



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 00815728.6

[45] 授权公告日 2005 年 2 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1190245C

[22] 申请日 2000.9.14 [21] 申请号 00815728.6

[30] 优先权

[32] 1999. 9. 16 [33] US [31] 09/398,918

[86] 国际申请 PCT/US2000/025434 2000.9.14

[87] 国际公布 WO2001/019465 英 2001.3.22

[85] 进入国家阶段日期 2002.5.15

[71] 专利权人 卡拉韦高尔夫公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 S·S·奥格

审查员 汤元磊

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 蔡民军 郑建晖

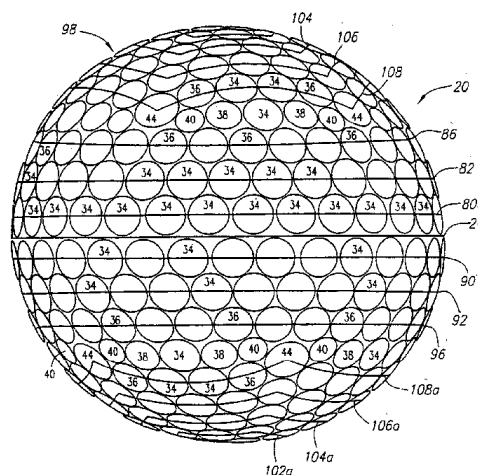
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 14 页

[54] 发明名称 其凹痕具有连续曲面的高尔夫球

[57] 摘要

一种高尔夫球(20), 该高尔夫球具有表面(22), 在该表面上布置许多凹痕(34、36、38、40、42、44、46)。凹痕(34、36、38、40、42、44、46)中每个凹痕的轮廓(199)从每个凹痕(34、36、38、40、42、44、46)的第一边缘(200a)到每个凹痕(34、36、38、40、42、44、46)的第二相对边缘(200b)是连续的。在第一边缘(200a)的轮廓(199)等于高尔夫球(20)的球的轮廓(199)。每个凹痕(34、36、38、40、42、44、46)的轮廓(199)从第一边缘(200a)到第一转折点(202a)以及从第二边缘(200a)到第二转折点(202b)是向上凸的, 而在第一转折点(202a)和第二转折点(202b)之间的轮廓(199)是下凹的。该轮廓(199)由下列方程式确定: $P(t) = 3B_i J_{n,i}(t) 0 < t < 1$, 其中, $J_{n,i}(t) = (n_i)t^i(1-t)^{n-i}$, n 至少等于 5, 而 i 等于 $n+1$ 。从底部中心(204)到第一边缘(200a)的每个点的半

径不同于从底部中心(204)到第一边缘(200a)的任何其它点的半径。



1. 一种具有表面的高尔夫球，该高尔夫球包括：

布置在该表面上许多凹痕，其中该许多凹痕中的每个凹痕具有一第一边缘和一与该第一边缘直径上相对的第二边缘，该许多凹痕中每个凹痕轮廓的曲率半径沿从该第一边缘到该第二边缘的整个轮廓是连续的，其中该许多凹痕的每个凹痕的底部中心的弦深在 0.0049 英寸到 0.0054 英寸之间。

2. 如权利要求 1 所述的高尔夫球，其特征在于，该轮廓在该第一边缘处的曲率半径等于该高尔夫球球体的曲率半径。

3. 如权利要求 1 所述的高尔夫球，其特征在于，每个凹痕的轮廓从该第一边缘到一第一转折点以及从该第二边缘到一第二转折点是向上凸的，而该第一转折点和该第二转折点之间的轮廓是向下凹的。

4. 如权利要求 1 所述的高尔夫球，其特征在于，从一底部中心到该第一边缘的该轮廓每个点的曲率半径不同于从该底部中心到该第一边缘的任何其它点。

5. 如权利要求 4 所述的高尔夫球，其特征在于，该许多凹痕的每个凹痕的曲率半径在该底部中心最大。

6. 如权利要求 1 所述的高尔夫球，其特征在于，该许多凹痕包括：

布置在该表面上的第一许多凹痕，该第一许多凹痕中的每个凹痕具有第一直径；

布置在该表面上的第二许多凹痕，该第二许多凹痕中的每个凹痕具有第二直径；该第二直径大于该第一直径；

布置在该表面上的第三许多凹痕，该第三许多凹痕中的每个凹痕具有第三直径；该第三直径大于该第二直径；

布置在该表面上的第四许多凹痕，该第四许多凹痕中的每个凹痕具有第四直径；该第四直径大于该第三直径；

布置在该表面上的第五许多凹痕，该第五许多凹痕中的每个凹痕具有第五直径；该第五直径大于该第四直径；

其中该第一、第二、第三、第四、第五许多凹痕覆盖该高尔夫球表面的至少 80%。

7. 如权利要求 6 所述的高尔夫球，其特征在于，该许多凹痕还包含布置在该表面上的第六许多凹痕，该第六许多凹痕具有第六直径，该第六直径大于该第五直径；该第一、第二、第三、第四、第五和第六许多凹痕覆盖该高尔夫球表面的至少 83%。

8. 如权利要求 7 所述的高尔夫球，其特征在于，该许多凹痕还包括至少一布置在表面上的第七凹痕，该至少一第七凹痕具有第七直径，该第七直径小于该第一直径；该第一、第二、第三、第四、第五和第六许多凹痕以及该至少一第七凹痕覆盖该高尔夫球表面的至少 86%。

其凹痕具有连续曲面的高尔夫球

技术领域

5 本发明涉及在其表面上具有凹痕图案的高尔夫球。本发明具体涉及一种高尔夫球的凹痕图案，其中每个凹痕在进入半径、偏转点和凹痕底部的中心点具有连续曲面。

背景技术

早在 19 世纪高尔夫球运动员或许就认识到具有凹痕表面的高
10 尔夫球其飞行性能优于平滑表面的高尔夫球，至少在 19 世纪 60 年代前就可以买到用手锤敲制的杜仲胶高尔夫球，具有刺（凸出的刺而不是凹入的刺）高尔夫球在 19 世纪晚期到 1908 年已经很流行。在 1908 年英国人 William Taylor 取得了一个具有凹痕高尔夫球的专利，这种高尔夫球的飞行特性好于带有刺的高尔夫球，而且也比带
15 刺的高尔夫球精密。随后 A.G. Spalding & Bros 购买了美国专利权，并生产出有 TAYLOR 凹痕的 GLORY 球。直到 20 世纪 70 年代，GLORY 球以及大多数其它的带有凹痕的高尔夫球具有 336 个凹痕，该凹痕具有同样尺寸和同样图案，即 ATTI 图案。该 ATTI 图案是八面体图案，分成八个同心的直线行，这种图案是根据高尔夫球主要生产厂
20 家得名。

在过去六十年中关于高尔夫球的唯一革新是 Albert Penfold 做出的。他为 Dunlop 发明了一种网格图案的高尔夫球。这种图案发明于 1912 年，但是一直到 20 世纪 30 年代才被接受。

在 20 世纪 70 年代主要高尔夫球生产商已提出凹痕图案的改进。
25 在 1973 年 Titleist 引进一种二十面体图案，该图案将高尔夫球分成二十个三角形区域。在 John Vernon Pugh 提出的英国专利 NO. 377354 中已公开一种二十面体图案，然而这种图案高尔夫球在中纬线上具有凹痕，该中纬线通常是高尔夫球模具的分模线。这样，二十面体便逐渐变成今天高尔夫球的主要图案。

30 在二十世纪 70 年代后期至 80 年代，高尔夫球主要生产厂商的数学家主要致力于增加高尔夫球有凹痕的表面积（由凹痕覆盖的表面积）的发明。ATTI 图案的高尔夫球有凹痕表面约为 50%。在二十

世纪 70 年代,有凹痕的面积增加到大于高尔夫球表面面积的 60%。
这种有凹痕的表面面积又突破性的增加到高于表面面积的 70%。
William Gobush 的美国专利 NO.4949976 公开一种凹痕数高到 422
个而覆盖面积占 78%的高尔夫球。在二十世纪 90 年代,凹痕表面面
5 积已突破达到 80%的覆盖率。

在高尔夫球表面上不同凹痕的数目还随表面积覆盖率的增加而
增加。ATTI 图案公开一种是具有一种尺寸凹痕的凹痕图案。不同类型
凹痕的数目增加,例如:具有三种不同类型凹痕已成为不同类型
凹痕的最佳数目。Oka 等人的美国专利 NO.4463 公开一种在表面具
10 有四种类型凹痕的凹痕图案,其中没有凹痕的表面不包含辅助的凹
痕。Steven Aoyama 的英国专利申请 NO.2157959 公开一种具有五种
不同直径的凹痕。另外 William Gobush 发明一种有十一种不同直径
凹痕的立方八面体图案。见 Antique Trade Books《高尔夫球 500
年》,第 189 页。然而对于高尔夫球,发明的具有多种凹痕的凹痕图
15 案只有在商业化和一般高尔夫运动员采用时才具有价值。

另外,根据截面形状凹痕图案已有例如八面体、十二面体和二十
面体。美国专利 NO.5201522 公开一种高尔夫球凹痕图案,这种
图案为五角结构,其中具有同样数目的凹痕。美国专利 NO.4880241
公开一种高尔夫球凹痕图案,该图案具有变型的二十面体图案,其
20 中小的三角形部分沿着中纬线,由此形成无凹痕的中纬线。

