



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월22일
(11) 등록번호 10-2810941
(24) 등록일자 2025년05월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 38/10 (2020.01) B32B 15/18 (2006.01)
B32B 38/00 (2006.01) B32B 9/00 (2006.01)
B32B 9/04 (2006.01) C25B 13/04 (2021.01)
H01M 8/0206 (2016.01) H01M 8/0213 (2016.01)
H01M 8/0228 (2016.01)

(52) CPC특허분류
B32B 38/10 (2013.01)
B32B 15/18 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0054971

(22) 출원일자 2022년05월03일

심사청구일자 2022년05월03일

(65) 공개번호 10-2023-0155276

(43) 공개일자 2023년11월10일

(56) 선행기술조사문헌

KR101394701 B1*

US20080166621 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

두산에너지빌리티 주식회사

경상남도 창원시 성산구 두산볼보로 22 (귀곡동)

(72) 발명자

서형석

경상남도 김해시 율하5로 99, 203동 803호(장유동, 원메이저힐스테이트)

김정길

부산광역시 강서구 명지오션시티11로 51, 311동 1202호 (명지동, 쿤텡1차 아인슈타인타운)

박광용

경상남도 창원시 성산구 원이대로 449, 132동 1001호(반림동, 노블파크아파트)

(74) 대리인

특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 5 항

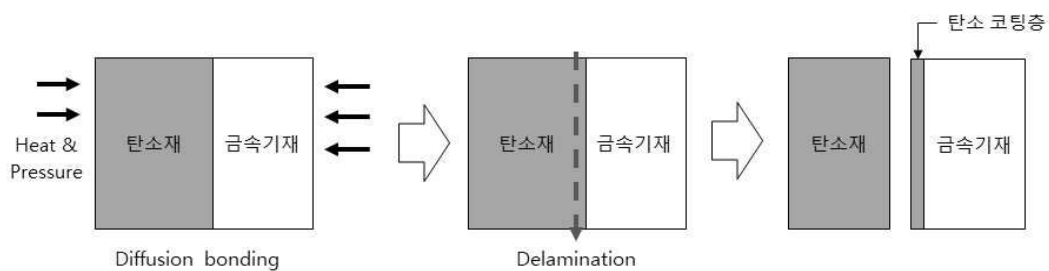
심사관 : 정진수

(54) 발명의 명칭 내식성이 우수한 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법, 이를 이용하여 제조되는 금속기판

(57) 요약

본 발명은 별도의 접합층 또는 바인더 수지층 없이도 금속기판 위에 접합력이 우수하고 균일한 도전성 탄소 코팅층을 용이하게 형성시킴으로써 고온이나 산성 환경과 같이 가혹한 부식 조건 하에서도 내식성이 우수한 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법, 이를 이용하여 제조되는 금속기판에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B32B 38/004 (2013.01)

B32B 9/007 (2013.01)

B32B 9/041 (2013.01)

C25B 13/04 (2022.01)

H01M 8/0206 (2013.01)

H01M 8/0213 (2013.01)

H01M 8/0228 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

챔버 내부에서 금속기판과 일정 단면적을 가지는 탄소재를 접합시켜 접합면을 형성하는 단계;
 상기 챔버 내부가 진공 분위기 및 600 내지 1200 ℃인 상태에서,
 상기 금속기판과 상기 탄소재를 1 내지 150 MPa으로 밀착 가압하여, 상기 탄소재와 상기 금속기판 간 확산접합에 의해 상기 접합면에 탄소 코팅층이 형성되는 단계;
 및 상기 탄소재를 상기 탄소 코팅층으로부터 분리시키는 단계;를 포함하며,
 상기 금속기판은 스테인레스 강이며;
 상기 탄소재는 그래파이트(graphite) 또는 그래핀(graphene)이며;
 상기 탄소 코팅층은 카바이드 리치(carbide rich)층을 포함하고;
 상기 탄소 코팅층은 그래파이트(graphite) 또는 그래핀(graphene) 중 적어도 하나 이상을 더 포함하는 코팅층이며;
 상기 탄소 코팅층의 두께는 0.005 내지 1,500 μm인,
 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법.

