

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-239435

(P2006-239435A)

(43) 公開日 平成18年9月14日(2006.9.14)

(51) Int.CI.

F 1

テーマコード(参考)

A63B 37/00 (2006.01)

A 6 3 B 37/00

F

A63B 37/12 (2006.01)

A 6 3 B 37/00

L

A 6 3 B 37/12

審査請求 未請求 請求項の数 33 O L 外国語出願 (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2006-58874 (P2006-58874)
 (22) 出願日 平成18年3月6日 (2006.3.6)
 (31) 優先権主張番号 11/072670
 (32) 優先日 平成17年3月4日 (2005.3.4)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 390023593
 アクシユネット カンパニー
 ACUSHNET COMPANY
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O
 2719 フェアヘイヴン ブリッジ ス
 トリート 333
 (74) 代理人 100086531
 弁理士 澤田 俊夫
 (74) 代理人 100093241
 弁理士 宮田 正昭
 (74) 代理人 100101801
 弁理士 山田 英治

最終頁に続く

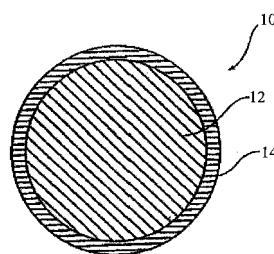
(54) 【発明の名称】軽量ツーピースゴルフボール

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ヘッド速度が遅いゴルファー用の軽量ツーピースゴルフボールを提供する。

【解決手段】コア12とこのコア12を包むカバー層14とを具備するゴルフボール10において、ゴルフボールの重量は好ましくは約44.5グラムと約45グラムの間であり、その径は少なくとも約4.27cmであり、100Kg荷重時の偏差は約3.0mmと約4.0mmの間である。さらに、ゴルフボールの反発係数は好ましくは30.48m/sのクラブヘッド速度で少なくとも約0.82から約0.87である。ゴルフボールは軽量ボールについて最適な軌道および全体距離を実現する空力系を有する。この結果、優れたフィーリングで距離を改善する軽量ゴルフボールが実現される。ゴルフボールは、とくに、低スイング速度のプレイヤの競技特性を最適化するように設計されている。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コアと、

上記コアを包むカバー層とを有し、
上記カバー層は外側表面を有し、

ゴルフボールの最適な軌道と全体距離とを実現する複数のディンプルのパターンを上記外側表面に形成し、

上記ゴルフボールの重量は約 44.5 グラムから約 45 グラムであり、その径は少なくとも 4.27 cm (1.68 インチ) であり、その反発係数は約 30.48 m/s (100 ft/s) のクラブヘッド速度で少なくとも約 0.82 であることを特徴とするゴルフボール。10

【請求項 2】

上記ディンプルパターンは、少なくとも 3 つの異なる径のディンプルを有する請求項 1 記載のゴルフボール。

【請求項 3】

上記ディンプルは上記外側表面の少なくとも 80% をカバーする請求項 1 記載のゴルフボール。20

【請求項 4】

上記カバーの外側表面と同心で、同一の径の仮想球に対して、上記ディンプルの端部角度は 14 度より大きい請求項 1 記載のゴルフボール。20

【請求項 5】

上記外側表面は約 200 から約 600 のディンプルを画定する請求項 1 記載のゴルフボール。20

【請求項 6】

上記複数のディンプルは、 C_L を揚力係数とし C_D を抗力係数とした場合に $C_{mag} = (C_L^2 + C_D^2)^{1/2}$ により定義される空体係数の大きさおよび $\text{Angle} = \tan^{-1}(C_L / D_L)$ により定義される空体力角度を有し、

ゴルフボールは外側ランド表面を有し、上記外側ランド表面は、

少なくとも 1 つの第 1 の実質的に一定の幅および少なくとも 1 つの第 2 の実質的に一定の幅を有し、上記第 1 の幅および第 2 の幅がディンプルを分離し、30

レイノルズ数が約 230000 でスピンレシオが約 0.085 のときの第 1 の空力係数の大きさが約 0.24 から約 0.27 で、第 1 の空体力角度が約 31 度から約 35 度であり、

レイノルズ数が約 207000 でスピンレシオが約 0.095 のときの第 2 の空体係数の大きさが約 0.25 から約 0.28 で、第 2 の空体力角度が約 34 度から約 38 度である請求項 1 記載のゴルフボール。30

【請求項 7】

レイノルズ数が約 184000 でスピンレシオが約 0.106 のときの第 3 の空力係数の大きさが約 0.26 から約 0.29 で、第 3 の空体力角度が約 35 度から約 39 度であり、40

レイノルズ数が約 161000 でスピンレシオが約 0.122 のときの第 4 の空体係数の大きさが約 0.27 から約 0.30 で、第 4 の空体力角度が約 37 度から約 42 度である請求項 6 記載のゴルフボール。40

【請求項 8】

レイノルズ数が約 138000 でスピンレシオが約 0.142 のときの第 5 の空力係数の大きさが約 0.29 から約 0.32 で、第 5 の空体力角度が約 39 度から約 43 度であり、

レイノルズ数が約 115000 スピンレシオが約 0.170 のときの第 5 の空体係数の大きさが約 0.32 から約 0.35 で、第 5 の空体力角度が約 40 度から約 44 度である請求項 7 記載のゴルフボール。50

【請求項 9】

レイノルズ数が約 9 2 0 0 0 でスピンレシオが約 0 . 2 1 3 のときの第 7 の空力係数の大きさが約 0 . 3 6 から約 0 . 4 0 で、第 7 の空体力角度が約 4 1 度から約 4 5 度であり、

レイノルズ数が約 6 9 0 0 0 でスピンレシオが約 0 . 2 8 4 のときの第 8 の空体係数の大きさが約 0 . 4 0 から約 0 . 4 5 で、第 8 の空体力角度が約 4 0 度から約 4 4 度である請求項 8 記載のゴルフボール。

【請求項 10】

1 0 0 K g 加重時の偏差が約 3 . 0 0 m m から約 4 . 0 0 m m である請求項 1 記載のゴルフボール。 10

【請求項 11】

クラブ速度が約 3 0 . 4 8 m / s (1 0 0 f t / s) のときの反発係数が約 0 . 8 3 から約 0 . 8 7 である請求項 1 記載のゴルフボール。

【請求項 12】

クラブ速度が約 3 0 . 4 8 m / s (1 0 0 f t / s) のときの反発係数が約 0 . 8 3 から約 0 . 8 5 である請求項 1 1 記載のゴルフボール。

【請求項 13】

クラブ速度が約 3 8 . 1 m / s (1 2 5 f t / s) のときの反発係数が少なくとも約 0 . 8 2 である請求項 1 記載のゴルフボール。

【請求項 14】

上記コアの表面のショア C 材料硬度が約 5 0 および約 8 0 の間である請求項 1 記載のゴルフボール。 20

【請求項 15】

上記カバー層の厚さが約 2 . 0 3 m m (0 . 0 8 インチ) 以下である請求項 1 記載のゴルフボール。

【請求項 16】

上記カバー層は熱可塑性材料から形成される請求項 1 記載のゴルフボール。

【請求項 17】

上記熱可塑性材料は、部分的にまたは完全に中和されたアイオノマー、熱可塑性ポリウレタン、メタローセン、熱可塑性ウレタン、フサボンド、または他のシングルサイト触媒ポリマーまたはこれらのブレンドからなるグループから選択される請求項 1 6 記載のゴルフボール。 30

【請求項 18】

上記カバー層は熱硬化性材料から形成される請求項 1 記載のゴルフボール。

【請求項 19】

上記熱硬化性材料は、芳香族ウレタン、光安定性ウレタン、光安定性ポリ尿素、ポリウレタン - アイオノマーまたはこれらのブレンドからなるグループから選択される請求項 1 8 記載のゴルフボール。

【請求項 20】

上記カバー層のショア D 材料硬度は約 3 0 および約 7 5 の間である請求項 1 記載のゴルフボール。 40

【請求項 21】

上記カバー層のショア D 材料硬度は約 6 0 未満である請求項 1 記載のゴルフボール。

【請求項 22】

コアと、

上記コアを包むカバー層とを有し、

上記カバー層は外側表面を有し、

ゴルフボールの最適な軌道と全体距離とを実現する複数のディンプルを上記カバー層の上記外側表面に形成し、

上記ゴルフボールの重量は約 4 4 . 5 グラムから約 4 5 グラムであり、1 0 0 K g 加重 50

時の偏差が約 3 . 0 mm から約 4 . 0 mm であり、その径は少なくとも 1 . 68 インチであり、その反発係数は約 100 ft / s のクラブヘッド速度で約 0 . 82 から約 0 . 87 であることを特徴とするゴルフボール。

【請求項 23】

上記ディンプルパターンは、少なくとも 3 つの異なる径のディンプルを有する請求項 2 記載のゴルフボール。

【請求項 24】

上記ディンプルは上記外側表面の少なくとも 80 % をカバーする請求項 22 記載のゴルフボール。

【請求項 25】

上記カバーの外側表面と同心で、同一の径の仮想球に対して、上記ディンプルの端部角度は 14 度より大きい請求項 1 記載のゴルフボール。

【請求項 26】

上記外側表面は約 200 から約 600 のディンプルを画定する請求項 22 記載のゴルフボール。

【請求項 27】

上記複数のディンプルは、 C_L を揚力係数とし C_D を抗力係数とした場合に $C_{mag} = (C_L^2 + C_D^2)^{1/2}$ により定義される空体係数の大きさおよび $\text{Angle} = \tan^{-1}(C_L / D_L)$ により定義される空体力角度を有し、

ゴルフボールは外側ランド表面を有し、上記外側ランド表面は、

少なくとも 1 つの第 1 の実質的に一定の幅および少なくとも 1 つの第 2 の実質的に一定の幅を有し、上記第 1 の幅および第 2 の幅がディンプルを分離し、

レイノルズ数が約 230000 でスピンドレシオが約 0 . 085 のときの第 1 の空力係数の大きさが約 0 . 24 から約 0 . 27 で、第 1 の空体力角度が約 31 度から約 35 度であり、

レイノルズ数が約 207000 でスピンドレシオが約 0 . 095 のときの第 2 の空体係数の大きさが約 0 . 25 から約 0 . 28 で、第 2 の空体力角度が約 34 度から約 38 度である請求項 22 記載のゴルフボール。

【請求項 28】

レイノルズ数が約 184000 でスピンドレシオが約 0 . 106 のときの第 3 の空力係数の大きさが約 0 . 26 から約 0 . 29 で、第 3 の空体力角度が約 35 度から約 39 度であり、

レイノルズ数が約 161000 でスピンドレシオが約 0 . 122 のときの第 4 の空体係数の大きさが約 0 . 27 から約 0 . 30 で、第 4 の空体力角度が約 37 度から約 42 度である請求項 27 記載のゴルフボール。

【請求項 29】

レイノルズ数が約 138000 でスピンドレシオが約 0 . 142 のときの第 5 の空力係数の大きさが約 0 . 29 から約 0 . 32 で、第 5 の空体力角度が約 39 度から約 43 度であり、

レイノルズ数が約 115000 スピンドレシオが約 0 . 170 のときの第 5 の空体係数の大きさが約 0 . 32 から約 0 . 35 で、第 5 の空体力角度が約 40 度から約 44 度である請求項 28 記載のゴルフボール。

【請求項 30】

レイノルズ数が約 92000 でスピンドレシオが約 0 . 213 のときの第 7 の空力係数の大きさが約 0 . 36 から約 0 . 40 で、第 7 の空体力角度が約 41 度から約 45 度であり、

レイノルズ数が約 69000 でスピンドレシオが約 0 . 284 のときの第 8 の空体係数の大きさが約 0 . 40 から約 0 . 45 で、第 8 の空体力角度が約 40 度から約 44 度である請求項 29 記載のゴルフボール。

【請求項 31】

10

20

30

40

50

クラブ速度が約 30 . 48 m / s (100 ft / s) のときの反発係数が約 0 . 83 から約 0 . 85 である請求項 22 記載のゴルフボール。

【請求項 32】

クラブ速度が約 38 . 1 m / s (125 ft / s) のときの反発係数が少なくとも約 0 . 82 である請求項 22 記載のゴルフボール。

【請求項 33】

上記カバー層のショア D 材料硬度は約 60 未満である請求項 22 記載のゴルフボール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、全般的にゴルフボールに関し、とくに、クラブヘッド速度が遅いゴルファー用の軽量ツーピースゴルフボールに関する。 10