为了增强高尔夫球飞行的空气动力学性能,高尔夫球行业已经
研究和提高凹痕的设计水平。例如,Shimosaka 等人的题为“高尔
夫球”的美国专利 NO.5720676 公开的每个凹痕的横截面区域为,
低于凹痕边缘的距离为 0.01mm,Shimoska 专利的凹痕在此边缘以下
25 具有同样的横截面,因为在高于 0.01mm 的凹痕边缘在上漆以后被倒
圆,所以与反向的母模凹痕图案不一致。

其它的例子是 Ihara 等人的题为“高尔夫球”的美国专利 NO.
4848381 和 Yamagishi 等人的题为“两部分组成的实心高尔夫球”,
这两个专利在每个凹痕的边缘部分进行平缓的过渡。Ihara 和
30 Yamagishi 的专利特别的目的在于具有一种由离聚物材料组成面层
的高尔夫球。

再一个例子是 Kasashima 等人的题为“高尔夫球”的美国专利

NO. 5906551, 该专利在分模线上具有凹痕。在分模线上的凹痕其进入角大于不在分模线上的凹痕进入角。在 Kasashima 专利中, 在分模线凹痕上应用较大的进入角可以提高对称性。

5 凹痕进入角的另一个例子公开于 Miyagawa 等人的题为“高尔夫球”的美国专利 NO. 5857924。为了防止降低因为重复击球造成的旋转敏感性, Miyagawa 的专利其进入角在 5 到 20 度之间。

在 Oka 等人的题为“高尔夫球”美国专利 NO. 4813677 中公开控制凹痕边缘的另一个例子。该 Oka 的专利对于凹痕的壁表面具有很陡的倾斜角, 以增加凹痕的容积。

10 在 Boehm 的题为“高尔夫球”的美国专利 NO. 5566943 中公开一种与平缓凹痕边缘不同的边缘。该 Boehm 专利公开的凹痕在整个凹痕区域上具有恒定的深度。Boehm 的专利中凹痕的侧壁基本上与表面成 90 度角。这样便可改进铁竿击球的阻力。

虽然有关高尔夫球凹痕已提出数百篇专利, 但仍需要对现在的
15 凹痕进行改进, 特别是对于具有热固性聚氨酯面层的高尔夫球需要改进。具有热固性聚氨酯面层的高尔夫球, 例如具有 Maxfli REVOLUTION、Maxfli H、Titleist PROFESSIONAL、Titleist TOUR PRESTIGE 和 Slazenger RAM 420 面层的高尔夫球, 都需要补偿聚氨酯材料的固有特性, 这种特性妨碍使用离聚物面层所用的某加工方法, 例如, 不能进行旋转精加工。克服此问题的一个例子是采用双
20 半径设计, 例如在 Moriyama 的美国专利 NO. 5735757 中公开的设计。然而仍需要设计一种凹痕, 以尽量增加具有热固性聚氨酯面层的高尔夫球的空气动力学特性。

发明内容

25 本发明提供一种新颖的凹痕横截面, 这种横截面可以减小高尔夫球的阻力而同时增加其升力, 飞行较大的距离。本发明对每个凹痕根据贝塞尔五次曲线提供一种连续曲面, 由此可以达到此目的。

本发明提供了一种具有表面的高尔夫球, 该高尔夫球包括:

30 布置在该表面上许多凹痕, 其中该许多凹痕中的每个凹痕具有一第一边缘和一与该第一边缘直径上相对的第二边缘, 该许多凹痕中每个凹痕轮廓的曲率半径沿从该第一边缘到该第二边缘的整个轮廓是连续的, 其中该许多凹痕的每个凹痕的底部中心的弦深在

0.0049 英寸到 0.0054 英寸之间。

附图说明

- 图 1 是本发明高尔夫球优选实施例的中纬线视图；
图 1A 是图 1 的视图，示出凹痕的行；
5 图 1B 是图 1 的视图，示出凹痕的过渡区域；
图 2 是图 1 所示高尔夫球的球极视图；
图 2A 是图 2 的视图，示出串联凹痕的五角形；
图 2B 是图 2 的视图，示出凹痕的一个包围的五角形；
图 3 是图 1 所示高尔夫球的球极视图，示出星型结构；
10 图 4 是本发明高尔夫球地第一组凹痕的凹痕放大截面图；
图 4A 是图 4 分离的横截面图，示出进入半径的定义；
图 5 是本发明高尔夫球第二组凹痕的凹痕放大横截面图；
图 6 是本发明高尔夫球第三组凹痕的凹痕放大横截面图；
图 7 是本发明高尔夫球第四组凹痕的凹痕放大横截面图；
15 图 8 是本发明高尔夫球第五组凹痕的凹痕放大横截面图；
图 9 是本发明高尔夫球第六组凹痕的凹痕放大横截面图；
图 10 是本发明高尔夫球第七组凹痕的凹痕放大横截面图；
图 11 是现有技术凹痕的横截面图；
图 12 是现有技术另一种凹痕的横截面图；
20 图 13 是本发明凹痕的分离顶视平面图；
图 14 是图 13 所示凹痕的横截面侧视图；
图 14A 是图 13 凹痕的横截面侧视图，示出进入角和弦深；
图 14B 是图 13 凹痕的横截面图，示出用于形成凹痕曲面的桥结
曲面；
25 图 15 是从凹痕的一端到相对端距离与半径关系的曲线与先有技术凹痕的凹痕横截面相结合的图，显示出不连续的曲面；
图 16 是从凹痕的一端到相对端的距离与半径关系的曲线与本发明凹痕的凹痕横截面连续曲面结合的图示；
图 17 示出升力系数对雷诺数的曲线；
30 图 18 是阻力系数对雷诺数的曲线。

具体实施方式

如图 1 至 3 所示，高尔夫球总的用编号 20 表示。高尔夫球可以

是由两部分或三部分拼合成的高尔夫球。另外，由三部分组成的高尔夫球具有绕卷层或者具有牢固的边界层。高尔夫球 20 的面层可以用任何合适的材料制作。优选的面层由热固性聚氨酯材料组成。然而，本领域的技术人员将会看到，可以利用其它的面层材料而不超出本发明的范围和精神。高尔夫球 20 可以具有由底漆或/和面漆构成的饰面。

高尔夫球 20 具有表面 22。高尔夫球 20 还具有将高尔夫球 20 分成第一半球 26 和第二半球 28 的中纬线 24，在第一半球 26 上的第一球极 30 位于从中纬线 24 开始沿经线弧转过 90 度的位置，在第二半球 28 上的第二球极位于从中纬线 24 沿经线弧转过 90 度的位置。

在两个半球 26 和 28 的表面 22 上有分成 7 组不同凹痕的 382 个凹痕。在优选实施例中的第一组凹痕 34 是最大数目的凹痕，有 222 个凹痕。第二组凹痕 36 是数目次大的凹痕，有 100 个凹痕。第三组凹痕 38 和第四组凹痕 40 是下一个最大数目的凹痕，在优选实施例中每个组 38 和 40 有 20 个凹痕。第五组凹痕 42 和第六组凹痕 44 是再下一个数目最多的凹痕，在优选实施例中，每个组 42 和 44 有 10 个凹痕。第七组凹痕 46 仅有 2 个凹痕。在优选实施例中，382 个凹痕总计覆盖高尔夫球表面 22 的 86%。

第七组凹痕 46 的两个凹痕分别位于相应的球极 30 和 32 上，第五组凹痕 42 中的每个凹痕邻接第七组凹痕 46 中的一个凹痕，第五组凹痕 42 中位于第一半球 26 上的五个凹痕与中纬线 24 和第一球极 30 分别等距。位于第二半球 28 上的第五组凹痕上的五个凹痕分别与中纬线 24 和第二球极 32 等距。这些球极凹痕 42 和 46 总共覆盖高尔夫球 20 表面 22 的约为 2%。

图 8 示出第五组凹痕 42 中的凹痕横截面。凹痕 42 的半径 R_5 约为 0.0720 英寸，弦深 C_5 约为 0.0054 英寸，进入角 θ_5 约为 15.7 度，而进入半径 ER_5 约为 0.0336 英寸。和现有技术中的术语“进入半径”或者“边缘半径”的用法不同，本文所定义的进入半径是与进入角相结合用来确定凹痕轮廓下凹和上凸部分的一个数值。在由该进入半径和进入角确定的这一点使得两根贝塞尔曲线第一和第二导数相等，如图 4A 所示。

图 10 示出第七组凹痕 46 中凹痕的横截面。该凹痕 46 的半径 R_7

约为 0.0510 英寸，弦深 C_7 约为 0.0049 英寸，进入角 θ_7 约为 13.4 度，而进入半径 ER_7 约为 0.0336 英寸。

5 第六组凹痕 44 中的十个凹痕总共覆盖高尔夫球 20 表面 22 的约 3%。在第一半球 26 上的第六组凹痕 44 中的五个凹痕分别与中纬线 24 和第一球极 30 等距。在第二半球 28 上的第六组凹痕 44 中的五个凹痕分别与中纬线 24 和第二球极 32 等距。另外第六组凹痕中每个凹痕邻接 3 个不同组凹痕 34、36 和 40。

