(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2004-209258
(P2004-209258A)
(43)公開日　平成16年7月29日(2004.7.29)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
A63B 37/00	A63B 37/00	F	
A63B 37/04	A63B 37/04		

審査請求 未請求　請求項の数 33　ＯＬ　（全 25 頁）

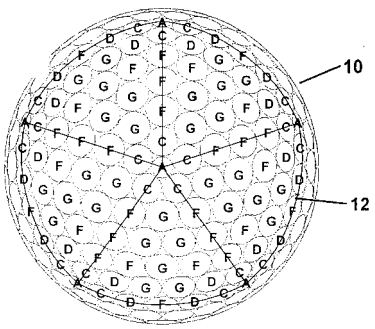
(21)出願番号　特願2004-1472(P2004-1472)
(22)出願日　平成16年1月6日(2004.1.6)
(31)優先権主張番号　10/337275
(32)優先日　平成15年1月6日(2003.1.6)
(33)優先権主張国　米国(US)

(71)出願人　390023593
アクシュネット　カンパニー
ＡＣＵＳＨＮＥＴ　ＣＯＭＰＡＮＹ
アメリカ合衆国　マサチューセッツ州　０２７１９　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】飛行性能が改善されたゴルフボール

(57)【要約】
【課題】　ゴルフボールの空体力学効率を改善し、そのようなスイング速度のゴルファーであっても飛距離が伸び、とくに、初期速度が１６０マイル／時（２５７ｋｍ／ｈ）を超えるように、より具体的にはそれが約１８０マイル／時（２９０ｋｍ／ｈ）でボールを打ち出すゴルファーのような、かなり高速スイングのゴルファーにとって飛距離が伸びるようにする。
【解決手段】　ゴルフボールのディンプル数を少なくするとともにディンプルをマルチサイズとしディンプルのカバー領域をより大きくし、空体力学特性を改善する。
【選択図】　図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
外側表面が、約３７０個未満のディンプルを有し、これらディンプルがゴルフボール本体の外側表面の少なくとも約８０％を覆い、これらディンプルの大きさが少なくとも２通りであることを特徴とするゴルフボール。
【請求項２】
３５０個未満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】
３４０個未満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４】
約２５０個のディンプルを有する請求項３記載のゴルフボール。
【請求項５】
上記ディンプルがゴルフボール本体の外側表面の少なくとも約８３％を覆う請求項４記載のゴルフボール。
【請求項６】
上記ディンプルの大きさが少なくとも４通りである請求項５記載のゴルフボール。
【請求項７】
上記ディンプルの大きさが少なくとも６通りである請求項６記載のゴルフボール。
【請求項８】
レノルズ数が１８００００でスピンレートが０．１１０のときの空力係数の、レノルズ数が７００００でスピンレートが０．１８８のときの空力係数に対する比が約０．７８０以下である請求項１記載のゴルフボール。
【請求項９】
レノルズ数が１８００００でスピンレートが０．１１０のときの空力係数の、レノルズ数が７００００でスピンレートが０．１８８のときの空力係数に対する比が約０．７６０以下である請求項８記載のゴルフボール。
【請求項１０】
レノルズ数が１８００００でスピンレートが０．１１０のときの空力係数が約０．２９０以下である請求項８記載のゴルフボール。
【請求項１１】
レノルズ数が７００００でスピンレートが０．１８８のときの空力係数が約０．３７０以上である請求項８記載のゴルフボール。
【請求項１２】
レノルズ数が１８００００でスピンレートが０．１１０のときの揚力係数の、レノルズ数が７００００でスピンレートが０．１８８のときの揚力係数に対する比が約０．７３０以下である請求項１記載のゴルフボール。
【請求項１３】
レノルズ数が１８００００でスピンレートが０．１１０のときの揚力係数の、レノルズ数が７００００でスピンレートが０．１８８のときの揚力係数に対する比が約０．７２５以下である請求項１２記載のゴルフボール。
【請求項１４】
レノルズ数が１８００００でスピンレートが０．１１０のときの揚力係数の、レノルズ数が７００００でスピンレートが０．１８８のときの揚力係数に対する比が約０．７００以下である請求項１３記載のゴルフボール。
【請求項１５】
レノルズ数が１８００００でスピンレートが０．１１０のときの揚力係数の、レノルズ数が７００００でスピンレートが０．１８８のときの揚力係数に対する比が約０．６９０以下である請求項１４記載のゴルフボール。
【請求項１６】
レノルズ数が１８００００でスピンレートが０．１１０のときの揚力係数が約０．１７

０以下である請求項１２記載のゴルフボール。
【請求項１７】
レノルズ数が７００００でスピンレートが０．１８８のときの揚力係数が約０．２４０以上である請求項１２記載のゴルフボール。
【請求項１８】
レノルズ数が７００００でスピンレートが０．１８８のときの抗力係数が約０．２７０以下である請求項１記載のゴルフボール。
【請求項１９】
２層コアおよび２層カバーを有する請求項１記載のゴルフボール。
【請求項２０】
最も内側のコア層が約０．３７５インチ（約０．９５３ｃｍ）から約１．４インチ（約３．５６ｃｍ）の範囲の直径を有する請求項１９記載のゴルフボール。
【請求項２１】
外側のコア層が約１．４インチ（約３．５６ｃｍ）から約１．６２インチ（約４．１１ｃｍ）の範囲の外側直径を有する請求項１９記載のゴルフボール。
【請求項２２】
内側のカバーが約１．５９インチ（約４．０４ｃｍ）から約１．６６インチ（約４．２２ｃｍ）の範囲の外側直径を有する請求項１９記載のゴルフボール。
【請求項２３】
衝撃速度が１２５フィート／秒（３８．１０ｍ／ｓ）のときに測定した反発係数が０．８００より大きい請求項１記載のゴルフボール。
【請求項２４】
衝撃速度が１２５フィート／秒（３８．１０ｍ／ｓ）のときに測定した反発係数が約０．８１０である請求項２３記載のゴルフボール。
【請求項２５】
外側表面が約３７０個未満のディンプルを有し、総合ディンプル容積が少なくとも約１．２５％であるゴルフボール。
【請求項２６】
総合ディンプル容積が少なくとも約１．５％である請求項２５記載のゴルフボール。
【請求項２７】
３５０個未満のディンプルを有する請求項２６記載のゴルフボール。
【請求項２８】
３４０個未満のディンプルを有する請求項２７記載のゴルフボール。
【請求項２９】
３００個未満のディンプルを有する請求項２８記載のゴルフボール。
【請求項３０】
約２５０個のディンプルを有する請求項２９記載のゴルフボール。
【請求項３１】
上記ディンプルがゴルフボール本体の表面の少なくとも約７５％を覆う請求項２５記載のゴルフボール。
【請求項３２】
上記ディンプルがゴルフボール本体の表面の少なくとも約８０％を覆う請求項３１記載のゴルフボール。
【請求項３３】
上記ディンプルがゴルフボール本体の表面の少なくとも約８３％を覆う請求項２５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、飛行性能が改善され長い飛行距離をもたらす改善された空体特性を有する

ゴルフボールに関する。

【背景技術】

【０００２】

ゴルフボールの飛行の仕方は多くの要素により決定されるが、これらの要素のほとんどはゴルファが関与できないものである。ゴルファは、特定のクラブでボールを打撃することにより、速度、打ち出し角度、およびスピンレートを制御できるが、打撃後は、ボールの空体力学、構造および材料、ならびに環境条件例えば地勢や天候により左右されて、ボールは飛行する。飛行距離やその一貫性はゴルフのスコアをよくする上で重要な要素であるので、製造者は、常々、種々の空体特性やゴルフボールの構造を改善して、ゴルフボールの飛行一貫性や飛行距離の改善に努力してきた。