청구항 2

챔버 내부에서 금속기판과 일정 단면적을 가지는 탄소재를 접합시켜 접합면을 형성하는 단계;
 상기 챔버 내부가 진공 분위기 및 600 내지 1200 ℃인 상태에서,
 상기 금속기판과 상기 탄소재를 0.01 내지 1MPa으로 밀착 가압하여, 상기 탄소재와 상기 금속기판 간 상호확산에 의해 탄소 코팅층이 형성되는 단계;
 및 상기 탄소재를 상기 탄소 코팅층으로부터 분리시키는 단계;를 포함하며,
 상기 금속기판은 스테인레스 강이며;
 상기 탄소재는 그래파이트(graphite) 또는 그래핀(graphene)이며;
 상기 탄소 코팅층은 카바이드 리치(carbide rich)층을 포함하고;
 상기 탄소 코팅층은 그래핀(graphene), 그래핀 나노플레이트(graphene nanoplatelet) 또는 그래파이트(graphite) 중 적어도 하나 이상을 더 포함하는 코팅층이며;
 상기 탄소 코팅층의 두께는 0.005 내지 1,500 μm인,
 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항 및 제2항 중 어느 한 항에 따른 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법을 이용하여 표면에 탄소 코팅층이 형성된 금속기판.

청구항 11

제10항에 따른 금속기판을 포함하는 연료전지용 세퍼레이터.

청구항 12

제10항에 따른 금속기판을 포함하는 수전해 분리용 세퍼레이터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 내식성이 우수한 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법, 이를 이용하여 제조되는 금속기판에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 별도의 접합층 또는 바인더 수지층 없이도 금속기판 위에 접합력이 우수하고 균일한 도전성 탄소 코팅층을 용이하게 형성시킴으로써 고온이나 산성 환경과 같이 가혹한 부식 조건 하에서도 내식성이 우수한 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법, 이를 이용하여 제조되는 금속기판에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 도전성이 우수한 금속기판은 연료전지 또는 수전해 분리용 세퍼레이터 등에 이용된다. 이러한 용도의 금속기판은 우수한 내식성이 요구되므로, 이를 위해 금속기판 표층에 그래파이트(Graphite)나 그래핀(Graphene) 등의 도전성 탄소 코팅층을 형성하여 모재인 금속기판을 보호한다. 그러나 탄소 코팅층과 금속기판 간의 접합력이 낮아, 종래에는 이를 해결하기 위해 별도의 접합층이나 바인더 수지층을 이용하여 탄소 코팅층을 접합시켰으나, 그로 인해 전도성과 내식성이 감소하는 문제가 발생하였다. 아울러, 그래파이트(Graphite)를 물리/화학적으로 분리하여 그래핀(Graphene)을 제작한 후 이를 코팅층에 첨가하는 경우 제조 공정이 복잡해지는 문제도 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제 10-2010-0050252호 (공개일자 : 2010.05.13)

(특허문헌 0002) PCT 공개특허공보 W02010-112468 (공개일자 : 2010.10.07)

(특허문헌 0003)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 단점을 극복하기 위해 안출된 것으로서, 별도의 접합층 또는 바인더 수지층 없이도 금속기판 위에 접합력이 우수하고 균일한 도전성 탄소 코팅층을 용이하게 형성시킴으로써 고온이나 산성 환경과 같이 가혹한 부식 조건 하에서도 내식성이 우수한 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법, 이를 이용하여 제조되는 금속기판을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법은 챔버 내부에서 금속기판과 일정 단면적을 가지는 탄소재를 접합시켜 접합면을 형성하는 단계; 상기 챔버 내부가 진공 분위기 및 600 내지 1200 °C인 상태에서, 상기 금속기판과 상기 탄소재를 밀착 가압하여 상기 접합면에 탄소 코팅층을 형성시키는 단계; 및 상기 탄소재를 상기 탄소 코팅층으로부터 분리시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 상기 금속기판은 크롬(Cr) 첨가 합금, 스테인레스 강, 탄소강 또는 비철금속 소재일 수 있다.

