(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0054710
(43) 공개일자 2023년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A63B 53/04 (2015.01) *A63B 53/08* (2015.01)
(52) CPC특허분류
A63B 53/04 (2021.08)
A63B 53/0408 (2020.08)
(21) 출원번호 10-2023-7009865
(22) 출원일자(국제) 2021년08월26일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년03월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/047819
(87) 국제공개번호 WO 2022/047080
국제공개일자 2022년03월03일
(30) 우선권주장
63/070,565 2020년08월26일 미국(US)

(71) 출원인
카스턴 매뉴팩츄어링 코오포레이숀
미국 아리조나주 85029 피닉스 웨스터 디저트 코브 2201
(72) 발명자
매튜스 조슈아 비
미국 85029 아리조나주 피닉스 웨스트 디저트 코브 2201
스토케 라이언 엠
미국 85029 아리조나주 피닉스 웨스트 디저트 코브 2201
헨릭슨 에릭 엠
미국 85029 아리조나주 피닉스 웨스트 디저트 코브 2201
(74) 대리인
김태홍, 김진희

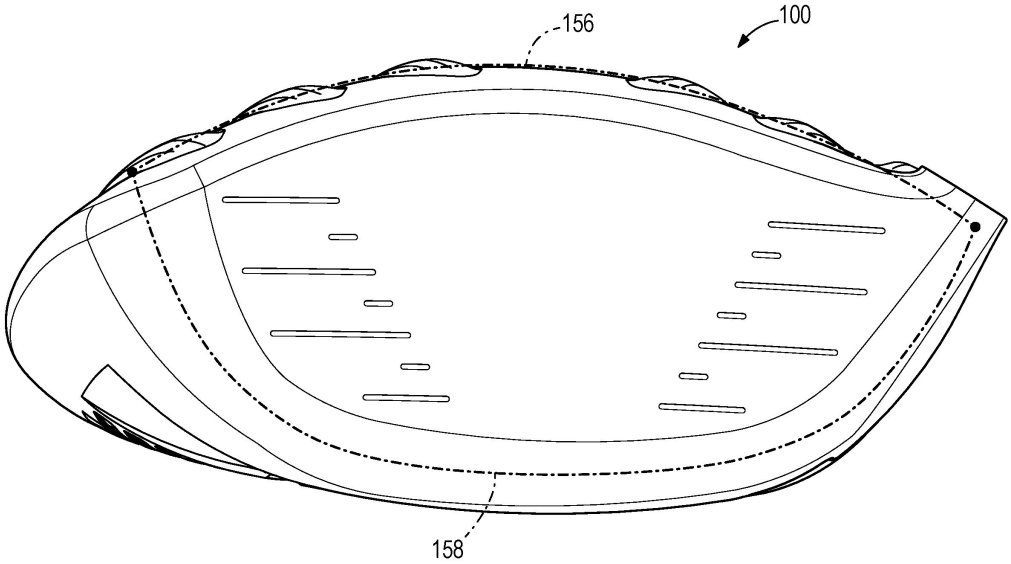
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **균형 잡힌 임팩트와 스윙 성능 특성을 가진 클럽 헤드**

(57) 요 약

전형적인 크라운 윤곽을 닮은 솔 윤곽 및 전형적인 솔 윤곽을 닮은 크라운 윤곽을 포함하는 골프 클럽 헤드가 본원에 설명된다. 본원에 설명된 본 발명의 골프 클럽 헤드는 납작한 솔과 더 곡선형의 크라운을 포함한다. 이 구조는 크라운 상에서의 기류의 분리를 지연시켜 무게 중심(CG)을 낮추고 공기 역학적 항력을 감소시킬 수 있다. 본원에 설명된 골프 클럽 헤드의 구조는 자유 재량 무게를 더욱 증가시키며 및/또는 자유 재량 무게를 재위치 설정하여 클럽 헤드 CG로부터의 거리를 증가시킴으로써, 낮게 후방으로 위치된 CG와 증가된 관성 모멘트(MOI)를 초래한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
A63B 53/0433 (2020.08)
A63B 53/0437 (2020.08)
A63B 53/0466 (2013.01)
A63B 53/08 (2021.08)
A63B 2053/0491 (2021.08)

명 세 서

청구범위

청구항 1

중공체(hollow body)형 골프 클럽 헤드로서,

전방 단부, 전방 단부 반대측의 후방 단부, 크라운, 크라운 반대측의 솔, 힐, 힐 반대측의 토우, 크라운 및 솔에 인접하는 스커트, 및 호젤 구조의 보어 중앙을 통해 연장되는 호젤 축선을 갖는 호젤 구조를 구비한 몸체;

상기 전방 단부에 위치되며, 기하학적 중심, 기하학적 중심에 대해 접선 방향의 로프트 평면, 및 로프트 평면에 수직으로 힐로부터 토우까지 기하학적 중심을 통해 연장되는 헤드 깊이 평면을 획정하는 타격면

을 포함하며,

클럽 헤드의 로프트 각도가 16도 미만이며,

클럽 헤드의 부피가 400 cc보다 크며,

클럽 헤드의 헤드 무게 중심이, 로프트 평면에 수직인 방향으로 측정된 로프트 평면으로부터의 헤드 CG 깊이 및 헤드 깊이 평면에 수직인 방향으로 측정된 헤드 깊이 평면으로부터의 헤드 CG 높이에 위치하며,

상기 헤드 CG 깊이는 1.8 인치보다 크며,

상기 헤드 CG 높이는 0.20 인치보다 크며,

상기 타격면과 상기 크라운 사이에 크라운 전이 영역이 위치되며, 상기 크라운 전이 영역은 골프 클럽 헤드의 힐 단부 부근로부터 토우 단부까지 타격면의 상부 가장자리를 따라 연장되는 크라운 힐-토우 곡률 반경(crown heel to toe radius of curvature)을 포함하며,

상기 크라운 힐-토우 곡률 반경은 6 인치 미만이며,

상기 타격면과 상기 솔 사이에 솔 전이 영역이 위치되며, 상기 솔 전이 영역은 골프 클럽 헤드의 힐 단부 부근로부터 토우 단부까지 타격면의 하부 가장자리를 따라 연장되는 솔 힐-토우 곡률 반경(sole heel to toe radius of curvature)을 포함하며,

상기 솔 힐-토우 곡률 반경은 5 인치보다 큰 것인, 골프 클럽 헤드.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 클럽 헤드는, 타격면의 기하학적 중심을 통해 연장되며 호젤 축선에 평행하고 로프트 평면으로부터 로프트 각도에 위치된 평면에 수직인 방향으로, 102 mph의 공기 속도를 받을 때 항력(F_D)을 경험하며,

상기 클럽 헤드는 크라운-솔 관성 모멘트(I_{xx}), 힐-토우 관성 모멘트(I_{yy}), 및 크라운-솔 관성 모멘트와 힐-토우 관성 모멘트의 합으로서 측정된 조합 관성 모멘트($I_{xx}+I_{yy}$)를 가지며,

상기 클럽 헤드는

A. $\frac{F_D+2.7}{0.0005(I_{xx}+I_{yy})}<1$

B. $F_D < 1.15$ lbf

C. $I_{xx} + I_{yy} > 9000$ g · cm^2 일 때

관계식 A를 충족하고, 관계식 B 및 관계식 C 중 하나 이상을 충족하는 것인, 골프 클럽 헤드.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

0.18 인치 내지 0.30 인치의 전방 곡률 반경으로서, 상기 전방 곡률 반경은 상기 타격면의 상부 가장자리로부터 크라운 전이 지점까지 연장되며, 상기 크라운 전이 지점은 상기 전방 곡률 반경으로부터 상이한 크라운 곡률로의 곡률 변동을 나타내는 것인, 전방 곡률 반경; 및

상기 크라운과 후방 전이 경계 사이의 교차점에 위치한 제 1 후방 전이 지점 및 상기 후방 전이 경계와 상기 클럽 헤드의 스커트 사이의 교차점에 위치한 제 2 후방 전이 지점으로부터 상기 후방 전이 경계를 따라 상기 클럽 헤드의 크라운과 스커트 사이에서 연장되는 0.12 인치 내지 0.25 인치의 후방 곡률 반경

을 추가로 포함하는 골프 클럽 헤드.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

0.02 인치 미만의 두께를 갖는, 상기 몸체 상의 하나 이상의 얇은 영역

을 추가로 포함하는 골프 클럽 헤드.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 크라운 상에 위치된 와류 발생기

를 추가로 포함하는 골프 클럽 헤드.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 호젤 구조는 외경을 포함하며,

상기 외경은 0.545 인치 미만인 것인, 골프 클럽 헤드.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 호젤 구조는 호젤 높이를 추가로 포함하며,

상기 호젤 높이는 1.75 인치 내지 1.85 인치인 것인, 골프 클럽 헤드.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 크라운 힐-토우 곡률 반경은 4.5 인치 미만인 것인, 골프 클럽 헤드.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 크라운 힐-토우 곡률 반경은 3.75 인치 내지 4.25 인치인 것인, 골프 클럽 헤드.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 솔 힐-토우 곡률 반경은 6인치보다 큰 것인, 골프 클럽 헤드.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 솔 힐-토우 곡률 반경은 6 인치 내지 7.5 인치인 것인, 골프 클럽 헤드.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

크라운 각도

를 추가로 포함하며,

상기 크라운 각도는 상기 클럽 헤드의 중앙에서 측정될 때 70도 미만인 것인, 골프 클럽 헤드.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 크라운 각도는 상기 힐로부터 상기 토우까지 변하는 것인, 골프 클럽 헤드.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

타격면에서 후방 방향으로 측정된 전방 곡률 반경, 및

타격면에서 후방 방향으로 측정된 후방 곡률 반경

을 추가로 포함하며,

상기 전방 곡률 반경은 0.25 인치 미만이며,

상기 후방 곡률 반경은 0.20 인치 미만인 것인, 골프 클럽 헤드.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 전방 곡률 반경이 종결되는 지점을 정의하는 크라운 전이 지점 및 상기 후방 곡률 반경이 종결되는 지점을 정의하는 후방 전이 지점;

상기 크라운 전이 지점과 상기 후방 전이 지점 사이에서 연장되는 크라운 축선; 및

상기 크라운의 표면과 상기 크라운 축선 사이의 최대 거리로서 측정되는 크라운 높이

를 추가로 포함하며,

상기 크라운 높이는 0.5 인치보다 큰 것인, 골프 클럽 헤드.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련 출원의 교차 참조

[0002] 본 출원은 전체 내용이 참조로서 본원에 인용된 2020년 8월 26일에 출원된 미국 특허 가출원 제 63/070,565 호의 이득을 청구한다.

[0003] 본 개시는 골프 클럽 헤드에 관한 것이다. 특히, 본 개시는 반전된 크라운(crown) 곡률과 솔(sole) 곡률을 이용한 균형 잡힌 임팩트와 스윙 성능 특성을 가진 골프 클럽 헤드에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] 부피, 무게 중심의 위치 및 관성 모멘트와 같은 다양한 골프 클럽 헤드 설계 매개 변수가 임팩트 성능 특성(예를 들어, 스핀(spin), 발사 각도(launch angle), 속도, 관용성(forgiveness)) 및 스윙 성능 특성(예를 들어, 공기 역학적 항력, 임팩트 시에 클럽 헤드를 스퀘어(square)로 만드는 능력)에 영향을 미친다. 종종, 임팩트 성

능 특성의 개선에 초점을 맞춘 클럽 헤드 설계는 스윙 성능 특성(예를 들어, 공기 역학적 항력)에 부정적인 영향을 미칠 수 있으며, 또는 스윙 성능 특성을 개선하는 클럽 헤드 설계는 임팩트 성능 특성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서, 당업계는 증대된 스윙 특성과 균형을 이루는 증대된 임팩트 성능 특성을 갖춘 클럽 헤드를 필요로 한다.

도면의 간단한 설명

[0005] 도 1a는 일 실시예에 따른 골프 클럽 헤드의 저면도이다.

도 1b는 도 1의 골프 클럽 헤드의 후면 사시도이다.

도 2는 도 1의 골프 클럽 헤드의 정면도이다.

도 3은 도 1의 골프 클럽 헤드의 평면도이다.

도 4는 선 I-I를 따른 도 1의 골프 클럽 헤드의 단면도이다.

도 5는 곡률 프로파일이 없는 골프 클럽 헤드의 정면도이다.

도 6은 곡률 프로파일이 있는 도 1의 골프 클럽 헤드의 정면도이다.

도 7a는 곡률 프로파일이 없는 골프 클럽 헤드의 호젤 도면이다.

도 7b는 곡률 프로파일이 있는 도 1의 골프 클럽 헤드의 호젤 도면이다.

도 8은 곡률 프로파일이 없는 골프 클럽 헤드의 호젤 치수도이다.

도 9는 곡률 프로파일이 있는 도 1의 골프 클럽 헤드의 호젤 치수도이다.

도 10은 도 1의 골프 클럽 헤드의 측단면도이다.

본 개시의 기타 양태가 상세한 설명 및 첨부 도면을 고려하여 명백해질 것이다.

도시의 단순성과 명확성을 위해, 도면에는 일반적인 구성 방식이 도시되어 있으며, 본 개시 내용을 불필요하게 모호하게 하는 것을 피하기 위해, 잘 알려진 특징 및 기술에 대한 설명 및 세부 사항은 생략될 수도 있다. 추가적으로, 도면의 요소가 반드시 축척에 맞게 도시되어야 하는 것은 아니다. 예를 들어, 도면의 일부 요소의 치수가, 본 개시의 실시예의 이해를 향상시키는 것을 돕기 위해, 다른 요소에 비해 과장될 수도 있다. 상이한 도면들의 동일한 도면 부호는 동일한 요소를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0006] 전형적인 크라운 윤곽을 닮은 솔 윤곽 및 전형적인 솔 윤곽을 닮은 크라운 윤곽을 포함하는 골프 클럽 헤드가 본원에 설명된다. 다시 말해, 본원에 설명된 본 발명의 골프 클럽 헤드는 납작한 솔과 더 곡선형의 크라운을 포함한다. 이 구조는 크라운 상에서의 기류의 분리를 지연시켜 무게 중심(CG)을 낮추고 공기 역학적 항력을 감소시킬 수 있다. 본원에 설명된 골프 클럽 헤드의 구조는 자유 재량 무게를 더욱 증가시키며 및/또는 자유 재량 무게를 재위치 설정하여 클럽 헤드 CG로부터의 거리를 증가시킴으로써, 낮게 후방으로 위치된 CG와 증가된 관성 모멘트(MOI)를 초래한다.

[0007] 아래에 설명된 골프 클럽은 여러 관계를 사용하여 아래 뒤쪽 CG 위치로 클럽 헤드 관성 모멘트(MOI)를 유지하거나 증가시키면서, 동시에 공기 역학적 항력을 감소시킨다. CG, MOI 및 항력 간의 관계가 균형을 이루면 개선된 임팩트 성능 특성(예를 들어, 스핀, 발사 각도, 공 속도, 및 관용성)과 스윙 성능 특성(예를 들어, 공기 역학적 항력, 임팩트 시에 클럽 헤드를 스퀘어로 만드는 능력, 및 스윙 속도)이 야기된다. 질량 분포, 곡률 및 표면 형상을 조정하여 원하는 균형이 조절될 수 있다.

[0008] 본원에 설명된 골프 클럽 헤드의 형상은, 유사한 CG 위치와 MOI를 갖는 골프 클럽 헤드(100')와 비교할 때, 개선된 공기 역학적 속성을 야기한다. 낮은 CG 위치를 유지하면서 크라운 높이를 최대화함으로써 공기 역학적 항력이 감소된다. 이 조합은 크라운의 전방 부분에서 기류의 가속을 증가시킴으로써, 후방을 향한 기류 분리를 지연시킨다. 골프 클럽 헤드의 후방 단부를 따라 타격면과 크라운 사이의, 타격면과 솔 사이의 및/또는 크라운과 솔 사이의 전이 프로파일이 공기 역학적 항력을 더욱 감소시키는 수단을 제공한다. 와류 발생기(turbulator)를 사용하고 호젤 크기를 감소시키면, 특히 임팩트 위치에서, 공기 역학적 항력이 더욱 감소된다. 또한, 골프 클럽 헤드는 힐-토우 크라운 곡률 반경(heel-to-toe crown radius of curvature)이 더 작고 힐-토우 솔 곡률 반경

(heel-to-toe sole radius of curvature)이 더 큰 곡률 프로파일을 포함한다.

[0009] 본원에 설명된 골프 클럽은 지정된 바와 같이 아래 뒤쪽 CG 및 높은 MOI를 갖는다. 골프 클럽은 높은 크라운-솔 관성 모멘트(Ixx) 및 높은 힐-토우 관성 모멘트(Iyy)를 추가로 갖는다. 아래 뒤쪽 CG와 증가된 MOI는 골프 클럽 헤드의 자유 재량 무게를 증가시키거나 자유 재량 무게 영역을 재위치 설정하여 헤드 CG로부터 최대 거리에 위치하도록 함으로써 달성된다. 크라운을 얇게 만들며 및/또는 최적의 재료를 사용하면 자유 재량 무게가 증가한다. 제거 가능한 무게추(weight)의 사용과 개선된 타격면 형상은 자유 재량 무게가 제거되어 CG로부터 최대 거리에 배치되도록 할 수 있다.

[0010] 설명 및 청구범위에 "제 1", "제 2", "제 3" 및 "제 4" 등의 용어가, 만약 있다면, 유사한 요소를 서로 구별하기 위해 사용되며, 반드시 특정한 순서 또는 연대순을 설명하기 위한 것은 아니다. 본원에 설명된 실시예가, 예를 들어, 본원에 예시되거나 달리 설명된 바와 다른 순서로 작동할 수 있도록 이렇게 사용된 용어가 적절한 환경 하에서 상호 호환 가능하다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 용어 "포함한다(include)" 및 "구비한다(have)" 및 그 임의의 변형어는 비배타적인 포함의 의미를 갖는 것으로 의도되므로, 요소의 목록을 포함하는 공정, 방법, 시스템, 물품, 장치 또는 기기가 이러한 요소로 반드시 제한되는 것이 아니라, 명시적으로 나열되지 않았거나 이러한 공정, 방법, 시스템, 물품, 장치 또는 기기에 수반되지 않은 다른 요소를 포함할 수도 있다.

[0011] 설명 및 청구 범위에 용어 "좌측(left)", "우측(right)", "전방(front)", "후방(back)", "상부(top)", "하부(bottom)", "위에(over)", "아래(under)"가, 만약 있다면, 이들 용어는 설명의 목적으로 사용되는 것으로, 반드시 영구적인 상대 위치를 설명하기 위한 것은 아니다. 본원에 설명된 장치, 방법, 및/또는 제조 물품의 실시예가, 예를 들어, 본원에 도시되거나 달리 설명된 배향 이외의 배향으로 작동할 수 있도록 이렇게 사용된 용어가 적절한 환경 하에서 상호 호환 가능하다는 것을 이해하여야 한다.

[0012] 본원에 설명된 바와 같은, 드라이버로도 일컬어지는 "드라이버 유형 골프 클럽 헤드"가 특정 치수 범위에 의해 정의될 수 있다. 특히, 본원에 개시된 본 발명과 관련하여 설명된 바와 같은 드라이버는 아래에 정의된 범위 이내의 로프트 각도(loft angle), 부피, 길이, 깊이 및 높이를 포함한다.

[0013] 드라이버 "클럽 헤드 깊이"는 본원에 설명된 바와 같으며, 아래에 설명된 바와 같이 측정될 수 있다. 드라이버의 깊이는 4.5 인치보다 크거나, 4.6 인치보다 크거나, 4.7 인치보다 크거나, 4.8 인치보다 크거나, 4.9 인치보다 크거나, 5.0 인치보다 크다. 클럽 헤드 길이가 아래에 설명된 바와 같이 측정된다. 드라이버의 길이는 4.5 인치보다 크거나, 4.6 인치보다 크거나, 4.7 인치보다 크거나, 4.8 인치보다 크거나, 4.9 인치보다 크거나, 5.0 인치보다 크다.

[0014] 드라이버의 "로프트 각도"는 본원에 설명된 바와 같으며, 대략 16도 미만, 대략 15도 미만, 대략 14도 미만, 대략 13도 미만, 대략 12도 미만, 대략 11도 미만, 또는 대략 10도 미만인 로프트 각도를 갖는 드라이버 클럽 헤드에 의해 정의될 수 있다.