【背景技術】

【0002】

ゴルフボールがどのように飛行するのかは、多くの要素により決定されるけれども、ゴルファーが制御できる要素は3つしかない。ゴルファーは、ゴルフクラブによってボールを打つことにより、ゴルフボールの速度、打ち出し角度、およびスピンドルレートを制御する。打ち出し角度は、ゴルフボールの飛行軌跡を設定する。ゴルフボールの速度およびスピンドルレートは、ボールに揚力を付与し、この揚力が、ゴルフボールの重量および抗力とあいまってボールの全体的な飛行経路を決定する。ゴルフボールが打ち出されたのちに停止する位置は、天候や、ボールが接する着地面に多く左右される。 20

【0003】

多くのゴルファーは「低スイング速度」と用ばれることが多い。これは、インパクト時のクラブヘッド速度がプロゴルファーと比較した場合に相対的に遅いことを意味する。典型的には、ゴルフボールをドライバで打ったとき、平均的なプロゴルファーのゴルフボール速度は約 234 ft / s (160 mph) である。低スイング速度のプレイヤーは 220 ft / s (150 mph) 未満の速度でボールをドライバで打ち出す。低スイング速度のプレイヤーのボール速度は遅い。この結果、低スイング速度のプレイヤーのボールは、速度および揚力に欠けているため、あまり遠くへ飛ばない。今日のすべてのゴルファーは、かなりのパーセンテージで、低スイング速度であるので、210 ヤード (192 m) 未満しかドライバで打ち出せない。 30

【0004】

標準的なボールは、一般に 90 mph (144 . 8 Km / h) より速いスイング速度で距離が最適化されている。標準的なボールは 45 グラムより重いが、軽量ボールは一般的に 44 グラムより軽い。典型的には、軽量ゴルフボールは低スイング速度のゴルファー用に設計されている。これら軽量ゴルフボールは、通常、シングルソリッドコアを固いカバー材料で包んでなるツーピースソリッドボールである。コアの弾力性を増加させて圧縮が大きくなるようにでき、さらにボールを硬くできるのに加え、初速度を増大させ、また、ボールのスピンドルレートを低減させることができる。これにより、低スイング速度のプレイヤーが実現できる距離を最大化する。しかしながら、これらボールは固い感じを伴いがちであり、グリーンでのコントロールが困難である。しかも、これらボールの質量が十分大きくないので目標の顧客に良好な距離を実現しない。 40

【0005】

ゴルフボールは一般に複数のディンプルを球表面に含んでいる。通常のディンプルは円形の凹みであり、抗力を減少させ揚力を増大させる。軽量ゴルフボールのディンプルのパッケージは標準重量のゴルフボール用に調整されたものであり、この結果、ボールが高く飛びすぎ、また短距離しか飛ばない。

【0006】

低スイング速度のプレイヤー用、とくに、90 mph (144 . 8 Km / h) 未満のクラブヘッド速度のプレイヤー用に設計された高性能ゴルフボール、とくに、飛距離を改善させ

10

20

30

40

50

優れたフィーリングを提供する高性能ゴルフボールが求められている。

【発明の開示】

【0007】

この発明はコアと、このコアを包むカバー層とを有するゴルフボールに向かっている。そして、このゴルフボールの重量は約44.5グラムから約45グラムであり、その径は少なくとも1.68インチ(4.27cm)であり、その反発係数は約100ft/s(30.48m/s)のクラブヘッド速度で少なくとも約0.82である。このゴルフボールは、最適な軌道と全体距離とを実現する複数のディンプルのパターンを有する。

【0008】

1つの好ましい実施例では、ディンプルパターンは、少なくとも3つの異なる径のディンプルを有する。ディンプルは好ましくは外側表面の少なくとも80%をカバーする。ディンプルの端部角度は、好ましくは、カバーの外側表面と同心で、同一の径の仮想球に対して、14度より大きい。

【0009】

この発明の1側面によれば、外側表面は約200から約600のディンプルを画定する。

【0010】

この発明の他の側面によれば、複数のディンプルは、 C_L を揚力係数とし C_D を抗力係数とした場合に $C_{mag} = (C_L^2 + C_D^2)^{1/2}$ により定義される空体係数の大きさおよび $\text{Angle} = \tan^{-1}(C_L / D_L)$ により定義される空体力角度を有する。さらに、ゴルフボールは外側ランド表面を有し、この外側ランド表面は、少なくとも1つの第1の実質的に一定の幅および少なくとも1つの第2の実質的に一定の幅を有し、第1の幅および第2の幅がディンプルを分離する。さらに、ゴルフボールは、レイノルズ数が約230000でスピンドルレシオが約0.085のときの第1の空力係数の大きさが約0.24から約0.27で、第1の空体力角度が約31度から約35度であり、レイノルズ数が約207000でスピンドルレシオが約0.095のときの第2の空力係数の大きさが約0.25から約0.28で、第2の空体力角度が約34度から約38度である。

【0011】

この発明の他の側面によれば、ゴルフボールは、レイノルズ数が約184000でスピンドルレシオが約0.106のときの第3の空力係数の大きさが約0.26から約0.29で、第3の空体力角度が約35度から約39度であり、レイノルズ数が約161000でスピンドルレシオが約0.122のときの第4の空力係数の大きさが約0.27から約0.30で、第4の空体力角度が約37から約42度である。

【0012】

この発明のさらに他の側面によれば、ゴルフボールは、レイノルズ数が約138000でスピンドルレシオが約0.142のときの第5の空力係数の大きさが約0.29から約0.32で、第5の空体力角度が約39度から約43度であり、レイノルズ数が約115000でスピンドルレシオが約0.170のときの第5の空力係数の大きさが約0.32から約0.35で、第5の空体力角度が約40度から約44度である。

【0013】

この発明のさらに他の側面によれば、ゴルフボールは、レイノルズ数が約92000でスピンドルレシオが約0.213のときの第7の空力係数の大きさが約0.36から約0.40で、第7の空体力角度が約41度から約45度であり、レイノルズ数が約69000でスピンドルレシオが約0.284のときの第8の空力係数の大きさが約0.40から約0.45で、第8の空体力角度が約40度から約44度である。

【0014】

この発明の他の側面によれば、ゴルフボールは、好ましくは、100Kg加重時の偏差が約3.00mmから約4.00mmである。

【0015】

この発明の他の側面によれば、ゴルフボールは、好ましくは、クラブ速度が約100f

10

20

30

40

50

t / s ($30 . 48 m / s$) のときの反発係数が約 $0 . 83$ から約 $0 . 87$ であり、より好ましくは、クラブ速度が約 $100 ft / sec$ ($30 . 48 m / s$) のときの反発係数が約 $0 . 83$ から約 $0 . 85$ である。

【0016】

この発明の他の側面によれば、ゴルフボールは、クラブ速度が約 $125 ft / s$ ($38 . 1 m / s$) のときの反発係数が少なくとも約 $0 . 82$ である。

【0017】

好ましくは、コアの表面のショア C 材料硬度が約 50 および約 80 の間である。

【0018】

カバー層の厚さは好ましくは約 $0 . 08$ インチ ($2 . 03 mm$) 以下である。

10

【0019】

1 実施例では、カバー層は熱可塑性材料から形成されてよく、熱可塑性材料は、部分的にまたは完全に中和されたアイオノマー、熱可塑性ポリウレタン、メタローセン、熱可塑性ウレタン、フサボンド (fusabond)、または他のシングルサイト触媒ポリマーまたはこれらのブレンドからなるグループから選択されてよい。

【0020】

さらに他の実施例では、カバー層は熱硬化性材料から形成されてよく、熱硬化性材料は、芳香族ウレタン、光安定性ウレタン、光安定性ポリ尿素、ポリウレタン - アイオノマーまたはこれらのブレンドからなるグループから選択されてよい。

【0021】

カバー層のショア D 材料硬度は約 30 および約 75 の間であってよい。他の実施例では、カバー層のショア D 材料硬度は約 60 未満であってよい。

20

【0022】

この発明は、また、コアと、このコアを包むカバー層とを有するゴルフボールに向かれている。そして、このゴルフボールの重量は約 $44 . 5$ グラムから約 45 グラムであり、 $100 K g$ 加重時の偏差が約 $3 . 0 mm$ から約 $4 . 0 mm$ であり、その径は少なくとも $1 . 68$ インチ ($4 . 27 cm$) であり、その反発係数は約 $100 ft / s$ ($30 . 48 m / s$) のクラブヘッド速度で約 $0 . 82$ から約 $0 . 87$ である。このゴルフボールは、カバー層の外側表面に、最適な軌道と全体距離とを実現する複数のディンプルのパターンを有する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

ゴルフボールが衝突時に飛行する距離はボールの反発係数 (Coefficient of Restitution) および空力特性に依存する。CoR は 2 つの物体の直接衝突のまえの当該 2 つの物体の間の相対速度に対する衝突後の相対速度の比である。CoR は 0 から $1 . 0$ までの値をとる。 $1 . 0$ の CoR 値は完全弾性衝突相当し、ゼロの CoR 値は完全な非弾性衝突に相当する。ゴルフボールに関しては、CoR は衝突後のゴルフボールの速度の、衝突前のゴルフボールの速度に対する比により近似されてきた。

40

【0024】

CoR は、ボールと大きな物質との間の衝突に関する重要な尺度である。CoR を測定する従来の 1 手法では、ゴルフボールまたはゴルフボール部品、空気砲および静止垂直鋼板を用いる。鋼板は約 100 ポンドすなわち約 $45 kg$ の重量の衝突面を形成する。一対の弾道光スクリーンがボールの速度を図るために、空気砲および鋼板の間に離間して配置される。ボールは空気砲から鋼板に向かってテスト速度である $50 ft / s$ ($15 . 2 m / s$) から $180 ft / s$ ($54 . 9 m / s$) にわたる範囲を越えて発射される。とくにことわらない限り、この出願で示される CoR データは $100 ft / s$ ($30 . 5 m / s$) の速度を用いて測定されたものである。ボールが鋼板に向かっている間に、ボールは各光スクリーンを活性化させて各光スクリーンにおける時間が測定される。この測定では、入射時間間隔がボールの入射速度に比例する。ボールは鋼板に衝突して反射して光スクリ

50

ーンを通り抜けていく。これが光スクリーンの間を進むのに必要な時間間隔を再び測定する。このため、反射時の時間間隔は反射時のボール速度に比例する。C o R は、反発係数は反射時間間隔の入射時間間隔に対する比として計算できる。

【 0 0 2 5 】

C o R を測定する他の手法は、チタンディスクを用いる。この手法は米国特許第 6 6 8 8 9 9 1 号に説明されており、これは本出願人が出願したものである。

【 0 0 2 6 】

ゴルフボールの C o R は、コアの組成やカバーの組成を含む多くのファクタにより影響を受ける。コアは単一層のコアでもよいし、複数層のコアでもよい。コアはソリッドでもよいし、液体充填でもよい。また糸巻でも発泡性でもよいし、フィラーを含んでも良い。カバーは単一層カバーでもよいし、複数層カバーでもよい。カバーは薄くても良いし、厚くても良い。カバーは高硬度または低硬度としてスピiningやフィーリングを制御する。カバーは熱可塑性材料でも、熱硬化性材料でも良く、双方でも良い。上述のすべてのファクタはボールの C o R に影響する。

【 0 0 2 7 】

硬度は、好ましくは、A S T M D - 2 2 4 0 に準拠してボタンまたはスラブの形態でショアDスケールで測定される。より具体的には、ショアDスケールはポリマーの窪み硬度を測定する。ショアDが大きいと、それだけポリマーの硬度が大きいことを示す。ショアD材料硬度は、A S T M D - 2 2 4 0 に準拠してボタンまたはスラブの形態で、ボール表面で測定される。

【 0 0 2 8 】

この出願では、比重は、テストA S T M D - 2 9 7 の条件で定義される。

【 0 0 2 9 】

曲げ弾性率 (f l e x u r a l m o d u l u s) はA S T M D 6 2 7 2 - 0 2 に従って測定される。これらのテストは、0 . 5 インチ / 分のクロスヘッド速度および 2 インチスパン長を用いて 4 点偏差モードで実行できる。テストサンプルは 2 3 ° C 、 5 0 % R H で 2 週間で準備され、その後テストが実行される。

【 0 0 3 0 】

偏差は 1 0 K g 、 1 0 0 K g および 1 3 0 K g の加重をコアまたはゴルフボールのいずれかに印可して測定される。典型的なテストは 1 0 0 K g 加重の下で偏差を測定し、または 1 3 0 K g 加重での偏差から 1 0 K g 加重での偏差を差し引いたもの (1 3 0 - 1 0 K g テスト) を測定する。種々の装置、例えば、英國、スレイの S t a b l e M i c r o S y s t e m s 社製造の圧縮・伸張テスタ、すなわち M o d e l M T - L Q を用いてよい。クロスヘッド速度は好ましくは 2 . 5 c m / 分である。