[0010] 상기 탄소재는 그래파이트(graphite) 또는 그래핀(graphene)일 수 있다.

[0011] 상기 금속기판과 상기 탄소재를 0.01 내지 150 MPa으로 밀착 가압할 수 있으며, 이때 상기 탄소 코팅층과 상기 금속기판 사이에 카바이드 리치(carbide rich)층이 형성될 수 있다.

[0012] 상기 금속기판과 상기 탄소재를 0.01 내지 1 MPa으로 밀착 가압시킬 경우, 상기 탄소재와 상기 금속기판 간 확산접합에 의해 상기 탄소 코팅층이 형성될 수 있다.

[0013] 상기 금속기판과 상기 탄소재를 1 내지 150 MPa으로 밀착 가압시킬 경우, 상기 탄소재와 상기 금속기판 간 상호 확산에 의해 상기 탄소 코팅층이 형성될 수 있으며, 이때 탄소 코팅층은 그래핀 나노플레이트(graphene nanoplatelet)와 그래파이트(graphite)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0014] 상기 탄소 코팅층의 두께는 0.005 내지 1,500 μm일 수 있다.

[0015] 또 다른 본 발명은 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법을 이용하여 표면에 탄소 코팅층이 형성된 금속기판에 있어서, 상기 탄소 코팅층은 카바이드 리치(carbide rich)층을 포함하며, 상기 금속기판은 크롬(Cr) 첨가 합금, 스테인레스 강, 탄소강 또는 비철금속 소재인 것을 특징으로 한다.

[0016] 또 다른 본 발명은 상기 금속기판을 포함하는 연료전지용 선풍기 또는 수전해 분리용 선풍기인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시예에 따르면, 아래와 같은 효과를 기대할 수 있다.

[0019] 1. 그래파이트(graphite), 그래핀(graphene) 등의 탄소 물질의 경우 금속과의 화학적 결합력이 낮아 코팅 적용 시 내구성이 낮으나, 본 발명에 따른 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법은 진공 분위기에서 가압된 상태로 열처리를 진행하여 탄소와 금속간의 확산접합 또는 상호 확산을 통해 별도의 삽입제나 수지 적용 없이 금속기판 표면에 결합력이 우수한 탄소 코팅층을 형성할 수 있어, 고온 및 산성 환경에서 내식성과 전도성이 우수한 금속기판 및 이를 이용한 연료전지용 또는 수전해 분리용 선풍기를 제공할 수 있다.

[0020] 2. 그래파이트(Graphite)를 물리/화학적으로 분리하여 그래핀(graphene)을 제작한 이후 코팅에 첨가하는 기존 방식과 달리, 본 발명에 따른 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법은 단일공정으로 그래파이트(graphite)로부터 금속 표면에 직접 그래핀(graphene) 생성이 가능하다.

[0021] 3. 제한된 면적에 대해서만 코팅이 가능한 기존의 CVD 등의 그래핀(graphene) 코팅 방식과 비교하여, 본 발명에

따른 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법은 대면적 금속기판에 대한 100% 피복 코팅이 가능하다.

[0022] 4. 본 발명에 따른 금속기판을 이용하여 제조된 연료전용 세퍼레이터는 인산형연료전지(PAFC), 고분자전해질 연료전지(PEMFC) 등의 환경에서도 내식성이 우수하여 적용 가능하며, 알칼리 수전해 및 PEM수전해 설비의 세퍼레이터 또는 전극, 고온의 산성/염기성 환경의 금속 소재 내식성 코팅 (200도 인산, 80도 황산, 80도 수산화 칼륨 등)등에도 적용이 가능하다.

[0024] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명에 따른 고가압(1 내지 150 MPa) 밀착에 의해 금속기판에 탄소 코팅층을 형성하는 방법을 나타내는 설명도이다.

도 2는 본 발명에 따른 저가압(0.01 내지 1 MPa) 밀착에 의해 금속기판에 탄소 코팅층을 형성하는 방법을 나타내는 설명도이다.

