

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5372375号
(P5372375)

(45) 発行日 平成25年12月18日 (2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日 (2013.9.27)

(51) Int. Cl.	F I
G O 1 B 11/26 (2006.01)	G O 1 B 11/26 Z
A 6 3 B 69/36 (2006.01)	A 6 3 B 69/36 5 4 1 P
G O 1 P 3/68 (2006.01)	G O 1 P 3/68 Z

請求項の数 10 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2007-545102 (P2007-545102)	(73) 特許権者	507186274
(86) (22) 出願日	平成17年12月6日 (2005.12.6)		ムーニー ブライアン フランシス
(65) 公表番号	特表2008-523384 (P2008-523384A)		アイルランド カウンティー ダブリン
(43) 公表日	平成20年7月3日 (2008.7.3)		ドゥンリアラ ティヴォリ ロード オー
(86) 国際出願番号	PCT/IE2005/000138		クウッド 7
(87) 国際公開番号	W02006/061809	(74) 代理人	100082005
(87) 国際公開日	平成18年6月15日 (2006.6.15)		弁理士 熊倉 禎男
審査請求日	平成20年12月4日 (2008.12.4)	(74) 代理人	100088694
審査番号	不服2011-25971 (P2011-25971/J1)		弁理士 弟子丸 健
審査請求日	平成23年12月1日 (2011.12.1)	(74) 代理人	100103609
(31) 優先権主張番号	S2004/0818		弁理士 井野 砂里
(32) 優先日	平成16年12月6日 (2004.12.6)	(74) 代理人	100095898
(33) 優先権主張国	アイルランド (IE)		弁理士 松下 満
		(74) 代理人	100098475
			弁理士 倉澤 伊知郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体の移動特性の測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象物の移動経路に照射され、又は対象物及びボールの移動経路に照射された 3 つの協働するビーム対からなるビーム群の変化を検出することにより、対象物の移動特性、又は対象物及びボールの移動特性を測定または決定する方法であって、前記対象物は静止したボールを打つのに使用されるゴルフクラブのフェースの端部又は突出した端部であり、

対象物、又は対象物及びボールの移動特性を測定するように、

(1) 前記対象物は、検出又は測定される 2 つのコーナー又は端を備えており、

(2) 少なくとも 1 つのコーナー又は端は、ビーム群の中の 3 つのビーム対を連続的に変化させ、

(3) コーナー又は端がビーム群の中のビームを変化させながら、各コーナー又は端の別々の検出又は測定が行われ、さらに、

(4) 対象物がボールの打撃に関連した移動特性を保持しているとき、対象物の検出又は測定が行われ、

(5) 対象物がビームを部分的に不明瞭にした時に変化が検出され、

(6) 前記ビームは、幅が厚みよりはるかに大きい断面を持つ幅広のバンドを有するバンド型ビームであり、

(7) 前記ビームの変化の検出は、前記バンド型ビームの部分的な遮断からなり、

(8) 前記ビームは、平行または平行に近いビームに集束され、前記対象物の移動経路に照射され、

10

20

(9) 前記対象物の移動する予定の方向に対する前記端部の角度、及び / 又は、前記端部のオフセットを含む移動特性が、一対のバンド型ビームの連続的な変化により測定又は決定され、

(10) 前記ビームは、反射することにより同一経路に沿って戻ることとを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法であって、

(a) 前記バンド型ビームは実質的に平坦であり、

(b) 前記バンド型ビームの異なる高さにおける前記対象物の移動特性、又は前記対象物とボールの移動特性を検知するため、前記変化は、前記バンド型ビームの異なる高さにおける、前記対象物又はボールの部分的な遮断により検知され、

(c) 前記バンド型ビームに対する垂直高さ要素又は位置を決定するため、前記変化は、前記バンド型ビームの状態における前記対象物又はボールの部分的な遮断、及び前記バンド型ビームが遮断された高さ又は角度の測定により検知されることを特徴とする方法。

【請求項 3】

(a) 前記対象物の移動特性の 1 つは、測定がなされる該対象物が移動する予定の方向に対する前記端部の移動方向であり、

前記ビーム群は、一方の対が他方の対に対して相対的角度で照射された 2 つの平行ビーム対を有し、

その結果としてなされる測定は、他方の平行対と比較した、一方の平行対の変化の間の相対時間比すなわち相対時間差の決定に関連付けられており、

他方の平行対と比較した、一方の平行対の変化の間の相対時間比すなわち相対時間差は、対象物の移動方向の角度およびビームの角度に対して一定の関係があり、

第 2 の移動特性は前記端部の移動速度であり、速度は時間で割られた距離として求められ、ここで、時間は前記対象物の一つのコーナー又は一つの端が前記ビーム対の一方の 2 つの平行ビームに連続的な変化を及ぼす期間として決定され、距離は前記平行ビーム間の距離に決定された移動方向を適用することにより決定され、

互いに相対的角度で照射された前記ビーム群のビームの交点は共に、対象物又はボールが移動する予定の方向の線に沿った点で交差し、

(b) 移動特性の一つは測定がなされる前記対象物が移動する予定の方向に対する端部の角度であり、

前記ビーム群のビームは測定がなされる前記対象物又はボールが移動する予定の方向に対して異なる鋭角で一方の回転に照射された 1 対のビームと、前記測定がなされる前記対象物又はボールが移動する予定の方向に対して異なる鋭角で逆回転に照射された第 2 の 1 対のビームを有し、

前記測定は、端部の角度に関連付けられ、前記端部の角度は、後で変化されるビームの角度に近く、早く変化されるビームの角度からより遠いことが示され、

逆回転のビーム間の相対的な変化の間の増加は、前記移動特性がオフセットではなく主に角度であることを示し、

同回転のビーム間の相対的な変化の間の減少は、前記移動特性が角度ではなく主にオフセットであることを示す、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

移動特性の一つは測定がなされる前記対象物又はボールが移動する予定の方向に対する端部の角度であり、

前記ビーム群は、測定がなされる前記対象物又はボールが移動する予定の方向に対して異なる鋭角で一方の回転に照射された 2 つのビームと、測定がなされる前記対象物又はボールが移動する予定の方向に対して鋭角で逆回転に照射された第 3 のビームを有し、

前記測定は、端部の角度に関連付けられ、前記端部の角度は、後で変化されるビームの角度に近く、早く変化されるビームの角度からより遠いことが示され、

逆回転のビーム間の相対的な変化の間の増加は、前記移動特性がオフセットではなく主に

10

20

30

40

50

角度であることを示し、

同回転のビーム間の相対的变化の間の減少は、前記移動特性が角度ではなく主にオフセットであることを示す、請求項 1 から 3 の何れか に記載の方法。

【請求項 5】

移動特性の一つは、前記端部が移動する予定の方向又は位置に対する前記端部のオフセット又は前記端部の実効中心のオフセットであり、

前記ビーム群は測定がなされる前記対象物又はボールが移動する予定の方向に対して異なる鋭角で一方の回転に照射された 1 対のビームと、測定がなされる前記対象物又はボールの移動する予定に対して時計回りに異なる鋭角で逆回転に照射された第 2 の 1 対のビームを有し、

10

前記測定は、前記端部のオフセットに関連付けられ、前記端部のオフセットは、より早く変化する最前のビームを含む領域により近く、より遅く変化するビームを含む領域から遠いことが示され、

同回転に照射されたビーム間の相対変化の間の差の減少は、前記移動特性が角度よりむしろ漸次オフセットであることを示し、

逆回転に照射されたビーム間の相対変化の間の差の増加は、前記移動特性がオフセットよりむしろ漸次角度であることを示す、請求項 1 から 3 の何れか に記載の方法。

【請求項 6】

対象物の移動経路に照射され、又は対象物及びボールの移動経路に照射された 3 対 の協働するビームからなる、ビーム群の変化を検出することにより、対象物の移動特性、又は対象物及びボールの移動特性を測定または決定する装置であって、前記対象物は静止したボールを打つのに使用されるゴルフクラブのフェースの端部又は突出した端部であり、該装置はビーム発生手段と、検出手段と計算手段を含む測定手段とを含み、該計算手段は該検出手段に接続されていて、ビーム発生手段は、前記対象物又はボールの経路に前記ビームを照射するように動作可能であり、

20

前記検出手段は前記ビームの変化を検出するように動作可能であり、

対象物、又は対象物及びボールの移動特性を測定するように、

(1) 前記測定手段は、検出又は測定される 2 つのコーナー又は端を備えた対象物を検出又は測定するように動作可能であり、

(2) 前記検出手段は、コーナー又は端による、ビーム群の中の 3 対 のビームの連続的な変化を検出するように動作可能であり、

30

(3) 前記検出手段は、ビーム群の中のビームの変化によって、各コーナー又は端を別々の検出するように動作可能であり、さらに、

(4) 前記測定手段は、対象物がボールの打撃に関連した移動特性を保持しているとき、対象物の移動特性を検出又は測定するように動作可能であり、

(5) 前記検出手段は、対象物がビームを部分的に不明瞭にした時に変化を検出するように動作可能であり、

(6) 前記ビーム発生手段は、幅が厚みよりはるかに大きい断面を持つ実質的に平らで幅広のバンドを有するバンド型ビームを発生するように動作可能であり、

(7) 前記検知手段は、前記バンド型ビームの部分的な遮断からなるビームの変化を検知するように動作可能であり、

40

(8) 前記ビーム発生手段は、焦点合わせ手段を有し、ビームを平行または平行に近いビームに集束させ、対象物の移動経路にビームが位置するように動作可能であり、

(9) 前記検知手段は、一対のバンド型ビームの連続的な変化を検知するように動作可能であり、前記測定手段は、前記対象物の移動する予定の方向に対する前記端部の角度、及び/又は、前記端部のオフセットを測定又は検知するように動作可能であり、

(10) 前記装置は、ビームを同一経路に沿って戻すように動作可能な逆反射面を有し、ビーム発生手段と検出手段とは装置の同じ側に位置することを特徴とする装置。

【請求項 7】

(a) 前記バンド型ビームは、実質的に平坦であり、

50

(b) 前記バンド型ビームの異なる高さにおける前記対象物の移動特性、又は前記対象物及びボールの移動特性を検知するため、前記バンド型ビームの異なる垂直高さのいくつかの点における前記対象物又はボールが部分的に遮断することにより前記バンド型ビームの状態における変化を検知し、

(c) 前記検知手段は、前記バンド型ビームに対する垂直高さ要素又は位置を決定するため、前記対象物又はボールが部分的に前記バンド型ビームを遮断し、前記バンド型ビームが遮断された高さ又は角度を測定することにより前記バンド型ビームの状態における変化を検知することを特徴とする請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

(a) 前記ビーム発生手段は、一方の対が他方の対に対して相対的角度で照射された少なくとも 2 つの平行ビーム対を有するビーム群を発生させ、前記測定手段は、他方の平行対と比較した、一方の平行対の変化の間の相対的時間比すなわち相対的時間差に関連付けられた決定により、移動する予定の方向に対する端部の移動方向を測定するように動作可能であり、

(b) 前記ビーム発生手段は、各対が他の対に対して相対的角度で照射された少なくとも 2 つの平行ビーム対を有するビーム群を発生させ、他方のビームと比較した一方のビームの変化の間の相対時間比又は相対時間差は、ボールの方向の角度およびビームの角度に対して一定の関係があり、

(c) 前記測定手段は、時間で割られた距離として速度を決定することにより、前記ボールの移動速度を測定するように動作可能であり、ここで時間は、前記対象物がビーム対の一方の 2 つの平行ビームに変化を与えている期間により決定され、距離は平行ビーム間の距離に決定された移動方向を適用することにより求められる距離により決定される請求項 6 又は 7 に記載の装置。

【請求項 9】

前記ビーム発生手段は、測定がなされる前記対象物が移動する予定の方向に対して異なる鋭角で一方の回転に照射された 1 対のビームと、前記予定の方向に対して異なる鋭角で逆回転に照射された第 2 の 1 対のビームとを有するビーム群を発生させ、