[0015] 드라이버의 부피는 본원에 설명된 바와 같으며, 대략 400 cc보다 크거나, 대략 425 cc보다 크거나, 대략 450 cc보다 크거나, 대략 475 cc보다 크거나, 대략 500 cc보다 크거나, 대략 525 cc보다 크거나, 대략 550 cc보다 크거나, 대략 575 cc보다 크거나, 대략 600 cc보다 크거나, 대략 625 cc보다 크거나, 대략 650 cc보다 크거나, 대략 675 cc보다 크거나, 대략 700 cc보다 클 수 있다.

[0016] 클럽 헤드 높이가 본원에 설명된 바와 같으며 아래에 설명된 바와 같이 측정된다. 드라이버의 높이가 2.0 인치보다 크며 3.0 인치 미만이거나, 2.9 인치 미만이거나, 2.8 인치 미만이거나, 2.7 인치 미만이거나, 2.6 인치 미만이다. 드라이버의 페이스 높이가 1.3 인치(33 ㎜) 내지 3.8 인치(71 ㎜)이다. 드라이버가 185 g 내지 225 g의 질량을 포함한다.

[0017] 본원에 설명된 바와 같은 "기하학적 중심"이라는 용어는 아래에 정의된 바와 같이 식별될 수 있다. 기하학적 중심이 타격면 둘레의 중심점 및 페이스 높이의 중간점일 수 있다. 대안으로서, 기하학적 중심이 타격면 상의 홈의 영역에 의해 정의될 수 있는 "엔지니어링 임팩트 구역(engineered impact zone)"에 대해 중심에 위치할 수 있다. 또 다른 접근법으로서, 타격면의 기하학적 중심이 미국 골프 협회(USGA)와 같은 골프 관리체의 정의에 따라 위치할 수 있다. 예를 들어, 타격면의 기하학적 중심이 USGA의 골프 클럽 헤드의 가요성 측정을 위한 절차(USGA-TPX3004, Rev. 1.0.0, 2008년 5월 1일)의 섹션 6.1에 따라 결정될 수 있다(http://www.usga.org/equipment/testing/protocols/ Procedure-For-Measuring-The-Flexibility-Of-A-Golf-Club-Head/에서 이용 가능)("가요성 절차").

[0018] 본원에 설명된 바와 같은 "로프트 평면"이라는 용어는 아래에 정의된 바와 같이 식별될 수 있다. 로프트 평면은

타격면의 기하학적 중심에 대해 접선 방향이다. 페이스 높이가 크라운 부근의 타격면 둘레의 상단부와 솔 부근의 타격면 둘레의 하단부 사이에서 로프트 평면에 평행하게 측정될 수 있다. 이들 실시예에서, 타격면 둘레는 곡률이 타격면의 볼록부(bulge) 및/또는 롤(roll)로부터 벗어나는 타격면의 외부 가장자리를 따라 위치할 수 있다.

[0019] 본원에 설명된 바와 같은 X'Y'Z' 좌표계는 타격면의 기하학적 중심을 기반으로 한다. 본원에 설명된 바와 같은 드라이버 치수가 아래에 정의된 바와 같은 좌표계에 기초하여 측정될 수 있다. 타격면의 기하학적 중심이 타격면의 기하학적 중심에 위치한 원점을 갖는 좌표계를 정의하며, 좌표계는 X' 축선, Y' 축선, 및 Z' 축선을 갖는다. X' 축선이 타격면의 기하학적 중심을 통해 클럽 헤드의 힐로부터 토우의 방향으로 연장된다. Y' 축선이 타격면의 기하학적 중심을 통해 클럽 헤드의 크라운으로부터 솔로의 X' 축선에 수직인 방향으로 연장되며, Z' 축선이 타격면의 기하학적 중심을 통해 클럽 헤드의 전방 단부로부터 후방 단부로의 X' 축선 및 Y' 축선에 수직인 방향으로 연장된다.

[0020] 본원에 설명된 바와 같은 X'Y'Z' 좌표계가 X' 축선 및 Y' 축선을 통해 연장되는 X'Y' 평면, X' 축선 및 Z' 축선을 통해 연장되는 X'Z' 평면, 및 Y' 축선 및 Z' 축선을 통해 연장되는 Y'Z' 평면을 정의하며, X'Y' 평면, X'Z' 평면 및 Y'Z' 평면이 모두 서로 수직이며 타격면의 기하학적 중심에 위치한 좌표계의 원점에서 교차한다. X'Y' 평면은 호젤 축선에 평행하게 연장되며, 호젤 축선은 호젤 구조 보어 중앙을 따라 연장되며 로프트 평면으로부터의 클럽 헤드의 로프트 각도에 해당하는 각도에 위치한다. 또한 X' 축선은 X'Y' 평면에 수직인 방향에서 보았을 때 호젤 축선에 대해 60도 각도에 위치된다. 클럽 헤드는 타격면을 X'Y' 평면에 수직인 방향에서 본 전방 관점에서 볼 수 있다. 드라이버는 클럽 헤드를 Y'Z' 평면에 수직인 방향에서 본 측면 관점 또는 측단면 관점에서 볼 수 있다.

[0021] 본원에 설명된 바와 같은 "깊이"라는 용어는 아래에 정의된 바와 같이 클럽 헤드의 전후 치수를 지칭할 수 있다. 클럽 헤드의 깊이는 Z' 축선과 평행한 방향으로 전방 단부로부터 후방 단부까지의 클럽 헤드의 가장 먼 범위로서 측정된다.

[0022] 클럽 헤드 길이는 본원에 설명된 바와 같다. 클럽 헤드의 길이는 이전에 정의된 바와 같이 정면도에서 보았을 때 X' 축선과 평행한 방향으로 힐로부터 토우까지의 클럽 헤드의 가장 먼 범위로서 측정된다. 클럽 헤드의 길이가 미국 골프 협회(USGA)와 같은 골프 관리체에 따라 측정될 수 있다. 예를 들어, 클럽 헤드의 길이가 USGA의 우드 클럽의 클럽 헤드 크기를 측정하기 위한 절차(USGA-TPX3003, Rev. 1.0.0, 2003년 11월 21일)(https://www.usga.org/content/dam/usga/pdf/Equipment/TPX3003-procedure-for-measuring-the-club-head-size-of-wood-clubs.pdf에서 이용 가능)("우드 클럽의 클럽 헤드 크기 측정을 위한 절차")에 따라 결정될 수 있다.

[0023] 클럽 헤드 높이는 본원에 설명된 바와 같다. 클럽 헤드의 높이는 이전에 정의된 바와 같이 정면도에서 보았을 때 Y' 축선과 평행한 방향으로 크라운으로부터 솔까지의 클럽 헤드의 가장 먼 범위로서 측정될 수 있다. 많은 실시예에서, 클럽 헤드의 높이가 미국 골프 협회(USGA)와 같은 골프 관리체에 따라 측정될 수 있다. 예를 들어, 클럽 헤드의 높이가 USGA의 우드 클럽의 클럽 헤드 크기를 측정하기 위한 절차(USGA-TPX3003, Rev. 1.0.0, 2003년 11월 21일)(https://www.usga.org/content/dam/usga/pdf/Equipment/TPX3003-procedure-for-measuring-the-club-head-size-of-wood-clubs.pdf에서 이용 가능)("우드 클럽의 클럽 헤드 크기 측정을 위한 절차")에 따라 결정될 수 있다.

[0024] 본원에 설명된 바와 같은 "헤드 깊이 평면"이라는 용어는 클럽 헤드의 힐로부터 토우로의 방향으로 로프트 평면에 수직인 타격면의 기하학적 중심을 통해 연장되는 평면을 지칭한다.

[0025] 본원에 설명된 바와 같은 헤드 CG 깊이는 X'Y' 평면에 수직인 방향에서 무게 중심(CG)과 X'Y' 평면 사이의 오프셋 거리로서 측정된다. 대안으로서, 헤드 CG 깊이가 로프트 평면에 수직인 방향으로 측정된 CG와 로프트 평면 사이의 오프셋 거리로서 측정될 수 있다.

[0026] 본원에 설명된 바와 같은 헤드 CG 높이는 크라운을 향한 또는 솔을 향한 헤드 깊이 평면에 수직인 방향에서 무게 중심(CG)과 헤드 깊이 평면 사이의 오프셋 거리로서 측정된다. 헤드 CG 높이는 헤드 CG가 헤드 깊이 평면 위에(즉, 헤드 깊이 평면과 크라운 사이)에 위치할 때 양수로서 표시되며, 헤드 CG 높이는 헤드 CG가 헤드 깊이 평면 아래에(즉, 헤드 깊이 평면과 솔 사이)에 위치할 때 음수로서 표시된다. 헤드 CG 높이의 절대값은 헤드 깊이 평면 위 또는 아래(즉, 헤드 깊이 평면과 크라운 사이 또는 헤드 깊이 평면과 솔 사이)에 위치한 헤드 CG를 설명할 수 있다.

[0027] 본원에 설명된 바와 같은 xyz 좌표계는 클럽 헤드의 무게 중심을 기반으로 한다. 헤드 CG는 x-축선, y-축선 및 z-축선을 갖는 좌표계의 원점을 정의한다. y-축선은 측면도에서 볼 때 호젤 축선에 평행하게 그리고 정면도에서 볼 때 호젤 축선으로부터 30도 각도로 크라운으로부터 솔까지 헤드 CG를 통해 연장된다. x-축선은 정면도에서 볼 때 y-축선에 수직으로 그리고 X'Y' 평면에 평행하게 힐로부터 토우까지 헤드 CG를 통해 연장된다. z-축선은 x-축선 및 y-축선에 수직으로 전방 단부로부터 후방 단부까지 헤드 CG를 통해 연장된다. x-축선이 X' 축선에 평행하게 힐로부터 토우까지 헤드 CG를 통해 연장되며, y-축선이 Y' 축선에 평행하게 크라운으로부터 솔까지 헤드 CG를 통해 연장되며, z-축선이 Z' 축선에 평행하게 전방 단부로부터 후방 단부까지 헤드 CG를 통해 연장된다.

[0028] 본원에 설명된 바와 같은 용어 "I_{xx}"는 크라운-솔 관성 모멘트를 지칭한다. I_{xx}는 x-축선을 중심으로 측정된다. 본원에 설명된 바와 같은 용어 "I_{yy}"는 힐-토우 관성 모멘트를 지칭한다. I_{yy}는 y-축선을 중심으로 측정된다. 본원에 설명된 바와 같은 조합 관성 모멘트는 크라운-솔 관성 모멘트와 힐-토우 관성 모멘트의 합으로서 정의된다.

[0029] 본 개시의 임의의 실시예를 상세히 설명하기에 앞서, 본 개시의 용례가 이하의 설명에 제시되거나 이하의 도면에 도시된 구성 요소의 구성 및 배치의 세부 사항으로 제한되지 않는다는 것을 이해하여야 한다. 본 개시의 다른 실시예가 가능하며 본 개시가 다양한 방식으로 실시되거나 수행될 수 있다.

[0030] 아래에 설명된 바와 같이, 골프 클럽 헤드가 전형적인 크라운을 닮은 더 작은 곡률 반경을 갖는 솔 윤곽 및 전형적인 솔을 닮은 더 큰 곡률 반경의 크라운 윤곽을 포함하는 클럽 헤드의 실시예가 아래에 설명된다. 도 1a, 도 1b, 도 2, 도 3, 도 4 및 도 10에는, 성능을 향상시키기 위해, 본원에 설명된 곡률 프로파일을 갖는 골프 클럽 헤드와 결합하여(그 임의의 조합으로) 적용될 수 있으며 클럽 헤드(100)에 적용되는 바와 같은 추가의 특징이 도시되어 있다. 클럽 헤드(100)는 곡률 프로파일을 포함하며, 여기서, CG 높이를 감소시키며 CG 깊이를 증가시키기 위해, 크라운 곡률은 표준 클럽 헤드(예를 들어, 클럽 헤드(100'))의 솔 곡률과 일치하며 솔 곡률은 표준 클럽 헤드(예를 들어, 클럽 헤드(100'))의 크라운 곡률과 일치한다. 도 5, 도 7a 및 도 8은, 본원에 설명된 바와 같은 그리고 도 6, 도 7b 및 도 9에 도시된 바와 같은 클럽 헤드(100)의 곡률 프로파일을 포함하는 실시예와 비교하여, 표준 곡률 프로파일을 갖는 클럽 헤드(100')를 보여준다. 많은 실시예에서, 헤드 CG(170)가, 아래에 설명된 바와 같이, 부피 및 로프트 각도와 같은 다양한 클럽 헤드 매개 변수에 기초하여 클럽 헤드(100)의 솔(118) 및 후방 단부(110)를 향해 전략적으로 위치된다. 또한, 많은 실시예에서, 헤드 CG(170)가 감소된 공기역학적 항력과 조합하여 클럽 헤드(100)의 솔(118)과 후방 단부(110)를 향해 전략적으로 위치된다.

[0031] 클럽 헤드(100)는 몸체(102) 및 타격면(104)을 포함한다. 클럽 헤드(100)의 몸체(102)가 전방 단부(108), 전방 단부(108) 반대측의 후방 단부(110), 크라운(116), 크라운(116) 반대측의 솔(118), 힐(120), 및 힐(120) 반대측의 토우(122)를 포함한다. 몸체(102)가 크라운(116)과 솔(118)의 사이에 인접하여 위치한 스커트 또는 후단 가장자리(128)를 추가로 포함하며, 스커트가 클럽 헤드(100)의 힐(120) 부근으로부터 토우(122) 부근까지 연장된다.

[0032] 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 드라이버 유형 클럽 헤드이다. 다른 실시예에서는, 유사한 곡률 프로파일이 임의의 중공체(hollow body)형 클럽 헤드(예를 들어, 드라이버, 페어웨이 우드, 또는 하이브리드)에 적용될 수 있다. 이들 실시예에서는, 몸체 및 타격면이 골프 클럽 헤드(100)의 내부 캐비티를 획정할 수 있다. 일부 실시예에서, 몸체(102)가 클럽 헤드(100)의 크라운(116), 솔(118), 힐(120), 토우(122), 후방 단부(110) 및 전방 단부(108)의 둘레에 걸쳐 연장될 수 있다. 이들 실시예에서, 몸체(102)가 클럽 헤드(100)의 전방 단부(108) 상의 개구를 획정하며, 타격면(104)이 클럽 헤드(100)를 형성하기 위해 개구의 내부에 위치된다. 다른 실시예에서는, 타격면(104)이 클럽 헤드의 전체 전방 단부(108)에 걸쳐 연장될 수 있으며, 크라운(116), 솔(118), 힐(120) 및 토우(122) 중 적어도 하나에 걸쳐 연장되는 복귀 부분을 포함할 수 있다. 이들 실시예에서, 타격면(104)의 복귀 부분이 몸체(102)에 결합되어 클럽 헤드(100)를 형성한다.

[0033] 도 2, 도 7b 및 도 9에 도시된 바와 같이, 클럽 헤드(100)는 호젤 구조(130) 및 호젤 구조(130)의 보어 중앙을 따라 연장되는 호젤 축선(132)을 추가로 포함한다. 본 예에서, 클럽 헤드(100)의 호젤 결합 기구가 호젤 구조(130)와 호젤 슬리브(134)를 포함하며, 호젤 슬리브(134)가 골프 샤프트(136)의 일 단부를 수용할 수 있다. 호젤 슬리브(134)가 복수의 구성으로 호젤 구조(130)와 결합될 수 있어, 골프 샤프트(136)가 호젤 축선(132)에 대해 복수의 각도로 호젤 구조(130)에 고정되도록 할 수 있다. 각각의 각도는 상이한 미리 식별된 로프트 각도와 라이 각도(lie angle)의 조합을 나타낸다. 그러나, 샤프트(136)가 호젤 구조(130)에 조정 불가능하게 고정될 수 있는 다른 예가 있을 수 있다.

[0034] 클럽 헤드(100)는 헤드 CG 위치, 클럽 헤드 관성 모멘트, 크라운 및 솔 곡률, 공기 역학적 항력과 같은 다양한 매개 변수가 균형을 이루어 개선된 임팩트 성능 특성(예를 들어, 스핀, 발사 각도, 속도, 관용성) 및 스윙 성능 특성(예를 들어, 공기 역학적 항력, 임팩트 시에 클럽 헤드를 스퀘어로 만드는 능력)을 모두 제공한다. 많은 실시예에서, 아래에 설명된 매개 변수가 균형을 이루면, 스윙 성능 특성과 공기 역학적 속성을 유지하거나 개선하면서 개선된 임팩트 성능이 제공된다. 또한, 많은 실시예에서, 아래에 설명된 매개 변수가 균형을 이루면, 임팩트 성능 특성을 유지하거나 개선하면서 개선된 스윙 성능 특성이 제공된다.

[0035] 다양한 로프트 각도 및 부피를 갖는 클럽 헤드의 다양한 실시예가 아래에 설명된다. 다른 실시예는 본원에 설명된 로프트 각도 및 부피와 상이한 로프트 각도 또는 부피를 갖는 클럽 헤드를 포함할 수 있다. 일 예에 따르면, 골프 클럽 헤드(100)가 높은 부피 및 낮은 로프트 각도를 포함하는 드라이버 유형 골프 클럽 헤드이다. 다른 실시예에서는, 골프 클럽 헤드(100)가 아래에 설명된 바와 같은 로프트 각도 및 부피를 갖는 임의의 유형의 골프 클럽 헤드를 포함할 수 있다. 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 클럽 헤드(100)와 동일하거나 유사한 매개 변수를 포함한다.

[0036] I. 드라이버 유형 클럽 헤드

[0037] 곡률 프로파일은 힐-토우 솔 곡률 반경(158)을 증가시켜 솔을 평평하게 만드는 한편, 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)을 감소시켜 크라운의 곡률을 증가시킨다. 감소된 헤드 CG 높이(174)를 갖는 클럽 헤드(100)는, 더 높은 헤드 CG 높이를 갖는 유사한 클럽 헤드와 비교하여, 임팩트 시의 골프 공의 백스핀을 감소시킬 수 있다.

[0038] 도 1을 참조하면, 타격면(108)은 상부 가장자리(136), 하부 가장자리(138) 및 기하학적 중심(140)을 포함한다. 상부 가장자리(136)는 곡률이 타격면(108)의 볼록부 및 롤로부터 벗어나는 크라운(124) 부근의 타격면(104)의 전방 단부(112)를 따라 연장된다. 하부 가장자리(138)는 곡률이 타격면(108)의 볼록부 및 롤로부터 벗어나는 솔(132) 부근의 타격면(104)의 전방 단부(112)를 따라 연장된다. 일부 실시예에서, 스플라인(spline) 방법이 사용되어 곡률이 상부 가장자리(136) 또는 하부 가장자리(138)에서 타격면(108)의 볼록부 및 롤로부터 벗어나는 곳을 결정하는 데 사용될 수 있다.

[0039] i. 크라운 힐-토우 곡률 반경(crown heel to toe radius of curvature)

[0040] 도 7 및 도 8을 참조하면, 클럽 헤드(100)는 (크라운 전이 영역에 수직으로 교차하는) 정면도에서 보았을 때 힐(116) 부근으로부터 토우(120) 부근까지 연장되는 전방 단부(112) 상에 위치된 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)을 추가로 포함한다. 많은 실시예에서, 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)을 감소시키면, 스윙 동안 클럽 헤드(100)의 공기 역학적 항력을 더욱 감소시킬 수 있다. 더 중요하게는, 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)은, 클럽 헤드(100)에 의해 타격되는 골프 공에 부과되는 발사 및 스핀을 최대화하기 위해, CG 높이 및 CG 깊이를 전략적으로 위치시키는 것을 돕는다. 도 5 및 도 6을 참조하면, 도 6의 골프 클럽 헤드(100)의 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)은 곡률 프로파일이 없는 도 5의 골프 클럽 헤드의 힐-토우 크라운 곡률 반경(156')보다 상당히 더 곡선형인 것을 알 수 있다(도 6의 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)이 더 평평하다).

[0041] 도 8 및 도 5b에 도시된 실시예에서, 힐-토우 곡률 반경이 힐(120) 부근으로부터 토우(122) 부근까지 타격면(108)의 전체 상부 가장자리(136)를 따라 연장된다. 다른 실시예에서는, 힐-토우 곡률 반경이 타격면(108)의 상부 가장자리(136)의 일부를 따라 연장될 수 있다.

