	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0099501 (43) 공개일자 2016년08월22일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) A63B 24/00 (2006.01) A63B 69/36 (2006.01)	(71) 출원인 세이코 엡슨 가부시키키가이샤 일본 도쿄토 신주쿠구 신주쿠 4초메 1만 6고	
(52) CPC특허분류 A63B 24/00 (2013.01) A63B 24/0003 (2013.01)	(72) 발명자 사토 마사후미 일본국 나가노켄 스와시 오와 3초메 3반 5고 세이 코 엡슨 가부시키키가이샤 내	
(21) 출원번호 10-2016-0015881	가노 도시히코 일본국 나가노켄 스와시 오와 3초메 3반 5고 세이 코 엡슨 가부시키키가이샤 내 (뒷면에 계속)	
(22) 출원일자 2016년02월11일 심사청구일자 없음	(74) 대리인 특허법인태평양	
(30) 우선권주장 JP-P-2015-025692 2015년02월12일 일본(JP)		

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 운동 해석 방법, 운동 해석 장치 및 기억 장치

(57) 요약

운동 해석 장치는, 관성 센서의 출력을 이용하여, 임팩트에서의 운동구의 타격 방향(L4' 또는 L5)과, 임팩트에서의 운동구의 속도(V)를 특정하는 임팩트 해석부와, 타격 목표 방향이 설정된 좌표계에 타격 방향과 속도를 표시하는 표시부를 가진다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

A63B 24/0021 (2013.01)

A63B 24/0062 (2013.01)

A63B 69/36 (2013.01)

A63B 2024/0056 (2013.01)

A63B 2220/16 (2013.01)

A63B 2220/30 (2013.01)

(72) 발명자

고다이라 겐야

일본국 나가노켄 스와시 오와 3쵸메 3반 5고 세이
코 엡슨 가부시키키가이샤 내

노무라 가즈오

일본국 나가노켄 스와시 오와 3쵸메 3반 5고 세이
코 엡슨 가부시키키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

관성 센서의 출력을 이용하여,
 임팩트시에서의 운동구의 타격면의 각도와,
 상기 임팩트시에서의 상기 타격면의 속도를 특정하며,
 타격 목표 방향이 설정된 좌표계에,
 상기 타격면의 각도와,
 상기 속도를 대응지어 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 타격 목표 방향은,
 운동 개시전의 정지시(靜止時)에서의 운동구의 타격면에 대한 법선 방향을 투영면에 투영한 방향으로서 특정하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
 상기 좌표계는,
 상기 타격면의 각도를 상기 타격 목표 방향에 대한 각도로 나타내고,
 상기 속도의 크기를 길이로 나타내는 극(極)좌표계인 것을 특징으로 하는 운동 해석 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 좌표계에서, 평면에서 본 상기 운동구를 나타내는 화상을, 상기 타격면의 각도로 설정하여 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
 상기 좌표계에서 상기 타격 목표 방향을 포함하는 목표 영역을 다른 영역과 구별하여 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,
 상기 타격면의 각도가 상기 목표 영역으로부터 벗어난 정도를, 상기 목표 영역을 따른 영역을 나타내는 단위의 배수(倍數)로 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 방법.

청구항 7

청구항 5에 있어서,
 상기 타격면의 각도가 특정된 운동 횟수에 대해서, 상기 타격면의 각도가 상기 목표 영역에 들어간 횟수의 비율

을 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

과거에 특정된 상기 타격면의 각도 및 상기 속도의 좌표 위치를, 금회(今回) 특정된 상기 타격면의 각도 및 상기 속도의 좌표 위치와는 구별하여 상기 좌표계에 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 타격면의 각도 및 상기 속도 중 적어도 일방의 편차를 나타내는 통계값을 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 관성 센서의 출력을 이용하여,

상기 임팩트시에서의 상기 타격면의 자세를 특정하고,

상기 임팩트시에서의 상기 타격면의 이동 방향을 상기 타격면의 이동 벡터에 근거하여 특정하며,

상기 이동 방향을 투영면에 투영한 방향을 상기 타격면의 각도로 특정하고,

상기 타격면의 각도와 직교하는 면에 대한 상기 임팩트시에서의 타격면의 각도를 특정하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 방법.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 타격면의 각도가 영인 타격 목표 방향이 설정된 극좌표계에,

상기 임팩트시에서의 상기 타격면의 상기 타격면의 각도와 상기 속도를 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 방법.

청구항 12

관성 센서의 출력을 이용하여,

임팩트시에서의 운동구의 타격면의 각도, 및 상기 임팩트시에서의 상기 운동구의 속도를 특정하는 임팩트 해석 부와,

타격 목표 방향이 설정된 좌표계에, 상기 타격면의 각도, 및 상기 속도를 대응지어 표시하는 표시부를 포함하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 장치.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 타격 목표 방향은,

운동 개시전의 정지시에서의 운동구의 타격면에 대한 법선 방향을 투영면에 투영한 방향으로서 특정하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 장치.

청구항 14

청구항 12에 있어서,

상기 좌표계는,

상기 타격면의 각도를 상기 타격 목표 방향에 대한 각도로 나타내고,
상기 속도의 크기를 길이로 나타내는 극좌표계인 것을 특징으로 하는 운동 해석 장치.

청구항 15

청구항 12에 있어서,
상기 좌표계에서, 평면에서 본 상기 운동구를 나타내는 화상을, 상기 타격면의 각도로 설정하여 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 장치.

청구항 16

청구항 12에 있어서,
상기 좌표계에서 상기 타격 목표 방향을 포함하는 목표 영역을 다른 영역과 구별하여 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 장치.

청구항 17

청구항 16에 있어서,
상기 타격면의 각도가 상기 목표 영역으로부터 벗어난 정도를, 상기 목표 영역을 따른 영역을 나타내는 단위의 배수로 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 장치.

청구항 18

청구항 16에 있어서,
상기 타격면의 각도가 특정된 운동 횟수에 대해서, 상기 타격면의 각도가 상기 목표 영역에 들어간 횟수의 비율을 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 장치.

청구항 19

청구항 12에 있어서,
과거에 특정된 상기 타격면의 각도 및 상기 속도의 좌표 위치를, 금회 특정된 상기 타격면의 각도 및 상기 속도의 좌표 위치와는 구별하여 상기 좌표계에 표시하는 것을 특징으로 하는 운동 해석 장치.

청구항 20

임팩트시에서의 운동구의 타격면의 각도, 및 상기 임팩트시에서의 상기 운동구의 속도를 특정하는 순서와,
타격 목표 방향이 설정된 좌표계에, 상기 타격면의 각도, 및 상기 속도를 대응지어 표시하는 순서를 컴퓨터에 실행시키는 운동 해석 프로그램이 기억되어 있는 것을 특징으로 하는 기억 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 운동 해석 방법 및 그 장치 및 운동 해석 프로그램 등에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 특허 문헌 1에서는, 골프 클럽에 3축의 가속도 센서와 3축의 자이로(gyro) 센서를 장착하고, 이들 센서의 출력을 이용하여 스윙을 해석하는 장치가 제안되어 있으며, 이 장치를 이용하면 카메라가 불필요하게 되어 편리성이 향상된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1 : 일본특허공개 제2008-73210호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 골프 클럽 중 특히 골프 퍼터(putter)를 이용할 때에는, 컵인(cup in, 홀인(hole in))시키기 위해서 방향성과 거리감의 쌍방이 요구된다. 그러나, 관성 센서를 이용하여 방향성과 거리감의 쌍방을 확인하는 유효한 스윙 해석 장치는 제공되어 있지 않다.

[0005] 본 발명의 몇 개의 형태는, 관성 센서를 이용하여 방향성과 거리감의 재현성이 뛰어난 운동 해석 방법 및 그 장치 및 운동 해석 프로그램을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] (1) 본 발명의 일 형태는, 관성 센서의 출력을 이용하여, 임팩트시에서의 운동구의 타격면의 각도와, 상기 임팩트시에서의 상기 타격면의 속도를 특정하며, 타격 목표 방향이 설정된 좌표계에, 상기 타격면의 각도와, 상기 속도를 대응지어 표시하는 운동 해석 방법에 관한 것이다.

[0007] 본 발명의 일 형태에 의하면, 임팩트시의 타격면의 각도와 속도는, 타구의 방향성과 거리감에 상관이 있는 것을 감안하여, 임팩트시의 타격면의 각도와 속도를 동일 좌표계에 표시하고 있다. 운동구의 스윙 운동마다 임팩트시에서의 타격 목표 방향에 대한 타격 방향의 어긋남과 속도를 확인함으로써, 타구의 방향성과 거리감을 재현하는 정확성을 몸에 익힐 수 있다.

[0008] (2) 본 발명의 일 형태에서는, 상기 타격 목표 방향은, 운동 개시전의 정지시(靜止時)에서의 운동구의 타격면에 대한 법선 방향을 투영면에 투영한 방향으로서 특정할 수 있다. 여기서, 임팩트시의 타격 방향은, 임팩트시에서의 운동구의 타격면에 대한 법선 방향을 투영면에 투영한 방향으로 가정해도 괜찮지만, 운동구의 타격면은 이동 방향에 수직이라고는 할 수 없고, 타격면이 닫히거나 열리거나 하는 경우가 있다. 운동구의 타격면의 이동 벡터에 근거하여, 임팩트시에서의 운동구의 타격면의 이동 궤적을 따라서 타격 방향을 특정하는 것이 정확하게 된다. 또, 타격 목표 방향은, 미리 설정된 기지(既知)의 고정 방향으로 해도 좋지만, 고정된 방향을 항상 목표 방향이라고는 할 수 없다. 따라서, 임팩트시 또는 정지시의 타격면으로부터 타격 방향을 특정함으로써, 의식과 행동의 어긋남을 파악하기 쉽게 된다.

[0009] (3) 본 발명의 일 형태에서는, 상기 좌표계는, 상기 타격면의 각도를 상기 타격 목표 방향에 대한 각도로 나타내고, 상기 속도의 크기를 길이로 나타내는 극(極)좌표계로 할 수 있다. 극좌표계로 함으로써, 타격 방향의 각도와 속도의 크기를 시인(視認)하기 쉽게 된다.

[0010] (4) 본 발명의 일 형태에서는, 상기 좌표계에서, 평면에서 본 상기 운동구를 나타내는 화상을, 상기 타격면의 각도로 설정하여 표시할 수 있다. 이렇게 하면, 특히 타격면의 방향과 타격 목표 방향과의 어긋남을 시인함으로써, 타격 방향의 어긋남의 원인을 보다 인식하기 쉽게 된다.

[0011] (5) 본 발명의 일 형태에서는, 상기 좌표계에서 상기 타격 목표 방향을 포함하는 목표 영역을 다른 영역과 구별하여 표시할 수 있다. 이렇게 하면, 목표가 선(線)이 아니라 존(zone)이 되므로, 목표 달성률이 올라 심리적으로 편하게 되어, 운동 연습 효과의 향상을 도모할 수 있다.

[0012] (6) 본 발명의 일 형태에서는, 상기 타격면의 각도가 상기 목표 영역으로부터 벗어난 정도를, 상기 목표 영역을 따른 영역을 나타내는 단위의 배수(倍數)로 표시할 수 있다. 예를 들면, 운동구로서 골프 퍼터인 예를 들면, 목표 영역을 따른 영역을 나타내는 단위는 컵의 크기가 되며, 예를 들면 2컵 어긋났다고 표시함으로써, 목표와의 어긋남을 인식하기 쉽게 된다.

[0013] (7) 본 발명의 일 형태에서는, 상기 타격면의 각도가 특정된 운동 횟수에 대해서, 상기 타격면의 각도가 상기 목표 영역에 들어간 횟수의 비율을 표시하는 것할 수 있다. 이렇게 함으로써, 목표 달성률을 수치로서 인식시켜, 운동 연습 효과를 정량적으로 고지할 수 있다.

[0014] (8) 본 발명의 일 형태에서는, 과거에 특정된 상기 타격면의 각도 및 상기 속도의 좌표 위치를, 금회(今回) 특정된 상기 타격면의 각도 및 상기 속도의 좌표 위치와는 구별하여 상기 좌표계에 표시할 수 있다. 이렇게 함으

로써, 반복 운동을 실시한 경우의 연습 효과의 유무를 시각적으로 인식할 수 있다.

- [0015] (9) 본 발명의 일 형태에서는, 상기 타격면의 각도 및 상기 속도 중 적어도 일방의 편차를 나타내는 통계값을 표시할 수 있다. 이들 편차는, 예를 들면 표준 편차를 이용하여 산출할 수 있다. 타격면의 각도 및 속도 중 적어도 일방의 편차를 나타내는 통계값을 표시함으로써, 타구의 방향성과 거리감의 재현성을 평가하기 쉽게 된다.
- [0016] (10) 본 발명의 일 형태에서는, 상기 관성 센서의 출력을 이용하여, 상기 임팩트시에서의 상기 타격면의 자세를 특정하고, 상기 임팩트시에서의 상기 타격면의 이동 방향을 상기 타격면의 이동 벡터에 근거하여 특정하며, 상기 이동 방향을 투영면에 투영한 방향을 상기 타격면의 각도로 특정하고, 상기 타격면의 각도와 직교하는 면에 대한 상기 임팩트시에서의 타격면의 각도(스퀘어도(square度))를 특정할 수 있다. 스퀘어도는, 임팩트시의 타격면에 의한 타격 방향(스윙 방향)에 대해서 타격면이 직교하고 있는 경우에 영이 되고, 비(非)직교일 때의 어긋남각을 인식할 수 있다.
- [0017] (11) 본 발명의 일 형태에서는, 상기 타격면의 각도가 영인 타격 목표 방향이 설정된 좌표계에, 상기 임팩트시에서의 상기 타격면의 상기 타격면의 각도와 상기 속도를 표시할 수 있다. 이렇게 하면, 타격 목표 방향(스퀘어도=0)에 대한 타격 방향의 어긋남을 스퀘어도로서 시각적으로 인식할 수 있다.
- [0018] (12) 본 발명의 다른 형태는, 관성 센서의 출력을 이용하여, 임팩트시에서의 운동구의 타격면의 각도, 및 상기 임팩트시에서의 상기 운동구의 속도를 특정하는 임팩트 해석부와, 타격 목표 방향이 설정된 좌표계에, 상기 타격면의 각도, 및 상기 속도를 대응지어 표시하는 표시부를 포함하는 운동 해석 장치에 관한 것이다. 본 발명 장치는, 상술한 본 발명 방법을 바람직하게 실시할 수 있다.
- [0019] (13) 본 발명의 또 다른 형태는, 임팩트시에서의 운동구의 타격면의 각도, 및 상기 임팩트시에서의 상기 운동구의 속도를 특정하는 순서와, 타격 목표 방향이 설정된 좌표계에, 상기 타격면의 각도, 및 상기 속도를 대응지어 표시하는 순서를 컴퓨터에 실행시키는 운동 해석 프로그램이 기억되어 있는 기억 장치에 관한 것이다. 여기서, 프로그램은, 본 발명 방법이 실시되는 운동 해석 장치의 기억 장치에 내장시키든지, 혹은 서버 또는 기억 매체로부터 운동 해석 장치의 기억 장치에 인스톨할 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명에 따르면, 운동구의 스윙 운동마다 임팩트시에서의 타격 목표 방향에 대한 타격 방향의 어긋남과 속도를 확인함으로써, 타구의 방향성과 거리감을 재현하는 정확성을 몸에 익힐 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 골프 스윙 해석 장치의 구성을 개략적으로 나타내는 개념도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 관한 연산 처리 회로의 구성을 개략적으로 나타내는 블록도이다.
- 도 3의 (A)는 제1 어긋남각(θ_1)(절대 페이스각(face角))을, 도 3의 (B)는 제2 어긋남각(θ_2)(스퀘어도(square度))을, 도 3의 (C)는 히트 포인트(hit point)로부터의 어긋남량(δ)을 각각 나타내는 도면이다.
- 도 4의 (A)는 제3 어긋남각(θ_3)(델타(delta)-로프트각(loft角)) 및 임팩트 속도(V)를, 도 4의 (B)는 제4 어긋남각(θ_4)(어택각(attack角))을, 도 4의 (C)는 스윙 폭(L)을 각각 나타내는 도면이다.
- 도 5는 해석 화면의 초기 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 6은 도 5에서 「Direction」이 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 7은 도 6에서 「FACE」가 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 8은 도 5 또는 도 6에서 「Histogram」이 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 9는 도 6~도 8에서 「SQUARE」가 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 10은 도 9에서 「Histogram」이 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 11은 스위트 스폿(sweet spot)으로부터의 타격 위치의 어긋남량을 나타내는 표시 화면의 도면이다.
- 도 12는 도 5에서 「Stroke」가 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 13은 도 12에서 「SPAN-BACK」이 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.

