(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103446721 B
(45)授权公告日 2016.02.17

(21)申请号 201310207820.3

(22)申请日 2013.05.30

(30)优先权数据
2012-126149 2012.06.01 JP
2012-126211 2012.06.01 JP

(73)专利权人 邓禄普体育用品株式会社
地址 日本国兵库县神户市中央区脇浜町3丁目6番9号

(72)发明人 佐岛隆弘 中村拓尊

(74)专利代理机构 上海市华诚律师事务所 31210
代理人 徐申民 杜娟

(51)Int.Cl.
A63B 37/06(2006.01)
A63B 37/12(2006.01)

(56)对比文件
US 2011306443 A1,2011.12.15, 说明书第[0011]-[0131]段、图1-10、表1-9.
US 2011306443 A1,2011.12.15, 说明书第[0011]-[0131]段、图1-10、表1-9.
US 2003109332 A1,2003.06.12, 说明书第[0027]-[0097]段、图1、表1-5.
US 2003109332 A1,2003.06.12, 说明书第[0027]-[0097]段、图1、表1-5.
CN 1095634 A,1994.11.30,
CN 102366665 A,2012.03.07,
CN 202942611 U,2013.05.22,

审查员 王豪

权利要求书2页 说明书43页 附图4页

(54)发明名称

高尔夫球

(57)摘要

高尔夫球2包括球形球芯4以及覆盖球芯4的覆盖层6。覆盖层6包括内覆盖层8和位于内覆盖层8外侧的外覆盖层10。当在图表中以从球芯4的中心点到九个点的距离(%)对这九个点的JIS-C硬度时,通过最小二乘法获得的线性近似曲线的R^2为0.95以上,所述九个点是通过将从球芯4的中心点到球芯4表面之间的区域以球芯4半径的12.5%的间隔划分所获得。覆盖层6的最内侧的硬度大于球芯4的表面硬度。优选球芯由经交联的橡胶组合物形成。橡胶组合物包括酸和/盐(d)。

CN 103446721 B

1. 高尔夫球，其包含球形球芯和覆盖该球芯且包括两层以上层的覆盖层，其中，

当在图表中以从球芯的中心点到九个点的距离％对这九个点的 JIS-C 硬度绘制图表时，通过最小二乘法获得的线性近似曲线的 R^2 为 0.95 以上，所述九个点是通过将从球芯的中心点到球芯表面之间的区域以球芯半径的 12.5％的间隔划分所获得，并且

覆盖层的最内层的 JIS-C 硬度 Hi 大于球芯表面的 JIS-C 硬度 Hs，

球芯的直径为 38.0mm 以上 42.0mm 以下，

硬度从球芯的中心点向其表面线性增加。

2. 如权利要求 1 所述的高尔夫球，其特征在于，硬度 Hs 与球芯的中心点的 JIS-C 硬度 H0 的差值 Hs-H0 为 15 以上。

3. 如权利要求 1 所述的高尔夫球，其特征在于，硬度 Hi 与硬度 Hs 之间的差值 Hi-Hs 为 1 以上但 5 以下。

4. 如权利要求 1 所述的高尔夫球，其特征在于，覆盖层的最外层的 JIS-C 硬度 Ho 与覆盖层的最内层的 JIS-C 硬度 Hi 的差值 Ho-Hi 为 2 以上但 10 以下。

5. 如权利要求 1 所述的高尔夫球，其特征在于，

所述球芯由经交联的橡胶组合物形成，

所述橡胶组合物包括：

(a) 基础橡胶；

(b) 共交联剂；

(c) 交联引发剂；以及

(d) 酸和 / 或盐，并且

所述共交联剂 (b) 是：

(b1) 具有 3 ～ 8 个碳原子的 α，β - 不饱和羧酸；或者

(b2) 具有 3 ～ 8 个碳原子的 α，β - 不饱和羧酸的金属盐。

6. 如权利要求 5 所述的高尔夫球，其特征在于，基于 100 重量份的基础橡胶 (a)，所述酸和 / 或盐 (d) 的量为 0.5 重量份以上但 40 重量份以下。

7. 如权利要求 5 所述的高尔夫球，其特征在于，所述酸和 / 或盐 (d) 是羧酸和 / 或其盐 (d1)。

8. 如权利要求 7 所述的高尔夫球，其特征在于，所述羧酸和 / 或其盐 (d1) 是羧酸锌盐。

9. 高尔夫球，其包含球形球芯和覆盖该球芯且包括两层以上层的覆盖层，其中，

当在图表中以从球芯的中心点到九个点的距离％对这九个点的 JIS-C 硬度绘制图表时，通过最小二乘法获得的线性近似曲线的 R^2 为 0.95 以上，所述九个点是通过将从球芯的中心点到球芯表面之间的区域以球芯半径的 12.5％的间隔划分所获得，并且

覆盖层的最内层的 JIS-C 硬度 Hi 等于或小于球芯表面的 JIS-C 硬度 Hs，

硬度从球芯的中心点向其表面线性增加。

10. 如权利要求 9 所述的高尔夫球，其特征在于，硬度 Hs 与球芯的中心点的 JIS-C 硬度 H0 的差值 Hs-H0 为 15 以上。

11. 如权利要求 9 所述的高尔夫球，其特征在于，硬度 Hs 与硬度 Hi 之间的差值 Hs-Hi 为 1 以上但 20 以下。

12. 如权利要求 9 所述的高尔夫球，其特征在于，覆盖层的最外层的 JIS-C 硬度 Ho 与覆

盖层的最内层的 JIS-C 硬度 Hi 的差值 Ho-Hi 为 5 以上但 30 以下。

13. 如权利要求 9 所述的高尔夫球，其特征在于，

所述球芯由经交联的橡胶组合物形成，

所述橡胶组合物包括：

(a) 基础橡胶；

(b) 共交联剂；

(c) 交联引发剂；以及

(d) 酸和 / 或盐，并且

所述共交联剂 (b) 是：

(b1) 具有 3 ～ 8 个碳原子的 α，β - 不饱和羧酸；或者

(b2) 具有 3 ～ 8 个碳原子的 α，β - 不饱和羧酸的金属盐。

14. 如权利要求 13 所述的高尔夫球，其特征在于，基于 100 重量份的基础橡胶 (a)，所述酸和 / 或盐 (d) 的量为 0.5 重量份以上但 40 重量份以下。

15. 如权利要求 13 所述的高尔夫球，其特征在于，所述酸和 / 或盐 (d) 是羧酸和 / 或其盐 (d1)。

16. 如权利要求 15 所述的高尔夫球，其特征在于，所述羧酸和 / 或其盐 (d1) 是羧酸锌盐。

高尔夫球

[0001] 本申请要求 2012 年 6 月 1 日在日本提交的专利申请 No. 2012-126149 和 2012 年 6 月 1 日在日本提交的专利申请 2012-126211 的优先权。这些日本专利申请的全部内容结合到本文中作为参考。

技术领域

[0002] 本发明涉及高尔夫球。具体地说，本发明涉及包括实体球芯、以及包含两层以上层的覆盖层的高尔夫球。

背景技术

[0003] 高尔夫球手对高尔夫球的首要要求是球的飞行性能。尤其是，高尔夫球手在用 1 号木杆（driver）和长铁杆击球时很重视飞行性能。飞行性能与高尔夫球的回弹性能相关。当击打具有出色的回弹性能的高尔夫球时，该高尔夫球以高速飞行，从而实现较大的飞行距离。在 JP 61-37178、JP 2008-212681（US 2008/0214324）、JP 2008-523952（US 2006/0135287 和 US 2007/0173607）、以及 JP 2009-119256（US 2009/0124757）中公开了包括具有出色回弹性能球芯的高尔夫球。

[0004] 在 JP61-37178 中公开的球芯由橡胶组合物获得，所述橡胶组合物包括共交联剂（co-crosslinking agent）以及交联活化剂。这个出版物公开了棕榈酸、硬脂酸、以及肉豆蔻酸作为交联活化剂。

[0005] 在 JP2008-212681 中公开的球芯是由橡胶组合物获得的，所述橡胶组合物包括有机过氧化物、α，β－不饱和羧酸的金属盐、以及脂肪酸的铜盐。

[0006] 在 JP2008-523952 中公开的球芯是由橡胶组合物获得的，所述橡胶组合物包括不饱和一元羧酸的金属盐、自由基引发剂、以及非共轭二烯单体。

[0007] 在 JP2009-119256 中公开的球芯由包括聚丁二烯的橡胶组合物获得，所述聚丁二烯的乙烯基含量为 2% 以下、顺式 1,4- 键含量为 80% 以上，并且具有用烷氧基硅烷化合物改性的活性末端。

[0008] 为了实现较大的飞行距离，要求合适的轨迹高度。轨迹高度依赖于旋转速度和发射角。对于通过较高的旋转速度实现较高轨迹的高尔夫球，飞行距离不足。对于通过较高的发射角实现较高轨迹的高尔夫球，能获得较大的飞行距离。在高尔夫球中外硬 / 内软结构的使用能够实现较低的旋转速度和较高的发射角。在 JP 6-154357（USP 5,403,010）、JP 2008-194471（USP 7,344,455、US 2008/0194358、US 2008/0194359、以及 US 2008/0214325）、以及 JP 2008-194473（US 2008/0194357 和 US 2008/0312008）中公开了关于球芯硬度分布的改变。

[0009] 在 JP6-154357 中公开的球芯中，球芯的中心点处的 JIS-C 硬度 H1 为 58 ～ 73，在从中心点开始延伸在距离 5mm 以上但 10mm 以下范围内的区域中 JIS-C 硬度 H2 为 65 以上但 75 以下，在位于距离中心点 15mm 距离的点处 JIS-C 硬度 H3 为 74 以上但 82 以下，并且在球芯表面上的 JIS-C 硬度 H4 为 76 以上但 84 以下。硬度 H2 大于硬度 H1，硬度 H3 大于硬

度 H2，并且硬度 H4 等于或大于硬度 H3。

[0010] 在 JP2008-194471 中公开的球芯中，球芯的中心点处的邵氏 D 硬度为 30 以上但 48 以下，在位于距离中心点 4mm 距离处的点的邵氏 D 硬度为 34 以上但 52 以下，在位于距离中心点 8mm 距离处的点的邵氏 D 硬度为 40 以上但 58 以下，在位于距离中心点 12mm 距离处的点的邵氏 D 硬度为 43 以上但 61 以下，在从球芯表面起延伸 2mm 以上至 3mm 以下的距离范围的区域中的邵氏 D 硬度为 36 以上但 54 以下，并且表面处的邵氏 D 硬度为 41 以上但 59 以下。

[0011] 在 JP2008-194473 中公开的球芯中，球芯的中心点处的邵氏 D 硬度为 25 以上但 45 以下，从中心点起延伸 5mm 以上至 10mm 以下距离范围的区域中邵氏 D 硬度为 39 以上但 58 以下，在位于距离中心点 15mm 处的点的邵氏 D 硬度为 36 以上但 55 以下，球芯表面的邵氏 D 硬度为 55 以上但 75 以下。

[0012] JP 2010-253268（US2010/0273575）公开了包括球芯、包围层、中间层以及覆盖层的高尔夫球。在球芯中，硬度从球芯的中心点到球芯表面逐渐增加。表面处的 JIS-C 硬度和中心点处的 JIS-C 硬度之间的差值为 15 以上。覆盖层的硬度大于中间层的硬度，并且中间层的硬度大于包围层的硬度。

[0013] 对于在三杆洞的开球和在四杆洞的第二杆，经常使用中铁杆。高尔夫球手也期望在用中铁杆击球时具有较大的飞行性能。本发明的目的在于提供一种用中铁杆击打时发挥出色飞行性能的高尔夫球。

[0014] 高尔夫球手对于飞行距离的要求比以往更高。高尔夫球手进一步期望具有出色击球手感的高尔夫球。满足飞行距离高尔夫球具有较差的击球手感。

[0015] 本发明的另一目的是提供用 1 号木杆击打时获得较大飞行距离以及出色击球手感的高尔夫球。

发明内容

[0016] 根据本发明的高尔夫球包括球形的球芯、覆盖球芯且包括两层以上层的覆盖层。当在图表中以从球芯的中心点到九个点的距离（%）对这九个点的 JIS-C 硬度绘制图表时，通过最小二乘法获得的线性近似曲线的 R^2 为 0.95 以上，所述九个点是通过将从球芯的中心点到球芯表面之间的区域以球芯半径的 12.5% 的间隔划分所获得。覆盖层的最内层的 JIS-C 硬度 Hi 大于球芯表面的 JIS-C 硬度 Hs。在根据本发明的高尔夫球中，硬度分布是适当的。在高尔夫球中，当用中铁杆击打高尔夫球时，能量损耗较低。当用中铁杆击打高尔夫球时，旋转速度较低。较低的旋转速度实现了较大的飞行距离。

[0017] 根据另一方面，根据本发明的高尔夫球包括球形的球芯、覆盖球芯且包括两层以上层的覆盖层。当在图表中以从球芯的中心点到九个点的距离（%）对这九个点的 JIS-C 硬度绘制图表时，通过最小二乘法获得的线性近似曲线的 R^2 为 0.95 以上，所述九个点是通过将从球芯的中心点到球芯表面之间的区域以球芯半径的 12.5% 的间隔划分所获得。覆盖层的最内层的 JIS-C 硬度 Hi 等于或小于球芯表面的 JIS-C 硬度 Hs。在根据本发明的高尔夫球中，硬度分布是适当的。在高尔夫球中，当用 1 号木杆击打高尔夫球时，能量损耗较低。当用 1 号木杆击打高尔夫球时，旋转速度较低。较低的旋转速度实现了较大的飞行距离。在高尔夫球中，最内层实现了温和的击球手感。高尔夫球兼具出色的飞行性能和出色的击球

手感。

附图说明

[0018] 图 1 是根据本发明的第一具体实施方式的高尔夫球的部分剖面的横截面图；

[0019] 图 2 是显示图 1 中高尔夫球球芯硬度分布的线形图；

[0020] 图 3 是根据本发明的第二具体实施方式的高尔夫球的部分剖面的横截面图；并且

[0021] 图 4 是显示图 3 中高尔夫球球芯的硬度分布的线形图。

具体实施方式

[0022] 下面基于优选实施方式结合附图对本发明进行详细地说明。

[0023] [第一具体实施方式]

[0024] 图 1 中所示高尔夫球 2 包括球形球芯 4 以及覆盖球芯 4 的覆盖层 6。覆盖层 6 包括内覆盖层 8 和位于内覆盖层 8 外侧的外覆盖层 10。内覆盖层 8 是覆盖层 6 的最内层。外覆盖层 10 是覆盖层 6 的最外层。覆盖层 6 在内覆盖层 8 和外覆盖层 10 之间可以包括其它一个以上的层。在外覆盖层 10 的表面上，形成大量凹坑 12。在高尔夫球 2 的表面，除了凹坑 12 之外的部分是槽肩（land）14。该高尔夫球 2 包括在外覆盖层 10 外侧的涂层和标记层，但这些层没有显示在附图中。

[0025] 高尔夫球 2 的直径为 40mm 以上但 45mm 以下。考虑到符合美国高尔夫球协会（USGA）制定的规则，其直径优选等于或大于 42.67mm。为了抑制空气阻力，其直径优选等于或小于 44mm，更优选等于或小于 42.80mm。高尔夫球 2 的重量为 40g 以上但 50g 以下。为了获得较大的惯性，其重量优选等于或大于 44g，更优选等于或大于 45.00g。为了符合 USGA 制定的规则，其重量优选等于或小于 45.93g。

[0026] 图 2 是显示图 1 中高尔夫球 2 球芯 4 硬度分布的线形图。图表的横轴表示距离球芯 4 的中心点的距离对球芯 4 的半径的比例（%）。图表的纵轴表示 JIS-C 硬度。将 9 个测量点绘制在图表中，所述测量点通过将球芯 4 的中心点到球芯 4 表面的区域以每隔球芯 4 的半径的 12.5% 进行划分所获得。从球芯 4 的中心点到这些测量点中的每一个的距离对球芯 4 的半径的比例如下。

[0027] 第一点 :0.0%（中心点）

[0028] 第二点 :12.5%

[0029] 第三点 :25.0%

[0030] 第四点 :37.5%

[0031] 第五点 :50.0%

[0032] 第六点 :62.5%

[0033] 第七点 :75.0%

[0034] 第八点 :87.5%

[0035] 第九点 :100.0%（表面）

[0036] 在第一到第八点的硬度通过将 JIS-C 型硬度计压向已切为两半的球芯 4 的剖面进行测定。通过将 JIS-C 型硬度计压向球形的球芯 4 的表面测定第九点的硬度 Hs。为了该测定，使用其上安装了该硬度计的自动橡胶硬度测定机（商标名“P1”，Kobunshi Keiki 有限公

司制造)。在本发明中,在距离球芯 4 的中心点的距离为 x (%)的测量点处的 JIS-C 硬度表示为 H (x)。球芯 4 的中心点处的硬度表现为 H (0)。

[0037] 图 2 还显示了在 9 个测量点的距离和硬度的基础上通过最小二乘法获得的线性近似曲线。由图 2 显而易见的是,折线并没有显著偏离线性近似曲线。换言之,折线的形状与线性近似曲线相近。在球芯 4 中,硬度从其中心点向其表面呈线性增加。当用中铁杆击打高尔夫球 4 时,能量损耗较低。球芯 4 具有出色的回弹性能。当用中铁杆击打高尔夫球 2 时,飞行距离较大。

[0038] 在球芯 4 中,通过最小二乘法获得的线性近似曲线的 R^2 为 0.95 以上。R^2 是表示折线的线性的指数。对于其 R^2 为 0.95 以上的球芯 4,硬度分布的折线的形状近似于直线。R^2 为 0.95 以上的球芯 4 具有出色的回弹性能。R^2 优选 0.96 以上,并且特别优选 0.97 以上。R^2 通过对相关系数 R 进行平方来计算。通过将到中心点的距离(%)和硬度(JIS-C)的协方差除以到中心点的距离(%)的标准偏差和硬度(JIS-C)的标准偏差获得相关系数 R。

[0039] 球芯 4 通过对橡胶组合物进行交联获得。所述橡胶组合物包括 :

[0040] (a)基础橡胶 ;

[0041] (b)共交联剂 ;

[0042] (c)交联引发剂 ;以及

[0043] (d)酸和 / 或盐。

[0044] 在球芯 4 的加热和形成期间,基础橡胶(a)通过共交联剂(b)进行交联。交联反应的热留在球芯 4 的中心点附近。因此,在球芯 4 的加热与形成期间,中心部分的温度较高。温度从中心点向表面逐步降低。推断在橡胶组合物中,酸与共交联剂(b)的金属盐反应从而与阳离子成键。推断在橡胶组合物中,盐与共交联剂(b)的金属盐反应从而交换阳离子。通过成键与交换,金属键断裂。该断裂可能出现在球芯 4 的中心部(其温度较高),并且不太可能出现在靠近球芯 4 的表面。因此,球芯 4 的交联密度从其中心点向其表面增加。在球芯 4 中,可以实现外硬 / 内软结构。此外,当橡胶组合物包括有机硫化物(e)与酸和 / 或盐(d)时,硬度分布的斜率得以控制,并且球芯 4 的外硬 / 内软的程度得以增加。当用中铁击打包括球芯 4 的高尔夫球 2 时,旋转速度较低。在高尔夫球 2 中,用中铁杆击打时实现了出色的飞行性能。

[0045] 球芯 4 的基础橡胶(a)的例子包括聚丁二烯、聚异戊二烯、苯乙烯 - 丁二烯共聚物、乙烯 - 丙烯 - 二烯共聚物、以及天然橡胶。考虑到回弹性能,聚丁二烯是优选的。当组合使用聚丁二烯与另一橡胶时,优选聚丁二烯作为主要组分被包含。具体地说,聚丁二烯占全部基础橡胶的比例优选等于或大于 50wt%,更优选等于或大于 80wt%。聚丁二烯中的顺式 -1,4 键的比例优选 40wt% 以上,更优选 80wt% 以上。

[0046] 其中 1,2- 乙烯基键的比例为 2.0wt% 以上的聚丁二烯是优选的。聚丁二烯有利于球芯 4 的回弹性能。在这方面,1,2- 乙烯基键的比例优选 1.7wt% 以下,并且特别优选 1.5wt% 以下。

[0047] 从获得具有较低的 1,2- 乙烯基键比例和出色聚合活性的聚丁二烯的观点来看,含有稀土元素的催化剂优选用于聚丁二烯的合成。尤其是,用含有钕的催化剂合成的聚丁二烯是优选的,该含有钕的催化剂是镧系稀土元素化合物。

[0048] 聚丁二烯的门尼粘度(ML_{1+4}(100℃))优选 30 以上,更优选 32 以上,并且特别优选

35 以上。门尼粘度(ML_{1+4}（100℃））优选 140 以下，更优选 120 以下，更优选 100 以下，并且特别优选 80 以下。根据“JIS K 6300”的标准测定门尼粘度(ML_{1+4}（100℃））。测定条件如下所示。