도 3은 본 발명에 따라 그래파이트 탄소재와 STS 금속기재를 밀착 가압 전후의 표면 상태를 나타내는 비교 사진이다.

도 4는 본 발명에 따른 제1실시예의 탄소 코팅층 절단면의 확대 사진이다.

도 5는 본 발명에 따른 제2실시예의 탄소 코팅층 절단면의 확대 사진이다.

도 6은 본 발명에 따른 제2실시예의 탄소 코팅층의 XRD 분석그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0028] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0029] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0031] 본 발명에 따른 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법은 챔버 내부에서 금속기판과 일정 단면적을 가지는 탄소재를 접촉시켜 접합면을 형성하는 단계; 상기 챔버 내부가 진공 분위기 및 600 내지 1200 ℃인 상태에서, 상기 금속기판과 상기 탄소재를 밀착 가압하여 상기 접합면으로부터 탄소 코팅층을 형성시키는 단계; 및 상기 탄소재를 상기 탄소 코팅층으로부터 분리시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0032] 상기 금속기판은 크롬(Cr) 첨가 합금, 스테인레스 강, 탄소강 또는 구리, 아연, 주석, 알루미늄, 티타늄, 텅스텐, 니켈, 몰리브덴, 코발트 등의 비철금속 소재인 것이 바람직하며, 상기 금속기판 표면은 2B 수준의 표면 조도를 갖는 것이 적합하다.

[0033] 상기 탄소재는 그래파이트(graphite) 또는 그래핀(graphene)일 수 있다.

[0034] 상기 챔버 내부의 온도를 600 내지 1200℃ 수준으로 유지하는 것이 바람직하며, 이때 진공 열처리 시 금속 표면에 탄소재를 접촉시킨 상태에서 금속 표면과 탄소재의 접합면을 가압상태로 유지하는 것이 더욱 바람직하다. 만약 챔버 내부 온도가 600℃ 미만일 경우 불균일한 코팅층이 형성될 수 있으며, 이러한 코팅층의 불균일성은 내식성 및 코팅품질이 저하의 문제를 유발할 수 있다.

[0035] 상기 챔버 내부의 진공도는 10⁻⁵ torr 인 것이 바람직하다.