【 0 0 3 1 】

測定対象のゴルフボールセンタ、ゴルフボールコア、またはゴルフボールにバネ荷重力を印可して、A t t i E n g i n e e r i n g C o m p a n y 製の手動機器 (「 A t t i ゲージ」) を用いて、圧縮が測定される。この機器は、F e d e r a l D i a l G a u g e M o d e l D 8 1 - C を装備し、既知の荷重の下で較正バネを用いる。検査対象の球はこのバネに対して 0 . 2 インチ (5 m m) の距離だけ力を受ける。バネが 0 . 2 インチだけ圧縮したら、圧縮は 1 0 0 と評価され、バネが 0 . 1 インチだけ圧縮したら圧縮値はゼロと評価される。より分かりやすく説明すると、柔らかい材料は、硬く縮まりにくい材料より、小さな A t t i ゲージ (測度) を有する。この装置で測定された圧縮はまた P G A 圧縮とも呼ばれる。A t t i 圧縮すなわち P G A 圧縮と R i e h l e 圧縮との間のおおよその関係はつぎのように表すことができる。

$$(A t t i \text{ 圧縮} \text{ すなわち} P G A \text{ 圧縮}) = (1 6 0 - R i e h l e \text{ 圧縮})$$

【 0 0 3 2 】

この発明の一側面によれば、大きな径で、薄いカバー層のゴルフボールが、軽量で、すなわち 4 5 . 9 3 グラム未満で、好ましくは約 4 4 . 5 グラムと 4 5 グラムの間で製造された場合、低速度のクラブで打ったときにボールがより長く飛ぶ。クラブは、より高い飛

10

20

20

30

40

50

行軌道でボールを打ち出すことができ、距離が長くなる。軽量ボールに特化したディンプルパターンを提供してもよい。特化したディンプルパターンによりボールの飛行軌道がより硬くなり、その距離がより長くなる。

【0033】

さらに、ボール全体の偏差が3.0mmから4.0mmの範囲と小さいので、ボールスピンドルレートが十分に大きくグリーンサイドのプレイが改善される。

【0034】

したがって、高性能ボール、すなわち、低スイング速度のプレイヤ用に、飛距離が長くグリーンサイドの競技特性にすぐれたものが、以下に説明するように、実現される。

【0035】

図1および図2において、ゴルフボール10はコア12および少なくとも1つのカバー層14を有し、このカバー層がコアを包む。カバー層14は好ましくは複数のディンプル16を有する。

【0036】

好ましくは、コア12の外側径は1.50インチより大きく、その重量は約44.5グラムと約45グラムの間であり、このため、径が大きく軽量のゴルフボールが形成される。

【0037】

さらに、ゴルフボールの100kgの偏差は約3.0mmと4.00mmの間であり、その100ft/sの反発係数(CoR)は少なくとも約0.82であり、ボールの径は少なくとも1.68インチである。好ましくは、ボールの100ft/sのCoRは約0.83と約0.87の間であり、さらに好ましくは約0.83と約0.84の間である。他の実施例では、ボールの125ft/sのCoRは少なくとも0.82である。好ましくはボールの径は約1.68インチと1.685インチの間であり、カバーの厚さは約0.08インチ以下である。

【0038】

この発明の一側面によれば、ゴルフボールコアの圧縮が約30と約90の間、または、100kgの偏差が約3.0から約5.0であるように、ゴルフボールコアは調合される。ゴルフボール10を形成する代表的なベース組成物は、中から高ムーニ粘度のポリブタジエンゴム(PBD)を含む。好ましくは、コアのムーニ粘度は約35より大きく、より好ましくは、約40より大きく、さらに好ましくは、約45より大きく、最も好ましくは、約50から約52ムーニである。PBDの粘度が高ムーニ粘度のPBDが目詰まりその他により製造装置に悪影響を与えるレベルにならない限り、より大きなムーニ粘度のPBDを採用できる。65ムーニより小さい粘度のPBDをこの発明に使用できると考えられる。「ムーニ」(Mooney)単位は生のまたは未加硫のゴムの可塑性を測定する単位である。「ムーニ」単位の可塑性は、任意のスケールで、100°Cの温度でゴムを含み1分2回転で回転する容器中のディスク上で測定されたトルクと等しい。ムーニ粘度の測定はASTM D-1646に従って定義される。

【0039】

中から高ムーニ粘度のPBD材料で製造されたゴルフボールコアの弾力性は増大し、このためボールの硬度を大きくしなくても距離が増大する。適切な中から高ムーニのPBDの商業的なソースは、Bayer AGである。「CB23」は約51のムーニ粘度を有し、高直鎖ポリブタジエンであり、好ましいPBDである。所望の場合には、ポリブタジエンに当分野で知られている他のエラストマー、例えば、天然ゴム、スチレンブタジエン、および/またはイソブレンをポリブタジエンに混合してコアの特性をさらに変質させてよい。エラストマーの混合物を用いた場合、コア組成物中の他の成分の量は、全エラストマー混合物の重量100部に基づいたものである。

【0040】

好ましくは、コアの表面硬度は約40JIS Cと約100JIS Cの間である。より好ましくは、コアの表面硬度は約45JIS Cと約90JIS Cの間である。最も

好ましくは、コアの表面硬度は約 50 J I S C と約 80 J I S C の間である。表面の硬度はコアのセンタ（コアの表面で測定）より少なくとも 5 ショア C だけ固い。

【 0 0 4 1 】

この発明の他の側面によれば、コアに硫黄化合物を添加してボールの弾力性および C O R をさらに増大する。好ましい硫黄化合物は、これに限定されないが、ペンタクロロチオフェノール (P C T P) および P C T P の塩である。好ましい塩は、Z n P C T P である。P C T P および Z n P C T P をゴルフボールコアに用いてソフトで速いコアを製造することは米国特許第 6 6 3 5 7 1 6 号に開示されており、参照してここに組み入れる。適切な P C T P は A 9 5 の商品名で S t r u c t o l 社から販売されている。Z n P C T P は E c h i n a C h e m 社から商業的に入手できる。

10

【 0 0 4 2 】

この発明に使用して好適な金属塩ジアクリレート、ジメタクリレートおよびモノメタクリレートは、金属がマグネシウム、カルシウム、亜鉛、アルミニウム、ナトリウム、リチウムまたはネッケルのものである。亜鉛ジアクリレート (Z D A) が好ましいが、この発明はこれに限定されない。Z D A はゴルフボールの初速度を大きくする。Z D A は種々のグレードの純度のものでよい。この発明の目的を実現するには、Z D A 中のステアリン酸亜鉛の量が小さいほど、D Z A の純度が大きい。約 10 % 未満しかステアリン酸亜鉛を含まない Z D A が好ましい。より好ましくは、約 4 - 8 % しかステアリン酸亜鉛を含まない Z D A がよい。適切な、商業的に入手可能な亜鉛次悪リレートは、S a r t o m e r 社からのものである。利用可能な Z D A の好ましい濃度は、ポリブタジエン 1 0 0 p p h を基準にして、代替的には、ポリブタジエンおよび他のエラストマーの混合物の 1 0 0 p p h を基準にして、約 1 5 p p h から約 4 0 p p h である。有益なことに、P C T P 有機硫黄がコアに離床される D Z A と作用してゴルフボールの初期速度をさらに増大させる。

20

【 0 0 4 3 】

フリー ラジカル開始剤は、金属塩ジアクリレート、ジメタクリレートまたはモノメタクリレートとポリブタジエンの架橋を助長するために用いられる。この発明に用いて適切なフリー ラジカル開始剤は、ペルオキシド化合物、例えば、1 , 1 - ジ - (t - ブチルペロキシ) 、3 , 3 , 5 - トリメチルシクロヘキサン、a - a ビス (t - ブチルパーオキシ) デイソプロピルベンゼン、2 , 5 - ジメチル - 2 , 5 (t - ブチルパーオキシ) ヘキサンまたはジ - t - ブチルペルオキシドおよびこれらの混合物である。他の有益な開始剤は、当業者には何ら実験を行わなくても容易に理解できる。約 70 % から約 100 % の活性の開始剤が好ましくは、ブタジエン、またはブタジエンに他の 1 または複数のエラストマーを混合したもの 1 0 0 部を基準にして約 0 . 0 5 p p h および約 2 . 5 p p h の範囲の量だけ付加される。より好ましくは約 0 . 1 5 p p h および約 2 p p h の範囲の量だけ開始剤が付加され、最も好ましくは約 0 . 2 5 p p h および約 1 . 5 p p h の範囲の量だけ開始剤が付加される。適切な商業的に入手可能なジクミルペルオキシドは P e r k a d o x B C であり、これは 90 % より大きな活性のジクミルペルオキシドであり、また D C P 70 であり、これは 70 % より大きな活性のジクミルペルオキシドである。

30

【 0 0 4 4 】

上述のように、Z D A 、または、ジアクリレート、ジメタクリレートおよびモノメタクリレートの他の金属塩をコアに用いた場合、好ましくは、約 1 p p h から約 2 0 p p h の酸化亜鉛（または、より少ない量のカルシウム酸化物およびより多い量の過酸化物）をコア組成物に添加して、存在するかもしれない任意のアクリル酸と作用して中和させる。より好ましくは、約 1 . 5 p p h から約 1 2 p p h の酸化亜鉛を添加し、最も好ましくは、約 2 p p h から約 8 p p h の酸化亜鉛を添加する。

40

【 0 0 4 5 】

酸化防止剤を用いてもよい。酸化防止剤は、エラストマーの崩壊を防止する化合物である。この発明に有益な酸化防止剤は、これに限定されないが、キノリンタイプの酸化防止剤、アミノタイプの酸化防止剤、アミンタイプの酸化防止剤およびフェノールタイプの酸化防止剤である。

50

【0046】

他の成分、例えば、促進剤、具体的には、テトラメチルチウラム、処理助剤、処理オイル、染料および顔料、さらに他の当業者に周知な添加物を、それらが典型的に用いられる用途を達成するに足る量だけ、この発明に用いてもよい。

【0047】

好みしくは約1pphから約25pphの理具燐度を用いても良い。最も好みしくは約5pphから約20pphのリグリンドを用いても良い。

【0048】

低密度フィラーをコア調合に付加しても良い。好みしくは約1pphから約15pphの低密度フィラーを用いて良い。最も好みしくは、約5pphから約10pphの低密度フィラーを用いて良い。低密度フィラーを用いてボールの重量を軽量化できる。適切な低密度フィラーは、コア材料、例えばポリブタジエンに一体化可能な空洞球または微小球(micro sphere)である。

10

【0049】

高密度フィラーもコア調合に付加できる。好みしくは約0pphから約15pphの高密度フィラーを用いてよい。より好みしくは約3pphから約12pphの高密度フィラーを用いてよい。最も好みしくは約5pphから約10pphの高密度フィラーを用いてよい。コアの重量に応じて、高密度フィラーをカバーに付加してボールの慣性モーメントを改善しても良い。上述のとおり、ボールの重量が好みしい範囲で、高密度フィラーを用いることができる。慣性モーメントの大きなボールは米国特許第6494795号において十分に検討され、参考してここに組み入れる。

20

【0050】

適切な高密度フィラーは約2から約19の比重を有してよく、金属粉末(金属合金粉末)、酸化金属、金属シアレート、粒状物、炭質材料、その他、またはこれらのブレンドであってよい。有益な金属粉末(または金属合金粉末)はこれに限定されないが、ビスマス粉末、ホウ素粉末、黄銅粉末、青銅粉末、コバルト粉末、銅粉末、インコネル金属粉末、鉄金属粉末、モリブデン粉末、ニッケル粉末、ステンレス鋼粉末、チタン金属粉末、酸化ジルコン粉末、アルミニウムフレーク、タンゲステン金属粉末、ベリリウム金属粉末、亜鉛金属粉末または錫金属粉末である。酸化金属の例は、これに限定されないが、酸化亜鉛、酸化鉄、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化マグネシウム、酸化ジルコン、および酸化タンゲステンである。粒状物炭質材料はこれに限定されないがグラファイトおよびカーボンブラックである。より好みしい高密度フィラーは、約19の比重を持つので、タンゲステン、酸化タンゲステンまたはタンゲステン金属粉末である。

30

【0051】

他の有益なフィラーの例はこれに限定されないがグラファイトファイバ、沈殿水和シリカ、クレイ、タルク、グラスファイバ、アラミドファイバ、マイカ、カルシウムメタシリケート、硫酸バリウム、亜鉛硫化物、シリケート、珪藻土、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、リグリンド(混合され30メッシュ粒子サイズに粉碎されたリサイクル未硬化セメント材料)、マンガン粉末、およびマグネシウム粉末である。