[0049] 转子：L 转子

[0050] 预热时间：1 分钟

[0051] 转子的旋转时间：4 分钟

[0052] 温度：100℃

[0053] 考虑到可操作性，聚丁二烯的分子量分布（Mw/Mn）优选 2.0 以上，更优选 2.2 以上，更优选 2.4 以上，特别优选 2.6 以上。考虑到回弹性能，分子量分布（Mw/Mn）等于或低于 6.0，更优选等于或低于 5.0，更优选等于或低于 4.0，特别优选等于或低于 3.4。分子量分布（Mw/Mn）通过重均分子量 Mw 除以数均分子量 Mn 进行计算。

[0054] 分子量分布通过凝胶渗透色谱法（Tosoh 公司制造的“HLC-8120GPC”）测定。测定条件如下所示。

[0055] 检测器：差示折光计

[0056] 柱子：GMHHXL（Tosoh 公司制造）

[0057] 柱温：40℃

[0058] 流动相：四氢呋喃

[0059] 分子量分布被计算作为通过使用聚苯乙烯标准转换获得的值。

[0060] 共交联剂（b）是：

[0061] （b1）具有 3 ～ 8 个碳原子的 α，β－不饱和羧酸；或者

[0062] （b2）具有 3 ～ 8 个碳原子的 α，β－不饱和羧酸的金属盐。

[0063] 橡胶组合物可以仅包括 α，β－不饱和羧酸（b1）或仅包含 α，β－不饱和羧酸的金属盐（b2）作为共交联剂（b）。橡胶组合物可以同时包括 α，β－不饱和羧酸（b1）和包含 α，β－不饱和羧酸的金属盐（b2）作为共交联剂（b）。

[0064] α，β－不饱和羧酸的金属盐 (b2) 与基础橡胶的分子链接枝聚合，由此对橡胶分子进行交联。当橡胶组合物包括 α，β－不饱和羧酸（b1）时，橡胶组合物优选进一步包括金属化合物（f）。金属化合物（f）与 α，β－不饱和羧酸（b1）在橡胶组合物中反应。通过该反应获得的盐与基础橡胶分子链接枝聚合。

[0065] 金属化合物（f）的例子包括：金属氢氧化物，例如氢氧化镁、氢氧化锌、氢氧化钙、氢氧化钠、氢氧化锂、氢氧化钾、以及氢氧化铜；金属氧化物，例如氧化镁、氧化钙、氧化锌、以及氧化铜；以及金属碳酸盐，例如碳酸镁、碳酸锌、碳酸钙、碳酸钠、碳酸锂、以及碳酸钾。包含二价金属的化合物是优选的。包括二价金属的化合物与共交联剂（b）反应从而形成金属交联。金属化合物（f）特别优选锌化合物。两种以上金属化合物可以组合使用。

[0066] α，β－不饱和羧酸的例子包括丙烯酸、甲基丙烯酸、富马酸、马来酸、以及巴豆酸。α，β－不饱和羧酸的金属盐（b2）中金属成分的例子包括：钠离子、钾离子、锂离子、镁离子、钙离子、锌离子、钡离子、镉离子、铝例子、锡离子、锆离子。α，β－不饱和羧酸的金属盐（b2）可以包括两种以上离子。从金属交联可能在橡胶分子之间出现的观点来看，优选二价金属离子例如镁离子、钙离子、锌离子、钡离子、以及镉离子。α，β－不饱和羧酸的金属盐（b2）特别优选丙烯酸锌。

[0067] 考虑到高尔夫球 2 的回弹性能，基于 100 重量份的基础橡胶，共交联剂(b)的量优选等于或大于 15 重量份，特别优选等于或大于 20 重量份。考虑到击球手感，基于 100 重量份的基础橡胶，共交联剂的量优选等于或小于 50 重量份，更优选等于或小于 45 重量份，以及特别优选等于或小于 40 重量份。

[0068] 交联引发剂(c)优选有机过氧化物。有机过氧化物有利于高尔夫球 2 的回弹性能。优选的有机过氧化物的例子包括过氧化二异丙苯、1,1- 二(叔丁基过氧基) -3,3,5- 三甲基环己烷、2,5- 二甲基 -2,5- 二(叔丁基过氧基) 己烷、以及二 - 叔丁基过氧化物。考虑到通用性(versatility)，过氧化二异丙苯是优选的。

[0069] 就高尔夫球 2 的回弹性能来说，基于 100 重量份的基础橡胶，交联引发剂(c)的量优选等于或大于 0.2 重量份，特别优选等于或大于 0.5 重量份。考虑到高尔夫球 2 的击球手感和耐久性，基于 100 重量份的基础橡胶，交联引发剂的量优选等于或小于 5.0 重量份，特别优选等于或小于 2.5 重量份。

[0070] 在本发明中，共交联剂(b)不包含在酸和 / 盐(d)的概念中。推断如上文所述，在球芯 4 的加热和形成期间，在球芯 4 的中心部分，酸和 / 或盐(d)使得通过共交联剂(b)形成的金属交联断裂。酸和 / 或盐 (d) 的例子包括 :含氧酸，例如羧酸、磺酸、和磷酸，以及它们的盐 ;以及氢酸，例如盐酸和氢氟酸，以及它们的盐。含氧酸以及它们的盐是优选的。羧酸和 / 或其盐(d1)是更优选的。羧酸盐是特别优选的。

[0071] 羧酸和 / 或其盐(d1)的羧酸成分具有羧基。羧酸和 / 或其盐(d1)的羧酸成分的碳原子数优选 1 以上但 30 以下，更优选 3 以上但 30 以下，更优选 5 以上但 28 以下。羧酸的例子包括 :脂族羧酸(脂肪酸) 以及芳香族羧酸。脂肪酸以及它们的盐是优选的。

[0072] 橡胶组合物可以包括饱和脂肪酸或其盐，或者可以包括不饱和脂肪酸和 / 或其盐。饱和脂肪酸和其盐是优选的。

[0073] 脂肪酸的例子包括 :丁酸(C4)、戊酸(C5)、己酸(C6)、庚酸(C7)、辛酸(辛酸，octanoic acid) (C8)、壬酸(C9)、癸酸(C10)、月桂酸(C12)、肉豆蔻酸(C14)、肉豆蔻脑酸(C14)、十五酸(C15)、棕榈酸(C16)、棕榈油酸(C16)、十七烷酸(C17)、硬脂酸(C18)、反油酸(C18)、异油酸(C18)、油酸(C18)、亚油酸(C18)、亚麻酸(C18)、12- 羟基硬脂酸(C18)、花生酸(C20)、鳕烯酸(C20)、花生四烯酸(C20)、二十烯酸(C20)、山俞酸(C22)、顺芥子酸(C22)、二十四烷酸(C24)、二十四烯酸(C24)、蜡酸(C26)、褐煤酸(C28)、以及蜂花酸(C30)。两种以上脂肪酸盐可组合使用。辛酸、月桂酸、肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸、油酸、以及山俞酸是优选的。

[0074] 芳香族羧酸具有芳香环和羧基。芳香族羧酸的例子包括苯甲酸、邻苯二甲酸、间苯二甲酸、对苯二甲酸、苯连三酸(苯 -1,2,3- 三羧酸)、偏苯三酸(苯 -1,2,4- 三羧酸)、苯均三酸(苯 -1,3,5- 三羧酸)、苯偏四甲酸(苯 -1,2,3,4- 四羧酸)、连苯四酸(苯 -1,2,3,5- 四羧酸)、苯均四酸(苯 -1,2,4,5- 四羧酸)、苯六甲酸(苯六羧酸)、联苯酸(二苯 -2,2’ - 二羧酸)、甲苯甲酸(甲基苯甲酸)、二甲苯酸、联苯三甲酸(2,3,4- 三甲基苯甲酸)、γ - 异杜酸(2,3,5- 三甲基苯甲酸)、杜基酸(2,4,5- 三甲基苯甲酸)、β - 异杜酸(2,4,6- 三甲基苯甲酸)、α - 异杜酸(3,4,5- 三甲基苯甲酸)、枯茗酸(4- 异丙基苯甲酸)、乌韦特酸(5- 甲基间苯二甲酸)、α - 甲苯甲酸(苯乙酸)、氢化阿托酸(2- 苯基丙酸)，并且氢化肉桂酸(3- 苯基丙酸)。

[0075] 橡胶组合物可以包含用羟基、烷氧基、桥氧基取代的芳香族羧酸盐。该羧酸的具

体例子可以包括：水杨酸(2-羟基苯甲酸)、茴香酸(甲氧基苯甲酸)、甲酚酸(羟基(甲基)苯甲酸)、邻甲基水杨酸(2-羟基-3-甲基苯甲酸)、间甲基水杨酸(2-羟基-4-甲基苯甲酸)、对甲基水杨酸(2-羟基-5-甲基苯甲酸)、邻焦儿茶酸(2,3-二羟基苯甲酸)、β-二羟基苯甲酸(2,4-二羟基苯甲酸)、γ-二羟基苯甲酸(2,6-二羟基苯甲酸)、原儿茶酸(3,4-二羟基苯甲酸)、α-二羟基苯甲酸(3,5-二羟基苯甲酸)、香草酸(4-羟基-3-甲氧基苯酸)、异香草酸(3-羟基-4-甲氧基苯酸)、藜芦酸(3,4-二甲氧基苯甲酸)、邻藜芦酸(2,3-二甲氧基苯甲酸)、苔色酸(2,4-二羟基-6-甲基苯甲酸)、间半蒎酸(4,5-二甲氧基邻苯二甲酸)、没食子酸(3,4,5-三羟基苯甲酸)、丁香酸(4-羟基-3,5-二甲氧基苯甲酸)、细辛酸(2,4,5-三甲氧基苯甲酸)、扁桃酸(羟基(苯基)乙酸)、香草扁桃酸(羟基(4-羟基-3-甲氧基苯基)乙酸)、对甲氧基苯乙酸((4-甲氧苯基)乙酸)、尿黑酸((2,5-二羟苯基)乙酸)、高原儿茶酸((3,4-二羟苯基)乙酸)、高香草酸((4-羟基-3-甲氧苯基)乙酸)、高异香草酸(homoisovanillic acid)((3-羟基-4-甲氧基苯基)乙酸)、高藜芦酸((3,4-二甲氧基苯基)乙酸)、邻高藜芦酸((2,3-二甲氧基苯基)乙酸)、高邻苯二甲酸(2-(羧甲基)苯甲酸)、高间苯二甲酸(homoisophthalic acid)(3-(羧甲基)苯甲酸)、高对苯二甲酸(4-(羧甲基)苯甲酸)，邻羧基苯乙酮酸(2-(羧羰基)苯甲酸)，间羧甲酰基苯甲酸(isophthalonic acid)(3-(羧羰基)苯甲酸)、对羧甲酰基苯甲酸(4-(羧羰基)苯甲酸)、二苯乙醇酸(羟基二苯基乙酸)、阿卓乳酸(2-羟基-2-苯基丙酸)，托品酸(3-羟基-2-苯基丙酸)、邻羟苯丙酸(3-(2-羟苯基)丙酸)、根皮酸(3-(4-羟基苯基)丙酸)、氢化咖啡酸(3-(3,4-二羟基苯基)丙酸)、氢化阿魏酸(3-(4-羟基-3-甲氧苯基)丙酸)、氢化异阿魏酸(3-(3-羟基-4-甲氧苯基)丙酸)、对香豆酸(3-(4-羟基苯基)丙烯酸)、伞形酸(3-(2,4-二羟基苯基)丙烯酸)、咖啡酸(3-(3,4-二羟基苯基)丙烯酸)、阿魏酸(3-(4-羟基-3-甲氧基苯基)丙烯酸)、异阿魏酸(3-(3-羟基-4-甲氧基苯基)丙烯酸)、以及芥子酸(3-(4-羟基-3,5-二甲氧基苯基)丙烯酸)。

[0076] 羧酸盐的阳离子成分是金属离子或有机阳离子。金属离子的例子包括钠离子、钾离子、锂离子、银离子、镁离子、钙离子、锌离子、钡离子、镉离子、铜离子、钴离子、镍离子、锰离子、铝例子、铁离子、锡离子、锆离子、以及钛离子。两种以上的离子可以组合使用。

[0077] 有机阳离子是具有碳链的阳离子。有机阳离子的例子包括有机铵离子。有机铵离子的例子包括：伯铵离子例如十八烷基(stearyl)铵离子、己基铵离子、辛基铵离子、以及2-乙基己基铵离子；仲铵离子例如十二烷基(月桂基)铵离子、以及十八烷基(硬脂基(stearyl))铵离子；叔铵离子例如三辛基铵离子；以及季铵离子例如二辛基二甲基铵离子、以及二十八烷基(stearyl)二甲基铵离子。两种以上的有机阳离子可以组合使用。

[0078] 优选的羧酸盐的例子包括：辛酸、月桂酸、肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸、油酸或山俞酸的钾盐、镁盐、铝盐、锌盐、铁盐、铜盐、镍盐、或者钴盐。羧酸锌盐是特别优选的。羧酸盐的具体例子包括辛酸锌、月桂酸锌、肉豆蔻酸锌、以及硬脂酸锌。

[0079] 考虑到球芯4硬度分布的线性，基于100重量份的基础橡胶，酸和/或盐(d)的量优选等于或大于0.5重量份，更优选等于或大于1.0重量份，更优选等于或大于1.5重量份，并且特别地优选等于或大于2.0重量份。考虑到回弹性能，基于100重量份的基础橡胶，酸和/或盐的量更优选等于或小于40重量份，更优选小于40重量份，更优选等于或小于30重量份，特别优选等于或小于20重量份。

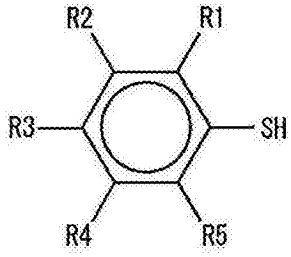
[0080] 在橡胶组合物中，共交联剂(b)与酸和 / 或盐(d)的重量比优选为 3/7 以上但 9/1 以下，特别优选 4/6 以上但 8/2 以下。通过其中该重量比在上述范围内的橡胶组合物，能够获得硬度从其中心点向其表面线性增加的球芯 4。

[0081] 作为共交联剂(b)，优选使用丙烯酸锌。为了改进在橡胶中的分散性，存在其表面用硬脂酸或硬脂酸锌涂敷的丙烯酸锌。在本发明中，当橡胶组合物包含该丙烯酸锌时，该涂敷材料是不包括在酸和 / 或盐(d)的概念中的。

[0082] 橡胶组合物优选进一步包括有机硫化物(e)。有机硫化物(e)有利于如下的控制：球芯 4 的硬度分布的线性；外硬 / 内软结构的程度。有机硫化物(e)的例子是具有硫醇基的有机化合物、或含有具有 2 ～ 4 个硫原子的多硫化物连接的有机化合物。该有机化合物的金属盐也包括在有机硫化物(e)中。有机硫化合物(e)的例子包括：脂肪族化合物例如脂肪族硫醇、脂肪族硫代羧酸、脂肪族二硫代羧酸、以及脂肪族多硫化物；杂环化合物；脂环族化合物例如脂环硫醇、脂环硫代羧酸、脂环二硫代羧酸、以及脂环多硫化物；以及芳香族化合物。有机硫化物(e)的具体例子包括：苯硫酚、萘硫酚、多硫化物、硫代羧酸、二硫代羧酸、亚磺酰胺、秋兰姆、二硫代氨基甲酸盐、以及噻唑。优选的有机硫化物(e)是苯硫酚、具有 2 ～ 4 个硫原子的多硫化物、萘硫酚、秋兰姆、以及它们的金属盐。

[0083] 有机硫化物(e)的具体例子表现为以下化学式(1)～(4)。

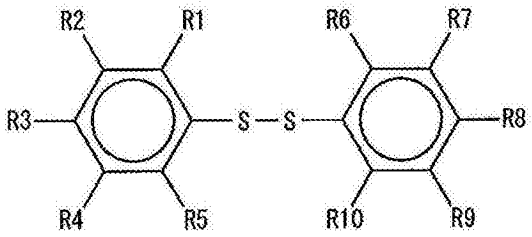
[0084]



(1)

[0085] 在化学式(1)中，R1 ～ R5 各自表现为 H 或取代基。

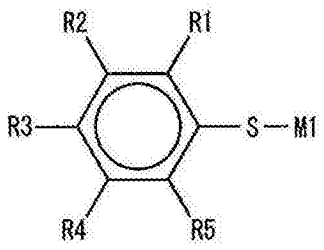
[0086]



(2)

[0087] 在化学式(2)中，R1 ～ R10 各自表现为 H 或取代基。

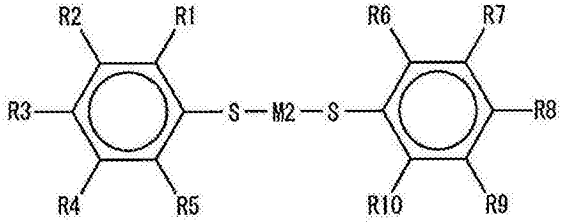
[0088]



(3)

[0089] 在化学式(3)中，R1 ～ R5 各自表现为 H 或取代基，并且 M1 表示为一价金属原子。

[0090]



(4)

[0091] 在化学式(4)中，R1 ～ R10 各自表示 H 或取代基，并且 M2 表示二价金属原子。

[0092] 在式(1)～(4)中，各取代基是选自下组的至少一个基团：卤素基团(F、Cl、Br、I)、烷基、羧基(-COOH)、羧基的酯(-COOR)、甲酰基(-CHO)、酰基(-COR)、羰基卤化物基团(-COX)；磺基(-SO_3H)、磺基的酯(-SO_3R)、磺酰卤基(-SO_2X)、亚磺基(-SO_2H)、烷基亚磺酰基(-SOR)、氨甲酰基(-$CONH_2$)、卤代烷基、氰基(-CN)、以及烷氧基(-OR)。

[0093] 化学式(1)所示的有机硫化合物的例子包括：苯硫酚、用卤素取代的苯硫酚，例如 4- 氟代苯硫酚、2,5- 二氟代苯硫酚、2,4,5- 三氟代苯硫酚、2,4,5,6- 四氟代苯硫酚、五氟代苯硫酚、2- 氯苯硫酚、4- 氯苯硫酚、2,4- 二氯苯硫酚、2,5- 二氯代苯硫酚、2,4,5- 三氯代苯硫酚、2,4,5,6- 四氯代苯硫酚、五氯代苯硫酚、4- 溴代苯硫酚、2,5- 二溴代苯硫酚、2,4,5- 三溴代苯硫酚、2,4,5,6- 四溴代苯硫酚、五溴代苯硫酚、4- 碘代苯硫酚、2,5- 二碘代苯硫酚、2,4,5- 三碘代苯硫酚、2,4,5,6- 四碘代苯硫酚、以及五碘代苯硫酚；用烷基取代的苯硫酚，例如 4- 甲基苯硫酚、2,4,5- 三甲基苯硫酚、五甲基苯硫酚、4- 叔丁基苯硫酚、2,4,5- 三叔丁基苯硫酚、以及五叔丁基苯硫酚；用羧基取代的苯硫酚，例如 4- 羧基苯硫酚、2,4,6- 三羧基苯硫酚、以及五羧基苯硫酚；用烷氧羰基取代的苯硫酚，例如 4- 甲氧基羰基苯硫酚、2,4,6- 三甲氧基羰基苯硫酚、以及五甲氧基羰基苯硫酚；用甲酰基取代的苯硫酚，例如 4- 甲酰基苯硫基、2,4,6- 三甲酰基苯硫基、以及五甲酰基苯硫基；用酰基取代的苯硫酚，例如 4- 乙酰基苯硫酚、2,4,6- 三乙酰基苯硫酚、以及五乙酰基苯硫酚；用羰基卤化物基团取代的苯硫酚，例如 4- 氯羰基苯硫酚、2,4,6- 三(氯羰基)苯硫酚、以及五(氯羰基)苯硫酚；用磺基(sulfo groups)取代的苯硫酚，例如 4- 磺基苯硫酚、2,4,6- 三磺基苯硫酚、以及五磺基苯硫酚；用烷氧基磺酰基取代的苯硫酚，例如 4- 甲氧基磺酰基苯硫酚、2,4,6- 三甲氧基磺酰基苯硫酚、以及五甲氧基磺酰基苯硫酚；用磺酰卤基取代的苯硫酚，例如 4- 氯磺酰基苯硫酚、2,4,6- 三(氯磺酰基)苯硫酚、以及五(氯磺酰基)苯硫酚；用亚磺基取代的苯硫酚，例如 4- 亚磺基苯硫酚、2,4,6- 三亚磺基苯硫酚、以及五亚磺基苯硫酚；用烷基亚磺酰基取代的苯硫酚，例如 4- 甲基亚磺酰基苯硫酚、2,4,6- 三(甲基亚磺酰基)苯硫酚、以及五(甲基亚磺酰基)苯硫酚；用氨甲酰基取代的苯硫酚，例如 4- 氨甲酰基苯硫酚、2,4,6- 三氨甲酰基苯硫酚、以及五氨甲酰基苯硫酚；用卤代烷基取代的苯硫酚，例如 4- 三氯甲基苯硫酚、2,4,6- 三(三氯甲基)苯硫酚、以及五(三氯甲基)苯硫酚；用氰基取代的苯硫酚，例如 4- 氰基苯硫酚、2,4,6- 三氰基苯硫酚、以及五氰基苯硫酚；用烷氧基取代的苯硫酚，例如 4- 甲氧基苯硫酚、2,4,6- 三甲氧基苯硫酚、以及五甲氧基苯硫酚。这些苯硫酚中的每一个可以用一种取代基取代。

