeta = (1/2) \times (\Delta \omega / \omega_n)$$

$$T_o = T_n / \sqrt{2}$$

【００６２】

（面外２次振動減衰率の測定）

ラケットを図８（Ｃ）に示すようにヘッド部１２上端を紐５１で吊り下げ、スロート部１３とシャフト部１４との連続点に加速度ピックアップ計５３をフレーム面に垂直に固定した。この状態で、加速度ピックアップ計５３の裏側のフレームをインパクトハンマー５５で加振した。そして、面外１次振動減衰率と同等の方法で減衰率を算出し、面外２次振動減衰率とした。実施例及び比較例のラケットについて測定された平均値を上記表１に示す。

【００６３】

（耐久テスト）

球速５５ｍ／ｓのボールを打球面のトップから１８ｃｍの部分に当て、フレームが破損するかどうか、インパクトによる耐久性を確認した。

【0064】

(実打評価)

ラケットの振動吸収性についてアンケート調査を行った。5点満点（多い程良い）で採点し、中・上級者（テニス歴10年以上、現在も週3日以上プレーする条件を満たす女性）50名の採点結果の平均値をとった。

【0065】

表1に示すように、損失係数を0.005以上0.02以下とした第一積層体と、損失係数を0.10以上0.50以下とした第二プリプレグを積層した実施例1～10は、面外1次と面外2次の振動減衰率が高く、実打評価も優れており、剛性や強度を低下させることなく、優れた振動減衰性を実現していることが確認できた。

10

【0066】

一方、比較例1は、第一積層体のみから形成しており、比較例2は、第二プリプレグに代えて、積層体の損失係数が0.10より小さいプリプレグからなる繊維強化樹脂層を配置しているため、振動減衰率が低く、実打評価も悪かった。

