



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0076389
(43) 공개일자 2020년06월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C23C 14/54 (2018.01) C23C 14/24 (2006.01)
C23C 14/26 (2006.01) G01R 27/26 (2006.01)
H05B 6/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C23C 14/542 (2013.01)
C23C 14/243 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0165450

(22) 출원일자 2018년12월19일

심사청구일자 2018년12월19일

(71) 출원인

주식회사 포스코

경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)

(72) 발명자

정용화

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

남경훈

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인씨엔에스

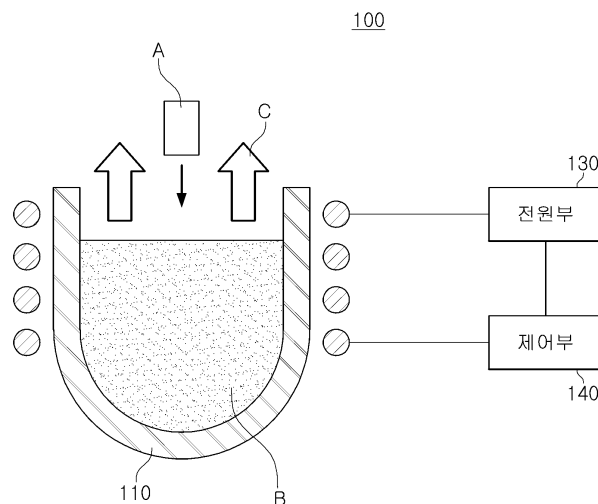
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은, 금속 증기로 강판을 물리적 기상 증착(Physical Vapor Deposition(PVD))하여 도금층을 형성하는 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 장치를 제공한다. 도금층 제어 장치는, 용해 재료가 투입되는 도가니; 도가니의 외측 둘레로 배치되어 도가니 내에 투입된 용해 재료를 가열하고 용탕을 형성하여 용탕으로부터 금속 증기를 발생시키는 전자기 유도 코일; 전자기 유도 코일에 전류를 공급하는 전원부; 및 전자기 유도 코일의 임피던스를 측정하고, 일정한 공급 속도로 도가니에 투입되는 용해 재료에 따라 임피던스가 일정하게 유지되도록 상기 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 제어부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C23C 14/26 (2013.01)

G01R 27/26 (2013.01)

H05B 6/06 (2013.01)

H05B 6/067 (2013.01)

(72) 발명자

김태엽

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

정우성

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

고경필

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10037907

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 WPM사업

연구과제명 Zn-Mg 및 Zn-free형 Al-Mg계 표면처리 강판 소재

기 여 율 1/1

주관기관 (주)포스코

연구기간 2010.09.01 ~ 2019.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

금속 증기로 강판을 물리적 기상 증착(Physical Vapor Deposition(PVD))하여 도금층을 형성하는 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 장치에 있어서,

용해 재료가 투입되는 도가니;

상기 도가니의 외측 둘레로 배치되어 상기 도가니 내에 투입된 용해 재료를 가열하고 용탕을 형성하여 상기 용탕으로부터 금속 증기를 발생시키는 전자기 유도 코일;

상기 전자기 유도 코일에 전류를 공급하는 전원부; 및

상기 전자기 유도 코일의 임피던스를 측정하고, 일정한 공급 속도로 상기 도가니에 투입되는 상기 용해 재료에 따라 상기 임피던스가 일정하게 유지되도록 상기 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 제어부

를 포함하는,

도금층 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 전자기 유도 코일의 공진 주파수를 측정하여 상기 전자기 유도 코일의 임피던스를 획득하는,

도금층 제어 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 전자기 유도 코일에 의한 발열량이 일정하게 되도록 상기 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는,

도금층 제어 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 발열량은 상기 전자기 유도 코일의 전력량에 대응하며, 상기 제어부는 상기 전자기 유도 코일의 전력량이 일정하게 되도록 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는,

도금층 제어 장치.