【０００３】

１９７０年代以前では、多くのゴルフボールは、八面体に配列された３３６個のディンプルを有し、ディンプル領域は約６０－６５％の範囲であった。１９７０年代の間は、ボール表面の比較的大きな部分をカバーするディンプルパターンの傾向があった。これらゴルフボールは典型的には二十面体に配列された約同一個数のディンプル（３３２個）を有していた。これらディンプルは典型的には同一サイズであり、ボール表面の約７０％をカバーしていた。この構成は飛行距離を飛躍的に向上させた。１９８０年代のはじめには、ボール表面のディンプルの個数をより多くし、ボール表面のディンプルのサイズをマルチサイズとする傾向が加わった。１９８０年代の間、ディンプルの総数を増大させようとする傾向がさらに強まり、ゴルフボール製造業者の間では、「ディンプル戦争」としてしばしばうけとられた。

【０００４】

これらの傾向が相まって現在の典型的なゴルフボールの構造が生成された。すなわち、２－５の異なるサイズの約４００個のディンプルを有し、ボール表面の約８０％をカバーするものである。例えば、ＵＳＧＡ（合衆国ゴルフ協会）は、標準セットアップゴルフボールとしてＰｉｎｎａｃｌｅ　Ｇｏｌｄ　ＬＳを用いている。このゴルフボールは、特許文献１（米国特許第５９５７７８６号明細書）に開示されるように３９２個のディンプルからなるパターンを有し、ディンプルのサイズも５とおりである。従来、ゴルフボールの空体特性や他の性能の特性が、余暇でプレイを行なうゴルファから硬度に熟達したプロゴルファまでの種々のタイプのゴルファの要請に合致するように設計されてきた。このようなゴルファの間で典型的に際立った要素はスイング速度である。プロゴルファはスイング速度の上限を記録してきており、そのスイング速度は約１６０マイル／時（２５７ｋｍ／ｈ）のボール初速度を生成するのに十分なものであった。近年、賞金の高騰も一因となって、世界クラスのアスリートがゴルフゲームに集まってきた。プロゴルファは、かつてないほど、大きくなり、強靱になり、攻撃的になってきている。この結果、ボールの初速度が１７０マイル／時（２７４ｋｍ／ｈ）を優に超えるプロゴルファやアマチュアゴルファが見受けられるようになった。しかしながら、この分野において、今日のゴルファによりもたらされる高速のボール速度を含むすべてのボール速度に最適化されたゴルフボールについては何ら教示するところではない。

【０００５】

したがって、高スイング速度のゴルファを含むすべてのゴルファに対して飛距離を伸ばすように設計されたゴルフボールが、依然、要請されている。

【特許文献１】米国特許第５９５７７８６号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

この発明は、以上の事情を考慮してなされたものであり、空体力学的な効率を改善し、もってスイング速度がどのようなゴルファに対しても飛距離を向上させるゴルフボールを提供することを目的とし、とくに、１６０マイル／時（２５７ｋｍ／ｈ）以上、より具体的には約１７０マイル／時（２７４ｋｍ／ｈ）の初速度でボールを打つような、かなりス

イング速度の速いゴルファに対して飛距離を向上させるゴルフボールを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

この発明によれば、上述の目的を達成するために、特許請求の範囲に記載のとおりの構成を採用している。以下、この発明を詳細に説明する。

【０００８】

この発明は、空体力学的な効率を改善し、もってスイング速度がどのようなゴルファに対しても飛距離を向上させるゴルフボールに向けられており、とくに、１６０マイル／時（２５７ｋｍ／ｈ）以上、より具体的には約１７０マイル／時（２７４ｋｍ／ｈ）の初速度でボールを打つような、かなりスイング速度の速いゴルファに対して飛距離を向上させるゴルフボールに向けられている。

【０００９】

とくに、この発明は、空体力学上の効率、具体的には高スイング速度時の効率を向上させるディンプル配列やディンプルプロフィールの選択に向けられている。より具体的には、この発明は、初期のゴルフボールのようにディンプル総数が少なく、同時に、近年のゴルフボールのようにディンプルのカバー領域を大きくし、マルチサイズのディンプルとするものである。

【００１０】

この発明の好ましい実施例によれば、外側表面が約３７０より少ないディンプルを有しこれらディンプルが外側表面の少なくとも約８０％の領域をカバーし、しかもディンプルのサイズが少なくとも2とおりである外側表面を有するゴルフボールに向けられている。好ましくは、ゴルフボールは３５０未満のディンプルを有し、より好ましくは３４０未満のディンプルを有する。代替的には、ゴルフボールは約２５０個のディンプルを有する。好ましくは、このディンプルはボールの表面の少なくとも約８３％をカバーし、少なくとも４通りのサイズとなっており、より好ましくは、少なくとも６通りのサイズとなっている。

【００１１】

好ましいゴルフボールでは、レノルズ数１８００００でスピンレートが０．１１０の空体力の係数の、レノルズ数７００００でスピンレートが０．１８８の空体力の係数に対する比が、約０．７８０またはそれ未満であり、より好ましくは、この比が約０．７６０またはそれ未満である。この発明の一側面によれば、レノルズ数１８００００でスピンレートが０．１１０の空体力の係数は約０．２９０またはそれ未満である。この発明の他の側面によれば、レノルズ数７００００でスピンレートが０．１８８の空体力係数は約０．３７０またはそれを超える。

【００１２】

好ましいゴルフボールでは、レノルズ数１８００００でスピンレートが０．１１０の揚力（ｌｉｆｔ）係数の、レノルズ数７００００でスピンレートが０．１８８の揚力係数に対する比が、約０．７３０またはそれ未満である。好ましくは、この比が約０．７２５またはそれ未満であり、より好ましくは、約０．７００またはそれ未満であり、最も好ましくは、約０．６９０である。この発明の一側面によれば、レノルズ数１８００００でスピンレートが０．１１０の揚力係数は約０．１７０またはそれ未満である。この発明の他の側面によれば、レノルズ数７００００でスピンレートが０．１８８の揚力係数は約０．２４０またはそれを超える。この発明のさらに他の側面によれば、レノルズ数７００００でスピンレートが０．１８８の抗力（ｄｒａｇ）係数は約０．２７０またはそれ未満である。

【００１３】

好ましいゴルフボールは、２層コアおよび２層カバーを含む。好ましくは、最も内側にコア層は約０．３７５インチ（約０．９５３ｃｍ）から約１．４インチ（約３．５６ｃｍ）の範囲の直径を有し、外側コアは約１．４インチ（約３．５６ｃｍ）から約１．６２イ

ンチ（約４．１１ｃｍ）の範囲の外側直径を有する。好ましくは、内側カバーは約１．５９インチ（約４．０４ｃｍ）から約１．６６インチ（約４．２２ｃｍ）の範囲の外側直径を有する。好ましいゴルフボールは０．８００より大きな反発係数（Ｃｏｅｆｆｉｃｉｅｎｔ　Ｏｆ　Ｒｅｓｔｉｔｕｔｉｏｎ）を有する。

【００１４】

他の好ましい実施例によれば、この発明は外側表面が約３７０より少ないディンプルを有しこれらディンプルが外側表面の少なくとも約８０％の領域をカバーし、しかもディンプルの総容積（総合ディンプル容積）が少なくとも約１．２５％であるゴルフボールに向けられている。好ましくは、ディンプルの総容積は少なくとも約１．５％である。好ましくは、ゴルフボールは、３５０個未満のディンプルを有し、またより好ましくは３４０個未満のディンプルを有する。代替的には、ゴルフボールは、３００個未満のディンプルを有し、または約２５０個のディンプルを有する。好ましいゴルフボールの表面のディンプルはボールの表面の少なくとも約７５％をカバーし、好ましくは、ボールの表面の少なくとも約８０％をカバーし、より好ましくはボールの表面の少なくとも約８３％をカバーする。

【００１５】

他の好ましい実施例によれば、この発明は、外側表面が複数のディンプルを有し、レノルズ数１８００００でスピンレートが０．１１０の空体力の係数の、レノルズ数７００００でスピンレートが０．１８８の空体力の係数に対する比が、約０．７８０またはそれ未満であるゴルフボールに向けられている。好ましくは、この比が約０．７６０またはそれ未満である。この発明の一側面によれば、レノルズ数１８００００でスピンレートが０．１１０の空体力の係数は約０．２９０またはそれ未満である。この発明の他の側面によれば、レノルズ数７００００でスピンレートが０．１８８の空体力係数は約０．３７０またはそれを超える。好ましいゴルフボールの圧縮（ｃｏｍｐｒｅｓｓｉｏｎ）は９０ＰＧＡ（ＰＧＡ圧縮値、ＡＴＴＩ圧縮ともいう）であり、そのディンプル数は約３７０個より少ない。