[0094] 化学式(1)所示的有机硫化合物的另一个例子是用至少一种上述取代基和另一取代基取代的化合物。另一个取代基的例子包括：硝基(-NO_2)、氨基(-NH_2)、羟基(-OH)、以及苯硫基(SPh-)。所述化合物的具体例子包括：4- 氯 -2- 硝基苯硫酚、4- 氯 -2- 氨基苯硫酚、4- 氯 -2- 羟基苯硫酚、4- 氯 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 甲基 -2- 硝基苯硫酚、4- 甲

基 -2- 氨基苯硫酚、4- 甲基 -2- 羟基苯硫酚、4- 甲基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 羧基 -2- 硝基苯硫酚、4- 羧基 -2- 氨基苯硫酚、4- 羧基 -2- 羟基苯硫酚、4- 羧基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 甲氧基羰基 -2- 硝基苯硫酚、4- 甲氧基羰基 -2- 氨基苯硫酚、4- 甲氧基羰基 -2- 羟基苯硫酚、4- 甲氧基羰基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 甲酰基 -2- 硝基苯硫酚、4- 甲酰基 -2- 氨基苯硫酚、4- 甲酰基 -2- 羟基苯硫酚、4- 甲酰基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 硝基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 氨基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 羟基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 氯羰基 -2- 硝基苯硫酚、4- 氯羰基 -2- 氨基苯硫酚、4- 氯羰基 -2- 羟基苯硫酚、4- 氯羰基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 磺基 -2- 硝基苯硫酚、4- 磺基 -2- 氨基苯硫酚、4- 磺基 -2- 羟基苯硫酚、4- 磺基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 甲氧基磺酰基 -2- 硝基苯硫酚、4- 甲氧基磺酰基 -2- 氨基苯硫酚、4- 甲氧基磺酰基 -2- 羟基苯硫酚、4- 甲氧基磺酰基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 氯磺酰基 -2- 硝基苯硫酚、4- 氯磺酰基 -2- 氨基苯硫酚、4- 氯磺酰基 -2- 羟基苯硫酚、4- 氯磺酰基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 亚磺基 -2- 硝基苯硫酚、4- 亚磺基 -2- 氨基苯硫酚、4- 亚磺基 -2- 羟基苯硫酚、4- 亚磺基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 甲基亚磺酰基 -2- 硝基苯硫酚、4- 甲基亚磺酰基 -2- 氨基苯硫酚、4- 甲基亚磺酰基 -2- 羟基苯硫酚、4- 甲基亚磺酰基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 氨甲酰基 -2- 硝基苯硫酚、4- 氨甲酰基 -2- 氨基苯硫酚、4- 氨甲酰基 -2- 羟基苯硫酚、4- 氨甲酰基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 三氯甲基 -2- 硝基苯硫酚、4- 三氯甲基 -2- 氨基苯硫酚、4- 三氯甲基 -2- 羟基苯硫酚、4- 三氯甲基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 氰基 -2- 硝基苯硫酚、4- 氰基 -2- 氨基苯硫酚、4- 氰基 -2- 羟基苯硫酚、4- 氰基 -2- 苯硫基苯硫酚、4- 甲氧基 -2- 硝基苯硫酚、4- 甲氧基 -2- 氨基苯硫酚、4- 甲氧基 -2- 羟基苯硫酚、以及 4- 甲氧基 -2- 苯硫基苯硫酚。

[0095] 化学式(1)所示的有机硫化合物的另一个例子是用两种以上取代基取代的化合物。所述化合物的具体例子包括 :4- 乙酰基 -2- 氯苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 甲基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 羧基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 甲氧基羰基苯硫酚 1、4- 乙酰基 -2- 甲酰基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 氯羰基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 磺基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 甲氧基磺酰基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 氯磺酰基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 亚磺基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 甲基亚磺酰基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 氨基甲酰基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 三氯甲基苯硫酚、4- 乙酰基 -2- 氰基苯硫酚、和 4- 乙酰基 -2- 甲氧基苯硫酚。

[0096] 化学式(2)所示有机硫化合物的例子包括 :二苯基二硫醚 ;用卤素取代的二苯基二硫醚,例如双(4- 氟苯基)二硫醚、双(2,5- 二氟苯基)二硫醚、双(2,4,5- 三氟苯基)二硫醚、双(2,4,5,6- 四氟苯基)二硫醚、双(五氟苯基)二硫醚、双(4- 氯苯基)二硫醚、双(2,5- 二氯苯基)二硫醚、双(2,4,5- 三氯苯基)二硫醚、双(2,4,5,6- 四氯苯基)二硫醚、双(五氯苯基)二硫醚、双(4- 溴苯基)二硫醚、双(2,5- 二溴苯基)二硫醚、双(2,4,5- 三溴苯基)二硫醚、双(2,4,5,6- 四溴苯基)二硫醚、双(五溴苯基)二硫醚、双(4- 碘苯基)二硫醚、双(2,5- 二碘苯基)二硫醚、双(2,4,5- 三碘苯基)二硫醚、双(2,4,5,6- 四碘苯基)二硫醚、和双(五碘苯基)二硫醚 ;用烷基取代的二苯基二硫醚,例如双(4- 甲基苯基)二硫醚、双(2,4,5- 三甲基苯基)二硫醚、双(五甲基苯基)二硫醚、双(4- 叔丁基苯基)二硫醚、双(2,4,5- 三 - 叔丁基苯基)二硫醚、和双(五 - 叔丁基苯基)二硫醚 ;用羧基取代的二苯基二硫醚,例如双(4- 羧基苯基)二硫醚、双(2,4,6- 三羧基苯基)二硫醚、和双(五羧基苯基)二硫醚 ;用烷氧羰基取代的二苯基二硫醚,例如双(4- 甲氧基羰基苯基)二硫醚、双(2,4,6- 三

甲氧基羰基苯基）二硫醚、和双（五甲氧基羰基苯基）二硫醚；用甲酰基取代的二苯基二硫醚，例如双（4-甲酰基苯基）二硫醚、双（2,4,6-三甲酰基苯基）二硫醚、和双（五甲酰基苯基）二硫醚；用酰基取代的二苯基二硫醚，例如双（4-乙酰基苯基）二硫醚、双（2,4,6-三乙酰基苯基）二硫醚、和双（五乙酰基苯基）二硫醚；用羰基卤化物基团（carbonyl halide）取代的二苯基二硫醚，例如双（4-氯羰基苯基）二硫醚、双（2,4,6-三（氯羰基）苯基）二硫醚、和双（五（氯羰基）苯基）二硫醚；用磺基取代的二苯基二硫醚，例如双（4-磺基苯基）二硫醚、双（2,4,6-三磺基苯基）二硫醚、和双（五磺基苯基）二硫醚；用烷氧基磺酰基取代的二苯基二硫醚，例如双（4-甲氧基磺酰基苯基）二硫醚、双（2,4,6-三甲氧基磺酰基苯基）二硫醚、和双（五甲氧基磺酰基苯基）二硫醚；用磺酰卤基取代的二苯基二硫醚，例如双（4-氯磺酰基苯基）二硫醚、双（2,4,6-三（氯磺酰基）苯基）二硫醚、和双（五（氯磺酰基）苯基）二硫醚；用亚磺基取代的二苯基二硫醚，例如双（4-亚磺基苯基）二硫醚、双（2,4,6-三亚磺基苯基）二硫醚、和双（五亚磺基苯基）二硫醚；用烷基亚磺酰基取代的二苯基二硫醚，例如双（4-甲基亚磺酰基苯基）二硫醚、双（2,4,6-三（甲基亚磺酰基）苯基）二硫醚、和双（五（甲基亚磺酰基）苯基）二硫醚；用氨甲酰基取代的二苯基二硫醚，例如双（4-氨甲酰基苯基）二硫醚、双（2,4,6-三氨甲酰基苯基）二硫醚、和双（五氨甲酰基苯基）二硫醚；用卤代烷基取代的二苯基二硫醚，例如双（4-三氯甲基苯基）二硫醚、双（2,4,6-三（三氯甲基）苯基）二硫醚、和双（五（三氯甲基）苯基）二硫醚；用氰基取代的二苯基二硫醚，例如双（4-氰基苯基）二硫醚、双（2,4,6-三氰基苯基）二硫醚、和双（五氰基苯基）二硫醚；以及用烷氧基取代的二苯基二硫醚，例如双（4-甲氧基苯基）二硫醚、双（2,4,6-三甲氧基苯基）二硫醚、和双（五甲氧基苯基）二硫醚。这些二苯基二硫醚每一个可以用一种取代基取代。

[0097] 化学式（2）所示的有机硫化合物的另一个例子是用至少一种上述取代基和另一取代基取代的化合物。另一个取代基的例子包括：硝基（$-NO_2$）、氨基（$-NH_2$）、羟基（-OH）、以及苯硫基（SPh-）。所述化合物的具体例子包括：双（4-氯-2-硝基苯基）二硫醚、双（4-氯-2-氨基苯基）二硫醚、双（4-氯-2-羟基苯基）二硫醚、双（4-氯-2-苯硫基苯基）二硫醚、双（4-甲基-2-硝基苯基）二硫醚、双（4-甲基-2-氨基苯基）二硫醚、双（4-甲基-2-羟基苯基）二硫醚、双（4-甲基-2-苯硫基苯基）二硫醚、双（4-羧基-2-硝基苯基）二硫醚、双（4-羧基-2-氨基苯基）二硫醚、双（4-羧基-2-羟基苯基）二硫醚、双（4-羧基-2-苯硫基苯基）二硫醚、双（4-甲氧基羰基-2-硝基苯基）二硫醚、双（4-甲氧基羰基-2-氨基苯基）二硫醚、双（4-甲氧基羰基-2-羟基苯基）二硫醚、双（4-甲氧基羰基-2-苯硫基苯基）二硫醚、双（4-甲酰基-2-硝基苯基）二硫醚、双（4-甲酰基-2-氨基苯基）二硫醚、双（4-甲酰基-2-羟基苯基）二硫醚、双（4-甲酰基-2-苯硫基苯基）二硫醚、双（4-乙酰基-2-硝基苯基）二硫醚、双（4-乙酰基-2-氨基苯基）二硫醚、双（4-乙酰基-2-羟基苯基）二硫醚、双（4-乙酰基-2-苯硫基苯基）二硫醚、双（4-氯羰基-2-硝基苯基）二硫醚、双（4-氯羰基-2-氨基苯基）二硫醚、双（4-氯羰基-2-羟基苯基）二硫醚、双（4-氯羰基-2-苯硫基苯基）二硫醚、双（4-磺基-2-硝基苯基）二硫醚、双（4-磺基-2-氨基苯基）二硫醚、双（4-磺基-2-羟基苯基）二硫醚、双（4-磺基-2-苯硫基苯基）二硫醚、双（4-甲氧基磺酰基-2-硝基苯基）二硫醚、双（4-甲氧基磺酰基-2-氨基苯基）二硫醚、双（4-甲氧基磺酰基-2-羟基苯基）二硫醚、双（4-甲氧基磺酰基-2-苯硫基苯基）二硫醚、双（4-氯磺酰基-2-硝基苯基）二硫醚、双（4-氯磺酰基-2-氨基苯基）二硫醚、双（4-氯磺酰基-2-羟基苯基）二硫醚、

双(4-氯磺酰基-2-苯硫基苯基)二硫醚、双(4-亚磺基-2-硝基苯基)二硫醚、双(4-亚磺基-2-氨基苯基)二硫醚、双(4-亚磺基-2-羟基苯基)二硫醚、双(4-亚磺基-2-苯硫基苯基)二硫醚、双(4-甲基亚磺酰基-2-硝基苯基)二硫醚、双(4-甲基亚磺酰基-2-氨基苯基)二硫醚、双(4-甲基亚磺酰基-2-羟基苯基)二硫醚、双(4-甲基亚磺酰基-2-苯硫基苯基)二硫醚、双(4-氨甲酰基-2-硝基苯基)二硫醚、双(4-氨甲酰基-2-氨基苯基)二硫醚、双(4-氨甲酰基-2-羟基苯基)二硫醚、双(4-氨甲酰基-2-苯硫基苯基)二硫醚、双(4-三氯甲基-2-硝基苯基)二硫醚、双(4-三氯甲基-2-氨基苯基)二硫醚、双(4-三氯甲基-2-羟基苯基)二硫醚、双(4-三氯甲基-2-苯硫基苯基)二硫醚、双(4-氰基-2-硝基苯基)二硫醚、双(4-氰基-2-氨基苯基)二硫醚、双(4-氰基-2-羟基苯基)二硫醚、双(4-氰基-2-苯硫基苯基)二硫醚、双(4-甲氧基-2-硝基苯基)二硫醚、双(4-甲氧基-2-氨基苯基)二硫醚、双(4-甲氧基-2-羟基苯基)二硫醚、和双(4-甲氧基-2-苯硫基苯基)二硫醚。

[0098] 化学式(2)所示的有机硫化合物的另一个例子是用两种以上取代基取代的化合物。所述化合物的具体例子包括:双(4-乙酰基-2-氯苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-甲基苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-羧基苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-甲氧基羰基苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-甲酰基苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-氯羰基苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-磺苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-甲氧基磺酰基苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-氯磺酰基苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-亚磺基苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-甲基亚磺酰基苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-氨甲酰基苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-三氯甲基苯基)二硫醚、双(4-乙酰基-2-氰基苯基)二硫醚、和双(4-乙酰基-2-甲氧基苯基)二硫醚。

[0099] 化学式(3)所示的有机硫化合物的例子包括:苯硫酚钠盐;用卤素基团取代的苯硫酚钠盐,例如4-氟代苯硫酚钠盐、2,5-二氟代苯硫酚钠盐、2,4,5-三氟代苯硫酚钠盐、2,4,5,6-四氟代苯硫酚钠盐、五氟代苯硫酚钠盐、4-氯苯硫酚钠盐、2,5-二氯代苯硫酚钠盐、2,4,5-三氯代苯硫酚钠盐、2,4,5,6-四氯代苯硫酚钠盐、五氯代苯硫酚钠盐、4-溴代苯硫酚钠盐、2,5-二溴代苯硫酚钠盐、2,4,5-三溴代苯硫酚钠盐、2,4,5,6-四溴代苯硫酚钠盐、五溴代苯硫酚钠盐、4-碘代苯硫酚钠盐、2,5-二碘代苯硫酚钠盐、2,4,5-三碘代苯硫酚钠盐、2,4,5,6-四碘代苯硫酚钠盐、和五碘代苯硫酚钠盐;用烷基取代的苯硫酚钠盐,例如4-甲基苯硫酚钠盐、2,4,5-三甲基苯硫酚钠盐、五甲基苯硫酚钠盐、4-叔丁基苯硫酚钠盐、2,4,5-三-叔丁基苯硫酚钠盐、和五(叔丁基)苯硫酚钠盐;用羧基取代的苯硫酚钠盐,例如4-羧基苯硫酚钠盐、2,4,6-三羧基苯硫酚钠盐、和五羧基苯硫酚钠盐;用烷氧基羰基取代的苯硫酚钠盐,例如4-甲氧基羰基苯硫酚1钠盐、2,4,6-三甲氧基羰基苯硫酚钠盐、和五甲氧基羰基苯硫酚钠盐;用甲酰基取代的苯硫酚钠盐,例如4-甲酰基苯硫酚钠盐、2,4,6-三甲酰基苯硫酚钠盐、和五甲酰基苯硫酚钠盐;用酰基取代的苯硫酚钠盐,例如4-乙酰基苯硫酚钠盐、2,4,6-三乙酰基苯硫酚钠盐、和五乙酰基苯硫酚钠盐;用羰基卤化物基团取代的苯硫酚钠盐,例如4-氯羰基苯硫酚钠盐、2,4,6-三(氯羰基)苯硫酚钠盐、和五(氯羰基)苯硫酚钠盐;用磺基取代的苯硫酚钠盐,例如4-磺基苯硫酚钠盐、2,4,6-三磺基苯硫酚钠盐、和五磺基苯硫酚钠盐;用烷氧基磺酰基取代的苯硫酚钠盐,例如4-甲氧基磺酰基苯硫酚钠盐、2,4,6-三甲氧基磺酰基苯硫酚钠盐、和五甲氧基磺酰基苯硫酚钠盐;用磺酰卤基取代的苯硫酚钠盐,例如4-氯磺酰基苯硫酚钠盐、2,4,6-三(氯磺酰基)苯硫酚钠盐、和五(氯磺

酰基)苯硫酚钠盐;用亚磺基取代的苯硫酚钠盐,例如4-亚磺基苯硫酚钠盐、2,4,6-三亚磺基苯硫酚钠盐、和五亚磺基苯硫酚钠盐;用烷基亚磺酰基取代的苯硫酚钠盐,例如4-甲基亚磺酰基苯硫酚钠盐、2,4,6-三(甲基亚磺酰基)苯硫酚钠盐、和五(甲基亚磺酰基)苯硫酚钠盐;用氨甲酰基取代的苯硫酚钠盐,例如4-氨基甲酰基苯硫酚钠盐、2,4,6-三氨甲酰基苯硫酚钠盐、和五氨甲酰基苯硫酚钠盐;用卤代烷基取代的苯硫酚钠盐,例如4-三氯甲基苯硫酚钠盐、2,4,6-三(三氯甲基)苯硫酚钠盐、和五(三氯甲基)苯硫酚钠盐;用氰基取代的苯硫酚钠盐,例如4-氰基苯硫酚钠盐、2,4,6-三氰基苯硫酚钠盐、和五氰基苯硫酚钠盐;以及用烷氧基取代的苯硫酚钠盐,例如4-甲氧基苯硫酚钠盐、2,4,6-三-甲氧基苯硫酚钠盐、和五-甲氧基苯硫酚钠盐。这些苯硫酚钠盐中的每一个可以用一种取代基取代。

[0100] 化学式(3)所示的有机硫化合物的另一个例子是用至少一种上述取代基和另一取代基取代的化合物。另一个取代基的例子包括:硝基($-NO_2$)、氨基($-NH_2$)、羟基(-OH)、以及苯硫基(SPh-)。所述化合物的具体例子包括:4-氯-2-硝基苯硫酚钠盐、4-氯-2-氨基苯硫酚钠盐、4-氯-2-羟基苯硫酚钠盐、4-氯-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-甲基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-甲基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-甲基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-甲基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-羧基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-羧基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-羧基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-羧基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-甲氧基羰基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-甲氧基羰基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-甲氧基羰基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-甲氧基羰基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-甲酰基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-甲酰基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-甲酰基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-甲酰基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-乙酰基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-乙酰基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-乙酰基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-乙酰基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-氯羰基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-氯羰基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-氯羰基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-氯羰基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-磺基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-磺基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-磺基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-磺基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-甲氧基磺酰基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-甲氧基磺酰基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-甲氧基磺酰基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-甲氧基磺酰基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-氯磺酰基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-氯磺酰基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-氯磺酰基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-氯磺酰基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-亚磺基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-亚磺基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-亚磺基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-亚磺基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-甲基亚磺酰基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-甲基亚磺酰基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-甲基亚磺酰基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-甲基亚磺酰基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-氨甲酰基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-氨甲酰基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-氨甲酰基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-氨甲酰基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-三氯甲基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-三氯甲基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-三氯甲基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-三氯甲基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-氰基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-氰基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-氰基-2-羟基苯硫酚钠盐、4-氰基-2-苯硫基苯硫酚钠盐、4-甲氧基-2-硝基苯硫酚钠盐、4-甲氧基-2-氨基苯硫酚钠盐、4-甲氧基-2-羟基苯硫酚钠盐、和4-甲氧基-2-苯硫基苯硫酚钠盐。

[0101] 化学式(3)所示的有机硫化合物的另一个例子是用两种以上取代基取代的化合物。所述化合物的具体例子包括:4-乙酰基-2-氯苯硫酚钠盐、4-乙酰基-2-甲基苯硫酚钠盐、4-乙酰基-2-羧基苯硫酚钠盐、4-乙酰基-2-甲氧基羰基苯硫酚1钠盐、4-乙酰

基 -2- 甲酰基苯硫酚钠盐、4- 乙酰基 -2- 氯羰基苯硫酚钠盐、4- 乙酰基 -2- 磺基苯硫酚钠盐、4- 乙酰基 -2- 甲氧基磺酰基苯硫酚钠盐、4- 乙酰基 -2- 氯磺酰基苯硫酚钠盐、4- 乙酰基 -2- 亚磺基苯硫酚钠盐、4- 乙酰基 -2- 甲基亚磺酰基苯硫酚钠盐、4- 乙酰基 -2- 氨基甲酰基苯硫酚钠盐、4- 乙酰基 -2- 三氯甲基苯硫酚钠盐、4- 乙酰基 -2- 氰基苯硫酚钠盐、和 4- 乙酰基 -2- 甲氧基苯硫酚钠盐。在化学式(3)中 M1 所表示的一价金属的例子包括 :钠、锂、钾、铜(I)和银(I)。