- 도 14는 도 12 또는 도 13에서 「Histogram」이 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 15는 도 12~도 14에서 「SPEED」가 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 16은 도 15에서 「Histogram」이 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 17은 도 5에서 「Rising」이 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 18은 도 17에서 「DELTA-LOFT」가 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 19는 도 17 또는 도 18에서 「Histogram」이 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 20은 도 17~도 19에서, 「ATTACK」이 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 21은 도 20에서 「Histogram」이 선택된 후의 해석 화면을 나타내는 도면이다.
- 도 22는 스윙 궤적 상의 자세의 검출 동작을 설명하는 플로우 차트이다.
- 도 23은 클럽 헤드의 페이스면 상의 수평 방향으로 떨어져 설정되는 제1, 제2 계측점을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 24는 제1 어긋남각($\theta 1$)(절대 페이스각)과 제2 어긋남각($\theta 2$)(스퀘어도)를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 25는 컵 단위로 컵인(cup in, 홀인(hole in)) 비율을 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 26은 샤프트 장축 둘레의 각속도(角速度)와 타점 측정값과의 상관을 나타내는 도면이다.
- 도 27은 도 26에 기재된 데이터로부터 구해지는 관계식을 나타내는 도면이다.
- 도 28은 백 스윙의 스윙 폭을 투영면에 투영하는 표시예를 나타내는 도면이다.
- 도 29는 클럽 헤드의 페이스면 상의 수직 방향으로 떨어져 설정되는 제1, 제2 계측점을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 30은 제3 어긋남각($\theta 3$)(델타-로프트각)과 제4 어긋남각($\theta 4$)(어택각)을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명의 일 실시 형태를 설명한다. 또, 이하에 설명하는 본 실시 형태는, 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 내용을 부당하게 한정하는 것이 아니고, 본 실시 형태에서 설명되는 구성 모두가 본 발명의 해결 수단으로서 필수라고는 할 수 없다.
- [0023] (1) 골프 클럽 해석 장치의 구성
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 골프 스윙 해석 장치(운동 해석 장치)(11)의 구성을 개략적으로 나타낸다. 골프 스윙 해석 장치(11)는 예를 들면 관성 센서(12)를 구비한다. 관성 센서(12)에는 가속도 센서 및 자이로(gyro) 센서가 조립된다. 가속도 센서는 서로 직교하는 3축 방향으로 개개로 가속도를 검출할 수 있다. 자이로 센서는 서로 직교하는 3축(x, y, z)의 각 축 둘레로 개별로 각속도(角速度)를 검출할 수 있다. 관성 센서(12)는 검출 신호를 출력한다. 검출 신호로 개개의 축마다 가속도 및 각속도는 특정된다. 가속도 센서 및 자이로 센서는 비교적으로 정밀도 좋게 가속도 및 각속도의 정보를 검출한다. 관성 센서(12)는 골프 클럽(운동구)(13)에 장착된다. 골프 클럽 예를 들면 골프 퍼터(putter)(13)는 샤프트(13a) 및 그립(13b)을 구비한다. 그립(13b)이 손으로 쥐어진다. 그립(13b)은 샤프트(13a)의 축에 동축(同軸)으로 형성된다. 샤프트(13a)의 선단에는 클럽 헤드(13c)가 결합된다. 바람직하게는, 관성 센서(12)는 골프 클럽(13)의 샤프트(13a) 또는 그립(13b)에 장착된다. 관성 센서(12)는 골프 클럽(13)에 상대 이동 불가능하게 고정되면 좋다.
- [0025] 여기서, 관성 센서(12)를 장착함에 있어서 관성 센서(12)의 검출축의 하나(z축)는 샤프트(13a)의 축에 맞추게 된다. 관성 센서(12)의 검출축의 다른 하나(x축)는, 클럽 헤드(13c)의 솔(sole)(접지면)을 수평하게 한 상태에서의 페이스면(face面)(타격면)(13c1)과 수직인 방향(페이스 법선 방향)을 수평면에 투영한 방향에 맞추게 된다. 페이스면은 연직면으로는 한정되지 않고, 연직면에 대해서 경사져 있으므로, 페이스 법선 방향을 수평면에 투영한 방향을 x축으로 하고 있다. y축은, x축 및 z축에 직교한다. x, y, z축에서 센서 좌표계 $\sum xyz$ 가 정의된다.
- [0026] 골프 스윙 해석 장치(11)는 연산 처리 회로(14)를 구비한다. 연산 처리 회로(14)에는 관성 센서(12)가

접속된다. 접속함에 있어서 연산 처리 회로(14)에는 소정의 인터페이스 회로(15)가 접속된다. 이 인터페이스 회로(15)는 유선으로 관성 센서(12)에 접속되어도 좋고 무선으로 관성 센서(12)에 접속되어도 괜찮다. 연산 처리 회로(14)에는 관성 센서(12)로부터 검출 신호가 공급된다.

[0027] 연산 처리 회로(14)에는 기억 장치(16)가 접속된다. 기억 장치(16)에는 예를 들면 골프 스윙 해석 소프트웨어 프로그램(운동 해석 프로그램)(17) 및 관련하는 데이터를 격납할 수 있다. 연산 처리 회로(14)는 골프 스윙 해석 소프트웨어 프로그램(17)을 실행하여 골프 스윙 해석 방법을 실현한다. 기억 장치(16)에는 DRAM(다이나믹 랜덤 액세스 메모리)나 대용량 기억 장치 유닛, 불휘발성 메모리 등이 포함될 수 있다. 예를 들면 DRAM에는, 골프 스윙 해석 방법을 실시함에 있어서 예를 들면 서버로부터 다운로드되어 일시적으로 골프 스윙 해석 소프트웨어 프로그램(17)이 유지된다. 혹은, 하드 디스크 구동장치(HDD) 등의 대용량 기억 장치 유닛에, 데이터와 함께 골프 스윙 해석 소프트웨어 프로그램(17)이 데이터와 함께 보존되어도 괜찮다. 불휘발성 메모리에는 BIOS(기본 입출력 시스템) 등의 비교적 소용량의 프로그램이나 데이터가 격납된다.

[0028] 기억 장치(16)에는, 골프 클럽(13)의 사양을 나타내는 클럽 사양 정보, 센서 장착 위치 정보 등이 기억된다. 예를 들면, 사용자가 입력 장치(21)를 조작하여 사용하는 골프 클럽(13)의 제품 번호를 입력(혹은, 제품 번호 리스트로부터 선택)하고, 기억 장치(16)에 미리 기억되어 있는 제품 번호마다의 사양 정보(예를 들면, 샤프트의 길이, 중심(重心)의 위치, 페이스각, 로프트각 등의 정보 등) 중, 입력된 제품 번호의 사양 정보를 클럽 사양 정보로 한다. 혹은, 센서 유닛(12)을 결정된 소정 위치(예를 들면, 그림으로부터 20cm의 거리 등)에 장착하는 것으로서, 해당 소정 위치의 정보가 센서 장착 위치 정보로서 미리 기억되어 있어도 괜찮다. 운동 조건으로서, 예를 들면 골프 퍼터의 경우에는, 어드레스(address) 위치로부터 컵(cup, 홀(hole))까지의 거리, 컵의 크기, 잔디의 속도 등이 입력 장치(21)를 매개로 하여 기억 장치(16)에 기억된다.

[0029] 연산 처리 회로(14)에는 화상 처리 회로(18)가 접속된다. 연산 처리 회로(14)는 화상 처리 회로(18)에 소정의 화상 데이터를 보낸다. 화상 처리 회로(18)에는 표시 장치(19)가 접속된다. 접속을 함에 있어서 화상 처리 회로(18)에는 소정의 인터페이스 회로(도시되지 않음)가 접속된다. 화상 처리 회로(18)는, 입력되는 화상 데이터에 따라 표시 장치(19)에 화상 신호를 보낸다. 표시 장치(19)의 화면에는 화상 신호로 특징되는 화상이 표시된다. 또, 연산 처리 회로(14) 또는 화상 처리 회로(18)는, 센서 좌표계 Σ_{xyz} 의 좌표 공간을, 실(實)공간(3차원 공간)인 절대 기준 좌표계 Σ_{XYZ} (예를 들면 X-Z평면은 수평면, X-Y평면은 연직면)로 변환할 수 있다. 표시 장치(19)에는 액정 디스플레이, 그 외의 플랫 패널 디스플레이 등이 이용되며, 절대 기준 좌표계 Σ_{XYZ} 에서의 3차원 화상 또는 2차원 화상으로서 표시된다. 여기에서는, 연산 처리 회로(14), 기억 장치(16) 및 화상 처리 회로(18)는 예를 들면 컴퓨터 장치로서 제공된다.

[0030] 연산 처리 회로(14)에는 입력 장치(21)가 접속된다. 입력 장치(21)는 적어도 알파벳 키 및 텐 키(ten key)를 구비한다. 입력 장치(21)로부터 문자 정보나 수치 정보가 연산 처리 회로(14)에 입력된다. 입력 장치(21)는 예를 들면 키보드로 구성되면 좋다. 표시 장치, 컴퓨터 장치 및 키보드의 조합은 예를 들면 스마트폰이나 태블릿 등의 휴대 단말로 치환되어도 괜찮다.

[0031] (2) 연산 처리 회로의 개요

[0032] 도 2는 일 실시 형태에 관한 연산 처리 회로(14)의 구성을 개략적으로 나타낸다. 연산 처리 회로(14)는 스윙 위치 좌표 검출부(50), 속도 검출부(60), 어드레스(정지(靜止) 해석부(70), 임팩트 해석부(80), 평면시(平面視) 방향 해석부(90), 히트 포인트(hit point) 해석부(100), 정면시(正面視) 방향 해석부(110), 스트로크 해석부(스윙 폭 해석부)(120), 스코어 해석부(130) 및 통계 해석부(140) 등을 구비할 수 있다. 운동 해석 장치의 그레이드(grade)에 따라 해석부(90 ~120) 중 하나 또는 복수를 생략해도 좋다.

[0033] 스윙 위치 좌표 검출부(50)는, 스윙 개시 위치(어드레스 위치)로부터 스윙 터닝(turning) 위치(튕 위치), 타격 위치(임팩트 가상(假想) 수직면 위치), 스윙 종료 위치(피니쉬inish) 위치)에 이르는 스윙 중의 클럽 헤드(13c)의 좌표를 검출한다.

[0034] 속도 검출부(60)는, 관성 센서(12)로부터의 출력을 이용하여 예를 들면 임팩트시에서의 클럽 헤드(13c)의 속도(V)를 검출한다(도 4의 (B) 참조). 어드레스 해석부(70)는, 어드레스시(정지시)에서의 클럽 헤드(13c)의 페이스면(13c1)의 자세나 위치를 해석한다. 임팩트 해석부(80)는, 임팩트시에서의 클럽 헤드(13c)의 페이스면(13c1)의 자세나, 임팩트 부근에서의 페이스면(13c1)의 궤적을 해석한다.

[0035] 평면시 방향 해석부(90)는, 평면에서 본 클럽 헤드(13c)의 방향을 해석한다. 평면시 방향 해석부(90)는, 도 3의 (A)에 나타내는 바와 같이, 임팩트시에서의 페이스면(13c1)과, 타격 목표 방향(타겟 라인 방향 : 예를 들면 어드

레스시의 페이스면(13c1)의 법선 방향을 X-Z평면에 투영한 방향)에 대한 가상 수직면(13c2)과의 제1 어긋남각(절대 페이스각)($\Theta 1$)과, 도 3의 (B)에 나타내는 바와 같이, 임팩트시에서의 페이스면(13c1)과, 페이스면(13c1)의 이동 궤적에 접하는 임팩트시의 접선 방향(스윙 라인 방향 또는 타구 방향)에 대한 가상 수직면(13c3)과의 제2 어긋남각(스퀘어도(square度))($\Theta 2$) 중 적어도 일방을 해석한다.

[0036] 히트 포인트 해석부(100)는, 도 3의 (C)에 나타내는 바와 같이, 페이스면(13c1)에 설정한 가상 기준 위치 P0로부터의 임팩트시에서의 볼(22)의 히트 포인트(타격 위치)의 어긋남량(δ)을, 샤프트(13a) 둘레의 각속도로부터 해석한다.

[0037] 정면시 방향 해석부(110)는, 골프(운동구를 조작하는 유저)와 정면으로 마주 대하는 정면시에서의 클럽 헤드(13c)의 방향을 해석한다. 정면시 방향 해석부(110)는, 도 4의 (A)에 나타내는 바와 같이, 임팩트시에서의 페이스면(13c1)의 연직면에 대한 경사각(실제의 로프트각)과 기준 경사각(예를 들면 퍼터(13)의 규격값인 로프트각)이며, 도 4의 (A)에서는 거의 연직면으로서 그리고 있음)과의 제3 어긋남각($\Theta 3$)(텔타-로프트각)과, 연직면에 투영된 페이스면(13c1)의 이동 궤적에 접하는 임팩트시의 접선 방향(스윙 라인 방향)과, 연직면에 투영된 타겟 방향(타격 목표 방향)이 이루는 제4 어긋남각($\Theta 4$)(어택각(attack角)) 중, 적어도 일방을 해석한다.

[0038] 스트로크 해석부(스윙 폭 해석부)(120)는, 스윙 위치 좌표 검출부(50)로부터의 2개의 위치(제1 위치 및 제2 위치)의 좌표에 근거하여, 스윙 궤적 상의 제1 위치로부터 제2 위치까지의 스윙 폭을 특정한다. 예를 들면, 도 4의 (C)에 나타내는 바와 같이, 어드레스 위치(제1 위치)로부터 스윙 터닝 위치(제2 위치)까지의 스트로크(스윙 폭)를 해석한다.

[0039] 스코어 해석부(130)는, 도 3의 (A)~도 4의 (C)에 나타내는 복수의 스윙 해석 데이터(어긋남각($\Theta 1 \sim \Theta 4$), 어긋남량(δ), 스윙 폭(L), 속도(V))의 각각에 대한 스코어(퍼포먼스 스코어)나, 복수의 스윙 해석 데이터 중으로부터 선택된 데이터를 가중치를 부여하여 계산한 스코어(총합 퍼포먼스 스코어)를 해석한다. 통계 해석부(140)는, 복수의 스윙 해석 데이터의 각각에 대해서, 축적된 데이터로부터 통계값(총 횟수, 평균값, 표준 편차 등)을 해석한다.

[0040] (3) 표시 장치에서의 표시예

[0041] (3-1) 초기 화면

[0042] 도 5는, 표시 장치(19)에 표시되는 스윙 해석 데이터의 예를 들면 초기 화면의 일례를 나타내는 도면이다. 도 5에서, 초기 화면의 상단부에는 유저명(user名), 일시(日時), 퍼터의 종류(L-멀릿(mullet)), 컵까지의 거리(10ft), 잔디의 속도(Slow)의 각 정보가 표시된다. 또, 초기 화면의 중앙에는, 예를 들면 어드레스 위치로부터 스윙 터닝 위치까지의 스윙 궤적이 퍼터(13)를 나타내는 화상(복수 위치)과 함께 표시된다. 또, 스윙 궤적은 절대 기준 좌표계의 X-Y평면(연직 평면)에 투영된 화상이다. 스윙 궤적 화상 영역의 하부 좌측의 검은 삼각표는 재생 버튼이다. 재생 버튼이 조작되면, 재생 버튼의 우측의 타임 시크 바(seek bar)가, 좌측으로부터 우측으로 이동하고, 스윙 궤적 화상 영역에 퍼터(13)를 나타내는 화상이 퍼터(13)의 이동에 따라 복수 위치에 순차적으로 추가 표시된다. 타임 시크 바의 이동 영역의 상측의 흰색 삼각은, 왼쪽으로부터 순서대로, 어드레스, 톱, 임팩트, 피니쉬의 위치를 나타낸다. 타임 시크 바를 조작하여, 관심이 있는 위치를 지지하여 정지시킬 수도 있다. 초기 화면의 중앙 좌측에는, 스코어 해석부(130)에서 해석된 퍼포먼스 스코어(예를 들면 100점)가 표시된다. 초기 화면 하란부(下欄部)에는, Direction(평면시 방향 해석 데이터), Hitpoint(히트 포인트 해석 데이터), Stroke(스트로크 해석 데이터) 및 Rising(정면시 방향 해석 데이터)가, 해석 데이터와 함께 표시된다. 초기 화면의 하란부의 4개의 표시 영역 중 어느 하나를 터치하면, 선택된 해석 데이터의 상세가 표시된다.

[0043] (3-2) 개별 해석 데이터의 화면

[0044] (3-2-1) Direction

[0045] 도 6~도 10은, 초기 화면에서 「Direction」이 선택되었을 때 이후에 표시되는 화면예를 나타내고 있다. 도 7은, 하나의 스윙의 평면시 방향 해석 데이터의 표시 화면의 일례를 나타내고 있다. 도 6은, 초기 화면에서 「Direction」이 선택되었을 때에 표시되는 화면이다. 도 6에서는, 도 2의 평면시 방향 해석부(90)에서의 해석 데이터에 근거하여, 제1 어긋남각($\Theta 1$)(도 3의 (A)에 나타내는 바와 같이, 임팩트시에서의 페이스면(13c1)과, 타격 목표 방향(타겟 라인 방향)에 대한 가상 수직면(13c2)과의 어긋남각: 절대 페이스각)으로서, 3.4도가 확대되어 강조 표시되어 있다.

[0046] 도 6의 화면 중앙과, 도 6의 「FACE」를 선택했을 때의 화면인 도 7에는, 임팩트시에서의 퍼터(13)의 페이스면

(13c1)에 대한 법선 방향을 투영면(수평면)에 투영한 타격 방향과, 임팩트시에서의 퍼터(13)의 클럽 헤드(13c)의 속도가, 타격 목표 방향이 설정된 좌표계에 표시된다. 이 좌표계로서, 예를 들면 극(極)좌표계가 표시된다. 극좌표계의 하나의 축인 각도축에서, 0도의 방향이 타격 목표 방향이다. 특정된 타격 방향이 극좌표계에서, 퍼터(13)의 클럽 헤드(13c)를 나타내는 화상의 페이스면(13c1)과 직교하는 방향으로 연장하는 선분으로서 표시된다. 또, 극좌표계의 하나의 축인 각도축에서, 0도의 방향을 항상 타격 방향으로서 표시해도 좋다.

[0047] 또, 극좌표계의 각도축 상의 각도는, 실제의 각도 보다도 크게 과장되어, 예를 들면 ± 5 도의 각도 범위가 90도 이상의 각도 범위로 과장하여 그려져 있다. 타격 목표 방향에 대한 타격 방향의 어긋남을 시인(視認)하기 쉽게 하기 위함이다. 극좌표계의 다른 하나의 축은 속도축이다. 퍼터(13)의 클럽 헤드(13c)를 나타내는 화상의 페이스면으로부터 연장하는 타격 방향을 나타내는 선분의 종점 위치가, 임팩트시에서의 클럽 헤드(13c)(페이스면(13c1))의 속도를 나타낸다.

[0048] 본 실시 형태에서는, 임팩트시의 페이스면(13c1)의 타격 방향과 속도는, 타구의 방향성과 거리감에 상관이 있는 것을 감안하여, 임팩트시의 페이스면(13c1)의 타격 방향과 속도를 동일 좌표계에 표시하고 있다. 퍼터(13)의 스윙 운동마다 임팩트시에서의 타격 목표 방향에 대한 타격 방향의 어긋남과 속도를 확인함으로써, 타구의 방향성과 거리감을 재현하는 정확성을 몸에 익힐 수 있다. 여기서, 임팩트시의 타격 방향은, 임팩트시에서의 페이스면(13c1)에 대한 법선 방향을 투영면에 투영한 방향으로 할 수 있다. 페이스면(13c1)은 연직면과 평행한 것으로 한정되지 않고 연직면에 대해서 경사져 있는 것도 있으므로, 페이스면(13c1)에 대한 법선 방향을 투영면(수평면)에 투영한 방향을 타격 방향으로 가정할 수 있다. 타격 방향의 특정에 대해 후술하지만, 페이스면(13c1)의 이동 벡터에 근거하여 임팩트시의 타격 방향(페이스면의 이동 궤적에 대한 임팩트시의 접선 방향)을 특정할 수도 있다.

