

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4907550号
(P4907550)

(45) 発行日 平成24年3月28日 (2012. 3. 28)

(24) 登録日 平成24年1月20日 (2012. 1. 20)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 3 B 53/04 (2006. 01)

A 6 3 B 53/04

F

A 6 3 B 53/04

E

請求項の数 2 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2007-548476 (P2007-548476)	(73) 特許権者	507283920
(86) (22) 出願日	平成17年12月22日 (2005. 12. 22)		ヘッド テクノロジー ジーエムビーエイ
(65) 公表番号	特表2008-525117 (P2008-525117A)		チ リミテッド
(43) 公表日	平成20年7月17日 (2008. 7. 17)		オーストリア ケンネルバッハ 6 9 2 1
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/046631		ヴールコプフヴェク 1
(87) 国際公開番号	W02006/069251	(74) 代理人	100082072
(87) 国際公開日	平成18年6月29日 (2006. 6. 29)		弁理士 清原 義博
審査請求日	平成20年12月17日 (2008. 12. 17)	(72) 発明者	ネスビット ダブリュー. ハーグッド
(31) 優先権主張番号	60/638, 834		アメリカ合衆国 0 2 4 8 2 マサチュー
(32) 優先日	平成16年12月22日 (2004. 12. 22)		セッツ州 ウェルズリー スミス・ストリ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ート 7 3
(31) 優先権主張番号	11/314, 521	(72) 発明者	ジェイソン ホロデツキ
(32) 優先日	平成17年12月20日 (2005. 12. 20)		アメリカ合衆国 9 2 2 7 4 カリフォル
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ニア州 ビスタ・サンタ・ローサ エクセ
			ター・コート 8 3 0 8 0
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ゴルフクラブヘッド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ボールを打撃するフェースと、トップ、ソール、トゥー、ヒール、そしてリア面を有するボディによって構成されるゴルフクラブヘッドであって、

前記ヘッドは、金属製のフェースを備え、

前記ヘッドは、当該金属製のフェースと、前記ボディのリア面との間に介装された少なくとも1つの弾性サポートモジュールを備え、当該弾性サポートモジュールは、ゴルフボールの当該ゴルフクラブとのインパクト時に前記ボディに対する前記フェースの接線方向の運動を制御し、

前記フェースの背部にさらに少なくとも1つの裏当て構造を備え、当該裏当て構造は前記フェースと実質的に並行であり、

前記少なくとも1つの弾性サポートモジュールは折り曲げられた梁材を備え、当該折り曲げられた梁材は接続台座と少なくとも1つの裏当て構造を有し、当該接続台座は第1の屈折可能な梁に取り付けられ、当該裏当て構造は第2の屈折可能な梁に取り付けられ、これによって当該固定された裏当て構造に対する前記フェースの接線方向の運動を可能にする

ことを特徴とするゴルフクラブヘッド。

【請求項 2】

ボールを打撃するフェースと、トップ、ソール、トゥー、ヒール、そしてリア面を有するボディによって構成されるゴルフクラブヘッドであって、

10

20

前記ヘッドは、金属製のフェースを備え、

前記ヘッドは、当該金属製のフェースと、前記ボディのリア面との間に介装された少なくとも1つの弾性サポートモジュールをさらに備え、当該弾性サポートモジュールは、ゴルフボールの当該ゴルフクラブとのインパクト時に前記ボディーに対する前記フェースの接線方向の運動を制御し、

前記ヘッドは、前記ボディのリア面との間に介装された弾性サポートモジュールを複数備え、当該弾性サポートモジュールは、ゴルフボールの当該ゴルフクラブとのインパクト時に前記ボディーに対する前記フェースの接線方向の運動を制御し、

前記弾性サポートモジュールは、おのおの、折り曲げられた梁材を備え、当該折り曲げられた梁材は接続台座を有し、当該接続台座は第1の屈折可能な梁に取り付けられ、

当該折り曲げられた梁材は少なくとも1つの第2の屈折可能な梁に取り付けられ、これによって固定された裏当て構造に前記フェースの接線方向の運動を可能にする
ことを特徴とするゴルフクラブヘッド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は最新のスポーツ用品設計の技術分野に関する。特に、本発明は、パター、ドライヴ、あるいはアイアンのゴルフクラブ・ヘッドシステムに関する。本発明のゴルフクラブ・ヘッドシステムは、垂直方向及び接線方向のインパクトに対するたわみ強度を弾性的に調整することで、クラブヘッドとゴルフボールとの間のインパクトに起因して生じるスピンを制御するように設計されている。本出願は2004年12月22日に提出された米国仮特許出願第60/638,834号の優先権を主張する。

【背景技術】

【0002】

本発明は、ゴルフクラブの構造設計技術を用いて、ゴルフクラブの弾性的調整を行ない、ボールのスピンを特に増減させることによって、ゴルフクラブ（例えば、ドライバ、パター、もしくはアイアン）の飛距離と精度を向上させることに関する。長年にわたり多くの改良がなされ、これらの改良は、ゴルファーが飛距離を伸ばし精度を高めることに対して、非常に多大な影響をもたらしてきた。代表的なパッシュ性能の改良は、例えば、ヘッドの形状や体積、重量配分や慣性テンソルの得られる成分、フェース(face)の厚さや厚さ形状、表面湾曲や重心位置の改良であり、これら全ては、ゴルフクラブに対して最適な定数、物理的パラメータ及び材料パラメータを選択することに関するものである。

【0003】

ボールとヘッドとの間のインパクトは、弾力性があり且つ歪むことが可能な2つの物体間のインパクトという形で表される。そして、弾力性のあり、歪むことが可能な2つの物体はともに、空間内を自由に變形し回転する自由度を有する。つまり、完全な6自由度の物体は、それぞれインパクトに対して變形可能であり、それぞれ完全に固有の質量と慣性テンソルを備えている。この事象における代表的な初期条件としては、静止したボールが存在し、高速のクラブヘッドがそのボールに対してインパクトを与えることがあげられる。そして、クラブヘッドのフェース上もしくはフェースから逸れた部分において、ほぼ中心から離れた点でそのインパクトが生じることがあげられる。そのインパクトの結果、クラブヘッドとボールとの接触面に対して、垂直方向及び接線方向の強い力が生じる。これらの力は合成され、ボールのスピードと方向を決定し、そして、クラブヘッド表面からボールが離れると、これらの力はボールの速度ベクトルとスピンベクトルを生成する。以後、本明細書では、ボールの速度ベクトルとスピンベクトルを「インパクトの合成」という。これらの接触面での力は多くの特性、例えば、2つの物体の弾力性、材料特性と材料磨耗、表面摩擦係数、質量、そして慣性テンソルといった特性によって決定される。

【0004】

本発明は、ヘッドの弾力性の構造パラメータの設定、特にヘッドボディと、フェースもしくはフェースインサートとの接続に関し、インパクトの力を受けるクラブヘッドの弾性

10

20

30

40

50

応答もしくはダイナミクス応答によって、インパクトの合成が得られる。例えば、構造設計としては、フェースのたわみとダイナミクス応答が選択されることで、インパクトに起因して生じるボールスピンの最大化もしくは最小化を図ることができる。ゴルフクラブの弾性調整の分野では多くの研究がなされ、これら研究はヘッドとボールに対するインパクト、得られるボールの飛行に影響を及ぼしてきた。

【0005】

Bullaによる米国特許第4,498,672号（1985年2月12日発行）では、クラブヘッドが開示されていて、当該発明では、このクラブヘッド設計によって垂直方向におけるクラブの弾性応答が調整され、クラブヘッドのひずみ周波数がボールの歪周波数と調和する。当該発明の目的は、反発係数（COR: Coefficient of Restitution）を増加させることで、ボールの飛距離を伸ばすことにある。

10

【0006】

Hutinによる米国特許第5,299,807号（1994年4月5日発行）では、薄い粘弾性シートを備えるように設計されたクラブヘッドが開示されている。この設計における薄い粘弾性シートはフェースとクラブヘッドとの間に挟まれていて、インパクトの性能と感触を向上させている。当該発明では、スピンについての記載はないものの、弾性的にサポートされたフェースについて記載されている。

【0007】

Hutinによる米国特許第5,316,298号（1994年5月31日発行）では、拘束された粘弾性層を備えるように設計されたクラブヘッドが開示されている。この設計における拘束された粘弾性層に対して制振処理が施され、拘束された粘弾性層は、ノイズ調整のためにフェース及び（又は）ヘッドボディに装着される。当該発明では、スピン調整、あるいはインパクトの合成の調整についての記載はないものの、弾性的にサポートされたフェースについて記載されている。

20

【0008】

Mackによる米国特許第5,505,453号（1996年4月9日発行）では、本発明と最も類似していると思われる発明だが、弾性的にサポートされたインパクトプレートのいくつかの2つの設計が開示されていて、このインパクトプレートは垂直応答を最大化するとともに任意のプレーヤーによるボール速度を最大化するように調整されている。当該発明では、先進分析モデル（1-d）を原則として用い、垂直方向のインパクトをボールに与えることによって、垂直方向の最適な支持剛性を決定し、インパクト後のボール速度を最大化する。2つの設計が、それぞれドライバ、アイアン、パターに対して用いられることを当該発明は提示している。当該発明では、スピンについての記載はないものの、弾性的にサポートされたフェースが開示されている。

30

【0009】

Fisherによる米国特許第5,674,132号（1997年10月7日発行）では、弾性的に調整されたフェースインサートを備えるよう設計されたクラブヘッドが開示されている。このフェースインサートは、所望の跳ね返り要素及び（又は）感触（又は）硬さを有するように設計されている。当該発明では、スピンについての記載はないものの、弾性的に調整されたフェースが開示されている。

40

【0010】

Aizawarによる米国特許第5,697,855号（1997年12月16日発行）では、弾性的にサポートされたフェースインサートを備えるよう設計されたクラブヘッド（アイアンとドライバ）が開示されている。このフェースインサートは所望の減衰係数を有するように設計されている。当該発明では、スピンについての記載はないものの、弾性的にサポートされたフェースインサートが開示されている。

【0011】

Krumme et al.による米国特許第5,807,190号（1998年9月15日発行）及びKrumme et al.による米国特許第6,277,033号（2001年8月21日発行）では、弾性的にサポートされたフェースを備えるよう設計されたクラブヘッド（アイアンとドライバー190、パター03

50

3) が開示されている。このフェースは、多くのピクセルからなり、ピクセルのそれぞれは弾性的特性を目的に選択されているとともに、所望のフェース効果（スイートスポットなど）が得られるよう選択的に配置されている。当該発明では、スピンについての記載はないものの、弾性的に調整されたフェース設計が開示されている。

【0012】

Delaney et al.による米国特許第6,001,030号（1999年12月14日発行）ではフェースインサートを備えるように設計されたクラブヘッド（パターのみ）が開示されている。このフェースインサートは、「制御された圧縮力」、すなわち、硬いフェースインパクトプレートを備えるように構成されている。このフェースインパクトプレートは弾性的にサポートされていて、そのサポートは、インパクト強度及び（又は）インパクトの位置に応じて、特定の垂直動作駆動を提供することを目的とするものである。当該発明では、スピンについての記載はないものの、弾性的に調整されたフェース設計が開示されている。

10

【0013】

Rohrerによる米国特許第6,302,807号（2001年10月16日発行）では、可変エネルギー吸収（機構）を備えるように設計されたゴルフクラブヘッド（好ましくはパター）が開示されている。当該発明は粘弾性を有するようにサポートされたフェースの設計が開示され、このフェースは理想的なショットを最大限に発揮し、ボールの中心から外れたミスショットを少なくするように構成されている。当該発明では、スピンについての記載はないものの、弾性的に調整されたフェース設計が開示されている。