[0102] 化学式(4)所示的有机硫化合物的例子包括 :苯硫酚锌盐 ;用卤素基团取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 氟代苯硫酚锌盐、2,5- 二氟代苯硫酚锌盐、2,4,5- 三氟代苯硫酚锌盐、2,4,5,6- 四氟代苯硫酚锌盐、五氟代苯硫酚锌盐、4- 氯苯硫酚锌盐、2,5- 二氯代苯硫酚锌盐、2,4,5- 三氯代苯硫酚锌盐、2,4,5,6- 四氯代苯硫酚锌盐、五氯代苯硫酚锌盐、4- 溴代苯硫酚锌盐、2,5- 二溴代苯硫酚锌盐、2,4,5- 三溴代苯硫酚锌盐、2,4,5,6- 四溴代苯硫酚锌盐、五溴代苯硫酚锌盐、4- 碘代苯硫酚锌盐、2,5- 二碘代苯硫酚锌盐、2,4,5- 三碘代苯硫酚锌盐、2,4,5,6- 四碘代苯硫酚锌盐、和五碘代苯硫酚锌盐 ;用烷基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 甲基苯硫酚锌盐、2,4,5- 三甲基苯硫酚锌盐、五甲基苯硫酚锌盐、4- 叔丁基苯硫酚锌盐、2,4,5- 三 - 叔丁基苯硫酚锌盐、和五 - 叔丁基苯硫酚锌盐 ;用羧基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 羧基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三羧基苯硫酚锌盐、和五羧基苯硫酚锌盐 ;用烷氧基羰基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 甲氧基羰基苯硫酚 1 锌盐、2,4,6- 三甲氧基羰基苯硫酚锌盐、和五甲氧基羰基苯硫酚锌盐 ;用甲酰基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 甲酰基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三甲酰基苯硫酚锌盐、和五甲酰基苯硫酚锌盐 ;用酰基取代的苯硫酚锌盐例如 4- 乙酰基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三乙酰基苯硫酚锌盐、和五乙酰基苯硫酚锌盐 ;用羰基卤化物基团取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 氯羰基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三(氯羰基)苯硫酚锌盐、和五(氯羰基)苯硫酚锌盐 ;用磺基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 磺基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三磺基苯硫酚锌盐、和五磺基苯硫酚锌盐 ;用烷氧基磺酰基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 甲氧基磺酰基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三甲氧基磺酰基苯硫酚锌盐、和五甲氧基磺酰基苯硫酚锌盐 ;用磺酰卤基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 氯磺酰基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三(氯磺酰基)苯硫酚锌盐、和五(氯磺酰基)苯硫酚锌盐 ;用亚磺基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 亚磺基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三亚磺基苯硫酚锌盐、和五亚磺基苯硫酚锌盐 ;用烷基亚磺酰基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 甲基亚磺酰基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三(甲基亚磺酰基)苯硫酚锌盐、和五(甲基亚磺酰基)苯硫酚锌盐 ;用氨甲酰基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 氨基甲酰基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三氨甲酰基苯硫酚锌盐、和五氨甲酰基苯硫酚锌盐 ;用卤代烷基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 三氯甲基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三(三氯甲基)苯硫酚锌盐、和五(三氯甲基)苯硫酚锌盐 ;用氰基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 氰基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三氰基苯硫酚锌盐、和五氰基苯硫酚锌盐 ;以及用烷氧基取代的苯硫酚锌盐,例如 4- 甲氧基苯硫酚锌盐、2,4,6- 三甲氧基苯硫酚锌盐、和五甲氧基苯硫酚锌盐。这些苯硫酚锌盐中的每一个可以用一种取代基取代。

[0103] 化学式(4)所示的有机硫化合物的另一个例子是用至少一种上述取代基和另一取代基取代的化合物。另一个取代基的例子包括 :硝基(-NO_2)、氨基(-NH_2)、羟基(-OH)、以及苯硫基(SPh-)。所述化合物的具体例子包括 :4- 氯 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 氯 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 氯 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 氯 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 甲基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 甲基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 甲基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 甲基 -2- 苯硫基苯硫

酚锌盐、4- 羧基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 羧基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 羧基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 羧基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 甲氧基羰基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 甲氧基羰基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 甲氧基羰基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 甲氧基羰基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 甲酰基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 甲酰基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 甲酰基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 甲酰基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 氯羰基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 氯羰基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 氯羰基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 氯羰基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 磺基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 磺基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 磺基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 磺基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 甲氧基磺酰基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 甲氧基磺酰基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 甲氧基磺酰基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 甲氧基磺酰基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 氯磺酰基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 氯磺酰基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 氯磺酰基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 氯磺酰基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 亚磺基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 亚磺基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 亚磺基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 亚磺基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 甲基亚磺酰基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 甲基亚磺酰基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 甲基亚磺酰基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 甲基亚磺酰基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 氨甲酰基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 氨甲酰基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 氨甲酰基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 氨甲酰基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 三氯甲基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 三氯甲基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 三氯甲基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 三氯甲基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 氰基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 氰基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 氰基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、4- 氰基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐、4- 甲氧基 -2- 硝基苯硫酚锌盐、4- 甲氧基 -2- 氨基苯硫酚锌盐、4- 甲氧基 -2- 羟基苯硫酚锌盐、和 4- 甲氧基 -2- 苯硫基苯硫酚锌盐。

[0104] 化学式(4)所示的有机硫化合物的另一个例子是用两种以上取代基取代的化合物。所述化合物的具体例子包括:4- 乙酰基 -2- 氯苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 甲基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 羧基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 甲氧基羰基苯硫酚 1 锌盐、4- 乙酰基 -2- 甲酰基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 氯羰基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 磺基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 甲氧基磺酰基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 氯磺酰基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 亚磺基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 甲基亚磺酰基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 氨基甲酰基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 三氯甲基苯硫酚锌盐、4- 乙酰基 -2- 氰基苯硫酚锌盐、和 4- 乙酰基 -2- 甲氧基苯硫酚锌盐。在化学式(4)中 M2 所表示的二价金属的例子包括:锌、镁、钙、锶、钡、钛(II)、锰(II)、铁(II)、钴(II)、镍(II)、锆(II)、和锡(II)。

[0105] 萘硫酚的例子包括:2- 萘硫酚、1- 萘硫酚、2- 氯 -1- 萘硫酚、2- 溴 -1- 萘硫酚、2- 氟 -1- 萘硫酚、2- 氰基 -1- 萘硫酚、2- 乙酰基 -1- 萘硫酚、1- 氯 -2- 萘硫酚、1- 溴 -2- 萘硫酚、1- 氟 -2- 萘硫酚、1- 氰基 -2- 萘硫酚、1- 乙酰基 -2- 萘硫酚、和它们的金属盐。1- 萘硫酚、2- 萘硫酚、以及它们的锌盐是优选的。

[0106] 亚磺酰胺型有机硫化合物的例子包括:N- 环己基 -2- 苯并噻唑亚磺酰胺、N- 氧代二亚乙基 -2- 苯并噻唑亚磺酰胺、和 N- 叔丁基 -2- 苯并噻唑亚磺酰胺。秋兰姆型有机硫化合物的例子包括四甲基秋兰姆一硫化物、二硫化四甲基秋兰姆、二硫化四乙基秋兰姆、二硫化四丁基秋兰姆、以及四硫化双五亚甲基秋兰姆。二硫代氨基甲酸盐的例子包括:二甲基

二硫代氨基甲酸锌、二乙基二硫代氨基甲酸锌、二丁基二硫代氨基甲酸锌、乙基苯基二硫代氨基甲酸锌、二甲基二硫代氨基甲酸钠、二乙基二硫代氨基甲酸钠、二甲基二硫代氨基甲酸铜(II)、二甲基二硫代氨基甲酸铁(III)、二乙基二硫代氨基甲酸硒、和二乙基二硫代氨基甲酸碲。噻唑型有机硫化合物的例子包括:2-巯基苯并噻唑(MBT);而二硫化二苯并噻唑(MBTS);2-巯基苯并噻唑的钠盐、锌盐、铜盐、或环己胺盐;2-(2,4-二硝基苯基)巯基苯并噻唑;以及2-(2,6-二乙基-4-吗啉硫代)苯并噻唑。

[0107] 就回弹性能来说,基于100重量份的基础橡胶,有机硫化合物(e)的量优选等于或大于0.05重量份,特别优选等于或大于0.1重量份。考虑到回弹性能,基于100重量份的基础橡胶,有机硫化合物的量优选等于或小于5.0重量份,并且特别优选等于或小于2.0重量份。

[0108] 为了调节比重等,球芯4中可包含填料。合适的填料的例子包括氧化锌、硫酸钡、碳酸钙、以及碳酸镁。酌情确定填料的量以便达到球芯4的预期比重。特别优选的填料是氧化锌。氧化锌不仅用作比重调节剂,而且用作交联活化剂。

[0109] 视需要向球芯4的橡胶组合物中添加抗老化剂、着色剂、增塑剂、分散剂、硫、硫化促进剂等。经交联的橡胶粉末或合成树脂粉末也可以被分散在橡胶组合物中。

[0110] 在球芯4中,表面硬度Hs和中心硬度H(0)之间的差值(Hs-H(0))优选为15以上。差值较大。换言之,球芯4具有外硬/内软的结构。当中铁杆击打球芯4时,反冲力(反向扭力)较大,因此抑制了旋转。球芯4有利于高尔夫球2的飞行性能。考虑到飞行性能,差值(Hs-H(0))优选20以上,特别优选25以上。从易于形成球芯4的观点来看,差值(Hs-H(0))优选50以下。

[0111] 球芯4的中心点的硬度H(0)优选40以上但70以下。硬度H(0)为40以上的高尔夫球2具有出色的回弹性能。在在这方面,硬度H(0)优选45.0以上,特别优选50.0以上。在硬度H(0)为70.0以下的球芯4可以实现外硬/内软结构。在包括球芯4的高尔夫球2中,可以抑制旋转。在这方面,硬度H(0)更优选68.0以下,特别优选66.0以下。

[0112] 球芯4的表面的硬度Hs优选78.0以上但95.0以下。在硬度Hs为78.0以上的球芯4中,可以实现外硬/内软结构。在包括球芯4的高尔夫球2中,可以抑制旋转。在在这方面,硬度Hs优选80.0以上,特别优选82.0以上。硬度Hs为95.0以上的高尔夫球2具有出色的耐久性。在这方面,硬度Hs更优选93.0以下,特别优选90.0以下。

[0113] 球芯4的直径优选为38.0mm以上但42.0mm以下。直径为38.0mm以上的球芯4能够获得高尔夫球2的出色回弹性能。在这就方面,直径优选38.5mm以上,特别优选39.0mm以上。在包括直径为42.0mm以下的球芯4的高尔夫球2中,内覆盖层8、以及外覆盖层10能够具有足够的厚度。包括具有较大厚度的内覆盖层8和外覆盖层10的高尔夫球2具有出色的耐久性。就这方面来说,直径更优选41.0mm以下,特别优选40.0mm以下。

[0114] 考虑到击球手感,球芯4的压缩变形量Dc优选3.0mm以上,特别优选3.3mm以上。就回弹性能来说,该压缩变形量优选等于或小于4.6mm,特别优选等于或小于4.3mm。

[0115] 对于内覆盖层8,适合使用树脂组合物。树脂组合物的基础聚合物的例子包括离子键树脂、含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体、热塑性聚酯弹性体、热塑性聚酰胺弹性体、以及热塑性聚烯烃弹性体。

[0116] 特别优选基础聚合物是离子键树脂。包括包含离子键树脂的内覆盖层8的高尔夫

球 2 具有出色的回弹性能。对于内覆盖层 8，离子键树脂和另一树脂可以组合使用。在该情况中，基础聚合物的主要成分优选离子键树脂。具体地说，离子键树脂占全部基础聚合物的比例优选等于或大于 50wt%，更优选等于或大于 60wt%，特别优选等于或大于 70wt%。

[0117] 优选离子键树脂的例子包括由 α－烯烃与具有 3 至 8 个碳原子的 α，β－不饱和羧酸形成的二元共聚物。优选的二元共聚物包括 80wt% 以上但 90wt% 以下的 α－烯烃，以及 10wt% 以上但 20wt% 以下的 α，β－不饱和羧酸。该二元共聚物具有出色的回弹性能。其它优选的离子键树脂的例子包括由如下物质形成的三元共聚物：α－烯烃；具有 3 至 8 个碳原子的 α，β－不饱和羧酸；以及具有 2 至 22 个碳原子的 α，β－不饱和羧酸酯。优选三元共聚物包括 70wt% 以上但 85wt% 以下的 α－烯烃，5wt% 以上但 30wt% 以下的 α，β－不饱和羧酸，以及 1wt% 以上但 25wt% 以下的 α，β－不饱和羧酸酯。该三元共聚物具有出色的回弹性能。对于二元共聚物和三元共聚物来说，优选 α－烯烃为乙烯和丙烯，同时优选 α，β－不饱和羧酸为丙烯酸和甲基丙烯酸。特别优选离子键树脂是由乙烯与丙烯酸或甲基丙烯酸形成的共聚物。

[0118] 在二元共聚物和三元共聚物中，用金属离子中和一些羧基。用于中和的金属离子的例子包括钠离子、钾离子、锂离子、锌离子、钙离子、镁离子、铝离子、以及钕离子。中和可以用两种以上金属离子进行。就高尔夫球 2 的回弹性能和耐久性来说，特别合适的金属离子为钠离子、锂离子、以及镁离子。

[0119] 离子键树脂的具体例子包括：Du Pont-MITSUI POLYCHEMICALS 有限公司生产的商品名“Himilan 1555”、“Himilan 1557”、“Himilan 1605”、“Himilan 1706”、“Himilan 1707”、“Himilan 1856”、“Himilan 1855”、“Himilan AM7311”、“Himilan AM7315”、“Himilan AM7317”、“Himilan AM7318”、“Himilan AM7329”、“Himilan AM7337”、“Himilan MK7320”、和“Himilan MK7329”；E.I.du Pont de Nemours and Company 生产的商品名“Surlyn 6120”、“Surlyn 6910”、“Surlyn 7930”、“Surlyn 7940”、“Surlyn 8140”、“Surlyn 8150”、“Surlyn 8940”、“Surlyn 8945”、“Surlyn 9120”、“Surlyn 9150”、“Surlyn 9910”、“Surlyn 9945”、“Surlyn AD8546”、“HPF1000”、和“HPF2000”；以及 ExxonMobil Chemical 公司生产的商品名“IOTEK 7010”、“IOTEK 7030”、“IOTEK 7510”、“IOTEK 7520”、“IOTEK 8000”、和“IOTEK 8030”。

[0120] 可以组合使用两种以上离子键树脂用于内覆盖层 8。用一价金属离子中和的离子键树脂与用二价金属离子中和的离子键树脂可组合使用。

[0121] 可与离子键树脂组合使用的优选树脂是含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体。含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体具有出色的与离子键树脂的相容性。包括含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体的树脂组合物具有出色的流动性。

[0122] 含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体包括作为硬链段的聚苯乙烯以及软链段。典型的软链段是二烯嵌段。用于二烯嵌段的化合物的例子包括：丁二烯、异戊二烯、1,3-戊二烯、以及 2,3-二甲基-1,3-丁二烯。丁二烯以及异戊二烯是优选的。两种以上化合物可以组合使用。

[0123] 含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性的例子包括：苯乙烯－丁二烯－苯乙烯嵌段共聚物 (SBS)、苯乙烯－异戊二烯－苯乙烯嵌段共聚物 (SIS)、苯乙烯－异戊二烯－丁二烯－苯乙烯嵌段共聚物 (SIBS)、氢化的 SBS、氢化的 SIS、以及氢化的 SIBS。氢化的 SBS 的例子包括苯

乙烯－乙烯－丁烯－苯乙烯嵌段共聚物(SEBS)。氢化的SIS的例子包括苯乙烯－乙烯－丙烯－苯乙烯嵌段共聚物(SEPS)。氢化的SIBS的例子包括苯乙烯－乙烯－乙烯－丙烯－苯乙烯嵌段共聚物(SEEPS)。

[0124] 从高尔夫球2的回弹性能来看，在含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体中苯乙烯成分的含量优选为10wt%以上，更优选12wt%以上，并且特别优选15wt%以上。从高尔夫球2的击球手感来看，所述含量优选50wt%以下，更优选47wt%以下，特别优选45wt%以下。

[0125] 在本发明中，含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体包括烯烃和一种以下选自下组物质的混合物(alloy)：SBS、SIS、SIBS、SEBS、SEPS、SEEPS、和它们的氢化产物。在混合物中烯烃成分被推测为是有利于改进与离子键树脂的相容性。该混合物的使用改进了高尔夫球2的回弹性能。优选使用具有2～10个碳原子的烯烃。合适的烯烃的例子包括：乙烯、丙烯、丁烯和戊烯。特别优选乙烯和丙烯。

[0126] 聚合物混合物的具体例子包括Mitsubishi Chemical公司生产的商品名“Rabalon T3221C”、“Rabalon T3339C”、“Rabalon SJ4400N”、“Rabalon SJ5400N”、“Rabalon SJ6400N”、“Rabalon SJ7400N”、“Rabalon SJ8400N”、“Rabalon SJ9400N”、和“Rabalon SR04”。含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体的其它具体例子包括Daicel Chemical Industries有限公司生产的商品名“Epofriend A1010”以及Kuraray有限公司生产的商品名“Septon HG-252”。

[0127] 在内覆盖层8中视需要包含适量的着色剂例如二氧化钛及荧光颜料、填料例如硫酸钡、分散剂、抗氧化剂、紫外线吸收剂、光稳定剂、荧光材料、荧光增白剂等。内覆盖层8可以包括高比重的金属粉末。

[0128] 考虑到在由球芯4和内覆盖层8组成的球体16中能够实现外硬/内软结构，内覆盖层8的硬度Hi优选80以上，更优选83以上，更优选85以上。考虑到高尔夫球2的击球手感，硬度Hi优选95以下，特别优选90以下。硬度Hi用安装在自动橡胶硬度测定机(商标名“P1”，Kobunshi Keiki有限公司制造)上的JIS-C型硬度计测定。对于测定，使用通过热压形成且厚度为约2mm的平板。在23℃保持两周的平板被用于测定。在测定时，三个平板被堆叠在一起。使用与内覆盖层8的树脂组合物相同的树脂组合物所形成的平板。

[0129] 从在球体16中实现外硬内软结构并抑制高尔夫球2的旋转来看，内覆盖层8的硬度Hi优选大于球芯4的表面硬度Hs。考虑到抑制旋转，硬度Hi和硬度Hs之间的差值(Hi-Hs)优选为1以上，特别优选2以上。差值(Hi-Hs)优选等于或小于5。在其中差值(Hi-Hs)等于或小于5的球体16中，硬度从其中心点向其表面线性增加。在其硬度线性增加的球体16中，当用中铁杆击打高尔夫球2时，能量损耗较低。

[0130] 内覆盖层8的厚度优选0.2mm以上但2.0mm以下。在内覆盖层8的厚度为0.2mm以上的球体16中，可以实现外硬/内软结构。就该点来说，其厚度更优选等于或大于0.5mm，特别优选等于或大于0.8mm。包括厚度为2.0mm以下的内覆盖层8的高尔夫球2具有出色的回弹性能。就该点来说，其厚度更优选等于或小于1.6mm，特别优选等于或小于1.3mm。

[0131] 考虑到击球手感，由球芯4和内覆盖层8组成的球体16的压缩变形量Di优选为3.2mm以上，特别优选3.4mm以上。就回弹性能来说，该压缩变形量优选等于或小于3.8mm，特别优选等于或小于3.6mm。

[0132] 为了形成内覆盖层8，可使用已知的方法比如注射成型、压缩成型等。

[0133] 对于外覆盖层 10，适合使用树脂组合物。所述树脂组合物的优选基础聚合物是离子键树脂。包括包含离子键树脂的外覆盖层 10 的高尔夫球 2 具有出色的回弹性能。如上所述用于内覆盖层 8 的离子键树脂能用于外覆盖层 10。

[0134] 离子键树脂与另一树脂可组合使用。在该情况中，考虑到回弹性能，包含离子键树脂作为基础聚合物的主要组分。离子键树脂占全部基础聚合物的比例优选为 50wt% 以上，更优选 60wt% 以上，特别优选 70wt% 以上。

[0135] 可与离子键树脂组合使用的优选树脂是乙烯 -（甲基）丙烯酸共聚物。共聚物通过包含乙烯和（甲基）丙烯酸的单体组合物的共聚反应获得。在共聚物中，用金属离子中和一些羧基。共聚物包括 3wt% 以上但是 25wt% 的（甲基）丙烯酸成分。特别优选具有极性官能团的乙烯 -（甲基）丙烯酸共聚物。乙烯 -（甲基）丙烯酸共聚物的具体例子包括 Du Pont-MITSUI POLYCHEMICALS 有限公司制造的商品名“NUCREL”。