【００１６】

さらに他の好ましい実施例によれば、この発明は、外側表面が複数のディンプルを有し、レノルズ数１８００００でスピンレートが０．１１０の揚力係数の、レノルズ数７０００００でスピンレートが０．１８８の揚力係数に対する比が、約０．７３０またはそれ未満であるゴルフボールに向けられている。好ましくは、この比が約０．７２５またはそれ未満であり、より好ましくは、この比が約０．７００またはそれ未満であり、最も好ましくは、約０．６９０またはそれ未満である。この発明の一側面によれば、レノルズ数１８０００００でスピンレートが０．１１０の揚力係数は約０．１７０またはそれ未満である。この発明の他の側面によれば、レノルズ数７００００でスピンレートが０．１８８の揚力係数は約０．２４０またはそれを超える。

【００１７】

さらに他の好ましい実施例によれば、この発明は、外側表面が複数のディンプルを有し、レノルズ数７００００でスピンレートが０．１８８の抗力係数が約０．２７０またはそれ未満であるゴルフボールに向けられている。好ましいゴルフボールは３７０個未満のディンプルを有し、好ましくは３００個未満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領域の少なくとも約８０％をカバーし、より好ましくはゴルフボールの表面領域の少なくとも約８３％をカバーする。

【００１８】

さらに他の好ましい実施例によれば、この発明は、外側表面が約３００個未満のディンプルを有し、これらがゴルフボールの外側表面の少なくとも約７５％をカバーするゴルフボールに向けられている。好ましくは、ボールは約２７５個未満のディンプルを有し、より好ましくは約２５０個のディンプルを有する。好ましくはディンプルのサイズは少なくとも２通りであり、より好ましくは、少なくとも４通りであり、最も好ましくは少なくとも６通りである。ディンプルは好ましくボールの表面の少なくとも約８０％をカバーし、

より好ましくは、ボールの表面の少なくとも約８３％をカバーする。

【００１９】

好ましい実施例の各々のエレメントまたは要素は谷好ましい実施例との組み合わせにおいても採用することができる。

【００２０】

この発明の上述の側面および他の側面は特許請求の範囲に記載され以下実施例を用いて詳述される。

【発明の効果】

【００２１】

この発明によれば、空体力学的な効率を改善し、もってスイング速度がどのようなゴルファに対しても飛距離を向上させるゴルフボールを実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２２】

ゴルフボールに作用する空体力学上の力（空体力）は、典型的には、揚力および抗力の直交する成分に分解される。揚力（ｌｉｆｔ）は、飛行経路に直角な空体力要素として定義される。これは、ボールのバックスピンにより引き起こされる空気流中の歪みにより生成される圧力差によりもたらされる。図１に示すように、周囲層がボールの滞留点Ｂにおいて発生し、その後、成長して点Ｓ１、Ｓ２で分離する。バックスピンによって、ボールの頂部が空気流の同一方向に動き、周囲層の分離を遅らせる。これに対し、ボールの低部は空気流と反対方向に動き、ボールの底部において周囲層が分離するのは助長する。したがって、ボールの頂部における周囲層の分離点Ｓ１は、ボールの底部における周囲層の分離点Ｓ２より後方となっている。このように分離が非対称なため、空気流のパターンに孤が生成され、ボールの頂部を超える空気がより速く移動しなけらばならなくなり、この結果、ボールの下よりも低い圧力が生じる。

【００２３】

抗力（ｄｒａｇ）は、ボールの飛行方向と平行に作用する空体力要素として定義される。ボールが空気中を飛行するとき、ボールを囲む空気は異なる速度を有し、このため、異なる圧力を有する。空気は、図１に示すように、ボールの正面の滞留点Ｂで最大圧力を生じる。空気は、この後、ボールの側部を超えて流れ、速度が上昇し、圧力が減少する。空気は、点Ｓ１、Ｓ２においてボールの表面から離れ、低圧力の大きな乱流領域すなわち伴流（ｗａｋｅ）を残す。ボールの前面の高圧力とボールの背面の低圧力との間の差により、ボールの速度が遅くなり、ゴルフボールの抗力源として作用する。

【００２４】

ゴルフボール表面のディンプルは、ゴルフボールの抗力および揚力の特性を調節するのに用いられ、この結果、多くのボール製造業者はディンプルパターン、形状、容積（ｖｏｌｕｍｅ）、および断面を研究してゴルフボールの全体としての飛距離を向上させるようにしている。乱流は周囲層にエネルギを付与し、ボールの周囲に付着しやすくし、伴流を減少させる。ボールの背後の圧力が増大し抗力が実質的に減少する。

【００２５】

この発明は、ここでは、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。

【００２６】

飛行中のゴルフボールに作用する力は図２に示すように式１により計算される。

【００２７】

$F = F_L + F_D + F_G$　　（式１）

ここでF＝ボールに作用する総合力ベクトル

F_L＝揚力ベクトル

F_D＝抗力ベクトル

F_G＝重力ベクトル

【００２８】

揚力ベクトル（F_L）はスピン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（F_D）は速度ベクトルとまさに反対の方向に作用する。式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。

【００２９】

$F_L = 0.5 C_L \rho A V^2$　　（式２）

$F_D = 0.5 C_D \rho A V^2$　　（式３）

ここでρ＝空気密度（ｓｌｕｇｓ／ｆｔ^3）

Ａ＝ボールの投影面積（ｆｔ^2）（（π／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

【００３０】

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、空気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。

【００３１】

$SR = \omega (D/2)/D$　　（式４）

$N_{re} = DV\rho/\mu$　　（式５）

ここで、ω＝ボール回転レート（ラジアン／ｓ）（２π（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）

ρ＝空気密度（ｓｌｕｇｓ／ｆｔ^3）

μ＝空気の絶対粘度（ｌｂ／ｆｔ－ｓ）

【００３２】

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５６８２２３０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ことを開示している。米国特許第６１８６００２号明細書および同第６２８５４４５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。

【００３３】

ゴルフボールの空体特性は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）空体力お大きさ（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、空体係数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。空体係数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。

【数１】

$$C_{mag} = \sqrt{(C_L^2 + C_D^2)} \qquad (式６)$$

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

【００３４】

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（ｐｅｒｃｅｎｔ　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。

パーセント偏差Ｃ$_{mag}$

＝｜（Ｃ$_{mag1}$－Ｃ$_{mag2}$）｜（（Ｃ$_{mag1}$＋Ｃ$_{mag2}$）／２）×１００　（式８）

ただしはＣ$_{mag1}$＝配向１のＣ$_{mag}$　、Ｃ$_{mag2}$＝配向２のＣ$_{mag}$である。

【００３５】

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。

【００３６】

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。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、浅いディンプルから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。

【００３７】

また、名目（ｎｏｍｉｎａｌ）直径が１．６８インチ（４．２７ｃｍ）で標準重量が１．６２オンス（４５．９１ｇ）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の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。

【数２】

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

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

【００３８】

また、ここで用いられるように、用語「ディンプル」はゴルフボール表面の任意のテクスチャ、例えば凹みおよび出っ張りを含む。凹みおよび出っ張りの非制約的でないいくつかの例は、これに限定されないが、球形の凹み、メッシュ、隆起、およびブランブル（いちご）である。凹みおよび出っ張りは、円形、多角形、楕円形、または不規則形のような

種々の形状をとることができる。複数レベルの形状のディンプル例えばディンプル内のディンプルも所望の空体特性を得るためにこの発明に含まれる。

【００３９】

高速度においては、低速度に比べて、飛行中のゴルフボールに作用する空体力学の抗力が、抗力はボールの速度の二乗に比例するので、より重要である。したがって、以上に速いスイング速度のプレイヤにとっては、ボールの飛ぶ距離を最大化するてめにゴルフボールの空体力学上のデザインが極めて重要になる。