[0049] 또, 타격 목표 방향은, 스윙 운동 개시전의 어드레스시(정지시)에서의 페이스면(13c1)에 대한 법선 방향을 투영면에 투영한 방향으로 특정할 수 있다. 타격 목표 방향은, 미리 설정된 기지(既知)의 고정 방향으로 해도 좋지만, 스윙 운동마다 스윙 운동 개시전의 정지시에서의 페이스면(13c1)의 방향으로부터 특정함으로써, 의식과 행동의 어긋남을 파악하기 쉽게 할 수 있다.

[0050] 또, 도 6 및 도 7에 나타내는 극좌표계에 평면에서 본 퍼터(13)를 나타내는 화상을, 페이스면(13c1)을 타격 방향의 방향에 설정하여 표시함으로써, 특히 타격면의 방향과 타격 목표 방향과의 어긋남을 시인함으로써, 타격 방향의 어긋남의 원인을 보다 인식하기 쉽게 된다.

[0051] 게다가, 도 6 및 도 7에 나타내는 극좌표계에서 타격 목표 방향(0도)을 포함하는 예를 들면 ± 1 도의 목표 영역을 다른 영역과 구별하여 표시할 수 있다. 이렇게 하면, 목표가 선(線)이 아니라 존(zone)이 되므로, 목표 달성이 올라 심리적으로 편하게 되어, 운동 연습 효과의 향상을 도모할 수 있다. 또, 퍼터(13)의 경우에는, 목표 영역은 어드레스 위치로부터 컵 중심(中心)까지의 거리 L과, 컵의 반경 R에 의해, 목표선으로부터의 각도 범위로서 구할 수 있다. 예를 들면, $R=5.4\text{cm}$, $L=155.4\text{cm}$ 로 하면, $\pm \arcsin(R/L) = \pm 1.9$ 도가 된다.

[0052] 게다가, 도 6 및 도 7에 나타내는 극좌표계에서, 과거에 특정된 타격 방향 및 속도에 의해 정해지는 좌표 위치(도 6 및 도 7에서는 5개의 좌표 위치)를, 금회 특정된 타격 방향 및 속도의 좌표 위치와는 구별하여 표시할 수 있다. 이렇게 함으로써, 반복 운동을 실시한 경우의 연습 효과의 유무를 시각적으로 인식할 수 있다.

[0053] 도 6 또는 도 7의 화면 좌측 아래의 「Histogram」을 선택하면, 도 6 또는 도 7 내지 도 8의 화면으로 전환된다. 도 8에 나타내는 화면의 하단에는, 도 2의 통계 해석부(140)에서의 해석 데이터에 근거하여, 예를 들면 타격 방향의 분포를 나타내는 히스토그램이 표시된다. 도 8에 나타내는 바와 같이, 이 히스토그램 중에, 금회 측정된 타격 방향의 위치도 표시할 수 있다.

[0054] 도 6~도 8에서, 화면 우측 위의 「SQUARE」의 란을 선택하면, 도 9의 화면으로 전환된다. 도 9에서는, 화면 우측 위의 「SQUARE」의 란에, 도 2의 평면시 방향 해석부(90)에서의 해석 데이터에 근거하여, 임팩트시에서의 클럽 헤드(13c)의 제2 어긋남각($\Theta 2$)(스퀘어도 : 도 3의 (B) 참조)으로서 -0.2 도가 확대되어 강조 표시된다. 게다가, 도 8의 화면 중앙은, 극좌표계의 각도축이 스퀘어도($\Theta 2$)의 각도축으로 변경된다. 극좌표계의 각도축에서 스퀘어도($\Theta 2=0$ 도)의 위치가 목표 방향이 된다. 도 9에서는, 스퀘어도($\Theta 2=-0.2$ 도)의 위치에, 퍼터(13)를 나타내는 화상의 페이스면에 대한 법선이 표시된다. 이 경우에도, 도 9에 나타내는 바와 같이, 과거에 특정된 스퀘어도 및 속도에 의해 정해지는 좌표 위치(도 9에서는 5개의 좌표 위치)를, 금회 특정된 스퀘어도 및 속도의 좌표 위치와는 구별하여 표시할 수 있다.

[0055] 도 9의 화면 좌측 아래의 「Histogram」을 선택하면, 도 9 내지 도 10의 화면으로 전환된다. 도 10에 나타내는

화면 하란에는, 도 2의 통계 해석부(140)에서의 해석 데이터에 근거하여, 스쿼어의 속도의 분포를 나타내는 히스토그램이 표시된다. 도 10에 나타내는 바와 같이, 이 히스토그램 중에, 금회 측정된 스쿼어의 위치도 표시할 수 있다.

[0056] (3-2-2) Hitpoint

[0057] 도 11은, 초기 화면에서 「Hitpoint」가 선택되었을 때에 표시되는 화면의 일부를 나타내고 있다. 도 11에 나타내는 화면에는 클럽 헤드(13c)의 페이스면(13c1)이 나타내어지고, 도면 중의 세로선인 일점 쇄선 SS는, 골프 클럽(13)의 스위트 스폿을 나타내고 있다.

[0058] 도 11에 나타내는 동그라미는, 10회 스윙했을 때의 볼의 타격 위치를 나타내고 있다. 1개의 동그라미의 수평 방향에서의 직경은, 볼이 히팅(hitting)된 위치의 폭을 나타내고, 도 11의 예에서는 「5mm」의 폭으로 되어 있다. 즉, 동일 수직선 상에 있는 동그라미의 수는, 볼의 타격 위치의 빈도를 나타내고 있다. 예를 들면, 도 11의 예에서는, 타격 위치 「 $-5 \pm 2.5(\text{mm})$ 」의 빈도는, 「2회」인 것을 알 수 있다.

[0059] 사전으로 나타내어지는 동그라미가, 바로 전의 볼의 타구 위치를 나타내고 있다. 도 11의 예에서는, 바로 전의 볼의 타구 위치는, 「 $+1\text{mm}$ 」이므로, 사전으로 나타내어지는 동그라미는, 「 $0 \pm 2.5(\text{mm})$ 」의 계급(階級)으로 표시되어 있다. 또, 히트 포인트에 대해서도, 「Histogram」을 선택함으로써 도 8 또는 도 10과 동일한 히스토그램을 표시해도 좋다.

[0060] (3-2-3) Stroke

[0061] 도 12~도 16은, 초기 화면에서 「Stroke」가 선택되었을 때 이후에 표시되는 화면예를 나타내고 있다. 도 12는, 초기 화면에서 「Stroke」가 선택되었을 때의 하나의 스윙의 스트로크 해석 데이터의 표시 화면의 일례를 나타내고 있다. 또, 도 13은, 도 12의 화면에서 「SPAN-BACK」이 선택되었을 때의 화면을 나타내고 있다. 도 12 및 도 13에서는, 도 2의 스트로크(스윙 폭) 해석부(120)에서의 해석 데이터에 근거하여, 퍼터(13)의 백스윙의 스트로크(SPAN-BACK)로서 37cm가 확대되어 강조 표시되어 있다. 도 12 또는 도 13의 화면 좌측 아래의 「Histogram」을 선택하면, 도 12 또는 도 13 내지 도 14의 화면으로 전환된다. 도 14에 나타내는 화면 하란에는, 도 2의 통계 해석부(140)에서의 해석 데이터에 근거하여, 백스윙의 스트로크의 분포를 나타내는 히스토그램이 표시된다. 도 14에 나타내는 바와 같이, 이 히스토그램 중에, 금회 측정된 스트로크의 위치도 표시할 수 있다.

[0062] 도 12~도 14에서, 화면 우측 위의 「SPEED」의 란을 선택하면, 도 15의 화면으로 전환된다. 도 15에서는, 화면 우측 위의 「SPEED」의 란에, 도 2의 속도 검출부(60)에서의 해석 데이터에 근거하여, 임팩트시에서의 클럽 헤드(13c)의 속도로서 4.6m/s가 확대되어 강조 표시된다. 게다가, 도 15의 화면 중앙의 우측에는 속도 표시계가 표시된다. 도 15의 화면 좌측 아래의 「Histogram」을 선택하면, 도 15 내지 도 16의 화면으로 전환된다. 도 16에 나타내는 화면 하란에는, 도 2의 통계 해석부(140)에서의 해석 데이터에 근거하여, 임팩트시에서의 클럽 헤드(13c)의 속도의 분포를 나타내는 히스토그램이 표시된다. 도 16에 나타내는 바와 같이, 이 히스토그램 중에, 금회 측정된 속도의 위치도 표시할 수 있다.

[0063] (3-2-4) Rising

[0064] 도 17~도 21은, 초기 화면에서 「Rising」이 선택되었을 때 이후에 표시되는 화면예를 나타내고 있다. 도 17은, 초기 화면에서 「Rising」이 선택되었을 때의 하나의 스윙의 정면시 방향 해석 데이터의 표시 화면의 일례를 나타내고 있다. 도 18은, 도 17에 나타내는 화면의 「DELTA-LOFT」를 선택했을 때에 표시되는 화면이다. 도 17 및 도 18에서는, 도 2의 정면시 방향 해석부(110)에서의 해석 데이터에 근거하여, 도 4의 (A)에 나타내는 제3 어긋남각($\Theta 3$)(델타-로프트각: DELTA-LOFT)으로서 -0.8° 가 확대되어 강조 표시되어 있다.

[0065] 도 17 및 도 18의 화면 중앙에는, 기준 경사각으로부터의 어긋남각을 나타내는 각도 좌표계에, 특정된 경사각이 표시된다. 이 각도 좌표계에서, 0° 가 기준 경사각을 나타낸다. 골퍼(운동구를 사용하는 유저)와 정면으로 마주 대하는 방향인 정면시에서 퍼터(13)의 클럽 헤드(13c)를 나타내는 화상이 표시된다. 각도 좌표계에서, 특정된 경사각이 화상의 페이스면의 연장선으로서 표시된다. 도 17 및 도 18에서는, 특정된 경사각이 각도 좌표계의 중심선과 일치시켜 표시되고, 상술한 교차각분(分)만큼 기준 각도를 나타내는 위치가 교차각의 부호와 반대 방향으로 회전되어 표시되어 있다. 또, 각도 좌표계의 중심선을 기준 경사각(0°)과 일치시키고, 특정된 경사각을 나타내는 선을, 경사각만큼 경사각의 부호와 일치하는 방향으로 회전시켜 표시해도 좋다. 이와 같이, 동일 좌표계에 기준 경사각과 경사각을 표시하는 것에 의해서, 그들 차분(差分)을 시각적으로 인식할 수 있다.

[0066] 또, 각도 좌표계의 각도는, 실제의 각도 보다도 크게 과장되어, 1도의 각도 범위가 수배(數倍) 내지 십수배로

과장하여 그려져 있다. 기준 경사각에 대한 경사각의 어긋남을 시인하기 쉽게 하기 위함이다.

[0067] 게다가, 도 17 및 도 18에 나타내는 각도 좌표계에서 기준 경사각(0도)을 포함하는 예를 들면 ± 1 도의 목표 영역을 다른 영역과 구별하여 표시할 수 있다. 이렇게 하면, 목표가 선이 아니라 존이 되므로, 목표 달성률이 올라 심리적으로 편해져, 운동 연습 효과의 향상을 도모할 수 있다.

[0068] 게다가, 도 17 및 도 18에 나타내는 각도 좌표계에서, 과거에 특정된 경사각(도 17 및 도 18에서는 5개의 경사각)을, 금회 특정된 경사각과는 구별하여 표시할 수 있다. 이렇게 함으로써, 반복 운동을 실시한 경우의 연습 효과의 유무를 시각적으로 인식할 수 있다.

[0069] 도 17 또는 도 18의 화면 좌측 아래의 「Histogram」을 선택하면, 도 17 또는 도 18로부터 도 19의 화면으로 전환된다. 도 19에 나타내는 화면 하란에는, 도 2의 통계 해석부(140)에서의 해석 데이터에 근거하여, 경사각의 분포를 나타내는 히스토그램이 표시된다. 도 19에 나타내는 바와 같이, 이 히스토그램 중에, 금회 측정된 경사각의 위치도 표시할 수 있다.

[0070] 도 17~도 19에서, 화면 우측 위의 「ATTACK」의 란을 선택하면, 도 20의 화면으로 전환된다. 도 20에서는, 화면 우측 위의 「ATTACK」의 란에, 도 2의 정면시 방향 해석부(110)에서의 해석 데이터에 근거하여, 도 4의 (B)에 나타내는 임팩트시에서의 클럽 헤드(13c)의 제4 어긋남각(θ_4)(어택각)으로서 -7.6 도가 확대되어 강조 표시된다. 게다가, 도 20의 화면 중앙은, 각도 좌표계의 각도가 어택각의 각도축으로 변경된다. 각도 좌표계에서 어택각=0도인 위치가 화면 상에서 수평 위치에 설정되고, 이 0도가 기준 경사각이 된다. 도 20에서는, 어택각= -7.6 도인 위치에, 골퍼(운동구를 사용하는 유저)와 정면으로 마주 대하는 방향인 정면시에서 퍼터(13)를 나타내는 화상의 페이스면에 대한 법선이 표시된다. 이 법선에 의해, 특정된 경사각이 나타내어진다. 이 경우에도, 도 20에 나타내는 바와 같이, 과거에 특정된 어택각(도 20에서는 5개의 어택각)을, 금회 특정된 어택각과는 구별하여 표시할 수 있다.

[0071] 도 20의 화면 좌측 아래의 「Histogram」을 선택하면, 도 20 내지 도 21의 화면으로 전환된다. 도 21에 나타내는 화면 하란에는, 도 2의 통계 해석부(140)에서의 해석 데이터에 근거하여, 어택각의 분포를 나타내는 히스토그램이 표시된다. 도 21에 나타내는 바와 같이, 이 히스토그램 중에, 금회 측정된 어택각의 위치도 표시할 수 있다.

[0072] (4) 스윙 위치 좌표 검출부의 동작

[0073] 도 2에 나타내는 스윙 위치 좌표 검출부(50)에서의 연산에 대해 설명한다. 도 22는, 스윙 위치 좌표 검출부(50)에서 센서 유닛(12)의 자세(초기 자세~시각 N에서의 자세)를 계산하는 처리의 순서의 일례를 나타내는 플로우 차트 도면이다.

[0074] 도 22에 나타내는 바와 같이, 먼저, 스윙 위치 좌표 검출부(50)는, 시각 $t=0$ 으로서(S_1), 정지시의 3축 가속도 데이터로부터 중력가속도의 방향을 특정하고, 센서 유닛(12)의 초기 자세(시각 $t=0$ 의 자세)를 나타내는 쿼터니온(quaternion)(4원수) $p(0)$ 를 계산한다(S_2).

[0075] 3차원 좌표 위치는, 위치 벡터의 회전을 나타내는 쿼터니온 q 로서 다음의 식 (1)로 나타내어진다.

[0076] [수식 1]

$$q = (w, x, y, z) \cdots (1)$$

[0077]

[0078] 식 (1)에서, 대상으로 하는 회전의 회전각을 θ , 회전축의 단위벡터를(r_x , r_y , r_z)로 하면, w , x , y , z 는, 다음의 식 (2)로 나타내어진다.

[0079] [수식 2]

$$w = \cos \frac{\theta}{2}, x = r_x \cdot \sin \frac{\theta}{2}, y = r_y \cdot \sin \frac{\theta}{2}, z = r_z \cdot \sin \frac{\theta}{2} \cdots (2)$$

[0080]

[0081] 스윙 개시(어드레스)시의 시각 $t=0$ 에서는 센서 유닛(12)은 정지하고 있으므로 $\theta=0$ 으로 하여, 시각 $t=0$ 에서의 회전각을 나타내는 쿼터니온 $q(0)$ 는, 식 (2)에 $\theta=0$ 을 대입한 식 (1)로부터, 다음의 식 (3)과 같이 된다.

[0082] [수식 3]

$$q(0) = (1, 0, 0, 0) \cdots (3)$$

[0083]

[0084] 다음으로, 스윙 위치 좌표 검출부(50)는, 시각 t 를 $t+1$ 로 갱신한다(S3). 여기에서는, 시각 $t=0$ 이므로 시각 $t=1$ 로 갱신한다.

[0085] 다음으로, 스윙 위치 좌표 검출부(50)는, 시각 t 의 3축 각속도 데이터로부터, 시각 t 의 단위시간당의 회전을 나타내는 쿼터니온 $\Delta q(t)$ 를 계산한다(S4).

[0086] 예를 들면, 시각 t 의 3축 각속도 데이터를 $\omega(t) = [\omega_x(t), \omega_y(t), \omega_z(t)]$ 로 하면, 시각 t 에서 측정된 1샘플 당의 각속도의 크기 $|\omega(t)|$ 는, 다음의 식 (4)에서 계산된다.

[0087] [수식 4]

$$|\omega(t)| = \sqrt{\omega_x(t)^2 + \omega_y(t)^2 + \omega_z(t)^2} \cdots (4)$$

[0088]

[0089] 이 각속도의 크기 $|\omega(t)|$ 는, 단위시간당의 회전 각도로 되어 있기 때문에, 시각 t 의 단위시간당의 회전을 나타내는 쿼터니온 $\Delta q(t+1)$ 는, 다음의 식 (5)에서 계산된다.

[0090] [수식 5]

$$\Delta q(t) = \left(\cos \frac{|\omega(t)|}{2}, \frac{\omega_x(t)}{|\omega(t)|} \sin \frac{|\omega(t)|}{2}, \frac{\omega_y(t)}{|\omega(t)|} \sin \frac{|\omega(t)|}{2}, \frac{\omega_z(t)}{|\omega(t)|} \sin \frac{|\omega(t)|}{2} \right) \cdots (5)$$

[0091]

[0092] 여기에서는, $t=1$ 이므로, 스윙 위치 좌표 검출부(50)는, 시각 $t=1$ 의 3축 각속도 데이터 $\omega(1) = [\omega_x(1), \omega_y(1), \omega_z(1)]$ 로부터, 식 (5)에 의해, $\Delta q(1)$ 을 계산한다.

