

【발명의 설명】

【발명의 명칭】

골프클럽 및 그 제조방법{Golf club and method for preparing the same}

【기술분야】

본 발명은 골프클럽 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 클럽헤드 표면의 경도를 높이고 반발력과 탄성력을 개선하여 비거리가 향상된 골프클럽 및 그 제조방법에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

일반적으로 골프는, 골프클럽이라고 불리는 골프채를 이용하여 일정거리 떨어진 홀 컵에 골프공을 넣는 운동 경기로서, 다른 운동과는 달리 상당히 높은 정확도와 정신력이 요구된다. 또한, 골프는 다른 스포츠 종목과는 달리 골퍼의 샷 자세와 스윙 폼 및 그립의 파지 상태에 따라 타구의 방향과 비거리가 좌우될 수 있다. 골프클럽은 비거리를 증가시키기 위한 드라이버(driver)와, 정교한 샷을 위한 아이언(iron)과, 그린 위에서 골프공을 타격하기 위한 퍼터(putter)등 크게 3 종류의 클럽으로 구분되며, 대부분 티타늄 재질의 고강도 금속으로 제조된다. 특히, 드라이버 클럽의 경우, 비거리를 늘이기 위하여 자세나 스피드 등의 인적인 요인과 드라이버 클럽(특히, 클럽의 페이스)의 재질이나 특성에 따른 반발력 등이 중요하게 작용한다.

이와 같은 이유로, 골프 드라이버를 구성하는 요소 중 클럽의 헤드 페

이스(head face)의 구성을 변경 적용하는 시도가 끊임없이 이루어지고 있으며, 예를 들어, 클럽헤드의 페이스 표면 재질을 변경하는 기술이나, 내부에 별도 부재를 혼입시키는 등 클럽헤드 페이스의 내부 구성을 변경하는 기술을 연구 개발하여, 골프클럽의 탄성력을 향상시키려는 노력이 지속되고 있다.

그러나 기존의 기술들 중 전자의 경우에는, 클럽 페이스의 표면이 손상되거나, 손상되더라도 탄성력 향상에 한계가 있고, 후자의 경우에는, 클럽 페이스의 내부에 혼입시켜야 하는 메커니즘이기 때문에 번거로움이 있고, 또한, 장시간 사용 시 혼입된 부재가 손상되는 등의 문제가 발생하여, 드라이버의 사용이 어렵다는 문제점과 반발력이 떨어진다는 문제점을 내포하고 있다. 따라서, 반발력 등 골프클럽의 성능을 향상시킬 수 있는 신규한 클럽 페이스의 개발이 요구된다.

【선행기술문헌】

【특허문헌】

(특허문헌) 미국 특허공개 제3,102,187호

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

본 발명의 일측면에 따른 목적은 클럽헤드의 일면에 형성되는 클럽 페이스로서 베이스 기재 및 상기 베이스 기재의 표면에 구비된 철계 비정질 합금

을 포함하는 코팅층을 포함함으로써, 클럽헤드 표면의 표면 경도와 반발력, 탄성력 등을 향상시킬 수 있는 골프클럽을 제공하는 것이다.

본 발명의 일측면에 따른 목적은 골프헤드의 일면에 형성되는 클럽 페이스의 기재 표면에 높은 비정질상 비율을 가지는 철계 합금을 포함하는 코팅층을 형성하는 골프클럽의 제조방법을 제공하는 것이다.

【과제의 해결 수단】

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은,
클럽헤드와 상기 클럽헤드에 연결된 샤프트를 포함하는 골프클럽으로서,
서,

상기 클럽헤드는 일면에 형성된 클럽페이스를 포함하며,

상기 클럽페이스는,

베이스 기재; 및 상기 베이스 기재의 표면에 구비된 철계 비정질 합금을 포함하는 코팅층;을 포함하는 골프클럽을 제공한다.

또한, 본 발명은,

클럽헤드의 일면에 형성된 클럽페이스의 베이스 기재 표면에 철계 비정질 합금을 포함하는 코팅층을 형성하는 단계; 및

상기 코팅층을 연마하는 단계;를 포함하고,

상기 코팅층의 비정질상의 비율이 90 내지 100%인 골프클럽의 제조방법을 제공한다.

【발명의 효과】

본 발명의 실시예들에 따른 골프클럽에 의하면, 클럽헤드의 일면에 형성된 클럽페이스의 베이스 기재 표면에 비정질 철계 합금층을 코팅함으로써, 코팅 이후에도 비정질 구조의 유지가 가능하여 클럽헤드 표면의 표면 경도와 탄성력 등을 개선시켜 비거리를 현저하게 향상시킬 수 있다. 이 때 형성된 비정질 철계 합금 코팅층은 높은 비정질상을 유지한다.

또한, 본 발명의 실시예들에 따른 골프클럽의 제조방법에 의하면, 클럽헤드의 일면에 형성된 클럽페이스의 베이스 기재의 형상과 두께를 한계치까지 얇게 제어하는 동시에 철계 비정질 합금층의 두께를 감소시켜 반발력을 극대화시킬 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 따른 골프클럽 페이스에 코팅 재료로 사용되는 철계 비정질 합금분말의 XRD 그래프로서, (a)~(e)는 각각 실시예 1, 3, 6, 7, 8의 철계 비정질 합금분말에 대한 그래프이다.

도 2는 비교예에 따른 골프클럽 페이스에 코팅 재료로 사용되는 철계 합금분말의 XRD 그래프로서, (a)~(c)는 비교예 1, 5, 7의 철계 합금분말에 대한 그래프이다.

도 3은 본 발명의 실시예 7에 따른 골프클럽 페이스에 코팅 재료로 사용되는 철계 비정질 합금분말(a)과 그 단면(b), 그리고 비교예 7에 따른

골프클럽 페이스에 코팅 재료로 사용되는 철계 합금분말(c) 및 그 단면(d)을 SEM 분석한 사진이다.

도 4는 본 발명에 따른 골프클럽 페이스에 적용된 코팅물 시편의 XRD 그래프로서, (a)~(e)는 각각 실시예 1, 3, 6, 7, 8의 철계 비정질 합금분말을 적용한 코팅물 실시예 9, 11, 14, 15, 16 시편의 XRD 그래프이다.

도 5는 비교예에 따른 골프클럽 페이스에 적용된 코팅물 시편 XRD 그래프로서, (a)~(c)는 각각 비교예 1, 5, 7의 철계 합금분말을 적용한 코팅물 비교예 8, 12, 14 시편의 XRD 그래프이다.

도 6은 본 발명에 따른 골프클럽 페이스에 코팅된 철계 비정질 합금분말을 이용한 용사 코팅물과 비교예에 따른 골프클럽 페이스에 코팅된 합금분말을 이용한 용사 코팅물의 표면 이미지로서, (a)~(c)는 각각 실시예 1, 7, 8의 비정질 합금분말을 이용한 용사 코팅물의 표면 이미지이고, (d)~(g)는 각각 비교예 1, 3, 5, 7의 합금분말을 이용한 용사 코팅물의 표면 이미지이다.

도 7은 본 발명에 따른 골프클럽 페이스에 코팅 재료로서 실시예 1, 3, 6, 8의 철계 비정질 합금분말을 이용한 용사 코팅물 시편의 단면을 광학 현미경으로 관찰한 이미지(배율 200배)로서, (a)~(d)는 각각 실시예 9, 11, 14, 16 시편의 단면을 관찰한 이미지이다.

도 8은 비교예 1, 4, 7에 따른 골프클럽 페이스에 코팅 재료로서 합금분말을 이용한 용사 코팅물 시편의 단면을 광학 현미경으로 관찰한 이미지(배율 200배)로서, (a)~(c)는 각각 비교예 8, 11, 14 시편의 단면을 관찰한 이미지이다.