10 图 9 示出第六组凹痕 44 中的凹痕的横截面。凹痕 44 的 R_6 约等于 0.093 英寸，弦深 C_6 约为 0.0051 英寸，进入角 θ_6 约为 15.2 度，而进入半径 ER_6 约为 0.0333 英寸。第六组凹痕 44 中每个凹痕的超大直径使得本发明的凹痕图案具有极大的表面覆盖率。这与通常的想法不一致，即认为采用直径较小的凹痕可得到较大的表面覆盖率。

15 第四组凹痕 40 中的所有凹痕邻接第六组凹痕 44 中至少一个凹痕。第四组凹痕 40 中的 20 个凹痕覆盖高尔夫球 20 表面 22 的约 2.7%。在第一半球 26 上的第四组凹痕 40 中的 10 个凹痕分别与中纬线 24 和第一球极 30 等距。位于第二半球 28 上的第四组凹痕 40 中的 10 个凹痕分别与中纬线 24 和第二球极 32 等距。另外第四组凹痕 40 中的每个凹痕邻接三个不同组的凹痕 36、38 和 44。

20 图 7 示出第四组凹痕 40 中凹痕的横截面。凹痕 40 的半径 R_4 约为 0.062 英寸，弦深 C_4 约为 0.0052 英寸，进入角 θ_4 约为 15.2 度，而进入半径 ER_4 约为 0.0358 英寸。

25 第三组凹痕 38 中所有凹痕均邻接第六组凹痕 44 中至少一个凹痕。第三组凹痕 38 中的 20 个凹痕总共覆盖高尔夫球 20 表面 22 的约 3.8%。在第一半球 26 上的第三组凹痕 38 中的 10 个凹痕分别与中纬线 24 和第一球极 30 等距。位于第二半球 28 上的第三组凹痕 38 中 10 个凹痕分别与中纬线 24 和第二球极 32 等距。另外第四组凹痕 38 中每个凹痕均邻接 3 个不同组的凹痕 34、36 和 40。

30 图 6 示出第三组凹痕 38 中凹痕的横截面。凹痕 38 的半径 R_3 约为 0.074 英寸，弦深 C_3 约等于 0.0053 英寸，进入角 θ_3 约等于 15.3 度，而进入半径 ER_3 约等于 0.0344 英寸。

第一组凹痕 34 中的 222 个凹痕由于其数目、尺寸和在高尔夫球 20 表面 22 上的位置而成为不同组凹痕 34 至 46 中最有影响的凹痕。

第一组凹痕 34 中的 222 个凹痕覆盖高尔夫球 20 表面 22 的约 53%。
位于第一半球 26 上的第一组凹痕 34 中的 110 个凹痕位于中纬线 24
上面的第一行 80 和第二行 82 两个行中，或者位于围绕第一球极 30
的伪星型结构 84 中，如图 3 清楚示出的那样。同样，位于第二半球
5 28 上的第一组凹痕 34 中 110 个凹痕或者位于中纬线 24 下面的第一
行 90 和第二行 92 中，或者位于围绕未示出的第二球极 32 的未示出
的伪星型结构 94 中。

图 4 示出第一组凹痕 34 中凹痕的横截面。凹痕 34 的半径 R_1 约
等于 0.0834 英寸，弦深 C_1 约等于 0.0053 英寸，进入角 θ_1 约为 15.3
10 度，而进入半径 ER_1 约为 0.0344 英寸。

第二组凹痕 36 中 100 个凹痕由于其数目、尺寸和在高尔夫球 20
表面 22 上的位置在不同组的凹痕 34 至 46 中具有第二最大影响。第
二组凹痕 36 的 100 个凹痕约覆盖高尔夫球 20 表面 22 的 22%，因此，
第一组凹痕 34 和第二组凹痕 36 加起来总共覆盖高尔夫球 20 表面 22
15 的约 75%。位于第一半球 26 上的第二组凹痕 36 中的 50 个凹痕，或
者位于中纬线上面的第三行 86 中和围绕第一球极 30 的第二五角形
102 中，或者沿着纬度过渡区域 70。同样，位于第二半球 28 上的第
二组凹痕 36 中的 50 个凹痕，位于中纬线 24 下面第三行 96 中和围
绕第二球极 32 未示出的第二五角形 102a 中，或者沿着纬度过渡区
20 域 72。

图 5 示出，第二组凹痕 36 中凹痕的横截面。凹痕 36 的半径 R_2
约为 0.079 英寸，弦深 C_2 约为 0.0053 英寸，进入角 θ_2 约为 15.1
度，而进入半径 ER_2 约为 0.0315 英寸。

如图 1A 清楚示出的，每个半球 26 和 28 有三行从中纬线 24 开
25 始。第一半球 26 的第一和第二行 80 和 82 以及第二半球 28 的第一
和第二行 90 和 92 由第一组凹痕 34 构成。第一半球 26 的第三行 86
和第二半球 28 的第三行 96 由第二组凹痕 36 组成。用这种成行的图
案可以在高尔夫球 20 上获得更大的凹痕表面积覆盖率。如上所述，
常规的做法是外加较小直径的凹痕行来获得较大表面积覆盖率。然
30 而本发明的凹痕图案是从凹痕数相同的行过渡到五角形区域 98。五
角形区域 98 示于图 2A。同样的五角形区域 98a 未示出，该区域围
绕着第二球极 32。五角型区域 98 具有从第一球极 30 展开的五个五

角型 100、102、104、106 和 108。而同样的五角形 100a、102a、104a、106a 和 108a 则从第二球极 32 展开。第一五角形 100 由第五组凹痕 42 组成。第二五角形 102 由第二组凹痕 36 组成。第三五角形 104 由第一组凹痕 34 组成。第四五角形 106 也由第一组凹痕 34 组成。
5 第五组五角形 108 由第一组凹痕 34 和第六组凹痕 44 组成。然而更大的第五五角形 108' 将包括第五五角形 108 和所有在第三行和第五五角形 108 之间的凹痕。五角型区域 98 可使本发明的凹痕图案具有较大的表面积。

图 2B 示出构成五角形区域 98 的五个三角形 130 至 138。划线 140
10 示出较大五角形区域 98' 的延伸部，该延伸部与纬度过渡区域 70 重叠。

如图 1B 清楚示出的，第三组凹痕 38、第四组凹痕 40 和第六组凹痕 44 中的所有凹痕位于纬向过渡区域 70 和 72 中，纬度过渡区域由 70 和 72 使本发明的凹痕图案从排行 80、82、86、90、92 和 96
15 过渡到五角型区域 98 和 98a。纬度过渡区域 70 和 72 中的每个过渡区域覆盖相应半球 26 和 28 上从中纬线 24 开始的 40 至 60 经度之间的环形区域。第一纬度过渡区域 70 具有第一球极边界 120 和中纬线边界 122，前者位于从中纬线 24 开始的约 60 度经度角，而后者位于从中纬线开始的 40 度经度角。类似地，第二纬度过渡区域 72 具
20 有球极边界 120a 和中纬线边界 122a，前者位于从中纬线 24 开始的约 60 度经度角，而后者位于从中纬线 24 开始的约 40 度经度角。

图 11 和 12 示出现有技术凹痕的横截面。如图 11 所示，现有技术高尔夫球 171 具有凹痕 173 的横截面，该横截面从凹痕 173 一端 175 到凹痕 173 的另一端 177 具有同样的半径“R”。更准确讲，凹痕 173 中心 179 的半径 R 等于在端部 175 或端部 177 点上的半径 R。
25 这种现有技术高尔夫球 171 具有由离聚物组成的面层，这种面层可以进行旋转精加工，以形成结束高尔夫球 171 球表面和开始凹痕 173 的平滑的边缘。

图 12 示出的现有技术高尔夫球 171a 通常具有由热固性聚氨酯材料组成的面层，这种面层比离聚物的面层更耐用。然而聚氨酯面层不能进行旋转精加工，产生更光滑的边缘。因此现有技术例如美国专利 NO. 5735757 公开的现有技术已形成具有两个半径的凹痕
30

173a。如图 12 所示，中心 179a 的半径 R2 不同于端部 175a 或者端部 177a 的半径。因此在过渡区域 181a 至 181b 之间，凹痕 173a 具有半径 R2，并且从点 181a 到 175a 以及从 181b 到 177a，凹痕 173a 具有 R1。半径 R3 示出模仿旋转精加工高尔夫球的要求半径。这样凹痕 173a 便形成不连续的形状。

如图 13、14、14A、14B 所示，本发明的高尔夫球 20 其轮廓 199 不同于现有技术高尔夫球的轮廓。本发明的高尔夫球 20 具有连续的轮廓 199，整个轮廓 199 具有变化的半径。该轮廓 199 从边缘 200a 开始并结束另一个边缘 200b。该轮廓 199 在转折点 202a 和 202b 进行转折。划线 203 示出凹痕 40 的环形向内弯曲线。该轮廓 199 具有底部中心 204，在该中心该凹痕 40 的深度达到最大深度。高尔夫球 20 具有曲面 206，该曲面与高尔夫球 20 的没有凹痕区域的球面 211 是一致的。划线表示凹痕 40 上面高尔夫球的虚曲面 206。高尔夫球 20 的曲面 206 等于在边缘 200a 和 200b 中的每个边缘上凹痕的轮廓 199。这种轮廓 199 和曲面 206 在边缘 200a 和 200b 上的相等性使得在高尔夫球 20 飞行期间可使空气平滑的进入凹痕 40 中。利用每个凹痕 40 的轮廓 199 可以控制在飞行期间作用在高尔夫球 20 上的空气压力。减小轮廓 199 的不连续性可以减小高尔夫球 20 飞行期间空气压力分布的不连续性，这样便减少了在高尔夫球飞行期间产生紊流边界层。