- [0036] 탄소 코팅층은 챔버 내부 환경조건에 따라 그래핀(graphene), 그라파이트(graphite)이거나, 그래핀(graphene)과 그라파이트(graphite)의 혼합층으로 이루어질 수 있으며, 코팅의 두께는 요구 조건에 따라 달라질 수 있으나, 0.005 ~ 1,500 μm 인 것이 바람직하다.
- [0038] 본 발명에 따른 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법은 상기 금속기판과 그라파이트(graphite)인 상기 탄소재가 상호 밀착 가압되는 정도에 따라 달라진다. 이는 도 3과 같이 밀착시키는 압력에 따라 금속기판과 금속재의 표면의 상태가 달라짐을 확인할 수 있다.
- [0040] 먼저, 도 1에 도시한 바와 같이, 상기 금속기판과 상기 탄소재인 그라파이트(graphite)를 1 내지 150 MPa의 상대적인 고가압으로 밀착시킬 경우, 상기 탄소재와 상기 금속기판 간 확산접합(Diffusion bonding)이 이루어지고, 상기 탄소 코팅층은 상기 금속기판으로부터 카바이드 리치(carbide rich)층이 형성되고, 그 위에 그라파이트(graphite)층의 순으로 형성된다. 상기 카바이드 리치(carbide rich) 층에 의해 우수한 접합력을 가지게 된다. 상호 밀착시키는 정도 및 챔버 내부 환경에 따라 그라파이트(graphite)과 그래핀(graphene) 혼합층이 형성될 수 있다.
- [0041] 종래에는 그라파이트(Graphite)를 물리/화학적으로 분리하여 그래핀(graphene)을 제작한 후 코팅에 첨가하는 방식으로 탄소 코팅층을 형성한 반면, 상기 본 발명의 저가압 밀착에 따른 탄소 코팅층 형성방법은 단일공정으로 그라파이트(graphite)로 부터 금속 표면에 직접 그래핀(graphene) 형성이 가능하다는 장점을 가진다.
- [0042] 이후 상기 탄소 코팅층이 일정한 두께가 되도록, 상기 접합된 탄소재를 절단 분리하는 공정이 추가되는 것이 바람직하다.
- [0044] 다음으로, 도 2에 도시한 바와 같이, 상기 금속기판과 상기 탄소재인 그라파이트(graphite)를 0.01 내지 1 MPa으로 상대적인 저가압으로 밀착시킬 경우, 상기 탄소재와 상기 금속기판 간 상호확산(Interface reaction) 반응이 이루어지고, 상기 탄소 코팅층은 상기 금속기판으로부터 카바이드 리치(carbide rich)층이 형성되고 그 위에 그래핀 또는 그래핀 나노플레이트(graphene nanoplatelet)와 그라파이트(graphite)를 포함하는 층이 형성될 수 있다. 상기 본 발명의 고가압 밀착에 따른 탄소 코팅층 형성방법은 별도의 추가적인 탄소재 분리 공정 없이 금속 표면에 탄소 코팅층 형성이 가능하다는 장점을 가진다.
- [0046] 본 발명에 따른 상기 금속기판의 탄소 코팅층 형성방법을 이용하여 표면에 탄소 코팅층이 형성된 금속기판을 이용하여 연료전지용 세퍼레이터 및 수전해 분리용 세퍼레이터 등에 적용 가능하다.
- [0048] **실시예 1**
- [0049] 10^{-5} torr 수준의 진공 챔버 내에서 스테인레스 스틸(STS 316L) 소재의 금속기재 일 단면을 그라파이트(graphite) 탄소재 일면과 접합시킨 후, 챔버 내부 온도를 1090 $^{\circ}\text{C}$ 까지 승온하고 상기 금속기재와 탄소재를 10 MPa 압력으로 상호 밀착시킨 상태를 120분 간 유지하였고, 이후 상기 탄소재를 물리적으로 분리시켜 탄소 코팅층이 형성된 금속기판을 제조하였다.
- [0050] 도 4는 상기 금속기재에 형성된 코팅층 단면의 확대한 사진이며, 금속 기재 위로부터 카바이드 리치(carbide rich)층 및 그라파이트(graphite)층이 형성됨을 확인할 수 있었다.
- [0052] **실시예 2**
- [0053] 10^{-5} torr 수준의 진공 챔버 내에서 스테인레스 스틸(STS 316L) 소재의 금속기재 일 단면을 그라파이트(graphite) 탄소재 일면과 접합시킨 후, 챔버 내부 온도를 1048 $^{\circ}\text{C}$ 까지 승온하고 상기 금속기재와 탄소재를 0.1 MPa 압력으로 상호 밀착시킨 상태를 180분 간 유지하였고, 이후 상기 탄소재를 분리시켜 탄소 코팅층을 형성된 금속기재를 제조하였다.
- [0054] 도 5는 상기 금속기재에 형성된 코팅층 단면의 확대한 사진이며, 마찬가지로 금속 기재 위로부터 카바이드 리치(carbide rich)층이 형성됨을 확인할 수 있었으며, 그 위에 존재하는 코팅층은 도 6의 XRD 분석 결과 그래프를 통해 graphite 및 graphene nanoplatelet(GNP)가 생성됨을 확인할 수 있었다.
- [0056] **내식성 실험**
- [0057] 상기 실시예 1 및 실시예 2에 의해 제조된 스테인레스 스틸(STS 316L) 소재의 금속기재와, 코팅처리를 하지 않은 스테인레스 스틸(STS 316L) 소재의 금속기재의 내식성을 평가하기 위하여, 200도 인산 침지 시간에 따른 모재 감육(penetration) 깊이를 측정하였고, 그 결과는 도 7과 같다. 이를 통해 본 발명에 따라 탄소 코팅층을 형

