



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월25일
 (11) 등록번호 10-1442133
 (24) 등록일자 2014년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 2/00 (2006.01) **C23C 2/40** (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0126366
 (22) 출원일자 2012년11월08일
 심사청구일자 2012년11월08일
 (65) 공개번호 10-2014-0059934
 (43) 공개일자 2014년05월19일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP06108220 A*
 KR1020020052114 A*
 JP2006203958 A*
 KR100368727 B1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국과학기술원
 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
주식회사 다원시스
 경기도 안산시 단원구 변영로10번길 35, 시화공단 4바 506 (성곡동)
 (72) 발명자
임춘택
 대전 유성구 대학로 291, 원자력및양자공학과 (구성동, 한국과학기술원)
박선순
 경기 안산시 상록구 본오로 145, 105동 201호 (본오동, 우성아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
이철희

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 이예리

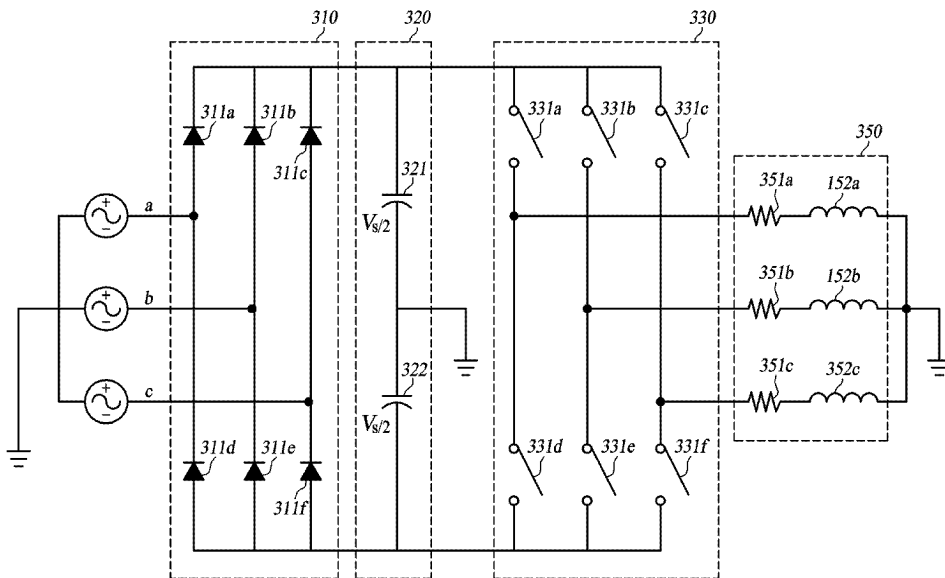
(54) 발명의 명칭 **금속 스트립의 연속 도금 장치 및 방법**

(57) 요약

금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치 및 방법을 개시한다.

본 발명의 일 실시예에 따르면, 용융 도금욕에서 배출되어 수직으로 상승하는 금속 스트립에 수직으로 자기장이 가해지도록 상기 금속 스트립의 전면과 후면에 설치되는 한 쌍의 전자기 유도부 및 상기 한 쌍의 전자기 유 (뒷면에 계속)

대표도



도부에 DC 오프셋을 포함하는 3상의 교류전류를 공급하는 전원공급수단을 포함하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치를 제공한다. 또한, 금속 스트립을 용융 도금욕으로부터 수직으로 상승 이송하는 과정, 상기 금속 스트립에 수직으로 이동 자계를 가하여 상기 금속 스트립의 도금부착량을 제어하는 과정 및 상기 금속 스트립에 수직으로 직류 자기장을 가하여 상기 금속 스트립의 진동을 억제하는 과정을 포함하되, 상기 3상의 교번 자기장 및 직류 자기장은 전자석의 각 상의 권선에 DC 오프셋을 가진 3상의 교류 전류를 인가함으로써 가해지는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금시 도금부착량 제어 방법을 제공한다.