[0093] 다음으로, 스윙 위치 좌표 검출부(50)는, 시각 0으로부터 t 까지의 회전을 나타내는 쿼터니온 $q(t)$ 를 계산한다(S5). 쿼터니온 $q(t)$ 는, 다음의 식 (6)에서 계산된다.

[0094] [수식 6]

$$q(t) = q(t-1) \cdot \Delta q(t) \cdots (6)$$

[0095]

[0096] 여기에서는, $t=1$ 이므로, 스윙 위치 좌표 검출부(50)는, 식 (3)의 $q(0)$ 과 공정 S4에서 계산한 $\Delta q(1)$ 로부터, 식 (6)에 의해, $q(1)$ 을 계산한다.

[0097] 다음으로, 스윙 위치 좌표 검출부(50)는, $t=N$ 이 될 때까지 공정 S3~S5의 처리를 반복하고, $t=N$ 가 되면(S6가 YES), 공정 S2에서 계산한 초기 자세를 나타내는 쿼터니온 $p(0)$ 와 바로 전의 공정 S5에서 계산한 시각 $t=0$ 으로부터 N 까지의 회전을 나타내는 쿼터니온 $q(N)$ 으로부터, 시각 N 에서의 자세를 나타내는 쿼터니온 $p(N)$ 를 계산하고(S7), 처리를 종료한다.

[0098] 스윙 위치 좌표 검출부(50)는, 상술한 바와 같이 하여 취득된 자세 정보와, 센서 유닛(12)으로부터 클립 헤드(13c)(후술하는 제1, 제2 계측점(13d, 13e))까지의 거리 정보 등에 근거하여, 시각 $t=0$ 으로부터 시각 N 까지의 퍼터(13)의 클립 헤드(13c)의 절대 기준 좌표계에서의 좌표(X, Y, Z)를 구할 수 있다. 또, 도 2의 속도 검출부(60)는, 스윙 위치 좌표 검출부(50)에서 구해진 좌표 위치에 대해서, 관성 센서(12)로부터의 출력에 근거하여 속도를 검출할 수 있다.

[0099] (5) 해석부

[0100] (5-1) 제1 어긋남각($\Theta 1$), 제2 어긋남각($\Theta 2$) 및 속도(V)의 해석과 표시

[0101] 다음으로, 도 6~도 10에 나타내는 해석 화면의 생성에 관여하는 어드레스 해석부(70), 임팩트 해석부(80), 평면 시 방향 해석부(90), 통계 해석부(140) 및 화상 처리 회로(18)의 구성 및 동작에 대해서, 도 23~도 25를 참조하

여 설명한다. 먼저, 도 23을 참조하여, 클럽 헤드(13c)의 페이스면(13c1) 상의 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)에 대해 설명한다. 도 23에 나타내는 바와 같이, 페이스면(13c1)의 자세 및 위치를 특정하기 위해서, 페이스면(13c1) 상에는 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)이 설정된다. 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)은 서로 떨어진 위치에 배치된다. 여기에서는, 제1 계측점(13d)은 페이스면(13c1)의 힐(heel)측에 위치하고, 제2 계측점(13e)은 페이스면(13c1)의 토후(toe)측에 위치한다. 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)은, 바람직하게는 지면에 평행이고 페이스면(13c1)의 심(芯)(스위트 스팟)을 통과하는 페이스 라인(h) 상에 배치된다. 따라서, 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)을 서로 연결하는 선분(13f)은, 지면에 투영되었을 때에 페이스면(13c1)의 방향을 특정할 수 있다.

[0102] 도 2에 나타내는 바와 같이, 도 1의 연산 처리 회로(14)는 어드레스(정지) 해석부(70)와 임팩트 해석부(80)를 포함한다. 어드레스 해석부(70)는 자세 특정부(71) 및 위치 특정부(72)를 구비한다. 자세 특정부(71)는 정지시(즉 어드레스시)에 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 에서 페이스면(13c1)의 자세를 특정한다. 자세를 특정함에 있어서, 예를 들면 도 24에 나타내는 바와 같이, 자세 특정부(71)는 정지시의 제1 계측점(13d)의 좌표= $rh(0)$ 및 제2 계측점(13e)의 좌표= $rt(0)$ 를 제1 선분(L1)으로 서로 연결한다. 제1 선분(L1)에서 페이스면(13c1)의 자세는 특정된다. 이 때, 제1 선분(L1)은 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 내에서 Y축에 직교하는 수평면(X-Z평면: 지면에 평행하게 퍼지는 면)에 투영된다. 또, 정지시의 제1 계측점(13d)의 좌표= $rh(0)$ 및 제2 계측점(13e)의 좌표= $rt(0)$ 는, 스윙 위치 좌표 검출부(50)에서, 어드레스시 $t=0$ 에 대응하는 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)의 위치를 특정할 수 있다.

[0103] 위치 특정부(72)는 정지시에 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 내에서 페이스면(13c1)에 직교하는 제2 선분(L2)을 특정한다. 제2 선분(L2)은 제1 계측점(13d)= $rh(0)$ 에서 페이스면(13c1)에 수직하게 교차한다. 제2 선분(L2)을 특정함에 있어서 위치 특정부(72)는 제1 선분(L1)을 특정한다. 위치 특정부(72)는, 제1 계측점(13d)에서 제1 선분(L1)의 수직 방향으로 제2 선분(L2)을 설정한다. 제2 선분(L2)은 타격 목표 방향인 이른바 타겟 라인을 나타낸다. 이 때, 제2 선분(L2)은, 제1 선분(L1)과 마찬가지로, 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 내에서 Y축에 직교하는 수평면에 투영된다.

[0104] 임팩트 해석부(80)는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 자세 특정부(81), 궤적 특정부(82) 및 속도 특정부(63)를 구비한다. 자세 특정부(81)는 임팩트시에 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 에서 페이스면(13c1)의 자세를 특정한다. 자세를 특정함에 있어서, 예를 들면 도 24에 나타내는 바와 같이, 자세 특정부(81)는 임팩트시의 제1 계측점(13d)의 좌표= $rh(imp)$ 및 제2 계측점(13e)의 좌표= $rt(imp)$ 를 제3 선분(L3)으로 연결한다. 제3 선분(L3)에서 임팩트시의 페이스면(13c1)의 자세는 특정된다. 이 때, 제3 선분(L3)은 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 내에서 Y축에 직교하는 수평면에 투영된다. 또, 임팩트시의 제1 계측점(13d)의 좌표= $rh(imp)$ 및 제2 계측점(13e)의 좌표= $rt(imp)$ 는, 스윙 위치 좌표 검출부(50)에서, 임팩트시 $t=t_{imp}$ 에 대응하는 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)의 위치를 특정할 수 있다. 임팩트의 순간에 관성 센서(12)의 출력으로서, 예를 들면 특정의 방향으로 큰 가속도가 관찰된다. 이러한 가속도의 문턱값에 근거하여 임팩트시 $t=t_{imp}$ 는 특정된다.

[0105] 궤적 특정부(82)는 임팩트시에 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 에서 제1 계측점(13d)의 이동 궤적을 특정한다. 이동 궤적을 특정함에 있어서, 궤적 특정부(82)는, 도 24에 나타내는 바와 같이, 임팩트시에 제1 계측점(13d)의 위치 $rh(imp)$ 를 나타내는 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 상의 제1 좌표점(P1)과, 임팩트에 앞서는 샘플링점에서 제1 계측점(13d)의 위치 $rh(imp-1)$ 를 나타내는 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 상의 제2 좌표점(P2)을 특정한다. 여기에서는, 제2 좌표점(P2)에는 임팩트시 직전의 샘플링점이 할당되어진다. 제1 좌표점(P1)과 제2 좌표점(P2)은 제4 선분(L4)으로 서로 연결된다. 제4 선분(L4)의 방향과 길이는 이동 벡터의 방향과 크기를 나타낸다. 이 때, 전술과 마찬가지로, 제4 선분(L4)은 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 내에서 Y축에 직교하는 수평면에 투영된다. 수평면에 투영된 제4 선분(L4)이 연장하는 방향(L4') (이동 궤적에 대한 임팩트시의 접선 방향)이, 임팩트시에서의 올바른 타구 방향으로 정의된다.

[0106] 속도 특정부(63)는, 극좌표계에 절대 페이스각($\theta 1$) 또는 스퀘어도($\theta 2$)와 함께 표시되는, 임팩트시에서의 페이스면(13c1)의 속도를 특정한다. 임팩트시에서의 페이스면(13c1)의 속도는, 임팩트 위치에서의 가속도의 정보 등으로부터 구할 수 있다.

[0107] 평면시 방향 해석부(90)는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 제1 어긋남각 해석부(91) 및 제2 어긋남각 해석부(92)를 포함한다. 제1 어긋남각 해석부(91)는, 어드레스 해석부(70)의 위치 특정부(72) 및 임팩트 해석부(80)의 궤적 특정부(82)에 접속된다. 이 때, 제1 어긋남각 해석부(91)는, 예를 들면 궤적 특정부(82)에서 특정된 제4 선분(L4)의 연장선(L4')을 타구 방향으로 특정한다. 제1 어긋남각 해석부(91)는, 어드레스시에 페이스면(13c1)의

제1 계측점(13d)에서 페이스면(13c1)에 직교하는 제2 선분(L2)(타격 목표 방향 또는 타겟 라인과 평행)과, 임팩트시에 페이스면(13c1)의 제1 계측점(13d)에서 페이스면(13c1)에 직교하는 제4 선분(L4)의 연장선(L4')(올바른 타구 방향)과의 교차 각도(제1 어긋남각 : 절대 페이스각)(θ_1)를 산출한다. 제1 어긋남각 해석부(91)는, 어드레스 해석부(70)의 위치 특정부(72) 및 임팩트 해석부(80)의 자세 특정부(81)에 접속되어도 괜찮다. 이 경우, 제1 어긋남각 해석부(91)는, 자세 특정부(81)에서 특정된 제3 선분(L3)의 수직 방향으로, 가정으로서 타구 방향(L5)을 특정하게 된다. 제1 어긋남각 해석부(91)는, 어드레스시에 페이스면(13c1)의 제1 계측점(13d)에서 페이스면(13c1)에 직교하는 제2 선분(L2)(타격 목표 방향 또는 타겟 라인과 평행)과, 임팩트시에 페이스면(13c1)과 직교하는 타구 방향(L5)과의 교차 각도(제1 어긋남각 : 절대 페이스각)(θ_1)를 산출한다.

[0108] 제2 어긋남각 해석부(92)는, 임팩트 해석부(80)의 자세 특정부(81) 및 궤적 특정부(82)에 접속된다. 제2 어긋남각 해석부(92)는, 자세 특정부(81)에서 특정된 제3 선분(L3)의 수직 방향으로, 가정으로 하여 타구 방향(L5)을 특정한다. 즉, 상술한 바와 같이, 올바른 타구 방향(L4')이 이동 벡터(제4 선분(L4))의 연장선(이동 궤적에 대한 임팩트시에서의 접선 방향) 상에 설정되는데 대해, 실(實)자세의 페이스면(13c1)은 올바른 타구 방향(L4')과는 반드시 직교하지 않는 경우가 있다. 임팩트시에 페이스면(13c1)이 닫히거나 열리거나 하여 올바른 타구 방향(L4')과는 비(非)직교이기 때문이다. 제2 어긋남각 해석부(92)는, 올바른 타구 방향(L4')과 가상 타구 방향(L5)과의 교차각 θ_2 를 스쿼어도로서 특정한다. 스쿼어도(θ_2)는, 올바른 타구 방향(L4')에 대한 가상 수직면과, 임팩트시에서의 계측된 페이스면(13c1)과의 사이의 어긋남각을 나타낸다.

[0109] 통계 해석부(140)는, 절대 페이스각(θ_1), 스쿼어도(θ_2) 또는 임팩트시의 속도(V)의 편차를 나타내는 통계값을 산출할 수 있다. 통계 해석부(140)는, 히스토그램 생성부(141)를 가진다. 히스토그램 생성부(141)는, 도 8 또는 도 10에 나타내는 히스토그램용 데이터로서, 측정된 절대 페이스각(θ_1), 스쿼어도(θ_2) 또는 속도(V)를, 복수의 존으로 분류하고, 각 존에 포함되는 샘플수를 카운트한다. 또, 통계 해석부(140)는, 편차 해석부(142)를 가진다. 편차 해석부(142)는, 절대 페이스각(θ_1), 스쿼어도(θ_2) 또는 속도(V)의 전(全)샘플수에 대한 평균값, 표준 편차 등을 산출한다. 이렇게 하여, 절대 페이스각(θ_1), 스쿼어도(θ_2) 또는 속도(V)의 편차를 나타내는 통계값을 표시함으로써, 타구의 방향성과 거리감의 재현성을 평가할 수 있다.

[0110] 화상 처리 회로(18)는, 평면시 방향 해석부(90) 및 통계 해석부(140)로부터의 정보에 근거하여, 표시 장치(19)에 표시되는 도 6 내지 도 10에 나타내는 표시 정보를 생성할 수 있다. 이 외에, 화상 처리 회로(18)는, 평면시 방향 해석부(90)로부터의 정보에 근거하여, 타격 방향이 목표 영역으로부터 벗어난 정도를, 목표 영역을 따른 영역을 나타내는 단위의 배수(倍數)로 표시할 수 있다. 예를 들면, 골프 퍼터(13)의 예를 들면, 도 25에 나타내는 바와 같이, 목표 영역을 따른 영역을 나타내는 단위는 컵의 크기가 되며, 예를 들면 2컵 어긋났다고 표시함으로써, 목표와의 어긋남을 인식하기 쉽게 된다.

[0111] 화상 처리 회로(18)는, 통계 해석부(140)로부터의 정보에 근거하여, 타격 방향이 특정된 운동 횟수에 대해서, 타격 방향이 목표 영역에 들어간 횟수의 비율(예를 들면 46% 등)을 표시할 수 있다. 이렇게 함으로써, 목표 달성을 수치로서 인식시켜, 운동 연습 효과를 정량적으로 고지할 수 있다.

[0112] (5-2) 스위트 스폿으로부터의 어긋남량(δ)의 해석과 표시

[0113] 도 2에 나타내는 히트 포인트 해석부(100)는, 임팩트 시각 속도 취득부(101)와, 어긋남량 해석부(102)를 가진다. 임팩트 시각 속도 취득부(101)는, 관성 센서(12)의 출력으로부터 임팩트시에서의 클럽 샤프트(13a)의 장축(센서 좌표계의 z축) 둘레의 각속도를 취득한다. 어긋남량 해석부(102)는, 취득된 각속도로부터 도 3의 (C)에 나타내는 히트 포인트로부터의 어긋남량(δ)을 해석한다.

[0114] 여기서, 클럽 샤프트(13a)의 장축(센서 좌표계의 z축) 둘레의 각속도(GyroZ)와, 페이스면(13c1)의 수평 방향에서의, 스위트 스폿으로부터의 타격 위치의 어긋남량(δ)과의 관계를 도 26에 나타낸다. 도 26에 의하면, 나타내는 GyroZ가 「-114.6(rad/s)」일 때, 스위트 스폿으로부터의 타구 위치의 어긋남량은 「8(mm)」이었음을 알 수 있다. 도 27은, 도 26의 관계를 그래프화한 도면이다. 도 27에 나타내는 그래프의 가로축은 각속도를 나타내고, 세로축은 타격 위치의 어긋남량을 나타낸다. 도 27에 상관관계는 1차식으로 나타낼 수 있다. 1차식의 계수(係數)와 절편(切片)은, 회귀(回歸) 분석에 의해 구할 수 있고, 도 27의 예의 경우, 1차식은, 다음의 식(7)로 나타내어진다.

[0115] $y = -0.0604x + 2.4944 \dots (7)$

[0116] 기여율(奇與率)은, 「 $R^2 = 0.8954$ 」이다.

[0117] 이 식(7)은 미리 산출되어, 기억 장치(16)에 기억된다. 이것에 의해, 어긋남량 해석부(102)는, 관성 센서(12)

와 기억 장치(16)로부터의 정보에 근거하여 스위트 스폿으로부터의 타격 위치의 어긋남량(δ)을 산출할 수 있다.

[0118] 통계 해석부(140)는, 어긋남량(δ)의 편차를 나타내는 통계값을 산출할 수 있다. 히스토그램 생성부(141)는, 도 8 또는 도 10과 마찬가지로 하여, 측정된 어긋남량(δ)을 복수의 존으로 분류하고, 각 존에 포함되는 어긋남량(δ)의 샘플수를 카운트한다. 편차 해석부(142)는, 어긋남량(δ)의 전샘플수에 대한 평균값, 표준 편차 등을 산출한다. 이렇게 하여, 어긋남량(δ)의 편차를 나타내는 통계값을 표시할 수 있다.

[0119] 화상 처리 회로(18)는, 히트 포인트 해석부(100) 및 통계 해석부(140)로부터의 정보에 근거하여, 표시 장치(19)에 표시되는 도 11에 나타내는 표시 정보를 생성할 수 있다.

[0120] 화상 처리 회로(18)는, 통계 해석부(140)로부터의 정보에 근거하여, 어긋남량(δ)이 특정된 운동 횟수에 대해서, 어긋남량(δ)이 목표 영역(예를 들면 스위트 스폿으로부터 $\pm 5\text{mm}$)에 들어간 횟수의 비율을 표시할 수 있다. 이렇게 함으로써, 목표 달성률을 수치로서 인식시켜, 운동 연습 효과를 정량적으로 고지할 수 있다.

[0121] (5-3) 스윙 폭의 해석과 표시

[0122] 다음으로, 도 12~도 16에 나타내는 스트로크(스윙 폭)(L)의 해석 및 표시에 대해 설명한다. 스트로크(스윙 폭) 해석부(120)는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 위치 판정부(121) 및 스트로크(스윙 폭) 판정부(122)를 가질 수 있다. 위치 판정부(121)는, 스윙 폭의 시점(始点)인 제1 위치와, 스윙 폭의 종점(終点)인 제2 위치를, 관성 센서(12)로부터의 출력 등에 근거하여 판정한다. 본 실시 형태에서는, 제1 위치는 어드레스 위치이므로, $t=0$ 에 대응하는 위치를 지정할 수 있다. 제2 위치는 스윙 터닝 위치이며, 이 위치는 예를 들면 절대 기준 좌표계의 X축 방향(백스윙 방향)의 가속도의 부호가 완전히 전환되는 위치를 지정할 수 있다. 위치 판정부(121)는, 타격 위치(임팩트 위치)도 판정할 수 있다. 임팩트의 순간에 관성 센서(12)의 출력으로서, 예를 들면 특정의 방향으로 큰 가속도가 관찰된다. 이러한 가속도의 문턱값에 근거하여 임팩트의 순간은 특정된다. 속도 검출부(60)는, 제1 위치로부터 제2 위치까지의 위치 및 임팩트 위치에서의 가속도의 정보 등으로부터, 각 위치에서의 클럽 헤드(13c)의 속도를 구할 수 있다.