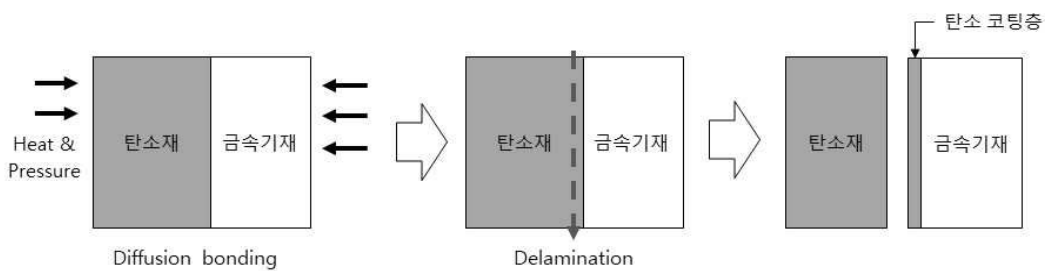
성한 금속기재의 내식성이 월등히 우수함을 알 수 있었으며, 그에 따라 본 발명에 따른 금속기판은 고온의 부식성 환경에 노출되는 연료전지 분리판, 전극 등에 충분히 적용할 수 있음을 확인하였다.

[0059]

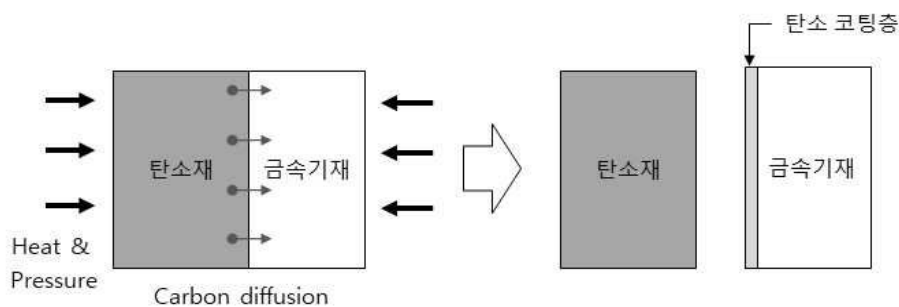
본 발명을 첨부된 도면과 함께 설명하였으나, 이는 본 발명의 요지를 포함하는 다양한 실시 형태 중의 하나의 실시예에 불과하며, 당업계에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 하는 데에 그 목적이 있는 것으로, 본 발명은 상기 설명된 실시예에만 국한되는 것이 아님은 명확하다. 따라서, 본 발명의 보호범위는 하기의 청구범위에 의해 해석되어야 하며, 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서의 변경, 치환, 대체 등에 의해 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함될 것이다. 또한, 도면의 일부 구성은 구성을 보다 명확하게 설명하기 위한 것으로 실제보다 과장되거나 축소되어 제공된 것임을 명확히 한다. 또한, 청구항 부호는 이해를 돕기 위한 것일 뿐 본 발명의 형상과 구조를 첨부된 도면에 한정한다는 뜻이 아니다.