40

【0052】

この発明の他の側面によれば、カバー層14の厚さは最小化される。このために、カバー層14(図2に示すように)の厚さは約0.08インチ以下である。最も好みしくは、カバー層の厚さは約0.07インチ以下である。好みしくは、カバー層14は1層で形成される。ただし、カバー層14を複数の層で形成しても良いことは明らかである。カバー層を薄くすることにより、コア12の体積を大きくでき、この結果、より多くの弾力性ポリマー/コア材料をコア層に含めることができる。この発明に従うカバー層の好みしい組成物および特性は以下に説明される。

【0053】

好みしくは、カバー層は熱可塑性材料の単一層からなる。他の実施例では、カバー層は熱効果性材料の単一層からなる。

50

【0054】

熱可塑性材料は、例えば、部分的にまたは十分に中和されたアイオノマー、熱可塑性ポリウレタン、メタローセン、熱可塑性ウレタン、フサボンド(fusabond)、または他のシングルサイト触媒ポリマー、またはこれらのブレンドである。熱硬化性材料は、ポリウレタン、ポリ尿素、芳香族材料、脂肪族材料、またはこれらのブレンドである。それら材料の事例的な好ましい形態は、芳香族ウレタン、光安定性ウレタン、ポリウレタン-アイオノマー、および光安定ポリ尿素である。カバー層は、当業者に周知なように、注型または射出成型により製造できる。ウレタンまたは尿素カバー層が用いられる場合、ボールは好ましくはコア12およびカバー層14の間に水蒸気バリア層を具備する。水蒸気バリア層を使用することは米国特許第6632147号に説明され、参照してここに組み入れる。上述のとおり、アイオノマー例えばSurlynをコア12およびウレタン尿素カバー14の間に設けて水蒸気バリア層としてもよい。

10

【0055】

カバー層が熱可塑性材料から形成される場合、カバー層の曲げ弾性率は、好ましくは、約500psiおよび約80000psiの間である。より好ましくは、曲げ弾性率は約20000psiおよび約80000psiの間であり、最も好ましくは、曲げ弾性率は約25000psiおよび約70000psiの間である。

20

【0056】

カバー層が熱硬化性材料から形成される場合、カバー層の曲げ弾性率は、好ましくは、約500psiおよび約80000psiの間である。より好ましくは、曲げ弾性率は約500psiおよび約45000psiの間であり、最も好ましくは、曲げ弾性率は約210000psiおよび約40000psiの間である。

20

【0057】

カバー層が熱可塑性材料から形成される場合、カバー層のショアD硬度は、好ましくは、約30および約75の間である。より好ましくは、ショアD硬度は約40および約70の間であり、最も好ましくは、ショアD硬度は約45および約68の間である。

30

【0058】

カバー層が熱硬化性材料から形成される場合、カバー層のショアD材料硬度は、好ましくは、約30および約75の間である。より好ましくは、ショアD材料硬度は約35および約65の間であり、最も好ましくは、ショアD材料硬度は約40および約65の間である。

30

【0059】

他の実施例では、カバー層のショアD材料硬度は約60未満であり、好ましくは約55未満である。

【0060】

コア12およびカバー層14は、上述のとおり、当業者に周知な手法で製造される。

【0061】

図1および図2を参照すると、カバー層14は好ましくは約200および約600の間のディンプル16を有する。より好ましくは、カバー層14は、300および450の間のディンプル16を有する。好ましくは、ディンプルは球形すなわち円形である。任意のディンプルパターンをゴルフボール10について用いて良い。

40

【0062】

この発明の一側面によれば、ボールの他の特性に悪影響を与えることなく、ボールの飛行距離を増分的に調整するために、修正されたディンプルパターンが提供される。この修正されたディンプルパターンは以下に説明され、また、本出願人の出願に係る2004年11月11日出願の米国特許出願第10/980203号により詳細に開示されている。この出願については参考してここに組み入れる。

【0063】

図1に全体的に示すように、ゴルフボール10は球形表面を有する。この球形表面は、USGA規則の公式ゴルフボールとして、ゴルフボール10の1.68未満の径上の点に

50

より定義される。非公式ゴルフボールについては、球形表面は、これに代えて、外側表面によりカバーされる内側球として考へてもよく、これについては米国特許第629615号特許（「615特許」）に記載されるとおりであり、参照してここに組み入れる。「615特許」では、球形表面は、立ち上がった管状格子によりカバーされている。球形表面のどちらの概念もこの発明に適用される。

【0064】

複数のディンプル16は一般的に18として示される外側非ディンプル表面すなわちランド表面により分離され、ゴルフボール10の外側表面上に形成される。図示のとおり、ディンプル16は円形である。この発明に利用して適切なディンプルは任意形状のディンプルであり、これは三角形、正方形、長方形、五角形、六角形、七角形、八角形、任意の他の多角形、円、半球、橢円、球面または任意の他の形状である。10

【0065】

好ましくは、ディンプル16はゴルフボール10のカバーに入り込み凹みである。代替的には、ディンプル16はゴルフボール10の球形表面を越えて伸びる立ち上がり突起であってもよい。1つの好ましい実施例では、ゴルフボール10は、少なくとも3つの異なる直径のディンプル、より好ましくは5つの異なる直径のディンプルを有する。ディンプルは好ましくはゴルフボールの表面の少なくとも80%をカバーし、全体的な端部角度は14度より大きい。

【0066】

ディンプルパターンは、好ましくは、ゴルフボール10上に全体パターンを形成する識別可能なセクションまたはリージョン中に配置される。好ましくは、ディンプル16は全体的には20面体パターン中に配置され、これは20個の三角形セクションを含む。他の適切なパターンは、四面体、八面体、六面体、十二面体、その他の多面体、または任意の識別可能なディンプルのグルーピングである。20

【0067】

ここでは、「ディンプル間スペース」は、図1に示すように、任意の隣接する2つのディンプル16の間のランド領域18の幅を意味する。ディンプル間スペースは円形または他の非多角形構造、例えばスペース20である。好ましくは、任意の隣接する2つの多角形ディンプルの間のディンプル間スペースは一定である。換言すれば、隣接する多角形ディンプルの辺は実質的に平行でありその間のスペースを一定にする。ディンプル間スペースの集合がランド領域18を形成する。好ましくはランド領域18の表面面積は、ゴルフボール10の球面の全表面面積の約40%以下である。より好ましくは、ゴルフボール10の全表面面積の約30%未満がランド領域である。さらに好ましくは、ゴルフボール10の全表面面積の約20%未満がランド領域である。30

【0068】

この発明は、さらに、典型的なゴルフボール軌道の飛行レジームをカバーするスピントレートおよびレノルズ数の範囲で、空体力の大きさおよび方向により定義される空体力学のクライテリアの観点から、説明される。これら空体力学のクライテリアおよび力は以下に説明される。

【0069】

飛行中のゴルフボールに作用する力は図3に示すように式1により計算される。40

【0070】

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_L + \mathbf{F}_D + \mathbf{F}_G \quad (\text{式1})$$

ここで \mathbf{F} = ボールに作用する総合力ベクトル

\mathbf{F}_L = 揚力ベクトル

\mathbf{F}_D = 抗力ベクトル

\mathbf{F}_G = 重力ベクトル

【0071】

揚力ベクトル (\mathbf{F}_L) はスピベクトルおよび速度ベクトルの外積により決定される方向に作用する。抗力ベクトル (\mathbf{F}_D) は速度ベクトルとまさに反対の方向に作用する。式50

1 の揚力および抗力の大きさはそれぞれ式 2 および式 3 により計算される。

【 0 0 7 2 】

$$F_L = 0.5 C_L A V^2 \quad (\text{式 } 2)$$

$$F_D = 0.5 C_D A V^2 \quad (\text{式 } 3)$$

ここで C = 空気密度 (slugs/ft^3)

A = ボールの投影面積 (ft^2) ($(\pi/4) D^2$)

D = ボールの直径 (ft)

V = ボール速度 (ft/s)

C_L = 無次元揚力係数

C_D = 無次元抗力係数

10

【 0 0 7 3 】

揚力および抗力係数は、飛行中のボールに加えられる力を定量化するのに用いられ、空気密度、空気速度、ボール速度およびスピントレートに左右される。これらパラメータのすべての影響は2つの無次元パラメータすなわちスピントレート (SR) およびレノルズ数 (N_{re}) により把握される。スピントレートは、ボールの回転表面速度をボール速度で割ったものである。レノルズ数は、空气中を移動するボール表面に作用する粘力に対する慣性力の比を定量化する。 SR および N_{re} は下記の式 4 および式 5 により計算される。

【 0 0 7 4 】

$$SR = (D/2)/D \quad (\text{式 } 4)$$

$$N_{re} = DV / \mu \quad (\text{式 } 5)$$

ここで、 V = ボール回転レート (ラジアン/ s) ($2(\text{RPS})$)

RPS = ボール回転レート (回転/ s)

V = ボール速度 (ft/s)

D = ボール直径 (ft)

= 空気密度 (slugs/ft^3)

μ = 空気の絶対粘度 ($\text{lbf}/\text{ft}\cdot\text{s}$)

20

【 0 0 7 5 】

所定の範囲の SR および N_{re} の範囲に対して揚力係数および抗力係数を決定するのに適した多くの方法があり、これらには、軌道スクリーン (ballistic screen) 技術とともに室内テスト領域を用いることが含まれる。米国特許第 5 6 8 2 2 3 0 号明細書は一連の軌道スクリーンを用いて揚力および抗力係数を求める方法を開示している。米国特許第 6 1 8 6 0 0 2 号明細書および同第 6 2 8 5 4 4 5 号明細書は室内テスト領域を用いて所定の範囲の速度およびスピントレートの範囲に対して揚力係数および抗力係数を決定する方法を開示している。ここでは、各ショットに関して C_L および C_D の値が SR および N_{re} に関連付けられている。その詳細についてはこれら特許文献を参照されたい。ゴルフボールの空体力学試験に習熟した者は、室内テスト領域を使用してまたは代替的に風洞を用いて容易に揚力係数や抗力係数を決定することができる。

30

【 0 0 7 6 】

ゴルフボールの空体力学特性は2つのパラメータにより定量化でき、これらは揚力及び抗力を同時に記述する。すなわち、(1) 空体力の大きさ (C_{mag}) および(2) 空体力の向き ($Angle$) である。ここで、ディンプルパターンおよびディンプルプロフィールを選択して好ましい大きさおよび向きのクライテリアを満たすようにすると飛行性能の改善が図られることが判明した。空体力の大きさおよび角度は揚力係数および抗力係数に関連するので、空体力の大きさおよび角度が好ましいクライテリアを決定するのに用いられる。空体力の大きさおよび角度は下記の式 6 および式 7 により定義される。

40

【 0 0 7 7 】

$$C_{mag} = (C_L^2 + C_D^2)^{1/2} \quad (\text{式 } 6)$$

【 0 0 7 8 】

$$Angle = \tan^{-1}(C_L / C_D) \quad (\text{式 } 7)$$

【 0 0 7 9 】

50

ボールの方向性によらず一貫した飛行特性を保証するために、各 SR および N_{re} に対する C_{mag} のパーセント偏差 (percentage deviation) が重要な役割を果たす。C_{mag} のパーセント偏差は式 8 に従って計算される。ここで、任意の 2 つの配向の C_{mag} の間の差の絶対値の、これら 2 つの配向の C_{mag} の平均値に対する比が 100 倍される。

C_{mag} パーセント偏差

$$= |(C_{mag1} - C_{mag2})| / ((C_{mag1} + C_{mag2}) / 2) * 100 \quad (\text{式 } 8)$$

ここで、C_{mag1} = 配向 1 の C_{mag}
C_{mag2} = 配向 2 の C_{mag}

10

【0080】

飛行特性が一貫するように、パーセント偏差は好ましくは約 6 パーセントまたはそれ未満である。より好ましくは、C_{mag} の偏差は約 3 パーセントまたはそれ未満である。

【0081】

空体力学上の非対称性は、典型的にはディンプル配列に固有の分離線または製造プロセスに関連する分離線に由来する。パーセント C_{mag} 偏差は、好ましくは、分離線平面と直交する回転軸、広く、極平面 (poles horizontal) 「PH」 配向として呼ばれるもので測定される C_{mag} 値と、PH に直交する配向、広くポール・オーバー・ポール「PP」配向として呼ばれるもので測定される C_{mag} 値とを用いて取得される。空体力学上の最も大きな非対称性は一般に PP 配向と PH 配向との間で測定される。