[0042] 도시된 실시예에서, 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)이 대략 4.0 인치일 수 있어, 더 큰(4.0 인치보다) 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)을 갖는 유사한 클럽 헤드와 비교하여, 공기 역학적 항력을 감소시킬 수 있다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100) 상의 공기 역학적 항력이 대략 3.8 인치 미만, 대략 3.9 인치 미만, 대략 4.0 인치 미만, 대략 4.1 인치 미만, 대략 4.2 인치 미만, 대략 4.3 인치 미만, 대략 4.4 인치 미만, 대략 4.5 인치 미만, 대략 4.6 인치 미만, 대략 4.7 인치 미만, 4.8 인치 미만, 대략 4.9 인치 미만, 대략 5.0 인치 미만 또는 대략 5.1 인치 미만의 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)에 의해 감소될 수 있다. 또한, 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100) 상의 공기 역학적 항력이 대략 3.0 인치 내지 3.5 인치, 3.25 인치 내지 3.75 인치, 3.5 인치 내지 4.0 인치, 3.75 인치 내지 4.25 인치, 4.0 인치 내지 4.5 인치, 4.25 인치 내지 4.7 5인치, 또는 4.5 인치 내지 5.0 인치의 힐-토우 곡률 반경에 의해 감소될 수 있다.

[0043] 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)이 감소하면, 힐-토우 곡률 반경이 더 큰 유사한 클럽 헤드와 비교하여, 정면도에서 보았을 때 힐-토우 방향으로 크라운 영역이 더 곡선형 형상으로 된다. 곡선형의 크라운 형상은 층류를 유지하며, 크라운의 힐 영역과 토우 영역에 걸쳐 난류를 감소시켜 클럽 헤드(100) 상의 공기 역학적 항력을 감소시키면서, 동시에 전체 클럽 헤드의 무게 중심을 낮추는 데 도움을 준다.

[0044] ii. 솔 힐-토우 곡률 반경(sole heel to toe radius of curvature)

[0045] 도 5 및 도 6을 참조하면, 클럽 헤드(100)는 (솔 전이 영역에 수직으로 교차하는) 정면도에서 보았을 때 힐(116) 부근으로부터 토우(120) 부근까지 연장되는 전방 단부(112) 상에 위치된 힐-토우 솔 곡률 반경(158)을 추가로 포함한다. 많은 실시예에서, 힐-토우 솔 곡률 반경(158)을 증가시키면, 감소된 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)과 조합될 때, 스윙 동안 클럽 헤드(100)의 공기 역학적 항력을 더욱 감소시킬 수 있다. 더 중요하게는, 힐-토우 솔 곡률 반경(158)은, 클럽 헤드(100)에 의해 타격되는 골프 공에 부과되는 발사 및 스핀을 최대화하기 위해, CG 높이 및 CG 깊이를 전략적으로 위치시키는 것을 돕는다. 도 6의 힐-토우 솔 곡률 반경(158)은 곡률 프로파일을 포함하지 않는 도 7의 골프 클럽 헤드와 비교하여 감소되어 있다. 도 5 및 도 6을 참조하면, 도 6의 골프 클럽 헤드(100)의 힐-토우 솔 곡률 반경(158)이 곡률 프로파일이 없는 도 5의 골프 클럽 헤드보다 더 평평하다는 것을 알 수 있다(힐-토우 솔 곡률 반경(158)이 더 곡선형이다).

[0046] 도 6을 참조하면, 도시된 실시예에서, 힐-토우 솔 곡률 반경(158)이 힐(116) 부근으로부터 토우(120) 부근까지 타격면(108)의 하부 가장자리(138)(도시하지 않음)의 일부를 따라 연장된다. 다른 실시예에서는, 힐-토우 곡률 반경이 타격면(108)의 전체 하부 가장자리(138)를 따라 연장될 수 있다.

[0047] 힐-토우 솔 곡률 반경(158)을 증가시키면, 스윙 중에 골프 클럽 헤드 상의 공기 역학적 항력을 감소시키면서, 동시에 솔 부근에 위치한 질량을 증가시킴으로써 CG를 낮출 수 있다. 도시된 실시예에서, 힐-토우 솔 곡률 반경(158)이, 더 낮은(6.0 인치 미만) 힐-토우 곡률 반경을 갖는 유사한 클럽 헤드와 비교하여, 공기 역학적 항력을 감소시키기 위해 대략 6.0 인치일 수 있다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100) 상의 공기 역학적 항력이 대략 4.9 인치보다 크거나, 대략 5.2 인치보다 크거나, 대략 5.5 인치보다 크거나, 대략 5.8 인치보다 크거나, 대략 6.0 인치보다 크거나, 대략 6.1 인치보다 크거나, 대략 6.2 인치보다 크거나, 대략 6.3 인치보다 크거나, 대략 6.4 인치보다 크거나, 대략 6.5 인치보다 크거나, 대략 6.6 인치보다 크거나, 대략 6.7 인치보다 크거나, 대략 6.8 인치보다 크거나, 6.9 인치보다 크거나, 대략 7.0 인치보다 큰 힐-토우 솔 곡률 반경(158)에 의해 감소된다. 또한, 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100) 상의 공기 역학적 항력이 대략 5.0 인치 내지 6.5 인치, 대략 5.25 인치 내지 6.75 인치, 대략 5.5 인치 내지 7.0 인치, 대략 5.75 인치 내지 7.25 인치, 6.0 인치 내지 7.5 인치 또는 6.25 인치 내지 7.75 인치의 힐-토우 솔 곡률 반경(158)에 의해 감소될 수 있다.

[0048] 증가된 힐-토우 솔 곡률 반경(158)은, 더 낮은 힐-토우 곡률 반경을 갖는 유사한 클럽 헤드와 비교하여, 정면도에서 보았을 때 힐-토우 방향으로 솔 전이 영역(146)의 형상이 더 납작해진다. 솔의 납작한 형상과 크라운의 증가된 곡률은 층류를 유지하며, 크라운의 힐 영역과 토우 영역에 걸쳐 난류를 감소시켜 클럽 헤드(100) 상의 공기 역학적 항력을 감소시키면서, 동시에 전체 클럽 헤드의 무게 중심을 낮추는 데 도움을 준다. 대부분의 실시예에서, 감소된 힐-토우 크라운 곡률 반경(156) 및 증가된 힐-토우 솔 곡률 반경(158)은, 곡률 프로파일이 없는 클럽 헤드를 능가하여, 대략 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25% 이상 CG 높이를 감소시킬 수 있다(도 5, 도 7a 및 도 8). 일 실시예에서, 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)을 6.325 인치(도 7)에서 4.0 인치(도 8)로 감소시키며 힐-토우 솔 곡률 반경(158)을 3.3 인치(도 7)에서 6.0 인치(도 8)로 증가시키면, 18.87% 더 낮은 CG 높이에 해당하는 0.188 인치만큼 CG 높이를 떨어트릴 수 있다.

[0049] 또한, 곡률 프로파일은 CG 높이를 대폭 감소시킬 뿐만 아니라 클럽 헤드(100)의 CG 깊이를 증가시킬 수 있는데, 그 이유는 더 많은 자유 재량 질량이 아래 뒤쪽으로 위치할 수 있기 때문이다. 대부분의 실시예에서, 감소된 힐-토우 크라운 곡률 반경(156) 및 증가된 힐-토우 솔 곡률 반경(158)은, 타격면으로부터 멀리 다량의 질량을 배치함으로써 달성되는, 바람직한 CG 깊이를 유지한다. 그러나, 일부 실시예에서, 감소된 힐-토우 크라운 곡률 반경(156) 및 증가된 힐-토우 솔 곡률 반경(158)이, 곡률 프로파일이 없는 클럽 헤드를 능가하여, 대략 0.3%, 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8%, 0.9%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18%, 19%, 20%, 21%, 22%, 23%, 24%, 25% 이상 CG 깊이를 증가시킬 수 있다(도 5a, 도 6a, 도 7 및 도 10). 동일한 실시예에서, 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)을 6.325 인치(도 7)에서 4.0 인치(도 8)로 감소시키며 힐-토우 솔 곡률 반경(158)을 3.3 인치(도 7)에서 6.0 인치(도 8)로 증가시키면, 0.477%의 CG 높이 개선에 해당하는 0.010 인치만큼 CG 깊이를 증가시킨다.

[0050] CG 높이 감소와 CG 깊이 증가는 볼 속도 0.25 mph 증가, 적어도 350 rpm의 스핀 감소, 및 발사 각도 0.25도 내지 1도 증가를 야기한다. 더 낮은 CG 높이와 증가된 CG 깊이로 인한 이러한 개선은 볼 비거리를 5 야드 내지 7 야드 증가시킨다. 다른 실시예에서는, CG 높이 감소와 CG 깊이 증가가 스핀을 25 rpm, 50 rpm, 75 rpm, 100 rpm, 125 rpm, 150 rpm, 175 rpm, 200 rpm, 225 rpm, 250 rpm, 275 rpm, 300 rpm, 325 rpm, 350 rpm, 375

rpm, 400 rpm, 또는 400 rpm보다 많이 감소시킬 수 있다. 다른 실시예에서는, CG 높이 감소와 CG 깊이 증가가 골프공의 발사 각도를 0.1도, 0.15도, 0.20도, 0.25도, 0.30도, 0.35도, 0.40도, 0.45도, 0.50도, 0.55도, 0.60도, 0.65도, 0.70도, 0.75도, 0.80도, 0.85도, 0.90도, 0.95도, 1도, 또는 1도보다 많이 증가시킬 수 있다.

[0051] CG 위치 및 공기 역학적 속성을 더욱 개선하여 백스핀을 감소시키며 볼 비거리를 증가시키기 위해, 골프 클럽 헤드(100)가 아래에 설명된 추가의 특징 중 어느 하나 또는 조합을 포함할 수 있다.

[0052] iii 가파른 크라운 각도

[0053] 기타 속성이 위에 명시된 힐-토우 크라운 및 솔 곡률을 갖는 골프 클럽 헤드(100)와 조합될 수 있다. 표준 드라이버 클럽 헤드가 도시된 도면을 참조하긴 하지만, 아래에 설명되고 도면에 도시된 속성이 곡률 프로파일이 있는 클럽 헤드(100)에 적용될 수 있다. 도 10을 참조하면, 일부 실시예에서, 전술한 곡률을 포함하는 골프 클럽 헤드(100)가 더 낮고 더욱 뒤쪽의 헤드 CG 위치를 달성하기 위해 가파른 크라운 각도(388)를 추가로 포함할 수 있다. 가파른 크라운 각도(388)는 크라운(116)의 후방 단부를 솔(118) 또는 지면을 향해 위치시켜, 이에 의해 클럽 헤드 CG 위치를 낮춘다.

[0054] 크라운 각도(388)는 크라운 축선(1090)과 전방 평면(1020) 사이의 예각으로서 측정된다. 이들 실시예에서, 크라운 축선(1090)은 지평면(1030)과 전방 평면(1020)에 수직으로 위치된 평면을 따라 취한 클럽 헤드의 단면에 위치한다. 크라운 축선(1090)은 아래에 정의된 바와 같은 상부 전이 경계 및 후방 전이 경계를 참조하여 추가로 설명될 수 있다.

[0055] 클럽 헤드(100)는 힐(120) 부근으로부터 토우(122) 부근까지 전방 단부(108)와 크라운(116) 사이에서 연장되는 상부 전이 경계를 포함한다. 상부 전이 경계는, 클럽 헤드(100)가 어드레스 위치에 있을 때, 전방 평면(1020)에 수직이며 지평면(1030)에 수직인 평면을 따라 취한 측단면도에서 볼 때의 크라운 전이 프로파일(390)을 포함한다. 측단면도는 힐(120) 부근으로부터 토우(122) 부근까지의 클럽 헤드(100)의 임의의 지점을 따라 취해질 수 있다.

[0056] 클럽 헤드(100)는 힐(120) 부근으로부터 토우(122) 부근까지 크라운(116)과 스커트(128)의 사이에서 연장되는 후방 전이 경계를 추가로 포함한다. 후방 전이 경계는, 클럽 헤드(100)가 어드레스 위치에 있을 때, 전방 평면(1020)에 수직이며 지평면(1030)에 수직인 평면을 따라 취한 측단면도에서 볼 때의 후방 전이 프로파일(396)을 포함한다. 단면도는 힐(120) 부근으로부터 토우(122) 부근까지의 클럽 헤드(100)의 임의의 지점을 따라 취해질 수 있다.

[0057] 크라운 축선(1090)이, 아래에 설명된 바와 같이, 클럽 헤드(100)의 전방 단부(108) 부근의 크라운 전이 지점(394)과 클럽 헤드(100)의 후방 단부(110) 부근의 후방 전이 지점(402)의 사이에서 연장된다. 크라운 각도(388)가 일정하게 유지될 수 있거나, 클럽 헤드(100)의 힐(120) 부근으로부터 토우(122) 부근까지 변할 수 있다. 예를 들어, 힐(120) 및 토우(122)에 대해 상이한 위치에서 측단면도를 취하는 경우, 크라운 각도(388)가 변할 수 있다.

[0058] 예시된 실시예에서, 토우(122) 부근의 크라운 각도(388)가 대략 72.25도이며, 힐(120) 부근의 크라운 각도(388)가 대략 64.5도이며, 골프 클럽 헤드의 중심 부근의 크라운 각도(388)가 대략 64.2도이다. 많은 실시예에서, 토우(122) 부근으로부터 힐(120) 부근까지의 임의의 위치에서 취한 최대 크라운 각도(388)가 79도 미만, 대략 78도 미만, 대략 77도 미만, 대략 76도 미만, 대략 75도 미만, 대략 74도 미만, 대략 73도 미만, 대략 72도 미만, 대략 71도 미만, 대략 70도 미만, 대략 69도 미만, 또는 대략 68도 미만이다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 최대 크라운 각도가 50도 내지 79도, 60도 내지 79도, 또는 70도 내지 79도이다.

[0059] 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)의 토우(122) 부근의 크라운 각도(388)가 대략 79도 미만, 대략 78도 미만, 대략 77도 미만, 대략 76도 미만, 대략 75도 미만, 대략 74도 미만, 대략 73도 미만, 대략 72도 미만, 대략 71도 미만, 대략 70도 미만, 대략 69도 미만, 또는 대략 68도 미만일 수 있다. 예를 들어, 타격면(104)의 기하학적 중심(340)으로부터 토우(122)를 향해 대략 1.0 인치에 위치된 측단면도를 따라 취한 크라운 각도(388)가 79도 미만, 78도 미만, 77도 미만, 76도 미만, 75도 미만, 74도 미만, 73도 미만, 72도 미만, 71도 미만, 70도 미만, 69도 미만, 또는 68도 미만일 수 있다.

[0060] 또한, 다른 실시예에서는, 힐(120) 부근의 크라운 각도(388)가 대략 70도 미만, 대략 69도 미만, 대략 68도 미만, 대략 67도 미만, 대략 66도 미만, 대략 65도 미만, 대략 64도 미만, 대략 63도 미만, 대략 62도 미만, 대략 61도 미만, 대략 60도 미만, 대략 59도 미만일 수 있다. 예를 들어, 타격면(104)의 기하학적 중심(340)으로부터

힐(120)을 향해 대략 1.0 인치에 위치된 측단면도를 따라 취한 크라운 각도(388)는 대략 70도 미만, 대략 69도 미만, 대략 68도 미만, 대략 67도 미만, 대략 66도 미만, 대략 65도 미만, 대략 64도 미만, 대략 63도 미만, 대략 62도 미만, 대략 61도 미만, 대략 60도 미만, 대략 59도 미만일 수 있다.

[0061] 더 나아가, 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)의 중심 부근의 크라운 각도(388)가 75도 미만, 74도 미만, 73도 미만, 72도 미만, 71도 미만, 대략 70도 미만, 대략 69도 미만, 대략 68도 미만, 대략 67도 미만, 대략 66도 미만, 대략 65도 미만, 대략 64도 미만, 대략 63도 미만, 대략 62도 미만, 대략 61도 미만, 대략 60도 미만, 대략 59도 미만일 수 있다. 예를 들어, 타격면(104)의 대략 기하학적 중심(340)에 위치된 측단면도를 따라 취한 크라운 각도(388)가 대략 70도 미만, 대략 69도 미만, 대략 68도 미만, 대략 67도 미만, 대략 66도 미만, 대략 65도 미만, 대략 64도 미만, 대략 63도 미만, 대략 62도 미만, 대략 61도 미만, 대략 60도 미만, 대략 59도 미만일 수 있다. 일 예에서, 클럽 헤드(100)의 중심 부근의 크라운 각도(388)가 68.66도이다.

[0062] 많은 실시예에서, 현재의 클럽 헤드와 비교하여 크라운 각도(388)를 감소시키면, 클럽 헤드(100)가 어드레스 위치에 있을 때, 더 가파른 크라운 또는 지평면(1030)에 더 가깝게 위치된 크라운이 생성된다. 따라서, 크라운 각도(388)가 감소하면, 특히 전술한 곡률 프로파일과 연결하여 감소될 때, 더 높은 크라운 각도를 갖는 클럽 헤드와 비교하여 더 낮은 헤드 CG 위치를 초래할 수 있다.

[0063] vii. 전이 프로파일

[0064] 일부 실시예에서, 전술한 힐-토우 크라운 및 솔 곡률을 포함한 골프 클럽 헤드(100)는 아래에 설명되는 바와 같은 전후 곡률 반경을 포함하는 전이 프로파일을 추가로 포함할 수 있다. 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)의 후방 단부(110)를 따라 타격면(104)으로부터 크라운(116)으로의, 타격면(104)으로부터 솔(118)로의, 및/또는 크라운(116)으로부터 솔(118)로의 클럽 헤드(100)의 전이 프로파일이 스윙 동안 클럽 헤드(100)의 공기 역학적 항력에 영향을 미칠 수 있다.

[0065] 도 10을 참조하면, 일부 실시예에서, 크라운 전이 프로파일(390)을 획정하는 상부 전이 경계 및 후방 전이 프로파일(396)을 획정하는 후방 전이 경계를 갖는 클럽 헤드(100)가 솔 전이 프로파일(410)을 획정하는 솔 전이 경계를 추가로 포함한다. 솔 전이 경계가 힐(120) 부근으로부터 토우(122) 부근으로 전방 단부(108)와 솔(118)의 사이에서 연장된다. 솔 전이 경계는 Y'Z' 평면에 평행한 평면을 따라 취한 측단면도에서 볼 때의 솔 전이 프로파일(410)을 포함한다. 측단면도는 힐(120) 부근으로부터 토우(122) 부근까지의 클럽 헤드(100)의 임의의 지점을 따라 취해질 수 있다.

[0066] 솔 전이 프로파일은 윤곽이 솔 곡률 반경(412)으로부터 솔(118)의 곡률로의 곡률 변동을 나타내는 솔 전이 지점(414)까지 타격면(104)의 롤 반경 및/또는 볼록부 반경으로부터 출발하는 클럽 헤드(100)의 전방 단부(108)로부터 연장되는 타격면-후방 솔 곡률 반경(412)을 정의한다. 일부 실시예에서, 솔 곡률 반경은 윤곽이 솔 곡률 반경(212)으로부터 솔(118)의 곡률로의 곡률 변동을 나타내는 솔 전이 지점(414)까지 타격면(104)의 롤 반경 및/또는 볼록부 반경으로부터 출발하는 솔(118) 부근 타격면 둘레의 하부 단부로부터 연장되는 단일 곡률 반경을 포함한다.

[0067] 크라운 전이 프로파일(390)은 윤곽이 전방 곡률 반경(392)으로부터 크라운(116)의 곡률로의 곡률 변동을 나타내는 크라운 전이 지점(394)까지 타격면(104)의 롤 반경 및/또는 볼록부 반경으로부터 출발하는 클럽 헤드(100)의 전방 단부(108)로부터 연장되는 타격면-후방 전방 곡률 반경(392)을 정의한다. 일부 실시예에서, 전방 곡률 반경(392)은 윤곽이 전방 곡률 반경(392)으로부터 크라운(116)의 하나 이상의 상이한 곡률로의 곡률 변동을 나타내는 크라운 전이 지점(394)까지 타격면(104)의 롤 반경 및/또는 볼록부 반경으로부터 출발하는 크라운(116) 부근 타격면 둘레(342)의 상부 단부(393)로부터 연장되는 단일 곡률 반경을 포함한다.

[0068] 상부 전이 경계의 전방 곡률 반경(392)이 일정하게 유지될 수 있거나, 클럽 헤드(100)의 힐(120) 부근으로부터 토우(122) 부근까지 변할 수 있다. 유사하게, 후방 전이 경계의 후방 곡률 반경(398)이 일정하게 유지될 수 있거나, 클럽 헤드(100)의 힐(120) 부근으로부터 토우(122) 부근까지 변할 수 있다.