도면

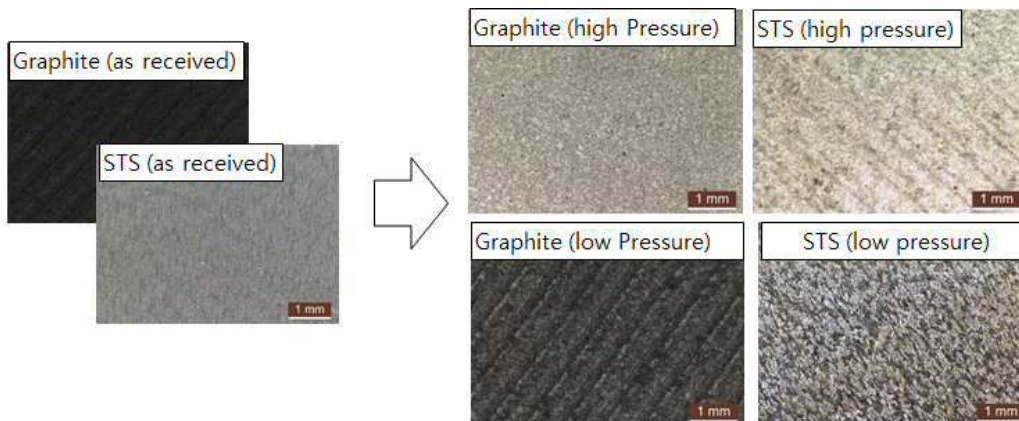
도면1



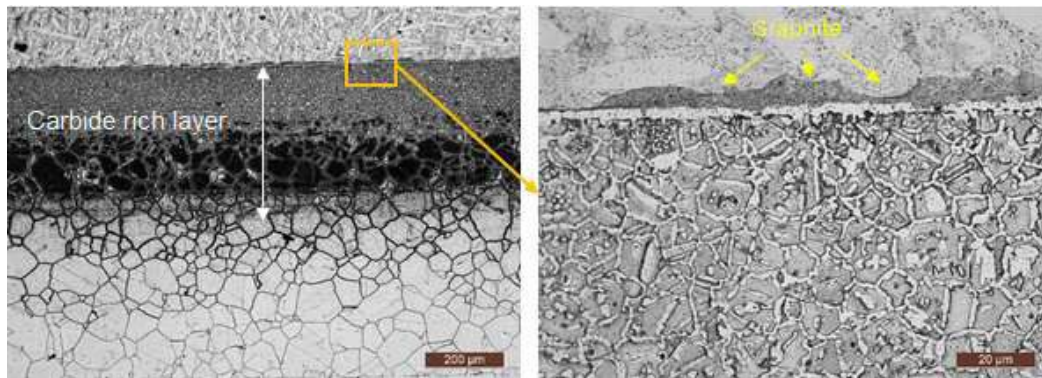
도면2



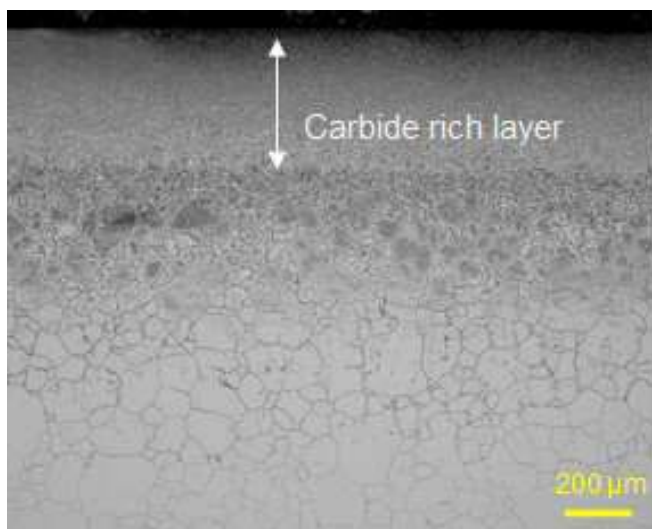
도면3



도면4

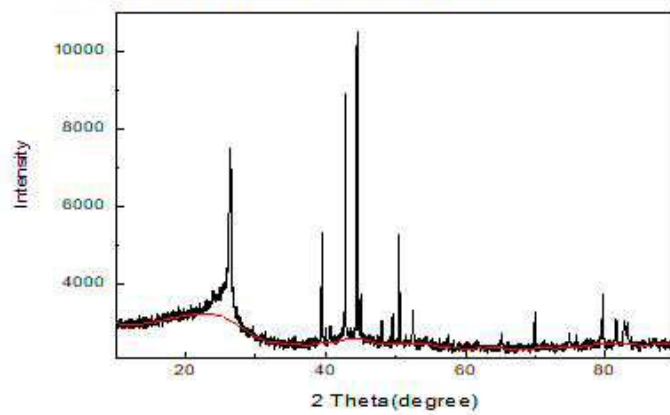


도면5

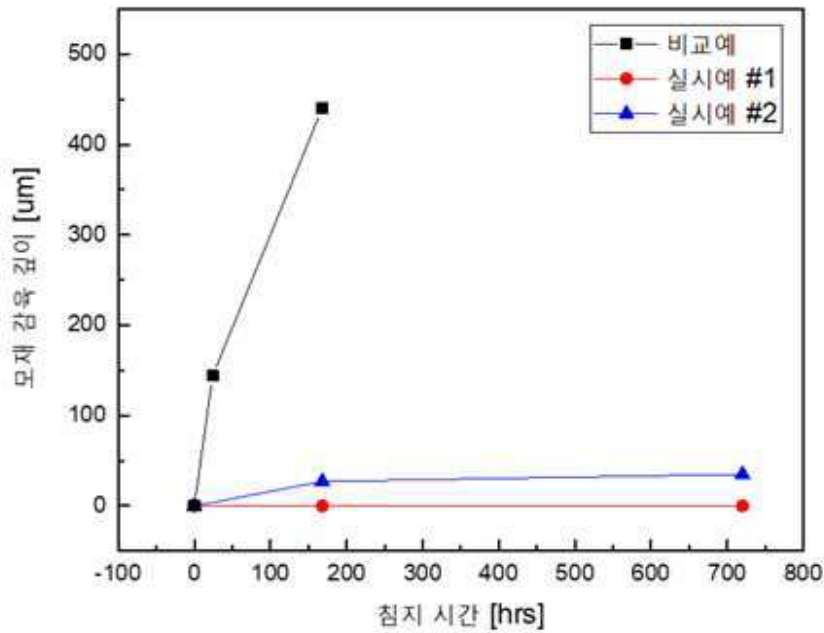


도면6

◆ XRD analysis result of example 2 after 1 week immersion in H_3PO_4



도면7



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 2

【변경전】

챔버 내부에서 금속기판과 일정 단면적을 가지는 탄소재를 접합시켜 접합면을 형성하는 단계;

상기 챔버 내부가 진공 분위기 및 600 내지 1200 °C인 상태에서,

상기 금속기판과 상기 탄소재를 0.01 내지 1MPa으로 밀착 가압하여, 상기 탄소재와 상기 금속기판 간 상호확산에 의해 상기 탄소 코팅층이 형성되는 단계;

및 상기 탄소재를 상기 탄소 코팅층으로부터 분리시키는 단계;를 포함하며,

상기 금속기판은 스테인레스 강이며;

상기 탄소재는 그래파이트(graphite) 또는 그래핀(graphene)이며;

