

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

A63B 59/00 (2006.01)

A63B 59/06 (2006.01)

A63B 59/18 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380108267.2

[45] 授权公告日 2007 年 12 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100352530C

[22] 申请日 2003.12.19

[21] 申请号 200380108267.2

[30] 优先权

[32] 2003.1.3 [33] US [31] 10/336,130

[32] 2003.11.13 [33] US [31] 10/712,251

[86] 国际申请 PCT/US2003/041008 2003.12.19

[87] 国际公布 WO2004/062734 英 2004.7.29

[85] 进入国家阶段日期 2005.7.4

[73] 专利权人 伊士登运动公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 威廉·B·詹内蒂 杜威·肖万
庄幸彦

[56] 参考文献

CN1325745A 2001.12.12

US4931247A 1990.6.5

US5395108A 1995.3.7

US6425836B1 2002.6.30

CN2110502U 1992.7.22

US6042493A 2000.3.28

审查员 柴国荣

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责
任公司

代理人 章社杲 宋子良

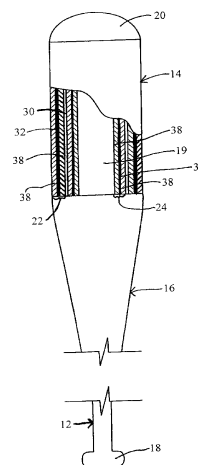
权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 3 页

[54] 发明名称

具有优化应变能棒身的球棒

[57] 摘要

本发明公开了一种球棒，包括棒身，具有基本上为圆柱形的外壁，其包括第一材料，位于从外壁的中性轴径向向外的位置；以及第二材料，位于从外壁中性轴径向向内的位置。棒身还包括位于外壁内的基本上为圆柱形的内壁，并且包括第三材料，位于从内壁的中性轴径向向外的位置，以及第四材料，位于从内壁的中性轴径向向内的位置。第一和第三材料具有至少 2000psi 压缩压力的比能蓄，并且第二和第四材料具有至少 18 兆 psi 的拉伸模量。该球棒表现出出色的性能和耐用性特征。



1. 一种球棒，包括棒身、手柄、和将所述棒身连接到所述手柄上的截锥形部分，所述棒身包括：

基本上为圆柱形的外壁，包括第一材料，位于从所述外壁的中性轴径向向外的位置，以及第二材料，位于从所述外壁的所述中性轴径向向内的位置；

基本上为圆柱形的内壁，通过分界面剪切控制区域与所述外壁分离，所述内壁包括第三材料，位于从所述内壁的所述中性轴径向向外的位置，以及第四材料，位于从所述内壁的所述中性轴径向向内的位置；

其中，所述第一和第三材料都具有至少 2000psi 压缩比能蓄，且第二和第四材料都具有至少 18 兆 psi 的拉伸模量。

2. 根据权利要求 1 所述的球棒，其中，所述第一和第三材料每种都具有 2200 至 2400psi 压缩比能蓄。
3. 根据权利要求 1 所述的球棒，其中，所述第二和第四材料每种都具有 20 至 30 兆 psi 的拉伸模量。
4. 根据权利要求 1 所述的球棒，其中，所述第二和第四材料每种都具有至少 1000psi 的拉伸比能蓄。
5. 根据权利要求 1 所述的球棒，其中，所述第一、第二、第三、和第四材料中的至少一种包括纤维增强树脂复合材料。

6. 根据权利要求5所述的球棒，其中，所述复合材料包括选自由玻璃、石墨、硼、碳、芳族聚酸胺、和陶瓷构成的组中的至少一种材料。
7. 根据权利要求1所述的球棒，其中，所述第一和第三材料都包括结构玻璃增强环氧树脂；
8. 根据权利要求1所述的球棒，其中，所述第二和第四材料每种都包括石墨增强环氧树脂。
9. 根据权利要求1所述的球棒，其中，所述第一、第二、第三、和第四材料中的至少一种材料包括硼增强环氧树脂。
10. 根据权利要求1所述的球棒，其中，所述分界面剪切控制区域包括使所述外壁与所述内壁分离的结合阻止材料层。
11. 根据权利要求10所述的球棒，其中，所述结合阻止材料包括选自由特氟纶[®]、聚甲基戊烯、聚氟乙烯、尼龙、和玻璃纸构成的组中的至少一种材料。
12. 根据权利要求10所述的球棒，其中，所述外壁、所述内壁、和所述结合阻止材料层都在所述棒的至少一端端接在一起。
13. 根据权利要求1所述的球棒，其中，所述分界面剪切控制区域包括摩擦接合、滑动接合、以及弹性体接合中的至少一种。
14. 根据权利要求1所述的球棒，其中，所述外壁和所述内壁的基本环频率各在1000至1200Hz的范围内。
15. 一种球棒，包括棒身、手柄、和将棒身连接到手柄上的截锥形部分，所述棒身包括：