【００４０】

図３に示すように、この発明の実施例１に従うと、ゴルフボール１０は、二十面体パターンに配列された複数のディンプルを有する。一般に、二十面体パターンは２０個の三角形を含み、５つの三角形が各極に一致する共通頂点を共有する。そして１０個の三角形が２つの５三角形極領域の間に配置される。他の適切なディンプルパターンには十二面体、８面体、６面体、４面体等が含まれる。ディンプルパターンはまた少なくとも部分的に、米国特許第６３３８６８４号明細書に記述されるように、葉列（ｐｈｙｌｌｏｔａｘｉｓ）ベースのパターンで定義されてもよい。

【００４１】

実施例１は７つの異なるサイズのディンプルを表１に示すように有する。

【表１】

表１：実施例１のディンプル及びディンプルパターン

ディンプル	直径（インチ）	ディンプル数	表面カバリッジ%
A	0.115	12	1.4
B	0.155	20	4.3
C	0.160	40	9.1
D	0.165	50	12.1
E	0.170	60	15.4
F	0.175	80	21.8
G	0.180	70	20.1
全体		332	84.2%

【００４２】

これらディンプルは２０個の三角形１２を形成し、最も小さなディンプルＡが頂点を占め、最も大きなディンプルＧが三角形の内部のほとんどを占める。図３に示す通り、３つのディンプルＦおよび２つのディンプルＣは対称的に三角形の２つの辺を形成し、１個のディンプルＦ、２つのディンプルＤおよび２つのディンプルＣからなる対称的な配列が三角形の残りの辺を形成する。実施例１の第１の側面では、ボール１０は、いずれのディンプルとも交差しない大きな円を有しない。

【００４３】

実施例１の第２の側面では、製造を容易にするために、赤道（ｅｑｕａｔｏｒ）すなわち分割線がボール表面に含まれる。二十面体パターンを中間部周辺で変更し、いずれのディンプルとも交差しない大きな円を形成する。図３に示すディンプル配列はこの変形例の極領域を示しており、図４に示すディンプル配列はこの変形例の赤道領域を示している。表１のディンプル数および表面カバリッジは図３および図４に示された実施例１の変形例のディンプル配列を説明するものである。

【００４４】

図４に示すように、ボール１０は分割線すなわち赤道１６にの周りに配された修正された１０個の三角形１４を有する。図示のように、各三角形１４は最も小さなディンプルを頂点に有するように定義され、各三角形１４は任意に規定された不規則な辺を有する。不

規則な辺は他のディンプルの組み合わせを通り抜けるように引かれても良く、この発明は修正された三角形の１４の任意の組み合わせに限定されない。さらに、ディンプルパターンは２以上の分割線を形成するように修正されても良い。

【００４５】

有益なことに、この発明の実施例１のディンプルおよびディンプルパターンは、比較的少ない数のディンプルとマルチサイズのディンプルを組み合わせてディンプルのカバー領域を増大させることにより、以下のテスト結果に示すように、ゴルフボールの空体力学上の効率を向上させている。

【００４６】

この発明の実施例２は図５に示され、この実施例はより少ない数のディンプルを有しその大きさをより大きくしている。実施例２は下記の表２に示すように６通りのサイズのディンプルを有する。

【表２】

表２：実施例２のディンプル及びディンプルパターン

ディンプル	直径（インチ）	ディンプル数	表面カバリッジ%
A	0.130	12	1.8
B	0.180	60	17.3
C	0.195	10	3.4
D	0.200	90	32.0
E	0.205	50	18.7
F	0.210	30	11.8
全体		252	84.9%

【００４７】

図５に示すように、ゴルフボール２０は、二十面体パターンに配列された複数のディンプルを有する。ボール２０は、２０個の三角形２２を有し、最も小さなディンプルＡが三角形の頂点を占める。三角形２２の各辺は、２つのディンプルＤおよび２つのディンプルＢからなる対称入れるである。三角形２２の内部は３つのディンプルＤおよび３つのディンプルＥを含む。

【００４８】

同様に、ボール２０も、赤道すなわち分割線をその表面に含むように修正できる。二十面体パターンは中間部の周辺で修正され、いずれのディンプルとも交差しない大きな円を形成する。図６に示すディンプル配列はこの変形例の極領域を示しており、図４に示すディンプル配列はこの変形例の赤道領域を示している。表２に示されるディンプル数および表面カバリッジは図５および図６に示された実施例２の変形例のディンプル配列を説明するものである。この実施例は６通りのサイズの２５２個のみのディンプルしか含まない。

【００４９】

図６に示すように、ボール２０は分割線すなわち赤道２６にの周りに配された修正された１０個の三角形２４を有する。図示のように、各三角形２４は最も小さなディンプルを頂点に有するように定義され、また、上述三角形１４と異なり、各三角形２４は不規則な辺を持たない。ディンプルのサイズおよび位置は、分割線２６がいずれのディンプルも交差することなく、三角形を通り抜けるように調整される。さらに、ディンプルパターンは２以上の分割線を形成するように修正されても良い。

【００５０】

この発明によれば、上述した通り、ディンプル数は好ましくは３７０個未満であり、より好ましくは３５０個未満であり、最も好ましくは３４０個未満である。好ましくは、ボールの表面の７５％を超える領域がディンプルに覆われている。よ好ましくは、表面の８

０％を超える領域がディンプルに覆われ、最も好ましくは、表面の８３％を超える領域がディンプルに覆われている。さらに、好ましくは、２またはそれ以上の組の異なる大きさのディンプルが用いられる。より好ましくは、４またはそれ以上の組の異なる大きさのディンプルが用いられる。

【００５１】

好ましいディンプル数の範囲は、現在の慣用例のディンプルデザインのものより著しく小さいものであり、驚くべきことに、下記に示すように、空体力学性能において現行のデザインを上回っている。付加的な利点は、飛行のピーク高さにおける射程に沿う距離（ｄｏｗｎｒａｎｇｅ　ｄｉｓｔａｎｃｅ）により定義される、同一の軌道のピーク角度に対して、この発明のより少ないディンプルによれば、降下がより浅い角度となり、長く転がり、総距離も長くなる。

【００５２】

この発明により生成されたディンプルは好ましくは丸い形状すなわちディンプルがボールの表面に形成する形状となる。適切な形状は、それに限定されないが、円、長円、楕円、卵形状、六角形、その他６を超える辺を有する多角形である。２以上の形状を同一のディンプルパターンに用いても良い。ディンプルの容積は、以下検討するように、この発明の重要な他の側面である。

【００５３】

１実施例において、この発明のディンプルは、軸周りに懸垂曲線（ｃａｔｅｎａｒｙ　ｃｕｒｖｅ）を回転させることにより定義される。懸垂曲線は、好ましくは、柔軟な均一の密度の伸張しないケーブルを端点から懸架して生成される曲線で表される。一般に、そのような曲線を表す数学的な式は式１１のように表される。

【００５４】

ｙ＝ａ　ｃｏｓｈ（ｂｘ）　　（式１１）

ここでａ＝定数

ｂ＝定数

ｙ＝垂直軸（２次元グラフに関して）

ｘ＝水平軸（２次元グラフに関して）

【００５５】

ゴルフボール上のディンプル形状は懸垂曲線をそのｙ軸の周りに回転させることにより生成される。この実施例は式１１を変形してゴルフボールのディンプルの断面を定義する。例えば、懸垂曲線はハイパーボリックサインまたはコサイン関数により定義される。ハイパーボリックサイン関数は式１２のように表される。