【0014】

20

Helmstetter et al.による米国特許第6,328,661号（2001年12月11日発行）及びHelmstetter et al.による米国特許第6,478,690号（2002年11月12日発行）の「Multiple Material Golf Club Head with a Polymer Insert Base」では、ポリマーフェイスインサートを備えたゴルフクラブヘッドが開示されている。このポリマーフェイスインサートは注意深く定義された硬度と反発を有し、つまり弾性的に調整されたインサートを有し、インパクトの反発係数（COR: Coefficient of Restitution）とインパクトの感触に効果を発揮する。

【0015】

Beasley et al.による米国特許第6,332,849号（2001年12月25日発行）の「Golf Club Driver with Gel Support of Face Wall」では、粘弾性部材を備えるように設計されたゴルフクラブヘッド（好ましくはドライバ）が開示されている。この粘弾性部材はフェースをサポートし、フェースの中央部と中空に形成されたクラブヘッドボディとの間に接続する。

30

【0016】

Allenによる米国特許第6,354,961号（2002年3月12日発行）の「Golf Face Flexure Control System」では、空気で作動するピストン又はシリンダを備えるように設計されたゴルフクラブヘッド（好ましくはドライバ）が開示されている。この空気で作動するピストンシリンダはフェースをサポートし、フェースの中央部と中空に形成されたクラブヘッドボディとの間に接続する。このピストンは、所定のインパクトの速度範囲でボールをうまく当てたり、ヘッドの有効剛性を変更したりするのに用いられる。

40

【0017】

Kosmatkaによる米国特許第6,364,789号（2002年4月2日発行）の「Golf Club Head」では、環状のたわみを増大させる部材を備えるように設計されたゴルフクラブヘッドが開示されている。この部材は、クラブヘッドと硬いフェースとの間に配置されている。環状部材の硬度は、好ましくは、フェースよりも低くすることで、インパクト時のフェースのたわみを増大させ、反発係数を増大させる。

【0018】

Matsunaga et al.による米国特許第6,478,693号（2002年11月12日発行）の「Golf Club Head」では様々なフェースの厚さを備えるように設計されたゴルフクラブヘッド（好ましくはドライバあるいはアイアン）が開示されている。この様々なフェースの厚さには段

50

状の変化が設計されている。複数の段部に厚さ領域を有するような段状変化を形成している。その領域の重心は、ボールを叩く時の反応（打球感）を均一に配分する領域が増加するように、設計され、配置されている。すなわち、垂直インパクトにおいてスイートスポットをとらえることが増加する。

【0019】

Card et al. による米国特許第6,488,594号（2002年12月3日発行）の「Putter with a consistent Putting Face」ではフェースインサートを備えるように設計されたパターが開示されている。このフェースインサートは理想的なショットを最大限に発揮し、ボールの中心から外れたミスショットを少なくするように構成されている。当該発明では、スピ

10

【0020】

Vincent et al. による米国特許第6,592,468号（2003年7月15日発行）の「Golf Club Head」では粘弾性を有するようにサポートされたインサートを備えるように設計されたゴルフクラブヘッドが開示されている。このインサートを用いることで、インパクトによって生じるクラブの振動をさらに減衰させる。

【0021】

Bissonnette et al. による米国特許第6,595,057号（2003年7月22日発行）及び米国特許第6,605,007号（2003年8月12日発行）の「Golf Club Head with High Coefficient of Restitution」では、フェースを有するゴルフクラブが開示されていて、このフェースの厚さは、反発係数を高めるように調整されている。フェースは、高い硬度を有した中心部と低い硬度を有した周辺部を備える。

20

【0022】

Kosmatkaによる米国特許第6,602,150号（2003年8月5日発行）の「Golf Club Striking Plate with Vibration Attention」では、一定でない厚みを有するフェース（中央部が一層厚くされる）を備えたゴルフクラブが開示されていて、このフェース上には、粘弾性素材が取り付けられ、フェースの振動を減衰させる。

【0023】

【特許文献1】 米国特許第4,498,672号

【特許文献2】 米国特許第5,299,807号

【特許文献3】 米国特許第5,316,298号

30

【特許文献4】 米国特許第5,505,453号

【特許文献5】 米国特許第5,674,132号

【特許文献6】 米国特許第5,697,855号

【特許文献7】 米国特許第5,807,190号

【特許文献8】 米国特許第6,277,033号

【特許文献9】 米国特許第6,001,030号

【特許文献10】 米国特許第6,302,807号

【特許文献11】 米国特許第6,328,661号

【特許文献12】 米国特許第6,478,690号

【特許文献13】 米国特許第6,332,849号

40

【特許文献14】 米国特許第6,354,961号

【特許文献15】 米国特許第6,364,789号

【特許文献16】 米国特許第6,478,693号

【特許文献17】 米国特許第6,488,594号

【特許文献18】 米国特許第6,592,468号

【特許文献19】 米国特許第6,595,057号

【特許文献20】 米国特許第6,605,007号

【特許文献21】 米国特許第6,602,150号

【特許文献22】 米国特許第5,193,806号

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0024】

上記記載の特許は全てクラブヘッドの設計に関するものであって、上記記載の特許が示す通り、インパクト時においてヘッドとフェースが弾性的に応答すれば、クラブヘッドの感触及び（又は）クラブヘッドの反発係数は向上し、有益である。上記記載の特許は全てクラブヘッドの弾性応答又はダイナミクス応答の設計については述べておらず、効果的にボールのスピンを制御することについては述べていない。Burklyによる米国特許第5,193,806号（1993年3月16日発行）では、円形の接触面を有するよう設計されたクラブヘッドが開示されている。ところが、当該発明では、クラブヘッドの弾性的応答を活用し、効果的にボールを制御することについては触れられていない。フェースの硬度は高いと思われる。

10

【0025】

数多くの特許は接触する2つの表面に変更を施すことで、ボールのスピンの制御について言及している。しかし、クラブヘッドの弾性設計、又は構造設計を用いて、ボールのスピンの制御を行なうことについては全く言及されていない。

【課題を解決するための手段】

【0026】

本発明は、ボールとクラブヘッド間のインパクトイベントをコントロールするシステムに関する。このシステムは、フェース、ヘッドボディ、そしてフェースの中間サポートの弾性調整を用いることで、ボールとフェースとの間のインパクトイベントを向上させる。特に、本発明は、クラブヘッドボディとフェース間に組み入れられているフェース実装システムの設計に関する。フェース及びインパクトに起因して生じる変形によって、フェース実装システムは、ボールのスピンの対して有益な効果をもたらすように、設計されている。ボールのスピンの制御は、インパクト負荷下で弾性及びダイナミクス応答をもたらす特定の設計に基づいて、達成される。インパクト負荷下で弾性及びダイナミクス応答をもたらす特定の設計は、ボールのインパクト合成に作用することが示されている（スピン、速度、そして方向）。この作用によって、有益にボールのスピンを制御することができる。

20

【0027】

垂直方向のフェースの硬度を弾性的に調整すると、クラブヘッド及びボールの反発係数に影響を与えることがよく知られている。本発明は、垂直方向よりも横方向におけるシステム応答を制御することに関する。システムを用いて横方向の変形を制御することは、ボールスピード、方向、特に、フェースとのインパクトに起因するボールのスピンの影響を与える。

30

【0028】

ボールのスピンは、ボールとフェースとの間に生じる接線方向の力（フェースの垂直方向ではなくフェースに沿って）によって決定される。この力は、物体間の摩擦係数、物体間（ボールとフェース又はヘッド）の垂直方向の力、そしてボール表面と接触範囲のフェースとの間の相対運動によって決定される。この最後に述べた一因（ボールとフェースとの相対運動、垂直及び接線方向）は、インパクト負荷下で弾性及びダイナミクス応答をもたらす特定の設計の影響を受けている。本発明は、クラブヘッドの設計に関するものであって、このクラブヘッドの設計は、インパクト負荷下でフェースの弾性及びダイナミクス応答を調整することで、インパクト時のボールとフェースとの間の有益な接線方向の運動を生み出す。

40

【0029】

接線方向のフェース運動がボールのスピンのどのように影響をあたえているのかを明示するために、クラブフェースとボールとの間の理想的な垂直方向のインパクトを検討する（すなわち、インパクトの速度ベクトルがフェースに対して垂直である）。このタイプのインパクトでは通常、ボールのスピンは生じない。しかしながら、インパクト時においてフェースが接線方向にインパクトの力で動かされると、スピンのボールに引き起こされる。このスピンの回転方向が正方向に作用するか負方向に作用するかは、インパクト負荷下

50

における接線方向のフェース運動の向きによって決定される。同様に、接線方向のフェース運動は、インパクトの速度ベクトルが垂直及び接線方向の成分をもとと有する場合、ボールスピンの影響を与える。その影響の大きさは、硬く傾斜したフェースに生じるもの以上であったり、それ以下であったりする。

【0030】

本発明はフェースの弾性サポート（フェースまたはヘッドシステムの弾性応答）の設計に関し、クラブヘッドとフェース間の接線方向の相対運動はボールのインパクトの力によって引き起こされる。フェースの接線方向の相対運動は、弾性的合成によるものだが、上方、下方、クラブヘッドの柄に近い方向、クラブヘッドの先に近い方向に導かれ、幅広い範囲に対応可能であるとともに、ボールスピンを引き起こす（軽減させる）。例えば、距離のあるドライバショットの際にスピンを減少させたり、アイアンショットの際にスピンを増大させたりするのに、これらが用いられる。

10

【0031】

代替可能な実施形態では、弾性のあるサポート、フェース、そしてボディの設計が選択され、インパクトに起因するボールのサイドスピンを増減させる。このような場合、フェース運動はフェースに沿って、最も大きい速度に対し、垂直に調整されるが、フェース運動はフェースの垂直方向に対しては接線方向である。フェースはインパクト時に、上下よりも左右に（クラブヘッドの柄に近い方向もしくはクラブヘッドの先に近い方向）動く。この種のフェース運動はインパクトに起因するボールのサイドスピンの影響を与える。サイドスピンは、フックボール及びスライスボールにおける飛球の軌道に対し、劇的な効果をもたらす。左右の運動はフェース上の垂直方向の力と接線方向のフェース運動の弾性的結合によって実現する。これら全てのケースは、一様に、パター、ドライバ、そしてアイアンに関するものであり、「クラブヘッド」という用語は、同様にこれらのクラブヘッドを意味する。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

本発明における様々な実施形態、特徴、そして利点は、以下に示す図面及び明細書を参照することで、さらに理解が明確になる。本発明の目的は、クラブヘッドとボールとのインパクトに起因するボールスピンを制御する方法と装置を提供することにある。このボールスピンを制御する方法と装置は、インパクト負荷下におけるクラブヘッドの弾性及びダイナミクス応答を用いることで、実現する。インパクト負荷は、ヘッドの変形を生じさせ、ボール接触表面（本明細書においてフェースと称し、フェースはボールの接触ポイントに関係する）に運動をもたらす。インパクト負荷は、ボールの多軸スピン、速度そしてインパクトの結果に大きな効果をもたらす。本発明は、フェースの弾性及びダイナミクス応答を用いることで、ボールのスピンを制御（増減）する方法と装置からなる。この方法は、トップスピンやサイドスピンを制御するのに用いられる。

30

【0033】

ボールとヘッドとの間のインパクト（直角でない）時に、ボールとフェースの接触ポイント（面全体に）は強い力がかかる。このような力は、フェースの垂直方向に沿った力（以後、垂直方向の力という）と打球部面あるいはフェースに対して接線方向の力に分解される（以後、接線方向の力という）。垂直方向とは、空間における任意の方向を指し、接線方向とは、垂直方向とは直角をなす平面における任意の方向を指す。このような任意の力はフェース上方、下方、クラブヘッドの柄に近い方向、クラブヘッドの先に近い方向になるが、その方向は、フェースの位置、ボール、そしてフェース運動によって決定される。これらの方向は、屈曲した打球部表面における局所的部位の垂直方向と接線方向に定義され、本出願の屈曲した打球部表面の一般性が失われるということではない。