20

【0082】

以上概略した C_{mag} のパーセント偏差は、任意の他の 2 つの配向と同様に PH および PP の配向にも適用される。例えば、浅いディンプルがなる大きな円の特定のディンプルパターンを用いると、異なる配向を測定する必要がある。先の例のシナリオで対称性を測定するために用いる回転軸は、先の大きな円により記述されるこれと一致する平面と直交するであろう。

【0083】

また、名目 (nominal) 直径が 1.68 で名目重量が 1.62 オンスのゴルフボールに対する C_{mag} および Angle のクライテリアは、任意のサイズおよび重量のゴルフボールに対する同様に最適化したクライテリアを得るために有益な尺度であると考えられる。任意のサイズおよび重量のゴルフボールに対して C_{mag} および Angle を取得するために、式 9 および式 10 に従って、任意の好ましい空体力学クライテリアを調整できる。

30

【数 1】

$$C_{mag(ball)} = C_{mag(nominal)} \sqrt{(\sin(Angle_{(nominal)}) * (W_{ball}/1.62) * (1.68/D_{ball})^2)^2 + (\cos(Angle_{(nominal)})^2)} \quad (\text{式 } 9)$$

$$Angle_{(ball)} = \tan^{-1}(\tan(Angle_{(nominal)}) * (W_{ball}/1.62) * (1.68/D_{ball})^2) \quad (\text{式 } 10)$$

40

【0084】

この発明に従って製造されたゴルフボールは、米国特許第 6 729976 号（「976 特許」）において検討されたゴルフボールと類似した特性を有すると考えられる。これについて当該特許文献を参照されたい。表 1 はこの発明のゴルフボールの空力クライテリアを示しており、ここでは飛距離が増大している。クライテリアは、SR および N_{re} の 8 つの組み合わせに対する、低、中、高の C_{mag} および Angle として規定されている。低い値および高い値の間にある C_{mag} および Angle のゴルフボールが好ましい。より好ましくは、この発明のゴルフボールは、表 1 において低い値および中くらいの値により線引きされた範囲の C_{mag} および Angle の値を有する。表 1 において線引きされた C_{mag} の値は、USGA の寸法および重量の規則に合致するものである。表 1 の空力クライテリアで用いられるゴルフボールの寸法およびサイズはそれぞれ 1.68 イン

50

チおよび 44.8 グラムである。

【表 1】

表 1 : ボール径 = 1.68 インチ、ボール重量 = 44.8 グラムの空力特性

N_{Re}	SR	<u>Magnitude</u>			<u>Angle</u>		
		Low	Median	High	Low	Median	High
230000	0.085	0.24	0.26	0.27	30	32	34
207000	0.095	0.25	0.27	0.28	33	35	37
184000	0.106	0.26	0.28	0.29	34	37	38
161000	0.122	0.27	0.29	0.30	36	39	41
138000	0.142	0.29	0.31	0.32	37	40	42
115000	0.170	0.32	0.34	0.35	39	41	43
92000	0.213	0.36	0.39	0.40	40	42	44
69000	0.284	0.40	0.43	0.44	39	41	43

【0085】

ゴルフボールの他の予測される球力特性は「976特許」に詳細に説明されており、適宜これを参照されたい。

【0086】

この発明について所定の好ましい実施例を参照して説明してきたが、この発明の範囲はこれら実施例に限定されないことに留意されたい。当業者はこれら好ましい実施例の変形例を発見するであろうが、それらはこの発明の趣旨の範囲であり、この範囲は特許請求の範囲に規定されている。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1】この発明の第1の実施例の歩流布ボールの斜視図である。

【図2】図1のゴルフボールの断面図である。

【図3】ゴルフボールに作用する力を説明する図である。

【符号の説明】

【0088】

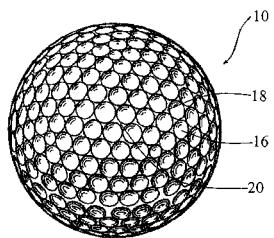
- 10 ゴルフボール
- 12 コア
- 14 カバー層
- 16 ディンプル
- 18 ランド領域
- 20 スペース

10

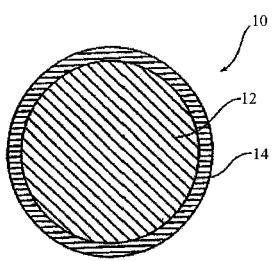
20

30

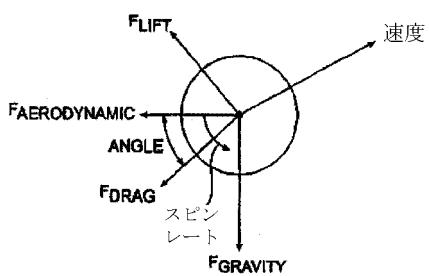
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 ダグラス イー . ジョーンズ

アメリカ合衆国、02747 マサチューセッツ州、ダートマス、ゴールドフィンチ ドライブ
21

(72)発明者 スチーブン アオヤマ

アメリカ合衆国、02738 マサチューセッツ州、マリオン、パークウェイ レイン 55、ピ
ー. オウ . ボックス 932

【外國語明細書】

LOW-WEIGHT TWO PIECE GOLF BALLS

TECHNICAL FIELD OF INVENTION

The present invention generally relates to golf balls, and more particularly to a low weight two piece golf ball for golfers with a low club head speed.

BACKGROUND OF THE INVENTION

The flight of a golf ball is determined by many factors, but only three factors are typically controlled by the golfer. By impacting the ball with a golf club, the golfer controls the speed, the launch angle and the spin rate of the golf ball. The launch angle sets the initial trajectory of the golf ball's flight. The speed and spin of the ball give the ball lift which will define the ball's overall flight path along with the weight and drag of the golf ball. Where the ball stops after being struck by a golf club also depends greatly on the weather and the landing surface the ball contacts.

Many golfers have what is termed a "low swing speed." This means that the club head speed at impact is relatively slow when compared to a professional golfer's. Typically, when driving a golf ball the average professional golf ball speed is approximately 234 ft/s (160 mph). A person having a low swing speed typically drives the ball at a speed less than 220 ft/s (150 mph). A person with a low swing speed has a low ball speed. Consequently, his or her ball does not fly very far because of the lack of speed and lift. A significant percentage of all golfers today use such low swing speeds and consequently produce drives of less than 210 yards.

Standard balls are optimized for distance at swing speeds generally greater than 90 mph. Standard balls weigh more than 45 grams, while lightweight balls generally weigh less than 44 grams. Typically, lightweight golf balls are designed for low swing speed golfers. These lightweight golf balls usually are two-piece solid balls made with a single-solid core, encased by a hard cover material. The resiliency of the core can be increased so that the compression is high, which in addition to making the balls stiffer, increases the initial velocity and decreases the ball's spin rate. This maximizes the distance achieved by low swing speed players. However, these balls tend to have a hard feel and are difficult to control around the greens. Additionally, these golf balls can have insufficient mass to provide good distance at the target audience.

Golf balls generally include a spherical outer surface with a plurality of dimples formed thereon. Conventional dimples are circular depressions that reduce drag and increase lift. Lightweight golf balls typically have a dimple package tuned for a standard weight golf ball, which results in a ball that flies too high and short.

A need exists for a high performance golf ball designed for low swing speed players, particularly those with a club head speed of less than 90 mph that offers improved distance with superior feel.

SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention is directed to a golf ball comprising a core and a cover layer surrounding the core. In addition, the golf ball has a weight between about 44.5 grams and 45 grams, a diameter of at least 1.68 inches and a coefficient of restitution of about at least 0.82 at a club head speed of about 100 ft/sec. The golf ball has a dimple pattern to provide optimal trajectory and overall distance.

In one preferred embodiment, the dimple pattern includes dimples having at least three different diameters. The dimples preferably cover at least 80% of the exterior surface. The dimples also preferably have an edge angle greater than 14 degrees to a phantom sphere concentric with and having a same diameter as the exterior surface of the cover.

According to one aspect of the invention, the exterior surface defines between about 200 and about 600 dimples.

According to another aspect of the invention, the plurality of dimples may comprise an aerodynamic coefficient magnitude defined by $C_{mag} = \sqrt{C_L^2 + C_D^2}$ and an aerodynamic force angle defined by $\text{Angle} = \tan^{-1}(C_L / C_D)$, where C_L is a lift coefficient and C_D is a drag coefficient. Additionally, the golf ball may include an outer land surface, wherein the outer land surface comprises at least one first substantially constant width and at least one second substantially constant width, wherein said first and second widths separate the dimples. Additionally, the golf ball may have a first aerodynamic coefficient magnitude from about 0.24 to about 0.27 and a first aerodynamic force angle of about 31 degrees to about 35 degrees at a Reynolds Number of about 230000 and a spin ratio of about 0.085 and a second aerodynamic coefficient magnitude from about 0.25 to about 0.28 and a second aerodynamic force angle of

about 34 degrees to about 38 degrees at a Reynolds Number of about 207000 and a spin ratio of about 0.095.

According to another aspect of the invention, the golf ball may have a third aerodynamic coefficient magnitude from about 0.26 to about 0.29 and a third aerodynamic force angle of about 35 degrees to about 39 degrees at a Reynolds Number of about 184000 and a spin ratio of about 0.106. Also, the golf ball may have a fourth aerodynamic coefficient magnitude from about 0.27 to about 0.30 and a fourth aerodynamic force angle of about 37 degrees to about 42 degrees at a Reynolds Number of about 161000 and a spin ratio of about 0.122.

According to yet another aspect of the invention, the golf ball may have a fifth aerodynamic coefficient magnitude from about 0.29 to about 0.32 and a fifth aerodynamic force angle of about 39 degrees to about 43 degrees at a Reynolds Number of about 138000 and a spin ratio of about 0.142 and a sixth aerodynamic coefficient magnitude from about 0.32 to about 0.35 and a sixth aerodynamic force angle of about 40 degrees to about 44 degrees at a Reynolds Number of about 115000 and a spin ratio of about 0.170.

According to yet another aspect of the invention, the golf ball may have a seventh aerodynamic coefficient magnitude from about 0.36 to about 0.40 and a seventh aerodynamic force angle of about 41 degrees to about 45 degrees at a Reynolds Number of about 92000 and a spin ratio of about 0.213 and an eighth aerodynamic coefficient magnitude from about 0.40 to about 0.45 and an eighth aerodynamic force angle of about 40 degrees to about 44 degrees at a Reynolds Number of about 69000 and a spin ratio of about 0.284.

According to another aspect of the invention, a 100 kg load on the golf ball has a deflection of about 3.0 mm to about 4.0 mm.

According to another aspect of the invention, the golf ball preferably has a coefficient of restitution of about 0.83 to about 0.87 at a club speed of about 100 ft/sec, and more preferably a coefficient of restitution of about 0.83 to about 0.85 at a club speed of about 100 ft/sec.

According to another aspect of the invention, the golf ball has a coefficient of restitution of about 0.82 at a club head speed of about 125 ft/sec.

Preferably, the surface of the core has a Shore C material hardness of between about 50 and about 80.

The cover layer preferably has a thickness less than or equal to about 0.08 inch.

In one embodiment, the cover layer may be formed of a thermoplastic material, and the thermoplastic material may be selected from the group including: partially or fully neutralized ionomers, thermoplastic polyurethane, metallocene, thermoplastic urethane, fusabond, or other single site catalyzed polymer, or blends thereof.

5 In yet another embodiment, the cover layer is formed of a thermoset material, and the thermoset material may be selected from the group including: aromatic urethane, light stable urethane, light stable polyurea, polyurethane-ionomer or blends thereof.

The cover layer may have a Shore D material hardness of between about 30 and about 75. In another embodiment, the cover layer may have a Shore D material hardness of less than about
10 60.

The present invention is also directed to a golf ball comprising a core, a cover layer surrounding the core. In addition, the golf ball has a weight between about 44.5 grams and about 45 grams, a deflection at 100 kg of about 3.0 mm to about 4.0 mm, a diameter of at least 1.68 inches, and a coefficient of restitution of about 0.82 to about 0.87 at a club head speed of 100
15 ft/sec. The golf ball has a plurality of dimples provided on an exterior surface of the cover layer to provide an optimal trajectory and overall distance for the golf ball.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The advantages and features of this invention will be more clearly appreciated from the following detailed description, when taken in conjunction with the accompanying drawings, wherein like numbers are used for like features, in which:

FIG. 1 is a perspective view of a first embodiment of a golf ball of the present invention;
FIG. 2 is a cross-sectional view of the golf ball of FIG. 1; and
FIG. 3 is an illustration of the forces acting on a golf ball.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

The distance that a golf ball would travel upon impact is a function of the coefficient of restitution (CoR) and the aerodynamic characteristics of the ball. The CoR is defined as the ratio
20 of the relative velocity of two colliding objects after the collision to the relative velocity of the two colliding objects prior to the collision. The CoR varies from 0 to 1.0. A CoR value of 1.0 is

equivalent to a perfectly elastic collision, and a CoR value of 0.0 is equivalent to a perfectly inelastic collision. For golf balls, CoR has been approximated as a ratio of the velocity of the golf ball after impact to the velocity of the golf ball prior to impact.