[0069] 도 10을 참조하면, 후방 전이 프로파일(396)은 클럽 헤드(100)의 크라운(116)으로부터 스커트(128)까지 연장되는 후방 곡률 반경(398)을 획정한다. 많은 실시예에서, 후방 곡률 반경(398)은 후방 전이 경계를 따라 크라운(116)이 클럽 헤드(100)의 스커트(128)로 전이되는 단일 곡률 반경을 포함한다. 제 1 후방 전이 지점(402)이 크라운(116)과 후방 전이 경계 사이의 교차점에 위치한다. 제 2 후방 전이 지점(403)이 후방 전이 경계와 클럽 헤드(100)의 스커트(128) 사이의 교차점에 위치한다.

[0070] 많은 실시예에서, 크라운 전이 프로파일(390), 솔 전이 프로파일 및 후방 전이 프로파일이 "공기 역학적 항력을

줄이기 위한 전이 프로파일을 갖는 골프 클럽 헤드(Golf Club Head with Transition Profiles to Reduce Aerodynamic Drag)"를 명칭으로 하는 미국 특허 제 15/233,486 호에 설명된 크라운 전이 프로파일, 솔 전이 프로파일 및 후방 전이 프로파일과 유사할 수 있다. 또한, 전방 곡률 반경(392)이 제 1 크라운 곡률 반경과 유사할 수 있으며, 솔 곡률 반경(412)이 제 1 솔 곡률 반경과 유사할 수 있으며, 후방 곡률 반경(398)이 "공기 역학적 항력을 줄이기 위한 전이 프로파일을 갖는 골프 클럽 헤드"를 명칭으로 하는 미국 특허 제 15/233,486 호에 설명된 후방 곡률 반경과 유사할 수 있다.

[0071] 일부 실시예에서, 전방 곡률 반경(392)이 대략 0.18 인치 내지 0.30 인치(0.46 cm 내지 0.76 cm)의 범위일 수 있다. 또한, 다른 실시예에서는, 전방 곡률 반경(392)이 0.30 인치(1.02 cm) 미만, 0.275 인치(0.95 cm) 미만, 0.25 인치(0.89 cm) 미만, 0.225 인치(0.83 cm) 미만, 또는 0.20 인치 0.76 cm) 미만일 수 있다. 예를 들어, 전방 곡률 반경(392)이 대략 0.18 인치(0.46 cm), 0.20 인치(0.51 cm), 0.22 인치(0.66 cm), 0.24 인치(0.61 cm), 0.26 인치(0.66 cm), 0.28 인치(0.71 cm) 또는 0.30 인치(0.76 cm)일 수도 있다. 일 예에서, 전방 곡률 반경(392)이 0.24 인치이다.

[0072] 일부 실시예에서, 솔 곡률 반경(412)이 대략 0.25 인치 내지 0.50 인치(0.76 cm 내지 1.27 cm)의 범위일 수 있다. 예를 들어, 솔 곡률 반경(412)이 대략 0.5 인치(1.27 cm) 미만, 대략 0.475 인치(1.21 cm) 미만, 대략 0.45 인치(1.14 cm) 미만, 대략 0.425 인치(1.08 cm) 미만, 또는 대략 0.40 인치(1.02 cm) 미만일 수 있다. 추가의 예를 들어, 솔 곡률 반경(412)이 대략 0.30 인치(0.76 cm), 0.35 인치(0.89 cm), 0.40 인치(1.02 cm), 0.45 인치(1.14 cm), 또는 0.50 인치(1.27 cm)일 수 있다.

[0073] 일부 실시예에서, 후방 곡률 반경(398)이 0.10 인치 내지 0.30 인치의 범위일 수 있다. 예를 들어, 후방 곡률 반경이 대략 0.3 인치(0.76 cm) 미만, 대략 0.275 인치(0.70 cm) 미만, 대략 0.25 인치(0.64 cm) 미만, 대략 0.225 인치(0.57 cm) 미만, 또는 대략 0.20 인치(0.51 cm) 미만일 수 있다. 추가의 예를 들어, 후방 곡률 반경(398)이 대략 0.10 인치(0.25 cm), 0.15 인치(0.38 cm), 0.20 인치(0.51 cm), 또는 0.25 인치(0.64 cm)일 수 있다. 일 예에서, 후방 곡률 반경(398)이 0.18 인치이다.

[0074] iv. 크라운 높이

[0075] 일부 실시예에서, 전술한 힐-토우 크라운 및 솔 곡률을 포함한 골프 클럽 헤드(100)는 아래에 설명되는 바와 같이 증가된 크라운 높이(404)를 추가로 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 더 가파른 크라운 및 더 낮은 헤드 CG 위치를 형성하기 위해 크라운 각도(388)를 감소시키면, 스윙 동안 크라운 위에서의 증가된 기류 분리로 인해 바람직하지 않은 공기 역학적 항력 증가를 초래할 수도 있다. 감소된 크라운 각도(388)와 관련된 항력 증가를 방지하기 위해, 최대 크라운 높이(404)가 증가될 수 있다. 도 10을 참조하면, 최대 크라운 높이(404)는 Y'Z' 평면에 평행하게 위치된 평면을 따라 클럽 헤드(100)의 임의의 측단면도에서 취한 크라운(116)의 표면과 크라운 축선(1090) 사이의 가장 큰 거리이다. 많은 실시예에서, 최대 크라운 높이가 커지면 더 큰 곡률을 갖는 크라운(116)이 초래된다. 크라운(116)의 곡률이 커질수록 스윙 동안의 기류 분리 위치가 클럽 헤드(100) 상에서 더욱 후방으로 이동된다. 다시 말해, 곡률이 커질수록 스윙 동안 기류가 크라운(116)을 따라 더 긴 거리에 대해 클럽 헤드(100)에 부착된 상태를 유지할 수 있게 된다. 크라운(116) 상에서 기류 분리 지점을 뒤쪽으로 이동시키면 공기 역학적 항력이 감소될 수 있으며 클럽 헤드 스윙 속도가 증가될 수 있어, 이에 의해 증가된 볼 속도와 거리를 초래할 수 있다.

[0076] 많은 실시예에서, 최대 크라운 높이(404)가 대략 0.20 인치(5 mm)보다 크거나, 대략 0.30 인치(7.5 mm)보다 크거나, 대략 0.40 인치(10 mm)보다 크거나, 대략 0.50 인치(12.5 mm)보다 크거나, 대략 0.60 인치(15 mm)보다 크거나, 대략 0.70 인치(17.5 mm)보다 크거나, 대략 0.80 인치(20 mm)보다 크거나, 대략 0.90 인치(22.5 mm)보다 크거나, 대략 1.0 인치(25 mm)보다 클 수 있다. 또한, 다른 실시예에서는, 최대 크라운 높이가 0.40 인치(5 mm) 내지 0.60 인치(15 mm), 또는 0.40 인치(10 mm) 내지 0.80 인치(20 mm), 또는 0.60 인치(15 mm) 내지 1.0 인치(25 mm)의 범위 내에 있을 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 최대 크라운 높이가 대략 0.50 인치, 0.51 인치, 0.52 인치(13.3 mm), 대략 0.54 인치(13.8 mm), 대략 0.59 인치(15 mm), 대략 0.65 인치(16.5 mm) 또는 대략 0.79 인치(20 mm)일 수 있다. 일 예에서, 크라운 높이가 0.501 인치이다.

[0077] v. 무게 중심 위치 및 관성 모멘트

[0078] 일부 실시예에서, 전술한 힐-토우 크라운 및 솔 곡률을 포함한 골프 클럽 헤드(100)는 아래에 설명되는 바와 같은 CG와 MOI 사이의 관계 및 높은 관성 모멘트를 추가로 포함할 수 있다. 많은 실시예에서, 자유 재량 무게를 증가시키며 헤드 CG로부터 최대 거리를 갖는 클럽 헤드의 영역에 자유 재량 무게를 재위치 설정함으로써 낮은

뒤쪽 클럽 헤드 CG 및 증가된 관성 모멘트가 달성될 수 있다. 헤드 CG 위치에 대해 전술한 바와 같이, 크라운을 얇게 형성하며 및/또는 최적의 재료를 사용함으로써 자유 재량 무게 증가가 달성될 수 있다. 일부 예에서, 헤드 CG로부터의 거리를 최대화하기 위한 자유 재량 무게의 재위치 설정이 제거 가능한 무게추, 내부 질량 구조, 가파른 크라운 각도, 및 헤드 CG 위치에 대한 전술한 바와 같은 곡률 최적화를 사용하여 달성될 수 있다. 추가의 질량이 곡률 프로파일을 최적화하며, 힐-토우 곡률 반경을 평평하게 하며, 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)의 곡률을 증가시킴으로써 아래 뒤쪽에 위치할 수 있다. 위에 상세히 설명한 바와 같은 구조 조정에 의한 질량 재분배는 CG를 낮추고 CG 깊이를 증가시키면서 클럽 헤드의 공기 역학적 속성을 개선한다.

[0079] 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 대략 3000 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 3250 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 3500 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 3750 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 4000 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 4250 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 4500 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 4750 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 5000 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 5250 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 5500 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 5750 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 6000 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 6250 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 6500 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 6750 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 7000 g·cm^{2}보다 큰 크라운-솔 관성 모멘트(I_{xx})를 포함한다.

[0080] 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 대략 5000 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 5250 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 5500 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 5750 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 6000 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 6250 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 6500 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 6750 g·cm^{2}보다 크거나, 대략 7000 g·cm^{2}보다 큰 힐-토우 관성 모멘트(I_{yy})를 포함한다.

[0081] 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 8000 g·cm^{2}보다 크거나, 8500 g·cm^{2}보다 크거나, 8750 g·cm^{2}보다 크거나, 9000 g·cm^{2}보다 크거나, 9250 g·cm^{2}보다 크거나, 9500 g·cm^{2}보다 크거나, 9750 g·cm^{2}보다 크거나, 10000 g·cm^{2}보다 크거나, 10250 g·cm^{2}보다 크거나, 10500 g·cm^{2}보다 크거나, 10750 g·cm^{2}보다 크거나, 11000 g·cm^{2}보다 크거나, 11250 g·cm^{2}보다 크거나, 11500 g·cm^{2}보다 크거나, 11750 g·cm^{2}보다 크거나, 12000 g·cm^{2}보다 크거나, 12500 g·cm^{2}보다 크거나, 1300 g·cm^{2}보다 크거나, 13500 g·cm^{2}보다 크거나, 1400 g·cm^{2}보다 큰 조합 관성 모멘트(즉, 크라운-솔 관성 모멘트(I_{xx})와 힐-토우 관성 모멘트(I_{yy})의 합)를 포함한다.

[0082] 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 대략 0.20 인치 미만, 대략 0.15 인치 미만, 대략 0.10 인치 미만, 대략 0.09 인치 미만, 대략 0.08 인치 미만, 대략 0.07 인치 미만, 대략 0.06 인치 미만, 또는 대략 0.05 인치 미만의 헤드 CG 높이(174)를 포함한다. 또한, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 대략 0.20 인치 미만, 대략 0.15 인치 미만, 대략 0.10 인치 미만, 대략 0.09 인치 미만, 대략 0.08 인치 미만, 대략 0.07 인치 미만, 대략 0.06 인치 미만, 또는 대략 0.05 인치 미만의 절대값을 갖는 헤드 CG 높이(174)를 포함한다.

[0083] 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 대략 1.2 인치보다 크거나, 대략 1.3 인치보다 크거나, 대략 1.4 인치보다 크거나, 대략 1.5 인치보다 크거나, 대략 1.6 인치보다 크거나, 대략 1.7 인치보다 크거나, 대략 1.8 인치보다 크거나, 대략 1.9 인치보다 크거나, 대략 2.0 인치보다 큰 헤드 CG 깊이(172)를 포함한다.

[0084] 일부 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 0.56 이하의 제 1 성능 특성을 포함할 수 있으며, 여기서 제 1 성능 특성은 (a) 72 ㎜와 페이스 높이(144) 사이의 차이 및 (b) 헤드 CG 깊이(172) 사이의 비율로서 정의된다(아래의 관계식 3 참조).

[0085] 관계식 3

[0086] $$\text{비강도} = \frac{72\text{-페이스 높이}}{CG\ \text{깊이}}$$

[0087] 이들 또는 다른 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 425cc 이상의 제 2 성능 특성을 포함할 수 있으며, 여기서 제 2 성능 특성은 (a) 클럽 헤드(100)의 부피와 (b) 헤드 CG 깊이(172)와 헤드 CG 높이(174)의 절대값 사이의 비율의 합으로서 정의된다. 일부 실시예에서, 제 2 성능 특성이 450 cc 이상, 475 cc 이상, 490 cc 이상, 495 cc 이상, 500 cc 이상, 505 cc 이상, 또는 510 cc 이상일 수 있다. 예를 들어, 제 2 성능 특성이 450 cc 내지 455

cc, 455 cc 내지 460 cc, 460 cc 내지 465 cc, 465 cc 내지 470 cc, 470 cc 내지 475 cc, 470 cc 내지 480 cc, 480 cc 내지 485 cc, 485 cc 내지 490 cc, 490 cc 내지 500 cc, 또는 500 cc 내지 510 cc에서 더 클 수 있다.

[0088] 클럽 헤드(100)는 CG 높이를 감소시키며 CG 깊이를 증가시키는 곡률 프로파일을 포함한다. 곡률 프로파일은 또한, 힐-토우 솔 곡률 반경(158)을 증가시켜 솔(118)을 평평하게 하는 한편, 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)을 감소시켜 크라운의 곡률을 증가시킨다. 헤드 CG 높이(174)가 감소된 클럽 헤드(100)는, 더 높은 헤드 CG 높이를 갖는 유사한 클럽 헤드(100')와 비교하여, 임팩트 시의 골프 공의 백스핀을 감소시킬 수 있다.

[0089] 백스핀이 감소하면 볼 속도와 이동 거리를 모두 증가시켜 클럽 헤드 성능을 개선할 수 있다. 또한, 헤드 CG 깊이(172)가 증가된 클럽 헤드(100)는, 타격면에 더 가까운 헤드 CG 깊이를 갖는 유사한 클럽 헤드와 비교할 때, 힐-토우 관성 모멘트를 증가시킬 수 있다. 힐-토우 관성 모멘트를 증가시키면 임팩트 시의 클럽 헤드 관용성을 증가시켜 클럽 헤드 성능을 개선할 수 있다. 또한, 헤드 CG 깊이(172)가 증가된 클럽 헤드(100)는, 타격면에 더 가까운 헤드 CG 깊이를 갖는 유사한 클럽 헤드와 비교하여, 전달 시의 클럽 헤드의 동적 로프트를 증가시킴으로써 임팩트 시의 골프 공의 발사 각도를 증가시킬 수 있다.

[0090] 위에 정의된 낮은 헤드 CG 높이(174) 및/또는 높은 헤드 CG 깊이(172)가 다양한 영역에서 클럽 헤드의 무게를 감소시켜, 이에 의해 자유 재량 무게를 증가시키며, 클럽 헤드의 전략적 영역에 자유 재량 무게를 재위치 설정하여 헤드 CG를 더 낮게 더 멀리 뒤쪽으로 이동시킴으로써 달성될 수 있다. 클럽 헤드 무게를 감소시키며 재위치 설정하기 위한 다양한 수단이 아래에 설명된다.

[0091] vi. 호젤 구조

[0092] 일부 실시예에서, 전술한 힐-토우 크라운 및 솔 곡률을 포함한 골프 클럽 헤드(100)는 아래에 설명된 바와 같은 감소된 질량의 호젤 구조를 추가로 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 헤드 CG 높이(174) 및/또는 헤드 CG 깊이(172)가 호젤 슬리브(134)의 질량을 감소시킴으로써 달성될 수 있다. 호젤 슬리브(134)로부터 과잉 무게를 제거하면, 원하는 낮은 뒤쪽 클럽 헤드 CG 위치를 달성하기 위한 클럽 헤드(100)의 영역으로 전략적으로 재위치 설정될 수 있는 자유 재량 무게가 증가된다.

[0093] 호젤 슬리브(134)의 질량 감소는 슬리브 벽을 얇게 만들며, 호젤 슬리브(134)의 높이를 낮추며, 호젤 슬리브(134)의 직경을 감소시키며, 및/또는 호젤 슬리브(134)의 벽에 공극을 도입함으로써 달성될 수 있다. 많은 실시예에서, 호젤 슬리브(134)의 질량은 6 g 미만, 5.5 g 미만, 5.0 g 미만, 4.5 g 미만 또는 4.0 g 미만일 수 있다. 많은 실시예에서, 감소된 질량의 호젤 슬리브를 갖는 클럽 헤드(100)는, 더 무거운 호젤 슬리브(134)를 갖는 유사한 클럽 헤드보다, 더 낮은(솔에 가까운) 그리고 더욱 뒤쪽의(후방 단부에 더 가까운) 클럽 헤드 CG 위치를 초래할 수 있다.

[0094] 일부 실시예에서, 호젤 구조(330)는, 더 큰 직경의 호젤 구조를 갖는 유사한 클럽 헤드와 비교하여, 스윙 동안 클럽 헤드(100) 상의 공기 역학적 항력을 감소시키기 위해 더 작은 외경을 가질 수 있다. 많은 실시예에서, 호젤 구조(330)는 0.545 인치 미만의 외경을 갖는다. 예를 들어, 호젤 구조(330)는 0.60 인치 미만, 0.59 인치 미만, 0.58 인치 미만, 0.57 인치 미만, 0.56 인치 미만, 0.55 인치 미만, 0.54 인치 미만, 0.53 인치 미만, 0.52 인치 미만, 0.51 인치 미만 또는 0.50 인치 미만의 외경을 가질 수 있다. 많은 실시예에서, 호젤 구조(330)의 외경은 클럽 헤드(100)의 로프트 각도 및/또는 라이 각도의 조절성을 유지하면서 감소된다.

[0095] 도 7a 내지 도 9를 참조하면, 호젤의 높이(166)를 감소시키면 곡률 프로파일이 달성하는 낮은 뒤쪽 CG의 위치 설정을 더욱 개선할 수 있다. 클럽 헤드의 CG 높이를 낮추기 위한 곡률 프로파일은, 반대되는 곡률 프로파일이 없는 골프 클럽 헤드(100')(도 5 및 도 8)를 능가하여, 클럽 헤드(100)의 솔 부근에 더 많은 질량을 배치하기 위해 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)을 감소시키며 힐-토우 솔 곡률 반경(158)을 증가시킨다(도 6 및 도 9). 그렇게 함으로써, 호젤의 높이(166)가 바람직한 항력 특성 및 바람직한 질량 특성(MOI)을 유지하기 위해 감소되어야 한다.

[0096] 이 실시예에서, 클럽 헤드(100)의 호젤 높이(166)는 호젤 축선(132)에 평행한 방향으로 호젤 단부로부터 솔까지의 방향으로 측정된다. 대부분의 실시예에서, 호젤 높이(166)는 2.25 인치 미만, 2.15 인치 미만, 2.05 인치 미만, 1.95 인치 미만, 1.85 인치 미만, 1.75 인치 미만 또는 1.65 인치 미만이다. 다른 실시예에서는, 호젤 높이가 1.50 인치 내지 1.65 인치, 1.65 인치 내지 1.75 인치, 1.75 인치 내지 1.85 인치, 1.85 인치 내지 1.95 인치, 1.95 인치 내지 2.05 인치, 2.05 인치 내지 2.15 인치, 또는 2.15 인치 내지 2.25 인치일 수 있다. 대부분의 실시예에서, 호젤 높이(166)가 1.75 인치 내지 1.85 인치이다. 이러한 호젤 높이(166)의 수축은 곡률 프로파

일(도 6, 도 7b 및 도 9 참조)에 의해 달성되는 개선점인 반면, 호젤 높이(166')는 더 곡선형의 솔과 더 평평한 솔을 포함하지 않는 골프 클럽 헤드에서 훨씬 더 크다(도 5, 도 7a 및 도 8 참조).

[0097] vii. 공기 역학적 항력

[0098] 전술한 힐-토우 크라운 및 솔 곡률을 포함하는 골프 클럽 헤드(100)는 아래에 설명된 바와 같은 개선된 공기 역학적 속성을 포함한다. 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는, 상당히 감소된 공기 역학적 항력과 조합하여, 낮은 뒤쪽 클럽 헤드 CG 위치 및 증가된 클럽 헤드 관성 모멘트를 포함한다.