40

【0034】

垂直成分の力は、ボールの重心に作用する。そして、垂直方向の力は、インパクト時におけるボールを加速させる。接線成分の力は、ボールとフェースとの接触ポイントに作用し、垂直方向とは直角をなす。従って、接線成分の力は、ボールの重心に対するトルク（

50

スピンに影響を与える)と直接的に重心加速の一因となる力に分解することができる。トルクがインパクトを行なっている間に合成されて、ボールに回転速度を生じさせるため、インパクト方向に導かれる接線方向の力が、得られたボールスピンを完全に制御する。トルクはボールの静止状態に打ち勝つ。このことは、従来から知られているが、6自由度の運動方程式としてオイラー方程式を用いることで求められる。また、このオイラー方程式は、外部トルクと外力の下で、自由回転と剛体の変形の力学を求めるための6自由度の運動方程式である。本発明の目的は、インパクト時にこれらの力を調整することであり、この調整は、インパクト時のクラブヘッドフェースの横方向の弾性応答とダイナミクス応答を適切に設計並びに調整することで行なわれる。

【0035】

インパクトの力、すなわち垂直方向と接線方向の両方の力は、多くの要素によって決定される。例えば、インパクトを受ける物体の初期速度、物体質量、物体の弾性とダイナミクスなどによって決められる。クラブヘッドの垂直応答(反発係数)とボールインパクトは、システムの垂直方向のダイナミクスを調整することで改善される。本発明はクラブヘッドにおける、横方向の弾性応答とダイナミクス応答の最適な選択に関する。

【0036】

物体の弾性は、どのようにインパクト時の力の時間変動を決定するのかを説明する。ここで、とても柔軟であり、垂直方向における損失の少ないサポートを備えた、硬いフェースについて考えてみる。垂直方向のインパクト(斜め方向ではない)時には、柔軟なサポートがフェースとインパクトのボールとの間に大きなたわみを形成する。(フェースは、インパクトのボールから離れる方向に変形する。)その結果、滞留時間(ボールがフェースに接触している時間)は長くなり、インターフェースの力は低減される。従って、フェースの弾性応答は力変動に大きな影響を与える。

【0037】

接線方向の力を伴う斜め方向のインパクトの場合も、垂直方向のインパクトと同様に考えてみる。この接線方向の力は、斜め方向のインパクト時に生じるインパクト速度ベクトルの接線方向の成分に起因して発生する。(接線方向の力を)フェースの座標系に分解してみると、ボールとフェースとの間の接触ポイントが垂直方向と接線方向に動いている。ボールとフェースとの接触ポイントでの接線方向の相対速度は、フェースとボールとの間の摩擦によって、接線方向の力を生じさせる。物体間に摩擦が生じない場合、初期段階においては接線方向の力は発生せず、ボールスピンは変化しない。

【0038】

2つの物体間の摩擦力は、多くの要素、例えば物体間の垂直方向の力、物体間の摩擦係数、そして物体間の相対運動または相対速度によって決定される。例えば、従来からの、二つの物体間のクーロン摩擦は、摩擦係数と垂直方向の力の積算値によって、摩擦の大きさを決定し、横方向の相対速度ベクトルによって摩擦方向を決定する。

【0039】

(クーロン摩擦の方程式等)

他のモデルは力成分を備え、その力成分の大きさは、2物体間における接線方向の相対速度の大きさと方向により定まる。どのようなモデルにおいても、2物体間における接線方向の相対速度は、接線方向の力の大きさと向きを決定するのに重要な役割を果たす。

【0040】

次に、この接線方向の力は、ボールとフェースとの間の接線方向の相対速度に影響をもたらす。ボールに対する接線方向の力は、接線方向に進行する際に重心に働く力(接線方向に進行するボールの重心の速度を加速させたり、変化させたりする)と、ボールの重心に対するトルクの両方に作用する。なお、このボールの重心周りのトルクは、垂直方向の速度ベクトルと接線方向の速度ベクトルに対して垂直な軸周りに作用する。この等価トルクはボールのスピン変化に作用する。

【0041】

ほとんどの場合において、ボールはインパクト時にはスピンしない。斜め方向のインパ

10

20

30

40

50

クトに起因する接線方向の速度と垂直方向の力は、ボールにスピンをつける接線方向の摩擦力を生じさせる。接線方向の摩擦力が（ボールの）重心に作用するのではなく、ボールとフェースとの間の接触ポイントで作用するため、接線方向の摩擦力がボールにスピンをつけるのである。インパクト開始時に、ボールは原則として傾斜したフェースを上方にスライドし、このスライドする力がボールを回転させるよう作用する。接線方向の力はボールスピンを増大させ、ボールスピンは、ボールとフェースが接触する場所において、相対運動が生じない程度にまで増大する。ボールは、フェースとの間をスライドすることなく、フェース上を転がる。これをすなわち、転動条件といい、転動条件は、ボールがフェースから離れる時、最終的にボールのスピンを決定する。

【0042】

10

本発明において、フェースは、クラブヘッドの弾性設計を用いることで、接線方向の力に応答する。フェースが接線方向に応答（ボールのスピン変化に対しても）するシステムにおいて、フェースとボール表面との間の相対速度を決定する新たな一つの要因が存在する。フェースがボール表面とフェースとの間の相対速度を決定するので、フェースの運動が物体同士の摩擦、得られた接線方向の力、そしてボールスピンに対して大きな効果をもたらす。これが本発明で中心的な概念となる。

【0043】

この接線方向のフェースの運動を得るために、クラブヘッドは、打球部表面（フェース）がクラブヘッドのボディ大部分に対して接線方向の運動を有するように設計されている。このようなシステムにおいて、フェースとクラブヘッドボディとの間に弾性的連結部があり（あるいは、クラブヘッドボディの弾性とフェースボディの弾性）、この弾性的連結部は、インパクト負荷下で適切に対応するように調整されている。どのように弾性を用いるかによって、得られる効果が異なる。たとえば、スピンを増大させることが必要ならば、弾性は、フェースがボールの接線方向の速度ベクトルとは反対に動くように、調整される。このことによって、ボールとフェースとの間における接線方向の相対速度を増大させる。そしてボールは、急速にスピンし、この増大された接線方向の相対速度と一致する。ボールは、転動条件に達し、回転方向に加速しなくなるまで、急速にスピンする。

20

【0044】

本発明における他の実施形態として、フェースが弾性的に実装されることで、フェースは、インパクト負荷下でボールの接線方向の速度ベクトルの方向に動く。このことで、ボール表面とフェースとの間の接線方向の相対速度が減少し、より低減されたスピンとなる。この低減されたスピンは、必然的に転動条件に達する。

30

【0045】

したがって、ボール表面とフェースとの間の摩擦力変動、そして最終的なボールの角運動速度ベクトル（スピン速度）を決定する際に、フェース運動の時間変動と接線方向の相対速度ベクトルの時間変動を考えることは重要である。時には、ボディに対するフェースの速度が、インパクトイベントにおいて、逆向きになるもしくは大幅に変動することで、ボディに対するフェースの速度が、結果として得られるボールスピンに対して大きな影響を与える。したがって、本出願の設計において、弾性のクラブヘッドの時間的変動とダイナミクスを考えることは重要である。

40

【0046】

本発明の重要な要素は、ヘッドの接触表面（フェース）である。このヘッドの接触表面（フェース）は、弾性的又は粘弾性的にボディにサポートされている。ボール表面と打球部表面との間の接触力が、クラブヘッドのボディに対するフェースに運動を引き起こす。基本的には、フェースに2種類の弾性サポートがあり、これらの弾性サポートは、垂直方向そして接線方向における力と運動が弾性的に合成されているかいないかで特徴づけることができる。これら2つの種類は次の項目で述べる。

【0047】

（分離型）

この種類のシステムでは、フェース上の垂直方向の力が、フェースの接線方向ではなく

50

、垂直方向においてのみ変形をもたらす。同様にフェース上の接線方向の力は、フェース接線方向の運動のみをもたらす。これらの運動は、フェースの弾性変形として知られていて、インパクト負荷下のヘッドにおける堅いボディ全体の運動とは関連しない。したがって、垂直方向の変形及びインパクト負荷、そして接線方向の変形及びインパクト負荷との間は合成が生じない。このシステムのことを分離型という。

【0048】

この種類のシステム設計は、図1において概念を示しているが、クラブヘッドの設計者は、横向きの剛性、横方向の負荷下でのクラブヘッドシステムの横方向の反応のみを考慮すればよい。したがって、設計は大いに簡素化される。しかしながら、横方向の負荷は垂直方向の負荷よりも通常は小さいため、このシステムにおいて、得られる力と変形は小さく、あらゆる剛性は同等になる。

10

【0049】

(合成型)

この種類のシステムにおいて、フェースのサポートに対する効果的な剛性マトリクスは、垂直方向の力がシステムの垂直方向と横方向の変形をもたらすように、合成されている。弾性的サポート（例えば、図2、図3で示す、傾斜したサポート）を適切に設計することで、この合成が、インパクト負荷下に多様なフェースの横方向の運動を形成する。この運動は、サポートの傾斜によるが、クラブヘッドに対して、上方、下方、クラブヘッドの柄に近い方向、クラブヘッドの先に近い方向に導かれる。この弾性的に調整された横方向の運動は、フェースとボールとの間の相対滑り運動を規定するのに用いられ、これらの方向におけるスピンを増減するのに用いられる。

20

【0050】

フェース運動（例えば、クラブの上方、下方）が容易に制御され、フェースとボールとの間の多様な相対運動と多様なボールスピンをもたらすので、この合成は、設計者がインパクトに起因する多様なボールスピンを形成するのに大いに役立つ。フェース合成は、次の項目で述べるが、ボールのトップスピンを形成したり、ボールスピンを無効化したり、ボールスピンを増大するのに用いられる。

【0051】

(好ましい実施形態)

上記に述べた効果を得る特定の方法及び装置は、フェースとボディで構成されるクラブヘッドからなり、フェースは、考えられる数多くの構造において、弾性を備えたマウント部にサポートされることを特徴とする。インパクト時に、打球部表面（フェース）とボディとの間に相対運動を有する。この相対運動は、サポートにおける弾性に起因して生じる。ある実施形態において、サポートは、バックプレートと、図2、図3で示すフェースとの背面との間で弾性接続部を形成する。このバックプレートはクラブヘッドボディとサポートの背面との間を連結している。サポートは、螺子留めや溶接や圧入がなされる。あるいは、他の取付け方法で、サポートは、ボディ構造とフェースの両方に接着される。これら取り付け方法は、ボディ構造が綿密に、機械的に結合されるようにして行われる。好ましい実施形態として、サポートは弾性を有し、低減衰であることがあげられる。しかし、クラブヘッドの好ましい感触を得るために、フェースとボディとの間の相互連結に減衰材を用いることが可能である。

30

40

【0052】

上記に述べたサポートの実施可能な形態として、一連の梁材、リブ、あるいは柱部があげられ、これらが、クラブボディの上方でフェースをサポートすることがあげられる。これらのサポートは、図2、図3で示すように、フェース表面に渡って配置され、インパクト時のフェース運動を調整する。例えば、上述の梁材などのサポートが配置されることで、インパクトの位置に関わらずフェース全体に渡って同等の垂直剛性を示したり、クラブのインパクトの場所に応じて有効な垂直剛性を調整したりする。例えば、フェース周縁部に沿って、フェースを垂直方向に対して柔軟に作用させる。加えて、サポートは、図2で示すように、接線方向に対して、フェースがほぼ平行に移動できるように配置される。

50

【0053】

梁材、リブ、あるいは柱部が配置され、図2のように、主軸は垂直方向のインパクトの力方向に対して平行をなす。この場合、これらの垂直方向の力は、サポートによって軸方向の力として用いられ、横向きインパクトの力はサポートを屈折するのに用いられる（図2）。この形態では、弾性サポートは分離型に属し、垂直方向の力は、ほとんど横方向の変形をもたらさない。この種類のサポートでは、サポートの曲げ剛性が調整されることで、フェースの接線方向の運動が、以下に述べるように、ボールスピンを増減するよう作用する。