(72) 발명자

심은용

경기 안산시 단원구 안산천남로 211, 106동 1901호 (고잔동, 보네르빌리지)

김상중

경기 안산시 상록구 반석로 8, 24동 605호 (본오동, 한양아파트)

최길용

경기도 화성시 봉담읍 동화마을 5단지 510동 1302호

허진

대전 유성구 대학로 291, 전기및전자 공학과 (구성동, 한국과학기술원)

최수용

대전 유성구 대학로 291, 원자력및양자공학과 (구성동, 한국과학기술원)

태춘반

대전시 유성구 구성동 갈릴레이관

특허청구의 범위

청구항 1

금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어 장치에 있어서,

용융 도금욕에서 배출되어 상 방향으로 상승하는 금속 스트립에 수직으로 자기장이 가해지도록 상기 금속 스트립의 전면과 후면에 설치되는 한 쌍의 전자기 유도부; 및

상기 한 쌍의 전자기 유도부에 3상의 교류를 인가하되, DC 오프셋을 포함하는 전류를 인가하는 전원공급수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전원공급수단은,

3상 교류전류를 직류로 정류하는 컨버터, 정류된 직류의 맥동분을 평활하는 평활회로, 평활된 직류를 입력으로 하여 소정의 주파수를 갖는 3상의 교류 전류를 출력하는 인버터 및 상기 인버터에 구동신호를 공급하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전원공급수단은,

상기 평활회로 앞 단에 상기 인버터(230)의 입력단의 전압(DC 링크 전압)을 제어하는 벡(Buck) 컨버터, 부스트(Boost) 컨버터 또는 벡/부스트 컨버터 중 어느 하나로 구성된 DC/DC 컨버터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 전원공급수단은,

상기 인버터의 출력단에 흐르는 전류를 감지하여 상기 DC/DC 컨버터에 피드백하는 감지수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 컨버터는 3상 하프-브리지 방식으로 서로 접속된 6개의 다이오드를 포함하는 3상 전파정류회로로 구성되고,

상기 평활회로는 상기 3상 전파정류회로의 양 모선과 음 모선 간에 직렬로 연결된 2개의 커패시터를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 인버터는 세 개의 하프-브리지 인버터를 포함하는 3상 인버터인 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금 부착량 제어장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 하프-브리지 인버터에 포함된 상하 반도체 스위칭 소자의 ON 시간을 다르게 제어하여, 상기 인버터부가 출력하는 3상 교류 전류에 DC 오프셋을 부가하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

기준면에 대하여 상기 금속 스트립의 위치에 의해 결정되는 매개변수값을 감지하는 위치감지 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 감지된 매개변수값에 대응하여 상기 한 쌍의 전자기유도부 중 어느 하나에 인가되는 3상 교류전류의 DC 오프셋을 조절하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 하프-브리지 인버터를 구동하는 PWM 신호의 생성에 사용되는 삼각파와 변조전압의 변조비를 조절함으로써 상기 전자기 유도부에 인가되는 3상 교류전류의 전압을 제어하고,

상기 변조전압의 주파수를 조절함으로써 상기 전자기 유도부에 인가되는 3상 교류전류의 주파수를 제어하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 한 쌍의 전자기 유도부 후단에 상기 금속 스트립에 부착된 도금층의 두께를 측정하는 두께측정 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 측정된 도금층의 두께에 대응하여 상기 한 쌍의 전자기 유도부에 인가되는 3상 교류전류의 전압 또는 주파수 중 적어도 어느 하나를 조절하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치.

청구항 13

금속 스트립을 용융 도금욕으로부터 상 방향으로 상승 이송하는 과정;

상기 금속 스트립에 수직으로 이동 자계를 가하여 상기 금속 스트립의 도금부착량을 제어하는 과정; 및

상기 금속 스트립에 수직으로 직류 자기장을 가하여 상기 금속 스트립의 진동을 억제하는 과정을 포함하되,

상기 이동 자계 및 직류 자기장은 전자석의 각 상의 권선에 DC 오프셋을 가진 3상의 교류 전류를 인가함으로써 가해지는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 방법은,

상기 금속 스트립에 부착된 도금층의 제어된 두께를 측정하는 과정; 및

상기 측정된 도금층의 두께에 대응하여 상기 금속 스트립에 수직으로 가해지는 이동 자계의 세기를 조절하는 과정

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금시 도금부착량 제어방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