【００５６】

$$\sinh(x) = (e^{x} - e^{-x}) / 2 \qquad \text{（式１２）}$$

また、ハイパーボリックコサイン関数は式１３に示すように表される。

【００５７】

$$\cosh(x) = (e^{x} + e^{-x}) / 2 \qquad \text{（式１３）}$$

【００５８】

１実施例においては、ディンプルの断面形状を記述する数式は式１４のように表される。

【００５９】

$$Y = (d(\cosh(ax) - 1)) / (\cosh(ar) - 1) \qquad \text{（式１４）}$$

ここで、Ｙ＝中心軸に沿うディンプルの底面中央からの距離

ｘ＝ディンプルの中心軸からディンプル表面までの半径方向距離

ａ＝形状定数（形状ファクタ）

ｄ＝ディンプルの深さ

ｒ＝ディンプルの半径

【００６０】

「形状定数」すなわち「形状ファクタ」ａは、懸垂曲線の数式に独立した変数である。

形状ファクタを用いて、ディンプルの深さや半径を固定にしたままで、容積率を独立して可変することができる。容積率は、ディンプル弦平面とディンプル表面とが囲む容積を、ディンプルを同様な半径および深さで定義された筒の容積で割った、分数比である。形状ファクタを用いることにより、固定した半径、深さのディンプルに対して種々のディンプルプロフィールを簡単に生成できる。例えば、所定の揚力および抗力特性のゴルフボールをデザインために、ディンプルパターンや深さ大きさをを変えることなく、種々の揚力および抗力特性をもたらす種々の形状ファクタを採用することができる。ボールの表面のディンプルレイアウトを変更しないことが望まれている。

【００６１】

式１４に対して、１より大きな形状定数であると、０．５より大きなディンプル容積率となる。１実施例において、形状ファクタは約２０～約１００の間である。表３は、半径が０．０５インチで深さが０．０２５インチのディンプルに対して容積率がどのように変化するかを示している。所定のディンプル半径、深さに対して形状ファクタが大きくなると容積率が大きくなる。

【表３】

表３：半径および深さと容積率

形状ファクタ	容積率
20	0.51
40	0.55
60	0.60
80	0.64
100	0.69

形状定数が約４０未満のハイパーボリックコサイン懸垂曲線によりプロフィールが定義されるディンプルは、球のプロフィールのディンプルより小さなディンプル容積を有する。これにより、大きな空体力角度および高い軌道が達成される。他方、形状定数が約４０を超えるハイパーボリックコサイン懸垂曲線によりプロフィールが定義されるディンプルは、球のプロフィールのディンプルより大きなディンプル容積を有する。これにより、空体力の角度が小さくなり低い軌道がもたらされる。したがって、形状ファクタを伴う懸垂曲線によりディンプルを規定するゴルフボールは、形状ファクタを所望の空体力学効果をもたらすように選定できる点で、有益である。

【００６２】

この実施例はゴルフボール上の少なくとも１つのディンプルに対して懸垂曲線を用いることに向けられているが、ゴルフボール上のすべてのディンプルについて懸垂曲線を用いる必要はない。いくつかの場合には、少数のディンプルについてのみ懸垂曲線を用いても良い。しかしながら、好ましくは、ゴルフボール上の十分な数のディンプルが懸垂曲線を有するようにし、デザイナが形状ファクタを加減してボールの所望の空体力学特性を達成できるようにする。１実施例においては、ゴルフボールのディンプルのは少なくとも約１０％、より好ましくは、少なくとも約６０％が懸垂曲線で定義される。

【００６３】

さらに、すべてのディンプルが同一の形状ファクタを有する必要はない。その代わりに、ボール上の種々のディンプルに対して形状ファクタの組み合わせを変えることにより所望のボール飛行性能を達成するようにしても良い。例えば、同一のボール上の懸垂曲線で定義されるいくつかのディンプルが同一の形状ファクタを有し、他のディンプルが異なる

形状ファクタを有しても良い。

【００６４】

したがって、ひとたびゴルフボールについてディンプルパターンが選択されたら、懸垂プロフィールに対して種種の形状ファクタを、米国特許第６１８６００２号明細書に記載されるように光ゲートテスト領域でテストし、所望の空体特性を実現する懸垂形状ファクタを実験により決定することができる。

【００６５】

上述のとおり、種種のディンプルパターンおよびプロフィールを採用して空体特性を比較的効果的に修正する手法が提供される。懸垂曲線プロフィールを採用することにより、ゴルフボールデザインをディンプルパターンを著しく変更することなしに好ましい空体クライテリアに合致させることができる。種種の材料やボール構造も所望の性能を達成するために選択できる。

【００６６】

この発明は、任意のタイプのボール構造とともに用いることができる。例えば、ボールは単一ピースデザインでも、２ピースデザインでも、３ピースデザインでも、二重コア、二重カバー、マルチコア、マルチカバー構造をボールに必要な性能のタイプに応じて採用できる。この発明とともに採用される、これらのタイプまたは他のタイプの非制約的な例のボール構造は、米国特許第５６８８１９１号明細書、同第５７１３８０１号明細書、同５８０３８３１号明細書、同第５８８５１７２号明細書、同第５９１９１００号明細書、同第５９６５６６９号明細書、同５９８１６５４号明細書、同第５９８１６５８号明細書および同第６１４９５３５号明細書ならびに米国２００１／０００９３１０Ａ１公報に記載されてものを含む。詳細についてはこれらを参照されたい。

【００６７】

この発明を採用して製造されたゴルフボールの構造に種々の材料を用いることができる。例えば、ボールのカバーは、熱硬化、熱可塑性プラスチックまたは注形可能、非注形可能ポリウレタン、およびポリ尿素、アイオノマー樹脂、または他の適切な当業者に知られたカバー材料でボールを生成できる。また種々の材料をボールのコアおよび中間層を生成するのに用いることができる。例えば、ソリッド、糸巻き、液体充填、二重コア、および多層中間要素を具備するゴルフボールは、この発明の意図する範囲である。例えば、最も一般的なコア材料はポリブタジエンであるが、当業者は、この発明とともに利用できる種々の材料を知っている。所望のボール構造を選択した後、任意の所望の空体クライテリアを満たすゴルフボールの空体特性をデザインする。

【００６８】

この発明に従うゴルフボールの好ましい構造は、二層コアおよび二層カバーを具備する４ピースのボールである。これは米国特許出願第０９／７８２７８２号の「薄膜層でカバーされた多層ゴルフボール」（特開２００２－２７２８８０公報）に開示されているようなものである。詳細については同出願を参照されたい。好ましい構造は広くはコアおよびこのコアの周囲に配置されたカバーを含む。コアは、センタとこのセンタに隣接する少なくとも１つお外側カバーとを含み、このカバーは少なくとも１つの内側カバーおよび外側カバー層とを含む。センタは約０．３７５インチ（約０．９５３ｃｍ）から約１．４インチ（約３．５６ｃｍ）の外側直径を有し、１実施例では、１００Ｋｇの荷重の下、約４．５ｍｍより大きな撓み（歪。ｄｅｆｌｅｃｔｉｏｎ）を有する。外側コア層は約１．４インチ（約３．５６ｃｍ）から約１．６２インチ（約４．１１ｃｍ）の外側直径を有する。内側カバー層は約１．５８インチより大きな外側直径を有し、約７２ショアＤより小さい材料硬度を有し、外側カバー層は約５０ショアＤを超える硬度を有し、好ましくは、約５５ショアＤを超える硬度を有する。内側カバー層の外側直径は、好ましくは、約１．５９インチ（約４．０４ｃｍ）から約１．６６インチ（約４．２２ｃｍ）であり、より好ましくは、約１．６０インチから約１．６４インチである。１実施例では、外側カバー層の硬度は約５５－６０ショアＤより小さい。内側カバー層はやく６０および約７０ショアＤの間の材料硬度を有し、より好ましくは６０および６５ショアＤの間の材料硬度を有する。

【００６９】
さらに他の実施例では、ボールは約８３ｇ・ｃｍ^{2}未満の慣性モーメントを有する。さらに、センタは好ましくは第１の硬度を有し、外側コアは第１の硬度より大きな硬度の第２の硬度を有し、内側カバー層は、第２の硬度より大きな硬度の第３の硬度を有する。好ましい実施例では、外側カバー層は第３の硬度より小さな硬度の第４の硬度を有する。１実施例では、センタは第１の比重を有し、外側コア層は第２の比重を有し、少なくとも約０．１より小さな差を有する。好ましい実施例では、センタはソリッドである。センタはまた液体でも、中空でも、空気注入でもよい。