前記測定手段は、対象物又はボールの前記予定の方向に対する前記端部の角度を測定するように動作可能であり、

前記端部の角度が、後で変化させられるビームの角度に近いことが示され、かつ、早く変化させられるビームの角度からさらに遠いことが示されることを認識する決定により、

逆回転のビーム間の相対的变化の間の差の増加は、前記移動特性がオフセットではなく角度となるべきであることを漸次示し、

同回転のビーム間の相対的变化の間の差の減少は、前記移動特性が角度ではなくオフセットとなるべきであることを漸次示す、請求項 6 から 8 の何れかに記載の装置。

【請求項 10】

前記ビーム発生手段は、測定がなされる前記対象物が移動する予定の方向に対して異なる鋭角で一方の回転に照射された 1 対のビームと、前記予定の方向に対して異なる鋭角で逆回転に照射された第 2 の 1 対のビームとを有するビーム群を発生させ、

前記測定手段は、前記予定の方向に対する前記端部のオフセットを測定するように動作可能であり、

前記端部のオフセットが、早く変化させられる最前のビームを有する領域に近いことが示され、かつ、後で変化させられるビームを有する領域からさらに遠いことが示されることを認識する決定により、

同回転に照射された 2 つのビーム間の相対的变化の間の差の減少は、前記移動特性が、角度ではなくオフセットとなるべきであることを漸次示し、

逆回転のビーム間の相対的变化の間の差の増加は、前記移動特性が、オフセットではなく角度となるべきであることを漸次示す、請求項 6 から 8 の何れかに記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、電磁波ビームの遮断のようなビームに対する変化を検出することによって物体、又は物体及びボールの移動特性を測定または決定する方法および装置に関し、物体は器具の端部又は器具のフェースの突出した端部である。より詳細には、本発明は、限定されるものではないが、ゴルフクラブの先端すなわち面のようなほぼ直線の端部または平面の移動特性を測定または決定する方法および装置に関する。より詳細には、本発明は、限定されるものではないが、ゴルフクラブフェースによって打たれたゴルフボールのような、ほぼ直線の端部または平面によって打たれたボールの移動特性を測定または決定する方法および装置にも関する。

【 背景技術 】

10

【 0 0 0 2 】

従来技術により、電磁波ビームの遮断を検出することによってゴルフクラブフェースおよびゴルフボールのある移動特性を測定することを求める種々の装置が製作された。

【 0 0 0 3 】

W i l s o n に付与された米国特許番号、第 4 , 1 5 0 , 8 2 5 号、T a k a s e 等に付与された米国特許番号、第 4 , 5 4 2 , 9 0 6 号、A r n o l d 等に付与された米国特許番号、第 5 , 3 3 3 , 8 7 4 号、I i j i m a 等に付与された米国特許番号、第 5 , 4 8 1 , 3 5 5 号、P a o 等に付与された米国特許番号、第 5 , 6 2 6 , 5 2 6 号はすべて、ボールの開始位置から比較的短距離下流に配置された光学ビームおよびセンサの 1 つまたは複数のほぼ垂直な平面アレイを通過するゴルフボールのある移動特性の測定に関して記載した装置を開示している。

20

【 0 0 0 4 】

R u s n a k に付与された米国特許番号、第 4 , 2 5 4 , 9 5 6 号は光センサの水平な平面アレイを有するマット上を通過し、ほぼ垂直の光学ビームを投射する単一の頭上ランプによって生成されるゴルフクラブヘッドの影の、ある移動特性を測定することに関して記載した装置を開示している。この装置はゴルフクラブの垂直の高さを決定する手段も提案している。

【 0 0 0 5 】

W h i t e に付与された米国特許番号、第 4 , 6 3 0 , 8 2 9 号は 2 対のほぼ水平に横断している光学ビームを通過するゴルフクラブヘッドの速度の測定に関して記載した装置を開示している。

30

【 0 0 0 6 】

P a o に付与された米国特許番号、第 6 , 3 0 2 , 8 0 2 号はボールの開始位置の比較的短距離下流に配置された光学ビームおよびセンサの単一の平面アレイを通過するゴルフボールおよびゴルフクラブヘッドのある移動特性の測定に関して記載した装置を開示している。該平面アレイは水平と垂直との間の中間の角度で配置されている。すべての測定値は、クラブがインパクトに関する特性をもはや保持しなくなったとき、クラブとボールとの間のインパクトおよびコンタクトの後に取られる。

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 4 , 1 5 0 , 8 2 5 号

40

【 特許文献 2 】 米国特許第 4 , 5 4 2 , 9 0 6 号

【 特許文献 3 】 米国特許第 5 , 3 3 3 , 8 7 4 号

【 特許文献 4 】 米国特許第 5 , 4 8 1 , 3 5 5 号

【 特許文献 5 】 米国特許第 5 , 6 2 6 , 5 2 6 号

【 特許文献 6 】 米国特許第 4 , 2 5 4 , 9 5 6 号

【 特許文献 7 】 米国特許第 4 , 6 3 0 , 8 2 9 号

【 特許文献 8 】 米国特許第 6 , 3 0 2 , 8 0 2 号

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

50

これらの従来技術の明細書のいずれも、ゴルフクラブフェースの、すなわちゴルフクラブフェースとボールの重要な移動特性を正確に測定することができる装置を開示していない。本発明は、従来技術における多くの欠点を克服することを目指すものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、特に参照により説明に組み込まれている添付の方法および装置の特許請求の範囲に規定されている。

【0010】

本発明は、平面内を移動する物体の種々の運動特性を該平面内に互いに多様な角度で配置されたビームの遮断または復帰により決定できるという知見に関する。ビームは運動の方向または運動の所望の方向に対して鋭角であってもよい。

10

【0011】

本発明の態様は、最初にビームを遮断する物体のその部品の形状に関するある知見が利用できる場合には、平面内を移動する物体の相対方向および相対速度がその平面内で異なる相対的角度で位置する2対の平行ビームの遮断の間の期間および該期間の差によって決定できるとの認識に関する。

【0012】

本発明のさらなる態様は、最初にビームを遮断する物体のその部品の形状に関するある知見が利用できる場合には、平面内を移動するほぼ直線の端部の相対的角度および相対オフセットがその平面内で少なくとも3つまたは4つが互いに異なる相対的角度で位置する複数のビームの遮断の間の期間および該期間の差によって決定できることの認識に関する。

20

【0013】

さらに、本発明の他の態様は、ビームを最初に遮断して最初に復帰させる物体のその部品の形状に関するある知見が利用できる場合には、平面内を移動する物体の相対方向および相対速度がその平面内で異なる相対的角度で位置する2つのビームの遮断と復帰との間の期間および該期間の差によって決定できることの認識に関する。

【0014】

本発明の前記第1の態様は、ゴルフスイングに適用された場合、ほぼ水平な平面上に投影された、移動しているゴルフボールまたは移動しているゴルフクラブフェースの相対方向および相対速度が、その平面内に異なる相対的角度で位置する2対の平行ビームの遮断の間の期間および該期間の差によって決定できるとの認識に関する。

30

【0015】

本発明の前記第2の態様は、ほぼ水平な平面上に投影された、移動しているゴルフクラブフェースの相対的角度および相対オフセットが、その平面内に少なくとも3つまたは4つが互いに異なる相対的角度で位置する複数のビームの遮断の間の期間および該期間の差によって決定できるとの認識に関する。

【0016】

本発明の前記第3の態様は、ほぼ水平な平面上に投影された、移動しているゴルフボールの相対的角度および相対オフセットが、その平面内に異なる相対的角度で位置する2つのビームの遮断と復帰との間の期間および該期間の差によって決定できるとの認識に関する。

40

【0017】

本明細書および添付の特許請求の範囲の全体にわたり、3次元で生じる運動特性が共通平面と呼ばれることもある2次元平面上への投影として示され、数学的に処理できることを理解されるべきである。ゴルフボールおよびゴルフクラブフェースの運動特性を測定する装置の好ましい実施形態において、運動特性の大半は該共通水平面上への投影として扱われる。別の手段によってはあるが、運動特性の垂直成分も説明される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

50

ここで、ゴルフクラブフェースによって打たれたゴルフボールの移動特性を測定する装置として適切な本発明の実施形態を実施例のみによって示す図1から図10(b)の添付図面を参照して、本発明をより詳細に説明する。

図1は、ビーム放射手段とビーム検出手段を含む、ゴルフクラブフェースおよびゴルフボールの運動特性を測定するのに好適な装置の検出領域の概略平面図を示している。この図は、クラブによって打たれる前に所定の位置に置かれたゴルフボールも示しており、右から左へのボールの運動の所望の方向を表す仮想線および矢印を示している。図の上部領域に示した放射手段は5対のビームを放射し、図の下部領域に示した検出手段によって検出される。各対のビームは、ボールの所望の移動方向の線上にある交点で逆の角度の2つのビームを含んでいる。この図は各ビームの識別ラベルを含み、ラベルは前方向に放射されたビームに対しては図の下部領域に示され、後方向に放射されたビームに対しては図の上部領域に示されている。

本明細書および添付の特許請求の範囲の全体にわたる便宜のために、大きさは等しいが、所望の方向に対して反対回転に配置される、所望の方向に対する角度を、互いに「逆の」角度と呼ぶ。所望の方向に対して「反対回転」または「同回転」に配置されるビームへのいずれの言及も、所望の回転に対するビームの大きさでなく回転のことを意味し、該ビームは一般に放射源から検出器への方向を含むことも留意されたい。本明細書および添付の特許請求の範囲の全体にわたる便宜のために、「所望の方向」についても言及する。2次元の場合では、これは、通常測定される物体の運動の最も一般的な方向を指し、通常目標方向または所望の方向に対応することになる。しかし、いくつかの例では、実際の目標方向が一般的な方向と異なることも時々ある。3次元の場合には、所望の方向は共通平面に投影された運動の一般的な目標方向または一般的な所望の方向に関する。

3対のビームは、ボールのクラブ入来側に、すなわちボールの右側に配置され、2つは送出側すなわちボールの左側に配置されている。入来側のビーム対のうちの2つは、互いに平行であり、間隔をおかれた交点を有するビームを有する。ビームの第3の対は異なる逆の角度で設定されるが、他の対の1つと一致する交点を有する。送出側の両ビーム対は、互いに平行で、間隔をおかれた交点を有するビームを有する。

図2は、図1に示した装置の中央の入来領域の拡大図を示しているが、第3のビーム対は説明を分かりやすくするために省略されている。同図はボールに接近するクラブフェースの4つの表示を示し、各々の表示は4つのビームを遮断するときのクラブフェースの位置を示している。各表示は、水平面上に投影された場合の、クラブフェースのほぼ平らな面すなわち先端部に関する。同図は、クラブフェースの方向およびクラブフェース速度の決定に用いられる種々の構成線および角度も示している。

図3は、この例において省略されているビーム対が他から間隔をおかれた交点を有することを除き、図2と類似した図を示している。同図は、クラブフェースの角度の決定に用いられる種々の構成線および角度も示している。

図4は、図2と類似した図を示しているが、クラブフェースの表示の中間点を通過する仮想の線を含んでいる。同図は、ボールのインパクト点に関してクラブフェースの位置決定に用いられる種々の構成線および角度も示している。

図5は、図1に示した装置の中央の送出領域の拡大図を示している。同図は、所望の方向の右方向にボールを打ったインパクト後のボールの4つの付加の表示も示している。各表示は、ボールが最初に4つのビームの各々を遮断するときのボール位置を示している。同図は、ボールの移動方向およびボール速度の決定に用いられる種々の構成線および角度も示している。

図6は、図1に示した装置の中央の送出領域の拡大図を示しているが、この例では1対の交差ビームのみを有している。同図は、図5に示したものと同様、所望の方向の右方向にボールを打ったインパクト後のボールの4つの付加の表示も示している。各表示は、ボールが2つのビームの各々を最初に遮断し、最初に復帰させたときのボール位置を示している。同図は、ボールの移動方向およびボール速度の決定に用いられる種々の構成線および角度も示している。