【0054】

別の種類のシステムでは、主軸は垂直方向に対してわずかに傾斜している。従って、主軸は、垂直方向と接線方向の両方の力を、サポート上の軸方向の負荷及び曲げの負荷として用いることができる。図2、図3で示す傾斜した配置によって、フェースの垂直方向の負荷とフェースの接線方向の運動との間で合成がもたらされる。サポートの傾斜程度と傾斜方向は、フェースとボディ間の弾性的合成を調整するのに用いられ、そして、インパクト負荷下における様々な所望のフェース運動を実現するのに用いられる。特に、傾斜したサポートによって、垂直方向の力は、サポートの傾斜する方に向かって大きな接線運動を生じさせる。このことで、フェースは特定の接線方向に向かって動き出し、フェースはインパクト終頃には元の状態又は位置に回復する。垂直方向の力が低い時、インパクト終頃にボールスピンを調整することは重要である。

【0055】

サポートのある実施形態において、各サポートは梁材で構成されており、この梁材は、図2で示すように、フェース背面とクラブボディの両方に取り付けられている。

【0056】

図3と図4で示す好ましい実施形態として、裏当て構造から2.0mm（0.25から4mmの幅）のフェースに基準面の分離がなされている形態があげられる。このように基準面を分離させることによって、大幅に中心から打撃が外れても、フェースは傾斜しない、また、接触や干渉の問題を引き起こすことはない。接線方向あるいは垂直方向のどちらかに（もしくは両方に）向かうフェース運動を、機械的に止める手法を導入してもよい。それによって、弾性マウントがインパクト時に遭遇する、変形や応力が制限される。すなわち、弾性マウントを保護することができる。例えば、トップショットの場合を考えてみる。負荷は9000又は2000（N 垂直方向/N 接線方向）からは程遠く、むしろ（4000 N/4000 N）に近い。この負荷の場合、運動が抑制されなければ、マウントにダメージを与えることもある。

【0057】

好ましい実施形態として、弾性マウントが2列に配列されていて、その弾性マウントの長さが合計で96mmと80mm間になり、突出した型材になる形態があげられる。2列配置として、5番アイアンでは、図5－図11で示すように、40/50（上列/下列）で全長90mmのサポートを扱う。このことによって、マウントは20mmと10mmの実装モジュールを組み合わせて配置し、製造することができる。その結果、マウント上列に2-20mmのユニット、そして2-20mmのユニットと1-10mmのユニットを下列に有し、フェースをサポートするようになる。弾性サポートモジュールは互いに接合されることとなる。1000分の数インチ摩擦を最小化することで、「動」部を削減することができる。

【0058】

（弾性マウントモジュールの設計の特性）

好ましい実施形態として、弾性マウントモジュール（EMM：Elastic Mount Module）は3つの屈折可能な梁材からなり、この梁材は図5、図6で示すように、折り曲げられた梁材の構造を有するように配されている。この配置において、2つの梁材の各外側の端部の一方がボディの裏当て構造と連結される。2つの梁材が裏当て構造の下方に突出し、接続台座に接続し、この接続台座は、移動可能なプラットフォームとして作用し、この移動可能なプラットフォームの片面の上に中央の梁材が取り付けられている。接続台座は、対称をなす2つの梁材によってサポートされているので、接続台座は主にフェースと平行して

移動する。垂直方向の負荷と変形は、梁材によって、軸方向に生じる。内部における主要な梁材は、インパクト負荷の圧力を受ける。一方、外部における梁材はインパクトの垂直方向の負荷による張力を受ける。両方の梁材（内部と外部）は屈折時に横向きの負荷を受ける（あらゆるモジュールがインパクト負荷の垂直方向に対して配列される場合）。前述したように、梁材は傾斜し、弾性的に結合されたサポートモジュールをつくる。中央の梁材は、接続台座からハウジング後部へと接続され、単一の弾性マウントモジュールを形成する。この単一の弾性マウントモジュールは、プリズム式の突出形材として、図5で示すように梁材の屈折方向に対して垂直方向に延出している。所望のモジュール方式と構造剛性に基づき、モジュールは種々の突出した長さ部分を有するように作られている。

【0059】

弾性サポートモジュールの設計は、垂直方向及び接線方向の剛性（本明細書で述べる、「合成剛性」）を備えるように設計されており、所望の運動がインパクト負荷時に実現されるようになっている。所望の弾性（以下に述べる）は、インパクト負荷時の構造的完全性を満たすシステムと一致する。すなわち、システムは、永久変形（降伏変形）やゆがみを生ずることなく、負荷を受ける。図5、図6で示す設計は、このような基準に対応する。

【0060】

図5に示す設計は、分離型システムを指す。接線方向の剛性の目標値として 21.4N/mm/mm あるいは（ 96mm の長さにつき 2050N/mm ）を有し、この設計では、 23.9N/mm/mm あるいは（ 96mm の長さにつき 2300N/mm ）の接線方向の剛性を得る。この設計では、垂直方向における剛性の目標値は、 2140N/mm/mm あるいは（ 96mm の長さにつき 205000N/mm ）、もしくは、接線方向の剛性の約100倍（ 96mm の長さにつき 210000N/mm ）となっている。上記された設計では、垂直方向の剛性として、 2188N/mm/mm あるいは（ 96mm の長さにつき 210000N/mm ）もしくは、接線方向の剛性の約91倍の剛性を得る。これらの獲得された剛性を有する場合、 $9000/2000\text{N}$ の負荷（垂直方向と接線方向）下では、図5で示す断面の 96mm の長い突出部に対して、サポートモジュール装置のたわみは（ $0.042\text{mm}/0.870\text{mm}$ ）である。設計面で垂直方向の剛性が高いため、垂直方向の変位は、非常に小さい。その一方で、準静的な 2000N の負荷下における、接線方向の変位はほぼ 1mm に達する。

【0061】

本設計の目標は、ロバスト設計の構造でこれらの弾性定数を実現させることである。弾性サポートモジュールの素材として選択したのは、高比強度と高降伏応力を有するTi-4Al-6Vである。他の素材として、スチールや代替可能なチタン合金を用いることもできる。上述の合成された垂直方向と接線方向の負荷下で、この設計におけるピーク応力は 940MPa であり、この数値は使用する素材の降伏応力よりも低い数値である。応力解析に加えて、弾性サポートモジュール（ESM）は圧縮されたインパクトの負荷下にある内部支柱部の歪みに耐えるよう設計されている。分析によって明らかになったのは、この設計（座屈負荷またはピーク負荷）における座屈負荷の限界は、3.6であるということである。それゆえ、本モジュールは、構造的完全性に欠陥を生じさせず、所望の弾性的挙動に対して適合する。

【0062】

好ましい製造工程は、標準的な表面仕上げとともにワイヤ放電加工があげられる。しながら、他の標準的な機械加工あるいは成形過程、例えばプランジ放電加工も、強度を必要とする部品を製造する際に用いられる。図7から図11までの設計では、 19mm の全面的奥行き、つまり前方（フェース）から後方（接続台座）までの長さ部分、 90mm の突出部の全体の長さ部分、そして 20mm の長さのモジュールと 10mm の長さのモジュールを示している。この突出部は、それぞれのモジュール内にあり、モジュールはクラブのフェースに2列に配列されている。これにより、フェースはクラブ上部に移動することができ、また、垂直方向の高い剛性と接線方向の高い剛性を備えるようになる。本設計では、フェースの質量は 41.6g である。上述のように、剛性が選択され、フェース運動での最初の接線方向における本来の振動数は、ほぼインパクトの時間と調和する。正確な同調条件は、下

10

20

30

40

50

記の接線方向の剛性の同調条件の段落において述べる。

【0063】

好ましい設計の重要要素として、ボディの裏当て構造、フェース構造、そして弾性サポートモジュール間の接着があげられる。設計上の弾性定数をこのシステムで達成できるようにするため、弾性サポートモジュール、フェース、そしてボディ間のインターフェースに余分なたわみ性は存在しない。このことは、部品間の相互の噛み合いはしっかりと固定され（エポキシで接着されているかもしれないが）あるいは互いにはんだ付けもしくは溶接されていることを意味し、それによって、システムは自由に動くことなく、また接合部での付加的なたわみ性を備えたりすることなく、統一されたボディとして作用する。好ましい実施形態として、弾性サポートモジュールの梁材末端部は継ぎ手で楔止めされていて、フェース及び裏当て構造にある対応する埋め込み溝と噛み合うようになっている。フェースの断面、弾性サポートモジュール、そしてボディ実装構造は図7から図16に示している。これらの図で示すのは、2つの屈折した梁材の弾性サポートモジュール及び裏当て構造とフェースとのインターフェースである。インターフェースはエポキシや簡易の螺子で取り外せないように固定され、弾性サポートモジュール、フェース、そしてボディの間のインターフェースに対して前もって負荷を与える。

10

【0064】

弾性サポートモジュールは、モジュール長に沿ってさまざまな厚さの梁材構造を有し、インパクト負荷下における梁材の応力を最小限にするよう設計されている。この特徴において、中央部付近の梁材は薄く、梁材の末端部は厚くなっている。このように様々な厚さを備えているため、梁材はこの種の運動を受けることができる。つまり、従来の滑り、滑りが生じる梁材末端部では、角度変化は生じない。滑りの境界条件となる。この条件は、接線方向での滑り移動しか生じない。この種の運動では、最大曲げ応力は取付け側（滑りが生じる側の端部）に生じる。この最大曲げ応力は、滑りが生じる端部では生じて、中央部で負荷はほとんど生じない。したがって、中央部の材質としてわずかに圧力がかかるだけであるため、中央部は薄くなっている。付加的な設計の特徴として、フェースの厚さはテーパ状になっていて、フェースと裏当て構造の間のクラブの外縁部に付加的な間隙を有している。よって、大きく偏心したショットでも対応し、2つの弾性サポートモジュールから離れた部分でボールを打っても、垂直負荷を受け止めることができる。この実施形態において、フェースは2列の弾性サポートモジュールに対してカンチレバー構造を有し、弾性サポートモジュールは、垂直方向において、わずかに柔軟性を有する。

20

30

【0065】

好ましい実施形態として、裏当て構造がとても硬く、システムに対してほとんど付加的なたわみ性を提供しない形態があげられる。中央のリブは、公称2.0mmベース幅であり、4.0mmの高さを備え、弾性サポートモジュールの間に付け加えられ、この剛性を提供する。ある程度のたわみ性は、背面あるいはサポート構造において、設計されているもしくは認められているが、このたわみ性は、システム全体の弾性が最適値を有するように、屈曲可能な伸縮素材を用いることを考慮に入れなければならない。最後に本設計において、フェースにおける2.14mmの左右運動が許容され、弾性サポートモジュールの外部における梁材と裏当て構造の端部との間の接触がなされる。この左右運動は、背面の切り取り幅によって決定される。

40

【0066】

（パッティングでの応用）

パッティングの際、従来技術において、横滑りを減らす重要な要素は、パターフェースからボールが離れる際にボールに対して大きなトップスピンを与えることが知られている。ボールが転動する前にボールの横滑りする距離を最小限にすることは有益だといえる。

【0067】

（ドライバでの応用）

ドライバを用いる際、従来技術において、ボールの飛距離を伸ばし、高速インパクト時におけるクロスレンジ方向の移動（cross range travel）を削減するには、ボールのトッ

50

プスピンを抑え、インパクトの速度が過剰に高速になるのを避けることが知られている。

【0068】

(非線形システムモデル)