CoR is an important measurement of the collision between the ball and a large mass.

- 5 One conventional technique for measuring CoR uses a golf ball or golf ball subassembly, air cannon, and a stationary vertical steel plate. The steel plate provides an impact surface weighing about 100 pounds or about 45 kilograms. A pair of ballistic light screens, which measure ball velocity, are spaced apart and located between the air cannon and the steel plate. The ball is fired from the air cannon toward the steel plate over a range of test velocities from 50 ft/sec to
10 180 ft/sec. Unless noted otherwise, all CoR data presented in this application are measured using a speed of 100 ft/sec. As the ball travels toward the steel plate, it activates each light screen so that the time at each light screen is measured. This provides an incoming time period proportional to the ball's incoming velocity. The ball impacts the steel plate and rebounds through the light screens, which again measure the time period required to transit between the
15 light screens. This provides an outgoing transit time period proportional to the ball's outgoing velocity. The CoR can be calculated by the ratio of the outgoing transit time period to the incoming transit time period.

Another CoR measuring method uses a titanium disk. This method is described in U.S. Patent No. 6,688,991, and is assigned to the same assignee as the present invention.

- 20 The CoR of the golf ball is affected by a number of factors including the composition the core and the composition of the cover. The core may be single layer core or multi-layer core. It may also be solid or fluid filled. It may also be wound or foamed, or it may contain fillers. The cover may also be single layer cover or multi-layer cover. The cover may be thin or thick. The cover may have a high hardness or low hardness to control the spin and feel of the ball. Any of
25 the above factors can contribute to the CoR of the ball.

Hardness is preferably measured pursuant to ASTM D-2240 in either button or slab form on the Shore D scale. More specifically, Shore D scale measures the indentation hardness of a polymer. The higher Shore D value indicates higher hardness of the polymer. The Shore D material hardness is measured on the ball according to ASTM D-2240 in either button or slab
30 form.

Specific gravity as used in this application is defined in terms of test ASTM D – 297.

The flexural modulus is preferably measured according to ASTM D6272-02. These tests may be carried out using a 0.5 in/min crosshead speed and a 2 inch span length in the four point bending mode. Test samples may be conditioned at 23°C, 50% RH for 2 weeks and then the 5 tests performed.

Deflection is measured by applying loads of 10kg, 100 kg and 130 kg to either the core or golf ball. Typically tests measure the deflection under a 100 kg load, or the deflection at 130 kg minus the deflection at 10 kg (the 130-10 kg test). Different apparatus may be used, such as a compression/tensile tester manufactured by Stable Micro Systems in Surrey, UK, Model MT-10 LQ. A cross-head speed of 2.5 cm/min is preferably used.

Compression is measured by applying a spring-loaded force to the golf ball center, golf ball core or the golf ball to be examined, with a manual instrument (an “Atti gauge”) manufactured by the Atti Engineering Company of Union City, New Jersey. This machine, equipped with a Federal Dial Gauge, Model D81-C, employs a calibrated spring under a known 15 load. The sphere to be tested is forced a distance of 0.2 inch (5 mm) against this spring. If the spring, in turn, compresses 0.2 inch, the compression is rated at 100; if the spring compresses 0.1 inch, the compression value is rated as 0. Thus more compressible, softer materials will have lower Atti gauge values than harder, less compressible materials. Compression measured with this instrument is also referred to as PGA compression. The approximate relationship that exists 20 between Atti or PGA compression and Riehle compression can be expressed as:

$$(\text{Atti or PGA compression}) = (160 \cdot \text{Riehle Compression}).$$

In accordance with one aspect of the present invention, when golf balls with larger diameter cores and a thin ionomer cover layer are made with less weight, *i.e.*, less than 45.93 grams and preferably between about 44.5 grams and about 45 grams, the balls fly longer when 25 struck with lower swing speed clubs. The clubs can launch the balls on to higher flight trajectories and therefore longer distance. A dimple pattern specifically tuned for a low weight ball may be provided. The specifically tuned dimple pattern assists in providing a higher flight trajectory and longer distance for the ball.

Additionally, with lower overall ball deflection in the range of 3.0 mm to 4.0 mm, the 30 ball spin rate is sufficiently high to improve greenside play.

Hence, a high performance ball, *i.e.*, long distance with good greenside play, for low swing speed players is achieved, as described below.

Referring to FIGS. 1 and 2, a golf ball 10 comprises a core 12 and at least one cover layer 14 surrounding the core. Cover layer 14 preferably includes a plurality of dimples 16.

5 Preferably, core 12 has an outer diameter greater than 1.50 inches and the ball 10 has a weight of between about 44.5 grams and about 45 grams, thereby forming a low weight golf ball with a large core.

In addition, golf ball 10 preferably has a deflection of between about 3.0 mm to 4.0 mm at 100 kg, a coefficient of restitution (CoR) at 100 ft/s of greater than 0.820, and a ball diameter 10 of at least 1.68 inches. More preferably, the ball has a CoR at 100 ft/sec between about 0.83 and about 0.87, and still more preferably between about 0.83 and about 0.84. In another embodiment, the ball has a CoR at 125 ft/sec of at least 0.82. Preferably, the ball has a diameter between about 1.68 inches and 1.685 inches and the cover has a thickness of about 0.08 inches or less.

15 According to one aspect of the present invention the golf ball core is formulated so that the golf ball core has a compression of between about 30 and about 90 or a deflection of about 3.0 to about 5.0 at 100 kg. A representative base composition for forming golf ball core 12 comprises polybutadiene rubber (PBD) that has a mid to high Mooney viscosity. Preferably, the core has a Mooney viscosity greater than about 35, more preferably greater than about 40, even 20 more preferably greater than about 45, and most preferably in the range from about 50 to about 52 Mooney. PBD with higher Mooney viscosity may also be used, so long as the viscosity of the PBD does not reach a level where the high viscosity PBD clogs or otherwise adversely interferes with the manufacturing machinery. It is contemplated that PBD with viscosity less than 65 Mooney can be used with the present invention. A "Mooney" unit is a unit used to measure the plasticity of raw or unvulcanized rubber. The plasticity in a "Mooney" unit is equal to the torque, measured on an arbitrary scale, on a disk in a vessel that contains rubber at a temperature of 100°C and rotates at two revolutions per minute. The measurement of Mooney viscosity is defined according to ASTM D-1646.

30 Golf ball cores made with mid to high Mooney viscosity PBD material exhibit increased resiliency, hence distance, without increasing the hardness of the ball. Commercial sources of

suitable mid to high Mooney PBD include Bayer AG. "CB 23", which has a Mooney viscosity of about 51 and is a highly linear polybutadiene, is a preferred PBD. If desired, the polybutadiene can also be mixed with other elastomers known in the art, such as natural rubber, styrene butadiene, and/or isoprene in order to further modify the properties of the core. When a mixture 5 of elastomers is used, the amounts of other constituents in the core composition are typically based on 100 parts by weight of the total elastomer mixture.

- Preferably, the core has a surface hardness of between about 40 JIS C and about 100 JIS C. More preferably, the core has a surface hardness of between about 45 JIS C and about 90 JIS C. Most preferably, the core has a surface hardness of between about 50 JIS C and about 80 JIS 10 C. The surface is at least 5 Shore C harder than the center of the core (as measured on the core).

In accordance with another aspect of the invention, the addition of sulfur compound to the core further increases the resiliency and the CoR of the ball. Preferred sulfur compounds include, but are not limited to, pentachlorothiophenol (PCTP) and a salt of PCTP. A preferred salt of PCTP is ZnPCTP. The utilization of PCTP and ZnPCTP in golf ball cores to produce soft 15 and fast cores is disclosed in U.S. Patent No. 6,635,716, which is incorporated by reference herein, in its entirety. A suitable PCTP is sold by the Structol Company under the tradename A95. ZnPCTP is commercially available from EchinaChem.

Metal salt diacrylates, dimethacrylates, and monomethacrylates suitable for use in this invention include those wherein the metal is magnesium, calcium, zinc, aluminum, sodium, 20 lithium or nickel. Zinc diacrylate (ZDA) is preferred, but the present invention is not limited thereto. ZDA provides golf balls with a high initial velocity. The ZDA can be of various grades of purity. For the purposes of this invention, lower quantity of zinc stearate in the ZDA indicates higher ZDA purity. ZDA containing less than about 10% zinc stearate is preferable. More preferable is ZDA containing about 4-8% zinc stearate. Suitable, commercially available zinc 25 diacrylates include those from Sartomer Co. The preferred concentrations of ZDA that can be used are about 15 pph to about 40 pph based upon 100 pph of polybutadiene or alternately, polybutadiene with a mixture of other elastomers that equal 100 pph. Advantageously, the PCTP organic sulfur reacts with the ZDA used in the core to further increase the initial velocity of golf balls.

Free radical initiators are used to promote cross-linking of the metal salt diacrylate, dimethacrylate, or monomethacrylate and the polybutadiene. Suitable free radical initiators for use in the invention include, but are not limited to peroxide compounds, such as dicumyl peroxide, 1,1-di(t-butylperoxy) 3,3,5-trimethyl cyclohexane, a--a bis(t-butylperoxy) diisopropylbenzene, 2,5-dimethyl-2,5di(t-butylperoxy) hexane, or di-t-butyl peroxide, and mixtures thereof. Other useful initiators would be readily apparent to one of ordinary skill in the art without any need for experimentation. The initiator(s) at about 70% to about 100% activity are preferably added in an amount ranging between about 0.05 pph and about 2.5 pph based upon 100 parts of butadiene, or butadiene mixed with one or more other elastomers. More preferably, the amount of initiator added ranges between about 0.15 pph and about 2 pph and most preferably between about 0.25 pph and about 1.5 pph. Suitable commercially available dicumyl peroxides include Perkadox BC, which is > 90% active dicumyl peroxide, and DCP 70, which is >70% active dicumyl peroxide.

As discussed above, when ZDA or another metal salt of diacrylates, dimethacrylates, and monomethacrylates are used in the core, about 1 pph to about 20 pph of zinc oxide (or a smaller amount of calcium oxide and higher amount of peroxide) is preferably added to the core composition to react and neutralize any acrylic acid that may be present. More preferably, about 1.5 pph to about 12 pph of zinc oxide is added and most preferably about 2 pph to about 8 pph of zinc oxide is added.

Antioxidants may also be included. Antioxidants are compounds, which prevent the breakdown of the elastomer. Antioxidants useful in the present invention include, but are not limited to, quinoline type antioxidants, amine type antioxidants, and phenolic type antioxidants.

Other ingredients such as accelerators, *e.g.*, tetra methylthiuram, processing aids, processing oils, dyes and pigments, as well as other additives well known to the skilled artisan may also be used in the present invention in amounts sufficient to achieve the purpose for which they are typically used.

Preferably about 1 pph to about 25 pph of regrind may be used. Most preferably, about 5 pph to about 20 pph of regrind may be used.

Low density fillers can also be added to the core formulation. Preferably about 1 pph to about 15 pph of low density fillers may be used. Most preferably, about 5 pph to about 10 pph of

low density fillers may be used. Low density fillers can be used to reduce the weight of the ball. Suitable low density fillers may include hollow spheres or microspheres that can be incorporated into the core material including, for example polybutadiene.

High density fillers can also be added to the core formulation. Preferably about 0 pph to 5 about 15 pph of high density fillers may be used. More preferably, about 3 pph to about 12 pph of high density fillers may be used. Most preferably, about 5 pph to about 10 pph of high density fillers may be used. Depending on the weight of the core, high density fillers can be added to the cover to improve the moment of inertia of the ball. High density fillers can be used, so long as the ball has the preferred weight, discussed above. High moment of inertia balls are fully 10 discussed in U.S. Pat. No. 6,494,795, which is incorporated by reference herein, in its entirety.

Suitable high density fillers may have specific gravity in the range from about 2 to about 19, and include, for example, metal (or metal alloy) powder, metal oxide, metal searates, particulates, carbonaceous materials, and the like or blends thereof. Examples of useful metal (or metal alloy) powders include, but are not limited to, bismuth powder, boron powder, brass 15 powder, bronze powder, cobalt powder, copper powder, inconel metal powder, iron metal powder, molybdenum powder, nickel powder, stainless steel powder, titanium metal powder, zirconium oxide powder, aluminum flakes, tungsten metal powder, beryllium metal powder, zinc metal powder, or tin metal powder. Examples of metal oxides include but are not limited to zinc oxide, iron oxide, aluminum oxide, titanium dioxide, magnesium oxide, zirconium oxide, and 20 tungsten trioxide. Examples of particulate carbonaceous materials include but are not limited to graphite and carbon black. A more preferred high density filler is tungsten, tungsten oxide or tungsten metal powder due to its particularly high specific gravity of about 19.