도 9는 본 발명에 따른 골프클럽 페이스에 코팅 재료로서 실시예 2, 4,

7의 철계 비정질 합금분말을 이용한 용사 코팅물 시편의 비부식/부식된 단면을 광학 현미경으로 관찰한 이미지(배율 200배)로서, (a)~(c)는 각각 실시예 10, 12, 15 시편의 관찰 이미지이다.

도 10은 비교예 2, 4, 6에 따른 골프클럽 페이스에 코팅 재료로 이용한 용사 코팅물 시편의 비부식/부식된 단면을 광학 현미경으로 관찰한 이미지(배율 200배)로서, (a)~(c)는 각각 비교예 8, 11, 13 시편의 관찰 이미지이다.

도 11은 본 발명의 실시예들에 따라 제조된 골프클럽헤드 사진(a)과 골프클럽 페이스의 베이스 기재 표면에 철계 비정질 합금층이 코팅된 형태를 모식적으로 나타낸 도면(b)이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

본 명세서에서 비정질이란 통상의 비결정질, 비정질상으로도 사용되는 고체 내 결정이 이루어지지 않은, 즉 규칙적인 구조를 가지지 않는 상을 말한다.

또한, 본 명세서에서 코팅층이란 철계 비정질 합금분말을 이용하여 만들어지는 코팅막 등을 포함하는 것이며, 이들은 주로 용사 코팅에 의해서 만들어진다.

또한 본 명세서에서 철계 비정질 합금분말이란, 철이 가장 많은 중량비로 포함되며, 분말내 비정질이 단순히 포함된 것이 아니라 실질적으로 대부분을 차지하는 것으로서 예컨대 비정질의 비율이 90% 이상인 것을 말한다.

전술한 바와 같이, 다른 운동과는 달리 매우 높은 정확도가 요구되는 골프에 있어서, 특히 비거리 향상을 위한 골프클럽의 소재는 매우 중요하게 다루어지고 있다. 이와 같은 이유로, 클럽헤드의 일면에 형성된 클럽페이스(club face)의 표면 재질을 변경하여 골프클럽의 탄성력을 향상시키려는 시도가 끊임 없이 이루어지고 있으나, 클럽페이스의 표면이 손상되거나, 손상되더라도 탄성력 향상에 한계가 있어, 보다 향상된 성능을 가지는 골프클럽의 개발에 어려움을 겪고 있다. 이에 본 출원인은, 반발력 등 기존 대비 성능을 향상시킬 수 있는 신규한 골프클럽 개발에 이르게 된 것이다.

이와 같은 본 발명에 따른 비정질 표면 처리된 클럽페이스는, 기 제작된(기성품) 클럽페이스의 베이스 기재 표면에 본 발명의 철계 비정질 합금을 코팅시킨 것이거나(본 발명의 철계 비정질 합금을 코팅하더라도, 본 발명의 목적 달성에 무리가 없는 두께 수준에 한함), 기 제작된 클럽페이스의 베이스 기재 두께를 한계 수준까지 줄인 후(즉, 코팅을 위한 기존 소재의 박막화), 그 표면에 철계 비정질 합금을 코팅시킨 것일 수 있다.

즉, 본 발명에 따른 골프클럽은 클럽헤드와 상기 클럽헤드에 연결된 샤프트를 포함하는 골프클럽으로서, 상기 클럽헤드는 일면에 형성된 클럽페이스를 포함하며, 상기 클럽페이스는, 베이스 기재; 및 상기 베이스 기재의 표면에 구비된 철계 비정질 합금을 포함하는 코팅층;을 포함한다.

<골프 클럽>

본 발명의 일측면에 따른 골프 클럽은 헤드의 베이스기재와 베이스 기

재상에 형성되는 코팅층을 포함한다.

헤드의 베이스 기재는 헤드부의 일면에 위치한 통상적인 페이스(Face, 타격부)를 일컫는 용어를 말한다.

클럽페이스의 베이스 기재에 상기 철계 비정질 합금 분말을 코팅하게 될 경우, 타구 시의 반발력이 목적으로 하는 정도에 미치지 못할 우려가 있어 상기 골프페이스의 베이스 기재의 형상과 두께를 조절하는 것이 바람직하다.

클럽페이스의 베이스 기재의 두께는, 상기 철계 비정질 합금의 코팅 두께를 고려하여, 1.4 내지 2.6 mm, 바람직하게는 1.6 내지 2.4 mm일 수 있다. 상기 베이스 기재의 두께가 1.4 mm 미만이면, 골프클럽 페이스를 구성하는 기초 소재의 두께가 과도하게 얇아져, 한계 수준을 초과함으로써 골프클럽 페이스의 기본 성능이 저하될 수 있고, 상기 베이스 기재의 두께가 2.6 mm를 초과하게 되면, 상기 베이스 기재의 두께와 철계 비정질 합금 두께의 합이 과도하게 두꺼워져, 타구 시의 반발력이 목적으로 하는 정도에 미치지 못할 우려가 있다.

클럽페이스의 베이스 기재의 형상은, 아이언의 경우에는 평면상이며, 드라이버와 우드의 경우에는 베이스 기재 중앙부의 적어도 일부가 나머지 부분들보다 볼록한 형상을 갖도록 하는 것이 바람직한 것으로, 상기 중앙부의 두께가 1.8mm인 경우 주변부 두께는 1.6mm 정도일 수 있고, 상기 중앙부의 두께가 2.2mm인 경우 주변부 두께는 2.0mm 정도일 수 있으며, 상기 중앙부의 두께가 2.6mm인 경우 주변부 두께는 2.4mm 정도일 수 있다.

베이스 기재의 두께와 형상을 조절하기 위해서는, 예를 들어, 금형 두께 조정 또는 CNC 밀링 등의 방식 또는 장비를 이용할 수 있으며, 금형의 두께

조정을 통하여 베이스 기재의 두께를 감소시키는 것이 보다 바람직할 수 있다.

두께가 감소된 베이스 기재에 대하여 두께 감소로 인해 발생할 수 있는 내구성 저하는 베이스 기재의 표면 조직을 치밀화시킬 수 있는 단조 처리를 비롯한 표면 처리 공정을 수행함으로써 강도와 인성, 내구성등의 기계적 물성이 향상 향상될 수 있다.

한편, 상기 베이스 기재의 소재는 Ti, Al, V, Mo, Fe, Cr, Sn, Zr 및 이들 중 2종 이상의 합금 등, 지금까지 당업계에서 내놓은 모든 골프클럽의 페이스 소재가 해당될 수 있다.

베이스 기재의 경도는 HV 300 내지 HV 400, 바람직하게는 HV 340 내지 HV 360일 수 있다.

이하에서는, 클럽페이스의 베이스 기재 표면에 구비된 철계 비정질 합금으로 이루어진 코팅층에 대하여 설명한다.

코팅층은 클럽페이스에 구비되어 고반발 및 탄성, 경도를 부여하기 위하여 구비되는 층으로서, 베이스 기재상에 기재의 표면 면적의 60% 이상이 되도록 형성한다.

코팅층을 형성하는 철계 비정질 합금은 철, 크롬 및 몰리브데늄을 주 성분으로 포함되며, 분말내 비정질이 단순히 포함된 것이 아니라 실질적으로 대부분을 차지하는 것으로서 예컨대 비정질의 비율이 부피 기준으로 90% 이상, 또는 90 내지 100%인 것을 말한다.

코팅층은 용융된 철계 비정질 합금분말이 상기 베이스 기재 표면에 분사됨으로써 형성될 수 있다.