比較例3は、第二プリプレグを代えて、損失係数が0.50より大きい第二プリプレグを配置しているため、振動減衰性には優れているものの、耐久性が悪かった。

比較例4は、第一積層体の損失係数が0.005より小さいため、振動減衰率が低く、実打評価も悪かった。

比較例5は、第一積層体の損失係数が0.02より大きいため、振動減衰性には優れているものの、耐久性が悪かった。

20

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】ラケットフレームの概略正面図である。

【図2】(A)は第二プリプレグを積層したスロート部の断面図、(B)は第二プリプレグの積層状況の説明図である。

【図3】第二プリプレグの配置位置を示す図である。

【図4】第二プリプレグを積層したヘッド部の断面図である。

【図5】第二プリプレグを2層積層した形態を示す図である。

【図6】打球面剛性の測定方法を示す概略図であり、(A)は正面図、(B)は平面図である。

30

【図7】側圧剛性の測定方法を示す概略図である。

【図8】(A)(B)(C)はラケットフレームの振動減衰率の測定方法を示す概略図である。

【符号の説明】

【0068】

10 ラケットフレーム

12 ヘッド部

13A, 13B スロート部

14 シャフト部

15 グリップ部

17 ヨーク

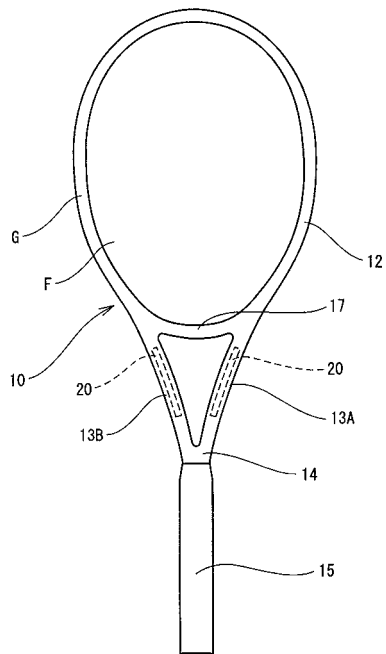
20 第二プリプレグ

30(30-1, 30-2) 第一積層体

F 打球面

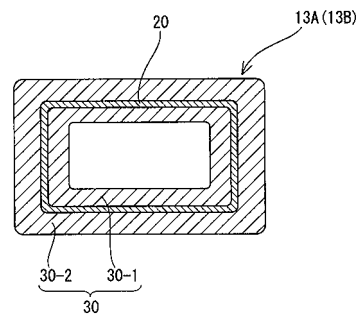
40

【図 1】

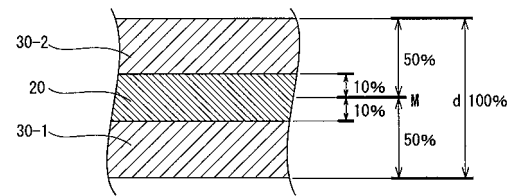


【図 2】

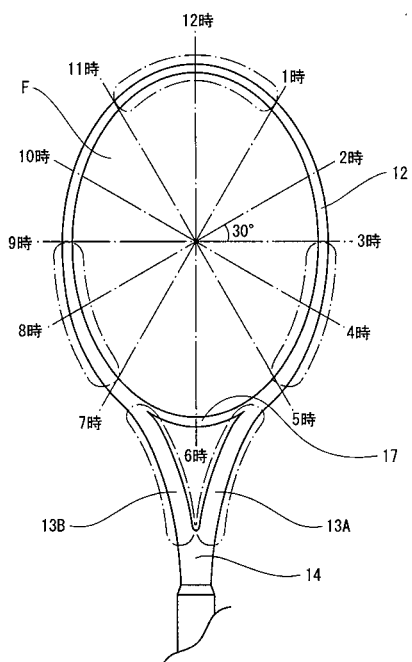
(A)



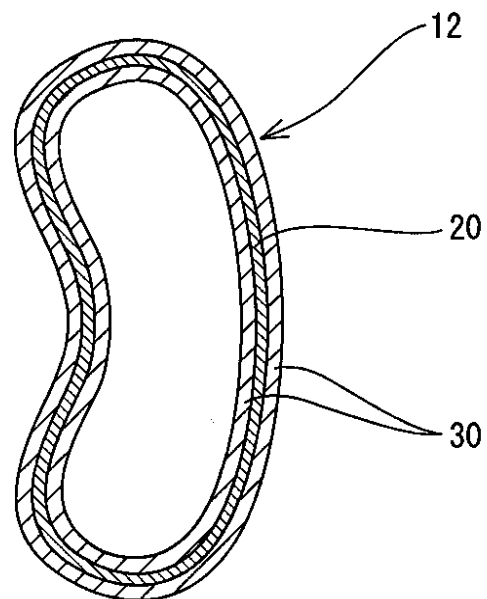
(B)



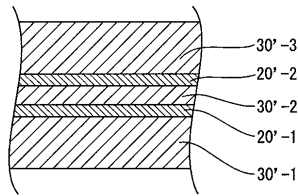
【図 3】



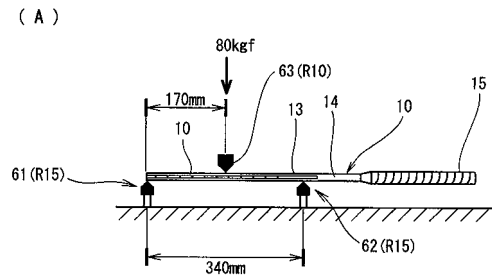
【図 4】



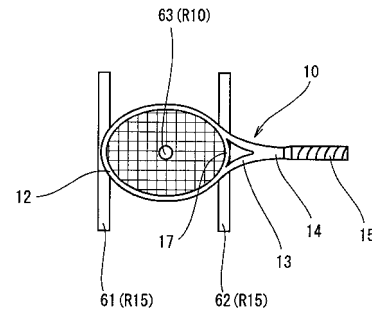
【図 5】



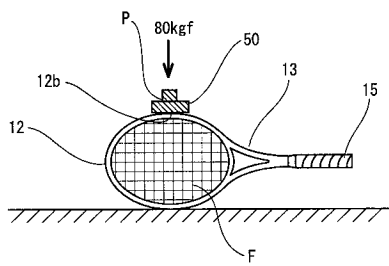
【図 6】



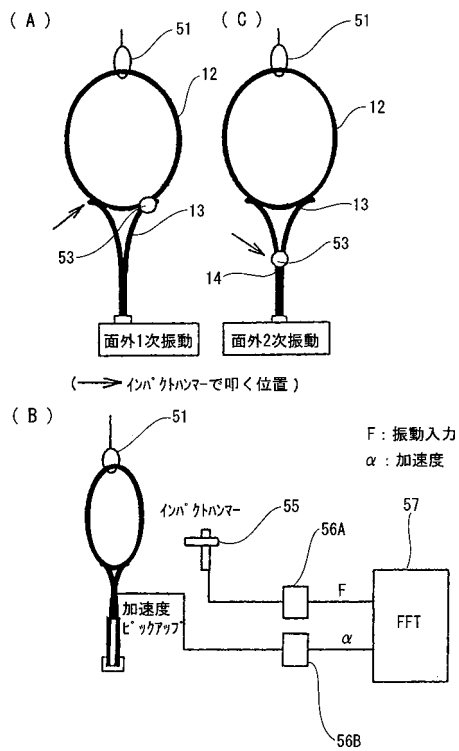
(B)



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-045444 (JP, A)
特開2003-176416 (JP, A)
国際公開第97/042844 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A63B 49/10
A63B 49/02