상기 탄소 코팅층은 카바이드 리치(carbide rich)층을 포함하고;

상기 탄소 코팅층은 그래핀(graphene), 그래핀 나노플레이트(graphene nanoplatelet) 또는 그래파이트(graphite) 중 적어도 하나 이상을 더 포함하는 코팅층이며;

상기 탄소 코팅층의 두께는 0.005 내지 1,500 μm인,

금속기판의 탄소 코팅층 형성방법.

【변경후】

챔버 내부에서 금속기판과 일정 단면적을 가지는 탄소재를 접합시켜 접합면을 형성하는 단계;

상기 챔버 내부가 진공 분위기 및 600 내지 1200 °C인 상태에서,

상기 금속기판과 상기 탄소재를 0.01 내지 1MPa으로 밀착 가압하여, 상기 탄소재와 상기 금속기판 간 상호확산에 의해 탄소 코팅층이 형성되는 단계;

및 상기 탄소재를 상기 탄소 코팅층으로부터 분리시키는 단계;를 포함하며,

상기 금속기판은 스테인레스 강이며;

상기 탄소재는 그래파이트(graphite) 또는 그래핀(graphene)이며;

상기 탄소 코팅층은 카바이드 리치(carbide rich)층을 포함하고;

상기 탄소 코팅층은 그래핀(graphene), 그래핀 나노플레이트(graphene nanoplatelet) 또는 그래파이트(graphite) 중 적어도 하나 이상을 더 포함하는 코팅층이며;

상기 탄소 코팅층의 두께는 0.005 내지 1,500 μm 인,

금속기판의 탄소 코팅층 형성방법.