図 7 は、図 1 と類似した図を示しているが、送出側に付加のビーム対を持ち、ボールの所望の移動方向の線上にある交点で逆の角度であって、他のビームの交点から間隔をおかれた 2 つのビームを含んでいる。該ビーム対は他の送出対のビームと平行である。

好ましい実施形態の説明において、放射手段および検出手段はそれぞれ放射源および検出器と呼ばれる。

図 8 は、図 7 に示した装置の概略平面図を示している。同図は放射リフレクタと、検出リフレクタと、プレイング面とを含んでいる。同図は破線として中央の平行ビームの表示を含んでいる。

図 9 は、図 8 に示した装置の概略切断平面図を示しており、プレイング面の真下の構成を示しているが、放射リフレクタおよび検出リフレクタはそのままにしてある。同図は破線として非平行ビームの表示を含んでいる。

10

図 10 は、図 8 および 9 に示した装置の X - X における側面断面図を示している。この構成は、ボールがティーの位置から打たれる場合にゴルフショットの移動特性の検出に適している。

図 11 は、図 10 と類似した図を示しているが、この例において、該構成はパッティングショットの移動特性の検出に適している。

図 12 は、同様に、図 10 と類似した図を示しているが、検出リフレクタは放射リフレクタよりも低い位置にある。

図 13 は、図 8 に示した装置の右側下部隅を拡大して示している。同図は検出リフレクタの一部を含んでいる。

20

下記に図中で使用される参照番号のインデックスがある。

【 0 0 1 9 】

(クラブフェースの移動の測定)

図 1 ~ 図 4 を参照して、この配置は 3 つのビーム対、F 1 - B 1、F 2 - B 2 および F 3 - B 3 を含んでいる。各対は、ほぼ水平面にある 2 つの交差ビームを含んでいる。ビームは、ボールを打つ前にクラブフェースがビームを遮断するように該ボールに対して配置されている。

【 0 0 2 0 】

各ビーム対の交点は、ボールの中心を通りかつ水平面にある直線上にある。該交点は、水平面上のボールの所望の飛行方向の投影すなわち「所望の方向」とも一致している。ビーム F 1 および F 2 は所望の方向に対して等しい角度 S で配置されている。ビーム B 1 および B 2 も所望の方向に対して等しい角度 S で配置されているが、F 1 および F 2 とは反対方向の回転であり、すなわち、それらは互いに「逆の」角度で配置されている。同様に、ビーム F 3 と B 3 とは互いに逆の角度で位置しており、この例では該角度は飛行の所望の方向に対して T である。図において、角度 S および T はそれぞれ 75 ° および 65 ° である。これらの角度を設定するときに考慮にいれるべき主な配慮は以下の通りである。所望の方向に対する F 1 - B 1、F 2 - B 2、および F 3 - B 3 のビームの角度は、測定が行われるクラブフェースの角度の最大範囲を超えている必要がある。適切な精度を得るためには、F 3 - B 3 の角度は F 1 - B 1 ビームおよび F 2 - B 2 ビームとは大きく異なる必要がある。放射手段および検出手段の長さを最小にするためには、該角度は設計制約内で最大にすべきである。選択される角度は、これらの部分的に反する配慮の間のバランスである。

30

40

【 0 0 2 1 】

ビーム対 F 2 - B 2 および F 3 - B 3 の交点は一致している。それらの交点はボールの端部からわずかに離れていて、ビームがボール表面からの距離を十分に確保している。図では、この距離は 5 mm として示している。ビーム対 F 1 - F 2 の交点はビーム対 F 2 - B 2 および F 3 - B 3 の結合交点から離れた距離にある。図では、この距離は図 2 および 4 では 50 mm として示され、他の図では 60 mm として示されている。

【 0 0 2 2 】

図の各々はクラブスイング移動の同一例を示していて、それはボールのインパクト点に

50

対するクラブの移動方向、クラブフェースの角度、およびクラブフェースの位置に関して意図的に不完全にされている。クラブの移動方向は所望の方向に対して角度 - U で示されている。クラブフェースの角度はクラブフェース方向に対して角度 + Z で示され、したがって所望の方向に対して - (U - Z) で示されている。インパクトでのクラブフェースの位置は、インパクトが中心からクラブのトウの近くにずれて発生した場合について示されている。

【 0 0 2 3 】

装置は、6つの入射ビームが最初に遮断される時間の正確な記録で開始される計算方法により、インパクトでのクラブの移動方向、クラブ速度、クラブフェースの角度、およびクラブフェースの位置を決定するように動作可能である。便宜上、インパクトでのクラブフェースの位置に関係する特性を本明細書の全体にわたってクラブフェース「オフセット」と呼ぶ。

【 0 0 2 4 】

(クラブフェースの方向)

クラブの移動方向の決定は、クラブフェースの任意の点が2つの平行ビーム F 1 と F 2、または2つの平行ビーム B 1 と B 2 間を移動する距離が、ビームに対する相対的角度と共に変化し、クラブの運動方向がビームに垂直により近くなるにつれて短くなり、近くないとき長くなるという認識に基づいている。したがって、2対の平行ビームは異なる角度で配置されているので、それらの間を移動する距離の比はクラブ運動の相対的角度を直接示すのに十分な情報を与える。

【 0 0 2 5 】

再び図2を参照して、同図は所望の方向に対して大きさUの角度で線 D A および H E と平行な方向に移動するクラブフェースを示している。クラブフェースは D H、C G、B F および A E によって表され、それぞれ最初にビーム F 2、F 1、B 1、および B 2 と出会う。

【 0 0 2 6 】

クラブフェースに関するすべての参照記号は、水平面で突出しているようなほぼ直線の先端を意味している。例えば、線 D H の場合、点 D はトウすなわち遠位端に最も近いクラブの平坦な先端のコーナーを表している。点 H はヒールすなわちシャフト端に最も近いコーナーを表している。

【 0 0 2 7 】

クラブフェースが4つのビームを最初に遮断するとき、該クラブフェースはほぼ一定の速度であり、運動方向に対してほぼ一定の角度を維持している仮定される。したがって、遮断される F 1 と F 2 との間、および B 1 と B 2 との間で記録される2つの時間間隔はそれぞれ距離 A C および F H に比例することになる。したがって、これらの2つの時間間隔の測定により比 A C / F H が与えられる。

【 0 0 2 8 】

この図は、点 C からビーム F 2 を表す線上に引かれた垂直線 C J、および点 H からビーム B 2 を表す線上に引かれた垂直線 H K も示している。

【 0 0 2 9 】

三角形 C A J は直角三角形であり、角度 C A J = S + U である。したがって、 $C J = A C \times \sin(S + U)$ である。三角形 K F H は直角三角形であり、角度 K F H = S - U である。したがって、 $H K = F H \times \sin(S - U)$ である。2対の平行ビームは等しく離間されているので、 $C J = H K$ である。したがって、 $F H \times \sin(S - U) = A C \times \sin(S + U)$ 、および $A C / F H = \sin(S - U) / \sin(S + U)$ である。S および比 A C / F H が分かるので、したがって、所望の方向に対するクラブの移動方向の角度 U を計算することができる。

【 0 0 3 0 】

式 $A C / F H = \sin(S - U) / \sin(S + U)$ は、他の平行対と比べたある平行対の変化の間の相対時間比または相対時間差がクラブフェース方向の角度とビームの角度

10

20

30

40

50

とに一定の関係があることを示している。

【 0 0 3 1 】

(クラブ速度)

水平面に投影されたクラブフェースの速度はクラブ移動の角度 U が決定された場合決定することができるが、理由は最初に遮断されたビームの 2 つの記録された時期から距離を計算することができるからである。平行なビーム対はこの距離計算に枠組み与える。

【 0 0 3 2 】

再び図 2 を参照して、クラブフェースのトゥ端部コーナーが、 C および A でそれぞれビーム F_1 および F_2 を最初に遮断する場合、移動した距離は AC であることが分かる。平行ビーム間の距離 CJ が装置の既知の特性であるので、したがって、 $AC = CJ / \sin(S + U)$ であるから AC を計算することができる。したがって、 F_1 および F_2 の記録された最初の遮断の間の時間期間を TF として参照すると、速度は、速度 = 距離 / 時間 = $TF / [CJ / \sin(S + U)]$ によって与えられる。

10

【 0 0 3 3 】

クラブのヒール端が最初にビーム B_1 および B_2 を遮断する場合にも速度を決定することができる。 $HK = CJ$ であるので、 B_1 と B_2 の記録された最初の遮断の間の時間期間を TF として参照すると、同様に、速度 = 距離 / 時間 = $TF / [CJ / \sin(S + U)]$ となる。

【 0 0 3 4 】

クラブ運動が直線の場合、速度に対する両方の値は同一となるべきであり、結果がわずかに異なる場合には、平均値を取ってもよい。

20

【 0 0 3 5 】

(クラブフェースの角度とオフセット)

所望の方向に直角に対して角度のあるクラブフェースは、所望の方向に直角であるクラブフェースとは異なる方法でビームと接触することになる。一般に、図示の配置では、クラブフェースが次第に「オープン」になる場合（すなわち、クラブフェースが次第に時計回りに直角から所望の方向に曲げられる場合）、ヒールに最も近いクラブフェースのコーナーは、そうでない場合に、それが行われるよりも早くビームに接触することになり、トゥに最も近いコーナーは遅くビームに接触することになる。逆に、クラブフェースが次第に「クローズ」になる場合（すなわち、クラブフェースが次第に時計回りに直角から所望の方向に曲げられる場合）、ヒールに最も近いクラブフェースのコーナーは、そうでない場合にそれが行われるよりも遅くビームに接触することになり、他のコーナーは早くビームに接触することになる。

30

【 0 0 3 6 】

さらに、オフセットクラブフェース、すなわち、クラブフェースの中心の軌跡がビームの交点およびボールの中心からオフセットするように移動しているクラブフェースは、交点および中心と位置合わせされているものと異なる方法でビームに接触することになる。一般に、図示の配置では、プレーヤーに近づくようにクラブフェースの中心のオフセットが増加すると、クラブのヒールに最も近いクラブフェースのコーナーは違ったふうに行われるよりも早くビームに接触することになり、クラブのトゥに最も近いコーナーは遅くビームに接触することになる。逆に、プレーヤーから離れるようにクラブフェースの中心のオフセットが増加すると、ヒールに最も近いクラブフェースのコーナーは違ったふうに行われるよりも遅くビームに接触することになり、トゥに最も近いコーナーは早くビームに接触することになる。

40

【 0 0 3 7 】

クラブフェースの角度およびオフセットに関する特性は各々クラブフェースのコーナーが最初にビームを遮断する相対的順序に影響し、その関係はビームと所望の方向との間の固定された角度によっても影響される。本発明の態様は、これらの関係が角度の変化およびオフセットの変化に対して異なった影響を受けること、およびこれらの差を使用して角度とオフセットを区別することができ、所望の方向に対して異なる角度の 2 つのビーム群

50

が利用されることの実現に関する。

【 0 0 3 8 】

重要な1つの違いは、所望の方向に関する各場合において、クラブフェースの角度およびクラブフェースオフセットが、異なる角度のビームのグループおよび逆の角度のビームのグループの最初の遮断に影響を与えるやり方に関するものである。例えば、ショットが直線で同一平面でなければ、曲げられたクラブフェースは、F 2 と B 2 を最初に遮断するのが異なる時間になり、F 3 と B 3 を最初に遮断するのも異なる時間になり、それはB 2 と B 3 との間の相対的な最初の遮断と同様または同一の効果をF 2 と F 3 との間の相対的な最初の遮断で有することになる。これは、クラブフェースがずれている事例ではなく、そうでない場合にはショットは直線で同一平面になる。この例では、オフセットにより、F 2 および B 2 が同様に異なる時間で最初に遮断され、F 3 および B 3 が異なる時間で最初に遮断されるが、それは、B 2 と B 3 間の相対的な最初の遮断とは全く異なる効果を、F 2 と F 3 間の相対的な最初の遮断について有することになる。最初の遮断の差は、クラブフェースがプレーヤーから離れてずれている場合に、F 2 と F 3 との間で比較的大きくなり、クラブフェースがプレーヤーの近くにずれている場合には、B 2 と B 3 との間で比較的大きくなるであろう。