Examples of other useful fillers include but are not limited to graphite fibers, precipitated hydrated silica, clay, talc, glass fibers, aramid fibers, mica, calcium metasilicate, barium sulfate, 25 zinc sulfide, silicates, diatomaceous earth, calcium carbonate, magnesium carbonate, regrind (which is recycled uncured center material mixed and ground to 30 mesh particle size), manganese powder, and magnesium powder.

In accordance to another aspect of the present invention, the cover layer 14 thickness is minimized. To that end, the thickness of cover layer 14 (as shown in FIG. 2) is equal to or less than about .08 inches. Most preferably, the thickness of the cover layer is equal to or less than 30

.07 inches. Preferably, the cover layer 14 is made of one layer, although it will be appreciated that multiple layers may form the cover layer 14. The thinness of the cover layer provides more volume for the core 12, and thereby more resilient polymeric core materials can be included in the core layer. Preferred compositions and properties of the cover layer in accordance to the 5 present invention are described below.

Preferably, the cover layer is formed as a single layer of a thermoplastic material. In another embodiment, the cover layer is formed as a single layer of thermoset material.

Thermoplastic materials include for example, partially or fully neutralized ionomers, thermoplastic polyurethane, metallocene, thermoplastic urethane, fusabond or other single site 10 catalyzed polymer, or blends thereof. Thermoset materials include polyurethane, polyurea, aromatic material, aliphatic material, or blends thereof. Exemplary preferable forms of such materials include aromatic urethane, light stable urethane, polyurethane-ionomer, and light stable polyurea. The cover layer can be cast or reaction-injection molded as known by those of ordinary skill in the art. If a urethane or urea cover layer is used, the ball preferably has a 15 moisture barrier between core 12 and cover layer 14. The use of moisture barriers is described in U.S. Patent 6,632,147, which is incorporated by reference herein in its entirety. As discussed above, an ionomer such as Surlyn can be included between core 12 and a urethane urea cover 14 to be the moisture barrier layer.

If the cover layer is formed of thermoplastic material, the cover layer preferably has a 20 flexural modulus of between about 500 psi and about 80,000 psi. More preferably, the flexural modulus is between about 20,000 psi and about 80,000 psi and most preferably, the flexural modulus is between about 25,000 psi and about 70,000 psi.

If the cover layer is formed of thermoset material, the cover layer preferably has a 25 flexural modulus of between about 500 psi and about 80,000 psi. More preferably, the flexural modulus is between about 500 psi and about 45,000 psi and most preferably, the flexural modulus is between about 1000 psi and about 40,000 psi.

If the cover layer is formed of thermoplastic material, the cover layer preferably has a Shore D hardness of between about 30 and about 75. More preferably, the Shore D hardness is between about 40 and about 70, and most preferably, the Shore D hardness is between about 45 30 and about 68.

If the cover layer is formed of thermoset material, the cover layer preferably has a Shore D material hardness of between about 30 and about 75. More preferably, the Shore D material hardness is between about 35 and about 65, and most preferably, the Shore D material hardness is between about 40 and about 65.

5 In another embodiment, the cover layer has a Shore D material hardness of less than about 60, and preferably less than about 55.

The core 12 and cover layer 14, as described above, are formed according to methods well known by those of ordinary skill in the art.

With respect to FIGS. 1 and 2, the cover layer 14 preferably has between about 200 and 10 about 600 dimples 16. More preferably, the cover layer 14 has between 300 and 450 dimples 16. Preferably, the dimples are spherical or circular. Any suitable dimple pattern may be used on the golf ball 10.

15 In accordance with one aspect of the present invention, a modified dimple pattern is provided to adjust incrementally the distance that the ball would travel without affecting the other qualities of the ball. This modified dimples pattern is discussed below and is disclosed in more detail in co-pending U.S. Application Serial No. 10/980,203 filed on November 11, 2004, and is assigned to the same assignee as the present invention. This co-pending application is incorporated by reference herein in its entirety.

As shown generally in FIG. 1, the golf ball 10 has a spherical surface. The spherical 20 surface is defined by points lying on at least a 1.68 inch diameter of golf ball 10 for USGA regulation golf balls. For non-regulation golf balls, the spherical surface may instead be considered an inner-sphere which is covered by an outer surface, such as is described in the U.S. Patent No. 6,290,615 patent ('615 patent), incorporated herein by reference in its entirety. In the '615 patent, the spherical surface is covered by a raised tubular lattice. Either concept for the 25 spherical surface applies to the present invention.

The plurality of dimples 16 separated by outer un-dimpled or land surfaces, designated generally as 18, is provided on an outer surface of golf ball 10. As shown, dimples 16 are circular. Suitable dimples for use with this invention include dimples of any shape, including triangular, square, rectangular, pentagon, hexagon, heptagon, octagon, any other polygons, 30 circular, hemispherical, elliptical, spherical or any other shape.

Preferably, dimples 16 are depressions extending into the cover of golf ball 10. Alternatively, dimples 16 may be raised projections extending beyond the spherical surface of golf ball 10. In one preferred embodiment, the golf ball 10 has dimples with at least three different diameters, more preferably five different diameters. The dimples preferably cover at 5 least 80% of the surface of the golf ball and have an overall edge angle of greater than 14 degrees.

The dimple pattern is preferably arranged into identifiable sections or regions that form an overall pattern on the surface of golf ball 10. Preferably, dimples 16 are generally arranged in an icosahedron pattern, *i.e.*, comprising twenty (20) identifiable triangular sections. Other 10 suitable patterns include tetrahedron, octahedron, hexahedron and dodecahedron, among other polyhedrons, or any other discernable grouping of dimples.

As used herein, “inter-dimple spacing” is the width of land area 18 between any two adjacent dimples 16, as shown in FIG. 1. An inter-dimple spacing may have a circular or other non-polygonal configuration, such as spacing 20. Preferably, the inter-dimple spacings between 15 any two adjacent polygonal dimples are substantially constant. In other words, the sides of adjacent polygonal dimples are substantially parallel to each other forming constant spacing between them. The aggregate of all inter-dimple spacings forms land area 18. Preferably, the surface area of land area 18 is not more than about 40% of the total surface area of the spherical surface of golf ball 10. More preferably, less than about 30% of the total surface area of golf ball 20 10 is land area. Even more preferably, less than about 20% of the total surface area of golf ball 10 is land area.

The present invention is further described herein in terms of aerodynamic criteria that are defined by the magnitude and direction of the aerodynamic forces, for the range of Spin Ratios and Reynolds Numbers that encompass the flight regime for typical golf ball trajectories. These 25 aerodynamic criteria and forces are described below.

The forces acting on a golf ball in flight are enumerated in Equation 1 and illustrated in FIG. 3:

$$F = F_L + F_D + F_G \quad (\text{Eq. 1})$$

Where F = total force vector acting on the ball

F_L = lift force vector

F_D = drag force vector

F_G = gravity force vector

The lift force vector (F_L) acts in a direction dictated by the cross product of the spin
5 vector and the velocity vector. The drag force vector (F_D) acts in a direction that is directly opposite the velocity vector. The magnitudes of the lift and drag forces of Equation 1 are calculated in Equations 2 and 3, respectively:

$$F_L = 0.5C_L\rho AV^2 \quad (\text{Eq. 2})$$

$$F_D = 0.5C_D\rho AV^2 \quad (\text{Eq. 3})$$

10 where ρ = density of air (slugs/ft³)

A = projected area of the ball (ft²) ($(\pi/4)D^2$)

D = ball diameter (ft)

V = ball speed (ft/s)

C_L = dimensionless lift coefficient

15 C_D = dimensionless drag coefficient

Lift and drag coefficients are typically used to quantify the force imparted to a ball in flight and are dependent on air density, air viscosity, ball speed, and spin rate. The influence of all these parameters may be captured by two dimensionless parameters: Spin Ratio (SR) and Reynolds Number (N_{Re}). Spin Ratio is the rotational surface speed of the ball divided by ball
20 speed. Reynolds Number quantifies the ratio of inertial to viscous forces acting on the golf ball moving through air. SR and N_{Re} are calculated in Equations 4 and 5 below:

$$SR = \omega(D/2)/V \quad (\text{Eq. 4})$$

$$N_{Re} = DV\rho/\mu \quad (\text{Eq. 5})$$

where ω = ball rotation rate (radians/s) ($2\pi(RPS)$)

25 RPS = ball rotation rate (revolution/s)

V = ball speed (ft/s)

D = ball diameter (ft)

ρ = air density (slugs/ft³)

μ = absolute viscosity of air (lb/ft-s)

5 There are a number of suitable methods for determining the lift and drag coefficients for a given range of SR and N_{Re}, which include the use of indoor test ranges with ballistic screen technology. U.S. Patent No. 5,682,230, the entire disclosure of which is incorporated by reference herein in its entirety, teaches the use of a series of ballistic screens to acquire lift and drag coefficients. U.S. Patent Nos. 6,186,002 and 6,285,445, also incorporated by reference
10 herein in their entirety, disclose methods for determining lift and drag coefficients for a given range of velocities and spin rates using an indoor test range, wherein the values for C_L and C_D are related to SR and N_{Re} for each shot. One skilled in the art of golf ball aerodynamics testing could readily determine the lift and drag coefficients through the use of an indoor test range, or alternatively in a wind tunnel.

15 The aerodynamic property of a golf ball can be quantified by two parameters that account for both lift and drag simultaneously: (1) the magnitude of aerodynamic force (C_{mag}), and (2) the direction of the aerodynamic force (Angle). It has now been discovered that flight performance improvements are attained when the dimple pattern and dimple profiles are selected to satisfy preferred magnitude and direction criteria. The magnitude and angle of the aerodynamic force
20 are related to the lift and drag coefficients and, therefore, the magnitude and angle of the aerodynamic coefficients are used to establish the preferred criteria. The magnitude and the angle of the aerodynamic coefficients are defined in Equations 6 and 7 below:

$$C_{\text{mag}} = \sqrt{(C_L^2 + C_D^2)} \quad (\text{Eq. 6})$$

$$\text{Angle} = \tan^{-1}(C_L / C_D) \quad (\text{Eq. 7})$$

25 To ensure consistent flight performance regardless of ball orientation, the percent deviation of C_{mag} for each SR and N_{Re} plays an important role. The percent deviation of C_{mag} may be calculated in accordance with Equation 8, wherein the ratio of the absolute value of the

difference between the C_{mag} for *any two orientations* to the average of the C_{mag} for these two orientations is multiplied by 100.

$$\text{Percent deviation } C_{mag} = \left| (C_{mag1} - C_{mag2}) \right| / ((C_{mag1} + C_{mag2})/2) * 100 \quad (\text{Eq. 8})$$

where $C_{mag1} = C_{mag}$ for orientation 1, and

5 $C_{mag2} = C_{mag}$ for orientation 2.

To achieve the consistent flight performance, the percent deviation is preferably about 6 percent or less. More preferably, the deviation of C_{mag} is about 3 percent or less.

Aerodynamic asymmetry typically arises from parting lines inherent in the dimple arrangement or from parting lines associated with the manufacturing process. The percent C_{mag} 10 deviation is preferably obtained using C_{mag} values measured with the axis of rotation normal to the parting line plane, commonly referred to as a poles horizontal, "PH" orientation and C_{mag} values measured in an orientation orthogonal to PH, commonly referred to as a pole over pole, "PP" orientation. The maximum aerodynamic asymmetry is generally measured between the PP and PH orientation.

15 The percent deviation of C_{mag} as outlined above applies to the orientations, PH and PP, as well as any other two orientations. For example, if a particular dimple pattern is used having a great circle of shallow dimples, different orientations should be measured. The axis of rotation to be used for measurement of symmetry in the above example scenario would be normal to the plane described by the great circle and coincident to the plane of the great circle.