코팅층은 용융된 비정질 합금분말이 분사 후 용융점에서 유리전이온도까지 10^1 내지 10^4 (degree/sec)의 냉각속도로 냉각되어 형성되는 것일 수 있다.

철계 비정질 합금은 철, 크롬 및 몰리브데늄을 포함하고, 탄소와 붕소에서 선택된 적어도 1종 이상을 더 포함하는 철계 비정질 합금분말로부터 제공되는 것이 바람직하다.

이 때, 철계 비정질 합금분말은 일례로 아토마이징 방법으로 합금분말로 제조할 때, 비정질상의 비율이 부피 기준으로 90% 이상, 95% 이상, 99% 이상, 99.9% 이상, 실질적으로 100% 포함되는 비정질상의 비율이 높은 분말이다.

철계 비정질 합금분말은 다양한 형상과 직경으로 제조될 수 있어 그 제한이 없으며, 전술한 철계 비정질 합금을 만들기 위한 제1성분, 제2성분, 제3성분, 및 제4성분을 포함한다.

제1성분은 철(Fe)로서, 철(Fe)은 합금분말 코팅물의 강성 향상을 위하여 사용되는 성분이며, 제2성분은 크롬(Cr)으로서, 합금분말 코팅물의 물리화학적 특성, 예를 들어, 내마모성 및 내식성 등의 물성 향상을 위하여 사용되는 성분이며, 제2성분은 제1성분을 100중량부로 했을 때, 55.3 중량부 이하일 수 있고, 25.4 중량부 내지 55.3 중량부로 포함되는 것이 바람직하다.

제3성분은 몰리브덴(Mo)으로서, 내마모성 및 내식성과 아울러 내마찰성을 부여하기 위하여 사용되는 성분으로, 제1성분을 100중량부로 했을 때, 84.2 중량부 이하일 수 있고, 35.6 중량부 내지 84.2 중량부로 포함되는 것이 바람직하다.

제4성분은 탄소(C)와 붕소(B)에서 적어도 하나 또는 둘을 사용하며, 제4성분은 나머지 구성 성분들과의 원자 크기 부정합(atomic size mismatch) 또는 패킹 효율(packing ratio efficiency) 등에 의해 비정질 형성능을 향상시키며, 제4성분은 제1성분을 100중량부로 했을 때, 23.7 중량부 이하, 1.7중량부 내지 23.7 중량부, 3.4 중량부 내지 23.7 중량부, 또는 3.4 중량부 내지 15 중량부로 포함되는 것이 바람직하다.

전술한 성분 외에 상기 철계 비정질 합금 분말은 텅스텐, 코발트, 이트륨, 망간, 실리콘, 알루미늄, 니오븀, 지르코늄, 인, 니켈, 스칸듐 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 추가성분을 의도적 또는 비의도적으로 더 포함할 수 있다. 함량에 있어서 추가성분은 총합으로 중량부가 철 중량부를 100으로 했을 때 1.125 중량부 미만, 1.000 중량부 이하, 또는 0.083 중량부 이하로 사용된다. 즉, 제1성분, 제2성분, 제3성분, 제4성분, 및 추가성분의 함량이 전술한 중량비율에 맞는 경우 본 발명의 실시예에 따른 철계 합금분말로서 간주된다.

또한, 각 추가성분의 중량부는 0.9 중량부 이하, 바람직하게는 0.05 중량부 이하로 사용된다. 상기 범위를 벗어나는 추가성분이 포함되면 비정질 형성능이 현저히 감소하기 때문이다. 상기 철계 비정질 합금분말은 높은 비정질상의 비율로 인해서 자체적으로도 밀도, 강도, 내마모성, 내마찰성 및 내식성 등의 특성이 우수하다.

철계 비정질 합금분말은 평균입도가 1 μ m 내지 150 μ m 범위 내일 수 있으나 이에 한정하는 것은 아니며, 용도에 따라 시빙 처리를 통해 분말 사이즈를 조절할 수 있다.

일례로, 후술할 바와 같이 용사코팅을 수행하고자 하는 경우, 대상 철계 비정질 합금분말은 시빙 처리를 통해 분말 사이즈를 $16\mu\text{m}$ 내지 $54\mu\text{m}$ 범위로 조절하여 사용할 수 있고, MIM(분말 사출)을 수행하고자 하는 경우, 대상 철계 비정질 합금분말은 시빙 처리를 통해 분말 사이즈를 $20\mu\text{m}$ 이하로 조절하여 사용할 수 있다.

또한 베이스 기재상에 코팅층을 3D 프린팅으로 형성하고자 하는 경우, 대상 철계 비정질 합금분말 또한 방식 별로 분말 사이즈를 조절할 수 있다. 일례로 powder bed fusion 방식에 따라 3D 프린팅을 수행하고자 하는 경우에는 분말 사이즈를 $20\mu\text{m}$ 이하로 조절하고, direct energy deposit 방식에 따라 3D 프린팅을 수행하고자 하는 경우에는 분말 사이즈를 $54\mu\text{m}$ 내지 $150\mu\text{m}$ 범위로 조절하여 사용할 수 있다.

철계 비정질 합금분말은 일례로 밀도가 대략 $7\pm 0.5\text{ g/cc}$ 범위 내일 수 있으며, 이에 한정하는 것은 아니다.

철계 비정질 합금분말은 분말 경도가 대략 800Hv 내지 1500Hv 범위 내일 수 있으며, 이에 한정하는 것은 아니다.

철계 비정질 합금분말은 재용융 또는 고온에 노출되어 다시 냉각되어 고화되더라도 전술한 비정질 비율을 유지한다. 이 때, 아토마이징 방법에 의해 제조된 철계 비정질 합금분말 내의 비정질의 비율(a)과 철계 비정질 합금분말을 그 합금의 용융점 이상으로 용융한 후 재냉각하여 만들어진 합금의 비율(b)은 다음 식을 만족한다.

[식 1]

$$0.9 \leq b/a \leq 1$$

여기서 상기 (b)를 도출하기 위해 철계 비정질 합금분말을 그 합금의 용융점 이상으로 용융한 후 재냉각하여 합금을 제조하는 방식으로는, 일례로 용사 코팅, 3D 프린팅, 야금 등을 비롯한 통상의 주조 방식이 해당할 수 있다.

또한, 상기 [식 1]의 b/a 비율은 바람직하게는 0.95 내지 1일 수 있고, 더욱 바람직하게는 0.98 내지 1 일 수 있으며, 보다 더 바람직하게는 0.99 내지 1 일 수 있다.

전술한 바와 같이 코팅층의 형성은 용사에 의해 형성될 수 있다. 용사(spray)는 금속이나 금속 화합물을 가열해서 미세한 용적 형상으로 해서 가공물의 표면에 분무시켜 밀착시키는 방법으로 코팅층의 형성에 용사의 특정 방법이 한정되지 않는다. 예를 들면, 초고속 화염용사 코팅(HVOF), 플라즈마 코팅, 레이저 클래딩 코팅, 일반 화염용사 코팅, 디퓨전 코팅 및 콜드 스프레이 코팅, 진공 플라즈마 코팅(VPS, vacuum plasma spray), 저압 플라즈마 코팅(LPPS, low-pressure plasma spray) 등이 코팅층을 형성하는 데 사용될 수 있다.