10

【 0 0 3 9 】

これらの態様は端部の角度またはオフセットの測定の一般的な場合に提供される。ビーム群は、所望の方向に対して異なる鋭角で一方の回転に配置された2つのビームと、所望の方向に対して異なる鋭角で反対方向の回転に配置された2つのさらなるビームまたは鋭角で反対方向の回転に配置された1つのさらなるビームのいずれかと、を有する。端部がビーム群を通過するとき、端部の角度は、後で変化するビームの角度に近づき、まもなく変化するビームの角度から遠ざかることを示している。さらに、端部のオフセットは最初のビームを有する領域に近いことを示し、後で変化するビームを有する領域から遠いことを示している。反対回転のビーム間の相対的な変化の間の差の増加は、漸次オフセットでなく角度になる移動特性を示し、同回転のビーム間の相対的な変化の間の差の減少は、漸次角度でなくオフセットになる移動特性を示している。

20

【 0 0 4 0 】

これらの態様の重要な特徴は、角度とオフセットの一意的な測定が変化の適切な数理解析によって得ることができることである。より完全な理解は、図に示した例に適用された、以下のパラグラフの三角法解析によって得られるであろう。

30

【 0 0 4 1 】

(クラブフェースの角度)

次に図3を参照して、説明を分かりやすくするために、同図はビーム対F 1 - B 1 が省略された状態の配置のクローズアップ図を示している。この図は所望の方向に対して角度Uで線GMおよびBFと平行な方向に移動するクラブフェースを示している。クラブフェースはFL、EK、DJ、およびCHによって表され、それはそれぞれビームB 3、B 2、F 3、およびF 2 と最初に出会う。

【 0 0 4 2 】

クラブフェースの運動は図2に示したものと同じであり、再び、クラブフェースが4つのビームを通過するとき、それはほぼ一定の速度で運動の方向に対してほぼ一定の角度のままであると仮定している。クラブフェースは運動方向に対する垂直に対してある角度であり、所望の方向の垂直に対してある角度でもある。クラブフェースの中心の運動の軌跡もビームの交点Aおよびボールの中心からずれている。

40

【 0 0 4 3 】

システムは各ビームが最初に遮断されるときに時間測定を行い、これにより、F 2、B 2、F 3、およびB 3 ビーム上のセンサによって直接測定されるクラブ速度およびこれらの距離を横切るのに要する時間についての知見から、長さKL、JK、およびHJを決定する。これは、KL、JK、およびHJと等しいEF、DE、およびCDの長さも決定する。

50

【 0 0 4 4 】

この図はさらに2つの線BGおよびFMを示している。BGはAを通過し、BFおよびGMに垂直である。FMは点Fから始まり、同様にBFおよびGMに垂直である。この図はさらに角度GAHを「V」と、角度AFBを「W」と、角度BAEを「X」と、角度EAFを「Y」と、角度LFMを「Z」と定義する。

【 0 0 4 5 】

$Y = S - T$ であり、その両方が分かるのでYが分かる。

【 0 0 4 6 】

GAが所望の方向に対する垂直に対して角度Uで位置するので、角度GANを観察すると $X + S = 90^\circ + U$ が示されている。したがって、SおよびUが分かるのでXが分かる。

10

【 0 0 4 7 】

ABFは $(X + Y) + W = 90^\circ$ の状態の直角三角形であり、XおよびYが分かるのでWが分かる。

【 0 0 4 8 】

点Aを中心としたF2ビームの左側の平角は $180^\circ = V + X + 2S$ に等しいのでVも分かる。したがって、 $V = [180^\circ - X - 2S] = [180^\circ - (90^\circ + U - S) - 2S] = [90^\circ - U - S]$ である。

【 0 0 4 9 】

ABは以下のように求められる。まず、AEは傾斜辺三角形AEFに標準三角法解法を適用することによって分かり、すなわち $AE = EF \times \sin W / \sin Y$ である。したがって、EF、W、およびYが分かるのでAEが分かる。EFは、ビームB3およびB2の最初の遮断を測定することによって決定された。したがって、 $AB = AE \times \cos X$ であるのでABが分かる。

20

【 0 0 5 0 】

AGは以下のようにABと類似の方法で分かる。AHは、角度HJA = T + Uおよび角度HAJ = Yである傾斜辺三角形AHJに標準三角法解法を適用することによって分かり、すなわち $AH = HJ \times \sin(T + U) / \sin Y$ である。したがって、HJ、W、およびYが分かるので、AHが分かる。HJは、ビームF2およびF3の最初の遮断を測定することによって決定された。したがって、 $AG = AH \times \cos V$ であり、VおよびAHが分かるので、AGが分かる。

30

【 0 0 5 1 】

次に、三角形LMFの辺を以下のように決定することができる。 $GM = BF$ 、 $BF = BE + EF$ 、およびEFが分かり、 $BE = AB \times \tan X$ であるので、GMが分かる。 $GH = AG \times \tan V$ であり、AGおよびVが共に分かるので、GHが分かる。 $LM = GM - (GH + HJ + JK + KL)$ であり、GM、GH、HJ、JK、およびKLが分かるので、LMが分かる。 $FM = AB + AG$ であり、ABおよびAGが分かるので、FMが分かる。

【 0 0 5 2 】

次に、クラブの移動方向に垂直を基準としたクラブフェースの角度Zを三角形LMFから決定することができる。 $\tan Z = LM / FM$ であり、LMおよびFMが共に分かるので、Zが分かる。所望の方向に垂直を基準としたクラブフェースの角度は $(Z + U)$ に等しい。

40

【 0 0 5 3 】

(クラブフェースオフセット)

点Aは線BGの中間点から $(AB - AG) / 2$ 離れていることが理解できる。したがって、F2 - B2ビームおよびF3 - B3ビームの交点からのクラブフェースの中心の運動の軌跡のオフセットAは $(AB - AG) / 2$ で与えられ、このオフセットはクラブの運動の方向に直角で測定される。クラブが所望の方向と同じ方向に移動していない場合、このオフセットは、ボールの中心からのオフセットと同じにならないことになる。ボールの中

50

心からのオフセットは、必要に応じて交点を基準にしたオフセットに対して所望の方向と異なる角度で移動するボールに起因する付加のオフセット成分を加算または減算することによって決定することができる。これが図4に示されている。

【0054】

次に、図4を参照して、これは、ビームB3、B2、F3、およびF2とそれぞれ最初に出会う、FL、EK、DJ、およびDHによって再び表されるクラブフェースを持つ図3に示したものと全く同じスイングを示している。説明を分かりやすくするために、ビームF2およびB2は図から省略されている。Bはボールの中心であり、AはビームF3、B3、F2、およびB2の交点である。図に示したクラブフェースの位置の各々は中間点Mを有する。RGはこれらの中間点の軌跡である。クラブフェースの中間点は、ボールに近づいている短い距離でほぼ直線移動で移動する。RGは所望の方向OGに対して角度Uである。

10

【0055】

点Aから線RGの上への垂直線APは、中間点の軌跡からビームの交点までのオフセット距離である。それは、以前に説明したように図3に示した値 $(AB - AG) / 2$ に等しい。

【0056】

ボール中心から線GRの上への垂直線BNは中間点の軌跡からボールの中心までのオフセット距離である。それは以下のように決定することができる。 $BN = PQ$ であるので、 $BN = AP - AQ$ である。 $AQ = AB \times \sin U$ である。ABとUは分かっており、ABはボール中心とビームの交点との間の固定距離である。

20

【0057】

オフセットBNは、中間点がクラブの慣性の中心と一致すると一般に理解されているので、オフセットBNがスイングの「スイートネス」の水平成分の直接の大きさ、またはクラブフェースの中間点がインパクト点にどれくらい近いかの程度であることからゴルフスイングの重要な特性である。クラブフェースの異なる点が慣性の中心と一致していると分かっている場合、必要に応じて計算は調整されるべきである。水平オフセットのクラブフェースはインパクトでクラブフェースをクラブシャフトの軸のまわりにほぼ回転させることになり、一方、垂直オフセットのクラブフェースはクラブシャフトによる回転に対して確実に抑制される可能性があるのでスイートネスの水平成分は垂直成分よりも重要であると考えられることに留意されたい。

30

【0058】

(ボール移動の測定)

図1および図5を参照して、この配置は2対のビーム、F4 - B4およびF6 - B6を含んでいる。各対はほぼ水平面にある2つの交差ビームを含んでいる。

【0059】

両対のビームの交点は所望の方向の直線上にあり、直線はボールの中心を通り、水平面内にある。

【0060】

ビームF4およびF6は所望の方向に対して等しい角度Sで位置する。ビームB4およびB6はF4とF6の角度と等しい逆の角度で位置する。角度Sは図では75°で示されている。

40

【0061】

ビーム対F4 - B4の交点は、インパクト後にボールがクラブフェースから離れる点からわずかな距離が置かれる。図では、この距離は15mmとして示されている。

【0062】

ビーム対F6 - B6の交点はビーム対F4 - B4の交点から60mm離して置かれる。

【0063】

ボールの移動方向は所望の方向に対して角度-Uで示されている。

【0064】

50

装置は、ボールがクラブフェースから離れ自由飛行を始めた後のボールの移動方向とボール速度を、4つのビームが最初に遮断されるときに正確な記録で始まる計算方法によって決定するように動作可能である。

【0065】

(ボール方向)

前述のクラブの移動方向の決定と同様に、ボールの移動方向の決定は、2つの平行ビームF4とF6との間または2つの平行ビームB4とB6との間でボール上の任意の点が移動する距離がビーム方向の相対的角度と共に変化し、クラブの運動方向がビームに対する垂直に近くなるとき短くなり、それが近くなるとき長くなるという認識に依存する。したがって、2組の平行ビームが異なる角度で位置するので、それらの間を移動する距離の比はクラブの運動方向の相対的角度を直接示すのに十分な情報を与える。

10

【0066】

再び図5を参照して、これは、ボールの中心が線AGに沿って移動し、所望の方向に対して大きさUの角度で位置するボールを示している。ボールは、それがビームF4、B4、F6、およびB6を最初にそれぞれ遮断する位置D、E、F、およびGに中心があるように示されている。遮断の初期点は、ビームがボールの前端部の接線に位置するところであり、最初の接触点はボールの中心からビームへの垂直位置として求めることができる。これらの最初の接触点はそれぞれビームF4、B4、F6、およびB6上の位置H、I、J、およびKである。

【0067】

20

ボールは、それが4つのビームを最初に遮断するとき、一定速度および運動の方向に対して一定角度のままであると仮定するのは妥当である。したがって、最初に遮断されるF4とF6との間およびB4とB6との間で記録される2つの時間間隔はそれぞれ距離HJおよびIKに比例することになる。したがって、これらの2つの時間間隔の測定は比HJ / IKを与えることになる。HJ = DFおよびIK = EGであるので、これらの距離はボールの相対位置にも関係する。

【0068】

図は所望の方向に平行な線HNおよびIMも示し、NはビームF6の上であり、MはビームB6の上にある。

【0069】

30

IK > HJであり、ボールは右に移動していることが図から分かる。ボールがまっすぐに移動する場合はIK = HJであり、ボールが左に移動する場合はIK < HJであることが直ちに理解できる。各ボールについて比HJ / IKは一意的な値であり、この値が分かると適切なビームの最初の遮断の時間間隔の測定からボールの方向を決定することができることも理解されよう。