この段落では、弾性変形をもたらすボールとクラブヘッドとの間のインパクトのシミュレーションのモデルを提示する。このクラブヘッドには弾性的に調整されたフェースサポートをフェースとボディの間に備えている。このモデルの形状の概要を図9に示している。このシステムは、いくつかの部品から構成されている。その部品には、硬いフェースと接触する、弾性を備えたボールも含まれている。この硬いフェースは剛性を備えたクラブヘッドボディに弾性的にサポートされ、この剛性を備えたクラブヘッドボディは自由に回転し、空間内を移動する。クラブヘッドについては、6自由度の硬いボディ（並進3自由10度と回転3自由度）で示される。この硬いボディは、ボディ上にもたらされる力に応答する。この力は、フェースの弾性サポートを通じてもたらされる。フェースについては、両方のサポートの力に応答し、ボールと接触する。図9で示すように、フェースは剛体として移動できるが、この移動はクラブヘッドに対して垂直方向であり、且つフェースの垂線方向に対して接線方向に向かうものである。サポートの弾性は2×2の剛性行列あるいは2×2のたわみ性行列で示される。

【0069】

【数1】

$$[X_n \ X_t]^T = \{K_{nn} \ K_{nt}; K_{tn} \ K_{tt}\}^{-1} [F_n \ F_t]^T$$

【0070】

ここで、 X_n はボディに対するフェースの垂直方向のたわみを示し、 X_t はボディに対するフェースの接線方向のたわみを示し、 F_n はボールのインパクトによって生じるフェースの垂直方向の力を示し、 F_t はボールのインパクトによって生じるフェースの接線方向の力を示し、そして、 K はフェースサポートに対する弾性行列の各要素を示している。

【0071】

ボールは最初に静止していて、クラブヘッドは特定のヘッドスピードで動き始める。クラブヘッドが前進すると、このクラブヘッドはボールと接触する。このモデルでは垂直方向と接線方向の接触力が考慮に入れられる。ここで、接線方向とは、フェースを転動又はスライドするボールの方向によって定義づけられるとする。この接触力とは、最初のクラブヘッドの配置、速度、そしてフェースの形状によって決定される。ボールは初め静止10して、垂直方向のインパクトの力と接線方向の摩擦力はボールの重心に作用して、速度を生み出し、重心周りのスピンをもたらす。ボールの圧縮と損失は、適切な粘弾性モデルを用いて表され、ボール単圧縮モード表現として表される。このモデルは、ボール、ヘッド速度、そしてヘッドの方向の初期状態における連立非線形方程式で表される。これらの合成非線形力学の方程式に起因する時間変動は、マトラブシミュリンクツールボックス（Matlab Simulink toolbox）というソフトウェアで数値積分法を用いることで、計算上、時間の関数として求められる。ボール、ヘッドインパクト、そしてこのインパクトの結果における主要な効果を調査することができる。その結果、ボールスピンに対する一定の効果として、最適設計の特質及び好ましい形態が示される。

【0072】

(ケーススタディ)

多くのケーススタディが前もってなされているが、本発明では、フェースマウントの弾性、フェース質量、そしてボールとフェースとの間の摩擦係数を変更してケーススタディを実施する。別段の定めがない限り、10グラムの硬いフェースにロフト角27度を有する、公称5番アイアンの結果を示す。

【0073】

図12及び図13は、下記に、3つの場合におけるインパクトシミュレーションの時間変動を示す。参考として、図で示す曲線は、一点鎖線= 1、破線= 2、実線= 3である。

【0074】

10

20

30

40

50

一点鎖線は、剛性マトリクスとして $K_{nn}=4.4 \times 10^6$ 、 $K_{tt}=2.8 \times 10^5$ 、 $K_{nt}=5.5 \times 10^5$ を備えた合成型のフェースを示している。垂直方向と接線方向との間の合成を有するシステムを示す。破線が示すのは、分離型のシステムだが、比較的横方向の剛性が小さいシステムを示す。 $K_{nn}=1.8 \times 10^7$ 、 $K_{nt}=0$ 、 $K_{tt}=7.2 \times 10^5$ である。このシステムは、弾性マウントとして6つの垂直方向の柱部が配置され、10グラムのフェースをサポートしている。この柱部は、大体 $0.5 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ の面積かつ5mmの長さを有する。

【0075】

実線は、剛性を備えたフェースを示す。垂直方向及び接線方向において、とても高い剛性を有する。この図が示すのは、インパクトのパラメータであり、5番アイアンのスピンアプローチの実例である。予想されるスピンの公称値は、従って、6400 RPMまでである。

10

【0076】

実例1（一点鎖線）で示す増大したスピンと実例2（破線）で示す減少したスピンは、フェース運動から生じる。そして、このフェース運動は、インパクト負荷下に、クラブのボディに対して変形が生じない箇所から起きる。運動のタイミングと方向は重要であるため、所望の効果を実現させるためにマウントの弾性を、調査及び調整する必要がある。この所望の効果とは、例えばスピンを増減させる効果などがあげられる。インパクト継続時間及びインパクトイベントに対するフェース運動のタイミングは、特にスピンを決定する際に重要になる。この一連のケースにおけるフェースの質量は10グラムである。

【0077】

20

重要なスピンの増加及び減少は、適切にフェースの接続を用いて達成される。この結果は、インパクト継続時間に対する実際のフェース調整に非常に繊細に現れる。

【0078】

【表1】

ケース番号：	1 一点鎖線	2 破線	3 実線
ヘッド速度 (mph)：	89.48	89.48	89.48
ボール速度 (mph)：	130.028	127.086	125.398
ボールの発射角 (仰角) (度)：	17.1585	22.7782	18.7527
ボールの発射角 (ヨー角) (度)：	0.0376313	0.159735	0.0747685
ボールスピン(トップスピン)(rpm)：	8327.01	3198.94	6410.85
ボールスピン(サイトスピン)(rpm)：	44.6463	125.551	68.7056

30

【0079】

接線方向の剛性調整の調査における一連のケースは、分離型のフェースを用いて行なう。基準となるケースは：

ケース1 = $K_{nn}=1.8 \times 10^7$ 、 $K_{tt}=7.2 \times 10^5$ 、 $K_{nt}=0$ （一点鎖線）

剛性のバリエーションは、下記のように示される。

40

ケース2 = $K_{tt}/2$ （破線）

ケース3 = $K_{tt} \times 2$ （実線）

ケース4 = $K_{tt} \times 8$ （二点鎖線）

ケース5 = $K_{tt} \times 32$ （基準「接線方向に高い剛性を有するケース」）

【0080】

【表 2】

ケース番号：	1	2	3	4	5
ヘッド速度 (mph)：	89.48	89.48	89.48	89.48	89.48
ボール速度 (mph)：	126.782	124.954	127.497	126.586	126.494
ボールの発射角 (仰角) (度)：	16.7354	23.1676	15.7433	18.4742	18.5917
ボールの発射角 (ヨー角) (度)：	0.064	0.2062	0.03187	0.07313	0.07265
ボールスピン(トップスピン)(rpm)	8406.61	2845.11	9206.93	6691.47	6658.87
ボールスピン(サイドスピン)(rpm)	62.7807	151.819	41.5697	72.12	69.7804

10

【0081】

接線方向の剛性調整を行い、この剛性調整は、効果を最大化させ、ボールスピンを増加させることは明らかである。インパクトの時間変動の分析及び理論は下記に示す。

【0082】

接線方向の剛性が低い場合（ケース2）、フェースは、ボールとフェースとの間の摩擦を受けて、急速に上方へと移動する。フェースの剛性が低い（そしてフェースは軽量である -10g）、フェースが急速に加速し、その速度は、ボールの重心がフェース上を移動する速度を超える。その結果、ボールスピンは減少する。接線方向の剛性によって、フェースが反発を起こすと、再びボールにスピンをつけるが、その量は相当微量であり、かつフェースが戻るタイミングはあまりにも遅い。なぜなら、その時まで、インパクトイベントはほとんど終了しているからである。（低い剛性が意味するのは、一定のフェース質量に対する、フェースの低い周波数応答である。）このような効果を得ることにより、スピンを減少させることができる。

20

【0083】

接線方向の剛性がほぼ適正である場合（ケース1、3は許容可能な値の幅を示す）、フェースはクラブの上方へと移動する。この移動速度は、ボールの接触ポイントがフェース上をスライド又は転動する速度よりも少し遅い速度である。従って、ボールはスピニアップをし続け、フェースもクラブヘッドの上方へと移動する。接線方向の剛性とフェースの質量は、ボールインパクトが進行中であっても（ある程度の垂直方向と接線方向の力をまだ有していても）、フェースが反発するように決められている。その結果、フェースの反発が、ボールとクラブフェースとの間における接線方向の相対速度を増大させ、ボールを継続してスピニアップさせ、垂直方向の数値を超える。（～+ 3000 RPM!）これを用いることで、従来における未調整のフェースマウントで生じるボールスピンよりも、ボールスピンを増大させることができる。

30

【0084】

接線方向の剛性が相当に高い場合（ケース4と5）、フェースの接線方向の運動はさほど問題ではなく、重要にならない。この場合、ボールの転動がボールとフェースとの間の接線方向における速度成分に達するまで、ボールはスピニアップする。そして、ボールがフェースとボールとの境界でスライドすることなく、フェース上を原則として転動するまで、ボールはスピニアップする。これは、簡素化されたモデルで例として計算されたスピン速度と同じ速度を示す。フェースにおける接線方向の剛性が高くなるにつれ、システムにおいて得られたスピン速度は、この「転動」のスピン値に達する。

40

【0085】

適切な剛性の幅は、第1に、1) ボールとフェースの摩擦係数、2) フェースのロフト角、3) フェース以外の部品の質量によって決定される。これらの要素は、全て、接線方向の負荷に対するフェース応答タイミングとともに接線方向の負荷程度に影響を与える。

【0086】

50

これらの剛性は、従来のように（分離型）屈曲部を配置することで達成される。この分離型の屈曲部は、一連の細長い円形もしくは長方形の柱部で構成され、これらの柱部がフェースをサポートしている。また、屈曲部は多くの位置において、一連のスチールインサートを備える。基準となるケースの場合、6つの柱部から構成されている。柱部の面積は1mm平方のサポートで、柱部の長さは5mm長である。

【0087】

接線方向のたわみは、さほど大きくない。（大体、基準とするケースでは3mm、ケース3では2mm）このことは設計する上では好都合だが、これらのモジュールに対するマウントのひずみは、非常に大きいままである。それゆえ、ひずみを許容する高い能力を有する、素材を選択することが好ましい。加えて、通常のチタンもしくは合金鋼、または他の利用可能な素材は、モジュールもしくはフェース全体の組み立ての際、形状記憶もしくは擬似弾性（ニチノールなど）の機能を有する素材である。以下の数段落にて、一連のケースを用いて、ロフト角とフェース質量の効果を調査する。

10

【0088】

（摩擦係数とロフト角）

図18と図19は、5番アイアンの摩擦係数を変更することによる効果を示していて、それ以外において、図18と図19は同じ条件である。このケースにおいて、摩擦係数はボールスピンのそれほど大きな影響をもたらさない。一定のロフト角において、スピンは摩擦係数にほとんど反応しない。一点鎖線は0.2であり、破線は0.8である。インパクトは異なるが、結果はほぼ同一である。

20

【0089】

フェース角がロフト27度（5番アイアン）からロフト47度（ウェッジモデル）へと変更すると、摩擦係数が0.2から0.5へと増加した場合には、小さいロフト角のアイアンとクラブヘッドによる挙動は、同じ剛性を用いても、回復される。この摩擦係数はサンドブラストされた表面ではすぐに達成される。なぜなら、ロフト角が大きい時、フェースでは、小さい垂直方向の力と大きい接線方向の速度が存在するからである。大きい摩擦係数は、大きい接線方向のフェースにおける力を生じさせるとともに、大きいフェース速度をもたらす。高い摩擦係数は、大きいフェース速度をもたらす。そして、高い摩擦係数及び低い摩擦係数において、接線方向におけるフェース速度と接線方向におけるボール速度の比率はほぼ同一の比率である。このことは、小さいロフト角のクラブヘッドが小さい摩擦係数を有することからわかる。フェース角は異なるものの、ほぼ同一の所望のボールスピン効果を獲得しようとする場合、重要なパラメータ（相対速度又はボールの接線方向の速度）は、設計時から制御されなければならないことを示している。