본 실시예에서 비정질상의 비율이 90% 이상, 99% 이상, 99.9% 이상, 실질적으로 100% 포함되는 높은 분말인 철계 비정질 합금분말이 용사의 재료로 사용되는 경우, 코팅층은 비정질상을 전체 부피에 대하여 90% 이상, 95% 이상, 99% 이상, 99.9% 이상, 실질적으로 100부피%로 포함하기 때문에, 물성이 매우 우수하다. 특히, 본 발명의 합금분말로 초고속 화염 용사 코팅을 수행하는 경우에는, 비정질 비율이 실질적으로 그대로 유지되기 때문에 물성 향상 정도가 극대화된다.

또한, 철계 비정질 합금분말은 측정시 밀도(coating density)가 98~99.9%로 매우 높아 기공을 통해서 부식물의 침투가 억제된다.

용사 코팅용으로 사용되는 합금 분말의 입도는 $10\mu\text{m}$ 내지 $100\mu\text{m}$, 바람직하게는 $15\mu\text{m}$ 내지 $55\mu\text{m}$ 로서, 상기 합금분말의 입도가 $10\mu\text{m}$ 미만인 경우, 용사 코팅 공정상 작은 입자들이 용사 코팅 건(gun)에 달라붙어 작업 효율성이 저하될 우려가 있고, $100\mu\text{m}$ 를 초과하는 경우에는 완전히 용해되지 못하고 모재에 부딪혀(즉, 코팅물을 형성하지 못하고 바닥으로 떨어져) 코팅 생산성 및 효율이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.

한편, 상기 철계 비정질 합금의 비커스 경도는 700 내지 1,200Hv(0.2), 바람직하게는 800 내지 1,000Hv(0.2)이고, 마찰계수(내마찰성)는 100N의 하중에서 0.001μ 내지 0.08μ , 바람직하게는 0.05μ 이하이고, 1,000N의 하중에서 0.06μ 내지 0.12μ , 바람직하게는 0.10μ 이하이다.

특히 초고속 화염용사에 의한 코팅물의 경우, 기존과 달리 단면적(cross section)에 기공이 거의 존재하지 않아 최대 밀도(full density)를 나타내며, 기공이 존재하더라도 약 0.1% 내지 1.0%에 불과한 기공율을 나타낼 수 있다.

즉, 초고속 화염용사 코팅이 수행되면 여러 번의 path가 쌓이는 구조가 형성되고, 구체적으로 각 층에 산화물(검정 색상)이 쌓이고, 파도 물결과 같은 형상으로 다수의 층이 적층된다. 통상의 경우, 이로 인해 코팅물의 성질이 저하되고, 취약해지나, 본 발명의 경우에는 코팅물에 기공/산화막이 없어 초고밀도를 나타내게 되고, 코팅의 성능 향상이 가능하다. 그 밖에 상기 철계 비정질 합금분말을 포함하는 코팅층의 내마모성, 내식성 및 탄성도 또한 기존의 합금분말을 이용하는 경우 대비 매우 우수하다.

또한, 상기 베이스 기재에 코팅된 철계 비정질 합금의 코팅층의 두께는 0.01 내지 0.3 mm, 바람직하게는 0.1 내지 0.2 mm, 더욱 바람직하게는 0.075 내지 0.125 mm로서, 상기 철계 비정질 합금의 두께가 상기 범위를 벗어날 경우에는, 본 발명이 목적으로 하는 골프클럽 페이스의 반발력을 만족하지 못할 수 있다.

한편, 상기 철계 비정질 합금은 상기 베이스 기재의 표면 전체에 코팅될 수도 있고, 타격방향 표면의 일부에만 코팅될 수도 있으나, 가급적 상기 골프클럽 페이스의 베이스 기재 표면 전체 면적의 60% 이상, 바람직하게는 70~95%, 보다 바람직하게는 75~90% 범위로 형성되는 것이 골프공의 타격시 해당 부위에 타격된 골프공의 비거리를 늘릴 수 있어 바람직하다.

그밖에, 상기 철계 비정질 합금은, 필요에 따라 격자무늬 형상 등 다양한 패턴으로 형성될 수도 있다.

한편, 철계 비정질 합금의 원료가 되는 철계 비정질 합금 분말(powder)은, 가스 아토마이저(gas atomizer) 방식에 의해 제조되는 것으로서, 구체적으로는, 헬륨, 질소, 네온 또는 아르곤 등의 불활성 기체 분위기 하의 아토마이저 내에서 용융된 상태로 분사 냉각되어 제조될 수 있다. 이와 같이 제조할 경우, 순도 높은 비정질 상의 분말 제조 형성이 가능하다.

계속해서, 상기 베이스 기재의 표면에 형성된 철계 비정질 합금의 코팅층의 물성에 대하여 설명한다. 철계 비정질 합금의 코팅층의 비커스 경도는 700 내지 1,200 Hv(0.2), 바람직하게는 800 내지 1,000 Hv(0.2)이고, 마찰계수

(내마찰성)는 100 N의 하중에서 0.0005 내지 0.08 μ , 바람직하게는 0.001 내지 0.05 μ 이고, 1,000 N의 하중에서 0.01 내지 0.12 μ , 바람직하게는 0.03 내지 0.10 μ 이다. 철계 비정질 합금의 용사 코팅층이 적용된 골프클럽의 반발계수(COR)은 0.83 이상의 고반발을 나타낸다.

또한, 초고속 화염용사에 의해 형성되는 코팅층의 경우, 단면적(cross section)에 기공이 거의 존재하지 않아, 99 내지 100 %, 바람직하게는 99.5 내지 100 %, 더욱 바람직하게는 99.8 내지 100 %의 최대 밀도(full density)를 나타내며, 기공이 존재하더라도 약 0.2 내지 1.0 %에 불과한 기공율을 나타낼 수 있다.

즉, 초고속 화염용사 코팅이 수행되면 여러 번의 path가 쌓이는 구조가 형성되고, 구체적으로 각 층에 산화물(검정 색상)이 쌓이고, 파도 물결과 같은 형상으로 다수의 층이 적층된다. 통상의 경우, 이로 인해 코팅층의 성질이 저하되고 취약해지나, 본 발명의 경우에는 합금층(코팅물)에 기공/산화막이 거의 없어 초고밀도를 나타내게 되고, 따라서, 경도, 내식성 및 내마모성 등의 물성 또한 향상될 수 있다. 한편, 본 발명의 클럽페이스는 통상적인 클럽페이스의 형태를 가지는 것으로서, 그 크기나 형태에 특별한 제한을 두지 않는다.

<골프클럽의 제조방법>

이하에서는, 본 발명에 따른 골프클럽의 제조방법에 대하여 설명한다.

본 발명에 따른 골프클럽의 제조방법은, 클럽헤드의 일면에 형성된 클

럼페이스의 베이스 기재 표면에 철계 비정질 합금 분말을 포함하는 코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 철계 비정질 합금층을 연마하는 단계;를 포함한다.

코팅층을 형성하는 단계에서 상기 코팅층은 용사에 의해 형성될 수 있다. 상기 용사에 의한 코팅은 당업계에 알려진 통상의 방식일 수 있고, 그 실시 조건이나 환경 또한 당 분야의 그것을 준용할 수 있으며, 예를 들어, Sulzer Metco Diamond Jet 또는 이와 유사한 장비를 이용하고, 산소 유량(Oxygen flow), 프로판 유량(Propane flow), 기류량(Air flow), 피더 속도(Feeder rate) 및 질소 유량(Nitrogen flow) 등을 적절히 조절하는 방식 등을 채택할 수 있다.

구체적으로, 상기 용사는 전술한 철계 비정질 합금분말을 용융한 후 상기 베이스 기재 표면에 분사함으로써 이루어지는 것으로, 이 때 용사는 초고속 화염용사(HVOF, High Velocity Oxygen Fuel), 플라즈마 용사, 진공 플라즈마 용사 및 아크와이어 용사로 이루어진 군으로부터 선택되는 방식에 의해 수행될 수 있다.