【0070】

以下の三角法解析は角度Uと比IK / HJとの間の直接の関係を与える。

【0071】

三角形IKMに斜三角形への標準解法を使用すると、 $IK / IM = \sin(IMK) / \sin(IKM)$ である。長さIMおよび角度(IMK)は既知の値である。さらに、角度(IMK) + 角度(IKM) + 角度(KIM) = 180°であり、したがって、角度(IMK) = ([既知の値] - U)である。したがって、 $IK = (既知の値) / \sin([既知の値] - U)$ である。同様に、三角形HJNでは、 $HJ / HN = \sin(HNJ) / \sin V$ である。長さHNおよび角度(HNJ)は既知の値である。さらに、以前のように、角度V = ([既知の値] - U)である。したがって、 $HJ = (既知の値) / \sin([既知の値] - U)$ である。これらを組み合わせると、 $IK / HJ = (既知の値) \times \sin([既知の値] - U) / \sin([既知の値] - U)$ である。

40

【0072】

前述の解析は、他の平行対と比べたある平行対の変化の間の相対時間比または相対時間差がクラブフェース方向の角度とビームの角度とに一定の関係があることを示している。

50

【 0 0 7 3 】

(ボール速度)

水平面に投影されたクラブフェースの速度は、クラブ移動の角度 U が求まると決定することができるが、理由は最初に遮断されたビームの 2 つの記録された時期から距離を計算することができるからである。それらの間の距離は装置の既知の特性であるので、平行なビーム対はこの距離計算に枠組みを与える。

【 0 0 7 4 】

再び図 5 を参照して、垂直線 HP および IQ はそれぞれ点 H および I からビーム $F6$ および $B6$ 上に作図される。角度 HJP および IKQ はそれぞれ「 V 」および「 W 」と表示されている。ボールが H と J でそれぞれ最初にビーム $F4$ および $F6$ を遮断する場合、移動する距離は HJ であることが図から分かる。平行ビーム間の距離 HP が装置の既知の特性であるので、 HJ を計算することができ、理由は $HJ = HP / \sin V$ であり、 V が既知の値であるからである。三角形 HJN では、 $V + U + S = 180^\circ$ 、および U および S は共に既知の値である。同様に、ボールが I と K でそれぞれ最初にビーム $B4$ および $B6$ を遮断する場合、移動する距離は IK であることが図から分かる。平行ビーム間の距離 IQ が装置の既知の特性であるので、 IK を計算することができ、理由は $IK = IQ / \sin W$ であり、 W が既知の値であるからである。角度 $IMK = 180^\circ - S$ である。したがって、三角形 IKM では、 $W + U + [180^\circ - S] = 180^\circ$ 、すなわち $W = S - U$ であり、 U および S は共に既知の値である。速度に対する両方の値は同じであるはずであり、結果がわずかに異なる場合は平均をとることができる。

【 0 0 7 5 】

(ボールの方向および速度を計算する代替方法)

図 6 はボールの方向および速度を測定する代替方法を表す。この例では、システムはビームの第 1 の遮断および復帰を記録し、1 対のビーム $F6 - B6$ だけを使用する。

【 0 0 7 6 】

前述のクラブの移動方向の決定と同様に、ボールの移動方向の代替の決定は、移動する距離がビーム方向の相対的角度と共に変化し、ボールの運動方向がビームに対して垂直に近くなるとき短くなり、それが近くなるとき長くなるという認識に依存する。異なる角度で 2 つのビームを通して移動した距離の比は、ボール方向の相対的角度を直接示すのに十分な情報を与える。

【 0 0 7 7 】

再び図 6 を参照して、同図は、ボールの中心が線 AF に沿って移動し、所望の方向に対して大きさ U の角度で位置するボールを示している。ボールは、それがそれぞれ最初に $F6$ を遮断し、最初に $B6$ を遮断し、 $F6$ を復帰させ、 $B6$ を復帰させる位置 C 、 D 、 E 、および F に中心があるように示されている。最初の遮断または復帰の初期点は、ビームがボールの前縁または後縁の接線に位置するところであり、最初の接触点はボールの中心からビームへの垂直位置として求めることができる。これらの最初の接触点はそれぞれビーム $F6$ 、 $B6$ 、 $F6$ 、および $B6$ 上の位置 G 、 H 、 I 、および J である。ボール中心の軌跡は A で始まり、ビーム $F6$ および $B6$ とそれぞれ N および M で交差する。ボール中心の軌跡もビーム $F6$ および $B6$ に対してそれぞれ角度 Y および W である。

【 0 0 7 8 】

ボールは、それが 2 つのビームを最初に遮断し復帰させるとき、一定速度および運動の方向に対して一定角度のままであると仮定するのは妥当である。

【 0 0 7 9 】

以下の識見は本発明の態様である。ボールの方位角および速度は、2 つのビームの最初の遮断と復帰との間の時間についての知見から計算することができる。時間が等しい場合、ボールは所望の方向に沿って移動している。 $F6$ ビームを横切る時間が短い場合、方向は右側である。 $B6$ ビームを横切る時間が短い場合、方向は左側である。時間の差が大きいほど、所望の方向からの偏差が大きい。

【 0 0 8 0 】

10

20

30

40

50

以下の三角法解析は角度 U と比 EN/DK との間の直接の関係を与える。 $\sin Y = EH/EN$ である。 $\sin W = DI/DK$ である。 EH と DI は共に既知の値であり、ボールの半径である。比 EN/DK は、ボール速度が一定で、 EN および DK が各時間間隔に移動する距離の半分に対応するから最初に遮断され復帰するビーム $F6$ と最初に遮断され復帰するビーム $B6$ との時間間隔の比に等しいので比 EN/DK も既知の値である。したがって、 $\sin Y / \sin W =$ 既知の値である。三角形 ABK の観察から、 $W + U + (180^\circ - S) = 180^\circ$ 、すなわち $W = S - U$ であることが分かる。三角形 CGN の観察から、 $Y = 180^\circ - S - U$ であることが分かる。したがって、 $\sin(180^\circ - S - U) / \sin(S - U) =$ 既知の値である。 S も既知の値であるので、角度 U は解くことができる。

10

【0081】

解析は、別のビームと比べたあるビームの変化の間の相対時間比または相対時間差がクラブフェース方向の角度とビームの角度とに一定の関係があることを示している。

【0082】

運動方向が分かれば、ボールの直径が分かっているので速度を決定することができる。図6を再び参照すると、ボールが最初にビーム $B6$ を遮断し、次に復帰するときにボールが移動した距離は線 DF によって与えられることが分かる。この距離は長さ LM だけボールの直径を超えている。 LM は以下のように分かる。三角形 FJK において、 $\sin W = FJ / (FM + KM)$ である。したがって、 FJ と FM が既知の値であり、各々ボールの半径と等しいので KM は既知の値である。 $FJ = DI$ であるので FJK と DIK は相似三角形であり、したがって $KM = KL$ である。したがって、 LM の値が分かる。したがって、 DF の値が分かる。次に、速度は、ビーム $B6$ が最初に遮断され、次に復帰した場合に記録された時間間隔でこの距離を割ることによって計算することができる。

20

【0083】

極めて類似の作業により CE の値が得られることになる。同様に、速度は、ビーム $F6$ が最初に遮断され、次に復帰した場合に記録された時間間隔でこの距離を割ることによって計算することができる。速度に対する両方の値は同じであり、結果がわずかに異なる場合は平均をとることができる。

【0084】

以下の比較は2つのボール移動測定方法の間で行われる。先に説明した遮断のみの方法は以下のあり得る利点を提供する。時間間隔が類似の遮断信号の間で決定されるので、時間間隔の記録は両方の信号に等しく影響する変動によって歪められないことになる。間隔が測定される距離はゴルフボールの直径と関係する寸法に制限されない。この測定はゴルフボールの直径の事前の知見に依存しない。後で説明した遮断および復帰の方法は以下のあり得る利点を提供する。それはわずか1組のビームしか必要としない。ボールがそれを通り抜けた直後に信号が常に復帰するので、それは後からくるクラブフェースを検出することができる。

30

【0085】

第2の代替方法は、ボールの移動方向とボールの速度を測定するのに基準点の1つとしてボールの開始位置を利用する。同様に、別のビームと比べたあるビームの変化の間の相対時間比または相対時間差がクラブフェース方向の角度とビームの角度とに一定の関係があることを容易に示している。第1の代替方法と同様に、それは1組のビームしか必要としないが、この例では、ゴルフボールの直径と関係する寸法に制限されるという欠点を有していない。しかし、それはいくつかの関連する欠点を有する。これらには、ボール開始位置の精度または一貫性への依存性が含まれる。それらには、開始位置からボールがテイクオフし始める時間を測定または評価する必要も含まれる。それらには、速度が絶えず変化し、移動が必ずしも直線でない場合、ボールがクラブフェースに接しているときの初期のボールの移動を考慮する必要も含まれる。

40

【0086】

同様に、別のビームと比べたあるビームの変化の間の相対時間比または相対時間差がク

50

ラブフェース方向の角度とビームの角度とに一定の関係があることを容易に示している。

【0087】

(ボール追跡ビームの位置)

測定されている物体又はボールの後に第2の物体が続いている場合の重要な配慮は、ビームの遮断または復帰が後に続いた物体によって影響されないことである。例えば、ゴルフボールがゴルフクラブによって打たれる場合、ボールを測定するのに必要なビームの遮断または復帰は、クラブフェースがビームを遮断する前に完了しなければならない。

【0088】

ボール測定信号が単に遮断信号である場合、ボールの前面は後から続くクラブフェースの接触領域の前方に少なくともボール1つ分の直径があり、これにより確実にボールがク

10

【0089】

しかし、この状態は、ビームが後に続くクラブフェースによって遮断される前に復帰することが必要とされる場合は当てはまらない。この例では、間隙がビームとボールの開始位置との間に与えられなければならない。この間隙の最小サイズはゴルフボールを打つゴルフクラブの機構を考慮することで評価することができる。典型的なドライブショットでは、ボールおよびクラブフェースは約11.5mmの間接触したままである。クラブは約30m/秒でボールに接触し、接触期間の間に約24m/秒に徐々に減速する。ボールは約52m/秒でクラブフェースから離れる。したがって、離れた後、ボールは一般にクラ

20

【0090】

完全なショットがクラブフェース中央のスクウェアで行われ、所望の方向に移動し、ビームが所望の方向に直角に設定され、ボール速度はクラブフェース速度の2倍である理想化された状況では、ビームは、ボールとクラブフェースとが離れる点でボールの前にちょうどボール1つ分の直径を設定することができる。ボールの直径が42mmである場合、ビームはそれと後に続くクラブフェースとの間にまだ21mmの間隙を残して復帰することになる。

【0091】

しかし、実際の状況では、中央でスクウェアでないクラブフェース、および所望の方向に直角でないビームへの調整が行われなければならない。ボール速度がクラブフェース速度の2倍に至らなかった不十分なヒットショットへの調整も行われなければならない。全体として、インパクトの前のビームとボールの前面との間で約70~100mmの間隙は、通常、十分であろう。

30

【0092】

(垂直高さの配慮)

この段階まで、水平面内の移動の決定についてのみ考慮した。しかし、クラブおよびボールは共に本方法と装置によって調整されなければならない垂直平面に移動の重要な成分を有する。

【0093】

垂直移動の1つの態様は水平面内の移動の測定に関する。クラブフェースを追跡している場合、通常、クラブフェースの下部端部に近い、最前部の直線前端部などの不変の直線端部を検出することが望ましい。ボールを追跡している場合、ボールの中心を通る水平面内の完全な直径を検出し、このレベルの上または下の小さい直径を検出しないことが必要とされる。このタイプの検出を達成する好ましい方法は、幅が厚さよりもはるかに大きい断面を持つ実質的に平坦な伸長したバンドを有するバンドタイプのビームを使用することである。好ましい構成では、バンドの幅は垂直に配置され、高さとも呼ばれることがある。バンド化ビームは、検出されるクラブ又はボールのあり得る位置の範囲がバンドのある点を遮断するように十分な垂直の高さを有する。一般に、システムは、バンド化ビームの状態の変化を、一般に断面上の任意の点に入る物体による部分的遮断の形態または遮断の