30

【0090】

（多様な質量をフェースに用いたケース（図20及び図21））

この段落では、一連のケースを用いて、フェースの質量を増加させることで生じる効果を調査する。以下にケースを示す。：

ケース1（実線）：公称5番アイアン（27度）－前述の分析と同様で10グラムのフェース）、剛性 - 公称、摩擦係数0.2

ケース2（破線）：ロフト - 公称、フェース20グラム、剛性 - 公称、摩擦係数0.2

40

ケース3（実線）：ロフト - 公称、フェース20グラム、剛性 - ×3、摩擦係数 0.2

ケース4（二点鎖線）：ロフト - 公称、フェース20グラム、剛性 - ×3、摩擦係数 0.5

ケース5：ロフト - 公称、フェース20グラム、剛性 - 公称、摩擦係数 0.5

【0091】

結果及びその説明を下記に述べる。：

【0092】

【表 3】

ケース番号：	1	2	3	4	5
ヘッド速度 (mph)：	89.48	89.48	89.48	89.48	89.48
ボール速度 (mph)：	126.374	125.401	126.093	125.79	125.833
ボールの発射角(仰角)(度)：	15.904	17.3999	16.6756	18.8698	16.5546
ボールの発射角(ヨー角)(度)：	0.0471286	0.0803896	0.0423863	0.0485769	0.0437321
ボールスピン(トップスピン)(rpm)：	9040.29	7718.06	8193.13	6374.33	8772.42
ボールスピン(サイドスピン)(rpm)：	49.4707	66.775	46.2163	58.7473	45.2584

10

【0093】

結果に対する説明を以下に示す。：

公称のケースは、7グラムの質量で行なわれている。

【0094】

一点鎖線は、剛性ベースの基準値であり、 $K_{nn} = 1.08 \times 10^8$ と $K_{tt} = 1.08 \times 10^6$ $K_{nt} = 0$ (分離型) で示される。この基準値は、24 1.5 cm 長のスチールにおける、1.5mm 厚の四角形状の屈曲部断面を用いることで達成される。注目すべき最も重要なグラフは、図 2 1 C における接線方向の表面速度を示すグラフである。接線方向の表面速度が 0 に達すると、フェースとボール表面との間の相対速度が 0 に至ることを意味する。すなわち、ボールが転動し、フェースが移動し、接触点ですべりが生じないことを意味する。図 2 1 C の「接線方向のヘッドの成分」では、フェースがインパクト前半で上方へと移動し、1.55秒で下方への移動が始まる。フェース速度は曲線の導関数であり、スピンを決定する際、フェース速度はヘッドの位置よりも非常に重要である。フェースが最も上方のポイントへ達し、下方へと移動し始めると、負方向に対する速度は増大し、ボールにスピンをつけようとし始める。このことは、図 2 1 C において、1.5秒から1.8秒の間に「接線方向の表面の速度」曲線が上昇することから明らかである。このように反発が生じることで、ボールはスピニアップし続ける。そしてこのスピニアップがスピンを増大させる元となる。

20

【0095】

一般的にこのことは、チューニングに関するいくつかの傾向を生じさせる。まず、接線方向の自由度を、インパクトの時間に対して大まかに調整することにより、フェースがインパクト動作の後半において反発するようになる。図 2 1 C の「接線方向の表面速度」を示すグラフの一点鎖線の交点は、フェースが反発しながら最も下方へ至るにつれて減速することの効果を示す。この「反発終了時」のフェースの減速が、インパクトの最後に生じることが重要である。さもなければ、ボールがフェースを離れる前に、この減速によりボールのスピンが減速されることになる (図 2 1 E の「ボールのスピン」中の二点短鎖線に示される如くである)。

30

【0096】

破線による曲線 (ケース 2) は、他の条件は同じとした上で、フェースの質量を 20 g まで増加させることの効果を表す。図 2 1 C の「接線方向表面の接線速度」を示す曲線からわかるように、フェースの大きな慣性がフェースを減速することにより、フェースが加速してからボールと接触するのに時間が長くなっている。ボールは 1.45 秒まで転動し始めない。スピンについてはより顕著であり、フェース質量が大きくなると、ボールのスピニアップするタイミングは遅くなる。このボールのスピニアップは、転動が開始された後に生じる。スピニアップするタイミングが遅くなるのは、フェースがより遅く移動するためである。すなわち、フェースがより長い時定数を有し、それに応じて、フェース速度がより遅くなるのである。ボールがフェース上を転動している間に生じるボールのスピニアップは、フェースの加速度と関連している。質量がより大きい場合 (且つ同じ剛性の場合)、加速度はそれほど高くないので、加速度の増加の大きさが顕著に低下する。フェースの時定数が長いことは、反発がインパクト中の遅いタイミングに起きることに役立つので、システムが、ボールをスピニアップするのに多くの時間が必要となる。

40

50

【0097】

システムの速度を上げるために、剛性（垂線方向及び接線方向の両方における剛性）を3倍増加させた（実線により示される曲線）。このことは、小さな影響しか及ぼさなかったが、反発の終了がインパクトの終了の直前に起こる程度まで、システムが加速された。これにより、ボールとフェースとの接触が解かれる前に、振動中のフェースがボールのスピンを僅かに減少させることが可能となった。これら3つのケースの全てにおいて、良好なスピンのみられ、設計の構造上の安定性が実証された。

【0098】

ケース4（二点短鎖線）は最後のケースであり、摩擦係数を0.5（期待値）まで上げた場合を示す。このことは、ボールが格段に速く転動する効果をもたらした。この転動条件は、より低い摩擦力と関連しているため、フェースはあまり顕著には加速されない。従って、インパクトのタイミングに対して、より速く反発が起こるようになる。反発が早くなると、インパクトの終了前に、反発の過程が進行して反発動作が減速し始める。摩擦が高いことにより、図21Eの「ボールのスピン」を表す曲線（二点短鎖線）で示されるような劇的なスピンの減少が生じる。

10

【0099】

ケース5は、元の剛性、20gのフェース、摩擦係数=0.5の条件に戻すことにより、劇的なスピンの減少を解消しようとしたケースを示す。この意図は、剛性を下げることにより、フェースがよりゆっくりと反発し、大きく移動するようになるというものである。このことは効果的であった。すなわち、高い摩擦により与えられた慣性によって、フェースの上方への移動が維持された。また、このケースにおけるフェースは低速で動作するシステムであることから、インパクトが略終了した後に反発し、スピンの減少をほとんど引き起こさない。

20

【0100】

フェースをより大きくして20gとしても、基準の剛性は一定値をとることがわかる。また、フェースの反発係数が、質量の増加に関わらず変化しなかったことも同様に重要である。典型的には、フェースの質量の増加は、ボールの運動エネルギーが減少する要因となる。

【0101】

本発明の様々な実施形態を開示してきたが、多くの追加的な変更形態が可能であり、本明細書中に記載の実施形態は、発明の基本概念を説明するためのものに過ぎない。従って、本発明の範囲は、上記の開示によっては限定されず、添付の請求の範囲とその等価物によってのみ限定されるものとする

30

【図面の簡単な説明】

【0102】

【図1】本発明の概念を詳細に示し、図1において、弾性を備えたマウントはクラブのフェースとボディの間に配置されるとともに、ボディに対してフェースと弾性的に接続される。

【図2】本発明の概念を詳細に示し、図2において、弾性を備えたマウントはクラブのフェースとボディの間に配置されるとともに、ボディに対してフェースと弾性的に接続される。

40

【図3】アイアンのクラブヘッドの図であり、弾性を備えたフェース実装システムと弾性的にサポートされたフェースを示す特定の実施形態において、プレースメント・サイドとフェース・ビューを示している。

【図4】アイアンのクラブヘッドの図であり、弾性を備えたフェース実装システムと弾性的にサポートされたフェースを示す特定の実施形態において、プレースメント・サイドとフェース・ビューを示している。

【図5】弾性的にフェースをサポートする、弾性を備えた実装モジュールを示す特定の実施形態における詳細な図である。

【図6A】弾性的にフェースをサポートする、弾性を備えた実装モジュールを示す特定の

50

実施形態における詳細な図である。

【図 6 B】弾性的にフェースをサポートする、弾性を備えた実装モジュールを示す特定の
実施形態における詳細な図である。

【図 7】図 7 A と図 7 B から構成され、図 7 はアイアンにおける屈曲モジュール (the fl
exure modules) とフェース・インターフェースを示している。

【図 8】図 8 A と図 8 B から構成され、図 8 は屈曲部を有するクラブヘッドとフェースを
示している。

【図 9 A】図 9 は図 9 A と図 9 B から構成され、図 9 はボールとクラブヘッドとのインパ
クト時のシミュレーションに用いられるモデルの図であり、このモデルは、調整されたフ
ェースとボディの弾性、ボールの弾性、そして完全な 6 自由度を備えている。

10

【図 9 B】図 9 は図 9 A と図 9 B から構成され、図 9 はボールとクラブヘッドとのインパ
クト時のシミュレーションに用いられるモデルの図であり、このモデルは、調整されたフ
ェースとボディの弾性、ボールの弾性、そして完全な 6 自由度を備えている。

【図 10】図 10 A と図 10 B から構成され、図 10 は、フェースキャップと屈曲したイン
ターフェースをさらに示している。

【図 11】フェースまたは屈曲したインターフェースの側面図である。

【図 12】図 12 A、図 12 B、図 12 C、図 12 D、図 12 E から構成され、図 12 は
、ボールがクラブに対してインパクトを与えた時の主要なパラメータ時間変動を示した図
である。この主要なパラメータはシミュレーションから得たものだが、A) インパクトの
垂直方向の力、B) インパクトの接線方向 (摩擦) の力、C) 接線方向における相対速度
の時間変動、D) ヘッドスピンの時間変動、E) 得られるボールスピンの時間変動を示し
たものである。

20

【図 13】図 13 A、図 13 B、図 13 C、図 13 D、図 13 E から構成され、図 13 は
、ボールがクラブに対してインパクトを与えたときの主要なパラメータ時間変動を示した
図である。この主要なパラメータはシミュレーションから得たものだが、A) ボールの弾
性たわみ、B) ほぼ垂直方向のフェースのたわみ、C) ほぼ接線方向のフェースのたわみ
、D) 接線方向のボールの重心速度の時間変動、E) 垂直方向のボールの速度の時間変動
を示したものである。

【図 14】図 14 A、図 14 B、図 14 C、図 14 D、図 14 E から構成され、図 14 は
、ボールがクラブに対してインパクトを与えたときの主要なパラメータ時間変動を示した
図である。このクラブは屈曲部に異なる角度を有し、またこの主要なパラメータは、シミ
ュレーションから得たものであって、A) インパクトの垂直方向の力、B) インパクトの
接線方向 (摩擦) の力、C) 接線方向における相対速度の時間変動、D) ヘッドスピンの
時間変動、そして、E) 得られるボールスピンの時間変動を示したものである。

30

【図 15】図 15 A、図 15 B、図 15 C、図 15 D、図 15 E から構成され、図 15 は
、ボールがクラブに対してインパクトを与えたときの主要なパラメータ時間変動を示した
図である。このクラブは屈曲部に異なる角度を有し、またこの主要なパラメータは、シミ
ュレーションから得たものであって、A) ボールの弾性たわみ、B) ほぼ垂直方向のフェ
ースのたわみ、C) ほぼ接線方向のフェースのたわみ、D) 接線方向のボールの重心速度
の時間変動、E) 垂直方向のボールの速度の時間変動を示したものである。