코팅층을 형성하는 단계에서, 상기 철계 비정질 합금은 철, 크롬, 몰리브데늄을 포함하고, 탄소와 붕소에서 선택된 적어도 1종 이상을 더 포함하는 철계 비정질 합금분말을 용융한 후 용융점에서 유리전이온도까지 10^1 내지 10^4 (degree/sec)의 냉각속도로 냉각하여 형성하는 합금분말 내의 비정질상의 비율(a)과 상기 합금분말을 다시 재용융시킨 후 용융점에서 유리전이온도까지 10^1 내지 10^4 (degree/sec)의 냉각속도로 제조된 코팅층 내의 비정질상의 비율(b)이 $0.9 \leq b/a \leq 1$ 을 만족할 수 있다. 상기 b/a의

비율은 바람직하게는 0.95 내지 1일 수 있고, 더욱 바람직하게는 0.98 내지 1 일 수 있으며, 보다 더 바람직하게는 0.99 내지 1 일 수 있다.

용융된 합금분말은 분사 후 용융점에서 유리전이온도까지 10^2 내지 10^3 또는 10^1 내지 10^4 (degree/sec)의 냉각속도로 냉각되어 형성되는 경우에도 코팅층의 비정질상의 비율이 부피 기준으로 90% 이상, 95% 이상, 99% 이상, 99.9% 이상, 실질적으로 100% 포함되는 비정질상의 비율이 높은 것을 특징으로 한다.

이와 같은 용사코팅이 수행되면 여러 번의 path가 쌓이는 구조가 형성되고, 구체적으로 각 층에 산화물(검정 색상)이 쌓이고, 파도 물결과 같은 형상으로 다수의 층이 판재 상에 적층된다. 통상의 경우, 이로 인해 코팅층의 성질이 저하되고 취약해지나, 본 발명의 경우에는 합금층(코팅층)에 기공/산화막이 거의 없거나 최소가 되어 초고밀도를 나타내게 되고, 경도, 내부식성 및 내마모성 등의 물성 또한 향상될 수 있다.

철계 비정질 합금층을 연마하는 단계에서는 철계 비정질 합금 분말을 용사코팅하여 미리 정해진 두께로 코팅층을 형성한 후 코팅층의 표면을 연마하여 두께를 감소시킨다. 즉, 용사에 의해 형성된 코팅층의 표면의 두께를 감소시킴으로써 치밀하게 용사된 부분만을 페이스에 잔류시킨다. 예를 들면, 0.1mm 두께의 용사코팅 후 0.025mm 정도의 두께로 연마하고 0.075mm 용사코팅층이 클립페이스 표면에 형성된다.

한편, 코팅층을 형성하는 단계 전 제공되는 클립페이스의 베이스 기재의 형상과 강도, 및 두께를 조절하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 베이스

기재의 두께와 형상을 조절하기 위해서는, 예를 들어, 금형 두께 조정 또는 CNC 밀링 등의 방식 또는 장비를 이용할 수 있으며, 금형의 두께조정을 통하여 베이스 기재의 두께를 감소시키는 것이 보다 바람직할 수 있다.

두께가 감소된 베이스 기재에 대하여 두께 감소로 인해 발생할 수 있는 강도 및 내구성 저하는 베이스 기재의 표면 조직을 치밀화시킬 수 있는 단조 공정을 수행함으로써 강도와 인성, 내구성등의 기계적 물성이 향상 향상될 수 있다.

본 발명은, 상기 클럽페이스가 일 측면에 형성된 헤드, 상기 헤드의 일단에 결합된 샤프트 및 상기 헤드와 연결되지 않은 샤프트의 다른 일단에 형성된 그립부를 포함하는 골프클럽을 제공한다. 상기 클럽페이스를 제외한 헤드의 나머지 부분, 샤프트 및 헤드 등, 클럽페이스를 제외한 모든 나머지 기재는 당 업계에서 통용되는 것을 제한 없이 준용할 수 있다.

본 발명은, 일반적인 소재로 제작된 클럽페이스에 고반발, 고경도, 고탄성, 저마찰의 비정질 합금(일반적인 페이스 소재 대비 2배 이상의 경도를 가짐)을 코팅하여 신규한 클럽페이스를 제조하는 것으로서, 볼 스피드 향상은 물론, 스핀량 감소 및 발사각 개선을 통한 비거리 향상이라는 본 발명의 목적 달성이 가능하다.

이하 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 범주 및 기술사상 범위 내에서 다양한 변경 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한

변경 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속하는 것도 당연한 것이다.

<실시예>

[실시예 1 내지 실시예 8: 철계 비정질 합금분말의 제조]

하기 표 1과 같은 성분과 중량비(weight ratio) 조성으로, 질소 가스 분위기 하의 아토마이저 내에 공급한 후, 용융 상태로 아토마이즈시키고 하기 표 1에 기재한 냉각 속도로 냉각하여 실시예 1 내지 실시예 8의 철계 비정질 합금분말을 제조하였다.

[표 1]

구분	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5	실시예6	실시예7	실시예8
Fe	1	1	1	1	1	1	1	1
Cr	0.55	0.26	0.355	0.292	0.374	0.355	0.292	0.374
Mo	0.84	0.36	0.645	0.502	0.411	0.645	0.502	0.411
C	0.06	-	0.092	-	.056	0.092	0.080	0.056
B	-	0.04	-	0.04	-	0.1	0.092	0.04
냉각속도 (degree/sec)	10^4	10^4	10^4	10^3	10^3	10^2	10^2	10^2
*분말평균직경	5	5	10	20	20	50	50	50

* D50(단위: μm)

상기 표 1에서 보듯이, 본 발명에 따른 실시예들은 제1성분 내지 제4성분을 특정 함량 범위로 포함하여, 10^1 내지 10^4 (degree/sec)의 냉각속도로 냉각시켜 분말 평균직경이 $5\mu\text{m}$ 내지 $50\mu\text{m}$ 범위의 합금분말을

제조하였다.

[제조예 1: 클립페이스 준비]

CNC Milling을 이용하여 통상적으로 사용되는 (bare) 클립헤드의 클립페이스(베이스 기재, 소재: Ti)의 두께를 중앙부 두께 1.8mm인 동시에 주변부 두께 1.6 mm가 되도록 줄인 클립페이스와, 중앙부 두께 2.2mm인 동시에 주변부 두께 2.0mm가 되도록 줄인 클립페이스, 그리고 중앙부 두께 2.6mm인 동시에 주변부 두께 2.4mm로 줄인 클립페이스를 각각 준비하였다.

[실시예 9 내지 실시예 16: 코팅층 형성]

상기 제조예 1에 따라 준비된 클립페이스의 베이스 기재 표면에 실시예 1 내지 8의 철계 비정질 합금 분말을 각각 0.1 mm의 두께로 용사코팅시켜 철계 비정질 합층층이 구비된 클립페이스를 제조하였다.

구체적으로, 용사코팅은 장비명(Oerlikon Metco Diamond Jet series HVOF gas fuel spray system)으로, 연료는 산소와 프로판가스를 사용하고, 스프레이 거리는 30cm로 하여 초고속 화염용사(HVOF, High Velocity Oxygen Fuel)로 0.3mm 두께의 코팅물을 형성하였다. 이 때 사용된 장치 및 구체적인 조건은 아래와 같다.