【００７０】
一般に、ボールのディンプルなしのランド表面をディンプルの凹みから分離する協会が不明瞭であるため、ディンプルのエッジ角度を定義し測定することは難しい。図７は、ディンプルのプロフィール半体３０を示しており、これはディンプル中心線３１からディンプルの外部のランド表面３３に延びる。ペイントおよびディンプルデザインの影響により、ランド表面とディンプル側壁の結合部は鋭角なコーナではなく、そのため不明瞭である。この結果、ディンプルエッジ角度およびディンプル直径の測定は曖昧になる。この問題を解決するために、ボールの仮想表面３２が、ランド表面３３の延長部としてディンプル上に設ける。第１接線Ｔ１が、仮想表面３２から径方向内側に０．００３インチだけ離れたディンプル側壁上の点に描く。Ｔ１は仮想表面３２と点Ｐ１で交差し、これが名目ディンプルエッジ位置を定義する。第２接線Ｔ２を、仮想表面３２に点Ｐ１で接するように描く。エッジ角度は接線Ｔ１およびＴ２の間の角度である。ディンプルの直径は点Ｐ１と、径方向反対側にディンプル周囲に沿う等価な点との間の距離である。代替的には、Ｐ１とディンプル中心線３１との間で中心線３１に対して直角な方向に測定した距離の２倍である。

【００７１】
上述した通り、ディンプルの容積は重要なファクタである。ディンプルの容積はディンプルの形状、直径、深さおよびプロフィールにより左右される。深さは、ボールの半径方向に沿ってボールの仮想表面からディンプルの最も深い点までにいたる測定距離である。ディンプルのプロフィールは、ディンプルの断面形状である。例えば、ディンプルの容積は、エッジ角度およびプロフィールにより定義できる。ディンプルプロフィールは、円、三角形、矩形、多角形、球、放物線、サインカーブ、楕円、双曲線、懸垂曲線、その他である。

【００７２】
この発明の他の側面によれば、好ましくは、ディンプルは、特定の形状であると比較的大きな総合ディンプル容積を持つ。ここでは、「総合ディンプル容積」は、ディンプルボールを生成するために平滑なボールから除去した材料の容積である。これを便宜上、平滑なボールの総容積の百分率で表す。表４に示すように、実施例１のボール１０のディンプルは好ましくはボールの容積の少なくとも約１．５０％、すなわち０．００１１立方インチ（０．０１８０立方ｃｍ）を占める。Ｔｉｔｌｅｉｓｔ　Ｐｒｏ－Ｖ１（商標）のような、類似の形状の３９２個のディンプルを有する従来のボールは、１．４０％未満のディンプル容積を有する。

【表４】

表４：実施例１のディンプルおよびディンプルパターン

ディンプルタイプ	ディンプル直径（インチ）	ボール当たりのディンプル数	ディンプル当たりの容積（立方インチ）	容積%	カバリッジ%
A	0.115	12	0.000034 - 0.000037	0.01	1.4
B	0.155	20	0.000090	0.07	4.3
C	0.160	40	0.000091- 0.000099	0.16	9.1
D	0.165	50	0.000108	0.22	12.1
E	0.170	60	0.000118	0.29	15.4
F	0.175	80	0.000120 - 0.000129	0.41	21.8
G	0.180	70	0.000130 - 0.000140	0.39	20.2
全体		332	0.001095	1.55	84.2

【００７３】

先の表２に列挙した実施例２のボール２０のディンプルは同様なエッジ角度を有し、下記の表５に示すように、ボールの容積の約１．８１％、すなわち約０．００１３５立方インチ（０．０２２１ｃｍ^3）を占める。

【表５】

表５：実施例2のディンプルおよびディンプルパターン

ディンプルタイプ	ディンプル直径（インチ）	ボール当たりのディンプル数	ディンプル当たりの容積（立方インチ）	容積%	カバリッジ%
A	0.130	12	0.00005	0.02	1.8
B	0.180	60	0.00013 - 0.00014	0.33	17.3
C	0.195	10	0.00018	0.07	3.4
D	0.200	90	0.00018 - 0.00019	0.69	32.0
E	0.205	50	0.00021	0.42	18.7
F	0.210	30	0.00022	0.27	11.8
全体		252	0.00135	1.81	84.9

【００７４】

好ましくは、すべてのディンプルがボールの容積の少なくとも１．２５％またはそれ以上を占め、より好ましくは、少なくとも約１．５％を占める。いくつかの場合には、ディンプルはボールの容積の約２％より大きな容積を持つ。

【００７５】

実施例１（ディンプル数３３２個）に従うゴルフボール１０の５個のプロトタイプ、第１～第５プロトタイプが製造された。これらのプロトタイプの総合ディンプル容積は番号の順番で小さくなる。すなわち、第１プロトタイプが最も大きな総合ディンプル容積を有し、第５プロトタイプがもっとも小さな総合ディンプル容積を有する。第２および第３プロトタイプ上のディンプルは類似したプロフィールを有するが、第２プロトタイプの方が若干大きな総合ディンプル容積を有する。第４および第５プロトタイプのディンプルも類似のプロフィールを有するが、第４プロトタイプの方が若干大きな総合ディンプル容積を有する。さらに、第２プロトタイプは上述の表４のディンプル容積を有する。こららプロトタイプはテストされ、市販されている多くのボールと比較された。

【００７６】

テストした物理的な特性は下記の表６の示す。

【表６】

表６

テストしたボール	ＰＧＡ圧縮	重量（オンス）	カバーの硬度（ショアＤ）	反発係数（ＣＯＲ）
Pinnacle Gold Distance*	88	1.606	68	0.802
Titleist Pro V1	86	1.607	57	0.808
Titleist Pro V1 STAR	88	1.609	59	0.794
Callaway CTU Red	100	1.613	59	0.801
Callaway HX Red	102	1.616	59	0.803
PROTOTYPES				
No. 1	102	1.607	60	0.810
No. 2	101	1.610	60	0.809
No. 3	101	1.611	60	0.809
No. 4	101	1.614	60	0.808
No. 5	100	1.613	60	0.809

（＊＝ＵＳＧＡ標準ゴルフボール）

【００７７】
反発係数（Ｃｏｅｆｆｉｃｉｅｎｔ　Ｏｆ　Ｒｅｓｔｉｔｕｔｉｏｎ）は、ボールを１２５フィート／秒（３８．１０ｍ／ｓ）の名目速度で塊状の鋼鉄ターゲットに発射し、衝撃の前後の実速度を測定することにより測定した。反発係数は、衝撃後の相対速度の衝突前の相対速度に対する比である。
【００７８】
これらのボールは、初めに、ボールに約１７５マイル／時（２７４ｋｍ／ｈ）の初速度を与える高衝撃速度で約１０°の打ち出し角度でテストされた。各ボールに対する具体的な衝撃条件は下記の表７に示す通りである。

【表７】

表７

テストしたボール	打ち出し ±σ (degrees)	スピン ±σ (rev/min)	速度 ±σ (mph)	ヒット数
Pinnacle Gold Distance	10.1 ± 0.3	2649 ±221	176.0 ±1.2	12
Titleist Pro V1	9.8 ± 0.3	2940 ±162	176.2 ±1.0	12
Titleist Pro V1 STAR	9.9 ± 0.3	2798 ±104	175.1 ± 1.1	11
Callaway CTU Red	9.8 ± 0.3	2970 ± 101	177.0 ± 1.2	12
Callaway HX Red	9.9 ± 0.3	2902 ± 116	177.0 ± 0.7	12
プロトタイプ				
No. 1	9.9 ± 0.3	2748 ± 157	177.9 ± 0.6	12
No. 2	10.0 ± 0.3	2747 ± 109	178.0 ± 0.8	12
No. 3	9.9 ± 0.2	2810 ± 158	178.1 ± 1.0	11
No. 4	10.0 ± 0.3	2760 ± 110	178.0 ± 0.8	12
No. 5	10.0 ± 0.3	2757 ± 164	177.7 ± 0.3	12

ここで、σは各ボールのヒット数に基づいた統計解析による標準偏差を表す。

【００７９】

ボールが衝撃後に移動した距離を下記の表８に列挙する。距離はヤード（０．９１４ｍ）であらわされている。キャリー距離はボールが飛行移動した距離であり、ロール距離は、ボールが着地した後転がったり弾んだりして移行した距離である。総合距離はキャリー距離およびロール距離の和である。