[0099] 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는, 스퀘어형 페이스 및 시속 102 마일(mph)의 공기 속도를 갖는 풍동에서 시험하였을 때, 대략 1.2 lbf 미만, 1.1 lbf 미만, 1.0 lbf 미만, 0.9 lbf 미만, 0.8 lbf 미만, 0.7 lbf 미만 또는 0.6 lbf 미만의 공기 역학적 항력을 경험한다. 이들 실시예 또는 다른 실시예에서, 클럽 헤드(100)는, 스퀘어형 페이스 및 시속 102 마일(mph)의 공기 속도를 이용한 컴퓨터에 의한 유체 역학을 사용하여 시뮬레이션하였을 때, 대략 1.2 lbf 미만, 1.1 lbf 미만, 1.0 lbf 미만, 0.9 lbf 미만, 0.8 lbf 미만, 0.7 lbf 미만, 또는 0.6 lbf 미만의 공기 역학적 항력을 경험한다. 이들 실시예에서, 스퀘어형 페이스를 구비한 클럽 헤드(100)가 경험하는 기류가 X'Y' 평면에 수직인 방향으로 타격면(104)으로 향한다. 공기 역학적 항력이 감소된 클럽 헤드(100)가 후술하는 바와 같이 다양한 수단을 사용하여 달성될 수 있다.

[0100] ix. 와류 발생기

[0101] 도 3을 참조하면, 일부 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 참조로서 본원에 완전히 인용된, "와류 발생기를 갖는 골프 클럽 헤드 및 와류 발생기를 갖는 골프 클럽 헤드를 제조하기 위한 방법(Golf Club Heads with Turbulators and Methods to Manufacture Golf Club Heads with Turbulators)"을 명칭으로 하는 2013 년 12 월 17 일에 허여된 미국 특허 제 13/536,753 호(현재 미국 특허 제 8,608,587 호)에 설명된 바와 같은 복수의 와류 발생기(414)를 추가로 포함할 수 있다. 많은 실시예에서, 복수의 와류 발생기(414)가 기류를 방해함으로써, 경계 층 내부에 작은 와류 또는 난류를 생성하여 경계 층에 에너지를 공급하며 스윙 동안 크라운(116) 상의 기류의 분리를 지연시킨다.

[0102] 일부 실시예에서, 복수의 와류 발생기(414)가 클럽 헤드(100)의 크라운 전이 지점(594)에 인접할 수 있다. 복수의 와류 발생기(414)가 크라운(116)의 외부 표면으로부터 돌출되며, 클럽 헤드(100)의 전방 단부(108)와 후방 단부(110)의 사이에서 연장되는 길이 및 클럽 헤드(100)의 힐(120)로부터 토우(122)까지 연장되는 폭을 포함한다. 많은 실시예에서, 복수의 와류 발생기(414)의 길이가 폭보다 크다. 일부 실시예에서, 복수의 와류 발생기(414)가 동일한 폭을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 복수의 와류 발생기(414)의 높이 프로파일이 변할 수 있다. 일부 실시예에서, 복수의 와류 발생기(414)가 크라운(116)의 전방에 비해 크라운(116)의 정점으로 갈수록 더 높아질 수 있다. 다른 실시예에서는, 복수의 와류 발생기(414)의 높이가 크라운(116)의 전방으로 갈수록 더 높아질 수 있으며, 크라운(116)의 정점으로 갈수록 더 낮아질 수 있다. 다른 실시예에서는, 복수의 와류 발생기(414)가 일정한 높이 프로파일을 포함할 수 있다. 또한, 많은 실시예에서, 적어도 하나의 와류 발생기의 적어도 일부가 타격면(104)과 크라운(116)의 정점 사이에 위치하며, 인접한 와류 발생기 사이의 간격이 인접한 와류 발생기 각각의 폭보다 크다.

[0103] xi. CG 위치, 관성 모멘트 및 공기 역학적 항력의 균형

[0104] 현재의 골프 클럽 헤드 설계에서, 클럽 헤드 및/또는 헤드 CG 위치의 관성 모멘트를 증가시키거나 최대화하면 공기 역학적 항력과 같은 클럽 헤드의 다른 성능 특성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 본원에 설명된 클럽 헤드(100)는 클럽 헤드 관성 모멘트를 증가시키거나 최대화하면서, 동시에 공기 역학적 항력을 유지 또는 감소시킨다. 따라서, 개선된 임팩트 성능 특성(예를 들어, 스핀, 발사 각도, 공 속도, 및 관용성)을 갖는 클럽 헤드(100)가 또한, 스윙 성능 특성(예를 들어, 공기 역학적 항력, 임팩트 시에 클럽 헤드를 스퀘어로 만드는 능력, 및 스윙 속도)의 균형을 이루거나 개선한다.

[0105] 많은 공지의 클럽 헤드의 경우, x-축선을 중심으로 한 관성 모멘트가 증가함에 따라 항력이 증가한다. 많은 공지의 클럽 헤드의 경우, y-축선을 중심으로 한 관성 모멘트가 증가함에 따라 항력이 증가한다. 많은 공지의 클럽 헤드의 경우, 조합 관성 모멘트(즉, x-축선을 중심으로 한 관성 모멘트와 y-축선을 중심으로 한 관성 모멘트의 합)가 증가함에 따라 항력이 증가한다.

[0106] 아래에 설명된 클럽 헤드(100, 500)의 예에서, 클럽 헤드의 공기 역학적 항력이 시속 102 마일(mph)의 공기 속도에서 클럽 헤드의 전방 단부가 기류로 스퀘어 배향되는 컴퓨터에 의한 유체 역학 시뮬레이션을 사용하여 측정된다. 다른 실시예에서는, 공기 역학적 항력이 풍동 시험을 사용하는 것과 같은 다른 방법을 사용하여 측정될

수 있다.

[0107] 많은 공지의 골프 클럽 헤드에서, 클럽 헤드의 관성 모멘트를 증가시키거나 최대화하는 것은 공기 역학적 항력에 부정적인 영향을 미친다. 클럽 헤드 관성 모멘트가 증가함에 따라(클럽 헤드 관용성을 증가시키기 위해), 스윙 동안 항력이 증가한다(따라서 스윙 속도와 볼 거리가 감소한다).

[0108] 본원에 설명된 클럽 헤드(100)가, 유사한 부피 및/또는 로프트 각도를 갖는 공지의 클럽 헤드(100')와 비교하여, 클럽 헤드 관성 모멘트를 증가시키거나 최대화하면서, 동시에 공기 역학적 항력을 유지하거나 감소시킨다. 따라서, 개선된 임팩트 성능 특성(예를 들어, 스핀, 발사 각도, 공 속도, 및 관용성)을 갖는 클럽 헤드(100)가 또한, 스윙 성능 특성(예를 들어, 공기 역학적 항력, 임팩트 시에 클럽 헤드를 스퀘어로 만드는 능력, 및 스윙 속도)의 균형을 이루거나 개선한다.

[0109] 많은 실시예에서, 도 1을 참조하면, 클럽 헤드(100)는 이하의 관계식 중 하나 이상을 충족하여, 유사한 부피 및/또는 로프트 각도를 갖는 공지의 골프 클럽 헤드와 비교하여, 클럽 헤드 상의 항력(F_D)을 유지하거나 감소시키면서 클럽 헤드의 조합 관성 모멘트($I_{xx} + I_{yy}$)가 증가된다.

[0110] 관계식 3

[0111] $$\frac{F_D+2.7}{0.0005(I_{xx}+I_{yy})}<1$$

[0112] 관계식 4

[0113] $$\frac{F_D+3.4}{0.0005(I_{xx}+I_{yy})}<1$$

[0114] 관계식 5

[0115] $$\frac{F_D+3.8}{0.0005(I_{xx}+I_{yy})}<1$$

[0116] 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 관계식 3을 충족하며, 9000 g·cm^{2}보다 큰 조합 관성 모멘트를 갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 관계식 3을 충족할 수 있으며, 9010 g·cm^{2}보다 크거나, 9025 g·cm^{2}보다 크거나, 9050 g·cm^{2}보다 크거나, 9075 g·cm^{2}보다 크거나, 10000 g·cm^{2}보다 크거나, 10250 g·cm^{2}보다 크거나, 10500 g·cm^{2}보다 크거나, 10750 g·cm^{2}보다 크거나, 11000 g·cm^{2}보다 큰 조합 관성 모멘트를 가질 수 있다.

[0117] 추가의 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 관계식 3을 충족하며, 1.16 lbf 미만의 항력을 갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 관계식 3을 충족할 수 있으며, 1.15 lbf 미만, 1.10 lbf 미만, 1.00 lbf 미만, 0.900 lbf 미만, 0.800 lbf 미만, 0.75 lbf 미만, 0.700 lbf 미만, 0.600 lbf 미만 또는 0.500 lbf 미만의 항력을 가질 수 있다.

[0118] 추가의 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 관계식 4를 충족하며, 9000 g·cm^{2}보다 큰 조합 관성 모멘트를 갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 관계식 4를 충족할 수 있으며, 9010 g·cm^{2}보다 크거나, 9025 g·cm^{2}보다 크거나, 9050 g·cm^{2}보다 크거나, 9075 g·cm^{2}보다 크거나, 10000 g·cm^{2}보다 크거나, 10250 g·cm^{2}보다 크거나, 10500 g·cm^{2}보다 크거나, 10750 g·cm^{2}보다 크거나, 11000 g·cm^{2}보다 큰 조합 관성 모멘트를 가질 수 있다.

[0119] 추가의 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 관계식 4를 충족하며, 1.16 lbf 미만의 항력을 갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 관계식 4를 충족할 수 있으며, 1.15 lbf 미만, 1.10 lbf 미만, 1.00 lbf 미만, 0.900 lbf 미만, 0.800 lbf 미만, 0.75 lbf 미만, 0.700 lbf 미만, 0.600 lbf 미만 또는 0.500 lbf 미만의 항력을 가질 수 있다.

[0120] 추가의 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 관계식 5를 충족하며, 9000 g·cm^{2}보다 큰 조합 관성 모멘트를 갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 관계식 5를 충족할 수 있으며, 9010 g·cm^{2}보다 크거나, 9025 g·cm^{2}보다 크거나, 9050 g·cm^{2}보다 크거나, 9075 g·cm^{2}보다 크거나, 10000 g·cm^{2}보다 크거나, 10250 g·cm^{2}보다 크거나, 10500 g·cm^{2}보다 크거나, 10750 g·cm^{2}보다 크거나, 11000 g·cm^{2}보다 큰 조합 관성 모멘트를 가질 수 있다.

[0121] 추가의 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 관계식 5를 충족하며, 1.16 lbf 미만의 항력을 갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 관계식 5을 충족할 수 있으며, 1.15 lbf 미만, 1.10 lbf 미만, 1.00 lbf 미만, 0.900 lbf 미만, 0.800 lbf 미만, 0.75 lbf 미만, 0.700 lbf 미만, 0.600 lbf 미만 또는 0.500 lbf 미만의 항력을 가질 수 있다.

[0122] xii. CG 위치 및 공기 역학적 항력

[0123] 일부 실시예에서, 전술한 힐-토우 크라운 및 솔 곡률을 포함한 골프 클럽 헤드(100)는 아래에 설명되는 바와 같이 낮은 항력을 추가로 경험할 수 있다. 많은 공지의 골프 클럽 헤드에서, 골프 공의 발사 각도를 증가시키며 및/또는 클럽 헤드의 관성을 증가시키기 위해 CG 위치를 아래로 뒤쪽으로 더 멀리 이동시키면 공기 역학적 항력과 같은 클럽 헤드의 다른 성능 특성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 공지의 많은 클럽 헤드의 경우, 헤드 CG 깊이가 증가함에 따라, 클럽 헤드 상의 항력이 증가한다.

[0124] 본원에 설명된 클럽 헤드(100)가, 유사한 부피 및/또는 로프트 각도를 갖는 공지의 클럽 헤드와 비교하여, 클럽 헤드 CG 깊이를 증가시키거나 최대화하면서, 동시에 공기 역학적 항력을 유지하거나 감소시킨다. 따라서, 개선된 임팩트 성능 특성(예를 들어, 스핀, 발사 각도, 공 속도, 및 관용성)을 갖는 클럽 헤드(100)가 또한, 스윙 성능 특성(예를 들어, 공기 역학적 항력, 임팩트 시에 클럽 헤드를 스퀘어로 만드는 능력, 및 스윙 속도)의 균형을 이루거나 개선한다.

[0125] 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 이하의 관계 중 하나를 충족시켜, 공지의 골프 클럽 헤드와 비교하여 클럽 헤드(100) 상의 항력(F_D)을 유지하거나 감소시키면서 헤드 CG 깊이(CG_D)가 증가된다.

[0126] 관계식 6

[0127] $$\frac{F_D+1.9}{2.1\,CG_D}<1$$

[0128] 관계식 7

[0129] $$\frac{F_D+2.3}{2.1\,CG_D}<1$$

[0130] 관계식 8

[0131] $$\frac{F_D+2.8}{2.1\,CG_D}<1$$

[0132] 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 관계식 6을 충족하며, 1.65 인치보다 큰 헤드 CG 깊이를 갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 관계식 6을 충족할 수 있으며, 1.60 인치보다 크거나, 1.62 인치보다 크거나, 1.64 인치보다 크거나, 1.68 인치보다 크거나, 1.70 인치보다 크거나, 1.72 인치보다 크거나, 1.74 인치보다 크거나, 1.76 인치보다 크거나, 1.78 인치보다 크거나, 1.80 인치보다 크거나, 1.85 인치보다 크거나, 1.90 인치보다 큰 헤드 CG 깊이를 가질 수 있다.

[0133] 추가의 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 관계식 6를 충족하며, 1.16 lbf 미만의 항력을 갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 관계식 6을 충족할 수 있으며, 1.15 lbf 미만, 1.10 lbf 미만, 1.00 lbf 미만, 0.900 lbf 미만, 0.800 lbf 미만, 0.75 lbf 미만, 0.700 lbf 미만, 0.600 lbf 미만 또는 0.500 lbf 미만의 항력을 가질 수 있다.

[0134] 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 관계식 7을 충족하며, 9000 g·cm^{2}보다 큰 조합 관성 모멘트를

갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 관계식 7을 충족할 수 있으며, 1.60 인치보다 크거나, 1.62 인치보다 크거나, 1.64 인치보다 크거나, 1.68 인치보다 크거나, 1.70 인치보다 크거나, 1.72 인치보다 큰, 1.74 인치보다 크거나, 1.76 인치보다 크거나, 1.78 인치보다 크거나, 1.80 인치보다 크거나, 1.85 인치보다 크거나, 1.90 인치보다 큰 헤드 CG 깊이를 가질 수 있다.

[0135] 추가의 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 관계식 7을 충족하며, 1.16 lbf 미만의 항력을 갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 관계식 7을 충족할 수 있으며, 1.15 lbf 미만, 1.10 lbf 미만, 1.00 lbf 미만, 0.900 lbf 미만, 0.800 lbf 미만, 0.75 lbf 미만, 0.700 lbf 미만, 0.600 lbf 미만 또는 0.500 lbf 미만의 항력을 가질 수 있다.

[0136] 추가의 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 관계식 8을 충족하며, 9000 $g \cdot cm^2$보다 큰 조합 관성 모멘트를 갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 관계식 8을 충족할 수 있으며, 1.60 인치보다 크거나, 1.62 인치보다 크거나, 1.64 인치보다 크거나, 1.68 인치보다 크거나, 1.70 인치보다 크거나, 1.72 인치보다 크거나, 1.74 인치보다 크거나, 1.76 인치보다 크거나, 1.78 인치보다 크거나, 1.80 인치보다 크거나, 1.85 인치보다 크거나, 1.90 인치보다 큰 헤드 CG 깊이를 가질 수 있다.

[0137] 추가의 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 관계식 8을 충족하며, 1.16 lbf 미만의 항력을 갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 관계식 8을 충족할 수 있으며, 1.15 lbf 미만, 1.10 lbf 미만, 1.00 lbf 미만, 0.900 lbf 미만, 0.800 lbf 미만, 0.75 lbf 미만, 0.700 lbf 미만, 0.600 lbf 미만 또는 0.500 lbf 미만의 항력을 가질 수 있다.

[0138] xiii. 관성 모멘트 및 CG 깊이

[0139] 많은 공지의 골프 클럽 헤드의 조합 관성 모멘트 및/또는 헤드 CG 깊이는 제한적이다. 예를 들어, 클럽 헤드(100) 또는 클럽 헤드(100)와 유사한 부피 및/또는 로프트 각도를 갖는 많은 공지의 골프 클럽 헤드는 1.6 인치 미만의 헤드 CG 깊이 및 8900 $g \cdot cm^2$ 미만의 조합 관성 모멘트를 갖는다. 본원에 설명된 클럽 헤드(100)가, 유사한 부피 및/또는 로프트 각도를 갖는 공지의 클럽 헤드와 비교하여, 더 큰 헤드 CG 깊이 및 더 큰 조합 관성 모멘트를 가지면서, 동시에 공기 역학적 항력을 유지하거나 감소시킨다. 따라서, 개선된 임팩트 성능 특성(예를 들어, 스핀, 발사 각도, 공 속도, 및 관용성)을 갖는 클럽 헤드(100)가 또한, 스윙 성능 특성(예를 들어, 공기 역학적 항력, 임팩트 시에 클럽 헤드를 스퀘어로 만드는 능력, 및 스윙 속도)의 균형을 이루거나 개선한다.

[0140] 예를 들어, 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 1.65 인치보다 큰 헤드 CG 깊이와 9000 $g \cdot cm^2$보다 큰 조합 관성 모멘트를 갖는다. 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 1.60 인치보다 크거나, 1.62 인치보다 크거나, 1.64 인치보다 크거나, 1.68 인치보다 크거나, 1.70 인치보다 크거나, 1.72 인치보다 크거나, 1.74 인치보다 크거나, 1.76 인치보다 크거나, 1.78 인치보다 크거나, 1.80 인치보다 크거나, 1.85 인치보다 크거나, 1.90 인치보다 크거나, 1.95 인치보다 큰 헤드 CG 깊이를 가질 수 있다. 일 실시예에서, CG 깊이가 1.91 인치보다 크다. 또한, 다른 실시예에서는, 클럽 헤드(100)가 9010 $g \cdot cm^2$보다 크거나, 9025 $g \cdot cm^2$보다 크거나, 9050 $g \cdot cm^2$보다 크거나, 9075 $g \cdot cm^2$보다 크거나, 10000 $g \cdot cm^2$보다 크거나, 10250 $g \cdot cm^2$보다 크거나, 10500 $g \cdot cm^2$보다 크거나, 10750 $g \cdot cm^2$보다 크거나, 11000 $g \cdot cm^2$보다 큰 조합 관성 모멘트를 가질 수 있다.

[0141] xiv. 얇은 영역

[0142] 일부 실시예에서, 헤드 CG 높이(174) 및/또는 헤드 CG 깊이(172)는 과잉 무게를 제거하기 위해 클럽 헤드(100)의 다양한 영역을 얇게 만드는 방식으로 달성될 수 있다. 과잉 무게를 제거하면, 원하는 낮은 후방 클럽 헤드 CG 위치를 달성하기 위한 클럽 헤드(100)의 영역으로 전략적으로 재위치 설정될 수 있는 자유 재량 무게가 증가된다.

[0143] 많은 실시예에서, 클럽 헤드(100)가 하나 이상의 얇은 영역(176)을 가질 수 있다. 하나 이상의 얇은 영역(176)은 타격면(104), 몸체(102), 또는 타격면(104)과 몸체(102)의 조합 상에 위치될 수 있다(도 7 참조). 또한, 하나 이상의 얇은 영역(176)이 크라운(116), 솔(118), 힐(120), 토우(122), 전방 단부(108), 후방 단부(110), 스커트(128), 또는 설명된 위치의 임의의 조합을 포함한 몸체(102)의 임의의 영역 상에 위치될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 하나 이상의 얇은 영역(176)이 크라운(116) 상에 위치될 수 있다. 추가의 예를 들어, 하나 이상의 얇은 영역(176)이 타격면(104)과 크라운(116)의 조합 상에 위치될 수 있다. 추가의 예를 들어, 하나 이상의 얇은 영역(176)이 타격면(104), 크라운(118) 및 솔(118)의 조합 상에 위치될 수 있다. 예를 들어, 전체

몸체(102) 및/또는 전체 타격면(104)이 얇은 영역(176)을 포함할 수 있다.