[0136] 可与离子键树脂组合使用的优选树脂是含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体。如上所述用于内覆盖层 8 的含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体能用于外覆盖层 10。

[0137] 在外覆盖层 10 中视需要包含适量的着色剂例如二氧化钛及荧光颜料、填料例如硫酸钡、分散剂、抗氧化剂、紫外线吸收剂、光稳定剂、荧光材料、荧光增白剂等。

[0138] 外覆盖层 10 的 JIS-C 硬度 Ho 优选为 83 以上但 96 以下。在包括硬度 Ho 为 83 以上的外覆盖层 10 的高尔夫球 2 中，能够实现外硬内软结构。在具有外硬 / 内软结构的高尔夫球 2 中，旋转被抑制。高尔夫球 2 具有出色的飞行性能。在在这方面，硬度 Ho 优选 84 以上，特别优选 85 以上。包括硬度 Ho 为 96 以下的外覆盖层 10 的高尔夫球 2 具有出色的击球手感。在这方面，硬度 Ho 更优选 95 以下，特别优选 93 以下。硬度 Ho 通过与硬度 Hi 相同的测定方法进行测定。

[0139] 外覆盖层 10 的厚度优选 0.2mm 以上但 1.5mm 以下。厚度为 0.2mm 以上的外覆盖层 10 易于形成。就该点来说，其厚度更优选等于或大于 0.4mm，特别优选等于或大于 0.6mm。在包括具有 1.5mm 以下厚度的外覆盖层 10 的高尔夫球 2 中，可以抑制旋转。就该点来说，其厚度更优选等于或小于 1.3mm，特别优选等于或小于 1.1mm。

[0140] 为了形成外覆盖层 10，可使用已知的方法比如注射成型、压缩成型等。当形成外覆盖层 10 时，可以通过模具的腔表面所形成的凸起形成凹坑 12。

[0141] 覆盖层 6 优选具有 2.5mm 以下的总厚度。包括总厚度为 2.5mm 以下的覆盖层 6 的高尔夫球 2 具有出色的击球手感。就该点来说，总厚度更优选等于或小于 2.3mm，特别优选等于或小于 2.1mm。考虑到高尔夫球 2 的耐久性，总厚度优选等于或大于 0.3mm，更优选等于或大于 0.5mm，特别优选等于或大于 0.8mm。

[0142] 外覆盖层 10 的 JIS-C 硬度 Ho 大于内覆盖层 8 的 JIS-C 硬度 Hi。外覆盖层 10 可以实现高尔夫球 2 的外硬内软结构。高尔夫球 2 具有出色的飞行性能和出色的击球手感。差值（Ho-Hi）优选等于或大于 2，更优选等于或大于 4，特别优选等于或大于 6。考虑到当击打高尔夫球 2 时能量损耗的抑制，差值（Ho-Hi）优选等于或小于 10。

[0143] 在从球芯 4 的中心点到外覆盖层 10 的高尔夫球 2 的硬度分布曲线中，外覆盖层 10 的硬度是最大的。在高尔夫球 2 中，旋转被抑制。

[0144] 就击球手感来说，高尔夫球 2 的压缩变形量 Db 优选为 2.8mm 以上，更优选 2.9mm 以上，特别优选 3.0mm 以上。就回弹性能来说，该压缩变形量 Db 优选等于或小于 3.6mm，更

优选等于或小于 3.5mm，特别优选等于或小于 3.4mm。

[0145] 在测定压缩形变值时，首先，将球体（例如球芯 4、高尔夫球 2 等）放置在由金属制成的硬平板上。接着，使由金属制成的圆柱朝着球体逐渐下降。被压在圆柱的底部与硬平板之间的球体发生变形。从 98N 的初始负荷被施加到球体上的状态开始直至 1274N 的最终负荷被施加到球体上的状态为止时的圆柱体的移动距离被测定。

[0146] ［第二具体实施方式］

[0147] 图 3 中所示高尔夫球 102 包括球形球芯 104 以及覆盖球芯 104 的覆盖层 106。覆盖层 106 包括内覆盖层 108 和位于内覆盖层 108 外侧的外覆盖层 110。内覆盖层 108 是覆盖层 106 的最内层。外覆盖层 110 是覆盖层 106 的最外层。覆盖层 106 在内覆盖层 108 和外覆盖层 110 之间可以包括其它一个以上的层。在外覆盖层 110 的表面上，形成大量凹坑 112。在高尔夫球 102 的表面，除了凹洞 112 之外的部分是槽肩（land）114。该高尔夫球 102 包括在外覆盖层 110 的外侧的涂层和标记层，但这些层没有显示在附图中。

[0148] 高尔夫球 102 的直径为 40mm 以上但 45mm 以下。考虑到符合美国高尔夫球协会（USGA）制定的规则，其直径优选等于或大于 42.67mm。为了抑制空气阻力，其直径优选等于或小于 44mm，更优选等于或小于 42.80mm。高尔夫球 102 的重量为 40g 以上但 50g 以下。为了获得较大的惯性，其重量优选等于或大于 44g，更优选等于或大于 45.00g。为了符合 USGA 制定的规则，其重量优选等于或小于 45.93g。

[0149] 图 4 是显示图 3 中高尔夫球 102 的球芯 104 的硬度分布的线形图。图表的横轴表示距离球芯 104 的中心点的距离对球芯 104 的半径的比例（%）。图表的纵轴表示 JIS-C 硬度。将 9 个测量点绘制在图表中，所述测量点通过将球芯 104 的中心点到球芯 104 表面的区域以每隔球芯 104 的半径的 12.5% 进行划分所获得。从球芯 104 的中心点到这些测量点中的每一个的距离对球芯 104 的半径的比例如下。

[0150] 第一点 :0.0%（中心点）

[0151] 第二点 :12.5%

[0152] 第三点 :25.0%

[0153] 第四点 :37.5%

[0154] 第五点 :50.0%

[0155] 第六点 :62.5%

[0156] 第七点 :75.0%

[0157] 第八点 :87.5%

[0158] 第九点 :100.0%（表面）

[0159] 在第一到第八点的硬度通过将 JIS-C 型硬度计压向已切为两半的球芯 104 的剖面进行测定。通过将 JIS-C 型硬度计压向球形的球芯 104 的表面测定第九点的硬度 Hs。对于该测定，使用其上安装了该硬度计的自动橡胶硬度测定机（商标名“P1”，Kobunshi Keiki 有限公司制造）。在本发明中，在距离球芯 104 的中心点的距离为 x（%）的测量点处的 JIS-C 硬度表示为 H（x）。球芯 104 的中心点处的硬度表示为 H（0）。

[0160] 图 4 还显示了在 9 个测量点的距离和硬度的基础上通过最小二乘法获得的线性近似曲线。由图 4 显而易见的是，折线并没有显著偏离线性近似曲线。换言之，折线的形状与线性近似曲线相近。在球芯 104 中，硬度从其中心点向其表面线性增加。当用 1 号木杆击

打球芯 104 时，能量损耗较低。球芯 104 具有出色的回弹性能。在包括球芯 104 的高尔夫球 102 中，可以抑制旋转。当用 1 号木杆击打高尔夫球 102 时，飞行距离较大。

[0161] 在球芯 104 中，通过最小二乘法获得的线性近似曲线的 R^2 为 0.95 以上。R^2 是表示折线的线性的指数。对于其 R^2 为 0.95 以上的球芯 104，硬度分布的折线的形状近似于直线。其 R^2 为 0.95 以上的球芯 104 具有出色的回弹性能。R^2 优选 0.96 以上，并且特别优选 0.97 以上。R^2 通过对相关系数 R 进行平方来计算。通过将到中心点的距离（%）和硬度（JIS-C）的协方差除以到中心点的距离（%）的标准偏差和硬度（JIS-C）的标准偏差获得相关系数 R。

[0162] 球芯 104 通过对橡胶组合物进行交联获得。所述橡胶组合物包括：

[0163] （a）基础橡胶；

[0164] （b）共交联剂；

[0165] （c）交联引发剂；以及

[0166] （d）酸和 / 或盐。

[0167] 在球芯 104 的加热和成形期间，基础橡胶（a）通过共交联剂（b）进行交联。交联反应的热留在球芯 104 的中心点附近。因此，在球芯 104 的加热与形成期间，中心部分的温度较高。温度从中心点向表面逐步降低。推断在橡胶组合物中，酸与共交联剂（b）的金属盐反应从而与阳离子成键。推断在橡胶组合物中，盐与共交联剂（b）的金属盐反应从而交换阳离子。通过成键与交换，金属键断裂。该断裂可能出现在球芯 104 的中心部分（其温度较高），并且不太可能出现在靠近球芯 104 的表面。因此，球芯 104 的交联密度从其中心点向其表面增加。在球芯 104 中，可以实现外硬 / 内软结构。此外，当橡胶组合物包括有机硫化物（e）与酸和 / 或盐（d）时，硬度分布的斜率得以控制，并且球芯 4 的外硬 / 内软的程度得以增加。当用 1 号木杆击打包括球芯 104 的高尔夫球 102 时，旋转速度较低。在高尔夫球 102 中，用 1 号木杆击打时实现了出色的飞行性能。

[0168] 球芯 104 的橡胶组合物可以包括如上所述用于第一具体实施方式的球芯 4 的基础橡胶（a）作为基础橡胶（a）。

[0169] 球芯 104 的橡胶组合物可以包括如上所述用于第一具体实施方式的球芯 4 的共交联剂（b）作为共交联剂（b）。共交联剂（b）是：

[0170] （b1）具有 3 ～ 8 个碳原子的 α，β - 不饱和羧酸；或者

[0171] （b2）具有 3 ～ 8 个碳原子的 α，β - 不饱和羧酸的金属盐。

[0172] 橡胶组合物可以仅包括 α，β - 不饱和羧酸（b1）或仅包含 α，β - 不饱和羧酸的金属盐（b2）作为共交联剂（b）。橡胶组合物可以同时包括 α，β - 不饱和羧酸（b1）和包含 α，β - 不饱和羧酸的金属盐（b2）作为共交联剂（b）。

[0173] α，β - 不饱和羧酸的金属盐 (b2) 与基础橡胶的分子链接枝聚合，由此对橡胶分子进行交联。当橡胶组合物包括 α，β - 不饱和羧酸（b1）时，橡胶组合物优选进一步包括金属化合物（f）。金属化合物（f）与 α，β - 不饱和羧酸（b1）在橡胶组合物中反应。通过该反应获得的盐与基础橡胶分子链接枝聚合。

[0174] 球芯 104 的橡胶组合物可以包括如上所述用于第一具体实施方式的球芯 4 的金属化合物（f）作为金属化合物（f）。

[0175] 考虑到高尔夫球 102 的回弹性能来，相对于 100 重量份的基础橡胶，共交联剂（b）的量优选等于或大于 15 重量份，特别优选等于或大于 20 重量份。考虑到击球手感，基于

100 重量份的基础橡胶，共交联试剂的量优选等于或小于 50 重量份，更优选等于或小于 45 重量份，以及特别优选等于或小于 40 重量份。

[0176] 球芯 104 的橡胶组合物可以包括如上所述用于第一具体实施方式的球芯 4 的交联引发剂(c)作为交联引发剂(c)。

[0177] 就高尔夫球 102 的回弹性能来说，基于 100 重量份的基础橡胶，交联引发剂(c)的量优选等于或大于 0.2 重量份，特别优选等于或大于 0.5 重量份。考虑到高尔夫球 102 的击球手感和耐久性，基于 100 重量份的基础橡胶，交联引发剂的量优选等于或小于 5.0 重量份，特别优选等于或小于 2.5 重量份。

[0178] 球芯 104 的橡胶组合物可以包括如上所述用于第一具体实施方式的球芯 4 的酸和 / 或盐(d)作为酸和 / 或盐(d)。在本发明中，共交联剂(b)不包括在酸和 / 或盐(d)的概念中。推断如上文所述，在球芯 104 的加热和形成期间，在球芯 104 的中心部分，酸和 / 或盐(d)使得通过共交联剂(b)形成的金属交联断裂。酸和 / 或盐 (d) 的例子包括 :含氧酸，例如羧酸、磺酸、和磷酸，以及它们的盐 ;以及氢酸，例如盐酸和氢氟酸，以及它们的盐。含氧酸以及它们的盐是优选的。羧酸和 / 或其盐(d1)是更优选的。羧酸盐是特别优选的。

[0179] 羧酸和 / 或其盐(d1)的羧酸成分具有羧基。羧酸和 / 或其盐(d1)的羧酸成分的碳原子数优选 1 以上但 30 以下，更优选 3 以上但 30 以下，更优选 5 以上但 28 以下。羧酸的例子包括 :脂族羧酸(脂肪酸) 以及芳香族羧酸。脂肪酸以及它们的盐是优选的。

[0180] 橡胶组合物可以包括饱和脂肪酸或其盐，或者可以包括不饱和脂肪酸和 / 或其盐。饱和脂肪酸和其盐是优选的。

[0181] 优选的羧酸盐的例子包括 :辛酸、月桂酸、肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸、油酸或山俞酸的钾盐、镁盐、铝盐、锌盐、铁盐、铜盐、镍沿、或者钴盐。羧酸锌盐是特别优选的。优选的羧酸盐的具体例子包括辛酸锌、月桂酸锌、肉豆蔻酸锌、以及硬脂酸锌。

[0182] 考虑到球芯 104 硬度分布的线性，基于 100 重量份的基础橡胶，酸和 / 或盐(d)的量优选等于或大于 0.5 重量份，更优选等于或大于 1.0 重量份，更优选等于或大于 1.5 重量份，并且特别地优选等于或大于 2.0 重量份。考虑到回弹性能，基于 100 重量份的基础橡胶，酸和 / 或盐的量更优选等于或小于 40 重量份，更优选小于 40 重量份，更优选等于或小于 30 重量份，特别优选等于或小于 20 重量份。

[0183] 在橡胶组合物中，共交联剂(b)与酸和 / 或盐(d)的重量比优选为 3/7 以上但 9/1 以下，特别优选 4/6 以上但 8/2 以下。通过其中该重量比在上述范围内的橡胶组合物，能够获得硬度从其中心点向其表面线性增加的球芯 104。

[0184] 作为共交联剂(b)，优选使用丙烯酸锌。为了改进在橡胶中的分散性，存在其表面用硬脂酸或硬脂酸锌涂敷的丙烯酸锌。在本发明中，当橡胶组合物包含该丙烯酸锌时，该涂敷材料是不包括在酸和 / 或盐(d)的概念中的。

[0185] 橡胶组合物优选进一步包括有机硫化物(e)。有机硫化物(e)有利于如下的控制 :球芯 104 的硬度分布的线性 ;外硬 / 内软结构的程度。有机硫化物(e)的例子是具有硫醇基的有机化合物、或含有具有 2 ～ 4 个硫原子的多硫化物连接的有机化合物。该有机化合物的金属盐也包括在有机硫化物(e)中。球芯 104 的橡胶组合物可以包括如上所述用于第一具体实施方式的球芯 4 的有机硫化合物(e)作为有机硫化合物(e)。

[0186] 就回弹性能来说，基于 100 重量份的基础橡胶，有机硫化合物(e)的量优选等于或

大于 0.05 重量份，特别优选等于或大于 0.1 重量份。考虑到回弹性能，基于 100 重量份的基础橡胶，有机硫化合物的量优选等于或小于 5.0 重量份，并且特别优选等于或小于 2.0 重量份。

[0187] 为了调节比重等，球芯 104 中可包含填料。合适的填料的例子包括氧化锌、硫酸钡、碳酸钙、以及碳酸镁。酌情确定填料的量以便达到球芯 104 的预期比重。特别优选的填料是氧化锌。氧化锌不仅用作比重调节剂，而且用作交联活化剂。

[0188] 视需要向球芯 104 的橡胶组合物中添加抗老化剂、着色剂、增塑剂、分散剂、硫、硫化促进剂等。经交联的橡胶粉末或合成树脂粉末也可以被分散在橡胶组合物中。

[0189] 在球芯 104 中，表面硬度 Hs 和中心硬度 H（0）之间的差值（Hs-H（0））优选为 15 以上。差值较大。换言之，球芯 104 具有外硬 / 内软的结构。当 1 号木杆击打球芯 104 时，反冲力（反向扭力）较大，因此抑制了旋转。球芯 104 有利于高尔夫球 102 的飞行性能。考虑到飞行性能，差值（Hs-H(0)）优选 20 以上，特别优选 25 以上。从易于形成球芯 104 的观点来看，差值（Hs-H(0)）优选 50 以下。

[0190] 球芯 104 的中心点的硬度 H(0) 优选 40.0 以上但 70.0 以下。硬度 H（0）为 40.0 以上的高尔夫球 102 具有出色的回弹性能。在这方面，硬度 H(0) 优选 45.0 以上，特别优选 50.0 以上。在硬度 H(0) 为 70.0 以下的球芯 104 可以实现外硬 / 内软结构。在包括球芯 104 的高尔夫球 102 中，可以抑制旋转。在这方面，硬度 H（0）更优选 68.0 以下，特别优选 66.0 以下。

[0191] 球芯 104 的表面的硬度 Hs 优选 78.0 以上但 95.0 以下。在硬度 Hs 为 78.0 以上的球芯 104 中，可以实现外硬 / 内软结构。在包括球芯 104 的高尔夫球 102 中，可以抑制旋转。在这方面，硬度 Hs 优选 80.0 以上，特别优选 82.0 以上。硬度 Hs 为 95.0 以上的高尔夫球 102 具有出色的耐久性。在这方面，硬度 Hs 更优选 93.0 以下，特别优选 90.0 以下。

[0192] 球芯 104 的直径优选为 38.0mm 以上但 42.0mm 以下。直径为 38.0mm 以上的球芯 104 能够获得高尔夫球 102 的出色回弹性能。在这就方面，直径优选 38.5mm 以上，特别优选 39.0mm 以上。在包括直径为 42.0mm 以下的球芯 104 的高尔夫球 102 中，内覆盖层 108、以及外覆盖层 110 能够具有足够的厚度。包括具有较大厚度的内覆盖层 108 和外覆盖层 110 的高尔夫球 102 具有出色的耐久性。就这方面来说，直径更优选 41.0mm 以下，特别优选 40.0mm 以下。

[0193] 考虑到击球手感，球芯 104 的压缩变形量 Dc 优选 3.0mm 以上，特别优选 3.3mm 以上。就回弹性能来说，该压缩变形量 Dc 优选等于或小于 4.6mm，特别优选等于或小于 4.3mm。

[0194] 对于内覆盖层 108，适合使用树脂组合物。树脂组合物的基础聚合物的例子包括离子键树脂、含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体、热塑性聚酯弹性体、热塑性聚酰胺弹性体、以及热塑性聚烯烃弹性体。

[0195] 特别优选基础聚合物是离子键树脂。包括包含离子键树脂的内覆盖层 108 的高尔夫球 102 具有出色的回弹性能。对于内覆盖层 108，离子键树脂和另一树脂可以组合使用。在此情况下，基础聚合物的主要成分优选为离子键树脂。具体来说，离子键树脂占全部基础聚合物的比例优选为 50wt% 以上，更优选 60wt% 以上，特别优选 70wt% 以上。

[0196] 优选离子键树脂的例子包括由 α - 烯烃与具有 3 至 8 个碳原子的 α，β - 不饱和羧酸形成的二元共聚物。优选的二元共聚物包括 80wt% 以上但 90wt% 以下的 α - 烯烃，以及

10wt% 以上但 20wt% 以下的 α，β- 不饱和羧酸。该二元共聚物具有出色的回弹性能。其它优选的离子键树脂的例子包括由如下物质形成的三元共聚物：α- 烯烃；具有 3 至 8 个碳原子的 α，β- 不饱和羧酸；以及具有 2 至 22 个碳原子的 α，β- 不饱和羧酸酯。优选三元共聚物包括 70wt% 以上但 85wt% 以下的 α- 烯烃，5wt% 以上但 30wt% 以下的 α，β- 不饱和羧酸，以及 1wt% 以上但 25wt% 以下的 α，β- 不饱和羧酸酯。该三元共聚物具有出色的回弹性能。对于二元共聚物和三元共聚物来说，优选 α- 烯烃为乙烯和丙烯，同时优选 α，β- 不饱和羧酸为丙烯酸和甲基丙烯酸。特别优选离子键树脂是由乙烯与丙烯酸或甲基丙烯酸形成的共聚物。

[0197] 在二元共聚物和三元共聚物中，用金属离子中和一些羧基。用于中和的金属离子的例子包括钠离子、钾离子、锂离子、锌离子、钙离子、镁离子、铝离子、以及钕离子。中和可以用两种以上金属离子进行。就高尔夫球 2 的回弹性能和耐久性来说，特别合适的金属离子为钠离子、锂离子、以及镁离子。