【表８】

表８

テストしたボール	キャリー距離	ロール距離	総合距離
Pinnacle Gold Distance	283.9	8.9	292.8
Titleist Pro V1	282.7	6.3	289.0
Titleist Pro V1 STAR	281.9	9.6	292.5
Callaway CTU Red	283.5	6.0	289.6
Callaway HX Red	284.4	7.0	291.4
プロトタイプ			
No. 1	281.3	12.4	293.7
No. 2	289.6	9.4	299.0
No. 3	287.7	8.1	295.8
No. 4	288.6	8.3	296.8
No. 5	284.5	8.0	292.5

【００８０】

この結果によれば、この発明のプロトタイプが、１７０マイル／時（２７４ｋｍ／ｈ）

を超えるすなわち約１７５マイル／時（２８２ｋｍ／ｈ）の初期ボール速度における総合距離が市販のゴルフボールに対して著しく優れていることが明確にわかる。重要なことに、プロトタイプを、プロトタイプと実質的に同様の圧縮を有するＣＴＵ　Ｒｅｄ（商標）およびＨＸ　Ｒｅｄ（商標）のボールと較べると、プロトタイプが総合移動距離において著しく有利であることがわかる。とくに、第２および第４プロトタイプはそれぞれ２９９ヤード（２７３．３ｍ）および２９６．８ヤード（２７１．３ｍ）の最長総合距離をそれぞれ達成する。顕著なことに、こららのボールはまた２８９．６ヤード（２６４．７ｍ）および２８８．６ヤード（２６３．８ｍ）の最長キャリー距離をそれぞれもたらす。

【００８１】

衝撃後の高速な初期速度において距離に優れていることは、ボールを高速な初期ボール速度で打ち出す今日のプロゴルファにとって福音となる。重要なことに、低速度において、この発明のプロトタイプは、下記の表９および表１０に示すように、市販のボールと類似の性能を有する。従ってこの発明のディンプルおよびディンプルパターンは、同様に、より典型的なスイング速度にも適切なものであり、約１６０マイル／時（２５７ｋｍ／ｈ）の初期ボール速度においても市販のゴルフボールと同等なものである。

【表９】

表９

テストしたボール	打ち出し±σ (degrees)	スピン ±σ (rev/min)	速度 ±σ (mph)	ヒット数
Pinnacle Gold Distance	9.8 ± 0.3	2912 ±124	158.5 ±0.5	12
Titleist Pro V1	9.4 ± 0.2	3283 ±110	159.3 ±0.5	11
Titleist Pro V1 STAR	9.6 ± 0.2	3079 ±102	157.8 ± 0.6	10
Callaway CTU Red	9.3 ± 0.2	3366 ± 98	158.9 ± 0.3	12
Callaway HX Red	9.5 ± 0.3	3250 ± 93	158.9 ± 0.4	12
プロトタイプ				
No. 1	9.7 ± 0.2	3051 ± 172	159.6 ± 0.5	11
No. 2	9.6 ± 0.2	3092 ± 105	159.8 ± 0.5	12
No. 3	9.6 ± 0.3	3087 ± 95	159.4 ± 0.5	11

【表１０】

表１０

テストしたボール	キャリー距離	ロール距離	総合距離
Pinnacle Gold Distance	256.5	14.1	270.6
Titleist Pro V1	254.6	10.8	265.5
Titleist Pro V1 STAR	253.9	18.4	272.4
Callaway CTU Red	255.5	10.3	265.8
Callaway HX Red	256.6	11.6	268.2
No. 1	253.6	16.9	270.6
No. 2	258.9	9.6	268.5
No. 3	258.6	11.8	270.5

【００８２】

この発明の他の側面によれば、この発明に関するディンプルおよびディンプルパターンは、また、市販のゴルフボールのものに対して優れた空体特性を有している。この発明の発明者らは、ゴルフボールの飛行中、その上昇期に比較的小さな揚力係数C_Lを有してそのためボールが遠くに移動してより多く転がることがより有利であることを発見した。他方、飛行中の下降期に比較的大きな揚力係数C_Lを持ちキャリー距離を最大化することがより有利である。

【００８３】

下記の表１１および表１２に示すテストにおいて、この発明の好ましい２つのプロトタイプ、すなわち第２および第４プロトタイプの空体特性が市販のゴルフボールの空体特性と比較されている。これらのテストに関しては、約７００００のレノルズ数N_{re}および約０．１８８のスピンレートＳＲが、下降期の速度のような比較的低速度の飛行の近似である。他方、約１８００００のレノルズ数N_{re}で約０．１１０のスピンレートが、上昇期のような比較的高速度の飛行を表す。

【００８４】

これらボールの平均揚力係数は下記の表１１にまとめられている。

【表１１】

表１１：平均揚力係数

ボール	Nre70000／SR0．188の平均CL	Nre180000／SR0．110の平均CL	CL（Nre180000）／CL（Nre70000）
Pinnacle Gold	0.216	0.158	0.733
Pro V1	0.209	0.168	0.803
Pro 2p **	0.232	0.174	0.752
HX Red	0.215	0.179	0.830
Rule 35 Red	0.227	0.177	0.778
プロトタイプ			
No. 2	0.244	0.168	0.691
No. 4	0.207	0.173	0.832

【００８５】

（＊＊＝Ｐｒｏ２ｐは１９９５年ごろに販売されていたソリッドコア、ポリウレタンカ

バーのゴルフボールである。）

【００８６】

平均抗力係数は下記の表１２にまとめられている。

【表１２】

表１２：平均抗力係数

ボール	Ｎｒｅ７００００／ＳＲ０．１８８の平均ＣＤ	Ｎｒｅ１８００００／ＳＲ０．１１０の平均ＣＤ	ＣＤ（Ｎｒｅ１８００００）／ＣＤ（Ｎｒｅ７００００）
Pinnacle Gold	0.276	0.225	0.815
Pro V1	0.274	0.227	0.828
Pro 2p	0.288	0.231	0.802
HX Red	0.282	0.228	0.809
Rule 35 Red	0.284	0.227	0.799
プロトタイプ			
No. 2	0.286	0.228	0.797
No. 4	0.270	0.227	0.841

【００８７】

空体力の平均の大きさは下記の表１３にまとめられている。

【表１３】

表１３：空体力の平均の大きさ

ボール	Ｎｒｅ７００００／ＳＲ０．１８８の平均ＣＭＡＧ	Ｎｒｅ１８００００／ＳＲ０．１１０の平均ＣＭＡＧ	ＣＭＡＧ（Ｎｒｅ１８００００）／ＣＭＡＧ（Ｎｒｅ７００００）
Pinnacle Gold	0.351	0.275	0.784
ProV1	0.345	0.282	0.817
Pro 2p	0.369	0.289	0.783
HX Red	0.355	0.290	0.817
Rule 35 Red	0.364	0.287	0.789
プロトタイプ			
No. 2	0.376	0.284	0.755
No. 4	0.340	0.285	0.838

平均揚力係数C_L、平均抗力係数C_Dおよび空体力係数C_{MAG}はＰＨおよびＰＰ配向における係数を測定しこれら２値を平均して求める。さらに、Ｔｉｔｌｅｉｓｔ　Ｐｒｏ　Ｖ１（商標）のボールの係数は、異なる時点で行なわれた数回のテストの平均である。少なくとも１つのＰｒｏ　Ｖ１のテストは、上に列挙した従来のボールのテストと同時期に行なわれ、いくつかのＰｒｏ　Ｖ１のテストは、プロトタイプのテストと同時期に行なわれた。Ｐｒｏ　Ｖ１は他のゴルフボールの比較対称基準として用いる。

【００８８】

この発明の発明者らは、また、C_L（レノルズ数１８００００および０．１１０のＳＲの時）のC_L（レノルズ数７０００で０．１８８のＳＲの時）に対する有効な比により、上昇期に好ましいより小さな揚力係数をもたらし、下降期に好ましいより大きな揚力係数をもたらすことを見いだした。より具体的には、第２プロトタイプに関する当該比は、約０．７３０より小さく、好ましくは約０．７２５より小さく、より好ましくは約０．７００より小さいが、これにより上昇期の小さなC_Lおよび下降期の大きなC_Lの双方が最善となる。第２プロトタイプは、また、先の表８で検討したように、約１７５ｍｐｈ（２８