基本上为圆柱形的第一外壁，包括第一材料，位于从所述第一外壁的中性轴径向向外的位置，以及第二材料，位于从所述外壁的所述中性轴径向向内的位置；

其中，所述第一材料具有所述至少 2000psi 的压缩比能蓄，所述第二材料具有至少 18 兆 psi 的拉伸模量。

16. 根据权利要求 15 所述的球棒，还包括位于所述第一壁中的基本上为圆柱形的第二壁。
17. 根据权利要求 16 所述的球棒，其中，所述第二壁通过第一分界面剪切控制区域与所述第一壁分开。
18. 根据权利要求 17 所述的球棒，还包括位于所述第二壁中的基本上为圆柱形的第三壁。
19. 根据权利要求 18 所述的球棒，所述第三壁通过第二分界面剪切控制区域与所述第二壁分开。
20. 一种球棒，包括棒身、手柄、和将所述棒身连接到所述手柄上的截锥形部分，所述棒身包括：

基本上为圆柱形的外壁；

基本上为圆柱形的内壁，位于所述外壁内；

分界面剪切控制区域，使所述外壁与所述内壁分离，以使所述外壁通过第一中性轴分成第一外部部分和第一内部部分，以及所述内壁通过第二中性轴分成第二外部部分和第二内部部分；

其中，所述第一和第二外部部分每个都包括结构玻璃环氧树脂，以及第一和第二内部部分每个都包括石墨环氧树脂。

21. 一种球棒，包括棒身、手柄、和将所述棒身连接到所述手柄上的截锥形部分，所述棒身包括：

基本上为圆柱形的外壁；

基本上为圆柱形的内壁，位于所述外壁内，其中所述外壁和所述内壁在所述棒身的至少一端掺合在一起；

分界面剪切控制区域，使所述外壁与所述内壁分开，以使所述外壁通过第一中性轴分为第一外部部分和第一内部部分，以及所述内壁通过第二中性轴分为第二外部部分和第二内部部分；

其中，所述第一和第二外部部分各包括具有至少 2000psi 压缩比能蓄的材料，所述第一和第二内部部分各包括至少 18 兆 psi 的刚度的材料。

22. 一种球棒，包括棒身、手柄、和将所述棒身连接到所述手柄上的截锥形部分，所述棒身包括：

基本上为圆柱形的第一壁，包括第一材料，位于从所述第一壁的中性轴径向向外的位置，以及第二材料，位于从所述第一壁的中性轴径向向内的位置，其中，所述第一材料具有至少 2000psi 的压缩比能蓄，且第二材料具有至少 18 兆 psi 的拉伸模量。

基本上为圆柱形的第二壁，位于所述第一壁内；

第一分界面剪切控制区域，使所述第一壁与所述第二壁分开；

基本上为圆柱形的第三壁，位于所述第二壁内；

第二分界面剪切控制区域，使所述第二壁与所述第三壁分离。

具有优化应变能棒身的球棒

背景技术

棒球和垒球球棒的制造商不断尝试开发表现出耐用性增加并且性能特征改进的球棒。球棒通常包括手柄、棒身 (barrel, 即击球区)、以及将手柄与棒身相连的截锥形部分。这些球棒的外壳通常由铝或另外适合的金属, 和/或一种或多种复合材料形成。

在新式球棒设计中, 棒身结构尤其重要。已经开发了具有单壁结构的球棒, 并且近来还开发了具有多壁结构的球棒。新式球棒通常包括中空内部, 由此球棒的重量较轻, 从而可使棒球运动员产生很高的“球棒速度”或“挥棒速度”。

单壁球棒通常在棒身部分中包括单管状弹簧。多壁棒身通常在棒身部分中包括两个或多个管状弹簧, 或类似的结构, 其可由相同或不同的材料成分构成。在这些多壁球棒中, 管状弹簧通常要么相互接触, 由此形成摩擦接合, 或者通过焊接或粘合剂相互结合在一起, 或者相互分离形成无摩擦接合。如果通过应用结构粘合剂或其它结构接合材料将管状弹簧结合在一起, 则棒身基本上为单壁结构。

通常希望得到耐用的, 而且表现出优化性能特征的球棒棒身。然而, 中空球棒通常表现出所谓的“蹦床效应”现象, 其实际上指的是由棒身壁的挠曲产生的球离开球棒棒身的回弹速度。由此, 希望构造具有高“蹦床效应”的球棒, 以使球棒可通过接触而向被打击的球提供高回弹速度。

加压以及所引起的棒身应变恢复的直接结果是产生“蹦床效应”。在该棒身加压和减压的过程中，能量被传递到球上产生了棒身的有效恢复系数（COR），该恢复系数是球撞后速度与球撞入速度的比率（ $COR = V_{\text{撞后}}/V_{\text{撞入}}$ ）。换句话说，随着球棒棒身的 COR 增大，球棒的“蹦床效应”得到改进。

开发多壁球棒以努力增加棒身可接受的挠曲量，其超过常规的单壁设计中可能的挠曲量。这些多壁结构通常提供额外的棒身挠度，而不会使应力增加超过棒身材料的材料使用极限。因此，多壁棒身在将能量传递回球方面通常更加有效，并且多壁棒身的更加柔韧的特性减少了球中的通常由非常没有效率的材料造成的不希望有的挠曲和变形。