40

【図 16】図 16 A、図 16 B、図 16 C、図 16 D、図 16 E から構成され、図 16 は
、ボールがクラブに対してインパクトを与えたときの主要なパラメータ時間変動を示した
図である。このクラブは接線方向に異なる剛性 (剛性分離) を有し、また、またこの主要
なパラメータは、シミュレーションから得たものであって、A) インパクトの垂直方向の
力、B) インパクトの接線方向 (摩擦) の力、C) 接線方向における相対速度の時間変動
、D) ヘッドスピンの時間変動、そして、E) 得られるボールスピンの時間変動を示した
ものである。

【図 17】図 17 A、図 17 B、図 17 C、図 17 D、図 17 E から構成され、図 17 は
、ボールがクラブに対してインパクトを与えたときの主要なパラメータ時間変動を示した
図である。このクラブは接線方向に異なる剛性 (剛性分離) を有し、また、またこの主要

50

なパラメータは、シミュレーションから得たものであって、A) ボールの弾性たわみ、B) ほぼ垂直方向のフェースのたわみ、C) ほぼ接線方向のフェースのたわみ、D) 接線方向のボールの重心速度の時間変動、E) 垂直方向のボールの速度の時間変動を示したものである。

【図18】図18A、図18B、図18C、図18D、図18Eから構成され、図18は、ボールがクラブに対してインパクトを与えたときの主要なパラメータ時間変動を示した図である。このクラブは異なる摩擦係数を有し、またこの主要なパラメータは、シミュレーションから得たものであって、A) インパクトの垂直方向の力、B) インパクトの接線方向（摩擦）の力、C) 接線方向における相対速度の時間変動、D) ヘッドスピンの時間変動を示したものの、そして、E) 得られるボールスピンの時間変動を示したものである。

10

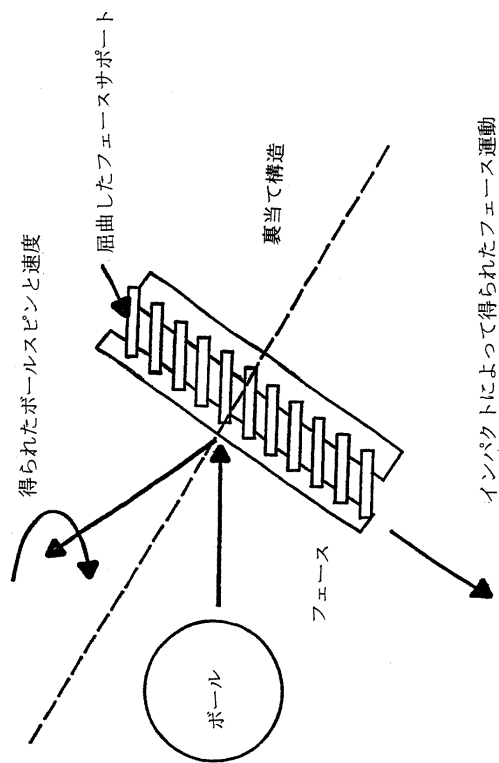
【図19】図19A、図19B、図19C、図19D、図19Eから構成され、図19は、ボールがクラブに対してインパクトを与えたときの主要なパラメータ時間変動を示した図である。このクラブは異なる摩擦係数を有し、またこの主要なパラメータは、シミュレーションから得たものであって、A) ボールの弾性たわみ、B) ほぼ垂直方向のフェースのたわみ、C) ほぼ接線方向のフェースのたわみ、D) 接線方向のボールの重心速度の時間変動、E) 垂直方向のボールの速度の時間変動を示したものである。

【図20】図20A、図20B、図20C、図20D、図20Eから構成され、図20は、ボールがクラブに対してインパクトを与えたときの主要なパラメータ時間変動を示した図である。このクラブはフェースに異なる質量を有し、またこの主要なパラメータは、シミュレーションから得たものであって、A) インパクトの垂直方向の力、B) インパクトの接線方向（摩擦）の力、C) 接線方向における相対速度の時間変動、D) ヘッドスピンの時間変動、そして、E) 得られるボールスピンの時間変動を示したものである。

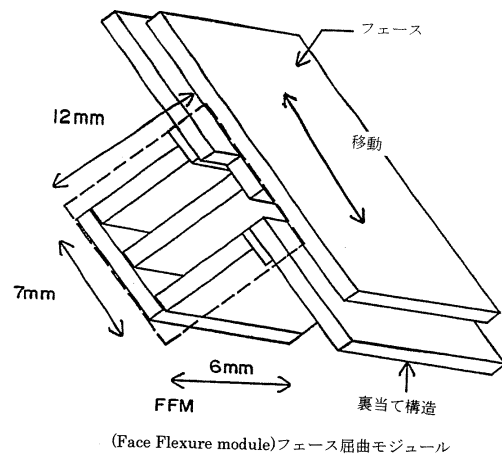
20

【図21】図21A、図21B、図21C、図21D、図21Eから構成され、図21は、ボールがクラブに対してインパクトを与えたときの主要なパラメータ時間変動を示した図である。このクラブはフェースに異なる質量を有し、またこの主要なパラメータは、シミュレーションから得たものであって、A) ボールの弾性たわみ、B) ほぼ垂直方向のフェースのたわみ、C) ほぼ接線方向のフェースのたわみ、D) 接線方向のボールの重心速度の時間変動、E) 垂直方向のボールの速度の時間変動を示したものである。

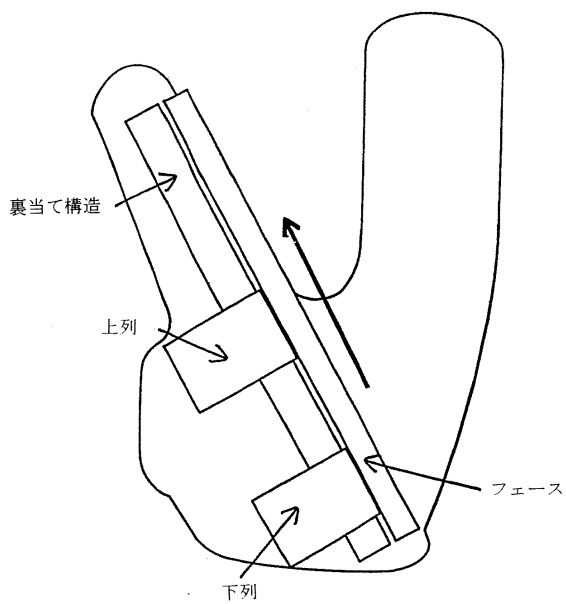
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 5】

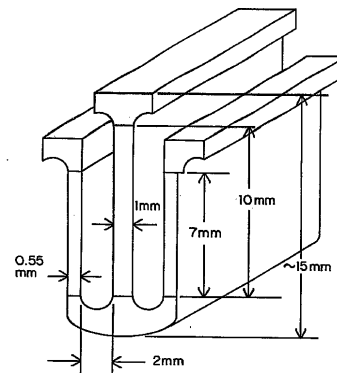


FIG. 5

【図 4】

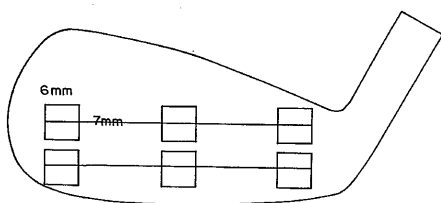
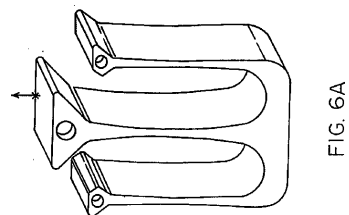


FIG. 4

【図 6 A】



【図 6 B】

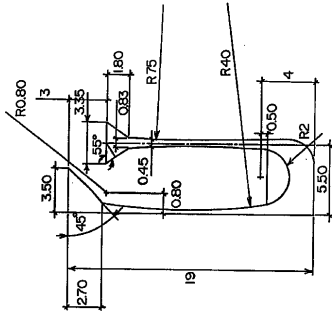
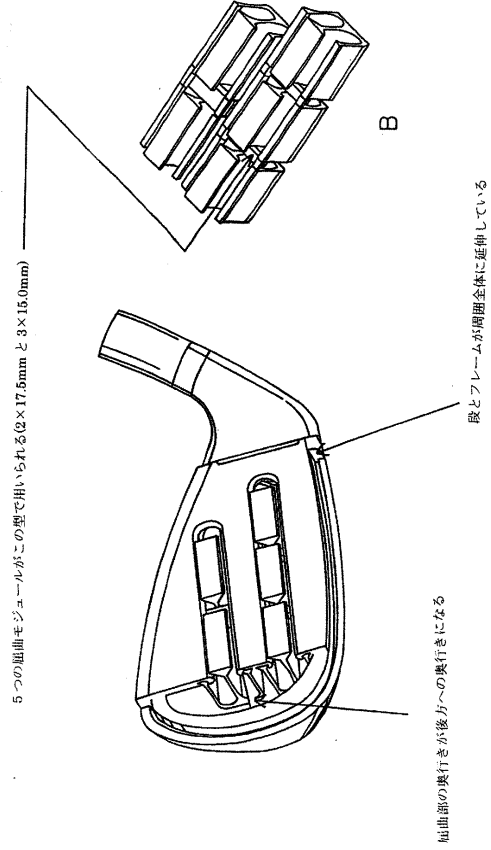


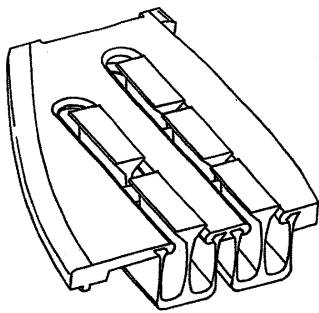
FIG. 6B

【図 7】



A

【図 8】



B

【図 9 A】

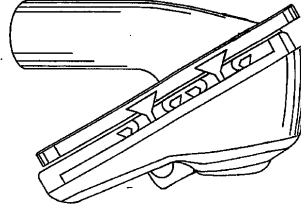


FIG. 9A

【図 9 B】

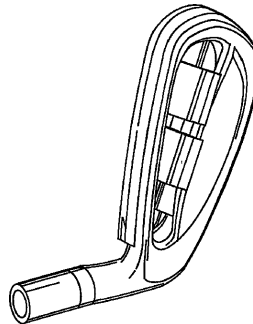
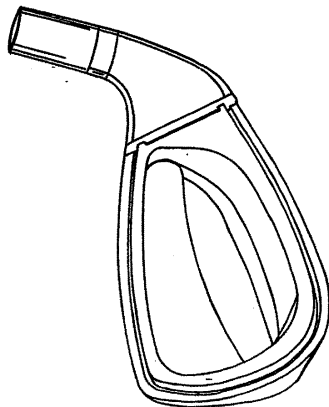