[0123] 스트로크(스윙 폭) 판정부(122)는, 제1 위치(어드레스 위치)로부터 제2 위치(스윙 터닝 위치)까지 스윙 궤적 상을 더듬어 가는 길의 길이를 스윙 폭(L)으로서 산출할 수 있다. 제1 위치로부터 제2 위치까지는 다수의 샘플링된 좌표 위치가 취득되어 있으므로, 미소(微小) 피치로 샘플링된 서로 이웃하는 좌표 위치 사이의 3차원 공간의 거리를 적산(적분)함으로써, 길의 길이를 거의 정확하게 산출할 수 있다.

[0124] 이것을 대신하여, 스트로크(스윙 폭) 판정부(122)는, 투영면(예를 들면 절대 기준 좌표계의 연직 X-Y평면)에 투영된 제1 위치와 제2 위치와의 수평축 X의 좌표간의 거리를 구함으로써, 제1 위치로부터 제2 위치까지 스윙 폭(L)을 구할 수 있다. 골퍼에 따라서는, 백스윙의 스윙 폭(L)은, 보다 정확한 길의 스윙 폭 보다도 오히려, 백스윙 방향으로 뻗는 길이(즉 투영된 좌표간의 거리)를 취함으로써 충분하기 때문이다. 도 28에, 제1 위치와 제2 위치와의 수평축(X)의 좌표간의 거리가 가로축 상에 나타내어져 있다. 도 28에서는 또, 절대 기준 좌표계의 연직(X-Y) 평면에 투영된 제1 위치와 제2 위치와의 연직축(Y)의 좌표간의 거리가 세로축 상에 나타내어져 있다. 다만, 연직축(Y)의 좌표간의 거리는 생략해도 좋다.

[0125] 통계 해석부(140)는, 스윙 폭(L)의 편차를 나타내는 통계값을 산출할 수 있다. 히스토그램 생성부(141)는, 도 14 또는 도 16에 나타내는 히스토그램용 데이터로서, 측정된 스윙 폭 또는 속도를, 복수의 존으로 분류하고, 각 존에 포함되는 샘플수를 카운트한다. 또, 통계 해석부(140)의 편차 해석부(142)는, 스윙 폭(L) 또는 속도(V)의 전샘플수에 대한 평균값, 표준 편차 등을 산출한다. 이렇게 하여, 스윙 폭(L)이나 속도(V)의 편차를 나타내는 통계값을 표시함으로써, 타구의 도달 거리에 따른 운동구구의 스윙 폭(L)이나 속도(V)의 재현성을 평가할 수 있다.

[0126] 화상 처리 회로(18)는, 정면시 방향 해석부(110) 및 통계 해석부(140)로부터의 정보에 근거하여, 표시 장치(19)에 표시되는 도 17 내지 도 21에 나타내는 표시 정보를 생성할 수 있다. 이 외에, 화상 처리 회로(18)는, 통계 해석부(140)로부터의 정보에 근거하여, 제3 어긋남각(θ_3) 또는 제4 어긋남각(θ_4)이 특정된 운동 횟수에 대해서, 제3 어긋남각(θ_3) 또는 제4 어긋남각(θ_4)이 목표 영역(예를 들면 $\theta_3=\theta_4=\pm 1^\circ$)에 들어간 횟수의 비율(예를 들면 48% 등)을 표시할 수 있다. 이렇게 함으로써, 목표 달성률을 수치로서 인식시켜, 운동 연습 효과를 정량적으로 고지할 수 있다.

[0127] 화상 처리 회로(18)는, 스트로크(스윙 폭) 해석부(120) 및 통계 해석부(140)로부터의 정보에 근거하여, 표시 장치(19)에 표시되는 도 4 내지 도 7에 나타내는 표시 정보를 생성할 수 있다. 특히, 도 13에서 복수의 위치에 표

시되는 퍼터(13)를 나타내는 화상의 표시 피치는, 속도 검출부(60)에서 구해진 스윙 속도가 빠른 기간에서는 짧고, 스윙 속도가 느린 기간에서는 길게 할 수 있다. 또, 퍼터(13)를 나타내는 화상은, 소정 시간마다(복수 샘플링 데이터마다) 한 개 표시할 수 있다. 그것에 의해, 퍼터(13)의 스윙 폭 및 스윙 속도의 쌍방을 시각적으로 인식할 수 있다.

[0128] 화상 처리 회로(18)는, 도 13에서 복수의 위치에 표시되는 퍼터(13)를 나타내는 화상을, 퍼터(13)의 스윙 이동에 따라 스윙 이동에 동기(同期)시켜 순차적으로 표시할 수 있다. 그것에 의해, 퍼터(13)의 스윙 폭을 동적으로 시인할 수 있다.

[0129] 또, 스윙 폭(L)의 시점인 제1 위치와 제2 위치는, 상술한 어드레스 위치와 스윙 터닝 위치로 설정하는 것에 한정되지 않는다. 제1 위치/제2 위치의 조합으로서, 다운 스윙의 스윙 폭(L)을 규정하는 스윙 터닝 위치/임팩트 위치나, 팔로우 스루(follow through)의 스윙 폭을 규정하는 임팩트 위치/스윙 종료 위치나, 스윙 전체의 스윙 폭(L)을 규정하는 스윙 개시 위치/스윙 종료 위치로 해도 좋다. 이들 스윙 폭(L)도, 백스윙의 스윙 폭과 상관이 있으며, 예를 들면 골프 퍼터나, 아이언 클럽의 하프 스윙에서, 거리감을 재현성 좋게 체감하는 것에 기여할 수 있다.

[0130] (5-4) 제3 어긋남각(θ_3) 및 제4 어긋남각(θ_4)의 해석과 표시

[0131] 다음으로, 도 17~도 21에 나타내는 제3 어긋남각(θ_3)(델타-로프트각) 또는 제4 어긋남각(θ_4)(어택각)의 해석 화면의 생성에 관여하는 정면시 방향 해석부(110), 통계 해석부(140) 및 화상 처리 회로(18)의 구성 및 동작에 대해서, 도 29 및 도 30을 참조하여 설명한다. 먼저, 도 29를 참조하여, 클럽 헤드(13c)의 페이스면(13c1) 상의 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)에 대해 설명한다. 도 29에 나타내는 바와 같이, 페이스면(13c1)의 자세 및 위치를 특정하기 위해서, 페이스면(13c1) 상에는 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)이 설정된다. 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)은 서로 떨어진 위치에 배치된다. 여기에서는, 제1 계측점(13d)은 페이스면(13c1) 상의 상측에 위치하고, 제2 계측점(13e)은 페이스면(13c1) 상의 하측에 위치한다. 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)은, 바람직하게는 지면에 수직이고 페이스면(13c1)의 심(스위트 스팟)을 통과하는 페이스 수직 라인 상에 배치된다. 따라서, 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)을 서로 연결하는 선분(13f)은, 지면에 투영되었을 때에, 연직면에 대한 페이스면(13c1)의 경사각을 특정할 수 있다.

[0132] 연산 처리 회로(14)는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 어드레스(정지) 해석부(70)와 임팩트 해석부(80)를 포함한다. 어드레스 해석부(70)의 자세 특정부(71)는 정지시(즉 어드레스시)에 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 에서 페이스면(13c1)의 자세를 특정한다. 자세를 특정함에 있어서, 예를 들면 도 30에 나타내는 바와 같이, 자세 특정부(71)는 정지시의 제1 계측점(13d)의 좌표= $r_h(0)$ 및 제2 계측점(13e)의 좌표= $r_t(0)$ 를 제1 선분(L1)으로 서로 연결한다. 제1 선분(L1)에 의해 페이스면(13c1)의 자세는 특정된다. 이 때, 제1 선분(L1)은 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 내에서 Z축에 직교하는 연직면(X-Y평면: 지면에 수직인 면)에 투영된다. 또, 정지시의 제1 계측점(13d)의 좌표= $r_h(0)$ 및 제2 계측점(13e)의 좌표= $r_t(0)$ 는, 스윙 위치 좌표 검출부(50)에서, 어드레스시 $t=0$ 에 대응하는 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)의 위치를 특정할 수 있다.

[0133] 위치 특정부(72)는 정지시에 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 내에서 페이스면(13c1)에 직교하는 제2 선분(L2)을 특정한다. 제2 선분(L2)은 제1 계측점(13d)= $r_h(0)$ 에서 페이스면(13c1)에 수직으로 교차한다. 제2 선분(L2)을 특정함에 있어서 위치 특정부(72)는 제1 선분(L1)을 특정한다. 위치 특정부(72)는, 제1 계측점(13d)에서 제1 선분(L1)의 수직 방향으로 제2 선분(L2)을 설정한다. 제2 선분(L2)은 타격 목표 방향인 이른바 타겟 라인을 나타낸다. 이 때, 제2 선분(L2)은, 제1 선분(L1)과 마찬가지로, 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 내에서 Z축에 직교하는 연직면에 투영된다.

[0134] 임팩트 해석부(80)의 자세 특정부(81)는 임팩트시에 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 에서 페이스면(13c1)의 자세를 특정한다. 자세를 특정함에 있어서, 예를 들면 도 30에 나타내는 바와 같이, 자세 특정부(81)는 임팩트시의 제1 계측점(13d)의 좌표= $r_h(\text{imp})$ 및 제2 계측점(13e)의 좌표= $r_t(\text{imp})$ 를 제3 선분(L3)으로 연결한다. 제3 선분(L3)에 의해 임팩트시의 페이스면(13c1)의 자세는 특정된다. 이 때, 제3 선분(L3)은 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 내에서 Z축에 직교하는 연직 평면에 투영된다. 또, 임팩트시의 제1 계측점(13d)의 좌표= $r_h(\text{imp})$ 및 제2 계측점(13e)의 좌표= $r_t(\text{imp})$ 는, 스윙 위치 좌표 검출부(50)에서, 임팩트시 $t=t_{\text{imp}}$ 에 대응하는 제1 계측점(13d) 및 제2 계측점(13e)의 위치를 특정할 수 있다. 임팩트의 순간에 관성 센서(12)의 출력으로서, 예를 들면 특정의 방향으로 큰 가속도가 관찰된다. 이러한 가속도의 문턱값에 근거하여 임팩트시 $t=t_{\text{imp}}$ 는 특정된다.

[0135] 궤적 특정부(82)는 임팩트시에 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 에서 제1 계측점(13d)의 이동 궤적을 특정한다. 이동 궤

적을 특정함에 있어서, 궤적 특정부(82)는, 도 30에 나타내는 바와 같이, 임팩트시에 제1 계측점(13d)의 위치 $rh(imp)$ 를 나타내는 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 상의 제1 좌표점(P1)과, 임팩트에 앞서는 샘플링점에서 제1 계측점(13d)의 위치 $rh(imp-1)$ 를 나타내는 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 상의 제2 좌표점(P2)을 특정한다. 여기에서는, 제2 좌표점(P2)에는 임팩트시 직전의 샘플링점이 할당되어진다. 제1 좌표점(P1)과 제2 좌표점(P2)은 제4 선분(L4)으로 서로 연결된다. 제4 선분(L4)의 방향과 길이는 이동 벡터의 방향과 크기를 나타낸다. 이 때, 전술과 마찬가지로, 제4 선분(L4)은 절대 기준 좌표계 ΣXYZ 내에서 Z축에 직교하는 연직 평면에 투영된다. 연직 평면에 투영된 제4 선분(L4)이 연장하는 방향(L4') (연직면에 투영된 이동 궤적에 대한 임팩트시의 접선 방향)이, 임팩트시에서의 타구 방향으로 정의된다.

[0136] 정면시 방향 해석부(110)는, 도 9에 나타내는 바와 같이, 제3 어긋남각 해석부(111) 및 제4 어긋남각 해석부(112)를 포함한다. 제3 어긋남각 해석부(111)는, 어드레스 해석부(70)의 위치 특정부(72) 및 임팩트 해석부(80)의 자세 특정부(81)에 접속된다. 이 때, 제3 어긋남각 해석부(111)는, 위치 특정부(72)에서 특정된 제1 선분(L1)(기준 경사각을 나타내는 선분)과, 자세 특정부(81)에서 특정된 제3 선분(L3)(경사각을 나타내는 선분)과의 교차각을, 제3 어긋남각(델타-로프트각)($\Theta 3$)으로서 특정한다.

[0137] 제4 어긋남각 해석부(112)는, 어드레스 해석부(70)의 자세 특정부(71) 및 임팩트 해석부(80)의 궤적 특정부(82)에 접속된다. 제4 어긋남각 해석부(112)는, 예를 들면 궤적 특정부(82)에서 특정된 제4 선분(L4)의 연장선(L4')을 타구 방향으로 특정한다. 제4 어긋남각 해석부(112)는, 어드레스시에 페이스면(13c1)의 제1 계측점(13d)에서 페이스면(13c1)에 직교하는 제2 선분(L2)(타격 목표 방향 또는 타겟 라인과 평행)과, 임팩트시에 페이스면(13c1)의 제1 계측점(13d)에서 페이스면(13c1)에 직교하는 제4 선분(L4)의 연장선(L4') (올바른 타구 방향)과의 교차 각도를, 제4 어긋남각(어택각)($\Theta 4$)을 산출한다.

[0138] 통계 해석부(140)는, 제3 어긋남각($\Theta 3$) 또는 제4 어긋남각($\Theta 4$)의 편차를 나타내는 통계값을 산출할 수 있다. 도 19 또는 도 21에 나타내는 히스토그램용 데이터로서, 측정된 제3 어긋남각($\Theta 3$) 또는 제4 어긋남각($\Theta 4$)을, 복수의 준으로 분류하고, 각 준에 포함되는 샘플수가 카운트된다. 이 외에, 통계 해석부(140)는 제3 어긋남각($\Theta 3$) 또는 제4 어긋남각($\Theta 4$)의 전샘플수에 대한 평균값, 표준 편차 등을 산출해도 좋다. 이렇게 하여, 제3 어긋남각($\Theta 3$) 또는 제4 어긋남각($\Theta 4$)의 편차를 나타내는 통계값을 표시함으로써, 타구의 방향성과 거리감의 재현성을 평가할 수 있다.

[0139] 화상 처리 회로(18)는, 정면시 방향 해석부(110) 및 통계 해석부(140)로부터의 정보에 근거하여, 표시 장치(19)에 표시되는 도 17 내지 도 21에 나타내는 표시 정보를 생성할 수 있다. 이 외에, 화상 처리 회로(18)는, 통계 해석부(140)로부터의 정보에 근거하여, 제3 어긋남각($\Theta 3$) 또는 제4 어긋남각($\Theta 4$)이 특정된 운동 횟수에 대해서, 제3 어긋남각($\Theta 3$) 또는 제4 어긋남각($\Theta 4$)이 목표 영역(예를 들면 $\Theta 3 = \Theta 4 = \pm 1^\circ$)에 들어간 횟수의 비율(예를 들면 48% 등)을 표시할 수 있다. 이렇게 함으로써, 목표 달성률을 수치로서 인식시켜, 운동 연습 효과를 정량적으로 고지할 수 있다.

[0140] (6) 스코어화

[0141] 다음으로, 상술한 복수의 해석 데이터에 근거하여, 스윙을 스코어화하는 스코어 해석부(130)에 대해 설명한다. 스코어화는, 크게 나누어, 해석 항목(제1~ 제4 어긋남각($\Theta 1 \sim \Theta 4$), 스윙 폭(L), 스위트 스폿으로부터의 어긋남량(δ), 임팩트시의 속도(V))의 스코어화와, 복수의 해석 항목을 가중치를 부여한 총합점의 스코어화가 있다.

[0142] (6-1) 해석 항목마다의 스코어화

[0143] 퍼포먼스 스코어(PS)는 다음의 식에 나타내어진다.

[0144] $PS = P - (1 - Ta) \times S \dots (8)$

[0145] 여기서, P는 퍼펙트 득점(100점)이고, Ta는 목표 준 평가로서,

[0146] $Ta = (Tz - (|T - R|)) / Tz \dots (9)$

[0147] 로 나타내어진다. 여기서, Tz는 목표 준이고, T는 목표치이며, R는 해석 데이터이다. (1-Ta)가 0~1이면, 목표 준에 들어가 있는 것을 나타낸다. (1-Ta)가 0에 가까워질수록 목표치에 가까운 것을 의미한다. (1-Ta)가 1 이상이면 목표 준 밖인 것을 의미한다. 또, S는 스케일수이며, 점수와 데이터 수치와의 스케일 맞춤을 위해서 이용된다. $S = P/A$ 이며, A는 해석 가능 범위를 나타낸다.