另外，多壁球棒不同于单壁球棒，这是由于没有剪力能传递通过分界面剪切控制区（“ISCZ”），即，棒身壁之间的区域。由于应变能平衡，导致在单壁棒身中产生剪切变形的该剪力能被转化成多壁棒身中的弯曲能。并且由于弯曲变形在传输能量方面比剪切变形更加有效，所以多壁球棒的壁通常表现出比单壁设计损失较少的应变能。由此，多壁棒身通常比单壁设计更有利于产生有效的球棒-球（bat-ball）碰撞动力特性，或更好的“蹦床效应”。

在单壁球棒中，限定为质心轴线的单一的中性轴（所有变形均围绕其而发生）既呈现出径向变形又呈现出轴向变形。沿该中性轴，在棒身壁中的剪应力为最大，而弯曲应力为零。在多壁球棒中，附加的独立中性轴由每个 ISCZ 的存在而产生，即，多壁棒身中的每一个壁包括独立的中性轴。当球棒棒身被撞击时，每个棒身壁都变形，由此最强的压缩压力发生在中性轴径向上方（即，在中性轴的撞击侧），而最强的张应力发生在中性轴径向下（即，在中性轴的非撞击侧）。

通常地，在球棒棒身中当壁厚度或棒身刚度 (stiffness) 增加时，COR 则降低。然而，保持壁具有足够的厚度很重要，这是因为如果壁太薄，球棒的耐用性会降低。如果棒身壁太薄，在金属球棒的情况下，球棒会凹陷，或者在复合球棒的情况下，球棒会逐渐产生材料失效。结果，如果棒身壁不够厚，球棒的性能和寿命可能会降低。

在新式球棒的设计中，复合材料的使用越来越普遍。复合材料的撞击和破裂的状况 (behavior) 很复杂。结构复合材料同金属一样不能承受塑性变形，但却能承受导致非常复杂的应力再分布的一系列局部破裂。当这些产生的压力超过预定的限度时，则产生结构的最终损坏。根据结构中单向层压板的状况准确地预测这些复杂结构中失效的开始和发展，这即使不是不可能的，至少也是很难的。然而，有一种方法用于对特定应力模式预测每单位质量可蓄积的弹性能的量。将其定义为比能蓄 (specific energy storage)，其为在材料失效之前可蓄积在材料中的能量的量。

材料对拉伸和压缩负荷的比能蓄积能力由下式限定：

$$\zeta = \sigma_{11}^2 / E_{11} \rho$$

其中，

ζ = 比能蓄

σ_{11} = 最大纵向拉伸 (或者加压) 强度

E_{11} = 杨氏 (Young's) 纵向拉伸 (或者加压) 模量

ρ = 密度

由此，具有高拉伸/加压强度以及低模量（modulus）和密度的材料将具有良好的能量蓄积特性。

当受到施加力的影响时，弹性材料将承受变形（即，类似弹簧的状况）。在诸如撞击负荷的条件下，当在很短的时间内施加很大的力时，在弹性材料分界面处的动能以变形形式转化成的势能。由于熵，导致在能量传输过程期间，会以噪声和热形式发生一些不可逆的损失。

当有效的撞击动能被转化成弹性材料中的变形时，如果撞击体和弹性材料相接触，则弹性材料将该蓄积的能量以动能的形式释放回该撞击体（即，球），和/或，如果撞击体不与弹性材料相接触，则将蓄积的能量消散在弹性材料内。由于不可逆的能量损失，导致弹性材料最终返回其原始的无应力状态。

球棒 - 球碰撞的总能量转化方程如下：

$$U_{k1b} + U_{k2b} = U_{k1a} + U_{k2a} + U_{II} + U_{BM} + U_{MS}$$

其中，

$$U_{k1b} = \text{撞击前球动能}$$

$$U_{k2b} = \text{撞击前球棒动能}$$

$$U_{k1a} = \text{撞击后球动能}$$

$$U_{k2a} = \text{撞击后球棒动能}$$

$$U_{II} = \text{局部球棒和球的应变能损失}$$

$$U_{BM} = \text{与球棒棒梁（beam）样式有关的能量损失}$$

U_{MS} = 与热和噪声有关的能量损失

(Mustone, Timothy J., Sherwood, James, "Using LS-DYNA to Develop a Baseball Bat Performance and Design Tool", 6th International LS-DYNA Users Conference, Detroit, MI, April 9-10, 2000).