[0198] 离子键树脂的具体例子包括：Du Pont-MITSUIPOLYCHEMICALS 有限公司生产的商品名“Himilan 1555”、“Himilan 1557”、“Himilan 1605”、“Himilan 1706”、“Himilan 1707”、“Himilan 1856”、“Himilan 1855”、“Himilan AM7311”、“Himilan AM7315”、“Himilan AM7317”、“Himilan AM7318”、“Himilan AM7329”、“Himilan AM7337”、“Himilan MK7320”、和“Himilan MK7329”；E.I.du Pont de Nemours and Company 生产的商品名“Surlyn 6120”、“Surlyn 6910”、“Surlyn 7930”、“Surlyn 7940”、“Surlyn 8140”、“Surlyn 8150”、“Surlyn 8940”、“Surlyn 8945”、“Surlyn 9120”、“Surlyn 9150”、“Surlyn 9910”、“Surlyn 9945”、“Surlyn AD8546”、“HPF1000”、和“HPF2000”；以及 ExxonMobil Chemical 公司生产的商品名“IOTEK 7010”、“IOTEK 7030”、“IOTEK 7510”、“IOTEK 7520”、“IOTEK 8000”、和“IOTEK 8030”。

[0199] 可以组合使用两种以上离子键树脂用于内覆盖层 108。用一价金属离子中和的离子键树脂与用二价金属离子中和的离子键树脂可组合使用。

[0200] 可与离子键树脂组合使用的优选树脂是含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体。含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体具有出色的与离子键树脂的相容性。包括含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体的树脂组合物具有出色的流动性。

[0201] 含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体包括作为硬链段的聚苯乙烯以及软链段。典型的软链段是二烯嵌段。用于二烯嵌段的化合物的例子包括：丁二烯、异戊二烯、1,3- 戊二烯、以及 2,3- 二甲基 -1,3- 丁二烯。丁二烯以及异戊二烯是优选的。两种以上化合物可以组合使用。

[0202] 含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性的例子包括：苯乙烯 - 丁二烯 - 苯乙烯嵌段共聚物 (SBS)、苯乙烯 - 异戊二烯 - 苯乙烯嵌段共聚物 (SIS)、苯乙烯 - 异戊二烯 - 丁二烯 - 苯乙烯嵌段共聚物 (SIBS)、氢化的 SBS、氢化的 SIS、以及氢化的 SIBS。氢化的 SBS 的例子包括苯乙烯 - 乙烯 - 丁烯 - 苯乙烯嵌段共聚物 (SEBS)。氢化的 SIS 的例子包括苯乙烯 - 乙烯 - 丙烯 - 苯乙烯嵌段共聚物 (SEPS)。氢化的 SIBS 的例子包括苯乙烯 - 乙烯 - 乙烯 - 丙烯 - 苯乙烯嵌段共聚物 (SEEPS)。

[0203] 从高尔夫球 102 的回弹性能来看，在含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体中苯乙烯成分的含量优选为 10wt% 以上，更优选 12wt% 以上，并且特别优选 15wt% 以上。从高尔夫球

102 的击球手感来看，所述含量优选 50wt% 以下，更优选 47wt% 以下，特别优选 45wt% 以下。

[0204] 在本发明中，含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体包括烯烃和一种以下选自下组物质的混合物（alloy）：SBS、SIS、SIBS、SEBS、SEPS、SEEPS、和它们的氢化产物。在混合物中烯烃成分被推测为是有利于改进与离子键树脂的相容性。该混合物的使用改进了高尔夫球 102 的回弹性能。优选使用具有 2 ～ 10 个碳原子的烯烃。合适的烯烃的例子包括：乙烯、丙烯、丁烯和戊烯。特别优选乙烯和丙烯。

[0205] 聚合物混合物的具体例子包括Mitsubishi Chemical 公司生产的商品名“Rabalon T3221C”、“Rabalon T3339C”、“Rabalon SJ4400N”、“Rabalon SJ5400N”、“Rabalon SJ6400N”、“Rabalon SJ7400N”、“Rabalon SJ8400N”、“Rabalon SJ9400N”、and “Rabalon SR04”。含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体的其它具体例子包括 Daicel Chemical Industries 有限公司生产的商品名“Epofriend A1010”以及 Kuraray 有限公司生产的商品名“Septon HG-252”。

[0206] 在内覆盖层 108 中视需要包含适量的着色剂例如二氧化钛及荧光颜料、填料例如硫酸钡、分散剂、抗氧化剂、紫外线吸收剂、光稳定剂、荧光材料、荧光增白剂等。内覆盖层 108 可以包括高比重的金属粉末。

[0207] 在高尔夫球 102 中，内覆盖层 108 的硬度 Hi 等于或小于球芯 104 的表面 JIS-C 硬度 Hs。当用 1 号木杆击打高尔夫球 102 时，内覆盖层 108 实现了温和的击球手感。就击球手感来说，差值（Hi-Hs）优选等于或大于 1，更优选等于或大于 2，特别优选等于或大于 7。当差值（Hi-Hs）没有过大时，获得的较轻的击球手感。就该点来说，差值（Hi-Hs）优选等于或小于 20，更优选等于或小于 18，特别优选等于或小于 12。

[0208] 就击球手感来说，内覆盖层 108 的硬度 Hi 优选等于或小于 90，更优选等于或小于 85，特别优选等于或小于 83。就击球手感来说，硬度 Hi 优选等于或大于 60，更优选等于或大于 65，特别优选等于或大于 71。

[0209] 硬度 Hi 用安装在自动橡胶硬度测定机（商标名“P1”，Kobunshi Keiki 有限公司制造）上的 JIS-C 型硬度计测定。对于测定，使用通过热压形成且厚度为约 2mm 的平板。在 23° C 下放置两周的平板被用于该测定。在测定时，堆叠三个平板。使用与内覆盖层 108 的树脂组合物相同的树脂组合物所形成的平板。

[0210] 内覆盖层 108 的厚度优选 0.2mm 以上但 2.0mm 以下。包括厚度为 0.2mm 以上的内覆盖层 108 的高尔夫球 102 具有出色的击球手感。就该点来说，内覆盖层 108 的厚度更优选等于或大于 0.5mm，特别优选等于或大于 0.8mm。包括厚度为 2.0mm 以下的内覆盖层 108 的高尔夫球 102 具有出色的回弹性能。就该点来说，其厚度更优选等于或小于 1.5mm，特别优选等于或小于 1.2mm。

[0211] 考虑到击球手感，由球芯 104 和内覆盖层 108 组成的球体 116 的压缩变形量 Di 优选为 3.2mm 以上，特别优选 3.4mm 以上。就回弹性能来说，该压缩变形量优选等于或小于 3.8mm，特别优选等于或小于 3.6mm。

[0212] 为了形成内覆盖层 108，可使用已知的方法比如注射成型、压缩成型等。

[0213] 对于外覆盖层 110，适合使用树脂组合物。所述树脂组合物的优选基础聚合物是离子键树脂。包括包含离子键树脂的外覆盖层 110 的高尔夫球 102 具有出色的回弹性能。如上所述用于内覆盖层 108 的离子键树脂能用于外覆盖层 110。

[0214] 离子键树脂与另一树脂可组合使用。在该情况中，考虑到回弹性能，包含离子键树脂作为基础聚合物的主要组分。离子键树脂占全部基础聚合物的比例优选为 50wt% 以上，更优选 60wt% 以上，特别优选 70wt% 以上。

[0215] 可与离子键树脂组合使用的优选树脂是乙烯 -（甲基）丙烯酸共聚物。共聚物通过包含乙烯和（甲基）丙烯酸的单体组合物的共聚反应获得。在共聚物中，用金属离子中和一些羧基。共聚物包括 3wt% 以上但是 25wt% 以下的（甲基）丙烯酸成分。特别优选具有极性官能团的乙烯 -（甲基）丙烯酸共聚物。乙烯 -（甲基）丙烯酸共聚物的具体例子包括 Du Pont-MITSUIPOLYCHEMICALS 有限公司制造的商品名“NUCREL”。

[0216] 在外覆盖层 110 中视需要包含适量的着色剂例如二氧化钛及荧光颜料、填料例如硫酸钡、分散剂、抗氧化剂、紫外线吸收剂、光稳定剂、荧光材料、荧光增白剂等。

[0217] 外覆盖层 110 的 JIS-C 硬度 Ho 为 83 以上但 96 以下。在具有硬度 Ho 为 83 以上的外覆盖层 110 的高尔夫球 102 中，可以实现外硬 / 内软结构。在具有外硬 / 内软结构的高尔夫球 102 中，旋转被抑制。高尔夫球 102 具有出色的飞行性能。在在这方面，硬度 Ho 优选 84 以上，特别优选 85 以上。包括硬度 Ho 为 96 以下的外覆盖层 110 的高尔夫球 102 具有出色的击球手感。在这方面，硬度 Ho 更优选 95 以下，特别优选 93 以下。硬度 Ho 通过与硬度 Hi 相同的测定方法进行测定。

[0218] 外覆盖层 110 的厚度优选 0.2mm 以上但 1.5mm 以下。厚度为 0.2mm 以上的外覆盖层 110 易于形成。就该点来说，其厚度更优选等于或大于 0.4mm，特别优选等于或大于 0.6mm。包括厚度为 1.5mm 以下的外覆盖层 110 的高尔夫球 102 具有出色的击球手感。就该点来说，其厚度更优选等于或小于 1.3mm，特别优选等于或小于 1.1mm。

[0219] 为了形成外覆盖层 110，可使用已知的方法比如注射成型、压缩成型等。当形成外覆盖层 110 时，可以通过模具的腔表面所形成的凸起形成凹坑 112。

[0220] 覆盖层 106 优选具有 2.5mm 以下的总厚度。包括总厚度为 2.5mm 以下的覆盖层 106 的高尔夫球 102 具有出色的击球手感。就该点来说，总厚度更优选等于或小于 2.3mm，特别优选等于或小于 2.1mm。考虑到高尔夫球 102 的耐久性，总厚度优选等于或大于 0.3mm，更优选等于或大于 0.5mm，特别优选等于或大于 0.8mm。

[0221] 外覆盖层 110 的 JIS-C 硬度 Ho 大于内覆盖层 108 的 JIS-C 硬度 Hi。外覆盖层 110 可以实现高尔夫球 102 的外硬内软结构。高尔夫球 102 具有出色的飞行性能和出色的击球手感。差值（Ho-Hi）优选等于或大于 5，更优选等于或大于 9，特别优选等于或大于 16。考虑到当击打高尔夫球 102 时能量损耗的抑制，差值（Ho-Hi）优选等于或小于 27，特别优选等于或小于 21。

[0222] 在从球心 104 的中心点到外覆盖层 110 的高尔夫球 102 的硬度分布曲线中，外覆盖层 110 的硬度是最大的。在高尔夫球 102 中，旋转被抑制。

[0223] 就击球手感来说，高尔夫球 102 的压缩变形量 Db 优选为 2.8mm 以上，更优选 2.9mm 以上，特别优选 3.0mm 以上。就回弹性能来说，该压缩变形量 Db 优选等于或小于 3.6mm，更优选等于或小于 3.5mm，特别优选等于或小于 3.4mm。

[0224] 在测定压缩形变量时，首先，将球体（例如球心 104、高尔夫球 102 等）放置在由金属制成的硬平板上。接着，使由金属制成的圆柱朝着球体逐渐下降。被压在圆柱的底部与硬平板之间的球体发生变形。从 98N 的初始负荷被施加到球体上的状态开始直至 1274N 的

最终负荷被施加到球体上的状态为止时的圆柱体的移动距离被测定。

[0225] 本发明的优选实施方式在以下段落中说明：

[0226] 1. 高尔夫球，其包含球形球芯和覆盖球芯且包括两层以上层的覆盖层，其中

[0227] 当在图表中以从球芯的中心点到九个点的距离(%)对这九个点的 JIS-C 硬度绘制图表时，通过最小二乘法获得的线性近似曲线的 R^2 为 0.95 以上，所述九个点是通过将从球芯的中心点到球芯表面之间的区域以球芯半径的 12.5% 的间隔划分所获得，并且

[0228] 覆盖层的最内层的 JIS-C 硬度 Hi 大于球芯表面的 JIS-C 硬度 Hs。

[0229] 2. 如段落 1 所述的高尔夫球，其中，硬度 Hs 与球芯的中心点的 JIS-C 硬度 H(0) 的差值 (Hs-H(0)) 为 15 以上。

[0230] 3. 如段落 1 所述的高尔夫球，其中，硬度 Hi 与硬度 Hs 之间的差值 (Hi-Hs) 为 1 以上但 5 以下。

[0231] 4. 如段落 1 所述的高尔夫球，其中，覆盖层最外层的 JIS-C 硬度 Ho 与覆盖层最内层的 JIS-C 硬度 Hi 的差值 (Ho-Hi) 为 2 以上但 10 以下。

[0232] 5. 如段落 1 所述的高尔夫球，其中，在从球芯的中心点到球芯的最外层的硬度分布曲线中，最外层的硬度最大。

[0233] 6. 如段落 1 所述的高尔夫球，其中，覆盖层的总厚度为 2.5mm 以下。

[0234] 7. 如段落 1 所述的高尔夫球，其中，

[0235] 球芯由经交联的橡胶组合物形成，

[0236] 所述橡胶组合物包括：

[0237] (a) 基础橡胶；

[0238] (b) 共交联剂；

[0239] (c) 交联引发剂；以及

[0240] (d) 酸和 / 或盐，并且

[0241] 共交联剂(b)是：

[0242] (b1) 具有 3 ～ 8 个碳原子的 α，β - 不饱和羧酸；或者

[0243] (b2) 具有 3 ～ 8 个碳原子的 α，β - 不饱和羧酸的金属盐。

[0244] 8. 如段落 7 所述的高尔夫球，其中，基于 100 重量份的基础橡胶(a)，酸和 / 或盐(d)的量为 0.5 重量份以上但 40 重量份以下。

[0245] 9. 如段落 7 所述的高尔夫球，其中，酸和 / 或盐(d)是羧酸和 / 或其盐(d1)。

[0246] 10. 如段落 9 所述的高尔夫球，其中，羧酸和 / 或其盐(d1)的羧酸成分的碳原子数为 1 以上但 30 以下。

[0247] 11. 如段落 9 所述的高尔夫球，其中，羧酸和 / 或其盐(d1)是脂肪酸和 / 或其盐。

[0248] 12. 如段落 9 所述的高尔夫球，其中，羧酸和 / 或其盐(d1)是羧酸锌盐。

[0249] 13. 如段落 12 所述的高尔夫球，其中，羧酸锌盐选自下组中的至少一种：辛酸锌、月桂酸锌、肉豆蔻酸锌、以及硬脂酸锌。

[0250] 14. 如段落 7 所述的高尔夫球，其中，橡胶组合物进一步包括有机硫化物(e)。

[0251] 15. 如段落 7 所述的高尔夫球，其中，

[0252] 橡胶组合物包括 α，β - 不饱和羧酸 (b1)，并且

[0253] 橡胶组合物进一步包括金属化合物(f)。

[0254] 16. 如段落 7 所述的高尔夫球，其中，橡胶组合物包括 α，β－不饱和羧酸的金属盐(b2)。

[0255] 17. 如段落 14 所述的高尔夫球，其中，有机硫化合物(e)包括选自下组的至少一种：苯硫酚、具有 2 ～ 4 个硫原子的多硫化物、萘硫酚、秋兰姆、以及它们的金属盐。

[0256] 18. 如段落 7 所述的高尔夫球，其中，基于 100 重量份的基础橡胶(a)，橡胶组合物包括 15 重量份以上但 50 重量份以下的共交联剂(b)。

[0257] 19. 如段落 7 所述的高尔夫球，其中，基于 100 重量份的基础橡胶(a)，橡胶组合物包括 0.2 重量份以上但 5.0 重量份以下的交联引发剂(c)。

[0258] 20. 如段落 14 所述的高尔夫球，其中，基于 100 重量份的基础橡胶(a)，橡胶组合物包括 0.05 重量份以上但 5 重量份以下的有机硫化合物(e)。

[0259] 21. 高尔夫球，其包含球形球芯和覆盖球芯且包括两层以上层的覆盖层，其中

[0260] 当在图表中以从球芯的中心点到九个点的距离(%)对这九个点的 JIS-C 硬度绘制图表时，通过最小二乘法获得的线性近似曲线的 R^2 为 0.95 以上，所述九个点是通过将从球芯的中心点到球芯表面之间的区域以球芯半径的 12.5% 的间隔划分所获得，并且

[0261] 覆盖层的最内层的 JIS-C 硬度 Hi 等于或小于球芯表面的 JIS-C 硬度 Hs。

[0262] 22. 如段落 21 所述的高尔夫球，其中，硬度 Hs 与球芯的中心点的 JIS-C 硬度 H(0) 的差值 (Hs-H(0)) 为 15 以上。

[0263] 23. 如段落 21 所述的高尔夫球，其中，硬度 Hs 与硬度 Hi 之间的差值 (Hs-Hi) 为 1 以上但 20 以下。

[0264] 24. 如段落 21 所述的高尔夫球，其中，覆盖层最外层的 JIS-C 硬度 Ho 与覆盖层最内层的 JIS-C 硬度 Hi 的差值 (Ho-Hi) 为 5 以上但 30 以下。

[0265] 25. 如段落 21 所述的高尔夫球，其中，在从球芯的中心点到球芯的最外层的硬度分布曲线中，最外层的硬度最大。

[0266] 26. 如段落 21 所述的高尔夫球，其中，覆盖层的总厚度为 2.5mm 以下。

[0267] 27. 如段落 21 所述的高尔夫球，其中，

[0268] 球芯由经交联的橡胶组合物形成，

[0269] 所述橡胶组合物包括：

[0270] (a)基础橡胶；

[0271] (b)共交联剂；

[0272] (c)交联引发剂；以及

[0273] (d)酸和 / 或盐，并且

[0274] 共交联剂(b)是：

[0275] (b1)具有 3 ～ 8 个碳原子的 α，β－不饱和羧酸；或者

[0276] (b2)具有 3 ～ 8 个碳原子的 α，β－不饱和羧酸的金属盐。

[0277] 28. 如段落 27 所述的高尔夫球，其中，基于 100 重量份的基础橡胶(a)，酸和 / 或盐(d)的量为 0.5 重量份以上但 40 重量份以下。

[0278] 29. 如段落 27 所述的高尔夫球，其中，酸和 / 或盐(d)是羧酸和 / 或其盐(d1)。

[0279] 30. 如段落 29 所述的高尔夫球，其中，羧酸和 / 或其盐(d1)的羧酸成分的碳原子数为 1 以上但 30 以下

[0280] 31. 如段落 29 所述的高尔夫球，其中，羧酸和 / 或其盐（d1）是脂肪酸和 / 或其盐。

[0281] 32. 如段落 29 所述的高尔夫球，其中，羧酸和 / 或其盐（d1）是羧酸锌盐。

[0282] 33. 如段落 32 所述的高尔夫球，其中，羧酸锌盐选自下组中的至少一种：辛酸锌、月桂酸锌、肉豆蔻酸锌、以及硬脂酸锌。

[0283] 34. 如段落 27 所述的高尔夫球，其中，橡胶组合物进一步包括有机硫化物（e）。

[0284] 35. 如段落 27 所述的高尔夫球，其中，

[0285] 橡胶组合物包括 α，β - 不饱和羧酸 (b1)，并且

[0286] 橡胶组合物进一步包括金属化合物（f）。

[0287] 36. 如段落 27 所述的高尔夫球，其中，橡胶组合物包括 α，β - 不饱和羧酸的金属盐（b2）。

[0288] 37. 如段落 34 所述的高尔夫球，其中，有机硫化合物（e）包括选自下组的至少一种：苯硫酚、具有 2 ～ 4 个硫原子的多硫化物、萘硫酚、秋兰姆、以及它们的金属盐。

[0289] 38. 如段落 27 所述的高尔夫球，其中，基于 100 重量份的基础橡胶（a），橡胶组合物包括 15 重量份以上但 50 重量份以下的共交联剂（b）。

[0290] 39. 如段落 27 所述的高尔夫球，其中，基于 100 重量份的基础橡胶（a），橡胶组合物包括 0.2 重量份以上但 5.0 重量份以下的交联引发剂（c）。

[0291] 40. 如段落 34 所述的高尔夫球，其中，基于 100 重量份的基础橡胶（a），橡胶组合物包括 0.05 重量份以上但 5 重量份以下的有机硫化合物（e）。

[0292] 实施例

[0293] [实验 I]

[0294] [实施例 I-1]

[0295] 通过捏合 100 重量份的高顺式聚丁二烯（商品名“BR-730”，JSR 公司制造）、26 重量份的二丙烯酸锌（商品名“Sanceler SR”，SANSHIN CHEMICAL INDUSTRY 有限公司）、5 重量份氧化锌、适量硫酸钡、0.2 重量份的 2- 萘硫酚、10 重量份的硬脂酸锌、以及 0.75 重量份的过氧化二异丙苯，获得橡胶组合物。将该橡胶组合物放入包括各自具有半球形腔的上半模具和下半模具的模具中，并在 170℃加热 25 分钟，从而获得具有 39.1mm 直径的球芯。调整硫酸钡的量以便球的重量为 45.4g。

[0296] 通过用双螺杆捏合挤出机捏合 40 重量份的离子键树脂（上述“Himilan AM7337”）、40 重量份的另一离子键树脂（上述“Himilan AM7329”）、20 重量份的含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体（上述“Rabalon T3221C”）、以及 6 重量份的二氧化钛，获得树脂组合物。将球芯置于模具中。通过注射成型将树脂组合物注射到球芯周围，从而形成厚度为 1.0mm 的内覆盖层。