40

50

前にあった状態への復帰の形態の変化を検出するように動作可能である。

【0094】

好ましい構成では、バンドビームの面または幅は、共通または水平面に直角に配置される。これは以下のものを含むいくつかの利点を有する。共通の平面に投影されたときビームは線に変換され、それによって、種々の垂直高さでそれを遮断するかまたはそれを復帰するクラブ又はボールによるビームの変化を記録するのを簡単化し、運動特性の測定を容易にする。それはすぐ近くにある多数のビームの位置決めを容易にする。それは、測定されているときクラブが主として下降しており、ボールが主として上昇している場合、ボールおよびボールを打つクラブ検出するビームに許容できる共通ビーム面角度を与える。

【0095】

共通平面に直角に配置されていてもそうでなくても、運動特性を測定する各組のビームは共通平面に少なくとも1つの成分を含むことになり、これはビームの長手方向成分である。

【0096】

垂直移動の他の態様は垂直平面内の移動の測定に関する。この例では、目的はそれ自体の垂直高さ成分を決定することである。再度、バンドタイプのビームを使用することができる。しかし、この例では、決定はビームが遮断する高さまたは角度の測定に係する。一般に、それは物体の最低点または最高点を検出しているが、前のタイプは一般に物体の前または後ろの点の検出に係する。

【0097】

垂直移動の2つの態様は、別個のビームによってまたは両方の機能を実行するように配置されたビームによって検出することができる。好ましい実施形態では、ビームは両方の機能を実行する。これは、ビームの数を減らし、それによってコストおよび問題を低減する可能性のある構成要素の数を減らすという利点を有する。別のビームが2つの機能の専用である場合、これは以下の関連した利点を与える可能性がある。垂直ビームは、水平距離の測定で使用された角度をつけた対を用いるのではなく、所望の方向に直角の単一のビームとすることができる。垂直ビームもボールの最下部または最上部を検出するように並べることができ、水平ビームはボールの中央の前端部または後端部を検出するように並べることができ、したがって各々に対して必要な垂直の範囲が低減される。水平ビームは、yes-no切替えの精度に特別な注意を払いながら単純なyes-no検出器として配置することができる。ある状況下では、垂直ビームは、同じビームが低く打上げられたボールの最上部および高く打上げられたボールの最下部を測定する場合に使用することができる。

【0098】

問題がゴルフショットの垂直移動を検出するバンドタイプビームで生じる可能性がある。これは、あるゴルフショットの比較的急な打上げおよびそれ程でないがあるクラブ移動の急な下降スイングに係する。単純なバンドタイプビームが使用される場合、バンドがボールの開始位置の近くに位置していなければ非常に高いバンドが必要である。しかし、いくつかのあり得る欠点は、後から続くクラブフェースによる遮断に起因して、水平移動の精度を妥協すること、およびボール検出に水平移動のビーム復帰信号を使用できないことを含めて、開始位置に近いバンドの位置決めから生じる。

【0099】

本発明の一実施形態では、少なくとも1つのバンドタイプビームは複数のバンドで取り替えられる。代替の実施形態では、少なくとも1つのバンドタイプビームは垂直に対してある角度で傾いており、比較的低い打上げの水平面内の移動は比較的高い打上げの水平面内の移動よりも遠くで検出される。

【0100】

これは以下のものを含むいくつかのあり得る利点を提供する。ドライブショットなどの低い打上げショットではビームと最初のボール位置との間の水平距離を増加させ、それによって水平面内の移動検出の精度を増加させることができる。このタイプの精度は低い打

10

20

30

40

50

上げショットで特に重要である。第2の利点は、過度に高いバンドタイプビームを必要とせずに、高い打上げショットの検出を可能にすることである。第3のあり得る利点は、ビームを放射し受け取る装置の最大垂直高さを低減し、それによって、誤ったゴルフスイングからの破損を受けにくくし、プレーヤーが視覚的に気を散らすのを少なくすることである。

【0101】

本発明の好ましい実施形態では、送出側に付加の対のビームが設けられ、ボールの所望の移動方向のライン上にある交点で逆の角度であり、他のビームの交点から離して配置された2つのビームを含んでいる。この対のビームは他の送出対のビームと平行である。このタイプの構成が図7に示され、F5とF6は付加の対であり、その交点は、対F4-B4の交点と対F6-B6の交点との間で中間に示されている。ショットが行われるとき3つの対はすべて活性であり、F4-B4およびF6-B6は中間から低く打上げられたボールの移動特性を測定するのに協働し、F4-B4は高い、中間、および低く打上げられたボールの移動特性を測定するのに協働する。ショットが、F6-B6ビーム対の測定範囲内に適切に入る場合、この対からの測定が移動特性を決定するために使用される。第2のビーム対はさらにボールの垂直高さの情報を提供し、F6-B6対およびF5-B-5対はボールの決定に不明確さを避けるように配置される。

【0102】

(ニューラル手段)

説明してきた数学的モデルではクラブフェースが固定幅で、シャープに画定された端部を持つ直線表面として扱われる。実際には、クラブフェースは完全に平坦ではないことがあり、端部はシャープに画定されないであろう。さらに、数学的モデルは自動的に特定のクラブ幅をすべて扱うが、実際には、平坦なクラブフェースの有効幅はクラブフェースの傾きと共にわずかに変化することがある。

【0103】

単純な数学的モデルからのこれらの変化は種々の方法で扱うことができる。これらのうちの1つは変化を調整することにより精密な数学的モデルを使用することである。別のものは、広範囲のビーム信号をクラブフェースとボールの結果として生じる運動特性に関連付ける情報で事前に訓練されたニューラルタイプ人工知能手段を使用することである。今後ニューラル手段と呼ぶニューラルタイプ人工知能手段は、人の決定または問題解決と類似点を有する方法で作動する決定手段または問題解決手段を意味する。特に、このタイプの問題解決の決定は、新しい問題または状況が生じたとき解決策を決定または挿入することができる事前学習経験に関連する。

【0104】

ニューラル手段が使用される場合、主要なビーム信号をニューラル手段に渡す前にそれらのいくつかまたはすべてを前処理し、それらの相対的な重要度を特定のタイプの出力に対して比較評価するのは通常有利である。この前処理段階は従来の電子処理方法および装置によって実行することができる。

【0105】

例えば、クラブフェースを測定する入射ビームにおいて、水平面のクラブ方向出力およびクラブ速度出力はクラブフェースに関連する複数の平行ビーム群の遮断の間の期間および期間の差に関連する前処理した信号に対して厳密に比較評価される。水平面のクラブフェースの角度およびオフセットは関連する傾いたビームとそれに対して大きさが等しい逆の角度のビームの遮断の間の期間の差に関連した前処理した信号に対して厳密に比較評価される。クラブフェースの角度およびオフセットはクラブ方向および速度の決定した値に対しても厳密に比較評価される。水平面のボール方向出力およびボール速度出力はボールに関連する複数の平行ビーム群の遮断の間の期間および期間の差に関連する前処理した信号に対して厳密に比較評価される。復帰信号も使用される場合、出力は、ボールに関連する個々のビームの遮断と復帰との間の期間および期間の差と関係する前処理した信号に対して厳密に比較評価される。

【 0 1 0 6 】

(装 置)

図 8、9、10 は、図 7 に示されるものに対応するビーム構成を使用してゴルフショットでのクラブフェースおよびボールの移動特性を決定するのに適する装置の好ましい実施形態を示している。

【 0 1 0 7 】

次に図 8 を参照すると、これは破線で中央の平行ビームを描いたものを含む概略平面図を示している。この装置は、プレイング面と、ショットが行われる前に表面または表面上の支持ティーに直接置かれたボールとを有する。プレイング面は耐久性のある人工芝またはポリマーマットを含むことができる。

10

【 0 1 0 8 】

垂直集光反射用細片のアレイを含む放射源リフレクタは、プレーヤーから最も遠いプレイング面の辺に沿って配置され、さらに垂直集光反射用細片のアレイを含む検出リフレクタがプレーヤーに最も近いプレイング面の辺に沿って配置される。これらのリフレクタは、通常のショットによって打たれるのを避け、視覚的な目障りも最小限にするようにクラブおよびボールの経路から十分に遠く横方向に配置される。垂直高さも打たれるのを避け、視覚的な目障りを最小限にするように最小限にされる。リフレクタは、正確なアライメントが確実にリフレクタの間で維持されるように、プレイング面のレベルの下で共通フレームに支持されるブロックに取り付けられる。プレーヤーは、彼または彼女のスタンディングの位置がプレイング面のそれと等しくなるようにプラットフォームまたはマット上に立つ。

20

【 0 1 0 9 】

次に図 9 および図 10 を参照すると、図 9 は図 8 に示した装置の概略切断平面図を示しており、プレイング面の下で構成を示すが、放射源リフレクタおよび検出リフレクタの図はそのままにしてある。この図は破線としてビームを描いたものを含んでいる。図 10 は図 8 および図 9 に示した装置の X - X の側面断面図を示している。図 10 は、一般にドライブショットで行われるような高いティー位置からボールが打たれる場合の構成を示している。

【 0 1 1 0 】

必要とされる各バンドビームに 1 つの放射源が対応している 12 の放射源が、プレイング面の下に配置された放射アレイブロックに沿って配置される。放射源はレーザダイオードを有し、垂直面の長軸に向けられている。各放射源は今後レーザレンズと呼ぶレンズを備えている。各放射源は垂直面で強く発散するビームを放射する。放射源およびレンズの各対は、ビームがプレイング面のレベルの上に位置している放射源リフレクタの対応する垂直反射細片のファセットの方へ上向きになるように傾けられる。発散ビームを含む垂直面はプレイング面上のビームを含む垂直面とほぼ一致するが、リフレクタ表面の屈折効果を可能にするようにわずかに変わることができる。図 7 に示した構成によって必要とされるように、ビームは集光リフレクタによって反射され平行なコリメートビームになる。平行なコリメートビームはプレイング面と交差し、検出リフレクタ上の対応する反射垂直細片のファセットに当たる。検出リフレクタは平行ビームをプレイング面の下に位置する入射窓または対応する検出器の焦点に集光するそのような 12 の検出器からなるアレイは検出器アレイブロックに取り付けられ、各々は対応する入射ビームの焦点に位置しそれに向けられた入射窓を持つ。ビームはプレイング面の面を横切って、信号放射に対して透明であるプレイング面のレベルにあるポリマー窓を通るか、またはプレイング面のレベルにある開口を通ることができる。開口が使用される場合、放射源と検出器はそれらと開口との間に配置された垂直またはほぼ垂直な窓によって汚染から保護される。

30

40

【 0 1 1 1 】

ビームは確実にリフレクタ間の主要中央領域を横切る平行光線に十分にコリメートされることが重要である。ビーム全体にわたってできるだけ変化が少ない強度分布を有すること、または強度変化が避けられない場合それを最小限し、予測可能な正規の方法で行うこ

50

とも重要である。

【 0 1 1 2 】

レーザダイオードが放射源として使用され、それは約 0.001 mm の非常に小さな光源サイズおよび約 $30^\circ \times 8^\circ$ FWHM (半値全幅) の発散をもち低コストで得ることができる。レーザダイオードは、大きい発散軸がビームの垂直高さを供給するように垂直に向けられ、小さい発散軸がビームの厚さを供給するように水平に向けられる。レーザビームの水平軸に沿った小さな発散はレーザレンズの単段階でほとんど完全にコリメートされ、例えば 8° の発散で放射される場合これは 1° 未満に低減される。わずかな程度の故意に保持される発散は位置許容度に対応させる際に重要で好都合な要素を提供し、それは後で説明する。縦軸に沿った大きな発散は２段階でコリメートされる。図に示した構成では、 30° の発散はゴルフショットの全範囲に対応するのに十分な高さのトリミングされたビームを提供するには不十分であり、レーザレンズは垂直軸で発散を約 $44 \sim 45^\circ$ に増加させる。この垂直に発散したビームが放射源リフレクタのファセットに入り、平行なコリメートビームに集光される。