对这些损失的控制和优化对于高性能耐用球棒的设计是很重要的，特别是与局部球棒和球应变能有关的损失。诸如与热和噪声有关的其它损失尽管在整个平衡方程中是重要的部分，但与应变能损失相比较小。由此，为了设计高性能耐用的球棒，希望将球棒棒身中的应变能损失最小化。

发明内容

本发明致力于一种球棒，其通过利用在球棒棒身中的一个或多个整体分界面剪切控制区，和/或通过棒身壁中对于中性轴的特定复合材料的选择和布置，以表现出具有最小的与球棒-球碰撞有关的应变能损失。

在第一方面，球棒棒身包括基本上为圆柱形的外壁，其包括第一材料，位于从外壁中性轴径向向外的位置；以及第二材料，位于从外壁中性轴径向向内的位置。棒身还包括通过分界面剪切控制区从外壁分离出的基本上为圆柱形的内壁，并且包括第三材料，位于从内壁的中性轴径向向外的位置；以及第四材料，位于从内壁的中性轴径向向内的位置。第一和第三材料各具有至少 2000psi 压缩比能蓄，第二和第四材料各具有至少 18 兆 psi (million psi) 的拉伸模量。

在另一方面，第一和第三材料各包含结构玻璃增强环氧树脂。

在另一方面，第二和第四材料各包含石墨增强环氧树脂。

在另一方面，第一、第二、第三和第四材料中的至少一个包含硼增强环氧树脂。

在另一方面，结合阻止材料层将外壁与内壁分开。在相关方面，外壁、内壁以及结合阻止材料层都在棒身的至少一端端接或掺合在一起。

在另一方面，球棒包括基本上为圆柱形的外壁和位于外壁内的基本上为圆柱形的内壁。外壁和内壁在棒身的至少一端混在一起。

在另一方面，球棒包括基本为圆柱形的壁，其包括第一材料，位于从壁的中性轴径向向外的位置，以及第二材料，位于从壁的中性轴径向向内的位置。第一材料具有至少 2000psi 的压缩比能蓄，第二材料具有至少 18 兆 psi 的拉伸模量。

包含有对本发明更改、变更，以及加强的另外的实施例也将变得明显。本发明还示出和描述了其他特征。

附图说明

在图中，相同的参数标号表示所有图中相同的元件：

图 1 是球棒的透视图。

图 2 是图 1 所示的球棒的局部剖切透视图。

图 3 是图 1 的部分 A 的放大截面图。

图 4 是图 3 中所示的棒身截面的示意图。

图 5 是示出常见复合结构材料的不同特性的表格。

具体实施方式

现在详细参看附图，如图 1 和图 2 所示，棒球棒或垒球棒 10（下文中共同称作“球的球棒”或者“球棒”）包括手柄 12、棒身 14、以及将手柄 12 与棒身 14 相连的截锥形部分 16。手柄 12 的自由端包括柄（knob）18 或类似结构。棒身 14 优选地由合适的盖 20 或塞封闭。球棒 10 的内部 19 优选地为中空，其使得球棒的重量较轻，以使当挥动球棒 10 时，棒球运动员可产生相当高的球棒速度。

球棒 10 优选地总长度为 20 至 40 英寸，更优选地为 26 至 34 英寸。棒身的总直径优选地为 2.0 至 3.0 英寸，更优选地为 2.25 至 2.75 英寸。典型的球棒直径为 2.25、2.69、或 2.78 英寸。在本文的设想中球棒具有这些总长度和棒身总直径的不同组合。球棒尺寸的特定优选组合通常由球棒 10 的使用者确定，并且在各使用者之间有很大的不同。

本发明主要涉及球棒 10 的球撞击区，其通常延伸贯穿棒身 14 的整个长度，并且可部分延伸入球棒 10 的截锥形部分 16。为了便于描述，将该撞击区域基本被称作棒身，贯穿于以下的描述中。

如图 2 所示，棒身 14 由一层或多层基本上为圆柱形的层组成。各棒身层的实际外形可根据所要求的总体棒身结构外形而改变。因此，“基本上为圆柱形”在这里将用于描述圆柱形棒身层，以及其它类似的棒身外形。棒身 14 优选地包括棒身外壁 22 和位于棒身外壁 22 内的棒身内壁 24，各棒身壁优选地由一层（pile）或多层复合材料 38 组成。可选地，棒身 14 可只包括单个壁，或可包括三个或更多于三个壁。棒身壁可另外地或可选地由一种或多种金属材料（例如，铝或钛）制成。

结合阻止层(bond inhibiting layer)30 或结合破坏层(disbonding layer) 优选地将棒身外壁 22 与棒身内壁 24 分开。结合阻止层 30 作为外壁 22 和内壁 24 之间的层间剪切控制区 (“ISCZ”)。因此, 结合阻止层 30 防止剪应力通过外壁 22 和内壁 24 之间, 并且还防止在球棒 10 固化(curing)期间和球棒 10 的整个寿命中外壁 22 结合到内壁 24。由于结合阻止层 30 起 ISCZ 的作用, 所以如上所述, 棒身外壁 22 具有第一中性轴 32, 棒身内壁 24 具有第二中性轴 34。

结合阻止层 30 优选地具有约 0.001 至 0.004 英寸的径向厚度, 更优选地为 0.002 至 0.003 英寸。结合阻止层优选地由特氟纶(Teflon)材料, 例如 FEP(氟化乙丙烯, fluorinated ethylene propylene)、ETFE(乙烯基四氟乙烯, TethyleneTetrafluoroetheylene)、PCTFE(聚三氟氯乙烯, PolyChloroTriFluoroEthylene)、或 PTFE(聚四氟乙烯, PolyTetrafluoroetheylene), 和/或其它材料(例如, PMP(聚甲基戊烯, polyetrafluroethylene)、PVF(聚氟乙烯, Polyviny Fluoiide)、尼龙(Nylon, 即聚酰胺酰亚胺, Polyamidemide)、或玻璃纸构成。其它 ISCZ, 例如摩擦接合、滑动接合、或弹性材料接合可选地作为结合阻止层 30。结合阻止层 30, 或其它 ISCZ 可位于棒身 14 的径向中点, 以使各棒身壁 22、24 具有大约相同的径向厚度, 或者可位于棒身 14 中的其它地方。因此, 仅为举例起见, 示出了结合阻止层 30 位于在棒身 14 的大约径向中点处。