[0144] 하나 이상의 얇은 영역(176)이 타격면(104) 상에 위치되는 실시예에서, 타격면(104)의 두께가 변경되어, 최대 타격면 두께 및 최소 타격면 두께를 정의할 수 있다. 이들 실시예에서, 최소 타격면 두께가 0.10 인치 미만, 0.09 인치 미만, 0.08 인치 미만, 0.07 인치 미만, 0.06 인치 미만, 0.05 인치 미만, 0.04 인치 미만, 또는 0.03 인치 미만일 수 있다. 이들 실시예 또는 다른 실시예에서, 최대 타격면 두께가 0.20 인치 미만, 0.19 인치 미만, 0.18 인치 미만, 0.17 인치 미만, 0.16 인치 미만, 0.15 인치 미만, 0.14 인치 미만, 0.13 인치 미만, 0.12 인치 미만, 0.11 인치 미만, 또는 0.10 인치 미만일 수 있다.

[0145] 하나 이상의 얇은 영역(176)이 몸체(102) 상에 위치되는 실시예에서, 얇은 영역이 대략 0.020 인치 미만의 두께를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서는, 얇은 영역이 0.025 인치 미만, 0.020 인치 미만, 0.019 인치 미만, 0.018 인치 미만, 0.017 인치 미만, 0.016 인치 미만, 0.015 인치 미만, 0.014 인치 미만, 0.013 인치 미만, 0.012 인치 미만, 또는 0.010 인치 미만의 두께를 포함한다. 예를 들어, 얇은 영역이 대략 0.010 인치 내지 0.025 인치, 대략 0.013 인치 내지 0.020 인치, 대략 0.014 인치 내지 0.020 인치, 대략 0.015 인치 내지 0.020 인치, 대략 0.016 인치 내지 0.020 인치, 대략 0.017 인치 내지 0.020 인치, 또는 약 0.018 인치 내지 0.020 인치의 두께를 포함할 수 있다.

[0146] 도시된 실시예에서, 얇은 영역(176)이 형상 및 위치가 다양하며, 클럽 헤드(100)의 표면적의 대략 25%를 덮는다. 다른 실시예에서는, 얇은 영역이 클럽 헤드(900)의 표면적의 대략 10% 내지 30%, 대략 15% 내지 35%, 대략 15% 내지 25%, 대략 10% 내지 25%, 대략 15% 내지 30%, 또는 대략 20% 내지 50%를 덮을 수 있다. 또한, 다른 실시예에서는, 얇은 영역이 클럽 헤드(100)의 표면적의 최대 5%, 최대 10%, 최대 15%, 최대 20%, 최대 25%, 최대 30%, 최대 35%, 최대 40%, 최대 45% 또는 최대 50%를 덮을 수 있다. 다른 실시예에서는, 크라운(116)이 하나 이상의 얇은 영역(176)을 포함할 수 있어, 크라운(116)의 최대 20%, 최대 25%, 최대 30%, 최대 35%, 최대 40%, 최대 45%, 최대 50%, 최대 55%, 최대 60%, 최대 65%, 최대 70%, 최대 75%, 최대 80%, 최대 85%, 또는 최대 90%가 얇은 영역(176)을 포함한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 크라운(116)의 대략 40% 내지 60%가 얇은 영역(176)을 포함할 수 있다. 추가의 예를 들어, 다른 실시예에서는, 크라운(116)의 대략 50% 내지 100%, 대략 40% 내지 80%, 대략 35% 내지 65%, 대략 30% 내지 70%, 또는 대략 25% 내지 75%가 얇은 영역(176)을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 크라운(116)이 하나 이상의 얇은 영역(176)을 포함할 수 있으며, 여기서 하나 이상의 얇은 영역(176)이 각각 구배 방식으로 더 얇아진다. 이 예시적인 실시예에서, 크라운(116)의 하나 이상의 얇은 영역(176)이 힐-토우 방향으로 연장되며, 하나 이상의 얇은 영역(176)이 각각, 타격면(104)으로부터 후방 단부(110)를 향하는 방향으로 두께가 감소한다.

[0147] 많은 실시예에서, 솔(118)이 하나 이상의 얇은 영역(176)을 포함할 수 있어, 솔(118)의 표면적의 대략 64%가 얇은 영역(176)을 포함한다. 다른 실시예에서는, 솔(118)이 하나 이상의 얇은 영역(176)을 포함할 수 있어, 솔(118)의 최대 20%, 최대 25%, 최대 30%, 최대 35%, 최대 40%, 최대 45%, 최대 50%, 최대 55%, 최대 60%, 최대 65%, 최대 70%, 최대 75%, 최대 80%, 최대 85%, 또는 최대 90%가 얇은 영역(176)을 포함한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 솔(118)의 대략 40% 내지 60%가 얇은 영역(176)을 포함할 수 있다. 추가의 예를 들어, 다른 실시예에서는, 솔(118)의 대략 50% 내지 100%, 대략 40% 내지 80%, 대략 35% 내지 65%, 대략 30% 내지 70%, 또는 대략 25% 내지 75%가 얇은 영역(176)을 포함할 수 있다.

[0148] 얇은 형태의 영역(376)이 원형, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 타원형, 또는 임의의 다른 다각형이나 적어도 하나의 곡선형 표면을 갖는 형상과 같은 임의의 형상을 포함할 수 있다. 또한, 하나 이상의 얇은 형태의 영역(376)이 나머지 얇은 형태의 영역과 동일한 형상 또는 상이한 형상을 포함할 수 있다.

[0149] 많은 실시예에서, 얇은 영역을 갖는 클럽 헤드(100)가 원심 주조를 사용하여 제조될 수 있다. 이들 실시예에서, 원심 주조는 클럽 헤드(100)가 종래의 주조를 사용하여 제조된 클럽 헤드보다 더 얇은 벽을 갖는 것을 허용한다. 다른 실시예에서는, 얇은 영역을 갖는 클럽 헤드(100)의 부분이 스탬핑, 단조 또는 기계 가공과 같은 다른 적절한 방법을 사용하여 제조될 수 있다. 얇은 영역을 갖는 클럽 헤드(100)의 부분이 스탬핑, 단조 또는 기계 가공을 사용하여 제조되는 실시예에서, 클럽 헤드(100)의 부분이 에폭시, 테이프, 용접, 기계적 체결구, 또는 다른 적절한 방법을 사용하여 결합될 수 있다.

[0150] xv. 최적의 재료

[0151] 일부 실시예에서, 전술한 힐-토우 크라운 및 솔 곡률을 포함한 골프 클럽 헤드(100)는 아래에 설명되는 바와 같이 최적의 재료를 추가로 포함할 수 있다. 클럽 헤드(100)의 타격면(104)이 제 1 재료를 포함한다. 많은 실시예

에서, 제 1 재료가 티타늄 합금, 강철 합금, 알루미늄 합금과 같은 금속 합금, 또는 임의의 다른 금속 또는 금속 합금이다. 다른 실시예에서는, 제 1 재료가 합성물, 플라스틱, 또는 임의의 다른 적절한 재료 또는 재료의 조합과 같은 임의의 다른 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제 1 재료가 합성물과 금속 재료의 조합을 포함할 수 있다.

[0152] 클럽 헤드(100)의 몸체(102)가 제 2 재료를 포함한다. 많은 실시예에서, 제 2 재료가 티타늄 합금, 강철 합금, 알루미늄 합금과 같은 금속 합금, 또는 임의의 다른 금속 또는 금속 합금이다. 다른 실시예에서는, 제 2 재료가 합성물, 플라스틱, 또는 임의의 다른 적절한 재료 또는 재료의 조합과 같은 임의의 다른 재료를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 몸체의 일부가 몸체의 나머지 부분과 상이한 재료를 포함한다. 예를 들어, 몸체는 크라운, 스커트 및/또는 솔의 일부 또는 전체를 구성하는 합성 재료와 몸체의 나머지 부분용의 금속 재료를 포함할 수 있다.

[0153] 제 1 재료와 제 2 재료가 각각, 재료의 항복 응력(σ_y) 대 밀도(ρ)의 비율로서 측정된 강도 대 무게 비율 또는 비강도(아래 관계식 1 참조) 및 재료의 항복 응력(σ_y) 대 탄성 계수(E)의 비율로서 측정된 강도 대 탄성률 비율 또는 비가요성(아래 관계식 2 참조)을 포함한다.

[0154] 관계식 1

[0155] $$\text{비강도} = \frac{\sigma_y}{\rho}$$

[0156] 관계식 2

[0157] $$\text{비가요성} = \frac{\sigma_y}{E}$$

[0158] 일부 실시예에서, 타격면(104) 및/또는 몸체(102)가 증가된 비강도 및/또는 증가된 비가요성을 갖는 최적의 재료를 포함할 수 있다. 비가요성이 최적의 재료의 항복 강도 대 탄성 계수의 비율로서 측정된다. 비강도 및/또는 비가요성을 증가시키면, 내구성을 유지하면서 클럽 헤드의 일부가 얇게 형성되로고 할 수 있다.

[0159] 일부 실시예에서. 타격면(104)의 제 1 재료가 "최적의 재료 속성을 갖춘 골프 클럽 헤드(Golf Club Heads with Optimized Material Properties)"를 명칭으로 하는 미국 특허 가출원 제 62/399,929 호에 설명된 바와 같은 최적의 재료일 수 있다. 이들 실시예 또는 다른 실시예에서, 최적의 티타늄 합금을 포함하는 제 1 재료가 대략 900,000 PSI/lb/in^3(224 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 910,000 PSI/lb/in^3(227 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 920,000 PSI/lb/in^3(229 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 930,000 PSI/lb/in^3(232 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 940,000 PSI/lb/in^3(234 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 950,000 PSI/lb/in^3(237 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 960,000 PSI/lb/in^3(239 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 970,000 PSI/lb/in^3(242 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 980,000 PSI/lb/in^3(244 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 990,000 PSI/lb/in^3(247 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 1,000,000 PSI/lb/in^3(249 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 1,050,000 PSI/lb/in^3(262 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 1,100,000 PSI/lb/in^3(274 MPa/g/cm^3) 이상의, 또는 대략 1,150,000 PSI/Lb/in^3(286 MPa/g/cm^3) 이상의 비강도를 가질 수 있다.

[0160] 또한, 이들 실시예 또는 다른 실시예에서, 최적의 티타늄 합금을 포함하는 제 1 재료가 대략 0.0075 이상의, 대략 0.0080 이상의, 대략 0.0085 이상의, 대략 0.0090 이상의, 대략 0.0091 이상의, 대략 0.0092 이상의, 대략 0.0093 이상의, 대략 0.0094 이상의, 대략 0.0095 이상의, 대략 0.0096 이상의, 대략 0.0097 이상의, 대략 0.0098 이상의, 대략 0.0099 이상의, 대략 0.0100 이상의, 대략 0.0105 이상의, 대략 0.0110 이상의, 대략 0.0115 이상의, 또는 대략 0.0120 이상의 비가요성을 가질 수 있다.

[0161] 이들 실시예 또는 다른 실시예에서, 최적의 강철 합금을 포함하는 제 1 재료는 대략 650,000 PSI/lb/in^3(162 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 700,000 PSI/lb/in^3(174 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 750,000 PSI/lb/in^3(187 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 800,000 PSI/lb/in^3(199 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 810,000 PSI/lb/in^3(202 MPa/g/cm^3) 이상의, 대

략 820,000 PSI/lb/in^3(204 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 830,000 PSI/lb/in^3(207 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 840,000 PSI/lb/in^3(209 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 850,000 PSI/lb/in^3(212 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 900,000 PSI/lb/in^3(224 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 950,000 PSI/lb/in^3(237 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 1,000,000 PSI/lb/in^3(249 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 1,050,000 PSI/lb/in^3(262 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 1,100,000 PSI/lb/in^3(274 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 1,115,000 PSI/lb/in^3(278 MPa/g/cm^3) 이상의, 또는 대략 1,120,000 PSI/lb/in^3(279 MPa/g/cm^3) 이상의 비강도를 가질 수 있다.

[0162] 또한, 이들 실시예 또는 다른 실시예에서, 최적의 강철 합금을 포함하는 제 1 재료가 대략 0.0060 이상의, 대략 0.0065 이상의, 대략 0.0070 이상의, 대략 0.0075 이상의, 대략 0.0080 이상의, 대략 0.0085 이상의, 대략 0.0090 이상의, 대략 0.0095 이상의, 대략 0.0100 이상의, 대략 0.0105 이상의, 대략 0.0110 이상의, 대략 0.0115 이상의, 대략 0.0120 이상의, 대략 0.0125 이상의, 대략 0.0130 이상의, 대략 0.0135 이상의, 대략 0.0140 이상의, 대략 0.0145 이상의, 또는 대략 0.0150 이상의 비가요성을 가질 수 있다.

[0163] 이들 실시예에서, 최적의 제 1 재료의 증가된 비강도 및/또는 증가된 비가요성은 내구성을 유지하면서 전술한 바와 같이 타격면(104) 또는 그 일부가 얇게 형성될 수 있도록 한다. 타격면(104)을 얇게 형성하면 타격면의 무게를 감소시킬 수 있어, 이에 의해 헤드 CG를 낮게 후방으로 위치시키기 위해 및/또는 클럽 헤드 관성 모멘트를 증가시키기 위해 클럽 헤드(100)의 다른 영역에 전략적으로 위치될 자유 재량 무게를 증가시킬 수 있다.

[0164] 일부 실시예에서. 몸체(102)의 제 2 재료가 "최적의 재료 특성을 갖춘 골프 클럽 헤드(Golf Club Heads with Optimized Material Properties)"를 명칭으로 하는 미국 특허 가출원 제 62/399,929 호에 설명된 바와 같은 최적의 재료일 수 있다. 이들 실시예 또는 다른 실시예에서, 최적의 티타늄 합금을 포함하는 제 2 재료가 대략 730,500 PSI/lb/in^3(182 MPa/g/cm^3) 이상의 비강도를 가질 수 있다. 예를 들어, 최적의 티타늄 합금의 비강도가 대략 650,000 PSI/lb/in^3(162 MPa/g/cm^3) 이상이거나, 대략 700,000 PSI/lb/in^3(174 MPa/g/cm^3) 이상이거나, 대략 750,000 PSI/lb/in^3(187 MPa/g/cm^3) 이상이거나, 대략 800,000 PSI/lb/in^3(199 MPa/g/cm^3) 이상이거나, 대략 850,000 PSI/lb/in^3(212 MPa/g/cm^3) 이상이거나, 대략 900,000 PSI/lb/in^3(224 MPa/g/cm^3) 이상이거나, 대략 950,000 PSI/lb/in^3(237 MPa/g/cm^3) 이상이거나, 대략 1,000,000 PSI/lb/in^3(249 MPa/g/cm^3) 이상이거나, 대략 1,050,000 PSI/lb/in^3(262 MPa/g/cm^3) 이상이거나, 대략 1,100,000 PSI/lb/in^3(272 MPa/g/cm^3) 이상일 수 있다.

[0165] 또한, 이들 실시예 또는 다른 실시예에서, 최적의 티타늄 합금을 포함하는 제 2 재료가 대략 0.0060 이상의, 대략 0.0065 이상의, 대략 0.0070 이상의, 대략 0.0075 이상의, 대략 0.0080 이상의, 대략 0.0085 이상의, 대략 0.0090 이상의, 대략 0.0095 이상의, 대략 0.0100 이상의, 대략 0.0105 이상의, 대략 0.0110 이상의, 대략 0.0115 이상의, 또는 대략 0.0120 이상의 비가요성을 가질 수 있다.

[0166] 이들 실시예 또는 다른 실시예에서, 최적의 강철을 포함하는 제 2 재료가 대략 500,000 PSI/lb/in^3(125 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 510,000 PSI/lb/in^3(127 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 520,000 PSI/lb/in^3(130 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 530,000 PSI/lb/in^3(132 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 540,000 PSI/lb/in^3(135 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 550,000 PSI/lb/in^3(137 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 560,000 PSI/lb/in^3(139 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 570,000 PSI/lb/in^3(142 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 580,000 PSI/lb/in^3(144 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 590,000 PSI/lb/in^3(147 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 600,000 PSI/lb/in^3(149 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 625,000 PSI/lb/in^3(156 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 675,000 PSI/lb/in^3(168 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 725,000 PSI/lb/in^3(181 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 775,000 PSI/lb/in^3(193 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 825,000 PSI/lb/in^3(205 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 875,000 PSI/lb/in^3(218 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 925,000 PSI/lb/in^3(230 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 975,000 PSI/lb/in^3(243 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 1,025,000 PSI/lb/in^3(255 MPa/g/cm^3) 이상의, 대략 1,075,000 PSI/lb/in^3(268 MPa/g/cm^3) 이상의, 또는 약 1,125,000 PSI/lb/in^3(280 MPa/g/cm^3) 이상의 비강도를 가질 수 있다.

[0167] 또한, 이들 실시예 또는 다른 실시예에서, 최적의 강철을 포함하는 제 2 재료가 대략 0.0060 이상의, 대략 0.0062 이상의, 대략 0.0064 이상의, 대략 0.0066 이상의, 대략 0.0068 이상의, 대략 0.0070 이상의, 대략 0.0072 이상의, 대략 0.0076 이상의, 대략 0.0080 이상의, 대략 0.0084 이상의, 대략 0.0088 이상의, 대략 0.0092 이상의, 대략 0.0096 이상의, 대략 0.0100 이상의, 대략 0.0105 이상의, 대략 0.0110 이상의, 대략 0.0115 이상의, 대략 0.0120 이상의, 대략 0.0125 이상의, 대략 0.0130 이상의, 대략 0.0135 이상의, 대략 0.0140 이상의, 대략 0.0145 이상의, 또는 대략 0.0150 이상의 비가요성을 가질 수 있다.

[0168] 이들 실시예에서, 최적의 제 2 재료의 증가된 비강도 및/또는 증가된 비가요성은 내구성을 유지하면서 몸체(102) 또는 그 일부가 얇게 형성될 수 있도록 한다. 몸체를 얇게 형성하면 클럽 헤드 무게를 감소시킬 수 있어, 이에 의해 헤드 CG를 낮게 후방으로 위치시키기 위해 및/또는 클럽 헤드 관성 모멘트를 증가시키기 위해 클럽 헤드(100)의 다른 영역에 전략적으로 위치될 자유 재량 무게를 증가시킬 수 있다.

[0169] xvi. 이동 가능한 무게추

[0170] 일부 실시예에서, 전술한 힐-토우 크라운 및 솔 곡률을 포함한 골프 클럽 헤드(100)는 아래에 설명되는 바와 같은 이동 가능한 무게추 시스템을 추가로 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 클럽 헤드(100)는 하나 이상의 제거 가능한 무게추(382)를 포함하는 하나 이상의 무게추 구조(380)를 포함할 수 있다. 전술한 바와 같은 골프 클럽 헤드(100)는 솔(118)의 후방 부분에 단일 슬롯(240)을 추가로 포함하며, 여기서 단일 슬롯(240)은 무게추 조립체(380)를 수용하기 위한 기하학적 구조이다. 골프 클럽 헤드(100)는 복수의 슬롯을 포함하지는 않는다.

[0171] 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 골프 클럽 헤드(100)의 솔(118)의 슬롯(240)은 슬롯 내부 표면(242)을 포함하며, 여기서 슬롯 내부 표면(242)은 솔(118)에 대략 수직이다. 슬롯 내부 표면(242)은 슬롯 길이(257)를 포함한다. 슬롯(240)은 슬롯 내부 표면(242)에 수직이고 솔(118)에 대략 평행한 슬롯 바닥 표면(244)을 포함한다. 슬롯(240)은 슬롯 내부 표면(242)에 수직이고 솔(116)에 대략 평행한 상부 표면(245)을 포함한다. 슬롯(240) 바닥 표면(244)은 슬롯 상부 표면(245)만큼 골프 클럽 헤드(100)의 후방을 향해 멀리 연장되지 않는다. 슬롯(240)은 2개의 측벽(246)을 추가로 포함한다. 2개의 슬롯 측벽(246)은 슬롯 내부 표면(242)의 토우측 단부와 힐측 단부에 있다. 슬롯 내부 표면(242), 바닥 표면(244), 상부 표면(245) 및 2개의 측벽(246)은, 슬롯(240)이 무게추 조립체(380)를 수용할 때 무게추 조립체(380)의 외부 표면(362)과 하부 표면(369)의 적어도 일부가 모두 노출되도록, 골프 클럽 헤드(100)의 후방 및 하부에 개방된 채널(248)을 획정한다. 무게추 조립체(380)의 외부 표면(362) 및 하부 표면(369)은 슬롯 바닥 표면(244)에 의해 가려지지 않거나 완전히 둘러싸이지 않는다.