10

【 0 1 1 3 】

レーザダイオードからの放射出力は各軸の全域で自然ガウス分布パターンに従い、強度が中心に向かって増加し、端部に向かって減少する。この望ましくない変化は垂直リフレクタへのビームの上向き投影によって悪化し、別の方法で修正されない場合、リフレクタからの中央出射ビームにおいて最下部から最上部までの強度を減少させる傾向がある。これらの変化は２つの主要な方法を使用して低減される。１つの方法はビームの弱い端部を廃棄するか遮蔽することであり、前記ビーム強度の約 30% を削除する。第２の方法はレーザレンズ内でビームを修正することである。拡大の垂直軸および水平軸に沿って、レーザレンズは中心の最も近くを送出される放射を次第に拡大して強度線束を低減し、端部の最も近くで放射を次第に縮小して強度線束を増大する。わずかに、付加のレーザレンズは次第に放射を拡大および縮小し上向き投影の影響を補償する。全体として、 $\pm 20\%$ よりも良好な垂直ビーム強度をかなり容易に達成することができる。

20

【 0 1 1 4 】

装置の構成での重要な配慮事項は種々の光学構成要素を横切るビームのアラインメントである。システムは、製作公差、および温度変化や湿度の変動から生じる変化を含めて、ミスアラインメントを引き起こす種々の要因に対応することができなければならない。起こりうるミスアラインメントに適応する原理方法は、初めに放射されたビームの一部分だけを必要とするように検出器を配置すること、およびビームが各段階にわたって発散するように配置し、それに続いて、起こりうる局所的ミスアラインメントを許容するようにビームを各段階でトリミングまたは過剰対応することである。好ましい実施形態では、レーザダイオードおよびレンズは、放射源リフレクタに会うところで約 2 mm の厚さに達する発散ビームを放射するように配置される。放射源リフレクタのファセットは約 6 mm の幅であり、各側に 2 mm の十分な位置許容度がある。リフレクタは、ファセットがレーザレンズを出た同じ程度の小さい発散の約 2 mm の厚さであるビームを反射するように水平軸にわたって拡大しない面で配置される。この発散によりビームは検出リフレクタに交差するときまでに約 10 mm の厚さに達する。検出リフレクタのファセットは約 6 mm の幅であり、２つのリフレクタ間のミスアラインメントが両側で 2 mm を超えなければ 10 mm 幅の入射ビームを 6 mm 幅の出射ビームに効率的に低減する。ミスアラインメントが 2 mm を超える場合、出射ビームはその量だけ 6 mm の規厚さを低減することになる。例えば、放射源リフレクタと検出リフレクタとの間の 5 mm のミスアラインメントでは、検出器の方に反射される 3 mm 幅のビームが依然としてあることになる。検出リフレクタも面が継続的に同じ程度の小さい発散の約 6 mm の厚さまでであるビームを反射するように水平軸にわたって拡大しないファセットで配置される。これによりビームは検出器の領域に達するときまでに約 8 mm までの厚さに達する。検出手段は検出器窓の前に配置された狭い垂直スリットを含む遮蔽手段を備えている。好ましい実施形態では、これは検出器窓の前面の近くに配置された 1 mm 幅のスリットを有する。 $\pm 1\text{ mm}$ 位置許容差が検出手段内で許

30

40

50

容される場合、検出リフレクタからの3 mmの入射ビームは十分であろう。前述のように、これは放射源リフレクタと検出リフレクタとの間の ± 5 mmの位置許容差に対応し、提案した装置で容易に制御される。垂直方向の許容差制御は類似の方法で達成され、ビーム高さがビーム幅よりもはるかに大きいため容易に達成される。

【0115】

厚さ1 mmの提案した最終遮蔽体を使用すると、ビームの活性部分の厚さはその全長に沿って実質的に1 mmまで低減される。これにより、厚さが最小で端部鮮明度の良好な活性ビームが好都合に提供される。

【0116】

レーザレンズは射出成形ポリマー構成要素として形成された小さい複合光学部品である。それはレーザ出力の前に配置され、一体成形フランジによって正確に位置合わせして保持されるか、またはレンズ成形品に取り付けられる。レンズは種々の形態を想定することができ、一般的な構成は、円柱の凹面多項形態の第1の表面、および円柱の凸非球面または環状形態の第2の表面の2つの面を有する。適切なポリマー材料は、水吸収特性が低いシクロオレフィンポリマーまたはシクロオレフィン共ポリマーを含んでいる。

【0117】

リフレクタは、単一成分ポリマー射出成形品として製造し、レーザレンズと類似のポリマー材料で生成することができる。リフレクタの本体は放射手段および検出手段の全長を通っている。リフレクタの本体は、汚れにくくするのを助け、容易にきれいに拭くことができるプレー領域に面する装置の平坦な表面を含むのが好都合である。図に示されていないが、成形リフレクタは剛性を薄い材料厚さに与える従来の方法で補強リブが付けられている。リフレクタの反射表面は、必要に応じてビームを導きコリメートする水平に配置されたフレネルタイプ集光ファセットの垂直細片アレイを含んでいる。これらの垂直細片アレイの2つの拡大断面平面図が図13に示されている。細片とファセットは約6 mmの幅である。検出リフレクタ上のファセットは約1 mmの高さであり、実質的に平坦である。放射源リフレクタのファセットは約1 ~ 2 mmの高さであり、横断面で見たとき実質的に平坦であるが、垂直断面で見たとき曲がっている。平坦なリフレクタが使用された場合、コリメーション要件はファセットの高さが非常に小さいことを必要とするであろう。曲がったプロファイルにするとより大きなファセットを使用することができ、構成要素を低コスト射出成形によって生成することができる。検出リフレクタファセットは曲げる必要がなく、1 mmの高さで容易に生成することができる。ファセットの反射表面は材料の内側面として生成される。ファセットは背面に窪みを成形によって生成し、続いて反射表面を生成するように金属で被覆する。これは、反射表面の質が表面酸化またはスクラッチを受けることがある金属ではなくポリマー表面によって決定されるという利点を有する。アルミニウムなどの安価な金属被覆材料を使用することができる。ファセットによって反射されたときビームはポリマー材料の表面に入りかつ出なければならない、ビームが直角でない角度で入りかつ出する場合、屈折することになる。ファセットの方向の角度、およびレーザレンズからの入射ビームまたは検出器への出射ビームの角度は、そのような屈折効果に対応するように適切に配置される。リフレクタは、装置に容易に取付けおよび取外しを行うことができる低コスト交換可能構成要素として生成される。図は、放射源および偏向手段基盤でスロットを含む単なる概略の取付け構成を示している。実際の取付け方法は、確実に、リフレクタがその長さに沿って固定され、プレイング面に直角になるようにする。本発明のこの態様の代替の実施形態では、リフレクタは同等な集光レンズと取り替えられる。

【0118】

レーザダイオードは約1 mWの出力を有し、780 nmと1000 nmとの間の近赤外線波長で放射を放射する。その発散は一般に $30^\circ \times 80^\circ$ FWHMである。検出器は可視光線をブロックするフィルタを持つフォトダイオードである。その入口窓は約 2.5×2.5 以上である。それは、窓に入る関連する放射量に比例する電子出力を生成する。レーザダイオードおよびフォトダイオードは、任意の放射源からのストレイ信号がどの非整

10

20

30

40

50

合検出器によっても受け入れられないように整合対でパルス変調される。変調は不要な周囲放射が検出器によって受け入れられないようにもする。変調はレーザダイオードおよびフォトダイオードに対する整合した電子駆動によって達成される。

【 0 1 1 9 】

放射アレイブロックは正確な位置合わせでレーザダイオードおよびレーザレンズを保持する精密ポリマー射出成形品を含んでいる。同様に、検出器アレイブロックは正確な位置合わせでフォトダイオードを保持する精密ポリマー射出成形品を含んでいる。検出器アレイブロックは、好都合には成形中に直接形成された遮蔽スロットを持つ検出器遮蔽手段を含むこともできる。黒いポリマー材料を使用すると遮蔽を助けるであろう。遮蔽手段は図 10 ~ 図 12 に誇張された縮尺で示されており、実際にはフォトダイオード窓の近くに配置される。放射アレイブロックおよび放射源リフレクタは共通の放射手段基盤に取り付けられている。同様に、検出器アレイブロックおよび検出リフレクタは両方とも共通の検出手段基盤に取り付けられている。放射手段基盤および検出手段基盤は、装置の幅にまたがる基盤またはフレームによって共通位置合わせで保持される。

【 0 1 2 0 】

ビームがプレーイング面のレベルの下の方放射源からおおよび検出器に反射される構成は、以下のものを含む種々の利点を提供する。第 1 に、交換可能なリフレクタを使用すると、種々のタイプのショットに対して異なる高さの放射手段および検出手段の使用が可能になり、それによって、必要とされているもののみに高さの目障りが減らされる。第 2 に、交換可能なリフレクタを使用すると、プレーヤーの最も近くにある放射手段および検出手段を、種々のタイプのショットによって必要とされるようにプレーヤーとボールとの間の位置に関連して変更することができる。第 3 に、リフレクタ以外のすべての構成要素をプレーの領域から離して置く。これはいくつかの利点を有する。リフレクタは比較的目立たない大部分透明な細い構成要素である。それらは重さも軽く、クラブで打たれた場合に容易に外れるように構成され、それによって、たとえ間違っても破損または負傷の恐れがなくなっている。リフレクタは、間違っても破損された場合、容易に安価に交換できる低コスト交換可能構成要素として製作される。

【 0 1 2 1 】

次に図 10 を参照すると、これはドライブショットに適した構成を示しており、ボールはティー上に置かれ、プレーイング面上の約 30 mm まで持ち上げられている。図は、通常のショットの全範囲にわたってクラブおよびボールの移動を測定する装置が必要とする最も高いリフレクタ細片の高さを示している。随意に、リフレクタ構成要素はその長さに沿ってこの高さを保持することができ、または個々のリフレクタ細片の高さが必要とするように上端部の高さを変えて生成することができる。図 10 に示したリフレクタは、ティー上に持ち上げられていないショットである広範囲のグラウンドショットにわたってクラブおよびボールの移動も十分に測定するであろう。偶然に、ドライブショット用のティー上に持ち上げられたボールが必要とする付加的なリフレクタの高さは、ボールがより高く打上げられることがある場合およびクラブがボールに対して非常に急峻な下方アプローチを描くことがある場合のグラウンドショットが必要とする付加的な高さと整合する。したがって、1 組のリフレクタがパッティングショット以外のほとんどすべてのショットを含むショットのすべてに使用することができる。すべてのグラウンドショットおよびプレーイング面上を 30 mm までティーされたすべてのドライブショットを測定する、構成が図に示したものと同様である装置で必要とされるリフレクタの高さの例は、以下のものによって与えられる。F 6 - B 6 および F 5 - B 5 のリフレクタ細片は約 75 mm の高さであり、F 4 - B 4、F 3 - B 3、および F 2 - B 2 のリフレクタ細片は約 40 mm の高さであり、F 1 - B 1 のリフレクタ細片は約 80 mm の高さである。ボールがプレーイング面上で 30 mm よりも高くティーされる場合、それに対応してより高いリフレクタ細片が使用される。レーザダイオードビームはすべてのリフレクタの高さを含むのに十分なサイズに構成され、リフレクタが交わり替えられるとき変更されない。

【 0 1 2 2 】

次に図 1 1 を参照すると、これはパッティングショットに適した構成を示している。パッティングショットは、プレーヤーが通常ボールの非常に近くに立ち、クラブヘッドの速度が比較的遅い点で他のゴルフショットと異なる。これらのショットに対応するのに、装置は状況に応じてボールの近くに第 2 の検出リフレクタ位置を備えている。非常に低いリフレクタの高さがパッティングショットでは必要とされ、一例が以下で与えられる。F 6 - B 6、F 5 - B 5、および F 4 - B 4 のリフレクタ細片は約 2 5 m m の高さであり、F 3 - B 3 および F 2 - B 2 のリフレクタ細片は約 4 0 m m の高さであり、F 1 - B 1 のリフレクタ細片は約 5 0 m m の高さである。