[0148] (6-1-1) 제1 어긋남각($\Theta 1$)의 퍼포먼스 스코어 PsF

- [0149] 제1 어긋남각(θ_1)은, 타겟 라인을 향해 스퀘어 임팩트가 가해지면 $\theta_1=0$ 이며, 이 경우에 $PsF=100$ 점이 부여된다. 제1 어긋남각(θ_1)의 스코어는, 식 (8), (9)에서, 예를 들면 $P=100$, $T=0$, $Tz=1^\circ$, $A=30$, $R=\theta_1$ 을 대입하여 계산된다. 이 경우, 목표 존 Tz 는 상술한 바와 같이 컵의 반경 R 과, 어드레스 위치로부터 컵 중심까지의 거리 L 을 이용하여 $\pm \arcsin(R/L)$ 로 설정할 수 있는 가변치이다.
- [0150] (6-1-2) 제2 어긋남각(θ_2)의 퍼포먼스 스코어 PsS
- [0151] 제2 어긋남각(θ_2)은, 클럽 패스(club path)에 대해서 스퀘어 임팩트가 가해지면 $\theta_2=0$ 이 되며, 이 경우에 $PsS=100$ 점이 부여된다. 제2 어긋남각(θ_2)의 스코어는, 식 (8), (9)에서, 예를 들면 $P=100$, $T=0$, $Tz=1^\circ$, $A=30$, $R=\theta_2$ 를 대입하여 계산된다.
- [0152] (6-1-3) 스위트 스폿으로부터의 어긋남량(δ)의 퍼포먼스 스코어 PsH
- [0153] 어긋남량(δ)은, 스위트 스폿에서 타격하면 $\delta=0$ 이 되며, 이 경우에 $PsH=100$ 점이 부여된다. 어긋남량(δ)의 스코어화는, 식 (8), (9)에서, 예를 들면 $P=100$, $T=0$, $Tz=5^\circ$, $A=100$, $R=\delta$ 를 대입하여 계산된다.
- [0154] (6-1-4) 스윙 폭(L)의 퍼포먼스 스코어 PsB
- [0155] 스윙 폭(L)은, 표준 편차인 1σ 에 들어가는 것을 목표로 한다. 스윙 폭(L)의 스코어화는, 식 (8), (9)에서, 예를 들면 $P=100$, $T=0$, $Tz=1\sigma^\circ$, $A=100$, $R=L$ 을 대입하여 계산된다.
- [0156] (6-1-5) 임팩트 속도(V)의 퍼포먼스 스코어 PsI
- [0157] 임팩트 속도(V)도, 표준 편차인 1σ 에 들어가는 것을 목표로 한다. 임팩트 속도(V)의 스코어화는, 식 (8), (9)에서, 예를 들면 $P=100$, $T=0$, $Tz=1\sigma^\circ$, $A=10$, $R=V$ 를 대입하여 계산된다.
- [0158] (6-1-6) 제3 어긋남각(θ_3)의 퍼포먼스 스코어 PsL
- [0159] 제3 어긋남각(θ_3)은, 규격 로프트각 또는 어드레스했을 때의 실측 로프트각 그대로 임팩트하면 $\theta_3=0$ 이 되며, $PsL=100$ 점이 부여된다. 제3 어긋남각(θ_3)의 스코어화는, 식 (8), (9)에서, 예를 들면 $P=100$, $T=0$, $Tz=1^\circ$, $A=15$, $R=\theta_3$ 을 대입하여 계산된다.
- [0160] (6-1-7) 제4 어긋남각(θ_4)의 퍼포먼스 스코어 PsA
- [0161] 제4 어긋남각(θ_4)은, 타겟 라인에 대해서 평행하게 임팩트하면 $\theta_4=0$ 이 되며, $PsA=100$ 점이 부여된다. 제4 어긋남각(θ_4)의 스코어화는, 식 (8), (9)에서, 예를 들면 $P=100$, $T=0$, $Tz=1^\circ$, $A=15$, $R=\theta_4$ 를 대입하여 계산된다.
- [0162] 이러한 해석 항목마다의 퍼포먼스 스코어 PS 는, 상술한 해석 항목마다의 해석 화면의 PS 란에 수치로서 표시된다.
- [0163] (6-2) 총합점의 스코어화
- [0164] 상술한 해석 항목을 크게 나누면, 방향성에 관한 해석 항목(제1 어긋남각(θ_1), 제2 어긋남각(θ_2), 스위트 스폿으로부터의 어긋남량(δ))과, 거리감에 관한 해석 항목(임팩트 속도(V), 스윙 폭(L), 제3 어긋남각(θ_3), 제4 어긋남각(θ_4))이 된다. 따라서, 해석 항목을 가중치를 부여한 총합점으로서, 1) 방향성에 관한 총합점, 2) 거리감에 관한 총합점, 3) 방향성 및 거리감에 관한 총합점의 3개가 유용하다.
- [0165] (6-2-1) 타구의 방향성에 관한 해석 항목의 총합점의 스코어화
- [0166] 방향성에 관한 3개의 해석 항목(제1 어긋남각(θ_1), 제2 어긋남각(θ_2), 스위트 스폿으로부터의 어긋남량(δ))을 이용할 때의 가중 계수를 다음과 같이 정의한다. 제1 어긋남각(절대 페이스각)(θ_1)에 관한 퍼포먼스 스코어 PsS 의 가중 계수를 WS 로 하고, 제2 어긋남각(스퀘어도)(θ_2)에 관한 퍼포먼스 스코어 PsF 의 가중 계수를 WF 로 하며, 스위트 스폿으로부터의 어긋남량(δ)에 관한 퍼포먼스 스코어 PsH 의 가중 계수를 WH 로 한다.
- [0167] 타구의 방향성에 관한 영향도의 정도를 고려하여, 제1 어긋남각(θ_1)에 대한 가중 계수 WS 는 어긋남량(δ)에 대한 가중 계수 WH 보다도 크다($WS>WH$). 또 어긋남량(δ)에 대한 가중 계수 WH 는 제2 어긋남각(θ_2)에 대한 가중 계수 WF 보다도 크다($WH>WF$). 따라서, 3개의 가중 계수의 관계는 다음과 같이 된다.
- [0168] $WS>WH>WF \quad \dots (10)$
- [0169] 타구의 방향성에 관한 해석 항목의 총합점은, 3개의 데이터 θ_1 , θ_2 및 δ 를 이용하는 경우에는, 다음과 같이

된다.

[0170] $SUM(각 PS \times 各 가중 계수) / SUM(各 가중 계수)$

[0171] $= (PsF \times WF + PsS \times WS + PsH \times WH) / (WF + WS + WH) \dots (11)$

[0172] 타구의 방향성에 관한 해석 항목의 총합점은, 2개의 데이터 $\theta 1$ 및 δ 를 이용하는 경우에는, 다음과 같이 된다.

[0173] $SUM(각 PS \times 各 가중 계수) / SUM(各 가중 계수)$

[0174] $= (PsF \times WF + PsH \times WH) / (WF + WH) \dots (12)$

[0175] 타구의 방향성에 관한 해석 항목의 총합점은, 2개의 데이터 $\theta 2$ 및 δ 를 이용하는 경우에는, 다음과 같이 된다.

[0176] $SUM(각 PS \times 各 가중 계수) / SUM(各 가중 계수)$

[0177] $= (PsS \times WS + PsH \times WH) / (WS + WH) \dots (13)$

[0178] 타구의 방향성에 관한 해석 항목의 총합점은, 2개의 데이터 $\theta 1$ 및 $\theta 2$ 를 이용하는 경우에는, 다음과 같이 된다.

[0179] $SUM(각 PS \times 各 가중 계수) / SUM(各 가중 계수)$

[0180] $= (PsF \times WF + PsS \times WS) / (WF + WS) \dots (14)$

[0181] (6-2-2) 타구의 거리감에 관한 해석 항목의 총합점의 스코어화

[0182] 거리감에 관한 4개의 해석 항목(임팩트 속도(V), 스윙 폭(L), 제3 어긋남각($\theta 3$), 제4 어긋남각($\theta 4$))을 이용할 때의 가중 계수를 다음과 같이 정의한다. 임팩트 속도(V)에 관한 퍼포먼스 스코어 PsI 의 가중 계수를 WI 로 하고, 스윙 폭(L)의 퍼포먼스 스코어 PsB 에 관한 가중 계수를 WB 로 하고, 제3 어긋남각(텔타-로프트각)($\theta 3$)에 관한 퍼포먼스 스코어 PsL 의 가중 계수를 WL 로 하며, 제4 어긋남각(어택각)($\theta 4$)에 관한 퍼포먼스 스코어 PsA 의 가중 계수를 WA 로 한다.

[0183] 타구의 거리 감성에 관한 영향도의 정도를 고려하여, 임팩트 속도(V)에 대한 가중 계수 WI 는 스윙 폭(L)에 대한 가중 계수 WB 보다도 크다($WI > WB$). 스윙 폭(L)에 대한 가중 계수 WB 는, 제3 어긋남각($\theta 3$)에 대한 가중 계수 WL 및 제4 어긋남각($\theta 4$)에 대한 가중 계수 WA 보다도 크다($WI > WB > WL$, $WI > WB > WA$). 제3 어긋남각($\theta 3$)에 대한 가중 계수 WL 및 제4 어긋남각($\theta 4$)에 대한 가중 계수 WA 는, 제3 어긋남각($\theta 3$) 및 제4 어긋남각($\theta 4$)끼리 상관이 있기 때문에, 예를 들면 동일하게 설정할 수 있다($WL = WA$). 따라서, 4개의 가중 계수의 관계는 다음과 같이 된다.

[0184] $WI > WB > WL = WA \dots (15)$

[0185] 타구의 거리감에 관한 해석 항목의 총합점은, 4개의 데이터 V , L , $\theta 3$ 및 $\theta 4$ 를 이용하는 경우에는, 다음과 같이 된다.

[0186] $SUM(각 PS \times 各 가중 계수) / SUM(各 가중 계수)$

[0187] $= (PsI \times WI + PsB \times WB + PsL \times WL + PsA \times WA) / (WI + WB + WL + WA) \dots (16)$

[0188] 타구의 거리감에 관한 해석 항목의 총합점은, 3개의 데이터 V , L 및 $\theta 3$ 을 이용하는 경우에는, 다음과 같이 된다.

[0189] $SUM(각 PS \times 各 가중 계수) / SUM(各 가중 계수)$

[0190] $= (PsI \times WI + PsB \times WB + PsL \times WL) / (WI + WB + WL) \dots (17)$

[0191] 타구의 거리감에 관한 해석 항목의 총합점은, 3개의 데이터 V , L 및 $\theta 4$ 를 이용하는 경우에는, 다음과 같이 된다.

[0192] $SUM(각 PS \times 各 가중 계수) / SUM(各 가중 계수)$

[0193] $= (PsI \times WI + PsB \times WB + PsA \times WA) / (WI + WB + WA) \dots (18)$

[0194] 타구의 거리감에 관한 해석 항목의 총합점은, 2개의 데이터 V 및 L 을 이용하는 경우에는, 다음과 같이 된다.

- [0195] $SUM(\text{각 } PS \times \text{각 가중 계수}) / SUM(\text{각 가중 계수})$
- [0196] $= (PsI \times WI + PsB \times WB) / (WI + WB) \dots (19)$
- [0197] (6-2-3) 타구의 방향성 및 거리감에 관한 해석 항목의 총합점의 스코어화
- [0198] 타구의 방향성 및 거리감 중, 스윙 향상이나 운동 경기로의 영향도의 정도를 고려하면, 타구의 방향성이 중요시 된다. 또, 타구의 방향성에 관한 해석 항목 중에서도 영향도가 낮은 해석 항목(예를 들면 $\theta 2$) 보다도, 타구의 거리감에 관한 해석 항목 중 영향도가 높은 해석 항목(예를 들면 V, L)을 중시할 수 있다. 그래서, 타구의 방향성 및 거리감에 관한 7개의 해석 항목($\theta 1, \theta 2, \delta, V, L, \theta 3, \theta 4$)에 대한 가중 계수의 관계로서, 식 (10) 및 식 (15)에 근거하여 다음과 같이 한다.
- [0199] $WS > WH > WI > WB > WF > WL = WB \dots (20)$
- [0200] 식 (11)~(14) 중 어느 하나에서 나타내어지는 방향성에 관한 퍼포먼스 스코어 $Ps(\text{방향성})$ 와, 식 (16)~(18) 중 어느 하나에서 나타내어지는 방향성에 관한 퍼포먼스 스코어 $Ps(\text{거리감})$ 와의 총합의 퍼포먼스 스코어 $Ps(\text{방정성} + \text{거리감})$ 는, 다음과 같이 된다.
- [0201] 퍼포먼스 스코어 $Ps(\text{방정성}(\text{方正性}) + \text{거리감})$
- [0202] $= a \times \text{퍼포먼스 스코어 } Ps(\text{방향성})$
- [0203] $+ b \times \text{퍼포먼스 스코어 } Ps(\text{거리감}) \dots (21)$
- [0204] 여기서, 가중 계수 a, b 는, $a=b=1$ 로 해도 좋고, 그것 이외에서는 $a>b$ 로서 방향성을 중시해도 좋다.
- [0205] 퍼포먼스 스코어 $Ps(\text{방정성} + \text{거리감})$, $a \times \text{퍼포먼스 스코어 } Ps(\text{방향성})$ 또는 $b \times \text{퍼포먼스 스코어 } Ps(\text{거리감})$ 를 스코어 표시함과 아울러, 표시된 퍼포먼스 스코어에 이용한 복수의 해석 항목의 해석 데이터를 예를 들면 레이더-차트(radar-chart) 등으로 표시해도 좋다.
- [0206] 상기와 같이 본 실시 형태에 대해 상세하게 설명했지만, 본 발명의 신규 사항 및 효과로부터 실체적으로 일탈하지 않는 많은 변형이 가능한 것은 당업자에게는 용이하게 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 이러한 변형에는 모두 본 발명의 범위에 포함된다. 예를 들면, 명세서 또는 도면에서, 적어도 한 번, 보다 광의 또는 동의인 다른 용어와 함께 기재된 용어는, 명세서 또는 도면의 어느 개소에서도, 그 다른 용어로 치환될 수 있다. 또, 관성 센서(12)나 골프 클럽(13), 연산 처리 회로(14) 등의 구성 및 동작도 본 실시 형태에서 설명한 것으로 한정되지 않고, 여러 가지의 변형이 가능하다. 예를 들면, 본 발명은 골프에 한정하지 않고, 야구나 테니스 등의 운동구에 적용할 수 있다.

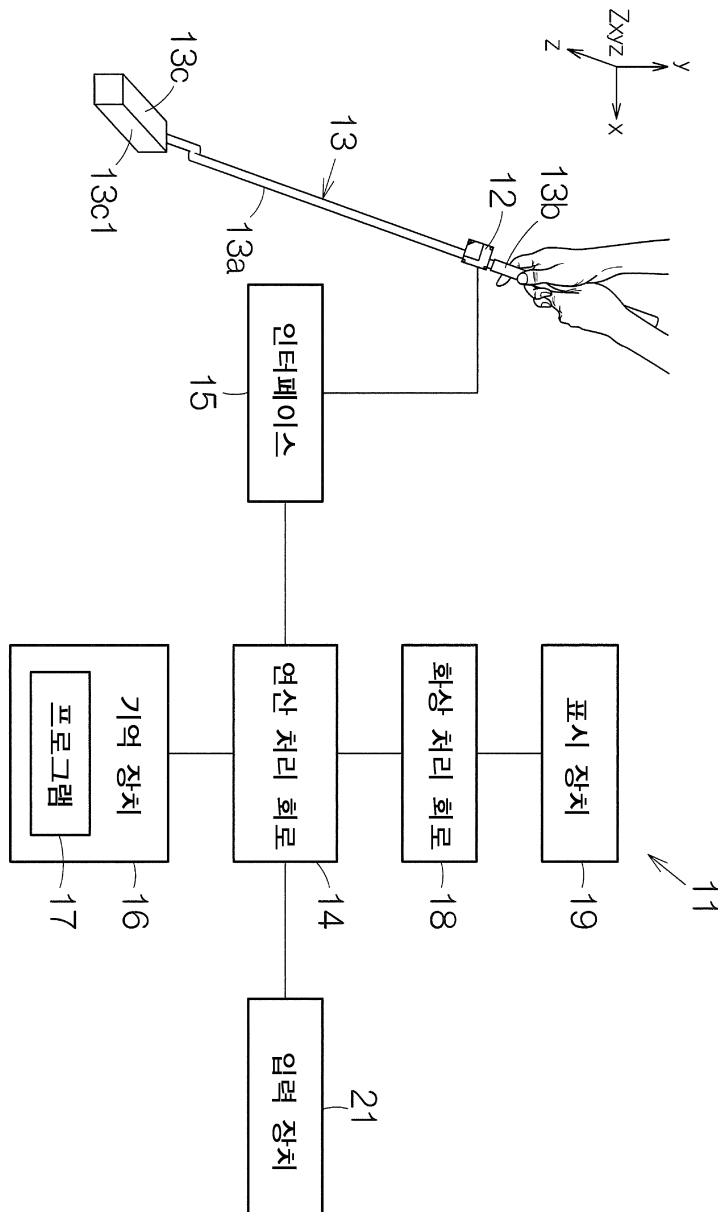
부호의 설명

- [0207] 11 : 운동 해석 장치(골프 스윙 해석 장치) 12 : 관성 센서
- 13 : 운동구(골프 클럽, 퍼터) 13c : 클럽 헤드
- 13c1 : 페이스면 13d : 제1 계측점
- 13e : 제2 계측점 14 : 컴퓨터(연산 처리 회로)
- 17 : 운동 해석 프로그램(골프 스윙 해석 소프트웨어 프로그램)
- 18 : 화상 처리 회로 19 : 표시 장치
- 50 : 스윙 좌표 위치 검출부 60 : 속도 검출부
- 70 : 어드레스(정지) 해석부 71 : 자세 특정부
- 72 : 위치 특정부 80 : 임팩트 해석부
- 81 : 자세 특정부 82 : 궤적 특정부
- 90 : 평면시 방향 해석부 91 : 제1 어긋남각 해석부
- 92 : 제2 어긋남각 해석부

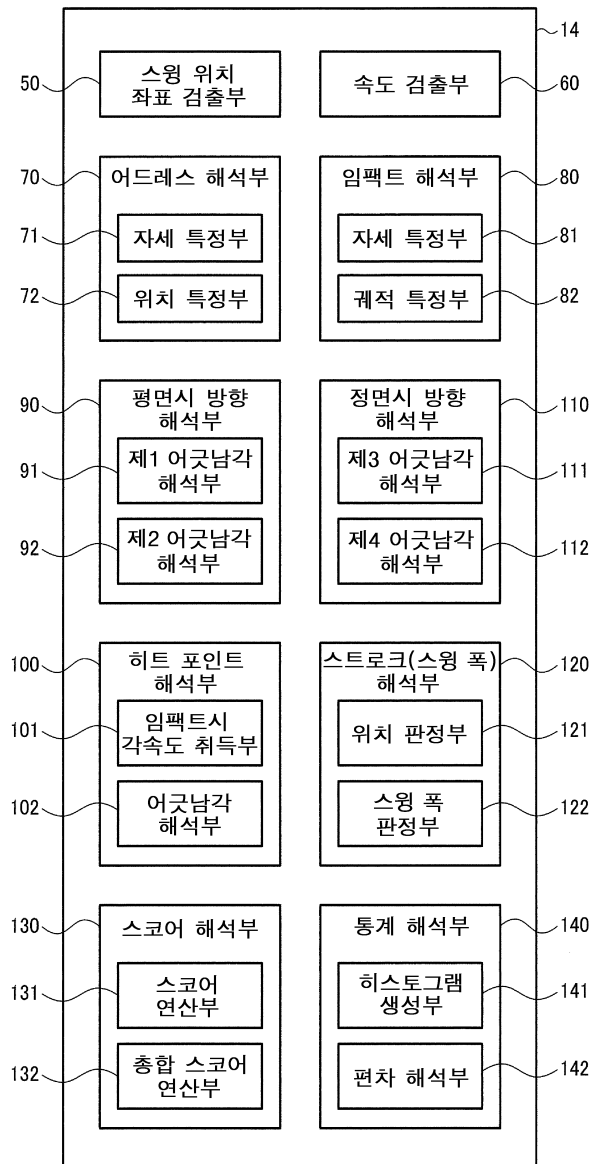
- L1 : 어드레스시의 페이스면의 자세
 L2 : 타격 목표 방향(타겟 라인)
 L3 : 임팩트시의 페이스면의 자세
 L4 : 이동 벡터 성분
 L4' : L4의 연장선 상에 설정되는 가상 타격 방향
 L5 : L3의 법선으로서 설정되는 타격 방향
 $\theta 1$: 절대 페이스각(제1 어긋남각)
 $\theta 2$: 스쿼어도(제2 어긋남각)