[0172] 슬롯(240)은 2개 내지 6개의 구멍을 포함할 수도 있다. 슬롯(240)은 2개, 3개, 4개, 5개 또는 6개의 구멍을 포함할 수도 있다. 대부분의 실시예에서, 구멍은 등간격으로 이격되지만, 일부 실시예에서는 구멍이 슬롯(240)의 내부 표면(242)을 가로질러 불균일하게 이격될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 슬롯(240)은 각각의 구멍 중심이 인접한 구멍(들)으로부터 0.5 인치 내지 0.6 인치 이격되도록 슬롯(242)의 내부 표면을 따라 이격된 3개의 구멍을 포함한다.

[0173] 무게추 조립체(380)는 단일 슬롯(240)의 내부에 위치되며 고정될 수 있다. 단일 슬롯(240) 내부의 무게추 조립체(380)의 위치는 무게추 조립체(380)의 질량이 골프 클럽 헤드(100)의 전체 CG(180)의 위치 상에 미칠 영향을 결정한다. 골프 클럽 헤드(100)의 토우(122) 또는 힐(120)을 향한 무게추 조립체(380)의 이동이 CG(180)를 이동시킬 것이며, 골프 클럽 헤드(100)로 타격될 때의 골프 공의 비행을 형상화하는 것을 도울 것이다.

[0174] 단일 슬롯(240)은 적어도 중앙 구멍(252), 힐측 구멍(254) 및 토우측 구멍(256)을 추가로 포함할 수 있다. 각각의 구멍은 단일 슬롯(240) 내부의 무게추 조립체(380) 부착 지점을 포함한다. 토우측 구멍, 중앙 구멍 및 힐측 구멍 각각은 원형 단면과 구멍 중심을 포함한다. 토우측 구멍, 중앙 구멍 및 힐측 구멍 각각에는 나사산이 형성된 체결구(390)를 수용하도록 나사산이 형성되어 있다.

[0175] 골프 클럽 헤드(100)는 쉬라우드(shroud)(220)를 추가로 포함할 수 있으며, 여기서 쉬라우드(220)는 슬롯(240)에 걸치도록 연장될 수 있는 골프 클럽 헤드(100)의 솔(116)의 일부이다. 쉬라우드(220)가 바닥 표면(244)의 일부 또는 전부를 포함할 수도 있다.

[0176] 대부분의 실시예에서, 슬롯(242)의 내부 표면의 형상은 무게추 부재(370)의 내부 표면(364)의 형상에 상보적이다. 예시적인 실시예에서, 슬롯(242)의 내부 표면은 볼록하며, 무게추 부재(370)의 오목한 내부 표면(364)에 상보적이다.

[0177] 슬롯 내부 표면(242)의 슬롯 길이(257)는 1.6 인치와 2.0 인치 사이에서 변할 수도 있다. 슬롯 길이(257)가 1.6

인치, 1.7 인치, 1.8 인치, 1.9 인치 또는 2.0 인치일 수도 있다. 슬롯 내부 표면(242)의 슬롯 길이(257)가 2.0 인치 이하이다.

[0178] 또한, 일부 실시예에서, 슬롯(240)은 비대칭 형상을 포함할 수 있으며, 여기서 힐-토우 방향으로의 슬롯(240)의 단면 형상은 불균일하다. 슬롯(240)의 형상은 슬롯(240) 내부의 무게추 조립체의 보안에 필수적인데, 이것은 슬롯 채널(248)의 비대칭 단면 형상이 무게추 조립체(380)를 힐측 구멍(254), 토우측 구멍(256) 또는 중앙 구멍(252) 중 하나와 정렬하기 위한 3개의 위치를 가능하게 하기 때문이다. 슬롯(240)의 비대칭 형상으로 인해 무게추 조립체(380)가 채널(248) 전체에 걸쳐 미끄러질 수 없다. 오히려, 무게추 조립체(380)는 제거되어야 하며, 3개의 구별되는 위치 중 하나에 배치되어야 한다.

[0179] 또한, 슬롯(240)은 슬롯(244)의 바닥 표면으로부터 솔(116)까지 측정된 높이(247)를 포함할 수 있다. 여기서 슬롯(240)의 높이(247)는 채널(248)의 높이이다. 대부분의 실시예에서, 슬롯(240)은 가변 높이(247)를 포함할 수 있으며, 여기서 높이는 힐-토우 방향으로 일치하지 않는다. 슬롯(240)의 불균일한 높이가 슬롯(240) 내부의 무게추 조립체(380)의 보안에 필수적인데, 이것은 채널(248)의 가변 높이(247)가 무게추 조립체(380)를 힐측 구멍(254), 토우측 구멍(256) 또는 중앙 구멍(252) 중 하나와 정렬하기 위한 3개의 위치를 가능하게 하기 때문이다. 슬롯(240)의 불균일한 높이(247)로 인해 무게추 조립체(380)는 채널(248) 전체에 걸쳐 측방향으로 미끄러질 수 없다. 오히려, 무게추 조립체(380)는 제거되어야 하며 3개의 구별되는 위치 중 하나에 배치되어야 한다. 이것은 골퍼에게 골프공의 샷 형상과 비행을 결정하는 데 혼란을 야기하는 무제한적인 위치 선택이 제공되는 것을 방지한다.

[0180] 슬롯(240)의 가변 높이(247)가 0.2 인치 내지 0.6 인치의 범위에서 변할 수도 있다. 슬롯(240)의 가변 높이(247)가 0.2 인치, 0.3 인치, 0.4 인치, 0.5 인치 또는 0.6 인치일 수도 있다.

[0181] 일부 실시예에서, 골프 클럽 헤드(100)는 쉬라우드(220)를 포함할 수 있으며, 여기서 골프 클럽 헤드의 솔(118)의 일부가 슬롯(240)에 걸쳐 있을 수 있다. 쉬라우드(220)는 채널(248)의 공기 역학적 특성을 증가시키며 슬롯(240)의 내부에 무게추 부재(370)를 적절하게 삽입하는 것을 돕는 기능을 한다. 쉬라우드(220)는 슬롯의 특정 부분(들) 또는 전체 슬롯(240)을 덮기 위해 임의의 원하는 기하학적 구조를 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 쉬라우드(220)는 슬롯의 5% 내지 10%, 슬롯의 10% 내지 15%, 슬롯의 15% 내지 20%, 슬롯의 20% 내지 25%, 슬롯의 25% 내지 30%, 슬롯의 30% 내지 35%, 슬롯의 35% 내지 40%, 슬롯의 40% 내지 45%, 슬롯의 45% 내지 50%, 슬롯의 50% 내지 55%, 슬롯의 55% 내지 60%, 슬롯의 60% 내지 65%, 슬롯의 65% 내지 70%, 슬롯의 70% 내지 75%, 슬롯의 75% 내지 80%, 슬롯의 80% 내지 85%, 슬롯의 85% 내지 90%, 슬롯의 90% 내지 95%, 또는 슬롯의 95% 내지 100%를 덮을 수 있다.

[0182] 슬롯(240) 및 무게추 조립체(380)는 다량의 질량(바람직하게는 25g 이상)을 타격면으로부터 가능한 한 멀리 배치할 수 있게 하며, 이것은 골프 클럽 헤드의 MOI를 대폭 증가시키며 골프 클럽 헤드의 CG 깊이가 더욱 깊어지게 한다. 또한, 증가된 MOI 및 CG 깊이는 타격면(104)이 중심을 벗어난 임팩트에 대해 회전하는 것을 방지하여, 보다 관용적인 골프 클럽 헤드를 야기한다.

[0183] xvii. 예 1: 본원에 설명된 클럽 헤드와 곡률이 없는 대조군 클럽 헤드 간의 비교(컴퓨터 시뮬레이션)

[0184] 골프 클럽 헤드(100)와 유사한 치수(길이, 폭, 높이, 깊이)를 갖는 예시적인 골프 클럽 헤드가 본원에 설명되어 있다. 예시적인 클럽 헤드는 4.0 인치의 힐-토우 크라운 곡률 반경(156) 및 6.0의 힐-토우 솔 곡률 반경(158)을 포함한다. 예시적인 클럽 헤드는 크라운의 표면적의 57%를 포함하며 0.013 인치의 최소 두께를 갖는 크라운 상의 (골프 클럽 헤드(100)에서와 유사한) 복수의 얇은 영역, 466 cc의 부피를 포함한다. 예시적인 클럽 헤드는 68.6도의 크라운 각도(골프 클럽 헤드(100)의 크라운 각도와 유사) 및 0.522 인치의 크라운 높이를 추가로 포함한다. 예시적인 클럽 헤드는 1.84 인치의 호젤 높이를 포함한다. 예시적인 클럽 헤드는 무게추 구조의 중앙 위치에 위치한 35g 텅스텐 무게추를 갖는 무게추 구조를 포함한다.

[0185] 예시적인 클럽 헤드를 대조군 클럽 헤드와 비교하였으며, 여기서 대조군 클럽 헤드는 정확히 동일한 무게추 구조, 크라운의 표면적, 크라운의 두께, 크라운 각도, 클럽 헤드 부피, 및 클럽 헤드 질량을 포함하였다. 그러나, 대조군 클럽 헤드는 6.1 인치의 힐-토우 크라운 곡률 반경(156) 및 4.0 인치의 힐-토우 솔 곡률 반경(158)을 포함한다. 예시적인 클럽 헤드와 비교할 때, 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)이 더 얕기 때문에, 대조군 클럽 헤드는 무게추 구조에 위치한 32g의 텅스텐 무게추만을 갖는다.

[0186] 아래의 표 1을 참조하면, 예시적인 클럽 헤드는 대조군 클럽 헤드보다 18.87% 더 낮은 CG 높이, 대조군 클럽 헤드보다 0.5% 더 깊은 CG 깊이를 포함하면서, I_{xx}와 I_{yy}에 대해 1.5% 이내의 매우 높은 MOI를 유지한다. CG 높이

의 18.87%의 개선은 볼 속도를 0.25 mph 증가시켰으며, 스핀을 350 rpm 감소시켰으며, 발사 각도를 0.25도 증가시켰다. 더 낮은 CG 높이로 인해 이러한 개선은 볼 비거리를 5 야드 내지 7 야드 증가시킨다.

표 1

[0187]

	무게 중심(in.)			관성 모멘트(g*in.²)		
	X +힐/-토우	Y +크라운/-솔	Z +전방/-후방	I_{xx}	I_{yy}	I_{zz}
대조군 클럽	-0.023	0.824	-2.096	688.47	898.61	433.26
예시적인 클럽 헤드	-0.062	0.669	-2.106	679.64	890.74	399.76
변동	-0.039	-0.188	-0.010	-1.3%	-0.88%	-7.73%

[0188] xviii. 예 2: 본원에 설명된 클럽 헤드와 곡률이 없는 대조군 클럽 헤드 간의 비교(핑만(Pingman))

[0189] 골프 클럽 헤드(100)와 유사한 치수(길이, 폭, 높이, 깊이)를 갖는 예시적인 골프 클럽 헤드가 본원에 설명된다. 예시적인 클럽 헤드는 클럽 헤드(100)와 유사한 부피, 질량 및 크라운 두께를 포함한다. 또한, 예시적인 클럽 헤드는 4.0 인치의 힐-토우 크라운 곡률 반경(156) 및 6.0의 힐-토우 솔 곡률 반경(158)을 포함한다. 예시적인 클럽 헤드는 1.84 인치의 호젤 높이를 포함한다. 예시적인 클럽 헤드는 무게추 구조의 중앙 위치에 위치한 35g 텅스텐 무게추를 갖는 무게추 구조를 포함한다.

[0190] 예시적인 클럽 헤드를 대조군 클럽 헤드와 비교하였으며, 여기서 대조군 클럽 헤드는 동일하거나 유사한 무게추 구조, 크라운의 표면적, 크라운의 두께, 크라운 각도, 클럽 헤드 부피, 클럽 헤드 질량, 로프트 각도, 라이 각도 및 특성 시간을 포함하였다. 그러나, 대조군 클럽 헤드는 6.1 인치의 힐-토우 크라운 곡률 반경(156) 및 4.0 인치의 힐-토우 솔 곡률 반경(158)을 포함한다. 예시적인 클럽 헤드와 비교할 때, 힐-토우 크라운 곡률 반경(156)이 더 얕기 때문에, 대조군 클럽 헤드가 무게추 구조에 위치한 32g의 텅스텐 무게추만을 갖는다.

[0191] 대조군 클럽과 예시적인 클럽 각각으로 45번 타격하였다. 아래의 표 2를 참조하면, 예시적인 클럽 헤드는 대조군 클럽 헤드보다 15.45% 더 낮은 CG 높이, 대조군 클럽 헤드보다 2.95% 더 깊은 CG 깊이를 포함하면서, 대조군 클럽 헤드에서와 유사한 높은 MOI를 유지한다. CG 높이와 깊이의 개선으로 백스핀이 400 rpm 감소하였으며 발사 각도가 1도 증가하였다. 이러한 개선은 볼의 비거리 증가로 이어진다. 스탯 영역(stat area)은 MOI가 유사하기 때문에 변동이 없을 가능성이 높다.

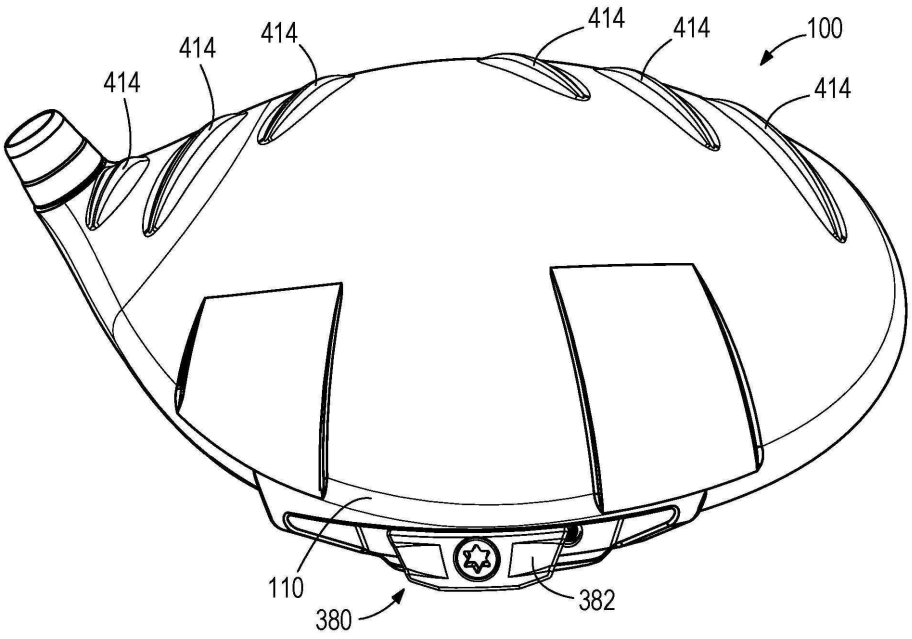
표 2

[0192]

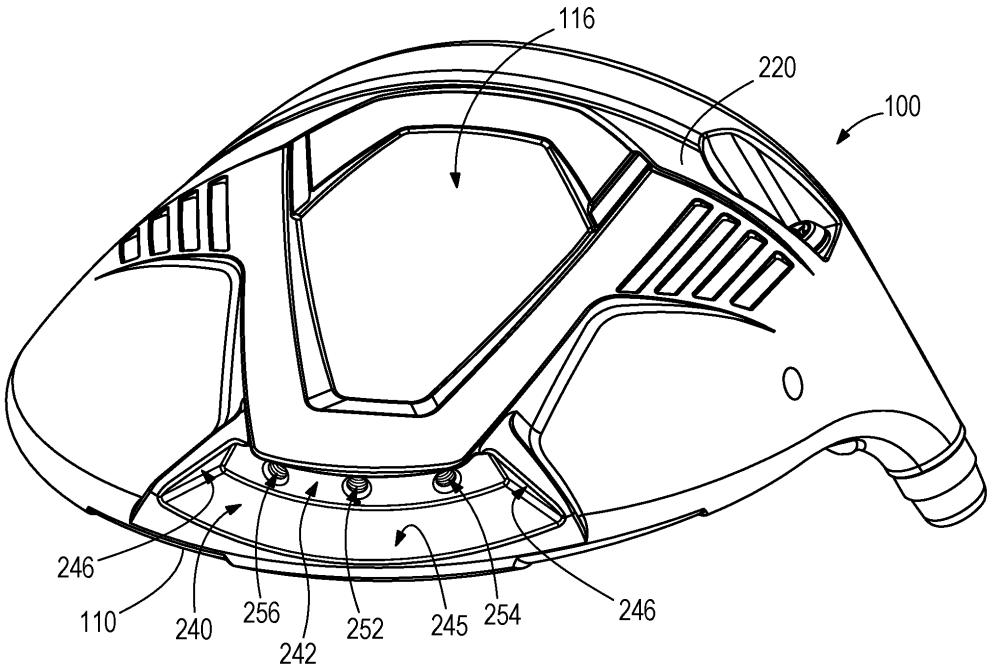
질량 속성-선수시험 클럽헤드										
	X CG (in.) (-토우/+힐)		Y CG (in.) (솔/+크라운)		Z CG (in.) (-후방/+페이스)		I_{xx} (g*in²)		I_{yy} (g*in2)	
	CAD	*프로토타입*	*CAD*	*프로토타입*	*CAD*	*프로토타입*	*CAD*	*프로토타입*	*CAD*	*프로토타입*
대조군 클럽 헤드	-0.027	-0.007	0.849	0.861	-1.979	-1.868	662.2	652.2	876.5	867.5
예시적인 클럽 헤드	-0.008	0.018	0.701	0.728	-1.931	-1.911	631.2	635.2	868.3	856.1
변동	0.019	0.025	-0.148	-0.133	0.048	0.058	-4.7%	-2.6%	-0.9%	-1.3%