图 15 和 16 清楚示出本发明高尔夫球 20 凹痕和现有技术高尔夫球凹痕之间轮廓的差别，如图 15 所示。对于双半径凹痕（类似于图 12 的凹痕），该轮廓在过渡点具有不连续性。与此相反，如图 16 所示本发明的轮廓 199 在整个轮廓上是连续的，在凹痕 40 的底部中心为最大值。虽然已作为例子示出凹痕 40，但是本发明的高尔夫球 20 上的大部分其它凹痕或者所有凹痕均具有同样的轮廓 199。轮廓 199 的特征在于在转折点 202a 和 202b 之间为下凹部，而在从边缘 200a 到转折点 202a 以及从转折点 202b 到 200b 之间则为上凸部。

本发明的凹痕 40 的轮廓 199 是基于第五次贝塞尔多项式，该多项式具有以下表达式：

$$P(t)=3 B_i J_{n,i}(t) \quad 0 < t < 1$$

式中 $P(t)$ 是凹痕横截面凸部和下凹部二者的参数定义点，贝塞

尔混合函数是:

$$J_{n,i}(t) = (n_i) t^i (1-t)^{n-i},$$

而 n 等于确定贝塞尔混合函数的次数, 该次数对于本发明最好是 5。 t 是垂直于凹痕旋转轴线的参数坐标。 B_i 是构成多角型第 i 个顶点的值, 而 i 等于 $n+1$ 。 用在本发明中的贝塞尔的多项式的详细说明阐述在 McGraw-Hill, Inc. 的 David F. Rogers 和 J. Alan Adams 所著的“计算机制图学的数学基础”的第二版第 289~305 页, 该书已作为参考文献包含在本说明中。

对于本发明, 确定凹痕横截面形状的方程式需要边缘 200a 和 200b、转折点 202a 和 202b 和底部中心点 204 的位置、进入角 EA 、高尔夫球的半径 $R_{球}$ 、凹痕的半径 R_D 、进入半径 R_E 、底部中心 204 的曲率以及弦深 C_0 这些数据使得要设计的凹痕 40 的轮廓 199 在整个凹痕上是连续的。 在制造轮廓 199 时先加工作为轮廓 199 基础的两个有关桥接曲线。 第一桥接曲线 220 从边缘 200a 叠置到转折点 202a, 该桥接曲线可消除在曲面上的由于使真实的弧尖点连续和相切造成的不连续性。 第二桥接曲线 222 从转折点 202a 叠置到底部中心 204。 在转折点 202a 上桥接曲线 220 和 222 的连接形成等值的曲率并控制轮廓 199。 曲面在底部中心 204 的尺寸也可控制轮廓 199。 可在桥接曲线 220 和 222 中的每个桥接曲线上应用参数刚性控制法精细调整轮廓 199 的形状。 这种控制法允许细调凹痕 40 的形状, 通过衡量在桥接曲线 220 和 222 的每个端点上的正切和曲面极点实现。

图 17 示出具有本发明凹痕图案的高尔夫球 20 的升力系数, 并与 Titlelist PROFESSIONAL, Titlelist TOUR PRESTIGE, the Maxfli REVOLUTION and the Maxfli HT URETHANE 的高尔夫球进行了比较。 图 18 示出具有本发明凹痕图案的高尔夫球 20 的阻力系数, 并与 Titlelist PROFESSIONAL, Titlelist TOUR PRESTIGE, the Maxfli REVOLUTION and the Maxfli HT URETHANE 的高尔夫球进行了比较。 用于比较实验的所有高尔夫球, 包括具有本发明凹痕图案的高尔夫球 20, 均具有热固性聚氨酯面层。 按 1999 年 7 月 27 日公布的题为“具有聚氨酯面层的高尔夫球”的美国专利 NO. 6117024 的说明制造具有本发明凹痕图案的高尔夫球 20, 该专利的相关部分已作为参考文献包含在本文中。 本发明凹痕图案的空气动力学特性可以产生

较大的升力同时减少了传送到高尔夫球 20 上阻力，因此该高尔夫球比类似结构的高尔夫球飞得更远。

在这一方面，由美国高尔夫球联合会 (USGA) 和圣安德鲁的皇家和古代高尔夫球俱乐部提出的“高尔夫球规则”，将高尔夫球的初速度限制为每秒 250 英尺 (76.2 米) (因 2% 的最大公差，达到每秒为 255 英尺)，将总的距离限制为 280 码 (256 米)，加上 6% 的公差，达到总距离为 296.8 码 (6% 的公差可以降到 4%)。“高尔夫球规则”详细说明可见 USGA 的网页：www.usga.org。因此为了符合“高尔夫球规则”，高尔夫球的初速度和总的距离一定不能超过这个限制。所以高尔夫球 20 的凹痕图案应使高尔夫球 20 满足这些限制，而不能超出这些限制。