【 0 1 2 3 】

次に図 1 2 を参照すると、これは図 1 0 と類似の構成を示しているが、放射手段および検出手段は放射源リフレクタの高さを増加させることによって検出リフレクタの必要な高さを低くするように構成される。放射源リフレクタのファセットは、ビームが検出リフレクタの方に集束するように構成される。このシステムの利点は、それがプレーヤーとボールとの間に立っているリフレクタの必要な高さを低くし、それによってあり得る目障りを低減させることである。この利点は、集束ビームのより精巧な幾何学的配置に起因する、より高い放射源リフレクタおよび測定手段でのより複雑な計算の欠点と比較されることがある。

【 0 1 2 4 】

装置の測定手段は、一般的に既に説明した方法に従って、ビームからの信号をクラブおよびボールの移動特性に変換するように動作可能なプログラムされた電子プロセッサを含んでいる。既に説明したように、それはニューラルタイプの人工知能手段を有することができる。ビーム信号は 2 つの主要モードで検出される。これらのモードのうちの 1 つはビームの最初の遮断の記録された時間である。最初の遮断は、フォトダイオードからの電圧出力が定常状態レベルより下のわずかなプリセット量だけ下がったとき活性化するシュミット (S c h m i t t) トリガのようなアナログトリガを使用して達成される。アナログトリガを使用すると、従来の変換されたデジタル信号によって提供されるよりもはるかに高レベルの精度が提供される。最初の遮断の時間を使用して水平面に投影された移動特性を決定することができる。検出の第 2 のモードは、クラブまたはボールがビームを通過するときビームが不明瞭になる程度を測定すること、およびクラブまたはボールの最下部の垂直高さを引き続いて決定することである。これは、フォトダイオードからの出力信号を追跡し、その最低値を記録する高速電子方法を使用することによって達成される。この最低値は、ビームが遮断される前に存在した定常状態信号と比較される。その比較は、プロセッサメモリに記憶された予めプログラムされた 1 組の変換値を使用して垂直の高さに変換される。

【 0 1 2 5 】

第 2 の好ましい実施態様と呼ばれる本発明の代替の好ましい実施形態において、装置は次の点で第 1 の好ましい実施形態と異なる。放射手段および検出手段は、装置の同じ側、好ましくはプレーヤーの反対側に配置される。放射されたビームはブレイング面を横切り、検出手段で受信されるように同一経路に沿って、後ろに反射される。反射ファセットの複数の垂直アレイを有する共通の反射手段は、放射源およびレンズからの発散光を主要な動作ビームに導くこと、およびリターンビームを検出器の窓に落ちる収束光線に焦点を結ばせることの 2 つのタスクを行う。各ファセットの垂直アレイは放射源と検出器により共有されるが、それにそうでなければ、その配列は第 1 の好ましい実施形態の配列と同様である。付加の反射手段は装置の反対側に置かれる。それは、第 1 の好ましい実施形態の検出反射手段と類似の全体寸法であって、放射されたビーム群を遮断するのに十分な大きさである。それは、好ましい変形では、どんな光線も放射源の方へ正確に逆反射する光学コーナキューブアレイを密に包んだ逆反射面を有している。コーナキューブは互いに 9 0 度となる 3 つの反射面を持っている。逆反射体の方向は大して厳密ではない。逆反射リフレクタは、ポリマー射出成形として低い単位原価で生成することができる。その配列には、検出されたビームが放射されたビームの光路から分離されることが必要である。これは、

放射されたビームの経路のレーザレンズとリフレクタ手段間に、通常約50%の反射率を持つ傾斜角度の半反射ミラーを間に置くことにより実施することができる。リターンビームのほぼ半分は、反射された部分の適切な焦点に位置する検出器に向かって、放射源の光路から離れて反射される。放射手段および検出手段の要素は、要素間の位置的な登録を大いに支援することができる、共通のアレイブロックおよび基盤に好都合に取り付けることができる。

【0126】

第2の好ましい実施形態は、第1の好ましい実施形態に対し下記を含むいくつかの不利点がある。ビーム出力の約75%までが半反射ミラーで失われる可能性があるため、検出器で等しい信号強度を提供するためには、より高出力の放射源が必要である。プレーイング面上のビーム部は長さが2倍になり、それによりビーム内の不要な内部発散の範囲が増加する。

10

【0127】

第2の好ましい実施形態は、第1の好ましい実施形態に対し下記を含むいくつかの利点も持っている。放射手段と検出手段の間の位置的な整列は、逆反射リフレクタの比較的緩やかな位置公差により、および放射手段と検出手段の共通基盤上の接近した位置により、より良好に確保される。同じ逆反射リフレクタをボールの開始位置から異なる距離で使用することもでき、距離の変化は、異なるタイプのショットまたは異なるプレーヤーに適しているかもしれない。放射源と検出要素と一緒にまとめることは、装置をより低コストで、および装置の要素の迅速な組み立ておよび分解を容易にしてパッケージング、保管、および輸送を容易にする方法で製造することも可能にする。

20

【0128】

本発明のさらなる他の実施例において、12の放射源のアレイは、1つの共通の放射源、または2つの共通の変調された放射源と交換される。放射源は、最後のF6-B6ビームの検出地点の向こうで、プレーイング面の高さの随意の高さの、装置の検出手段側に配置される。放射源は、図8に示した放射リフレクタと同じように配置された放射リフレクタに向かって放射を放つ。共通の放射源および検出手段は、プレーヤーと反対の装置側に設置されるのが好ましい。リフレクタ上の反射ストリップのファセットは、図8に示したものと同様、幾何学的な方向で検出リフレクタの方へ放射を返すように配列される。ビーム信号は、第1の好ましい実施形態に関して説明した方法と類似の方法で検出される。放射源から始まる放射は、放射を選択的に反射ストリップに導き、放射リフレクタ領域を緊密に取り囲んでいるレンズにより焦点を結ばれてもよい。

30

【0129】

本発明は、ここに説明した特定の詳細な説明に限定されるものではなく、種々の修正および変更を、添付の方法および装置に関する請求の範囲で定義されているような本発明の範囲から逸脱することなく行うことができることが理解されるべきであろう。

【図面の簡単な説明】

【0130】

【図1】ビーム放射手段とビーム検出手段を含む、ゴルフクラブフェースおよびゴルフボールの運動特性を測定するのに好適な装置の検出領域の概略平面図を示している。

40

【図2】図1に示した装置の中央の到来領域の拡大図を示している。

【図3】この例において省略されているビーム対が他から間隔をおかれた交点を有することを除き、図2と類似した図を示している。

【図4】図2と類似した図を示しているが、クラブフェースの表示の中間点を通過する仮想の線を含んでいる。

【図5】図1に示した装置の中央の送出領域の拡大図を示している。

【図6】図1に示した装置の中央の送出領域の拡大図を示しているが、この例では1対の交差ビームのみを有している。

【図7】図1と類似した図を示しているが、送出側に付加のビーム対を持ち、ボールの所望の移動方向の線上にある交点で逆の角度であって、他のビームの交点から間隔をおかれ

50

た２つのビームを含んでいる。

【図８】図７に示した装置の概略平面図を示している。

【図９】図８に示した装置の概略切断平面図を示しており、プレイング面の真下の構成を示しているが、放射リフレクタおよび検出リフレクタはそのままにしてある。

【図１０】図８および９に示した装置のX - Xにおける側面断面図を示している。

【図１１】図１０と類似した図を示しているが、この例において、該構成はパッティングショットの移動特性の検出に適している。

【図１２】同様に、図１０と類似した図を示しているが、検出リフレクタは放射リフレクタよりも低い位置にある。

【図１３】図８に示した装置の右側下部隅を拡大して示している。同図は検出リフレクタの一部を含んでいる。 10

【符号の説明】

【０１３１】

- １ 装置
- ２ 放射手段
- ３ 検出手段
- ４ スタート静止位置のボール
- ５ 所望の飛行方向を示す線
- ６ ビーム
- ７ ビームの交点 20
- ８ 移動しているクラブフェースの表示
- ９ 移動しているボールの表示
- １０ プレイング面
- １１ 放射源および第１のレンズ
- １２ 放射リフレクタ
- １３ 放射アレイブロック
- １４ 放射手段基盤
- １５ 検出器
- １６ 検出リフレクタ
- １７ 検出遮蔽手段 30
- １８ 検出アレイブロック
- １９ 検出手段基盤
- ２０ 外側位置の検出リフレクタ基盤支持体
- ２１ 内側位置の検出リフレクタ基盤支持体
- ２２ リフレクタファセット
- ２３ リフレクタファセットの金属化表面

【図 9】

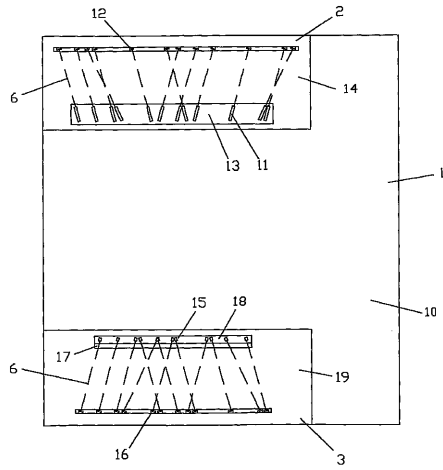


Figure 9

【図 10】

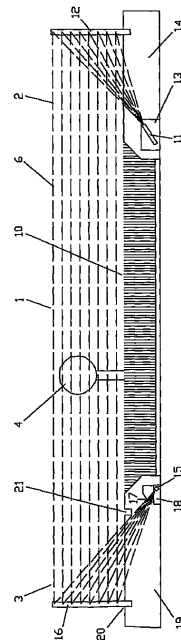


Figure 10

【図 11】

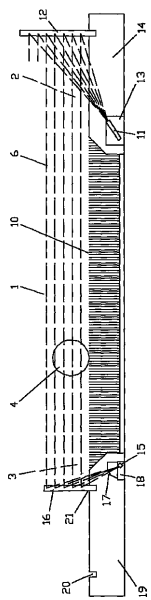


Figure 11

【図 12】

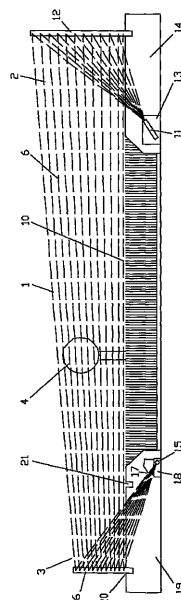


Figure 12

【図 13】

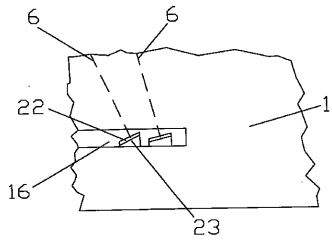


Figure 13

フロントページの続き

(74)代理人 100170634

弁理士 山本 航介

(72)発明者 ムーニー ブライアン フランシス

アイルランド カウンティー ダブリン ドゥンリアラ ティヴォリ ロード オークウッド 7

合議体

審判長 飯野 茂

審判官 関根 洋之

審判官 小林 紀史

(56)参考文献 特開平 8 - 1 1 7 3 7 8 (J P , A)

特開昭 5 9 - 1 5 1 9 7 3 (J P , A)

特公昭 6 3 - 2 9 5 5 0 (J P , B 2)

特開平 7 - 2 8 6 8 3 8 (J P , A)

特開昭 5 2 - 6 2 3 8 (J P , A)

米国特許第 4 8 7 2 6 8 7 (U S , A)

特表 2 0 0 3 - 5 0 3 1 2 1 (J P , A)

特表 2 0 0 2 - 5 0 9 7 8 0 (J P , A)

特開平 6 - 2 0 5 8 6 4 (J P , A)

特開平 4 - 2 7 9 8 0 5 (J P , A)

国際公開第 2 0 0 4 / 0 2 1 7 5 9 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01B11/00-11/30

G01P3/68

A63B69/36