如果棒身 14 包括三个或多个壁, 结合阻止层 30 或其它 ISCZ 优选地位于各棒身壁之间, 以增加棒身的挠曲。由此, 三层壁的棒身优选地包括两层结合阻止层 30 或其它 ISCZ, 四层壁的棒身优选地包括三层结合阻止层 30 或其它 ISCZ, 等等。可选地, 结合阻止层 30 或其它 ISCZ 可只位于选定的棒身壁之间。为了便于描述, 在这里将描述两层壁的棒身 14, 但是可在球棒 10 中应用任意数量的棒身壁。

在图 2 和图 3 所示的实施例中，棒身外壁 22 和棒身内壁 24 各包括多个复合叠层 38。所用的复合材料优选地为纤维增强的，并且可包含玻璃、石墨、硼、碳、芳族聚酰胺、陶瓷、凯夫拉尔 (kevlar)、和/或任意的合适的增强材料，优选地为环氧树脂形式。各复合层优选地具有 0.003 至 0.008 英寸的径向厚度，更优选地为 0.005 至 0.006 英寸。各棒身壁 22、24 的总径向厚度（包括在球棒中心轴线两侧上的棒身部）优选地为约 0.060 英寸至 0.100 英寸，更优选地为 0.075 至 0.090 英寸。下面将对在球棒 10 中所应用的特定复合材料的优化选择和布置进行描述。

中性轴在各壁中的径向位置根据复合层的分布，以及特定层的刚度而改变。由于应力的径向分量远大于表现出的轴向应力，所有在这里只考虑应力的径向分量。如果棒身壁由均匀的各向同性层组成，则中性轴将位于壁的中点。如果在壁中应用了多于一种的复合材料，和/或如果材料不均匀分布，则中性轴可位于不同的径向位置。由此，只是为了举例，第一和第二中性轴 32、34 在其各自壁 22、24 的大约中点处示出。

如图 4 示意图中所示，可将双壁棒射身结构分解成四个区域，标号为 1、2、3 和 4。由于区域 1 和 3 在它们各自中性轴的上面或径向向外（即，在撞击侧），所以区域 1 和 3 为棒身外壁和棒身内壁的压缩应力区。由于区域 2 和 4 在其各自中性轴的下面或径向向内（即，在非撞击侧），所以区域 2 和 4 为棒身外壁和棒身内壁的拉伸压力区。

在压缩区域 1 和 3 中的材料主要用于增加棒身 14 的耐用性。在拉伸区域 2 和 4 中的材料主要用于增加棒身 14 的刚度，并且用于与棒身外壁和棒身内壁 22、24 的基本频率基本上匹配以使棒身 14 中的能量损失最小化。各棒身壁 22、24 的基本频率优选地落在壁 22、24 之间的构造耦合范围内，由此使能量在从棒身外壁 22 传

输到棒身内壁 24 期间遭受最小损失。外壁和内壁 22、24 的各基本环频率优选地在 900 至 2000Hz 范围内,更优选地在 1000 至 1200Hz 范围内。

图 5 的表格 1 中列出了多个常见的结构复合材料的不同特性。高比能蓄压缩材料最适于区域 1 和 3,而高刚度(即,高拉伸模量)材料最适于区域 2 和 4。应用在区域 1 和 3 中的复合材料限定了结构的所得耐用性,而应用在区域 2 和 4 中的复合材料调节棒身的刚度,用于使外壁和内壁 22、24 之间能量传输的耦合最大化。因此,通过在特定区域中放置特定材料,结构的特性和耐用性可相互独立地改变。

在优选的实施例中,结构(S)玻璃增强环氧树脂,或 S-玻璃环氧树脂主要用在区域 1 和 3 中,这是因为其在压缩时具有非常高的比能蓄(约 2230psi)。在区域 1 和 3 中可附加地或可选地采用硼增强环氧树脂或硼环氧树脂,其具有约为 2220psi 的压缩比能蓄。在区域 1 和 3 中可附加地或可选地采用其它在加压中具有高比能蓄的材料。优选地,用在区域 1 和 3 中的材料至少具有为 2000psi 的压缩比能蓄,并且更优选地为 2200 至 2400psi。用在区域 1 中的材料可与用在区域 3 中的材料相同或不同。