DJ Gun HVOF

[조건] Gun type: Hybrid, 에어 캡: 2701, LPG 유량(LPG Flow) 160 SCFH, LPG압(LPG Pressure) 90 PSI, 산소 유량(Oxygen flow) 550 SCFH, 산소압(Oxygen Pressure) 150 PSI, 기류량(Air flow) 900 SCFH, 기류압(Air

Pressure) 100 PSI, 질소 유량(Nitrogen flow) 28 SCFH, 질소압(Nitrogen Pressure) 150 PSI, Gun speed: 100 m/min, Gun pitch: 3.0mm, 피더 속도(Feeder rate) 45 g/min, Stand-off distance: 250mm

[제조예 2: 골프클럽 제조]

상기 실시예 9 내지 실시예 16으로부터 제조된 클럽페이스의 일면에 형성된 베이스 기재 표면의 철계 비정질 합금층을 0.025mm 연마한 다음 헤드에 부착하여 샤프트와 그립부까지 연결된 일반적인 형태의 골프클럽을 제조하였다.

상기 실시예 9로부터 제조된 클럽페이스의 사진을 도 11(a)에 나타내었으며, 이 때 해당 골프클럽 페이스의 베이스 기재 표면에 철계 비정질 합금층이 코팅된 형태를 도 11(b)에 모식적으로 나타내었다. 도 11(b)를 참조하면, 중앙부를 기준으로 베이스 기재 표면 전체면적의 80% 정도로 철계 비정질 합금층이 형성되어 있는 경우에 해당하며, 이 경우 비거리를 늘리기에 바람직한 것을 아래 실험예8을 통해 확인하였다.

[비교예 1 내지 비교예 7: 철계 합금분말의 제조]

하기 표 2와 같은 성분 및 중량비의 조성으로, 질소 가스 분위기 하의 아토마이저 내에 공급한 후, 용융 상태로 아토마이즈시키고 표 2에 나타내는 냉각 속도로 냉각하여 비교예 1 내지 비교예 7의 철계 합금분말을 제조하였다.

[표 2]

구분	비교예1	비교예2	비교예3	비교예4	비교예5	비교예6	비교예7
Fe	1	1	1	1	1	1	1
Cr	0.56	0.20	0.714	0.714	0.550	0.411	0.196
Mo	0.30	0.85	0.345	0.245	0.183	0.374	0.686
C	-	-	0.020	0.060	0.028	0.028	0.020
B	-	0.04	-	-	0.073	0.056	0.059
냉각속도 (degree/sec)	10^4	10^4	10^4	10^3	10^2	10^2	10^2
*분말평균직경	5	5	10	20	50	50	50

* D50(단위: μm)

상기 표 2에서 보듯이, 본 발명에 따른 제조예들은 제1성분 내지 제4성분을 특정 함량 범위로 포함하여, 10^1 내지 10^4 (degree/sec)의 냉각속도로 냉각시켜 분말 평균직경이 $5\mu\text{m}$ 내지 $50\mu\text{m}$ 범위의 합금분말을 제조하였다.

[제조예 3: 클럽페이스 준비]

통상적으로 사용되는 것으로서, 소재가 상기 제조예 1의 (bare) 골프클럽 페이스와 동일하고 두께가 3.0 mm인 골프클럽 페이스를 준비하였다(즉, 철계 비정질 합금 분말을 코팅시키지 않음).

[비교예 8 내지 비교예 14: 철계 합금분말을 이용한 코팅층 형성]

상기 제조예 3에 따라 준비된 클럽페이스의 베이스 기재 표면에 비교예

1 내지 비교예 7의 합금분말을 실시예들과 같은 방법으로 각각 0.1 mm의 두께로 용사코팅시켜 코팅층이 구비된 클럽페이스를 제조하였다.

[제조예 4: 골프클럽 제조]

상기 제조예 3의 클럽페이스를 헤드에 부착하여 샤프트와 그립부까지 연결된 일반적인 형태의 골프클럽을 제조하였다. 이하에서 제조예 3의 골프클럽을 사용한 경우를 편의상 비교예 15라 한다.

또한 상기 비교예 8 내지 비교예 14로부터 제조된 클럽페이스의 일면에 형성된 베이스 기재 표면의 합금분말층을 0.025mm씩 연마한 다음 헤드에 부착하여 샤프트와 그립부까지 연결된 일반적인 형태의 골프클럽을 제조하였다.

[실험예 1: 합금분말의 비정질도 평가]

실시예의 철계 비정질 합금분말에 대한 XRD 측정 결과를 도 1에 나타내었다. 도 1은 본 발명에 따른 철계 비정질 합금분말의 XRD 그래프로서, (a)~(e)는 각각 실시예 1, 3, 6, 7, 8의 철계 비정질 합금분말에 대한 그래프이다. 도 1에 따르면 실시예 1, 3, 6, 7, 8 모두 2세타(2θ)값이 40 내지 50(degree)에서 브로드한 피크를 보여 모두 비정질상을 형성하는 것을 알 수 있다.

또한, 비교예의 철계 비정질 합금분말에 대한 XRD 측정 결과를 도 2에 나타내었다. 도 2는 비교예에 따른 철계 합금분말의 XRD 그래프로서, (a)~(c)는 비교예 1, 5, 7의 철계 합금분말에 대한 그래프이다. 도 2에 따르면 비교예 1, 5, 7 모두 2세타(2θ)값이 40 내지 50(degree)에서 급격한 제1 피크와

함께 65 내지 70(degree)에서 추가 제2 피크를 최소한 보이는 것으로부터 비정질상과 함께 일부 결정질상을 형성하는 것을 알 수 있다.

특히, 제2 피크의 높이를 고려할 때, 비교예 7로부터 비교예 5를 거쳐 비교예 1로 갈수록, 즉 도 2(c)에서 도 2(a)로 갈수록 결정질이 상당수 형성되는 것으로 확인되었다.

[실험예 2: 코팅물의 비정질도 평가]

실시예 7에 따른 철계 비정질 합금분말(as atomized)과 그 단면, 그리고 비교예 7에 따른 철계 합금분말(as atomized) 및 그 단면을 SEM 분석한 사진을 도 3에 나타내었다. 도 3에서 (a)와 (b)는 실시예 7의 철계 비정질 합금분말(as atomized)과 그 단면에 해당하며, (c)와 (d)는 비교예 7의 철계 합금분말(as atomized)과 그 단면에 해당한다.

도 3에 따르면, (b)에서 보듯이 실시예의 경우 조직이 관찰되지 않았으며, 따라서 실질적으로 0%의 기공율을 나타내는 것을 알 수 있다. 반면, (d)에서 보듯이 비교예의 경우에는 다수의 조직이 관찰되었다.

또한, 실시예 9 내지 16에서 제조된 철계 비정질 합금분말 코팅물 시편에 대하여 비정질 XRD 그래프를 도 4에 나타내었다. 도 4는 본 발명에 따른 코팅물 시편의 XRD 그래프로서, (a)~(e)는 각각 실시예 1, 3, 6, 7, 8의 철계 비정질 합금분말을 적용한 코팅물 실시예 9, 11, 14, 15, 16 시편의 XRD 그래프이다. 도 4에 따르면, 실시예들의 경우 넓은 XRD 제1 피크와 함께 추가 피크가 확인되지 않으므로, 본 발명에 따른 분말은 비정질 구조로 이루어져 있음을 알 수 있었다.

또한, 비교예에서 제조된 철계 합금분말 코팅물 시편에 대한 XRD 그래프를 나타낸 도 5에 나타내었다. 도 5는 비교예의 코팅물 시편 XRD 그래프로서, (a)~(c)는 각각 비교예 1, 5, 7의 철계 합금분말을 적용한 코팅물 비교예 8, 12, 14 시편의 XRD 그래프이다. 도 5에 따르면, 비교예들의 경우 급격한 제1 피크와 함께 추가 피크를 보이는 것으로부터 비정질 상이 없는 구조의 결정성 분말임을 확인할 수 있었다.