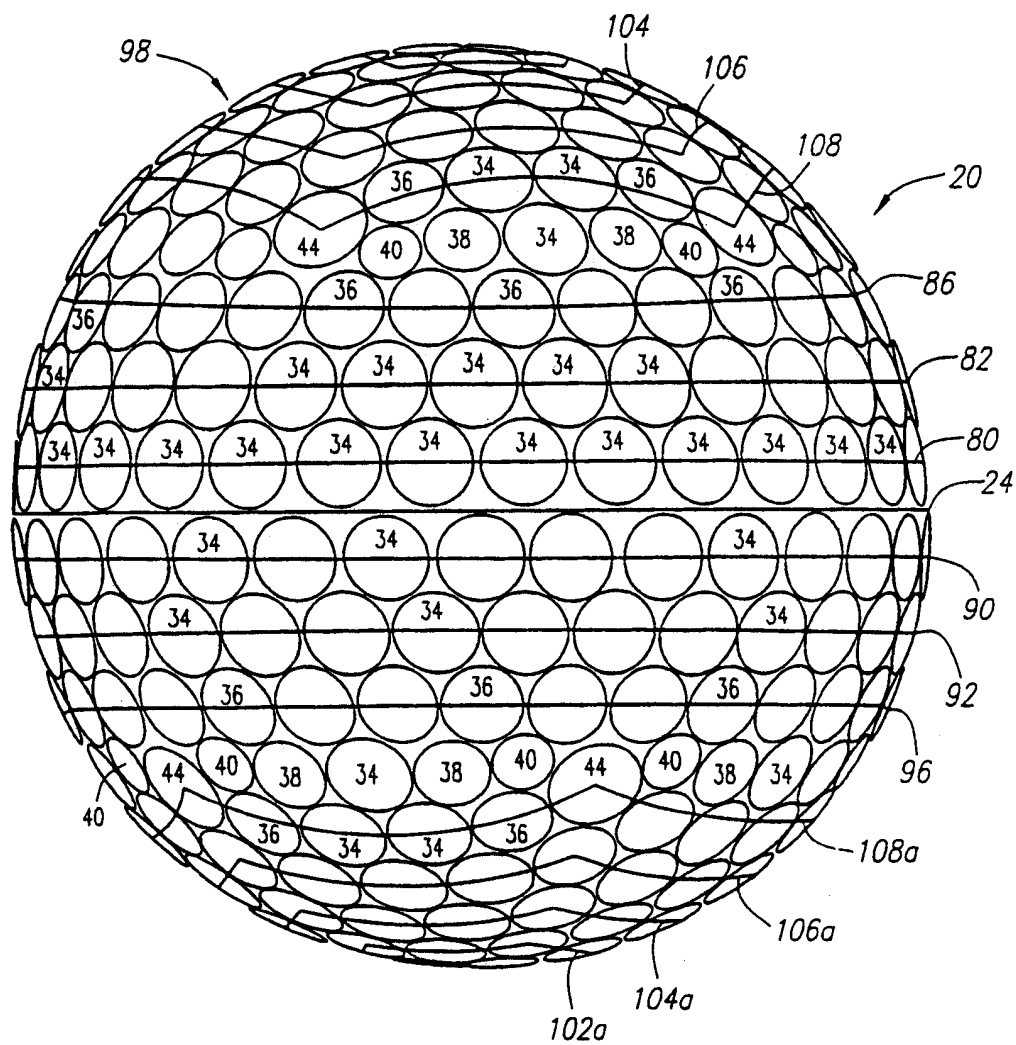


图 1A

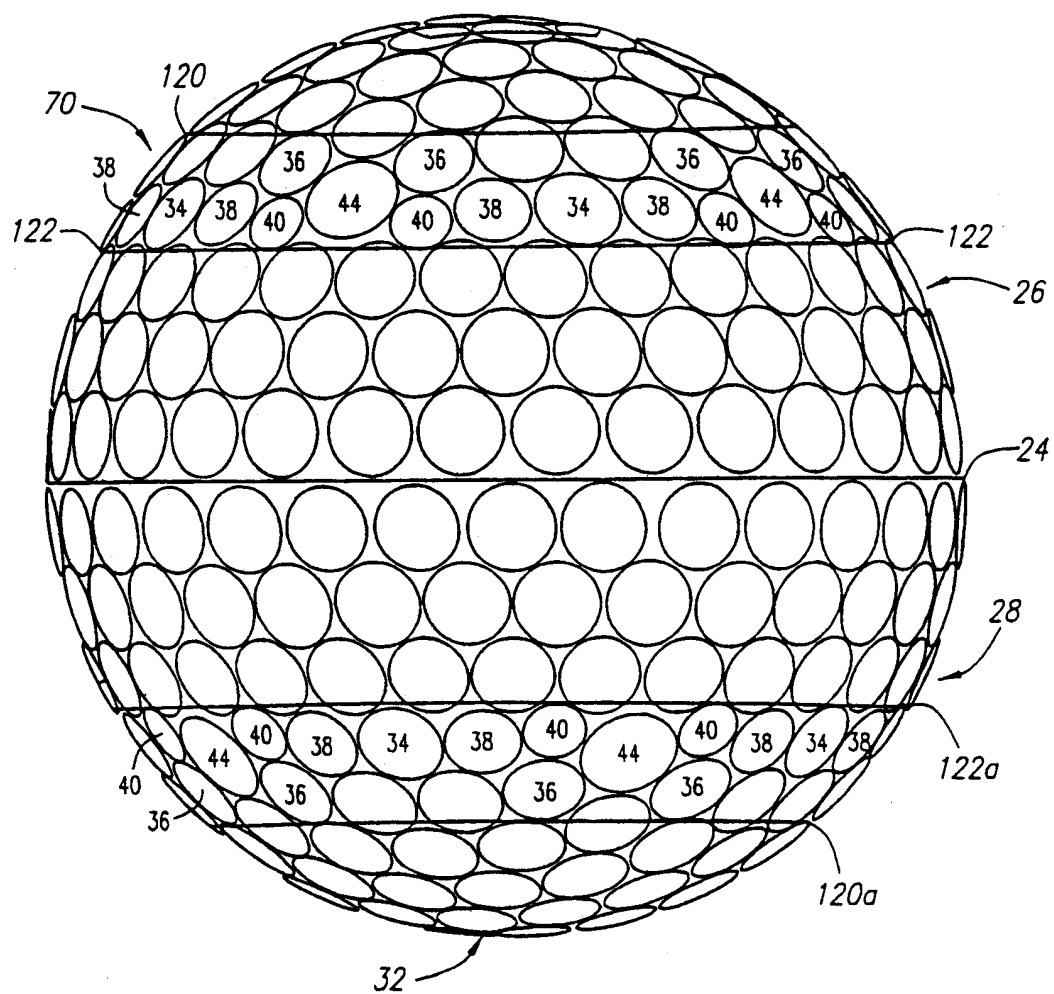


图 1B

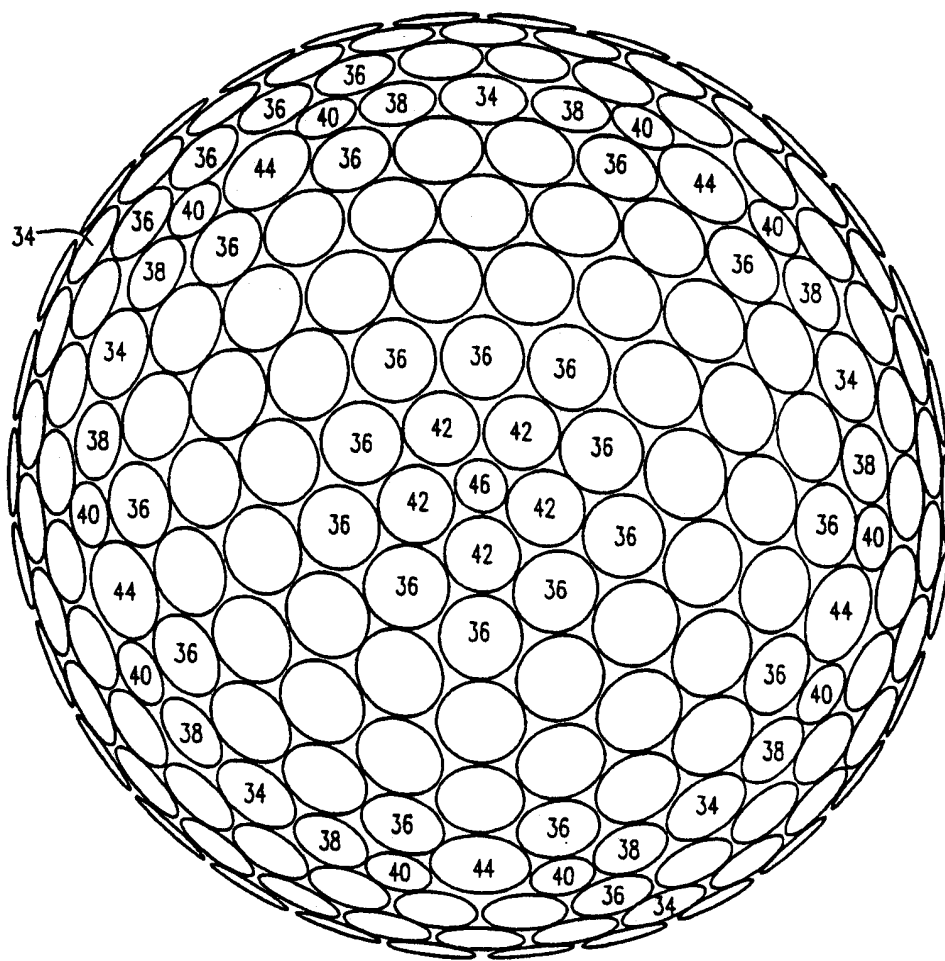


图 2

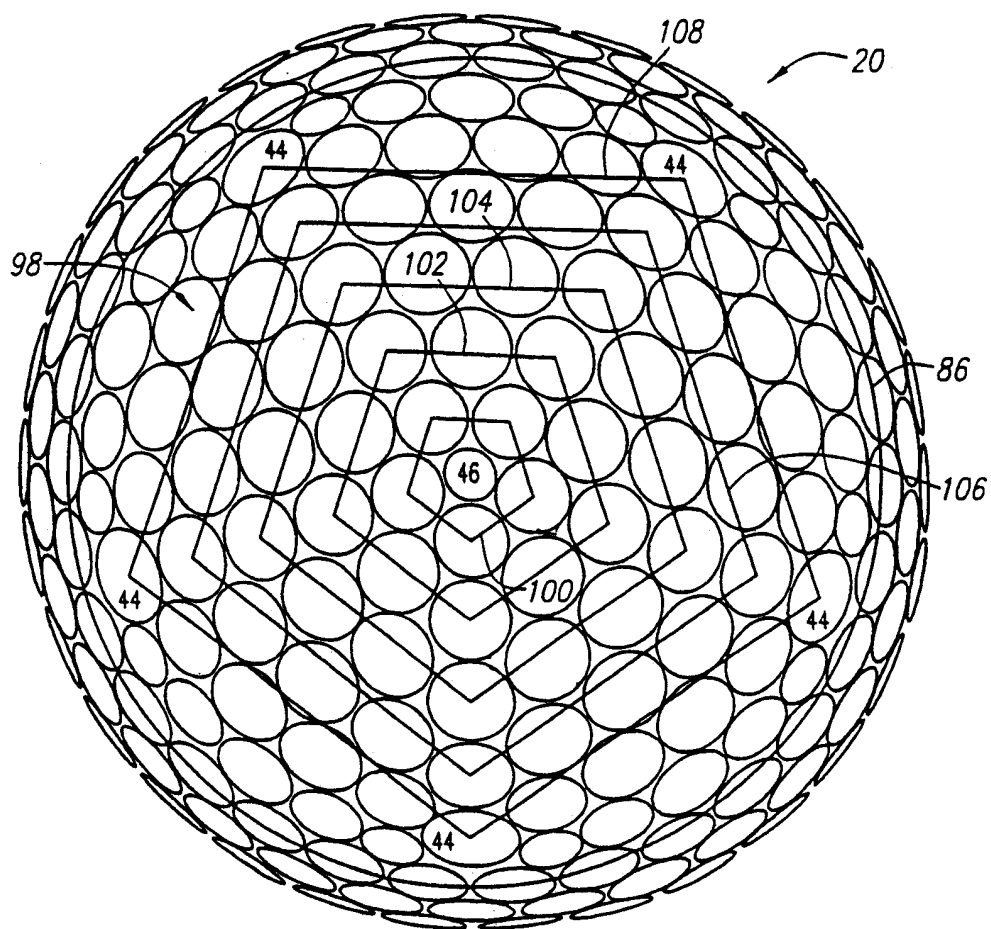


图 2A

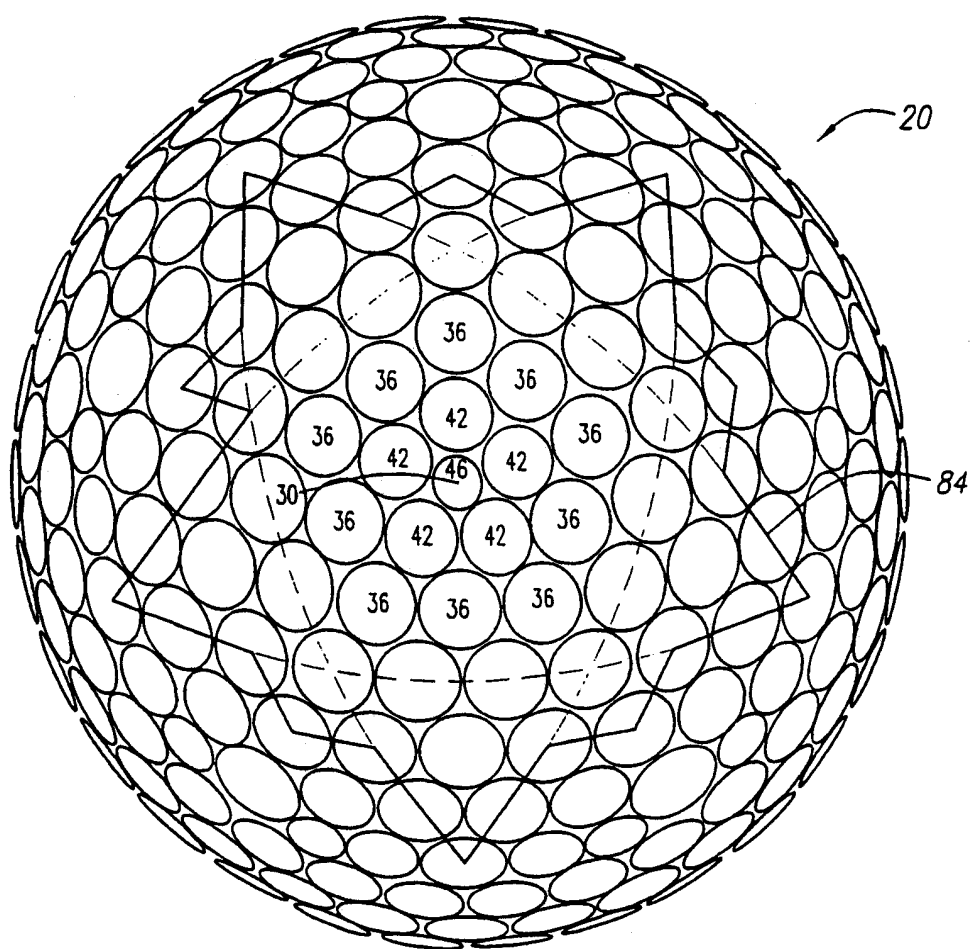


图 3

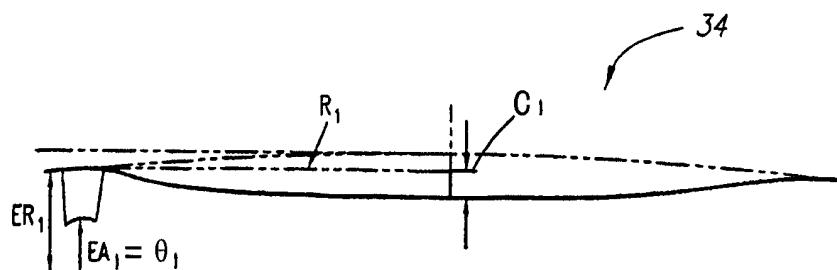


图 4

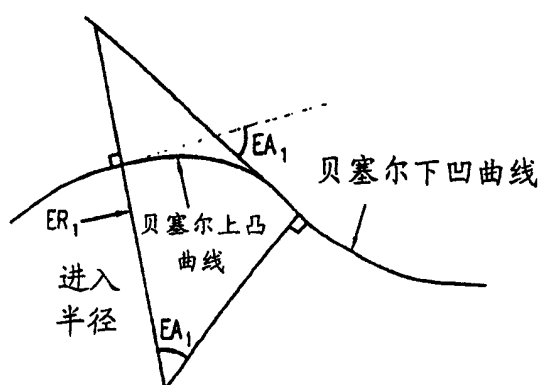


图 4A

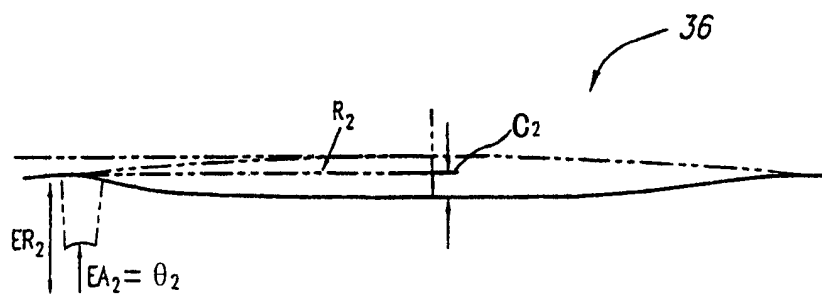