S-玻璃环氧树脂由于具有高拉伸比能蓄积(约 4790psi),所以还可将其应用在区域 2 和 4 中。实际上,从耐用性的观点出发,整个棒身将受益于 100% S-玻璃多壁结构。然而,S-玻璃环氧树脂具有较低的刚度或拉伸模量(约 6.91 兆 psi)。由此,如果 S-玻璃环氧树脂主要用在区域 2 和 4 中,则由于棒身刚度的缺乏和棒身壁 22、24 之间的很差的能量耦合,棒身的性能就会受到损害。因此,优选地,在区域 2 和 4 中主要使用具有约 20 兆 psi 刚度或拉伸模量的石

墨增强环氧树脂，或石墨环氧树脂，用于调节棒身的刚度。然而，也可在区域 2 和 4 中使用有限量的 S-玻璃环氧树脂。

在区域 2 和 4 中可附加地或可选地采用具有约 29.6 兆 psi 刚度或拉伸模量的硼环氧树脂。然而石墨环氧树脂优于硼环氧树脂，这是由于石墨环氧树脂的拉伸比能蓄（约 1380psi）要高于硼环氧树脂的拉伸比能蓄（约 565psi）。

在区域 2 和 4 中可以另外地或可选地采用具有高刚度或拉伸模量的，优选地具有相当高的拉伸比能蓄的其它材料。优选地，用在区域 2 和 4 中的材料具有至少 18 兆 psi，更优选地为 20 兆至 30 兆 psi 的刚度或拉伸模量。尽管决定了球棒特性的材料的刚度是更加重要的变量，但是用在区域 2 和 4 中的材料还优选地具有至少 1000psi 的拉伸比能蓄。用在区域 2 中的材料可与用在区域 4 中的材料相同或不同。

可将所选复合材料层相对于它们各自中性轴 32、34 定向成不同的角度以进一步改进或增强棒身的特性和耐用性，并且更好地匹配棒身外壁和棒身内壁 22、24 的基本频率。在优选的实施例中，将在区域 1 和 3 中的每一个复合叠层 38 相对于它们各自中性轴 32、34 定向成约 50 至 70°。优选地，将在区域 2 和 4 中的每一个复合叠片 38 相对于它们各自中性轴 32、34 定向成约 20 至 50°。可将区域中的各层定向成与该区域中其它叠片相同或不同的角度。由此，对特定结构层相对于中性轴进行定位和定向可使棒身的耐用性增强，同时使棒身中的应变能的损失最小化。

将石墨环氧树脂设置在拉伸区域（区域 2 和 4）中的想法并不是最初凭直觉想到的。对以前的石墨环氧树脂主要设置在区域 1 和 3 中的棒身设计进行耐用性测试。当测试结束时，在棒身的压缩区域（区域 1 和 3）中证明没有石墨环氧树脂纤维损坏。因此，由于

在石墨环氧树脂纤维中没有出现加压损失，所以不会有将石墨纤维移入拉伸区域的想法。

在根据本发明的一实施例的样品球棒设计中，将石墨环氧树脂移入拉伸区域，并且 S-玻璃环氧树脂主要用在压缩区域中。随后在球棒上进行耐用性测试，并且惊讶地发现耐用性增加到了以前的设计的 3 倍(例如，从击打了约 150 次才失效到击打了约 450 次才失效)。

由此，虽然开始的分析没有显示在以前的球棒设计中的石墨环氧树脂纤维的压缩断裂，很可能在压缩区域中确实产生了看不到的石墨纤维断裂。换句话说，由于将石墨环氧树脂纤维移动至球棒棒身的拉伸区域，并在球棒棒身的加压区域中应用 S-玻璃环氧树脂而导致的球棒耐用性惊人增加的发现是预料不到的，这是因为分析没有显示在以前设计结构的样品中发生了压缩纤维断裂。

通常通过将球棒 **10** 的各层卷到具有期望球棒外型的心轴或类似结构上来构成球棒 **10**。优选地使层的端部“计程 (clocked)”或相互偏离，以使它们在固化之前不会端接在相同的位置。因此，当采用加热和加压固化球棒 **10** 时，将各种棒身层混在一起形成与众不同的“整体的”多壁结构。应用另一种方法，在单一步骤中“共同处理”球棒的所有层，并且在至少一端混合或端接在一起，使整体的多壁结构没有缝隙(至少在一端)，由此棒身 **14** 并非由一连串的管子组成，各管子具有端接在管子端部的壁厚。因此，所有层在负荷条件下(例如，在球的击打过程中)共同发挥作用。

将层掺合成整体的多壁结构，类似于试图将板簧端部约束在一起，会产生极其耐用的部件，特别是当碰撞发生在层分离区域的末端处时。通过将多个层掺合在一起，棒身 **14** 起到了组合结构的作

用，其中不会有单个层不依靠其它层而起作用。棒身 14 的一端或两端通过该方式端接在一起以形成整体的棒身。

在优选的实施例中，球棒 10 构成如下。首先，应用常规机器预切削并形成球棒 10 的各层。将用于形成内壁拉伸区域的叠层 38（例如，石墨环氧树脂，和/或其它适合的材料）卷到球棒型的心轴上。随后，将用于形成内壁压缩区域的叠层 38（例如，S-玻璃环氧树脂，和/或其它适合的材料）卷到内壁拉伸区域的叠层 38 上。