청구항 5

금속 증기로 강판을 물리적 기상 증착(Physical Vapor Deposition(PVD))하여 도금층을 형성하는 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 방법에 있어서,

도가니 내로 용해 재료를 투입하는 단계;

상기 도가니의 외측 둘레로 배치된 전자기 유도 코일로 상기 도가니 내의 상기 용해 재료를 가열하고 용탕을 형성하여, 금속 증기를 발생시키는 단계;

상기 전자기 유도 코일의 임피던스를 측정하는 단계; 및

일정한 공급 속도로 상기 도가니에 투입되는 상기 용해 재료에 따라 상기 전자기 유도 코일의 임피던스가 일정

하게 유지되도록 상기 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 단계
를 포함하는,
도금층 제어 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 전자기 유도 코일의 임피던스를 측정하는 단계는, 상기 전자기 유도 코일의 공진 주파수를 측정하여 상기 전자기 유도 코일의 임피던스를 획득하는 단계를 포함하는,
도금층 제어 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,
상기 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 단계는, 상기 전자기 유도 코일에 의한 발열량이 일정하게 되도록 상기 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 단계를 포함하는,
도금층 제어 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 발열량은 상기 전자기 유도 코일의 전력량에 대응하며,
상기 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 단계는, 상기 전자기 유도 코일의 전력량이 일정하게 되도록 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 단계를 포함하는,
도금층 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 물리적 기상 증착(Physical Vapor Deposition(PVD)) 공정의 도금층 제어 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, PVD를 이용하여 강판을 도금하는 PVD 도금 공정에서 도금층의 두께를 제어하기 위하여 용탕의 증발량을 제어하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 진공 중에서 이동하는 기판을 금속 증기로 도금하는 PVD 도금 공정은 도가니를 직접 가열하여 도금 매질을 용융 또는 가열함으로써 대량의 금속 증기를 발생시키거나(예를 들어, 유럽 공개특허공보 제1785010호 참조), 비접촉식 방법으로 전자기 유도에 의해 전도성 매질을 가열하여 금속 증기를 발생시켜 이루어진다(예를 들어, 공개특허공보 제2007-0067097호 참조). 이러한 문헌들은, 진공 중에서 도금 증기를 발생시켜 기판을 도금하는 PVD에 대한 기본 개념을 제시하고 있으나, 도금량 제어에 대한 실행 기술을 제시하고 있지 못하고 있다. 즉, 도금 제품을 제조하기 위하여 PVD에 대한 고유의 도금량 제어 기술 개발이 요구된다.

[0003] 한편, 이동하는 강판(strip)의 표면을 금속 증기로 도금하는데 있어서, 종래에는 용융 도금과 전기 도금이 주로 사용된다. 종래 기술에서 도금량 제어를 위하여는, 에어 나이프(air knife)의 간격과 압력을 제어하거나(용융 도금의 경우), 전류x시간을 제어하는(전기 도금의 경우) 방법이 적용되고 있다. 상기 기술들은 도금량을 직접 제어하는 방법으로 도금 제품을 생산한다.