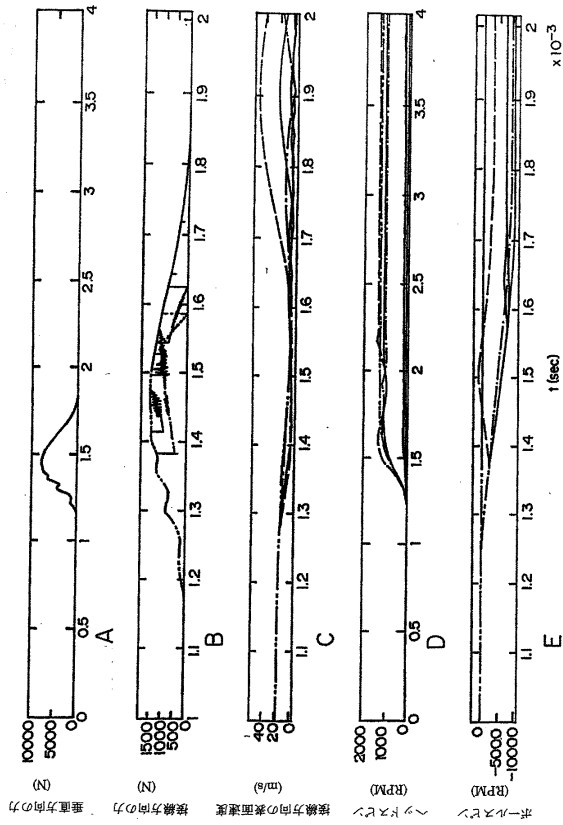
FIG. 9B



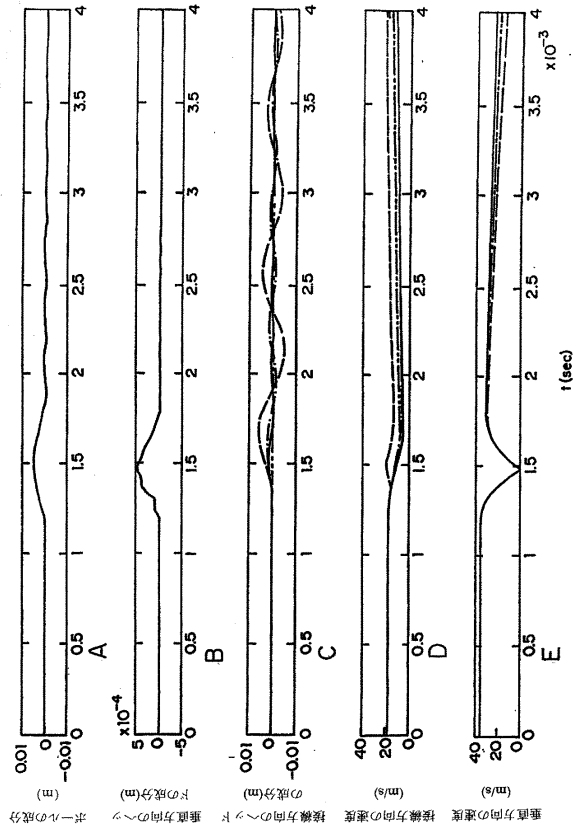
クラブハウジング

A

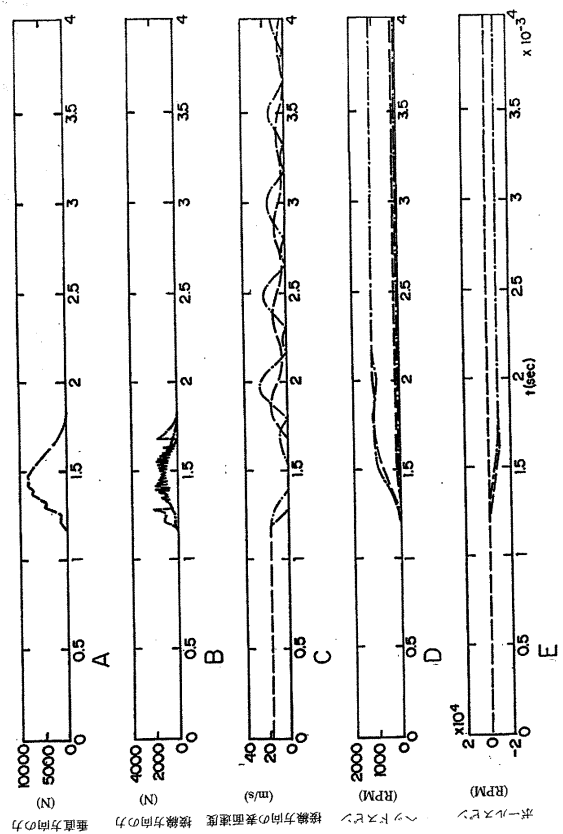
【図 14】



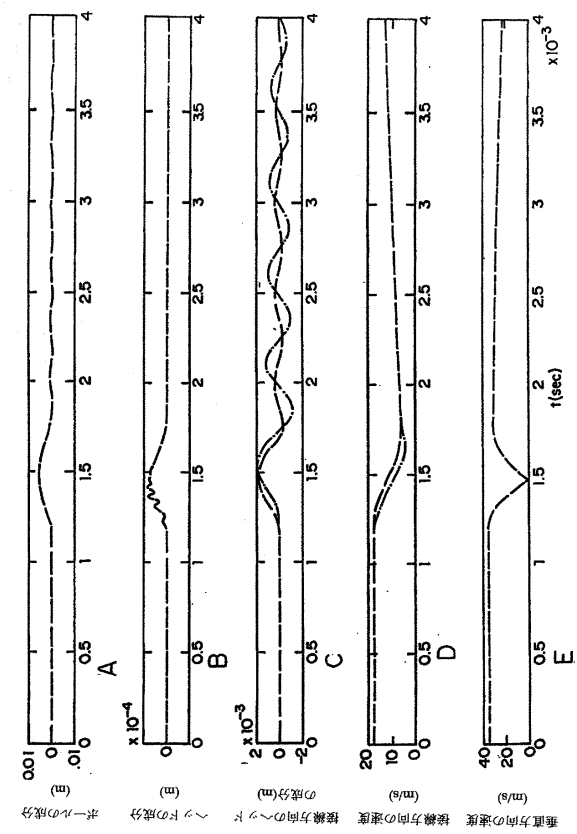
【図 15】



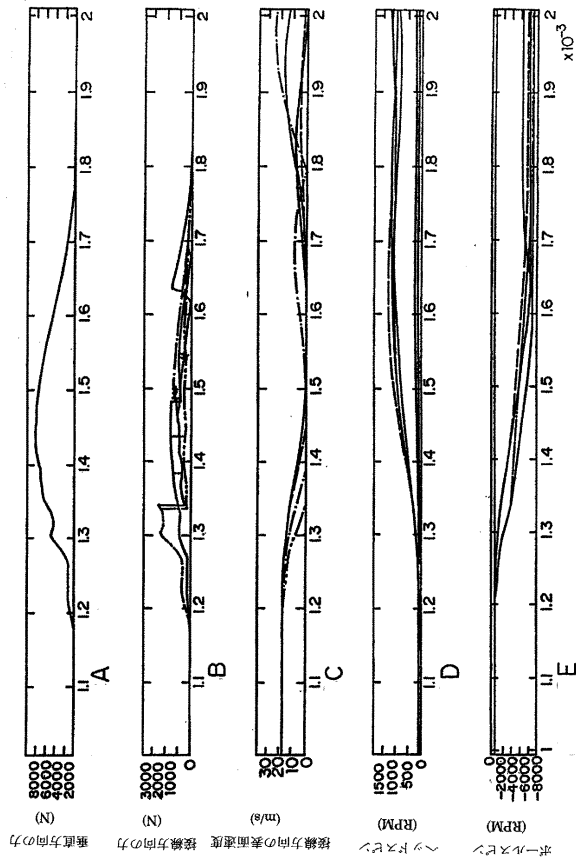
【図 16】



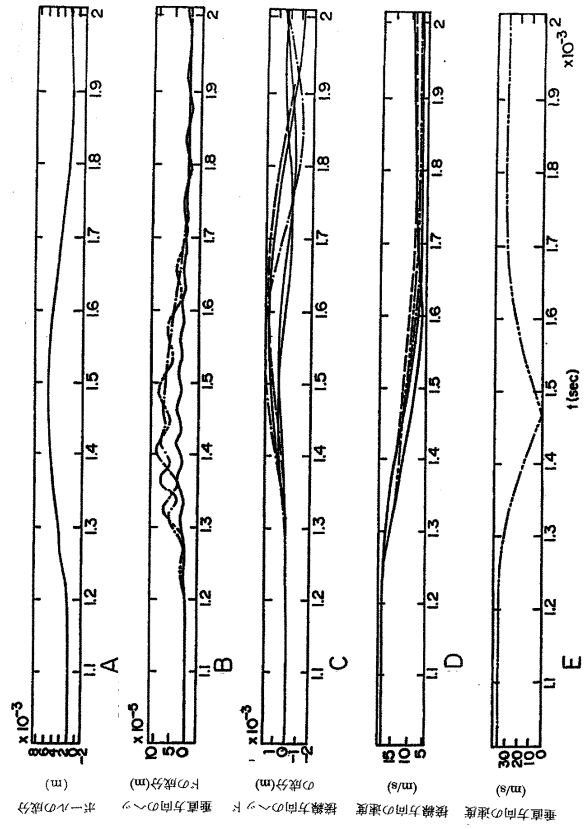
【図 17】



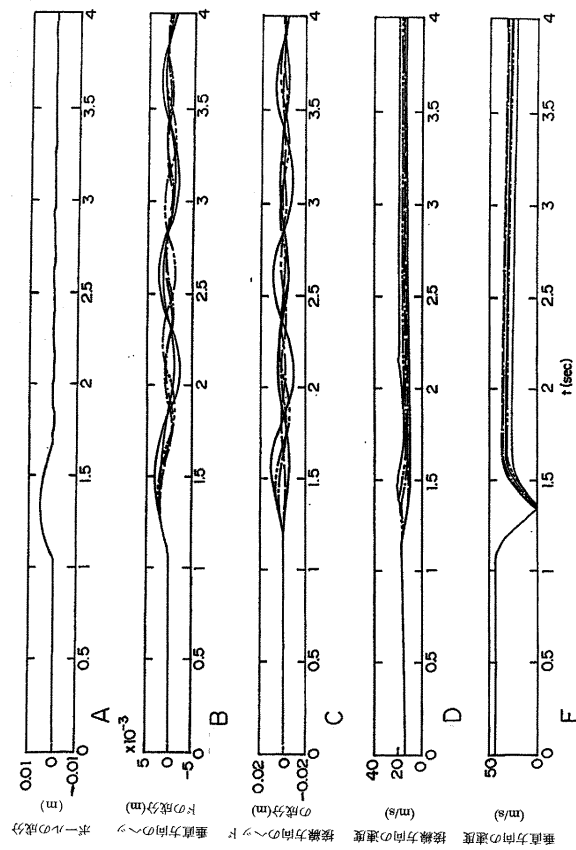
【図 18】



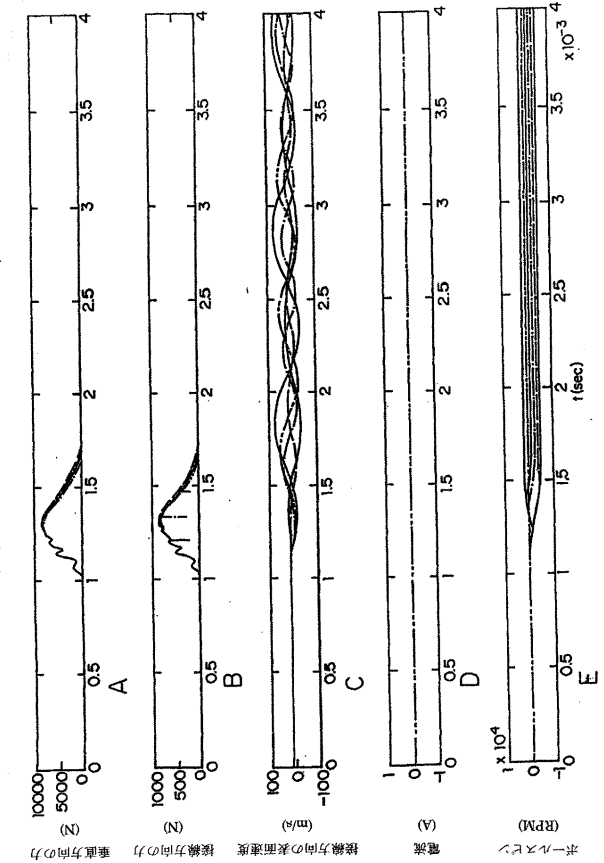
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

審査官 ▲高▼橋 祐介

(56)参考文献 特開2003-033453 (JP, A)
特開平09-024125 (JP, A)
米国特許第06001030 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A63B 53/00-53/16