随后，可将结合阻止层 30，或者其它 ISCZ 层或材料（如果想要该层）卷到内壁压缩区域的叠层 38 上。接下来，将用于形成外壁拉伸区域的叠层 38（例如，石墨环氧树脂，和/或其它适合的材料）卷到结合阻止层 30 上，或者如果没有使用结合阻止层 30，就卷到内壁压缩部分的叠层 38 上。随后，将用于形成外壁压缩区域的叠层 38（例如，S-玻璃环氧树脂，和/或其它适合的材料）卷到外壁拉伸区域的叠层 38 上。

如上所述，优选地将叠层 38 卷到心轴上以使它们的端部相互偏离，这样它们在固化之前不会端接在相同的位置。一旦所有的层都布置好，则采用加热和加压将球棒 10 固化成整体的多壁棒身结构，其中将所有层的端部端接在一起使得在棒身壁和 ISCZ 之间没有缝隙。可将层配置成以该方式端接在棒身 14 的一端或两端。

所述的球棒结构及其制造方法提供了一种具有极好的“蹦床效应”和耐用性的球棒。这些结果主要是由于在棒身外壁和棒身内壁 22、24 中与中性轴相关的特定材料的选择和布置而产生的。特别地，将具有高压缩比能蓄的材料定位在中性轴之上，将具有高刚度或拉伸模量的材料定位在中性材料之下，会产生高耐用性能的球棒。另外，在单个固化步骤中混合棒身层，使耐用性增强，特别是在多个棒身层的末端进行撞击的过程中。

尽管为了描述的目的，公开了本发明的优选实施例，本领域的技术人员将理解本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