[0004] 본 발명자는 전술한 PVD 도금 공정을 이동하는 강판의 도금에 적용하는 PVD 도금 장치를 개발하였으며, 이 PVD 도금 장치를 상용화하기 위하여는 도금량을 제어할 수 있는 기술이 반드시 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2018-0036766호(2018.04.09)
(특허문헌 0002) 공개특허공보 제10-2016-0141328호(2016.12.08)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 이러한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, PVD 도금 공정에서 발생하는 금속 증기의 양을 제어함으로써 강판의 도금층을 제어하는 장치 및 방법을 제공하는 것을 하나의 과제로 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 일 양태는, 금속 증기로 강판을 물리적 기상 증착(Physical Vapor Deposition(PVD))하여 도금층을 형성하는 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 장치를 제공한다. 도금층 제어 장치는, 용해 재료가 투입되는 도가니; 도가니의 외측 둘레로 배치되어 도가니 내에 투입된 용해 재료를 가열하고 용탕을 형성하여 용탕으로부터 금속 증기를 발생시키는 전자기 유도 코일; 전자기 유도 코일에 전류를 공급하는 전원부; 및 전자기 유도 코일의 임피던스를 측정하고, 일정한 공급 속도로 도가니에 투입되는 용해 재료에 따라 임피던스가 일정하게 유지되도록 상기 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 제어부를 포함한다.
- [0008] 일 실시예에서, 제어부는, 전자기 유도 코일의 공진 주파수를 측정하여 전자기 유도 코일의 임피던스를 획득할 수 있다.
- [0009] 일 실시예에서, 제어부는, 전자기 유도 코일에 의한 발열량이 일정하게 되도록 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에서, 발열량은 전자기 유도 코일의 전력량에 대응하며, 제어부는 전자기 유도 코일의 전력량이 일정하게 되도록 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 양태에서, 금속 증기로 강판을 물리적 기상 증착(Physical Vapor Deposition(PVD))하여 도금층을 형성하는 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 방법을 제공한다. 도금층 제어 방법은, 도가니 내로 용해 재료를 투입하는 단계; 도가니의 외측 둘레로 배치된 전자기 유도 코일로 도가니 내의 용해 재료를 가열하고 용탕을 형성하여, 금속 증기를 발생시키는 단계; 전자기 유도 코일의 임피던스를 측정하는 단계; 및 일정한 공급 속도로 도가니에 투입되는 용해 재료에 따라 전자기 유도 코일의 임피던스가 일정하게 유지되도록 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 단계를 포함한다.
- [0012] 일 실시예에서, 전자기 유도 코일의 임피던스를 측정하는 단계는, 전자기 유도 코일의 공진 주파수를 측정하여 전자기 유도 코일의 임피던스를 획득할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 단계는, 전자기 유도 코일에 의한 발열량이 일정하게 되도록 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 발열량은 전자기 유도 코일의 전력량에 대응하며, 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 단계는, 전자기 유도 코일의 전력량이 일정하게 되도록 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어할 수 있다.
- [0015] 덧붙여 상기의 발명의 개요는, 본 발명의 특징의 모두를 열거한 것은 아니다. 또한, 이러한 특징군의 서브 콤비네이션도 또한 발명이 될 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 실시예에 따르면, PVD 도금 공정에서 생산되는 금속 증기의 양을 일정하게 제어하여 강판에 형성되는 도금층을 균일하게 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 장치의 개략도를 도시한다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 방법의 개략적인 순서도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 장치 및 방법을 설명한다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 장치(100)의 블록도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 도금층 제어 장치(100)는, 금속 증기로 강판을 물리적 기상 증착(Physical Vapor Deposition(PVD))하여 도금층을 형성하는 PVD 도금 공정에서 이용된다. 도금층 제어 장치(100)는, 용해 재료(A)가 투입되는 도가니(110)와, 도가니(110)의 외측 둘레로 배치되어 도가니(110) 내에 투입된 용해 재료(A)를 가열하고 용탕(B)을 형성하여 용탕(B)으로부터 금속 증기(C)를 발생시키는 전자기 유도 코일(120)과, 전자기 유도 코일(120)에 전류를 공급하는 전원부(130)와, 전자기 유도 코일(120)에 공급되는 전류를 제어하는 제어부(140)를 포함한다.
- [0020] PVD 도금 공정에서, 소정 성분의 도금 매질(즉, 용해 재료(A))을 전자기 유도 코일(120)이 외측 둘레로 배치된 도가니(110) 내로 투입하고, 전자기 유도 코일(120)에 전류를 공급하여 도가니(110) 내에 용탕(B)을 형성하여 이로부터 금속 증기(C)를 발생시켜 금속 증기(C)를 강판에 증착시킴으로써 도금층이 형성된다. 따라서, 도금층은 금속 증기(C)의 양을 제어함으로써 제어될 수 있다.
- [0021] 본 발명은, 금속 증기(C)의 양을 제어하기 위하여, 발생되어야 하는 금속 증기(C)의 양과 동일한 양의 용해 재료(A)를 도가니(110)에 투입하고, 용탕(B)의 양, 즉 용탕(B)의 부피를 일정하게 유지함으로써 도금층을 제어하는 방안의 제안한다.
- [0022] 이를 위하여, 제어부(140)는 전자기 유도 코일(120)의 임피던스를 측정하고, 임피던스가 일정하게 유지되도록 전자기 유도 코일(120)에 공급되는 전류를 제어할 수 있다. 예를 들어, 전류의 크기 등을 포함하는 전자기 유도 코일(120)에 공급되는 전류의 파라미터를 제어할 수 있다. 도가니(110) 내의 용탕(B)의 부피의 변동에 따라 전자기 유도 코일(120)의 임피던스는 변동하며, 따라서, 일정한 공급 속도로 도가니(110)에 투입되는 용해 재료(A)에 따라 전자기 유도 코일(120)의 임피던스가 일정하도록 전자기 유도 코일(120)에 제공되는 전류, 예를 들어 전류의 크기 등을 제어하면, 용탕(B)의 부피를 일정하게 제어할 수 있다. 용탕(B)의 양과 전자기 유도 코일(120)의 임피던스를 시뮬레이션한 결과는 아래의 표 1과 같다.