图 5

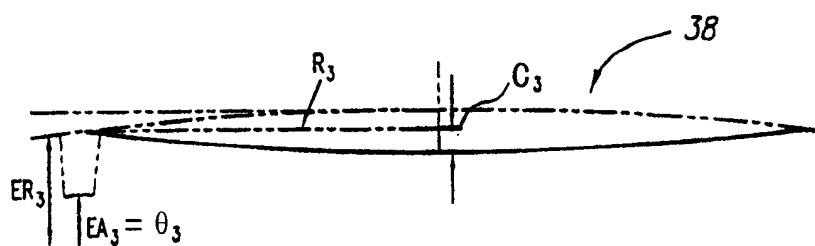


图 6

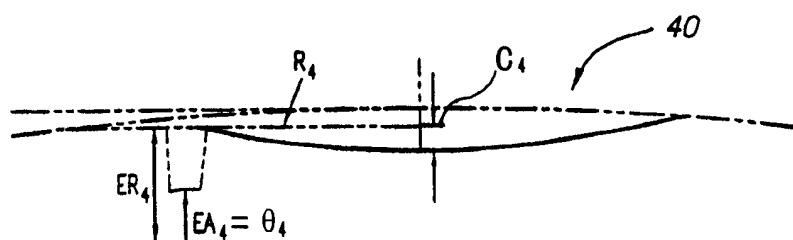


图 7

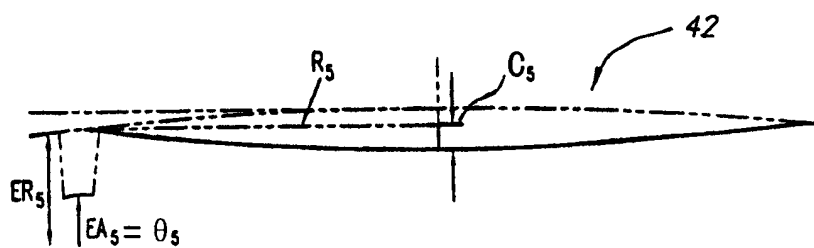


图 8

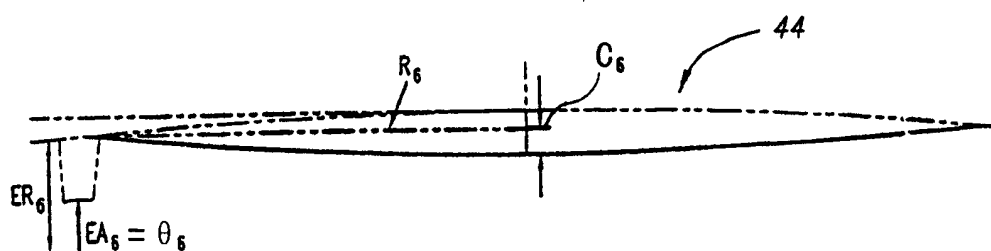


图 9

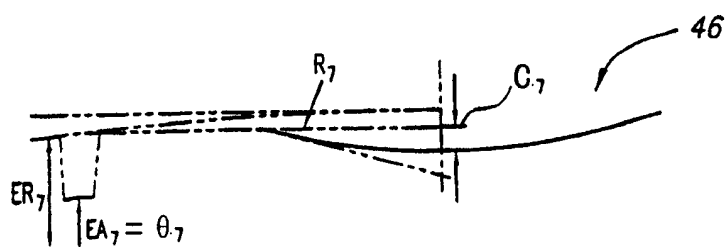


图 10

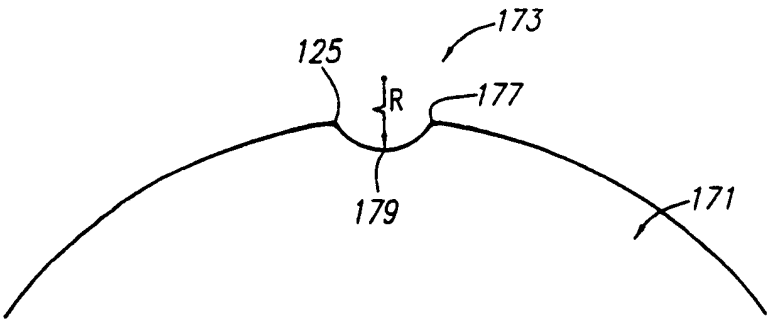


图 11

(现有技术)

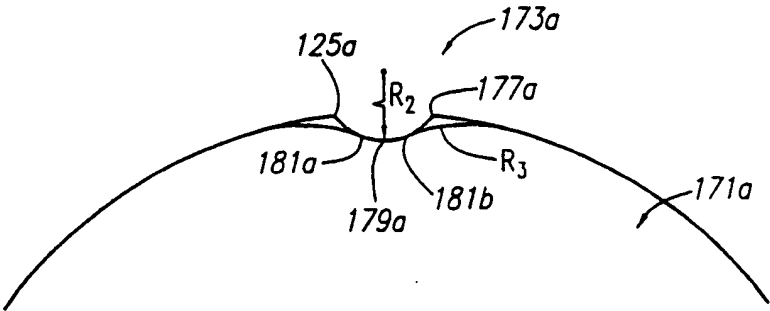


图 12

(现有技术)