즉, 이를 통하여, 본 발명의 합금분말은 비교예의 합금분말에 비하여 월등히 높은 비정질 형성능을 가짐을 알 수 있다.

도 1의 XRD 그래프와 도 3의 XRD 그래프를 대비한 결과, 도 1의 실시예들 모두, 도 3에 도시된 바와 같이, 분말일 때의 비정질 구조가 코팅물에서도 그대로 유지된 것을 확인할 수 있었다.

특히 본 실험예의 경우 HVOF 방식으로 코팅하여 실질적으로 전체가 비정질상(95부피%이상)인 코팅물이 형성됨을 확인할 수 있다.

[실험예3: 합금분말을 이용한 용사 코팅물의 거시적 품질 평가]

도 6은 본 발명에 따른 철계 비정질 합금분말을 이용한 용사 코팅물과 비교예의 합금분말을 이용한 용사 코팅물의 표면 이미지로서, (a)~(c)는 각각 실시예 1, 7, 8의 비정질 합금분말을 이용한 용사 코팅물인 실시예 9, 15, 16의 표면 이미지이고, (d)~(g)는 각각 비교예 1, 3, 5, 7의 합금분말을 이용한 용사 코팅물인 비교예 8, 10, 12, 14의 표면 이미지이다.

이에 따르면, 비교예 14의 코팅물은 코팅물 표면 품질이 좋지 못하였으며(도 6(g) 참조), 나머지 실시예 및 비교예의 코팅물은 모두 코팅물 표면 품질이 우수 또는 양호하였다.

[실험예4: 합금분말을 이용한 용사 코팅물의 미시적 품질 평가]

도 7은 본 발명에 따른 실시예 1, 3, 6, 8의 철계 비정질 합금분말을 이용한 용사 코팅물 시편의 단면을 광학 현미경(Leica DM4 M)으로 관찰한 이미지로서, (a)~(d)는 각각 실시예 9, 11, 14, 16 시편의 단면을 관찰한 이미지이고, 도 8은 비교예 1, 4, 7의 합금분말을 이용한 용사 코팅물 시편의 단면을 광학 현미경으로 관찰한 이미지로서, (a)~(c)는 각각 비교예 8, 11, 14 시편의 단면을 관찰한 이미지로서, 실시예 9, 11, 14, 16의 코팅물 단면이 모두 높은 밀도를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

반면, 도 8에서 보듯이, 비교예 8, 11, 14의 코팅물 단면은 다수의 미용용된 입자를 포함하고 있을 뿐만 아니라 회색 상(grey phase)이 많이 포함되어 있음이 관찰되었고, 레이어(layer)-레이어(layer) 특성이 나타났다.

[실험예5: 합금분말을 이용한 용사 코팅물의 경도 평가]

상기 실시예 11, 실시예 14, 실시예 16의 용사 코팅물과 비교예 8, 비교예 10, 비교예 12, 비교예 14의 용사 코팅물에 대해서 HVS-10 디지털 저부하 비커스 경도 시험기(HVS-10 digital low load Vickers Hardness Tester Machine)를 이용하여, 코팅물 시편의 단면에 대한 미소경도(Micro-hardness) 시험을 수행하였으며, 그 결과를 하기 표 3에 나타내었다.

[표 3]

구분	area	Test value HV _{0.2}	Average HV _{0.2}
실시예11	단면	802/754/828/765/710	771
실시예14	단면	898/834/944/848/789	862
실시예16	단면	1304/1139/1097/1194/1139	1174
비교예8	단면	669/756/623/689/683	684
비교예10	단면	928/862/876/921/802	877
비교예12	단면	828/848/1012/944/771	880
비교예14	단면	821/855/808/783/633	780

상기 표 3에 나타낸 바와 같이, 단면에 있어서 실시예 16의 합금분말을 적용한 시편의 평균 경도가 가장 우수하였으며, 나머지 실시예의 경우 비교예와 유사한 정도값을 나타내었다

[실험예6: 합금분말을 이용한 용사 코팅물의 내식성 평가]

도 9는 본 발명에 따른 실시예 2, 4, 7의 철계 비정질 합금분말을 이용한 용사 코팅물 시편의 비부식/부식된 단면을 광학 현미경으로 관찰한 이미지로서, (a)~(c)는 각각 실시예 10, 12, 15 시편의 관찰 이미지이고, 도 10은 비교예 2, 4, 6의 합금분말을 이용한 용사 코팅물 시편의 비부식/부식된 단면을 광학 현미경으로 관찰한 이미지로서, (a)~(c)는 각각 비교예 8, 11, 13 시편의 관찰 이미지이다.

구체적으로, 각각의 용사 코팅물 시편을 실온 하에서 농도 95~98%의 황산(H₂SO₄) 용액에 5분 동안 담근 후, 광학 현미경(Leica DM4 M)을 이용하여 부식되지 않은 코팅물 시편과 부식된 코팅물 시편의 단면(cross-section)과

표면(surface)을 관찰하였으며, 도 9 및 도 10에서 좌측은 비 부식물을, 그리고 우측은 부식물을 나타내었다.

관찰 결과, 실시예 10, 12, 15의 코팅물 시편을 이용한 경우, 도 9에서 보듯이 황산에 담근 이전과 이후의 모습에 별다른 차이가 없어 내식성이 가장 우수함을 확인할 수 있었다.

반면, 비교예 8, 11, 13의 코팅물 시편을 이용한 경우, 도 10에서 보듯이 부식이 강하게 진행되어 매우 좋지 않은 내식성을 나타내었다.

이는 코팅물의 비정질 여부에 기인한 것으로서, 실시예의 경우에는 코팅물이 강산성의 부식물에 전혀 반응하지 않은 반면, 결정질을 포함하는 비교예의 경우에는 코팅물이 부식물에 반응하여 부식됨으로써 좋지 않은 내식성을 나타내는 것이다.

[실험예7: 합금분말을 이용한 용사 코팅물의 마찰력 평가]

마찰력(마찰계수)를 평가하기 위하여, 상기 실시예 14 내지 실시예 16, 비교예 11 내지 비교예 14에서 제조된 합금분말 코팅물 시편을, 윤활유 조건 하의 금속 링-럼프(ring-lump) 테스트를 통해 마모 폭(wear width)을 얻었으며, 구체적으로 링-럼프 테스트는 L-MM46 저항 마찰 수점(hydromantic)의 윤활유가 있는 MR-H3A 고속 링-럼프 마모 기계를 이용하였으며, 테스트 매개 변수(parameters)는 50N, 5min → 100N, 25min → 1000N, 55min 순으로 진행하였다.

매개 변수 100N, 25 min 및 1000N, 55min의 샘플 마찰 계수(friction coefficient)를 하기 표 4에 나타내었고, 마모 폭 측정 결과를 하기 표 5에

나타내었다.

[표 4]

구분	100N, 25min		1000N, 55min	
	마찰계수(μ)	평균 마찰계수(μ)	마찰계수(μ)	평균 마찰계수(μ)
실시예9	0.001~0.007	0.0044	0.040~0.078	0.0692
실시예14	0.005~0.024	0.0127	0.007~0.095	0.0860
실시예15	0.006~0.028	0.0135	0.007~0.098	0.0882
비교예8	0.030~0.054	0.0419	0.101~0.119	0.1123
비교예10	0.008~0.047	0.0196	0.088~0.116	0.0913
비교예12	0.065~0.087	0.0820	0.098~0.111	0.1085

[표 5]

구분	Width/mm
실시예9	0.79
실시예14	0.75
실시예15	0.71
비교예8	0.98
비교예10	1.15
비교예12	0.82

상기 표 4 및 표 5의 결과를 종합하면, 평균적으로 실시예 9, 14의 코팅물은 마찰 계수가 낮았고, 비교예 8, 10의 경우는 매우 높음을 알 수 있다.