표 1

용탕량(kg)	1	1.5	2	2.5	3	3.5
임피던스	4.7	4.35	4.18	4.12	4.06	4

- [0024] 따라서, 용탕(B)의 부피가 클수록 전자기 유도 코일(120)의 임피던스는 작아지는 것을 알 수 있다.
- [0025] 한편, 제어부(140)는, 전자기 유도 코일(120)의 공진 주파수를 측정하여 전자기 유도 코일(120)의 임피던스를 획득할 수 있다. 공진 주파수와 임피던스의 관계는 다음과 같다.

수학식 1

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- [0027] 여기에서, f는 전자기 유도 코일(120)의 공진 주파수이고, L은 전자기 유도 코일(120)의 임피던스이고, C는 PVD 도금 장치에서의 커패시턴스로서 고정된 값이다.
- [0028] 따라서, 공진 주파수를 측정하고, 공진 주파수가 일정해지도록 전자기 유도 코일(120)에 공급되는 전원을 제어함으로써 도금층을 제어할 수 있다.
- [0029] 한편, 도가니에 공급되는 용해 재료(A)의 공급 속도와 금속 증기(C)의 발생 속도는 서로 일치하여야 한다. 즉, 단위 시간당 공급되는 용해 재료(A)의 양과 단위 시간당 발생하는 금속 증기(C)의 양은 서로 일치하여야 한다.

이를 위하여, 일정한 공급 속도로 도가니(110)에 투입되는 용해 재료(A)에 따라 용탕(B)의 부피를 일정하게 유지하는 것에 더하여, 일정한 공급 속도로 도가니(110)에 투입되는 용해 재료(A)에 따라 전자기 유도 코일(120)의 발열량을 일정하게 유지함으로써 금속 증기(C)를 투입되는 용해 재료(A)에 따라 일정하게 유지할 수 있다.

[0030] 한편, 이러한 발열량은 용탕(B)의 온도 유지, 공급되는 용해 재료(A)의 온도 상승 및 기화열에 필요한 에너지에 대응한다. 이 발열량은 전자기 유도 코일(120)의 전력량에 대응하며, 제어부(140)는 전자기 유도 코일(120)의 전력량이 일정하게 되도록 전자기 유도 코일(120)에 공급되는 전류를 제어할 수 있다.

[0031] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 장치에 따르면, 일정한 공급 속도로 공급되는 용해 재료에 대응하여 전자기 유도 코일의 임피던스(예를 들어, 공진 주파수)와 발열량(예를 들어, 전력량)을 일정하게 제어함으로써 금속 증기의 발생량을 일정하게 유지할 수 있고, 이에 따라 일정한 도금층을 형성할 수 있다.

[0032] 다음으로, 도 2를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 방법을 설명한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 방법(200)의 개략적인 순서도를 도시한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 도금층 제어 방법(200)은, 금속 증기로 강판을 물리적 기상 증착하여 도금층을 형성하는 PVD 도금 공정에서 이용된다.

[0033] 도금층 제어 방법(200)은, 먼저, 도가니 내로 용해 재료를 투입하는 단계(S210)로부터 개시된다. 그 다음, 단계 S220에서, 도가니의 외측 둘레로 배치된 전자기 유도 코일로 도가니 내의 상기 용해 재료를 가열하고 용탕을 형성하여, 금속 증기를 발생시킨다. 그 다음, 단계 S230에서, 전자기 유도 코일의 임피던스를 측정하고, 단계 S240에서, 일정한 공급 속도로 도가니에 투입되는 용해 재료에 따라 전자기 유도 코일의 임피던스가 일정하게 유지되도록 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어한다. 도금층 제어 방법(200)의 각 단계의 과정과 원리는 전술한 도금층 제어 장치(100)의 각 구성 요소에 대하여 설명된 내용과 실질적으로 동일하므로, 더 상세한 설명은 여기에서 생략한다.