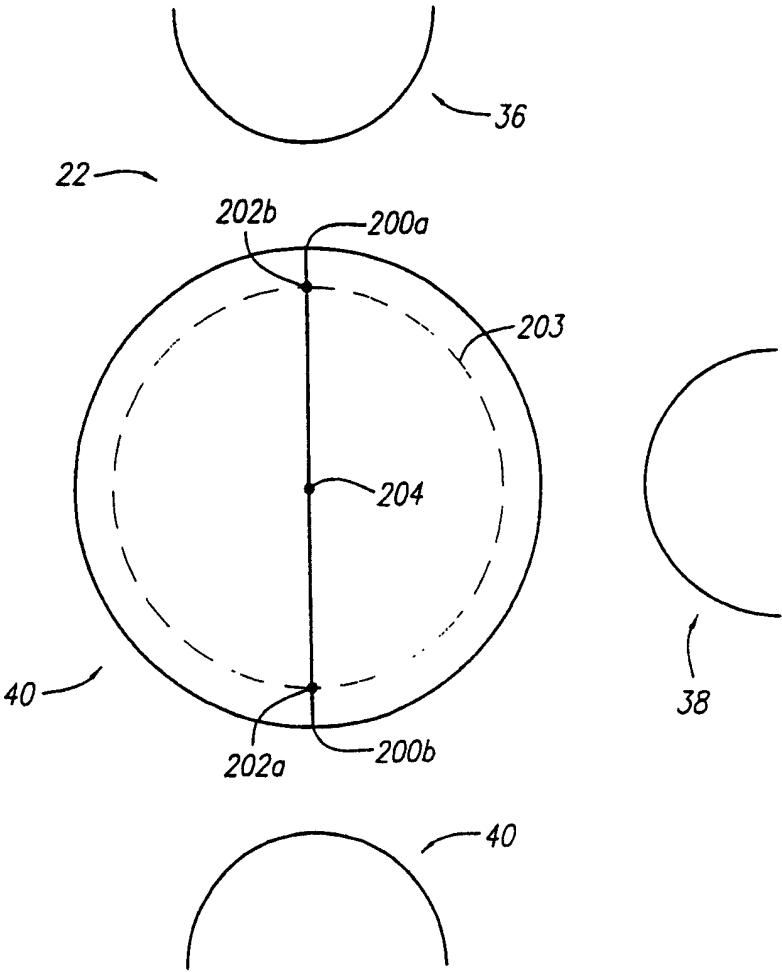
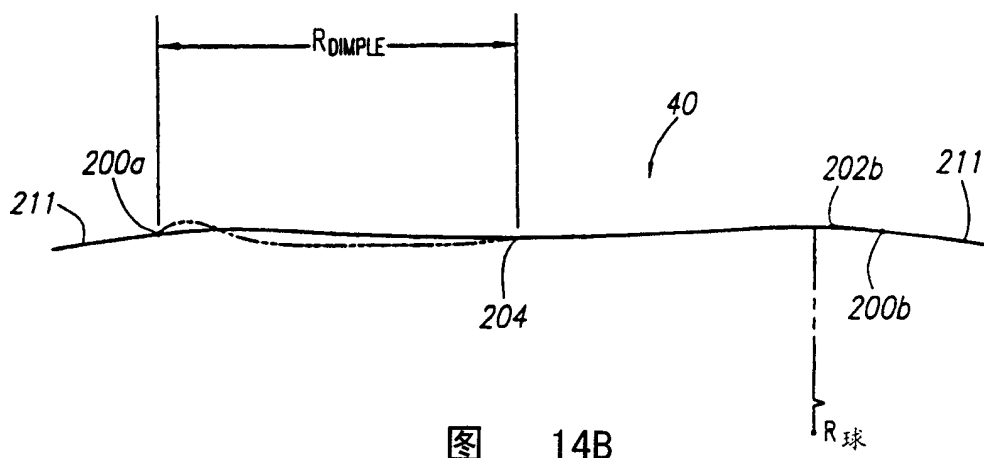
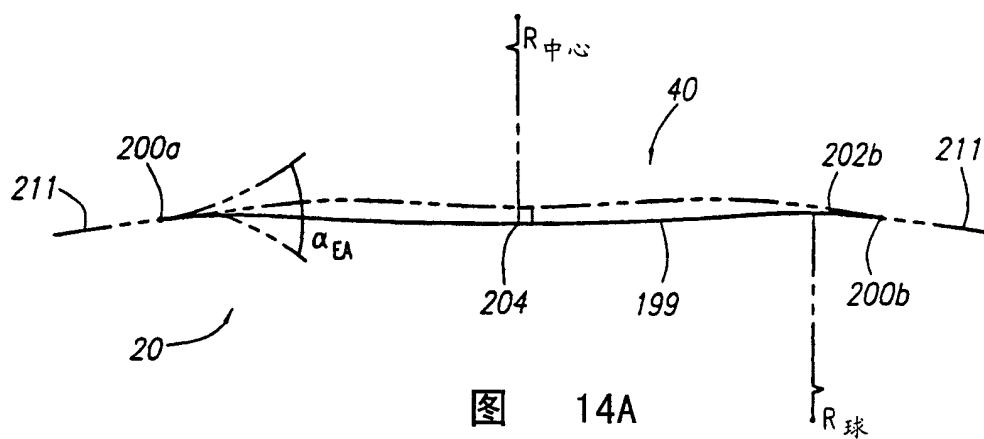
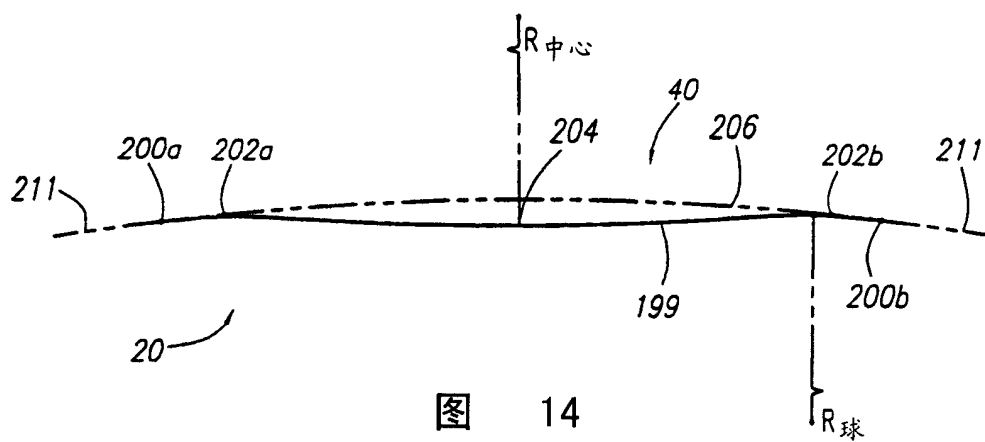


图 13



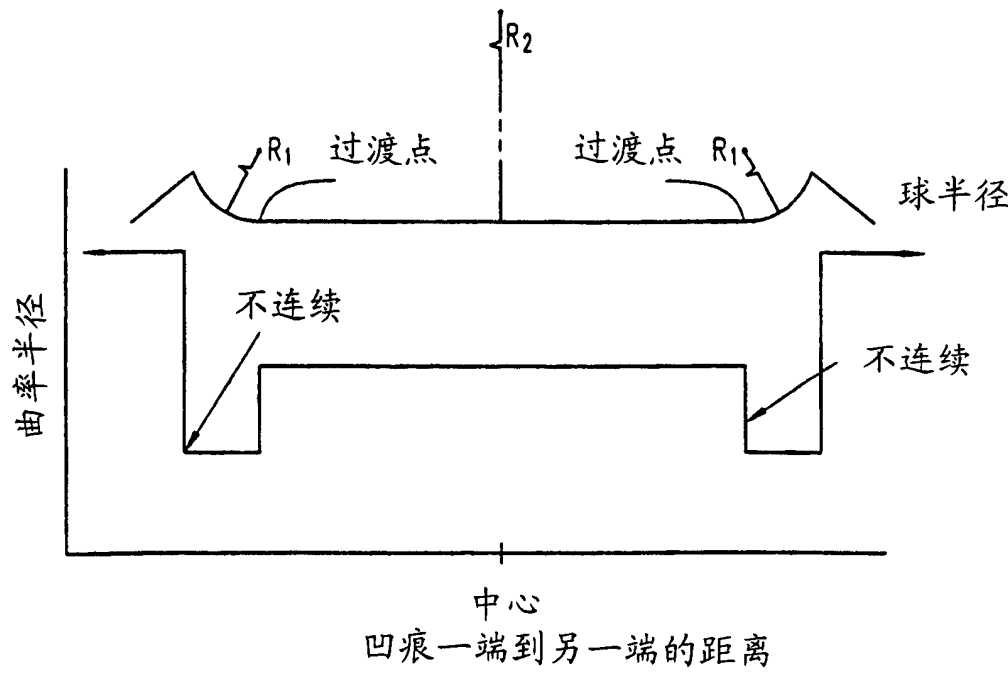


图 15
(现有技术)