또한, 도 11과 상기 표 5를 통해서는, 실시예들이 좁은 너비 폭을 가지며, 나머지 비교예는 상대적으로 넓은 너비 폭을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

[실험예8: 골프공의 비거리 측정]

상기 제조예 2와 제조예 4에서 얻어진 골프클럽을 각각 초고속 카메라 방식 볼 탄도분석 스윙 로봇(Foresight GCQuad)에 장착한 후, 90mph & 95mph 조건으로 골프스윙 로봇 비거리 타격 시험을 실시하였다. 시험 항목은 볼 속도, 발사 각도, 백스핀량, 사이드 각도, 캐리 및 토탈 비거리 등이었고, 시험은 각각 총 5회 반복하였으며, 하기 표 6 및 표 7에 그 평균값을 각각 나타내었다.

[표 6]

	페이스 중 두께(mm)	표면처리 여부	Ball Speed (MPH)	Launch Angle (Degrees)	Backspin (RPM)	Side Angle (Degree)
실시예 14	1.7	○	137.9	12.9	2279	-0.6
실시예 15	2.1	○	139.1	12.5	1867	-0.8
실시예 16	2.5	○	139.2	14.6	1762	0
비교예 15	3.0	×	136.4	12.3	2648	-0.9

[표 7]

	페이스 중 두께(mm)	표면처리 여부	Carry (YDS)	Total (YDS)
실시예 14	1.7	○	231	251
실시예 15	2.1	○	235	258
실시예 16	2.5	○	243	266
비교예 15	3.0	×	223	243

상기와 같이 스윙로봇을 이용하여 제조된 골프클럽으로 골프공을 타격

시험한 결과, 볼 속도와 발사 각도가 증가하였고, 스핀량은 감소하였으며, 특히, 토탈 비거리의 비약적인 향상이 있었고, 실시예 16 토탈 비거리의 경우 비교예 15 대비 최고 23 야드(yard)가 늘어난 것을 확인할 수 있었다.

이상의 결과를 통하여, 골프클럽 페이스의 두께를 한계 수준까지 박막화 하고, 이를 비정질 합금층으로 표면처리 함으로써, 클럽 페이스의 경도 등이 향상되어, 볼 스피드, 발사각 및 스핀량이 개선되어 비거리가 비약적으로 증가함을 알 수 있었다.

[실험예9: 클럽 페이스에 코팅된 비정질 합금의 반발계수 평가]

반발계수(COR, Coefficient of Restitution)을 평가하기 위하여, 상기 실시예 16 내지 실시예 18 및 비교예 15의 골프클럽 페이스 시편을, 반발계수 테스트를 통해 반발계수를 얻었다.

그 결과, 실시예 16 내지 실시예 18의 골프클럽 페이스 시편의 반발계수(COR)은 모두 0.83 이상으로 고반발 드라이버인 것을 확인할 수 있었다.

반면, 비교예 15의 골프클럽 페이스 시편의 반발계수(COR)은 0.83 미만으로 고반발 드라이버를 제공하지 못하는 것을 확인하였다.

【청구범위】

【청구항 1】

클럽헤드와 상기 클럽헤드에 연결된 샤프트를 포함하는 골프클럽으로서,

상기 클럽헤드는 일면에 형성된 클럽페이스를 포함하며,

상기 클럽페이스는,

베이스 기재; 및 상기 베이스 기재의 표면에 구비된 철계 비정질 합금을 포함하는 코팅층;을 포함하는 골프클럽.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 코팅층은 용융된 철계 비정질 합금분말이 상기 베이스 기재 표면에 분사됨으로써 형성되어, 상기 코팅층 내의 비정질상의 비율이 90 내지 100%인 골프클럽.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 코팅층은 상기 용융된 비정질 합금분말이 분사 후 용융점에서 유리전이온도까지 10^1 내지 10^4 (degree/sec)의 냉각속도로 냉각되어 형성되는 골프클럽.

【청구항 4】

제3항에 있어서,

상기 철계 비정질 합금은 비정질 구조로서 철, 크롬 및 몰리브데늄을 주 성분으로 포함하는 골프클럽.

【청구항 5】

제4항에 있어서,

상기 철계 비정질 합금은 철 100 중량부에 대하여 크롬 함량 25.4 내지 55.3 중량부와 몰리브데넘 함량 35.6 내지 84.2 중량부를 포함하고, 탄소와 붕소에서 선택된 적어도 1종 이상을 더 포함하는 철계 비정질 합금분말로부터 제공되는 골프클럽.

【청구항 6】

제5항에 있어서,

상기 코팅층의 두께는 0.01 내지 0.3 mm인 골프클럽.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 베이스 기재의 두께는 1.4 내지 2.6 mm이고, 중앙부의 적어도 일부가 나머지 부분들보다 볼록한 형상을 갖는 골프클럽.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 코팅층은 상기 베이스 기재 표면 전체 면적의 60% 이상의 면적으로 형성되는 골프클럽.

【청구항 9】

제8항에 있어서,

상기 철계 비정질 합금의 코팅층의 비커스 경도는 700 내지 1,200 Hv(0.2)인 골프클럽.

【청구항 10】

제9항에 있어서,

상기 철계 비정질 합금의 코팅층의 마찰계수는 100 N의 하중에서 0.0005 내지 0.08 μ 이고, 1,000 N의 하중에서 0.01 내지 0.12 μ 인 골프클럽.

【청구항 11】

제10항에 있어서,

상기 철계 비정질 합금의 용사 코팅층이 적용된 골프클럽의 반발계수 (COR)는 0.83 이상인 골프클럽.

【청구항 12】

제11항에 있어서,

상기 철계 비정질 합금은 텅스텐, 코발트, 이트륨, 망간, 실리콘, 알루미늄, 니오븀, 질코늄, 인, 니켈, 스칸디움 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 것을 더 포함하는 골프클럽.

【청구항 13】

제12항에 있어서,

상기 베이스 기재는 Ti, Al, V, Mo, Fe, Cr, Sn, Zr 및 이들 중 2종 이상을 포함한 합금으로 이루어진 군으로부터 선택되는 골프클럽.

【청구항 14】

클럽헤드의 일면에 형성된 클럽페이스의 베이스 기재 표면에 철계 비정질 합금을 포함하는 코팅층을 형성하는 단계; 및

상기 코팅층을 연마하는 단계;를 포함하고,

상기 코팅층의 비정질상의 비율이 90 내지 100%인 골프클럽의 제조방

법.

【청구항 15】

제14항에 있어서,

상기 코팅층을 형성하는 단계에서 상기 코팅층은 용사에 의해서 형성되는 골프클럽의 제조방법.

【청구항 16】

제15항에 있어서,

상기 용사는 철계 비정질 합금분말을 용융한 후 상기 베이스 기재 표면에 분사함으로서 이루어지는 골프클럽의 제조방법.

【청구항 17】

제16항에 있어서,

상기 용융된 합금분말은 분사 후 용융점에서 유리전이온도까지 10^1 내지 10^4 (degree/sec)의 냉각속도로 냉각되는 골프클럽의 제조방법.

【청구항 18】

제17항에 있어서,

상기 코팅층을 형성하는 단계에서, 상기 클럽페이스의 베이스 기재를 중앙부의 적어도 일부가 나머지 부분들보다 볼록한 형상을 갖도록 형상과 두께를 조절하는 골프클럽의 제조방법.