도면

도면1

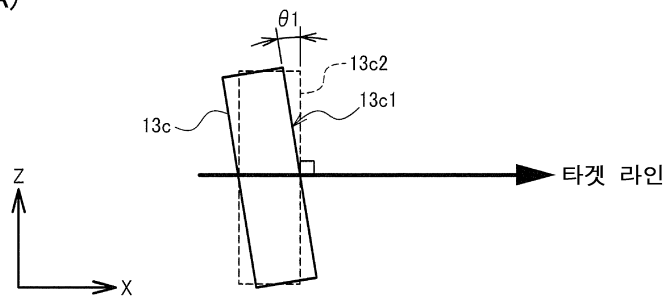


도면2

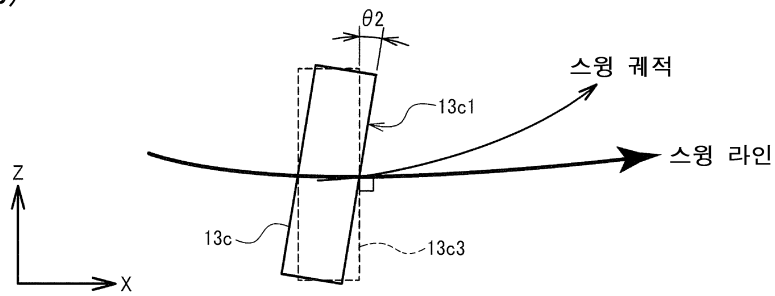


도면3

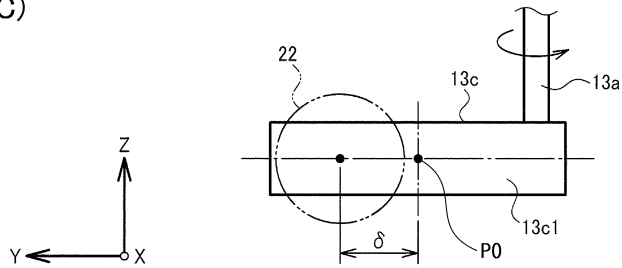
(A)



(B)

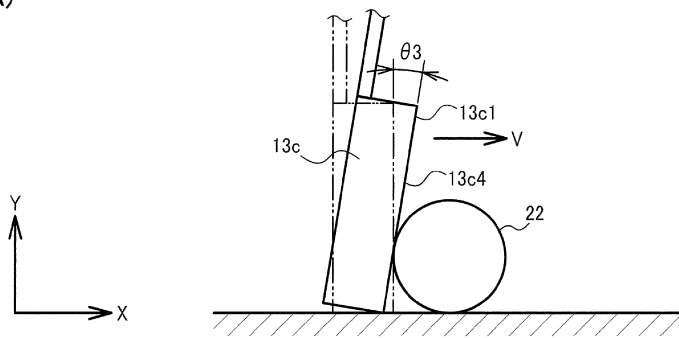


(C)

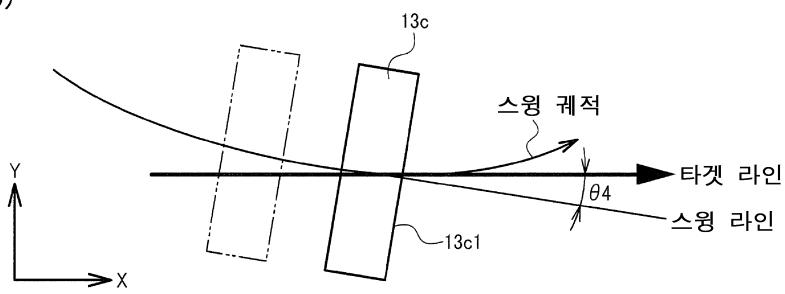


도면4

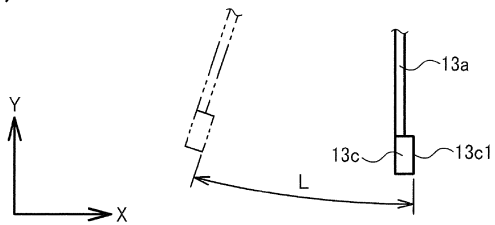
(A)



(B)



(C)