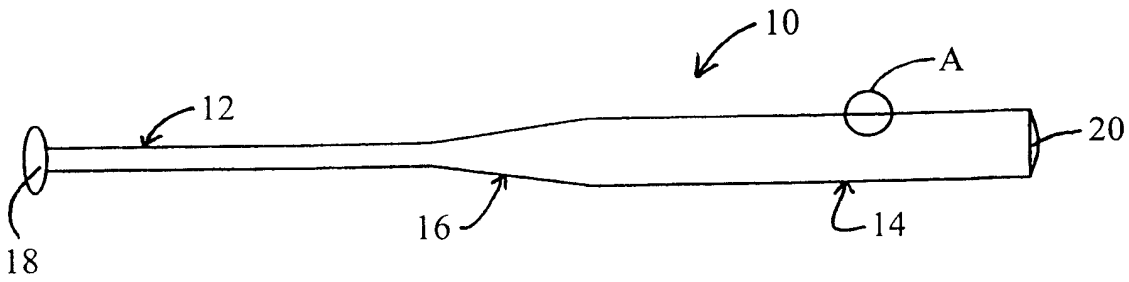


图 1

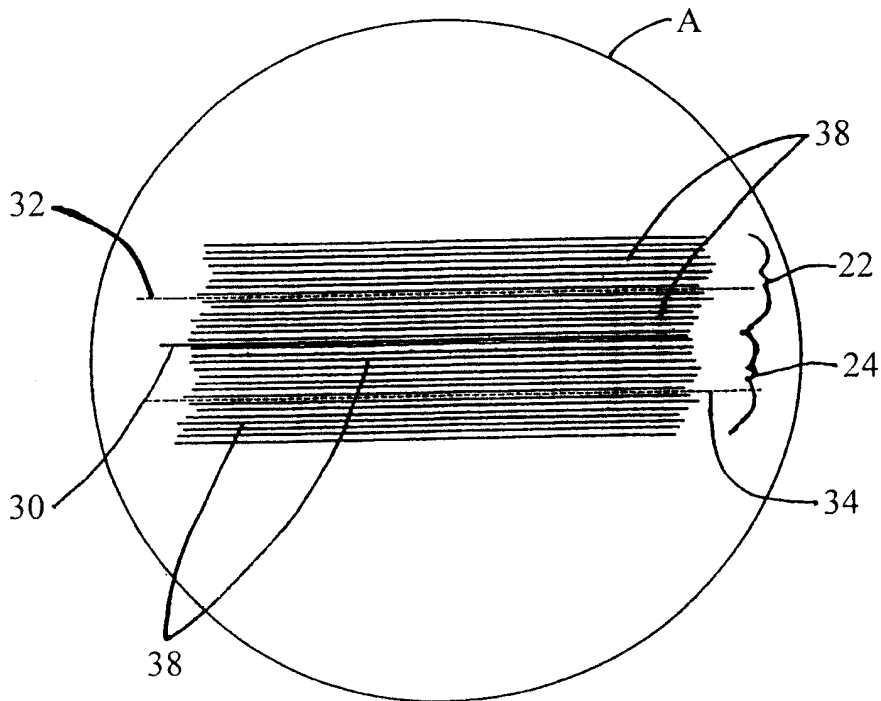


图 3

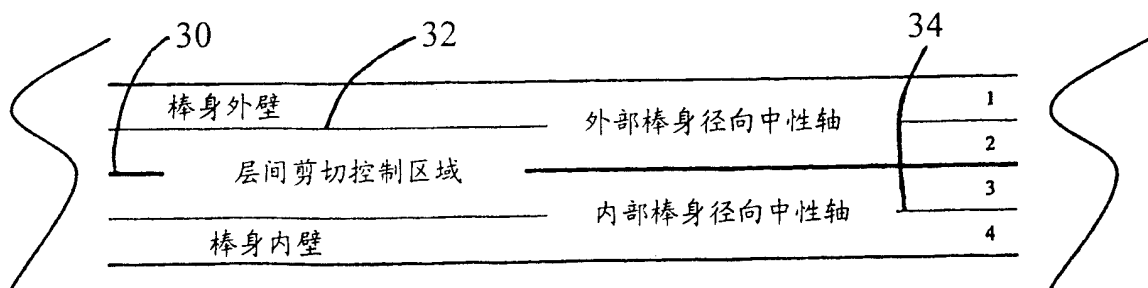


图 4

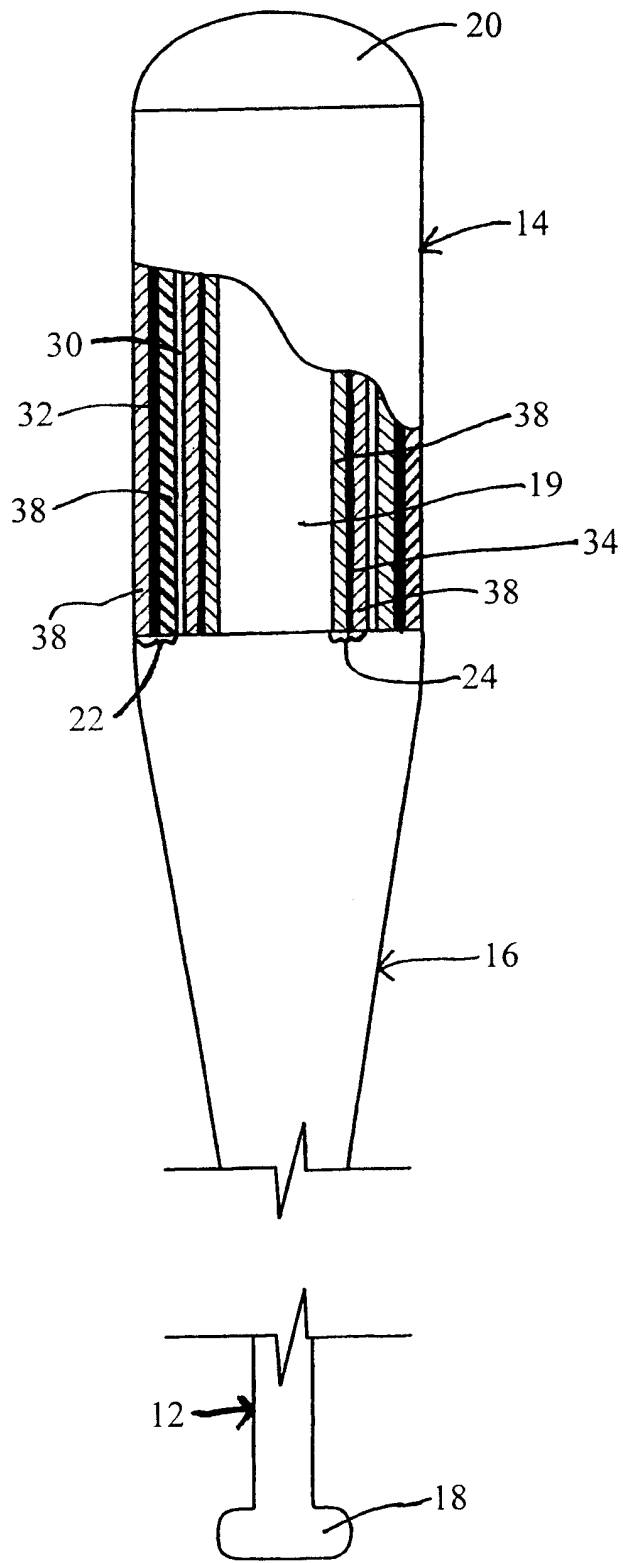


图 2

表1 一般合成结构材料的比能蓄

性能 / 材料	石墨	E 玻璃	S 玻璃	凯夫拉尔	硼	T300
	环氧树脂	环氧树脂	环氧树脂	环氧树脂	环氧树脂	环氧树脂
						纤维
刚度						
Ex (psi)	2.00E+07	5.60E+06	6.91E+06	1.10E+07	2.96E+07	1.07E+07
强度						
长拉伸 (psi)	2.10E+05	1.54E+05	2.46E+05	2.03E+05	1.83E+05	7.20E+04
长压缩 (psi)	2.10E+05	8.85E+04	1.68E+05	3.41E+04	3.63E+05	5.10E+04
密度						
ρ	1.60	1.80	1.83	1.46	2.00	1.50
比能蓄						
拉伸 (psi)	1.38E+03	2.35E+03	4.79E+03	2.56E+03	5.65E+02	3.24E+02
压缩 (psi)	1.38E+03	7.77E+02	2.23E+03	7.22E+01	2.22E+03	1.62E+02

图 5