１．５８ｋｍ／ｈ）の初期ボール速度を発生させるのに十分なようにドライバークラブで打撃したときに最も長い総合移動距離を達成する。このような有益な結果は、より少ないディンプル数および大きなディンプルカバー領域およびマルチサイズのディンプルによりもたらされると考えられる。レノルズ数１８００００でＳＲが０．１１０のときのC_Lの、レノルズ数７００００でＳＲが０．１８８の時のC_Lに対する比が０．７２５未満であるような市販のゴルフボールはいままでに存在しなかった。テストした市販のボールのなかでＵＳＧＡ標準のＰｉｎｎａｃｌｅ　Ｇｏｌｄが最も低い、（レノルズ数１８００００時のC_L）／（レノルズ数７００００時のC_L）の比をもたらし、これは０．７３３である。

【００８９】

他方、第４プロトタイプは、先の表８で検討したように、約１７５ｍｐｈ（２８１．５８ｋｍ／ｈ）の初期ボール速度を発生させるのに十分なようにドライバークラブで打撃したときに２番目に長い総合移動距離を達成するが、レノルズ数１８００００でＳＲが０．１１０のときのC_Lの、レノルズ数７００００でＳＲが０．１８８の時のC_Lに対する比が好ましいものではなく、これは大きな総合ディンプル容積が揚力係数にとって重要であることを示唆している。さらに、第４プロトタイプのC_D値は先の表１２の示されるが、これによると、第４プロトタイプはレノルズ数１８００００および０．１１０のＳＲで第２プロトタイプとほとんど等しいC_Dを有するが、レノルズ数７００００および０．１８８のＳＲで、第２プロトタイプならびに他のテストした市販ボールよりも著しく小さなC_Dを有する。これによると、第４プロトタイプは中間的なレノルズ数において好ましい飛行特性を有することがわかる。テストデータに示されるように、第４プロトタイプはテストされたすべてのボールの中で２番目に長いキャリー距離を実現し、２番目に長い総合移動距離を実現する。

【００９０】

テスト結果によれば、また、この発明にしたがって、レノルズ数１８００００でＳＲが０．１１０のときのC_{MAG}の、レノルズ数７００００でＳＲが０．１８８の時のC_{MAG}に対する比が０．７８００より小さくすることが好ましく、また０．７６００より小さくすることがより好ましいことがわかる。

【００９１】

以上説明した、この発明の説明用の実施例が上述の目的を達成することは明らかであるが、多くの変更や他の実施例を当業者が行なえることも理解されるところである。説明用の各実施例のエレメントやコンポーネントを他の１つまたは組み合わせとともに採用してもよい。特許請求の範囲は、かかる変更や他の実施例をも範囲に含むことを意図されており、これらはこの発明の趣旨および範囲に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【００９２】

【図１】飛行中のゴルフボールのまわりの空気流を説明する図である。

【図２】飛行中のゴルフボールに作用する力を説明する図である。

【図３】この発明の実施例１および実施例１の変形例の正面図すなわち極面図である。

【図４】上述実施例１の変形例の赤道図である。

【図５】この発明の実施例２および実施例２の変形例の正面図すなわち極面図である。

【図６】上述実施例２の変形例の赤道図である。

【図７】ディンプルのエッジ角度および直径をどのように測定するかを説明する図である。

【符号の説明】

【００９３】

１０、２０　　ゴルフボール

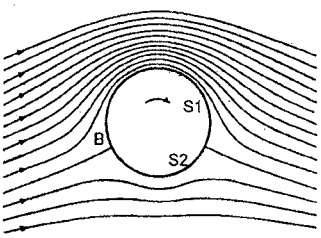
１２、１４、２２、２４　　三角形

１６、２６　　赤道

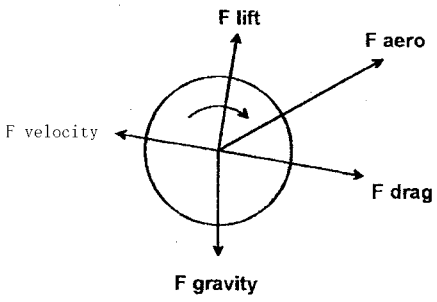
２０　　ゴルフボール

３０　　プロフィール半体
３１　　ディンプル中心線
３２　　仮想表面
３３　　ランド表面

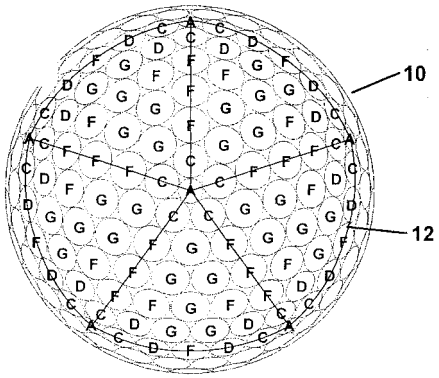
【図１】



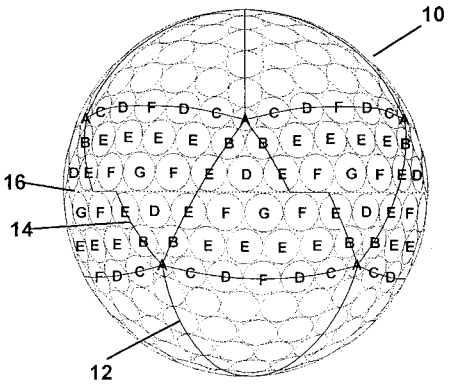
【図２】



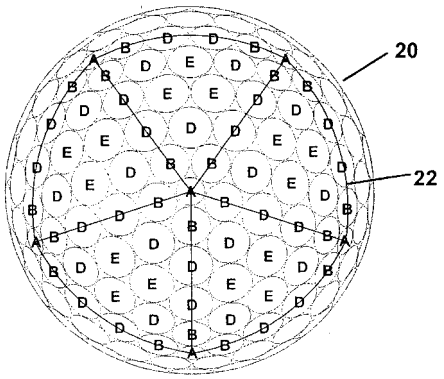
【図３】



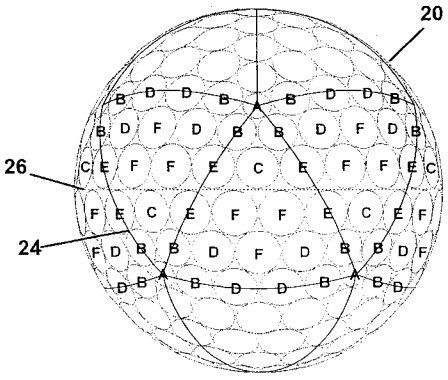
【図４】


10
16
14
12

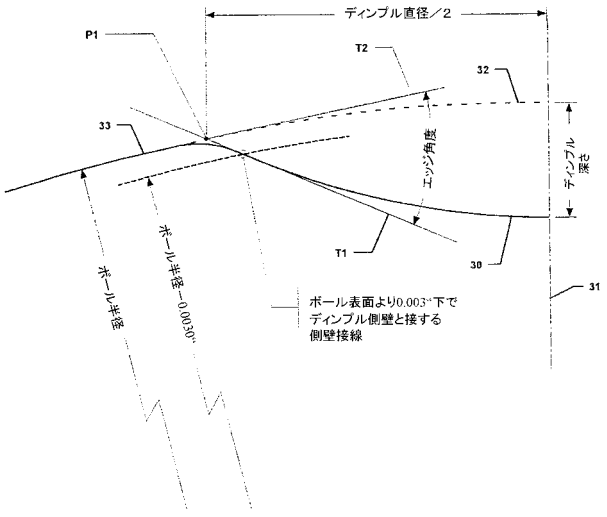
【図５】


20
22

【図６】


20
26
24

【図７】


ディンプル直径／2
P1
T2
32
33
エッジ角度
ディンプル深さ
T1
30
31
ボール半径
ボール半径−0.003"
ボール表面より0.003"下で
ディンプル側壁と接する
側壁接線

フロントページの続き

(72)発明者　スティーブン　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　レーン　５５、ピーオウボックス　９３２
(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