도면5



도면6



도면7



도면8



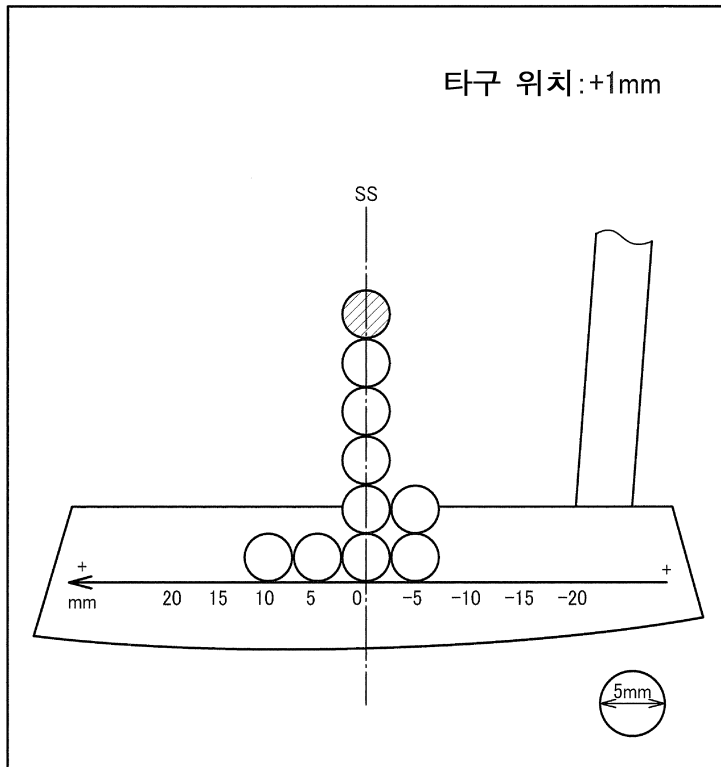
도면9



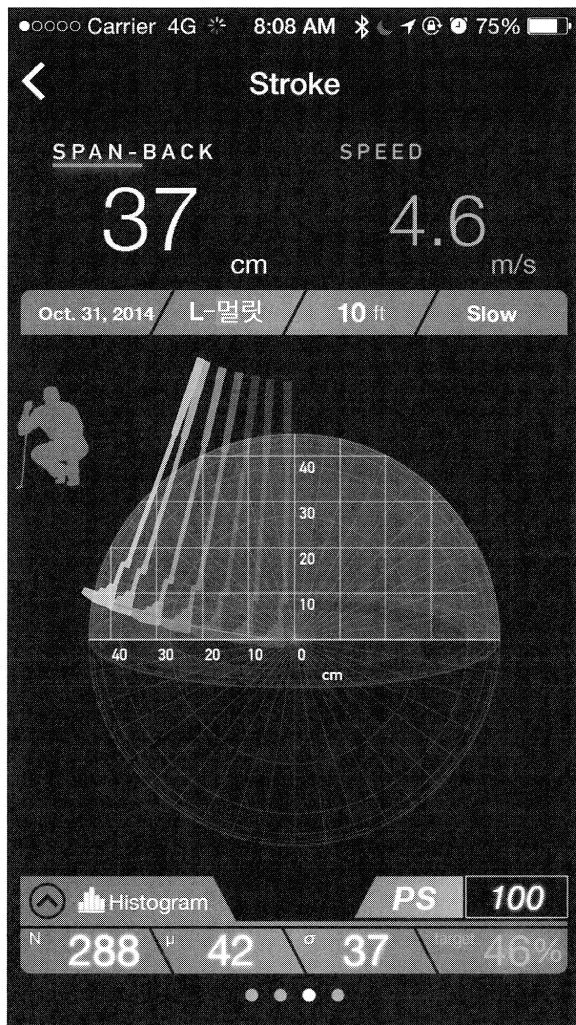
도면10



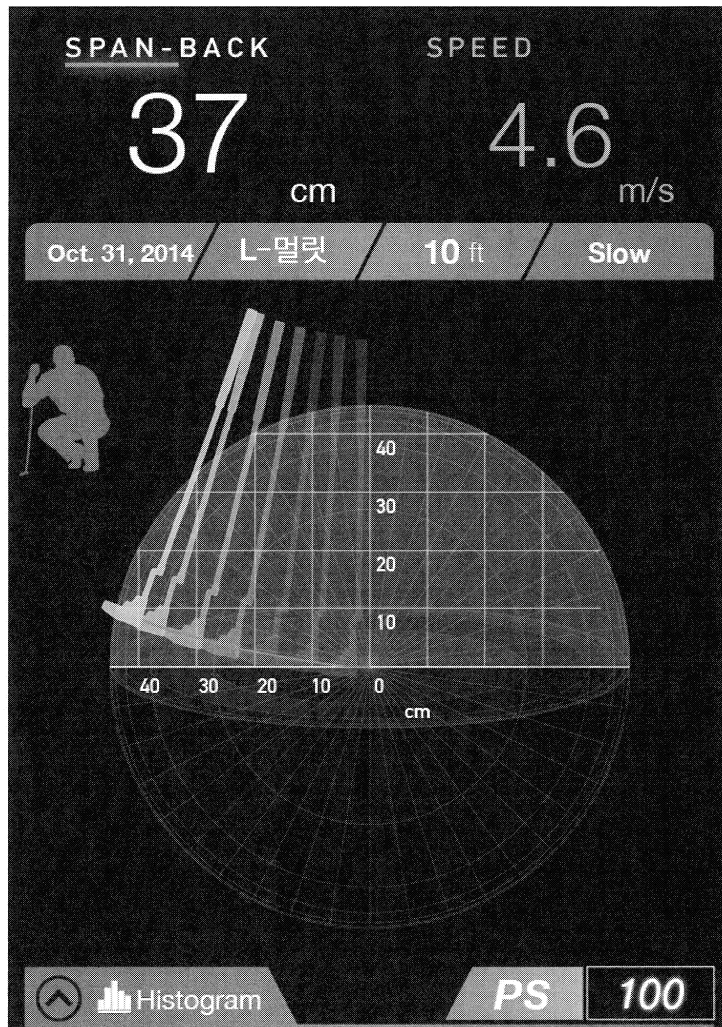
도면11



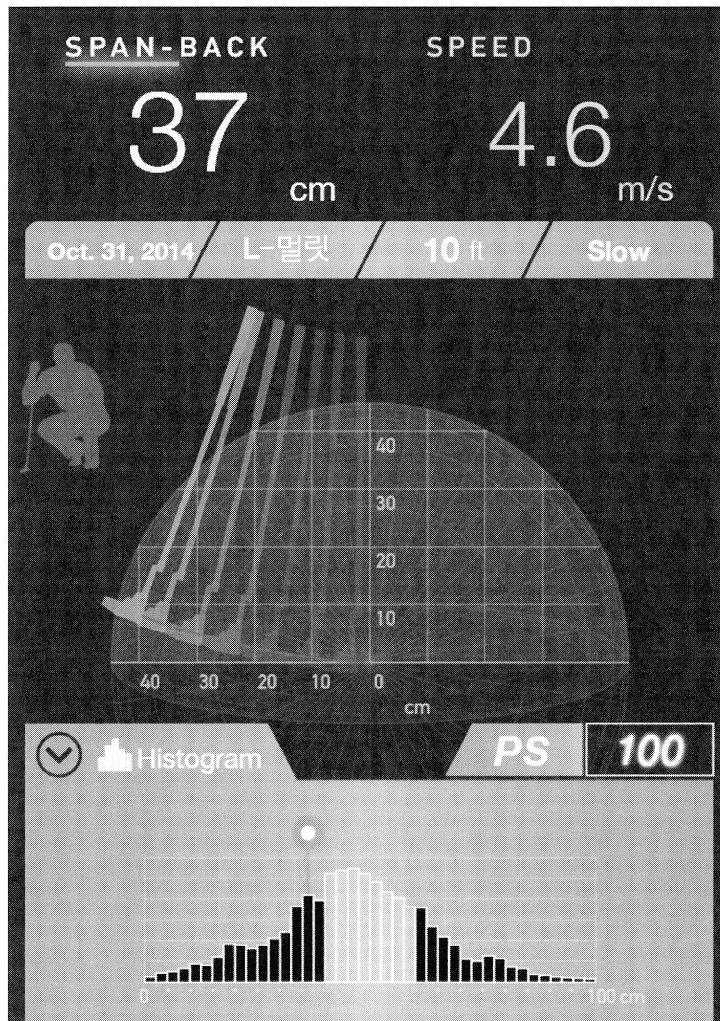
도면12



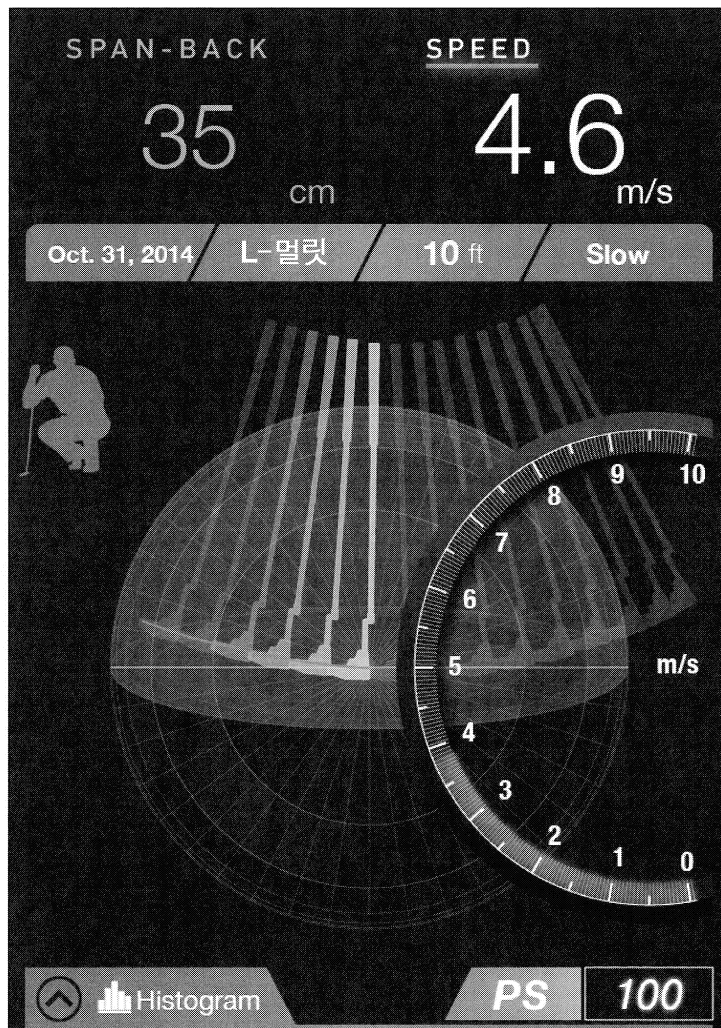
도면13



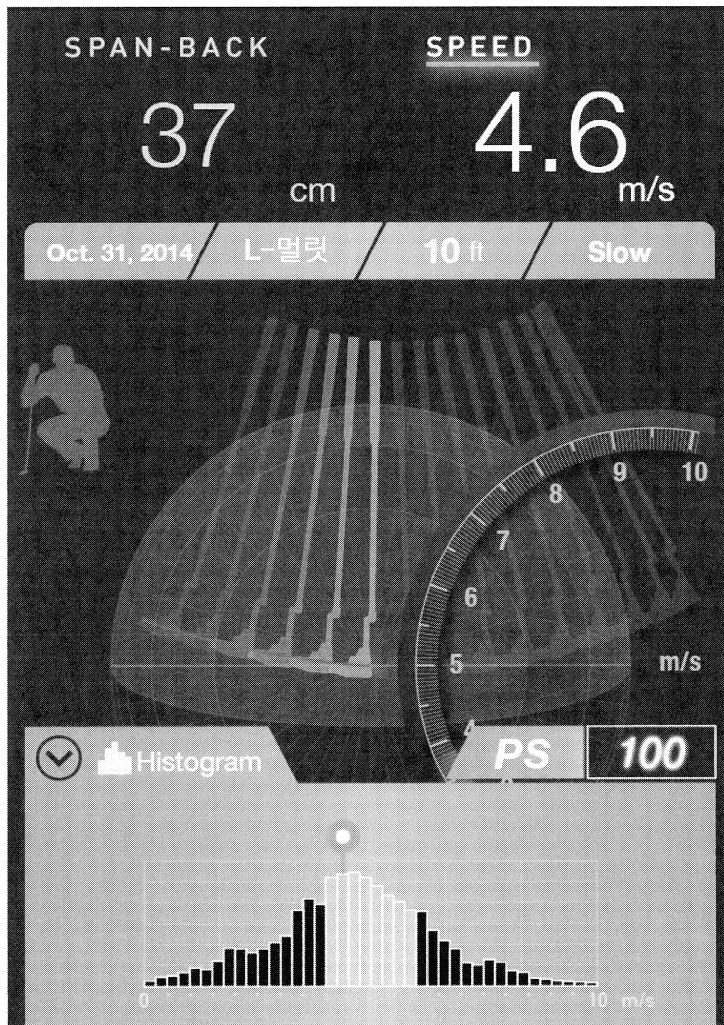
도면14



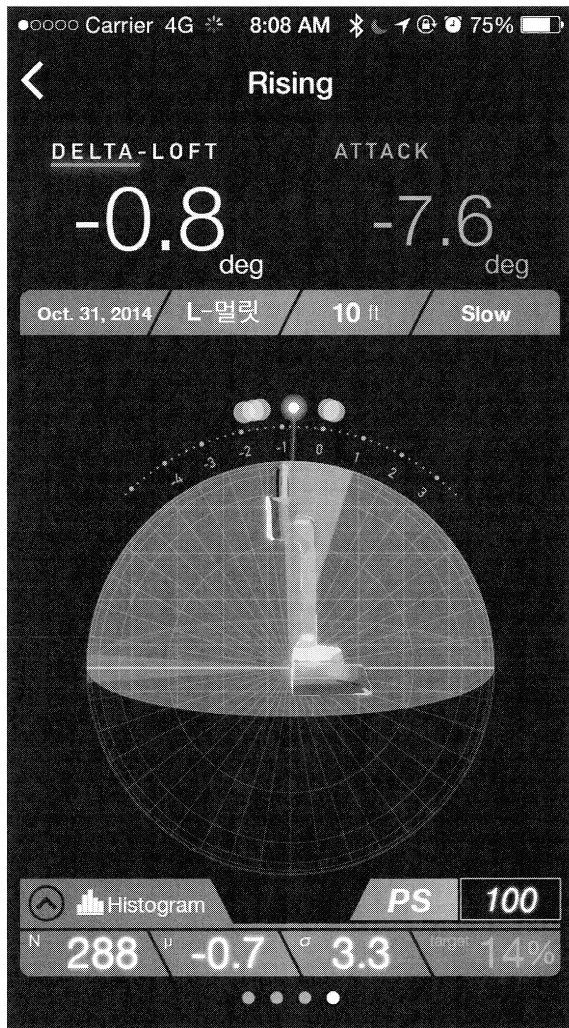
도면15



도면16



도면17



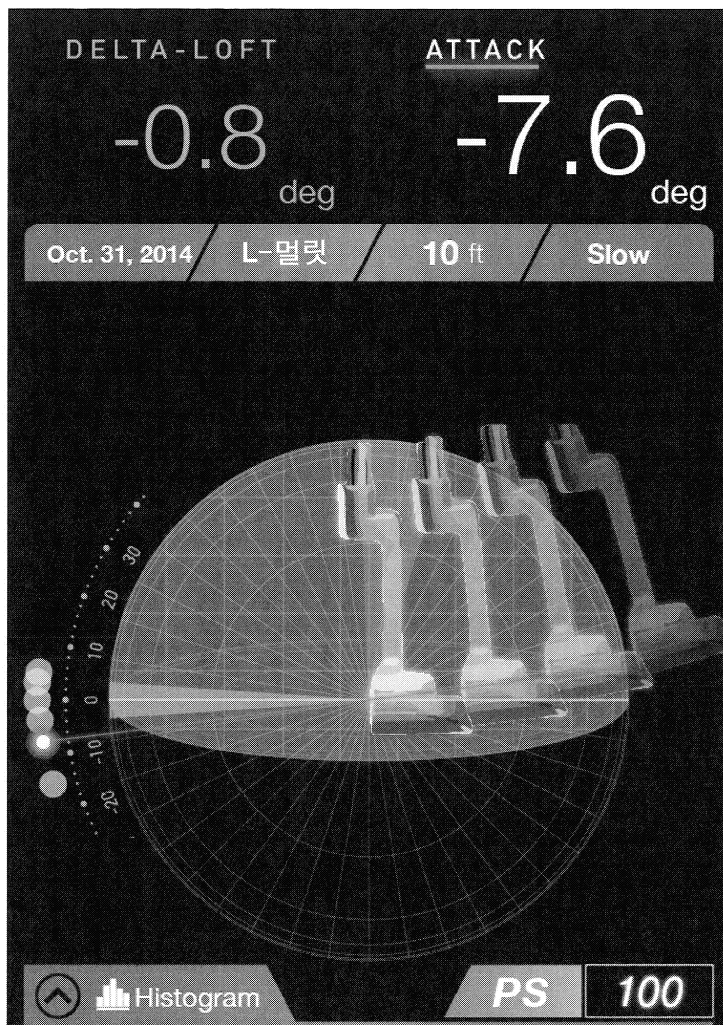
도면18



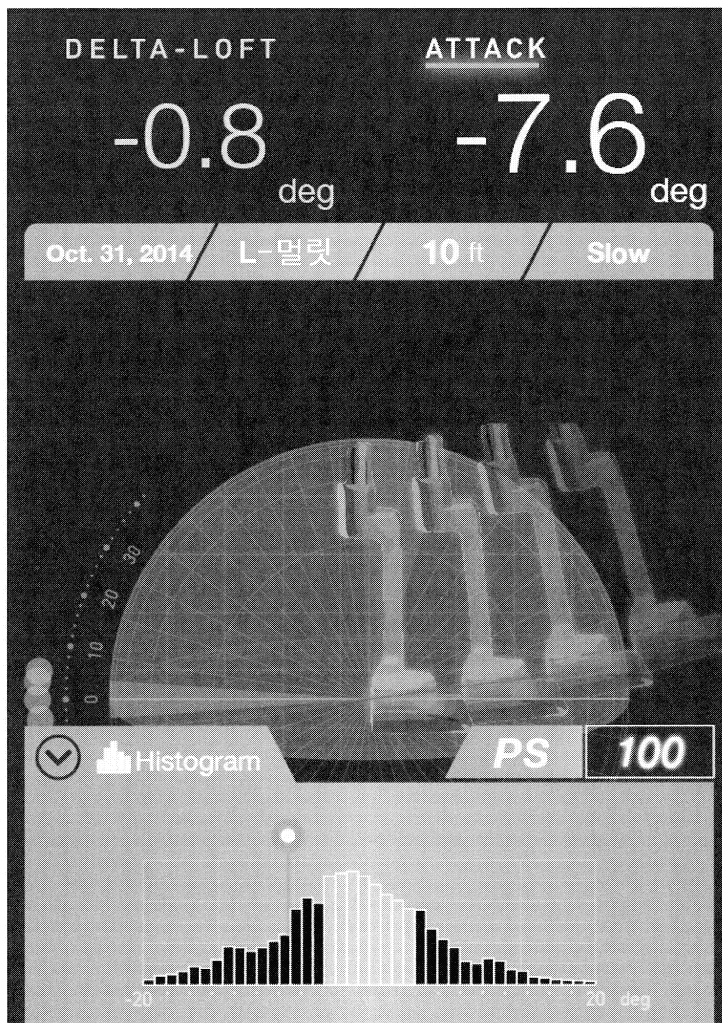
도면19



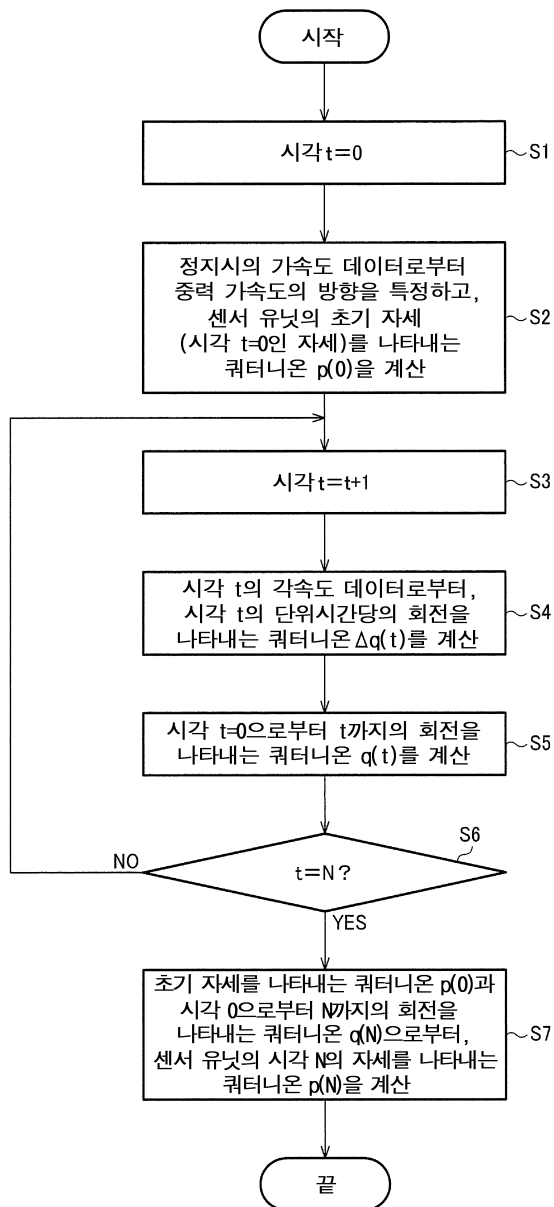
도면20



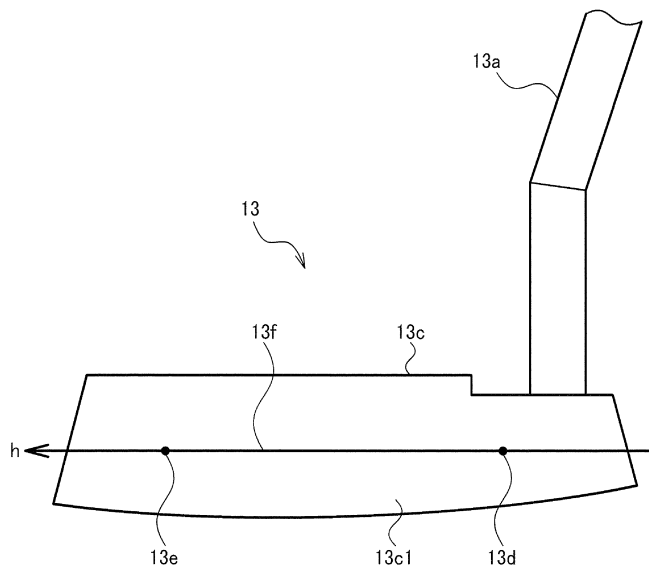
도면21



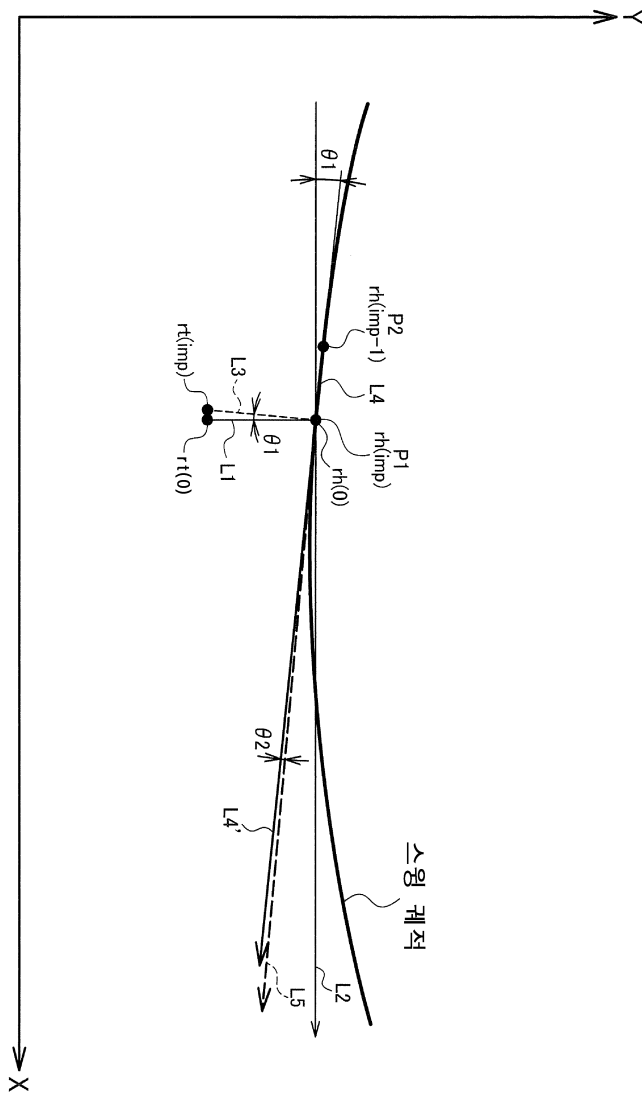
도면22



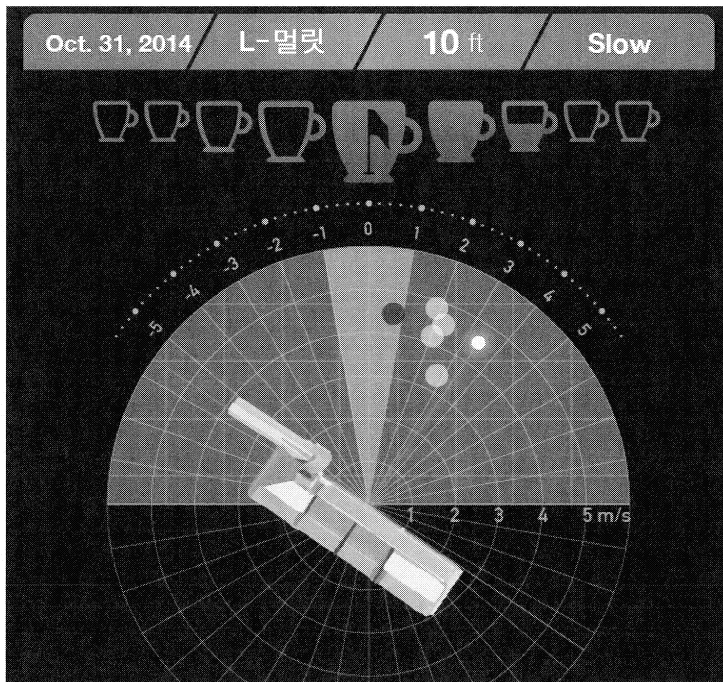
도면23



도면24



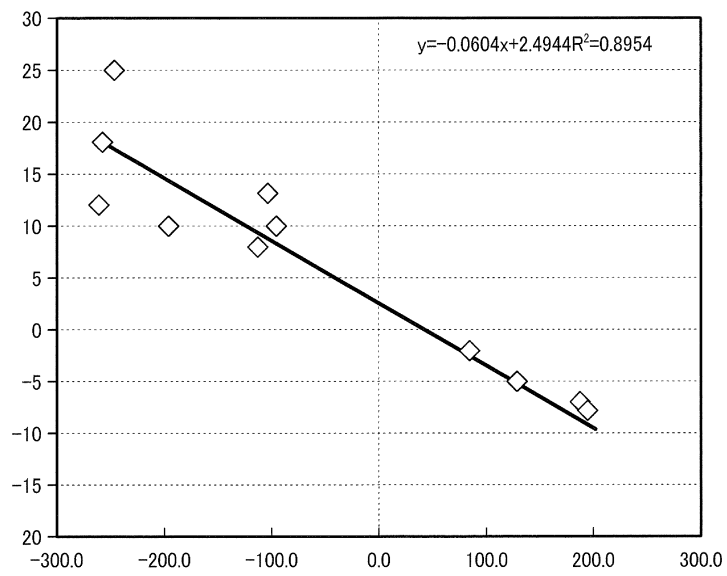
도면25



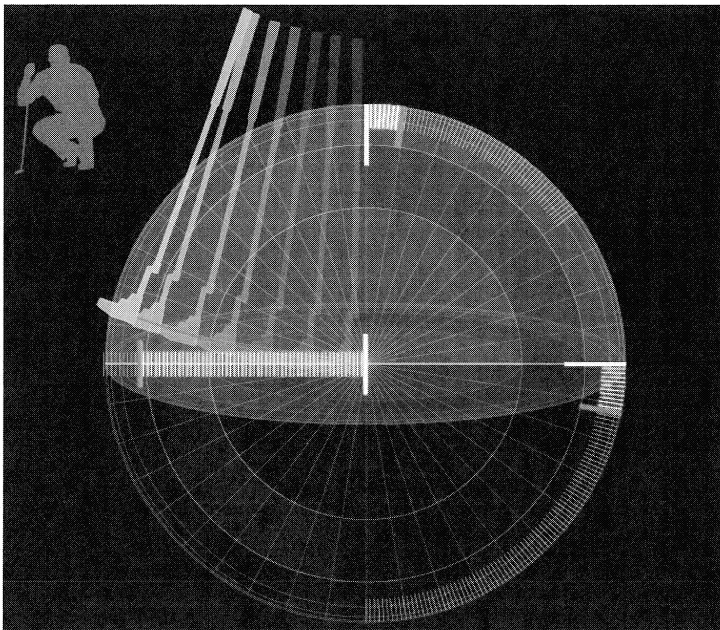
도면26

GyroZ (rad/s)	타점 측정값 (mm)
-114.6	8
186.9	-7
194.1	-8
-259.6	18
-263.4	12
186.0	-7
-197.4	10
126.7	-5
83.5	-2
-106.0	13
202.3	-16
-248.8	25
-97.2	10

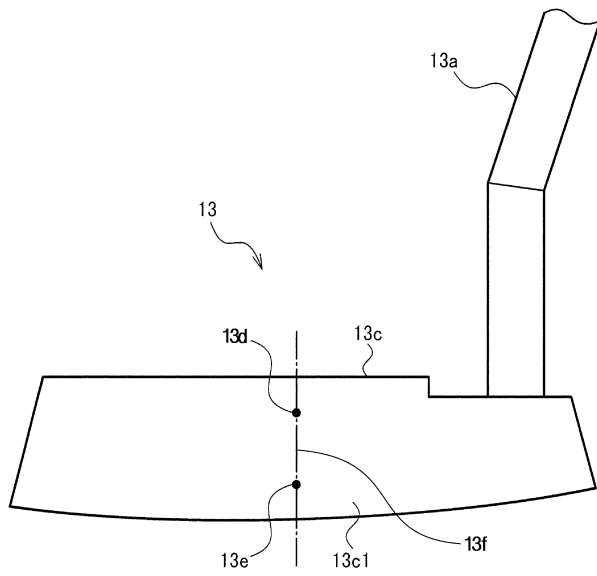
도면27



도면28



도면29



도면30