도면

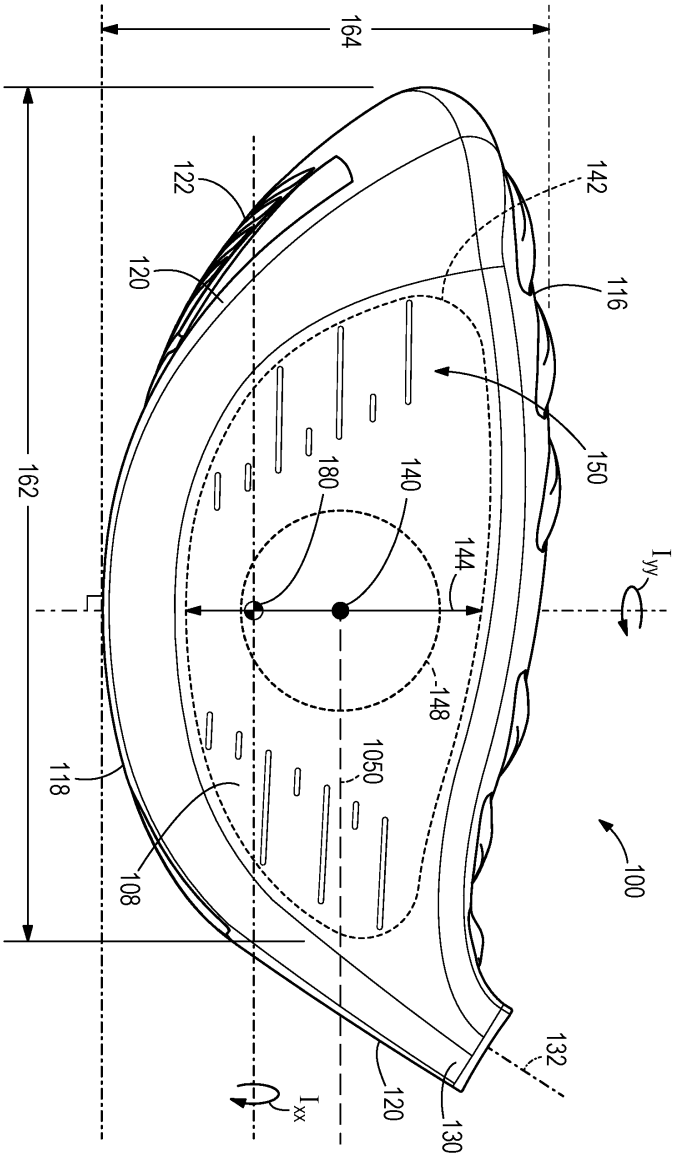
도면1a


414
414
414
414
414
100
414
110
380
382

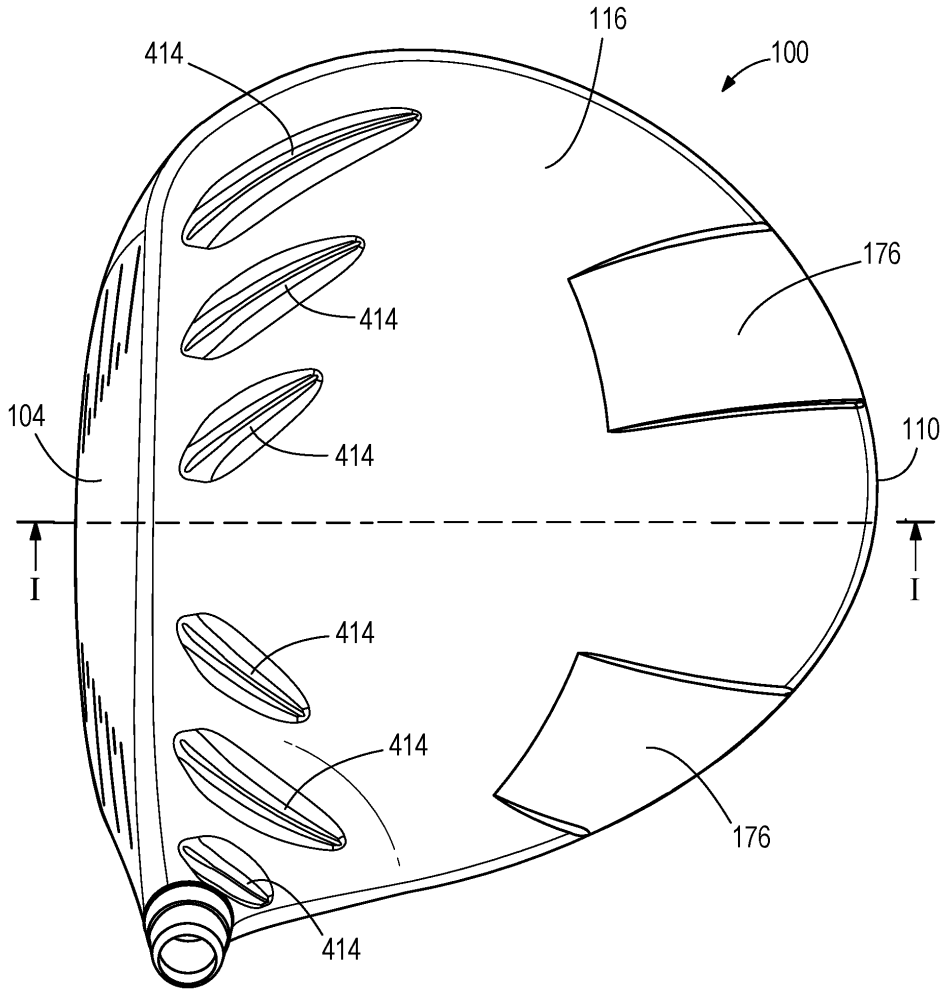
도면1b


116
220
100
246
110
240
256
242
252
245
254
246

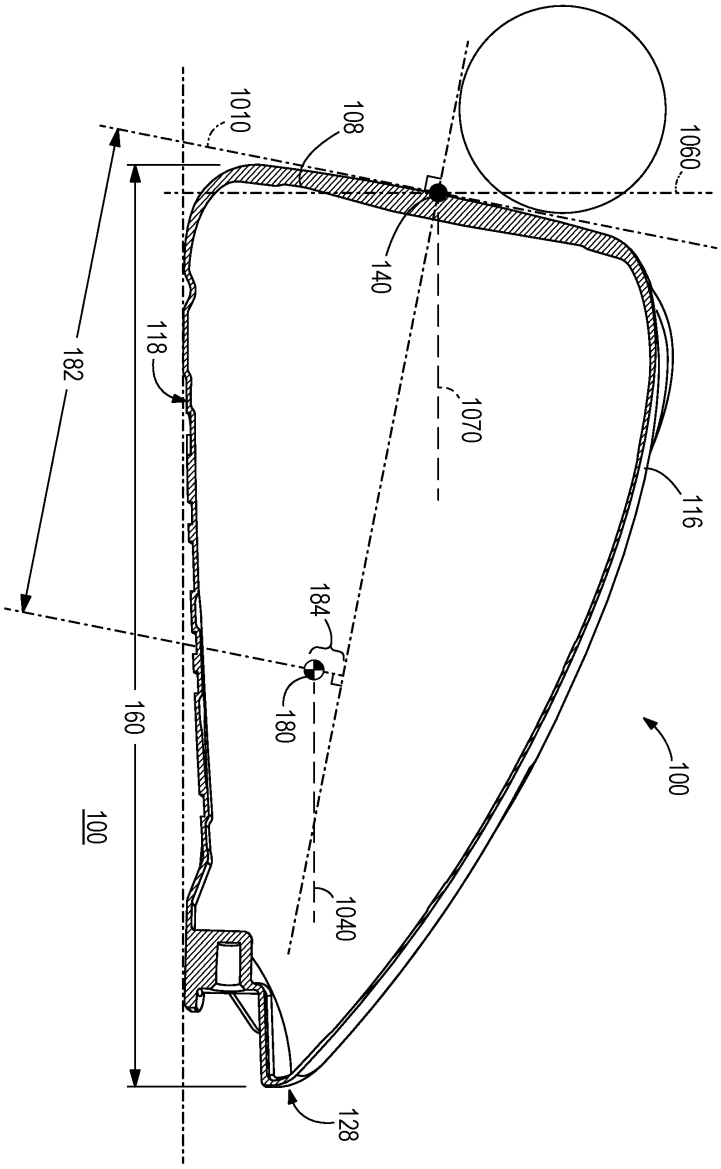
도면2


164
162
122
120
142
116
150
180
140
144
148
1050
118
108
100
132
120
130
I_{yy}
I_{xx}

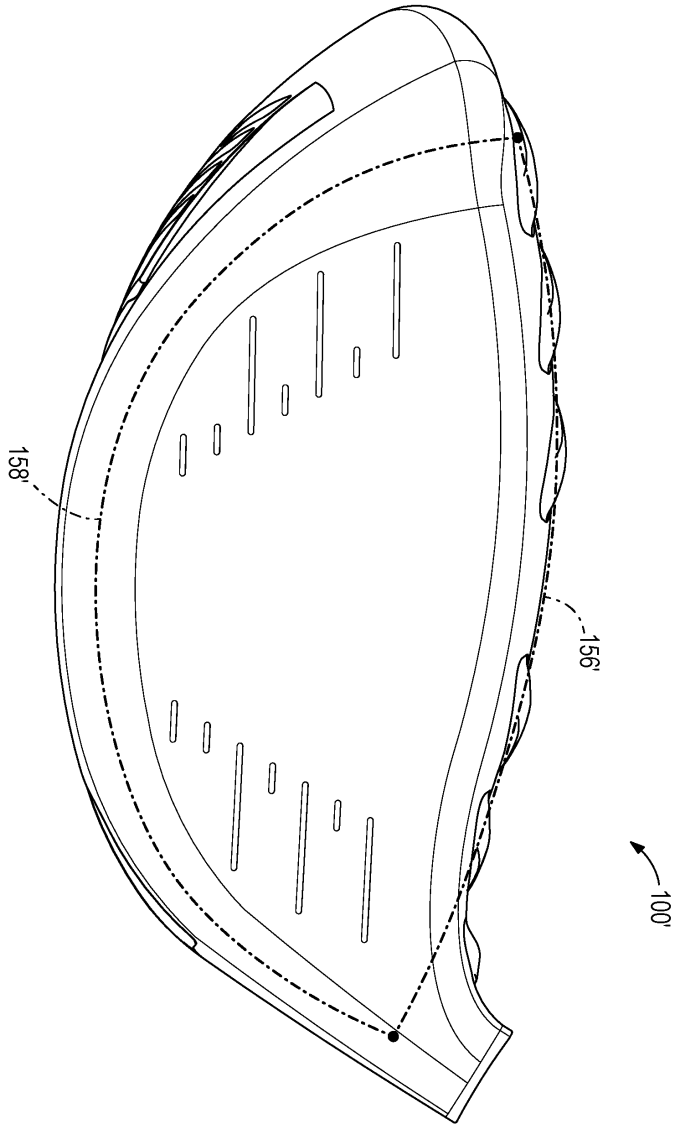
도면3



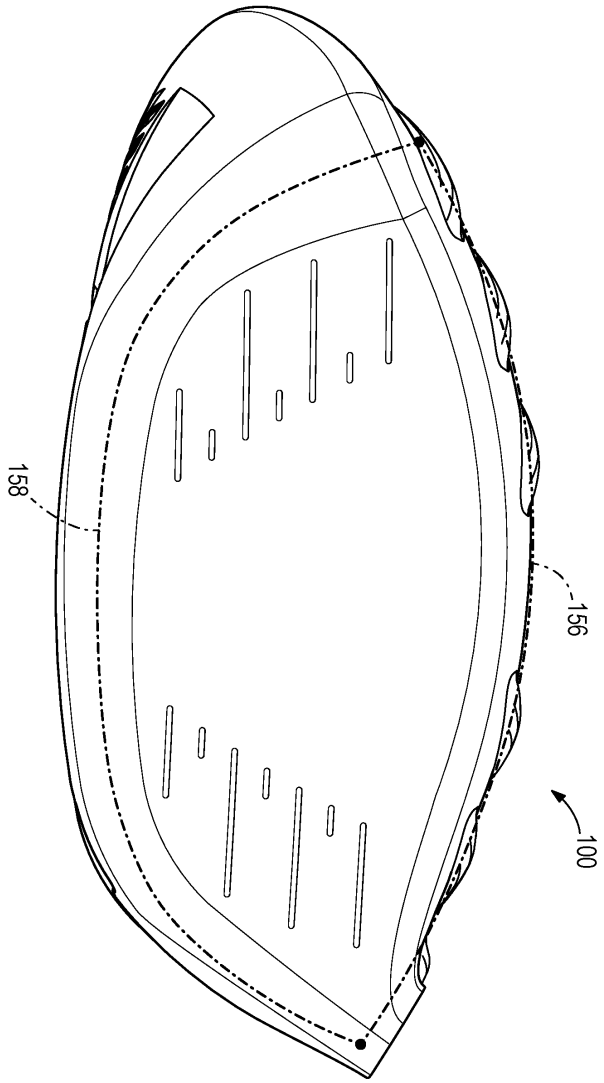
도면4



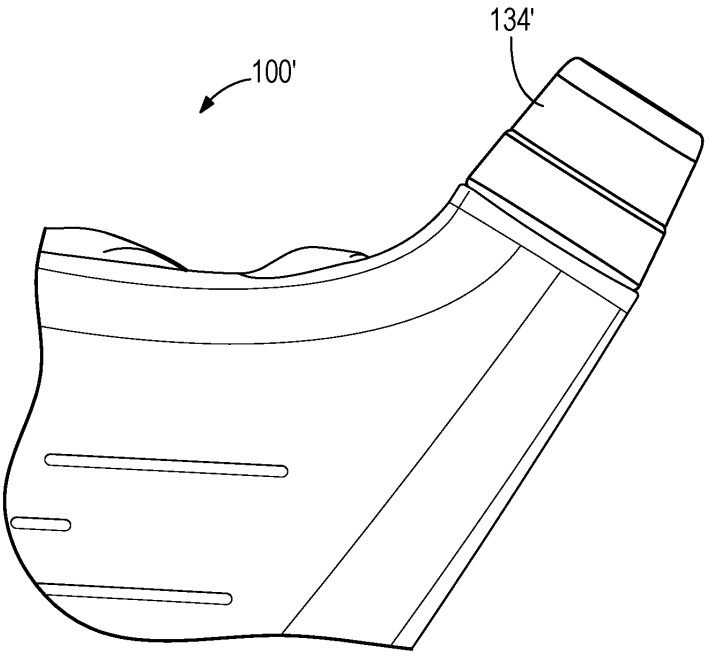
도면5



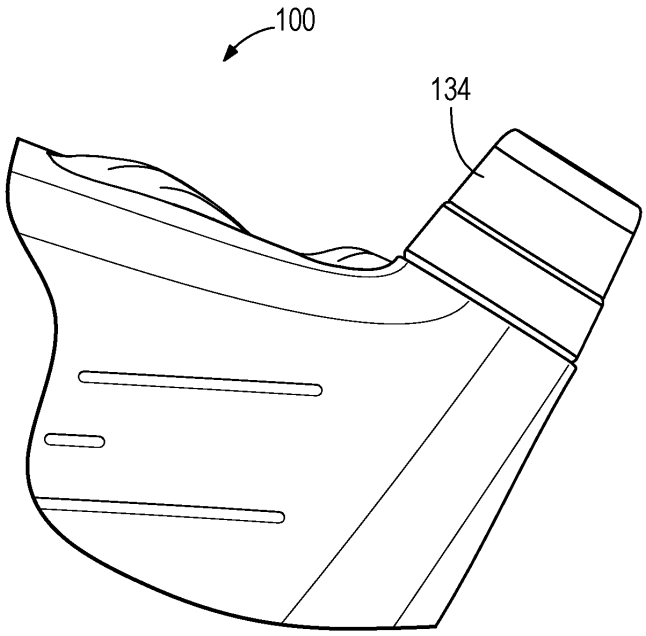
도면6



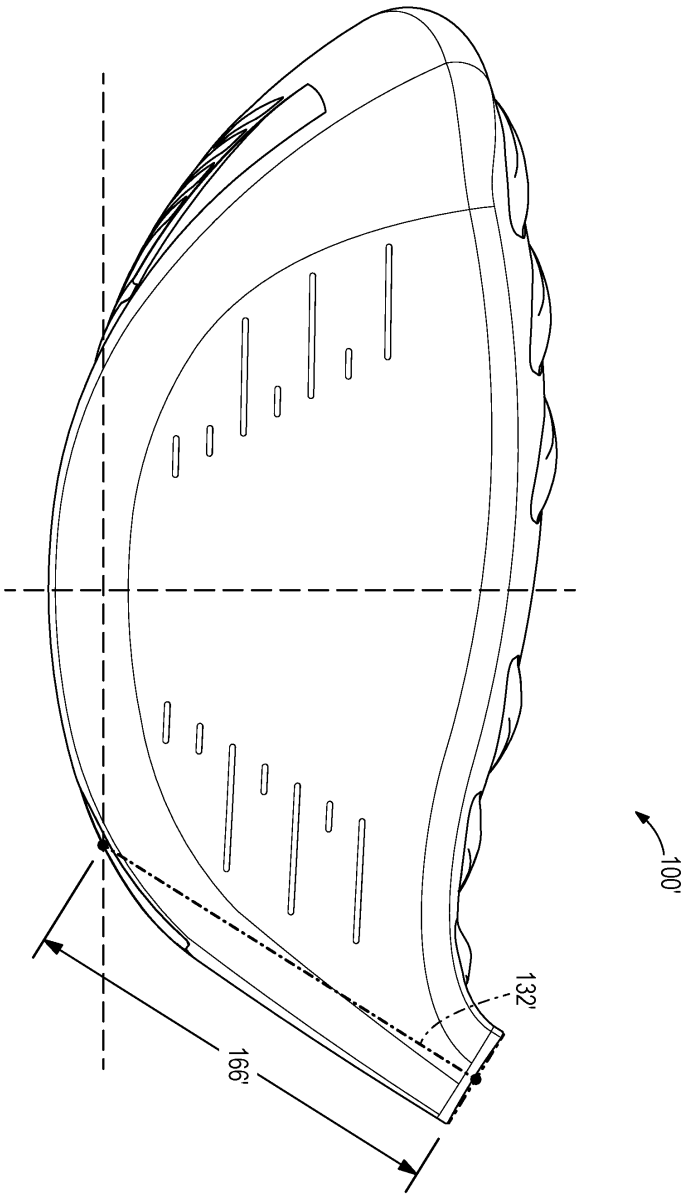
도면7a



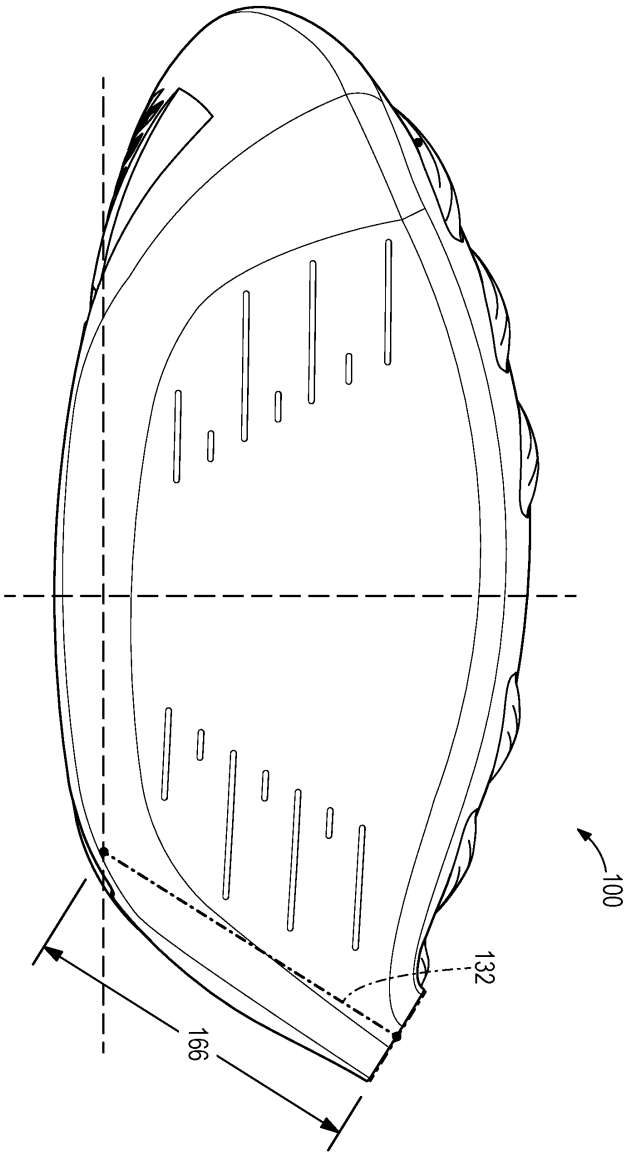
도면7b



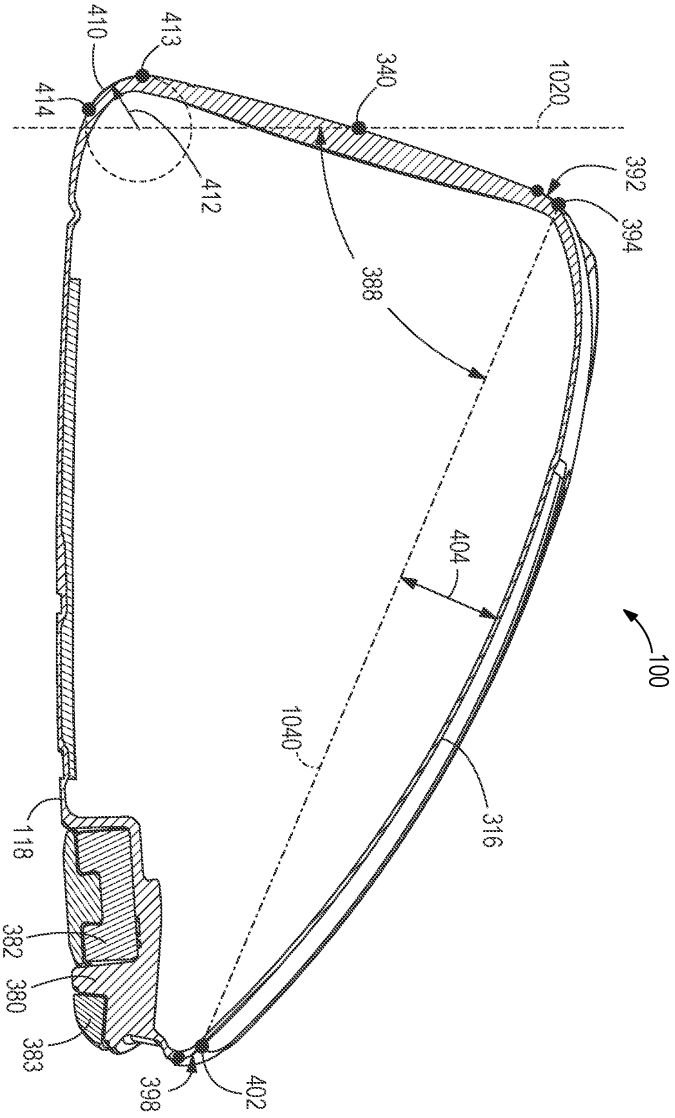
도면8



도면9



도면10


410
413
414
412
340
1020
392
394
388
404
100
1040
316
118
382
380
383
398
402