[0297] 通过用双螺杆捏合挤出机捏合 5 重量份的离子键树脂（上述“Himilan AM7337”）、10 重量份另一离子键树脂（上述“Himilan 1555”）、55 重量份的另一离子键树脂（上述“Himilan AM7329”）、30 重量份的乙烯 - （甲基）丙烯酸共聚物（商品名“NUCREL N1050H”，Du Pont-MITSUI POLYCHEMICALS 有限公司制造）、3 重量份的二氧化钛、以及 0.2 重量份的紫外线吸收剂（商品名“TINUVIN 770”，Ciba Japan 株式会社制造），获得树脂组合物。由球芯和内覆盖层组成的球体放入在其腔表面上具有大量凸起的最终模具中。通过注射成型将树脂组合物注射到球体周围，从而形成具有 0.8mm 厚度的外覆盖层。在外覆盖层上形成具

有与凸起相反形状的形状的凹坑。将包括双组分固化型聚酰胺作为基础材料的清漆涂敷到该外覆盖层上，从而形成直径为 42.7mm 的实施例 I-1 的高尔夫球。

[0298] [实施例 I-2 ～ I-14 和比较例 I-1 ～ I-5]

[0299] 实施例 I-2 ～ I-14 以及比较例 I-1 ～ I-5 的高尔夫球以与实施例 I-1 相同的方法获得，不同是球芯、内覆盖层、和外覆盖层的规格如下表 I-7 ～ I-9 所示。球芯的组合物如下表 I-1 ～ I-2 所示。内覆盖层和外覆盖层的组合物由下表 I-3 所示。球芯的硬度分布如下表 I-4 ～ I-6 所示。根据比较例 I-3 的高尔夫球不具有内覆盖层。

[0300] [用中铁杆击打 (I#5)]

[0301] 5- 中铁杆(商品名“XXIO”，DUNLOP SPORTS 有限公司，杆身硬度 :R，杆面倾角 :24°)与 Golf Laboratories, Inc 公司生产的挥杆机连接。在杆头速度 35m/ 秒的条件下击打高尔夫球。在击打后立刻测定旋转速度。此外，测定从发射点到终止点的距离。通过 12 次测定获得的数据的平均值在表 I-7 ～ I-9 中显示。

[0302] 表 I-1 球芯的组合物 (重量份)

[0303]

	A	C	D	E	F	M
BR-730	100	100	100	100	100	100
Sanceler SR	27.0	26.0	27.5	29.5	31.5	25.0
氧化锌	5	5	5	5	5	5
硫酸钡	适量					
2- 萘硫酚	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
硬脂酸锌	5	10	20	30	40	-
硬脂酸铝	-	-	-	-	-	10
过氧化二异丙苯	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
压缩变形量Dc (mm)	3.86	3.85	3.86	3.85	3.86	3.83

[0304] 表 I-2 球芯的组合物 (重量份)

[0305]

	G	H	I	J	K	L
BR-730	100	100	100	100	100	100
Sanceler SR	26.5	25.5	25.0	25.5	26.0	25.5
氧化锌	5	5	5	5	5	5
硫酸钡	适量					
2- 萘硫酚	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
辛酸锌	-	2.5	5	-	-	-
月桂酸锌	-	-	-	10	-	-
肉豆蔻酸锌	-	-	-	-	5	10
硬脂酸锌	0.5	-	-	-	-	-
过氧化二异丙苯	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
压缩变形量Dc (mm)	3.86	3.87	3.83	3.88	3.86	3.84

[0306] 列于表 I-1 ～ I-2 的化合物的详细情况如下。

[0307] BR-730 :JSR 公司制造的高顺式丁二烯(顺式 -1, 4- 键含量 :96wt%, 1, 2- 乙烯基键含量 :1.3wt%，门尼粘度(ML_{1+4} (100° C)):55，分子量分布(Mw/Mn):3)

[0308] Sanceler SR :SANSHIN CHEMICAL INDUSTRY 有限公司制造的二丙烯酸锌(用 10wt%

硬脂酸覆盖的产品）

[0309] 氧化锌：Toho Zinc 有限公司制造的商品名“Ginrei R”

[0310] 硫酸钡：Sakai Chemical Industry 有限公司制造的商品名“硫酸钡 BD”

[0311] 2- 萘硫酚：Tokyo Chemical Industry 有限公司的产品

[0312] 硬脂酸锌：Wako Pure Chemical Industries 有限公司的产品

[0313] 硬脂酸铝：Mitsuwa Chemicals 有限公司的产品

[0314] 过氧化二异丙苯：NOF 公司生产的商品名“Percumyl D”

[0315] 辛酸锌：Mitsuwa Chemicals 有限公司的产品

[0316] 月桂酸锌：Mitsuwa Chemicals 有限公司的产品

[0317] 肉豆蔻酸锌：NOF 公司的产品

[0318] 表 I-3 覆盖层的组合物（重量份）

[0319]

	C1	I-M1	I-M2	I-M3	I-M4	I-M5
HimiIan AM7337	5	51	45	40	24	26
HimiIan 1555	10	–	–	–	–	–
HimiIan AM7329	55	40	40	40	50	40
NUCREL N1050H	30	–	–	–	–	–
Rabalon T3221C	–	9	15	20	26	34
二氧化铁 (AzzO)	3	6	6	6	6	6
TINUVIN 770	0.2	–	–	–	–	–
硬度 (J1S c)	92	89	87	85	83	76

[0320] 表 I-4 球芯的硬度分布

[0321]

	比较例 I-1	比较例 I-2	实施例 I-1	实施例 I-2	实施例 I-3	比较例 I-3	实施例 I-13
球芯的组合物	C	C	C	C	C	C	M
H(0)	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	55.6
H(12.5)	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	60.2
H(25)	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.9
H(37.5)	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	65.4
H(50)	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.1
H(62.5)	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	70.9
H(75)	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	74.8
H(87.5)	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	77.7
Hs	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	82.3
R^2	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

[0322] 表 I-5 球芯的硬度分布

[0323]

	实施例 I-4	实施例 I-5	实施例 I-6	实施例 I-7	比较例 I-4	比较例 I-5
球芯的组合物	C	C	D	E	F	A
H(0)	54.0	54.0	56.5	59.2	61.9	59.0
H(12.5)	59.8	59.8	59.7	61.5	63.2	64.5
H(25)	63.0	63.0	62.0	63.2	64.3	67.1
H(37.5)	64.6	64.6	62.8	64.0	64.3	67.7
H(50)	67.0	67.0	66.6	66.8	67.0	68.6
H(62.5)	71.8	71.8	73.7	71.0	70.4	70.6
H(75)	76.0	76.0	75.4	72.1	70.5	74.1
H(87.5)	79.5	79.5	78.2	73.0	68.5	79.0
Hs	83.0	83.0	81.6	79.1	70.7	83.0
R^2	0.99	0.99	0.98	0.96	0.86	0.94

[0324] 表 I-6 球芯的硬度分布

[0325]

	实施例 I-8	实施例 I-9	实施例 I-10	实施例 I-11	实施例 I-12	实施例 I-14
球芯的组合物	H	I	J	K	L	G
R(0)	53.6	51.4	54.2	54.9	53.3	57.5
R(12.5)	58.3	57.6	58.2	59.0	58.4	63.5
R(25)	61.7	61.2	62.1	63.6	62.6	66.6
R(37.5)	65.2	63.8	64.4	67.0	65.5	68.8
R(50)	67.4	67.9	66.4	68.5	67.4	70.0
R(62.5)	71.0	73.8	71.0	70.1	71.8	71.2
R(75)	75.3	77.8	77.0	76.7	77.5	74.8
R(87.5)	80.6	82.0	80.7	80.5	81.3	78.8
Ra	84.1	84.9	83.3	83.4	84.5	82.9
R^2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.96

[0326] 表 I-7 评估结果

[0327]

	比较例 I-1	比较例 I-2	实施例 I-1	实施例 I-2	实施例 I-3	比较例 I-3	实施例 I-13
球芯							
组合物	C	C	C	C	C	C	M
酸和/或盐（PHR）	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
直径（mm）	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1
Ss - S(0)	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	26.7
R^2	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
压缩变形量Dc（mm）	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.83
内覆盖层							
组合物	I-M5	I-M4	I-M3	I-M2	I-M1	-	I-M2
厚度（mm）	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-	1.0
硬度Hi（JIS C）	76.0	83.0	88.0	87.0	89.0	-	87.0
压缩变形量Di（mm）	3.87	3.88	3.88	3.88	3.88	-	3.88
外覆盖层							
组合物	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
厚度（mm）	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.8	0.8
硬度Ho（JIS-C）	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
压缩变形量Db（mm）	3.22	3.20	3.20	3.20	3.20	3.25	3.18
覆盖层总厚度（mm）	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Si - Ss	-7.0	0.0	2.0	4.0	6.0	-	4.7
So - Si	18.0	9.0	7.0	5.0	3.0	-	5.0
旋转（rpm）	3,850	3,920	3,790	3,770	3,750	3,930	3,785
与比较例5的差值	-80	-80	-110	-130	-150	-70	-115
飞行距离（m）	150.2	150.4	151.4	151.6	151.8	150.3	151.2
与比较例5的差值	0.2	0.4	1.4	1.6	1.8	0.3	1.2

[0328] 表 I-8 评估结果

[0329]

	实施例 I-4	实施例 I-5	实施例 I-6	实施例 I-7	比较例 I-4	比较例 I-5
球芯						
组合物	C	C	D	E	F	A
酸和/或盐（PHR）	10.0	10.0	20.0	30.0	40.0	0.0
直径（mm）	38.3	37.9	38.1	39.1	39.1	39.1
Ss - S(0)	28.5	26.1	25.1	19.9	8.2	24.0
R^2	0.99	0.99	0.98	0.96	0.86	0.94
压缩变形量Dc（mm）	3.85	3.85	3.86	3.85	3.86	3.86
内覆盖层						
组合物	I-M3	I-M3	I-M3	I-M3	I-M3	I-M3
厚度（mm）	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
硬度Hi（JIS C）	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0
压缩变形量Di（mm）	3.85	3.85	3.86	3.80	3.86	3.86
外覆盖层						
组合物	C1	C1	C1	C1	C1	C1
厚度（mm）	1.1	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8
硬度Ho（JIS-C）	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
压缩变形量Db（mm）	3.18	3.16	3.21	3.25	3.31	3.21
覆盖层总厚度（mm）	2.1	2.4	1.8	1.8	1.8	1.8
Si - Ss	1.5	2.9	3.4	5.9	14.3	2.0
So - Si	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
旋转（rpm）	3,795	3,775	3,780	3,800	4,000	3,900
与比较例5的差值	-105	-125	-120	-100	100	-
飞行距离（m）	151.1	151.3	151.2	151.0	149.4	150.0
与比较例5的差值	1.1	1.3	1.2	1.0	-0.6	-

[0330] 表 I-9 评估结果

[0331]

	实施例 I-8	实施例 I-9	实施例 I-10	实施例 I-11	实施例 I-12	实施例 I-14
球芯						
组合物	H	I	J	K	L	G
酸和/或盐（PHR）	2.5	5.0	10.0	5.0	10.0	0.5
直径（mm）	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1
Hs - H(0)	30.5	33.5	29.1	28.5	31.2	25.4
R^2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.96
压缩变形量Dc（mm）	3.87	3.83	3.85	3.86	3.84	3.86
内覆盖层						
组合物	I-M1	I-M1	I-M1	I-M1	I-M1	I-M1
厚度（mm）	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
硬度Hi（JIS C）	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0
压缩变形量Di（mm）	3.57	3.53	3.55	3.56	3.54	3.56
外覆盖层						
组合物	C1	C1	C1	C1	C1	C1
厚度（mm）	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
硬度Ho（JIS-C）	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
压缩变形量Db（mm）	3.22	3.18	3.20	3.21	3.19	3.21
覆盖层总厚度（mm）	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Si - Ss	4.9	4.1	5.7	5.6	4.5	6.1
So - Si	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
旋转（rpm）	3735	3710	3748	3765	3740	3850
与比较例5的差值	-165	-190	-155	-135	-160	-50
飞行距离（m）	151.9	152.2	151.7	151.5	152.0	150.5
与比较例5的差值	1.9	2.2	1.7	1.5	2.0	0.5

[0332] 如表 I-7 ～ I-9 所示，根据实施例的高尔夫球在用中铁杆击打时具有出色的飞行性能。从评估结果来看，本发明的优势是明显的。

[0333] [实验 II]

[0334] [实施例 II-1]

[0335] 通过捏合 100 重量份的高顺式聚丁二烯（商品名“BR-730”，JSR 公司制造）、26 重量份的二丙烯酸锌（商品名“Sanceler SR”，SANSHIN CHEMICAL INDUSTRY 有限公司）、5 重量份氧化锌、适量硫酸钡、0.2 重量份的 2- 萘硫酚、10 重量份的硬脂酸锌、以及 0.75 重量份的过氧化二异丙苯，获得橡胶组合物。将该橡胶组合物放入包括各自具有半球形腔的上半

模具和下半模具的模具中，并在 170℃加热 25 分钟，从而获得具有 39.1mm 直径的球芯。调整硫酸钡的量以便球的重量为 45.4g。

[0336] 通过用双螺杆捏合挤出机捏合 24 重量份的离子键树脂(上述“Himilan AM7337”)、50 重量份的另一离子键树脂(上述“Himilan AM7329”)、26 重量份的含有苯乙烯嵌段的热塑性弹性体(上述“Rabalon T3221C”)、以及 6 重量份的二氧化钛，获得树脂组合物。将球芯置于模具中。通过注射成型将树脂组合物注射到球芯周围，从而形成厚度为 1.0mm 的内覆盖层。

[0337] 通过用双螺杆捏合挤出机捏合 5 重量份的离子键树脂(上述“Himilan AM7337”)、10 重量份另一离子键树脂(上述“Himilan 1555”)、55 重量份的另一离子键树脂(上述“Himilan AM7329”)、30 重量份的乙烯 - (甲基)丙烯酸共聚物(商品名“NUCREL N1050H”，Du Pont-MITSUI POLYCHEMICALS 有限公司制造)、3 重量份的二氧化钛、以及 0.2 重量份的紫外线吸收剂(商品名“TINUVIN 770”，Ciba Japan 株式会社制造)，获得树脂组合物。由球芯和内覆盖层组成的球体放入在其腔表面上具有大量凸起的最终模具中。通过注射成型将树脂组合物注射到球体周围，从而形成具有 0.8mm 厚度的外覆盖层。在外覆盖层上形成具有与凸起相反形状的形状的凹坑。将包括双组分固化型聚酰胺作为基础材料的清漆涂敷到该外覆盖层上，从而形成直径为 42.7mm 的实施例 II-1 的高尔夫球。

[0338] [实施例 II-2 ～ II-14 和比较例 II-1 ～ II-5]

[0339] 实施例 II-2 ～ II-14 以及比较例 II-1 ～ II-5 的高尔夫球以与实施例 II-1 相同的方法获得，不同是球芯、内覆盖层、和外覆盖层的规格如下表 II-7 ～ II-9 所示。球芯的组合物如下表 II-1 ～ II-2 所示。内覆盖层和外覆盖层的组合物由下表 II-3 所示。球芯的硬度分布如下表 II-4 ～ II-6 所示。根据比较例 II-2 的高尔夫球不具有内覆盖层。

[0340] [用 1 号木杆击打(W#1)]

[0341] 1 号木杆(商品名“XXIO”，SRI SPORTS 有限公司，杆身硬度 :R，杆面倾角 :10.5°)与 Golf Laboratories, Inc 公司生产的挥杆机连接。在杆头速度 40m/ 秒的条件下击打高尔夫球。在击打后立刻测定旋转速度。此外，测定从发射点到终止点的距离。通过 12 次测定获得的数据的平均值在表 II-7 ～ II-9 中显示。

[0342] [击球手感]

[0343] 十个高尔夫球手用 1 号木杆击打高尔夫球，并被询问击球手感。基于回答“击球手感良好”的高尔夫球手的数目，按照如下进行评估。

[0344] A :8 个以上

[0345] B :6 ～ 7 个

[0346] C :4 ～ 5 个

[0347] D :3 个以下

[0348] 结果如下表 II-7 ～ II-9 所示。

[0349] 表 II-1 球芯的组合物 (重量份)

[0350]

	A	C	D	E	F	H
BR-730	100	100	100	100	100	100
Sanceler SR	27.0	26.0	27.5	29.5	31.5	35.0
氧化锌	5	5	5	5	5	5
硫酸钡	适量					
2-萘硫酚	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
硬脂酸锌	0	10	20	30	40	-
硬脂酸铝	-	-	-	-	-	10
过氧化二异丙苯	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
压缩变形量Dc（mm）	3.86	3.85	3.86	3.85	3.86	3.83

[0351] 表 II-2 球芯的组合物 （重量份）

[0352]

	G	H	I	J	K	L
BR-730	100	100	100	100	100	100
Sanceler SR	28.5	25.5	25.0	25.5	26.0	25.5
氧化锌	5	5	5	5	5	5
硫酸钡	适量					
2-萘硫酚	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
辛酸锌	-	2.5	5	-	-	-
月桂酸锌	-	-	-	10	-	-
肉豆蔻酸锌	-	-	-	-	5	10
硬脂酸锌	0.5	-	-	-	-	-
过氧化二异丙苯	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
压缩变形量Dc（mm）	3.86	3.87	3.83	3.85	3.86	3.84

[0353] 列于表 II-1 ～ II-2 的化合物的详细情况如下。

[0354] BR-730 :JSR 公司制造的高顺式丁二烯(顺式 -1,4- 键含量 :96wt%,1,2- 乙烯基键含量 :1.3wt%,门尼粘度(ML_{1+4}（100° C)):55,分子量分布(Mw/Mn):3)

[0355] Sanceler SR :SANSHIN CHEMICAL INDUSTRY 有限公司制造的二丙烯酸锌(用 10wt% 硬脂酸覆盖的产品)

[0356] 氧化锌 :Toho Zinc 有限公司制造的商品名“Ginrei R”

[0357] 硫酸钡 :Sakai Chemical Industry 有限公司制造的商品名“硫酸钡 BD”

[0358] 2- 萘硫酚 :Tokyo Chemical Industry 有限公司的产品

[0359] 硬脂酸锌 :Wako Pure Chemical Industries 有限公司的产品

[0360] 硬脂酸铝 :Mitsuwa Chemicals 有限公司的产品

[0361] 过氧化二异丙苯 :NOF 公司生产的商品名“Percumyl D”

[0362] 辛酸锌 :Mitsuwa Chemicals 有限公司的产品

[0363] 月桂酸锌 :Mitsuwa Chemicals 有限公司的产品

[0364] 肉豆蔻酸锌 :NOF 公司的产品

[0365] 表 II-3 覆盖层的组合物 （重量份）

[0366]

	C1	II-M1	II-M2	II-M3	II-M4	II-M5
Himilan AM7337	5	45	24	26	30	26
Himilan 1555	10	–	–	–	–	–
Himilan AM7329	55	40	50	40	30	26
NUCREL N1050H	30	–	–	–	–	–
Rabalon T3221C	–	15	26	34	40	48
二氧化铁 (A220)	3	6	6	6	6	6
TINUVIN 770	0.2	–	–	–	–	–
硬度 (JIS C)	92	87	83	76	71	65

[0367] 表 II-4 球芯的硬度分布

[0368]

	实施例 II-1	实施例 II-2	实施例 II-3	实施例 II-4	比较例 II-1	比较例 II-2	实施例 II-14
球芯的组合物	C	C	C	C	C	C	M
硬(0)	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	55.6
硬(12.5)	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	60.2
硬(25)	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.0	63.9
硬(37.5)	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	65.4
硬(50)	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.1
硬(62.5)	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	70.9
硬(75)	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	74.8
硬(87.5)	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	77.7
硬s	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	82.3
R^2	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

[0369] 表 II-5 球芯的硬度分布

[0370]

	实施例 II-5	实施例 II-6	实施例 II-7	实施例 II-8	比较例 II-3	比较例 II-4
球芯的组合物	C	C	D	E	F	A
H(0)	54.0	54.0	56.5	59.2	61.9	59.0
H(12.5)	59.8	59.8	59.7	61.5	63.2	64.5
H(25)	63.0	63.0	62.0	63.2	64.3	67.1
H(37.5)	64.6	64.6	62.8	64.0	64.3	67.7
H(50)	67.0	67.0	66.6	66.8	67.0	68.6
H(62.5)	71.9	71.8	73.7	71.0	70.4	70.6
H(75)	76.0	76.0	75.4	72.1	70.5	74.1
H(87.5)	79.5	79.5	78.2	73.0	68.5	79.0
Hs	83.0	83.0	81.6	79.1	70.7	83.0
R^2	0.99	0.99	0.98	0.96	0.86	0.94

[0371] 表 II-6 球芯的硬度分布

[0372]