20 It has also been discovered that the C_{mag} and Angle criteria for golf balls with a nominal diameter of 1.68 and a nominal weight of 1.62 ounces may be advantageously scaled to obtain the similar optimized criteria for golf balls of any size and weight. Any preferred aerodynamic criteria may be adjusted to obtain the C_{mag} and angle for golf balls of any size and weight in accordance with Equations 9 and 10.

$$25 C_{mag(ball)} = C_{mag(nominal)} \sqrt{(\sin(Angle_{(nominal)}) * (W_{ball}/1.62) * (1.68/D_{ball})^2)^2 + (\cos(Angle_{(nominal)})^2)} \quad (\text{Eq. 9})$$

$$Angle_{(ball)} = \tan^{-1}(\tan(Angle_{(nominal)}) * (W_{ball}/1.62) * (1.68/D_{ball})^2) \quad (\text{Eq. 10})$$

It is believed that a golf ball made in accordance with the present invention will share similar characteristics with the golf balls discussed in U.S. Patent No. 6,729,976 ('976 patent), the disclosure of which is incorporated herein in its entirety. Table 1 illustrates the anticipated aerodynamic criteria for a golf ball of the present invention that results in increased flight distances. The criteria are specified as low, median, and high C_{mag} and Angle for eight specific combinations of SR and N_{Re} . Golf balls with C_{mag} and Angle values between the low and the high number are preferred. More preferably, the golf balls of the invention have C_{mag} and Angle values between the low and the median numbers delineated in Table 1. The C_{mag} values delineated in Table 1 are intended for golf balls that conform to USGA size and weight regulations. The size and weight of the golf balls used with the aerodynamic criteria of Table 1 are 1.68 inches and 44.8 grams, respectively.

Table 1: Aerodynamic Characteristics For Ball Diameter = 1.68", Ball Weight = 44.8 grams

N_{Re}	SR	<u>Magnitude</u>			<u>Angle</u>		
		Low	Median	High	Low	Median	High
230000	0.085	0.24	0.26	0.27	30	32	34
207000	0.095	0.25	0.27	0.28	33	35	37
184000	0.106	0.26	0.28	0.29	34	37	38
161000	0.122	0.27	0.29	0.30	36	39	41
138000	0.142	0.29	0.31	0.32	37	40	42
115000	0.170	0.32	0.34	0.35	39	41	43
92000	0.213	0.36	0.39	0.40	40	42	44
69000	0.284	0.40	0.43	0.44	39	41	43

Other anticipated aerodynamic characteristics of the golf ball are described and discussed in greater detail in the '976 patent.

While the above invention has been described with reference to certain preferred embodiments, it should be kept in mind that the scope of the present invention is not limited to these embodiments. One skilled in the art may find variations of these preferred embodiments which, nevertheless, fall within the spirit of the present invention, whose scope is defined by the claims set forth below.

1. A golf ball comprising:
 - a core;
 - a cover layer surrounding the core, the cover layer having an exterior surface; and
 - a dimple pattern on the exterior surface having a plurality of dimples providing optimal trajectory and overall distance for the golf ball,
wherein the golf ball has a weight between about 44.5 grams and about 45 grams, a diameter of at least 1.68 inches and a coefficient of restitution of about at least 0.82 at a club head speed of about 100 ft/sec.
2. The golf ball of claim 1, wherein the dimple pattern includes dimples having at least three different diameters.
3. The golf ball of claim 1, wherein the dimples cover at least 80% of the exterior surface.
4. The golf ball of claim 1, wherein the dimples have an edge angle greater than 14 degrees to a phantom sphere concentric with and having a same diameter as the exterior surface of the cover.
5. The golf ball of claim 1, wherein the exterior surface defines between about 200 and about 600 dimples.
6. The golf ball of claim 1, wherein the plurality of dimples comprise an aerodynamic coefficient magnitude defined by $C_{mag} = \sqrt{C_L^2 + C_D^2}$ and an aerodynamic force angle defined by $\text{Angle} = \tan^{-1}(C_L / C_D)$, wherein C_L is a lift coefficient and C_D is a drag coefficient, wherein the golf ball comprises:

an outer land surface, wherein the outer land surface comprises,
at least one first substantially constant width and at least one second substantially
constant width, wherein said first and second widths separate the dimples;
a first aerodynamic coefficient magnitude from about 0.24 to about 0.27 and a first
aerodynamic force angle of about 31 degrees to about 35 degrees at a Reynolds Number of about
230000 and a spin ratio of about 0.085; and

a second aerodynamic coefficient magnitude from about 0.25 to about 0.28 and a second
aerodynamic force angle of about 34 degrees to about 38 degrees at a Reynolds Number of about
207000 and a spin ratio of about 0.095.

7. The golf ball of claim 6, further comprising:

a third aerodynamic coefficient magnitude from about 0.26 to about 0.29 and a third
aerodynamic force angle of about 35 degrees to about 39 degrees at a Reynolds Number of about
184000 and a spin ratio of about 0.106; and

a fourth aerodynamic coefficient magnitude from about 0.27 to about 0.30 and a fourth
aerodynamic force angle of about 37 degrees to about 42 degrees at a Reynolds Number of about
161000 and a spin ratio of about 0.122.

8. The golf ball of claim 7, further comprising:

a fifth aerodynamic coefficient magnitude from about 0.29 to about 0.32 and a fifth
aerodynamic force angle of about 39 degrees to about 43 degrees at a Reynolds Number of about
138000 and a spin ratio of about 0.142; and

a sixth aerodynamic coefficient magnitude from about 0.32 to about 0.35 and a sixth
aerodynamic force angle of about 40 degrees to about 44 degrees at a Reynolds Number of about
115000 and a spin ratio of about 0.170.

9. The golf ball of claim 8, further comprising:

a seventh aerodynamic coefficient magnitude from about 0.36 to about 0.40 and a
seventh aerodynamic force angle of about 41 degrees to about 45 degrees at a Reynolds Number
of about 92000 and a spin ratio of about 0.213; and

an eighth aerodynamic coefficient magnitude from about 0.40 to about 0.45 and an eighth aerodynamic force angle of about 40 degrees to about 44 degrees at a Reynolds Number of about 69000 and a spin ratio of about 0.284.

10. The golf ball of claim 1, wherein at a 100 kg load the golf ball has a deflection of about 3.0 mm to about 4.0 mm.

11. The golf ball of claim 1, wherein the golf ball has a coefficient of restitution of about 0.83 to about 0.87 at a club speed of about 100 ft/sec.

12. The golf ball of claim 11, wherein the golf ball has a coefficient of restitution of about 0.83 to about 0.85 at a club speed of about 100 ft/sec.

13. The golf ball of claim 1, wherein the golf ball has a coefficient of restitution of about at least 0.82 at a club head speed of about 125 ft/sec.

14. The golf ball of claim 1, wherein the surface of the core has a Shore C material hardness of between about 50 and about 80.

15. The golf ball of claim 1, wherein the cover layer has a thickness less than or equal to about 0.08 inch.

16. The golf ball of claim 1, wherein the cover layer is formed of a thermoplastic material.

17. The golf ball of claim 16, wherein said thermoplastic material is selected from the group including: partially or fully neutralized ionomers, thermoplastic polyurethane, metallocene, thermoplastic urethane, fusabond, or other single site catalyzed polymer, or blends thereof.

18. The golf ball of claim 1, wherein the cover layer is formed of a thermoset material.

19. The golf ball of claim 18, wherein said thermoset material is selected from the group including: aromatic urethane, light stable urethane, light stable polyurea, polyurethane-ionomer or blends thereof.

20. The golf ball of claim 1, wherein the cover layer has a Shore D material hardness of between about 30 and about 75.

21. The golf ball of claim 1, wherein the cover layer has a Shore D material hardness of less than about 60.

22. A golf ball comprising:

a core;

a cover layer surrounding the core, the cover layer having an exterior surface; and

a plurality of dimples on the exterior surface of the cover layer to provide an optimal trajectory and overall distance for the golf ball,

wherein the golf ball has a weight between about 44.5 grams and about 45 grams; a deflection at 100 kg of about 3.0 mm to about 4.0 mm; a diameter of at least 1.68 inches; and a coefficient of restitution of about 0.82 to about 0.87 at a club head speed of 100 ft/sec.

23. The golf ball of claim 22, further comprising dimples having at least three different diameters.

24. The golf ball of claim 22, wherein the dimples cover at least 80% of the exterior surface.

25. The golf ball of claim 22, wherein the dimples have an edge angle greater than 14 degrees to a phantom sphere concentric with and having a same diameter as the exterior surface of the cover.

26. The golf ball of claim 22, wherein the exterior surface defines between about 200 and about 600 dimples.

27. The golf ball of claim 22, wherein the plurality of dimples comprise an aerodynamic coefficient magnitude defined by $C_{mag} = \sqrt{C_L^2 + C_D^2}$ and an aerodynamic force angle defined by $\text{Angle} = \tan^{-1}(C_L / C_D)$, wherein C_L is a lift coefficient and C_D is a drag coefficient, wherein the golf ball comprises:

an outer land surface, wherein the outer land surface comprises,

at least one first substantially constant width and at least one second substantially constant width, wherein said first and second widths separate the dimples;

a first aerodynamic coefficient magnitude from about 0.24 to about 0.27 and a first aerodynamic force angle of about 31 degrees to about 35 degrees at a Reynolds Number of about 230000 and a spin ratio of about 0.085; and

a second aerodynamic coefficient magnitude from about 0.25 to about 0.28 and a second aerodynamic force angle of about 34 degrees to about 38 degrees at a Reynolds Number of about 207000 and a spin ratio of about 0.095.

28. The golf ball of claim 27, further comprising:

a third aerodynamic coefficient magnitude from about 0.26 to about 0.29 and a third aerodynamic force angle of about 35 degrees to about 39 degrees at a Reynolds Number of about 184000 and a spin ratio of about 0.106; and

a fourth aerodynamic coefficient magnitude from about 0.27 to about 0.30 and a fourth aerodynamic force angle of about 37 degrees to about 42 degrees at a Reynolds Number of about 161000 and a spin ratio of about 0.122.

29. The golf ball of claim 28, further comprising:

a fifth aerodynamic coefficient magnitude from about 0.29 to about 0.32 and a fifth aerodynamic force angle of about 39 degrees to about 43 degrees at a Reynolds Number of about 138000 and a spin ratio of about 0.142; and

a sixth aerodynamic coefficient magnitude from about 0.32 to about 0.35 and a sixth aerodynamic force angle of about 40 degrees to about 44 degrees at a Reynolds Number of about 115000 and a spin ratio of about 0.170.

30. The golf ball of claim 29, further comprising:

a seventh aerodynamic coefficient magnitude from about 0.36 to about 0.40 and a seventh aerodynamic force angle of about 41 degrees to about 45 degrees at a Reynolds Number of about 92000 and a spin ratio of about 0.213; and

an eighth aerodynamic coefficient magnitude from about 0.40 to about 0.45 and an eighth aerodynamic force angle of about 40 degrees to about 44 degrees at a Reynolds Number of about 69000 and a spin ratio of about 0.284.

31. The golf ball of claim 22, wherein the golf ball has a coefficient of restitution of about 0.83 to about 0.85 at a club speed of about 100 ft/sec.

32. The golf ball of claim 22, wherein the golf ball has a coefficient of restitution of about at least 0.82 at a club head speed of about 125 ft/sec.

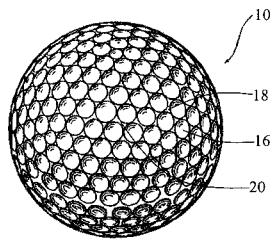
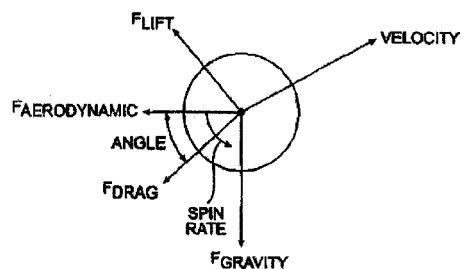
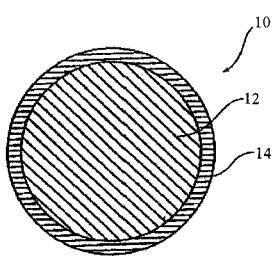
33. The golf ball of claim 22, wherein the cover layer has a Shore D material hardness of less than about 60.

1 . A b s t r a c t

The present invention is directed to a golf ball with a core and a cover layer surrounding the core. The golf ball preferably has a weight between about 44.5 grams and about 45 grams, a diameter of at least about 1.68 inches, and a deflection of about 3.0 mm to about 4.0 mm at 100 kg. Additionally, the golf ball preferably has a coefficient of restitution of at least about 0.82 at a club head speed of 100 ft/sec. The golf ball includes aerodynamics to provide an optimal trajectory and overall distance for the low weight ball. Thus, a low weight golf ball is provided delivering improved distance with superior feel. This golf ball is specifically designed to optimize its play characteristics for low swing speed players.

2 . R e p r e s e n t a t i v e D r a w i n g

図 1

**FIG. 1****FIG. 3****FIG. 2**