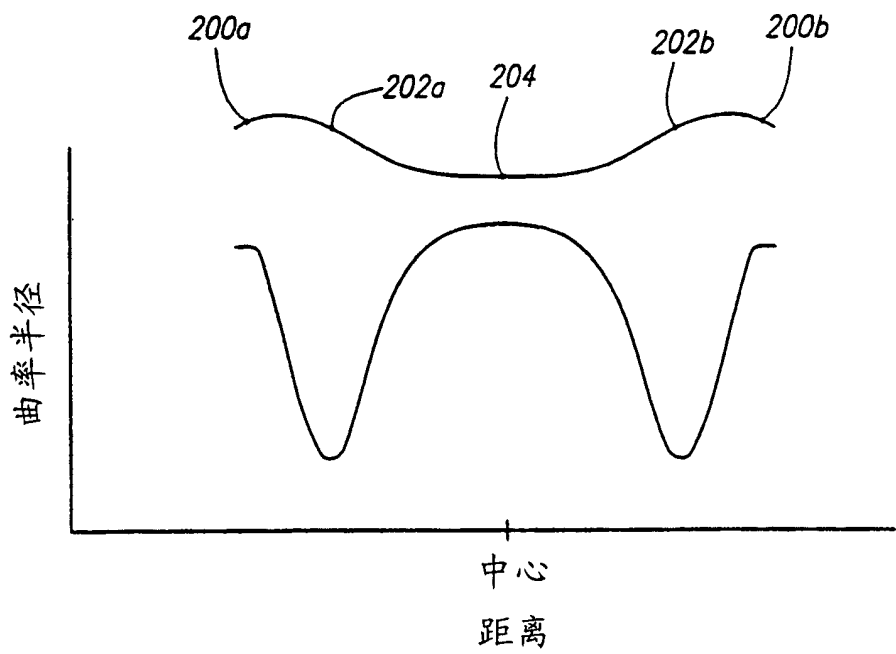


图 16

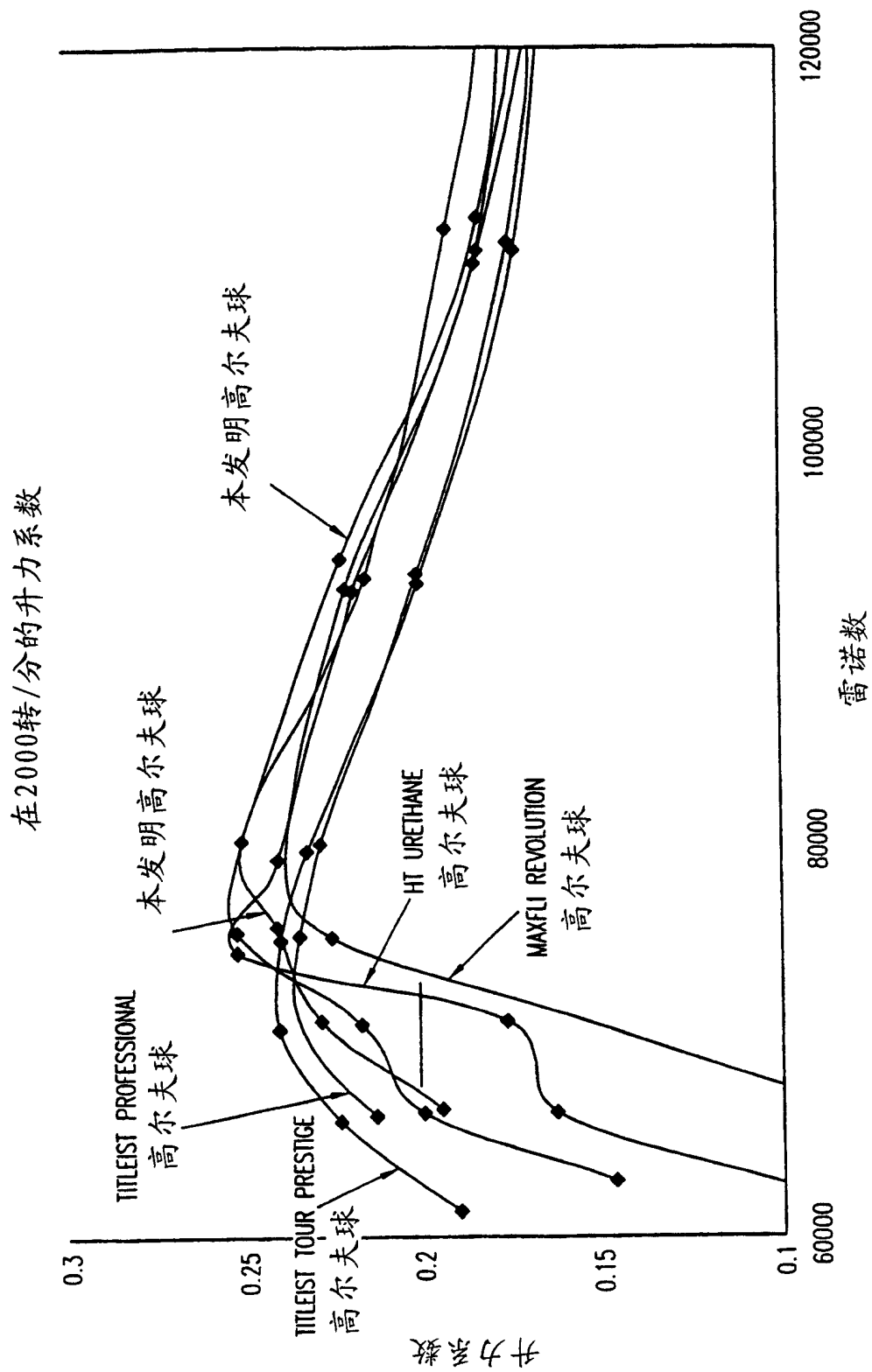


图 17

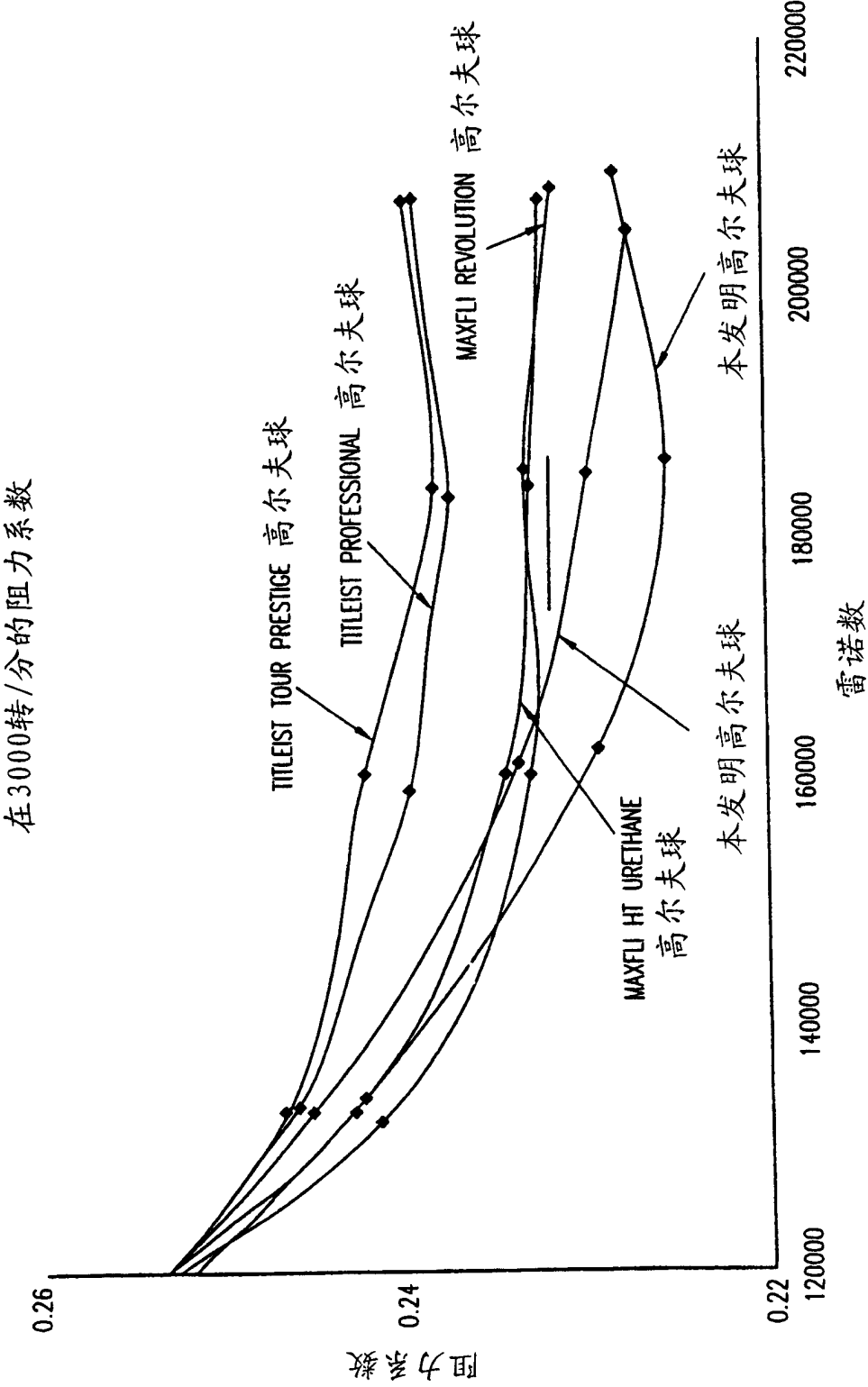


图 18