	实施例 II-9	实施例 II-10	实施例 II-11	实施例 II-12	实施例 II-13	比较例 II-5
球芯的组合物	H	I	J	K	L	G
H(0)	53.6	51.4	54.2	54.9	53.3	57.5
H(12.5)	58.3	57.6	58.2	59.0	58.4	63.5
H(25)	61.7	61.2	62.1	63.6	62.6	66.6
H(37.5)	65.2	63.8	64.4	67.0	65.5	68.8
H(50)	67.4	67.9	66.4	69.5	67.4	70.0
H(62.5)	71.0	73.8	72.0	70.1	71.8	72.2
H(75)	75.3	77.8	77.0	76.7	77.5	74.8
H(87.5)	80.6	82.0	80.7	80.5	81.3	78.8
Hs	84.1	84.9	83.3	83.4	84.5	82.9
R^2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.96

[0373] 表 II-7 评估结果

[0374]

	比较例 II-1	实施例 II-1	实施例 II-2	实施例 II-3	实施例 II-4	比较例 II-2	实施例 II-14
球芯							
组合物	C	C	C	C	C	C	M
酸和/或盐（PHR）	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
直径（mm）	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1
Ss - S(0)	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	26.7
β^2	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
压缩变形量Dc（mm）	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.83
内覆盖层							
组合物	II-M1	II-M2	II-M3	II-M4	II-M5	-	II-M4
厚度（mm）	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-	1.0
硬度Hi（JIS C）	87.0	83.0	76.0	71.0	65.0	-	71.0
压缩变形量Di（mm）	3.50	3.55	3.57	3.58	3.60	-	3.58
外覆盖层							
组合物	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
厚度（mm）	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.8	0.8
硬度Ho（JIS-C）	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
压缩变形量Db（mm）	3.15	3.20	3.22	3.23	3.25	3.25	3.21
覆盖层总厚度（mm）	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Ss - Hi	-4.0	0.0	7.0	12.0	18.0	-	11.3
Ho - Hi	5.0	9.0	16.0	21.0	27.0	-	21.0
旋转（rpm）	2,455	2,430	2,420	2,410	2,400	2,460	2,430
与比较例4的差值	-45	-70	-80	-90	-100	-40	-70
飞行距离（m）	200.7	201.7	201.9	202.1	202.5	200.4	201.6
与比较例4的差值	0.7	1.7	1.9	2.1	2.5	0.4	1.6
击球手感	D	B	A	A	C	D	B

[0375] 表 II-8 评估结果

[0376]

	实施例 II-5	实施例 II-6	实施例 II-7	实施例 II-8	比较例 II-3	比较例 II-4
球芯						
组合物	C	C	D	E	F	A
酸和/或盐（PHR）	10.0	10.0	20.0	30.0	40.0	0.0
直径（mm）	38.5	37.9	38.1	38.1	38.1	38.1
Ss - Si(0)	28.5	28.1	25.1	19.9	8.8	24.0
R^2	0.99	0.99	0.98	0.96	0.86	0.94
压缩变形量Dc（mm）	3.88	3.85	3.88	3.85	3.86	3.88
内覆盖层						
组合物	II-M3	II-M3	II-M4	II-M4	II-M2	II-M2
厚度（mm）	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
硬度Hi（JIS C）	78.0	78.0	71.0	71.0	83.0	83.0
压缩变形量Di（mm）	3.57	3.57	3.59	3.58	3.66	3.56
外覆盖层						
组合物	C1	C1	C1	C1	C1	C1
厚度（mm）	1.1	1.4	0.8	0.8	0.8	0.8
硬度Ho（JIS-C）	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
压缩变形量Db（mm）	3.20	3.18	3.24	3.23	3.31	3.21
覆盖层总厚度（mm）	2.1	2.4	1.8	1.8	1.8	1.8
Ss - Si	6.5	6.1	10.6	8.1	-12.3	0.0
So - Si	16.0	16.0	21.0	21.0	9.0	9.0
旋转（rpm）	2,435	2,445	2,440	2,450	2,560	2,500
与比较例4的差值	-65	-55	-60	-50	60	-
飞行距离（m）	201.5	201.3	201.4	201.1	198.9	200.0
与比较例4的差值	1.5	1.3	1.4	1.1	-1.1	-
击球手感	B	C	B	C	D	D

[0377] 表 II-9 评估结果

[0378]

	实施例 II-9	实施例 II-10	实施例 II-11	实施例 II-12	实施例 II-13	比较例 II-8
球芯						
组合物	H	I	J	K	L	G
酸和/或盐（PHR）	2.5	5.0	10.0	5.0	10.0	0.5
直径（mm）	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1
Ss - S(0)	30.5	33.5	29.1	28.5	31.2	25.4
R^2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.96
压缩变形量Dc（mm）	3.87	3.83	3.85	3.86	3.84	3.86
内覆盖层						
组合物	II-M2	II-M2	II-M2	II-M2	II-M2	II-M2
厚度（mm）	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
硬度Hi（JIS C）	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0	83.0
压缩变形量Di（mm）	3.87	3.83	3.85	3.86	3.84	3.86
外覆盖层						
组合物	C1	C1	C1	C1	C1	C1
厚度（mm）	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
硬度Ho（JIS-C）	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
压缩变形量Db（mm）	3.22	3.18	3.20	3.21	3.19	3.21
覆盖层总厚度（mm）	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Ss - Si	1.1	1.9	0.3	0.4	1.5	-0.1
So - Si	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
旋转（rpm）	2415	2380	2405	2425	2385	2480
与比较例4的差值	-65	-120	-95	-75	-115	-20
飞行距离（m）	202.0	202.7	202.3	201.8	202.6	200.6
与比较例4的差值	2.0	2.7	2.3	1.8	2.6	0.6
击球手感	B	A	A	B	A	D

[0379] 如表 I-7 ～ I-9 所示，用 1 号木杆击打时，根据实施例的高尔夫球具有出色的飞行性能和出色的击球手感。从评估结果来看，本发明的优势是明显的。

[0380] 根据本发明的高尔夫球用于在高尔夫场地打高尔夫和在高尔夫练习场中练习。以上说明书仅用于对实施例进行说明，并且在不偏离本发明原则的情况下，可以进行各种变形。

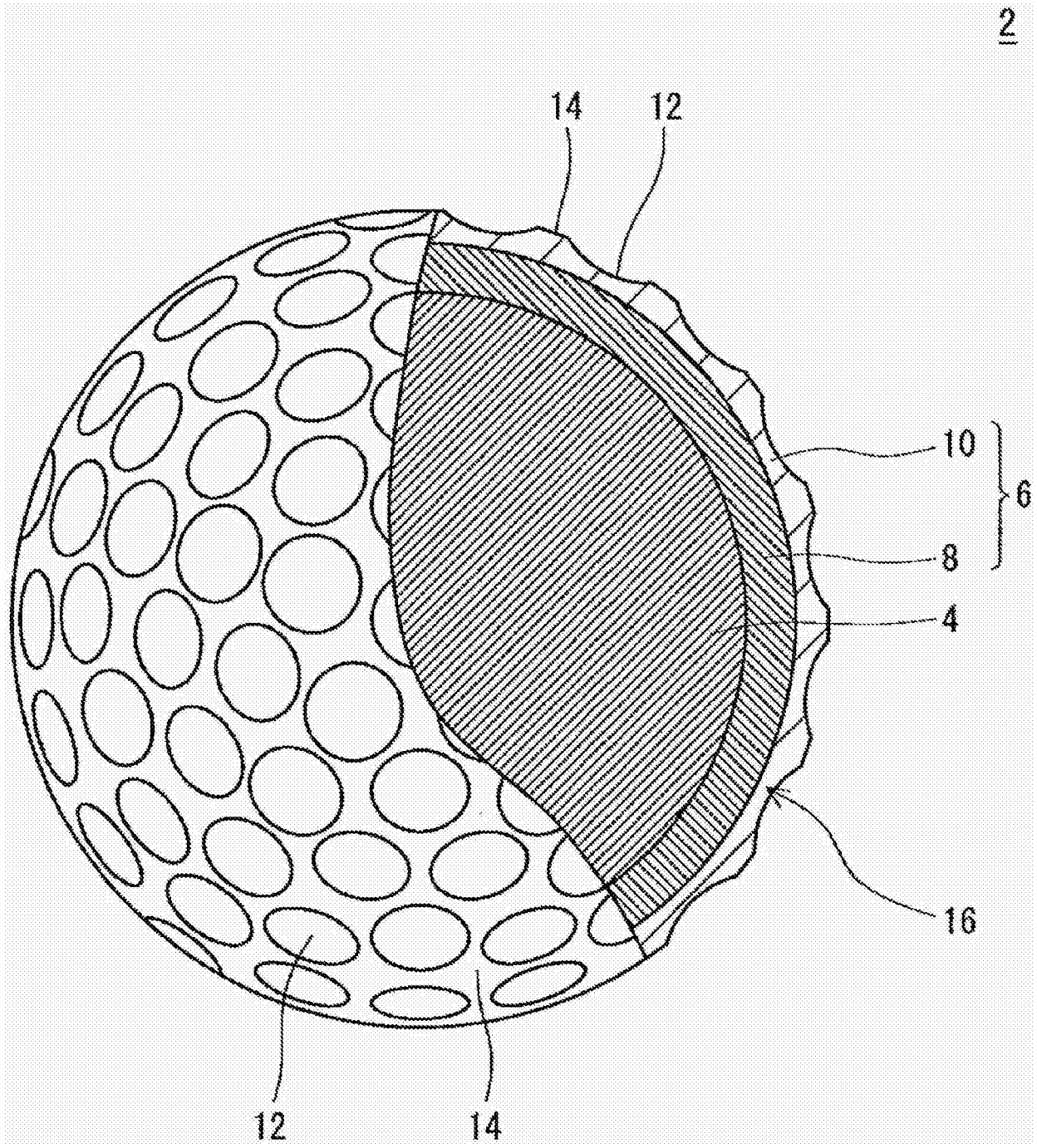


图 1

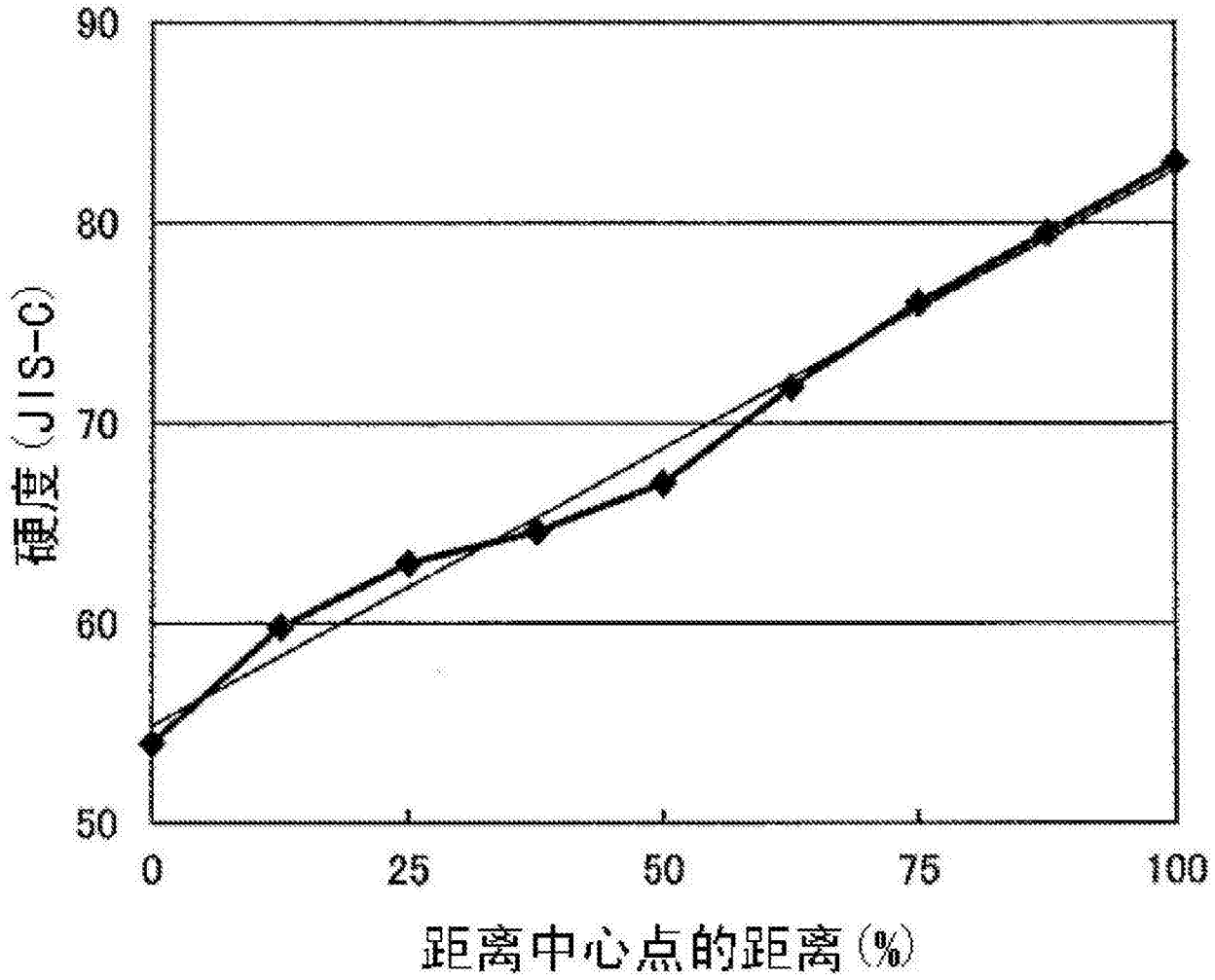


图 2

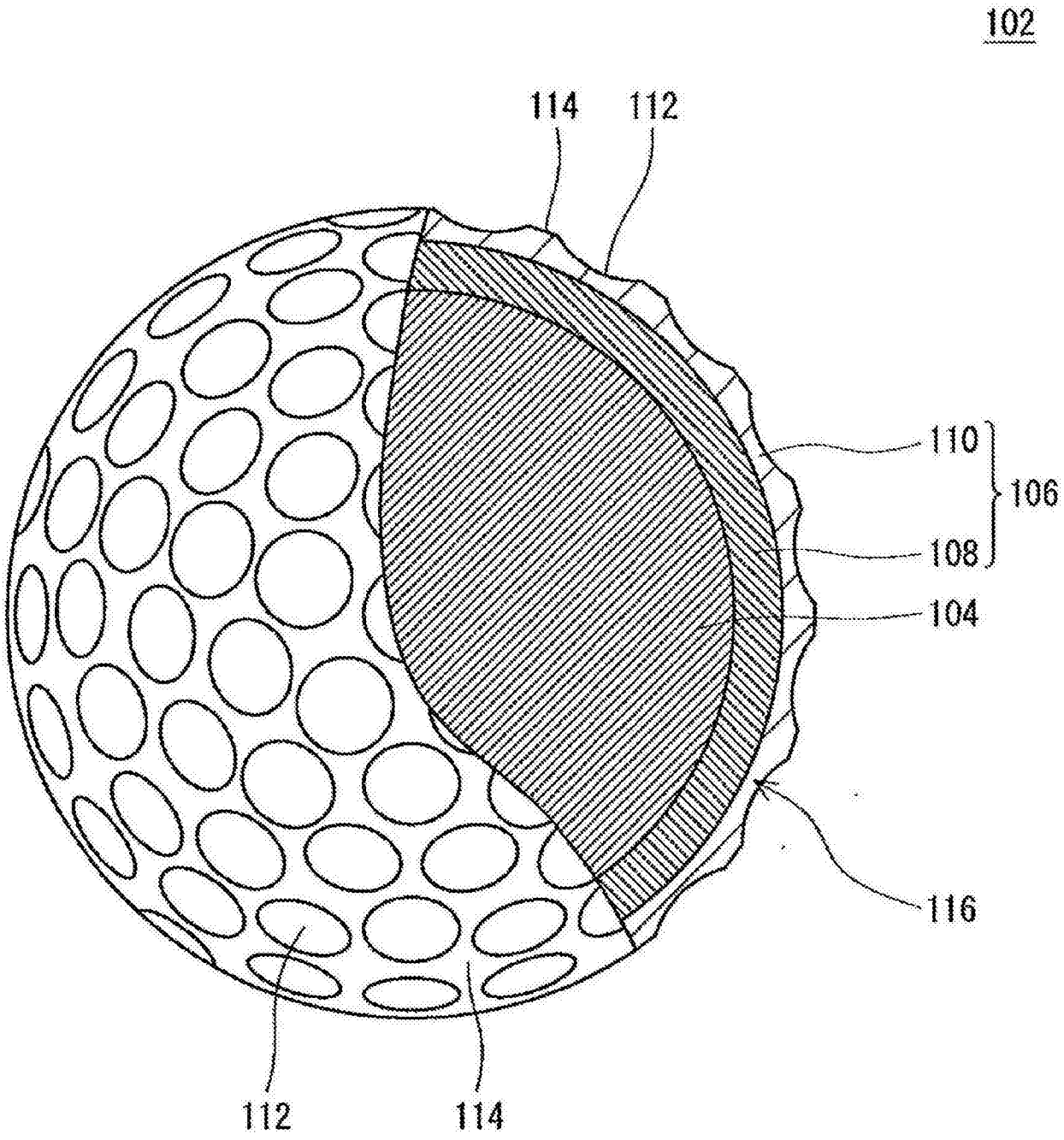


图 3

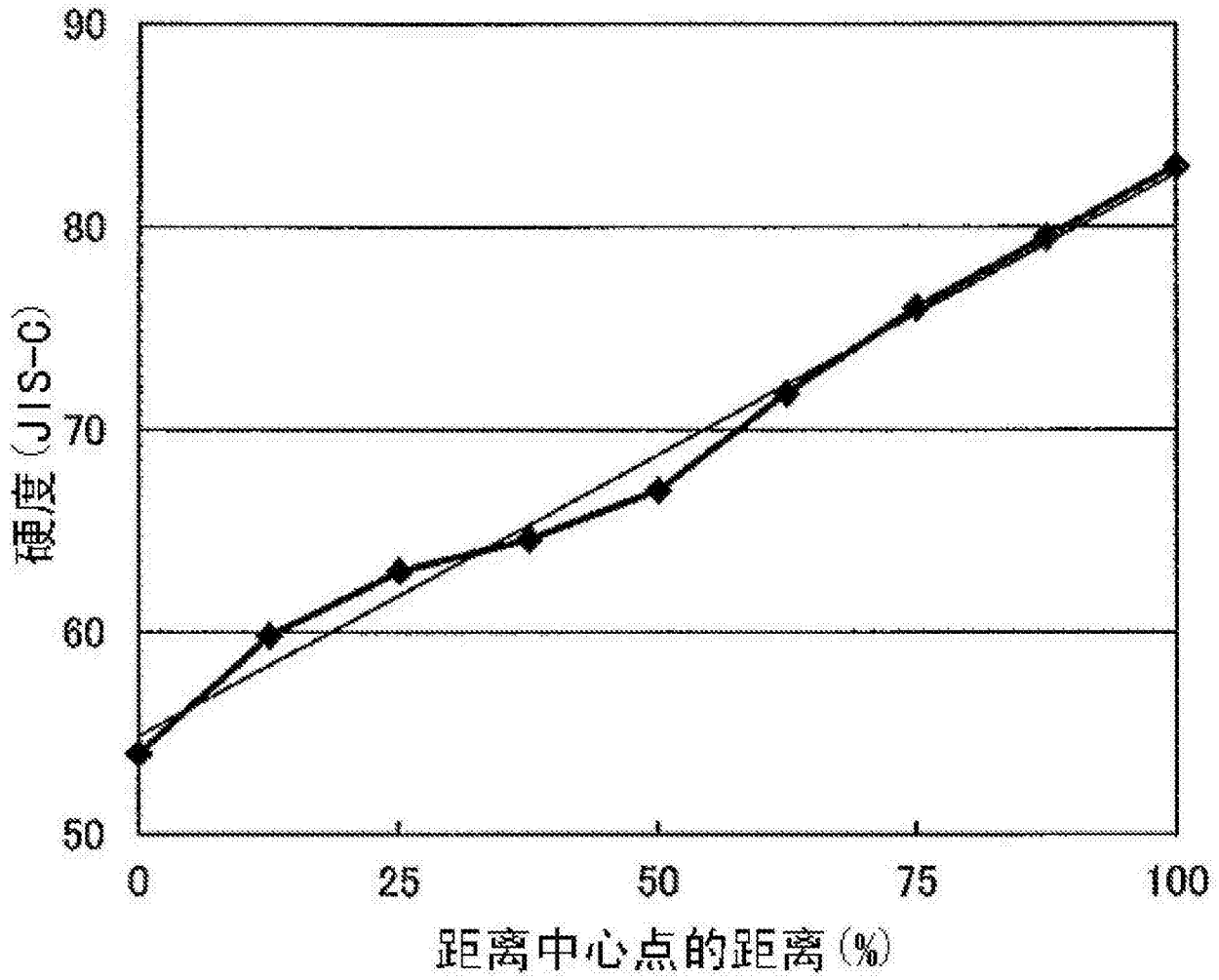


图 4