[0034] 한편, 일 실시예에서, 전자기 유도 코일의 임피던스를 측정하는 단계(S230)는, 전자기 유도 코일의 공진 주파수를 측정하여 전자기 유도 코일의 임피던스를 획득할 수 있다. 전술한 바와 같이, 공진 주파수로부터 임피던스를 계산할 수 있으므로(예를 들어, 수학적 식 1을 이용하여), 공진 주파수가 일정하게 되도록 전자기 유도 코일의 전류를 제어하면, 임피던스가 일정하게 될 수 있다.

[0035] 일 실시예에서, 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 단계(S240)는, 일정한 공급 속도로 도가니에 투입되는 용해 재료에 따라 전자기 유도 코일의 임피던스가 일정하게 유지되도록 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 것에 더하여, 전자기 유도 코일에 의한 발열량이 일정하게 되도록 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어할 수 있다.

[0036] 이 경우, 발열량은 전자기 유도 코일의 전력량에 대응하며, 따라서, 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어하는 단계(S240)는, 전자기 유도 코일의 전력량이 일정하게 되도록 전자기 유도 코일에 공급되는 전류를 제어함으로써 발열량을 일정하게 할 수 있다.

[0037] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 PVD 도금 공정에서의 도금층 제어 방법에 따르면, 전술한 도금층 제어 장치와 마찬가지로, 일정한 공급 속도로 공급되는 용해 재료에 대응하여 전자기 유도 코일의 임피던스(예를 들어, 공진 주파수)와 발열량(예를 들어, 전력량)을 일정하게 제어함으로써 금속 증기의 발생량을 일정하게 유지할 수 있고, 이에 따라 일정한 도금층을 형성할 수 있다.

[0038] 이상, 본 발명을 실시예를 이용해 설명하였지만, 본 발명의 기술적 범위는 상기 실시예에 기재된 범위로 한정되지는 않는다. 상기 실시예에, 다양한 변경 또는 개량을 더할 수 있다는 것이 본 발명이 속하는 기술 분야에서의 통상적 기술자에게 분명하다. 그와 같은 변경 또는 개량을 더한 형태도 본 발명의 기술적 범위에 포함될 수 있다는 것이 청구범위의 기재로부터 분명하다.

부호의 설명

[0039] 100 도금층 제어 장치

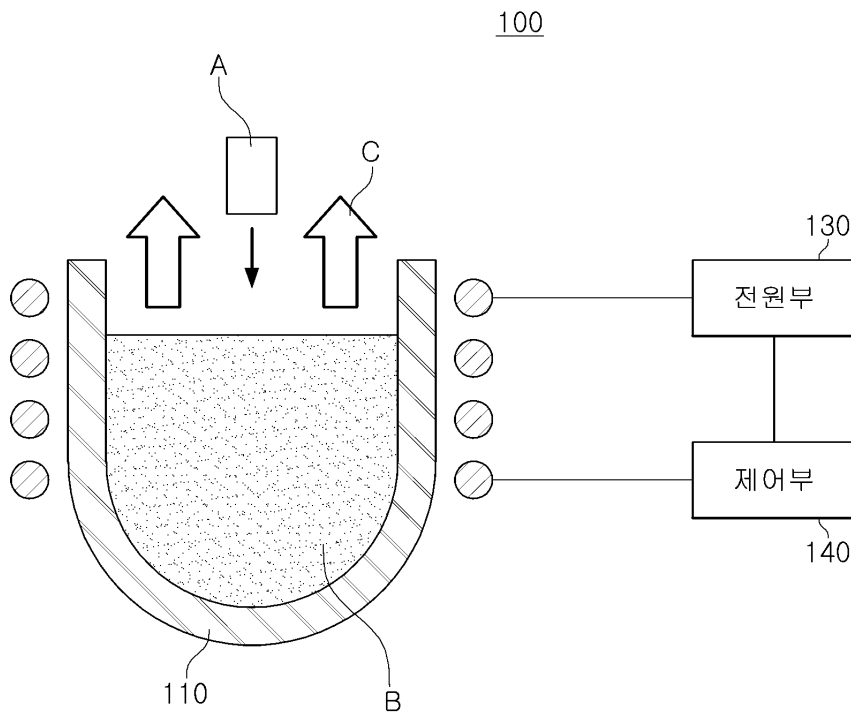
110 도가니

120 전자기 유도 코일

- 130 전원부
- 140 제어부
- A 용해 재료
- B 용탕
- C 금속 증기

도면

도면1



도면2