기준면에 대하여 상기 금속 스트립의 위치에 의해 결정되는 매개변수값을 감지하는 과정; 및

상기 감지된 매개변수값에 대응하여 상기 금속 스트립에 수직으로 가해지는 직류 자기장의 세기를 조절하는 과정

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금시 도금부착량 제어방법

청구항 16

금속 스트립의 연속 도금시 도금부착량 제어 방법에 있어서,

용융 도금욕에서 배출되어 상 방향으로 상승 이동하는 금속 스트립에 수직으로 3상의 교번 자기장 및 직류 자기장을 가함으로써, 상기 3상의 교번 자기장을 이용하여 상기 금속 스트립의 도금부착량을 제어하고, 상기 직류 자기장을 이용하여 상기 금속 스트립의 진동을 억제하되,

상기 3상의 교번 자기장 및 직류 자기장은 전자석의 각 상의 권선에 DC 오프셋을 가진 3상의 교류 전류를 인가함으로써 생성하는 것임을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금시 도금부착량 제어 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 실시예는 금속 스트립의 연속 도금장치 및 방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 금속 스트립의 연속도금 중에 금속 스트립의 진동을 감쇄시키는 한편, 고속으로 금속 스트립에 균일하게 금속이 도포될 수 있도록 금속 스트립 상의 용융도금층의 두께를 조절하는 연속 도금 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.
- [0003] 일반적으로 제철공장에서 생산되는 아연도금 금속 스트립은 내식성이 우수하여 자동차 차체용 금속 스트립, 가전기기의 관재용 및, 건축용 금속 스트립으로 많이 사용되고 있는데, 지금까지는 소둔된 냉간압연 금속 스트립을 전기도금 혹은 용융도금으로 금속 스트립의 아연도금을 수행하여 도금금속 스트립을 제조하였다.
- [0004] 이와 같은 용융아연 도금금속 스트립은 초기에는 대부분 전자재료 사용되어 왔지만, 근래에는 가혹한 가공조건에도 견딜 수 있는 용융아연 도금금속 스트립의 대량 생산이 가능하게 됨에 따라 그 용도가 각종 가전제품 또는 자동차용 소재로 광범위하게 확대되고 있다.
- [0005] 표면 품질이 중요한 가전제품 또는 자동차용 소재로 그 사용범위가 넓어짐에 따라, 금속 스트립의 도금품질, 예를 들어 표면광택, 내식성, 용접성 및 도장성 등의 표면 도금품질의 향상에 대한 요구도 점점 증가하고 있는 실정이다.
- [0006] 한편, 전기도금방법은 도금부착량을 조절하기 쉬운 잇점은 있지만, 금속 스트립 도금층의 부착량이 가해진 전류량에 비례하기 때문에, 금속 스트립의 표면에 두터운 도금층을 형성시키는 데에는 그만큼 전기가 많이 사용되어 금속 스트립의 제조비용을 증가시킬 뿐만 아니라, 특히 전기도금시 사용되는 도금용액이 염산 혹은 황산 등의 환경 오염물질로 이루어지기 때문에, 환경오염의 문제가 항상 제기되고 있는 실정이다.
- [0007] 용융도금방법은 금속 스트립을 용융아연 욕조에 침적하여 도금을 하는 방법으로 간편하게 도금금속 스트립을 제조할 수 있도록 하는 이점은 제공하지만, 다음과 같은 문제점들이 제기되고 있다.

- [0008] 예를 들어, 용융금속이 채워진 도금조로부터 나온 금속 스트립을 도금 부착량 조절을 위해 금속 스트립 표면을 와이핑하기 때문에, 금속 스트립의 진동이 많이 발생하고, 금속 스트립의 최고 생산속도가 180 mpm으로 제한될 수밖에 없어 도금 생산량이 한정될 뿐만 아니라, 소음이 심하여 작업자의 작업환경을 열악하게 하는 문제가 있었다. 즉, 용융 도금법은 도금층의 두께를 조절하는 데에 어려움이 있고, 도금성분을 변화시킴에 있어서 도금성분이 산화되기 쉬운 성분을 포함하는 경우에는 용융금속에 표면에 형성되는 산화물과 성분 자체의 심한 산화로 인하여 도금층이 금속 스트립에 잘 부착되지 않는 등의 제조상 어려움이 있었다.
- [0009] 이런 문제점들을 해결하기 위해 기체 나이프를 자기적 와이핑 장치(Magnetic Wiping Device)와 결합하거나 대체하는 방안이 제시되었다. 자기적 와이핑 장치는 교류 자기장을 발생시켜 이 자기장을 이용해 금속 스트립으로부터 과도한 도금층을 깎는다. 그래서, 기체 나이프 없이 단독으로 도금층을 깎을 수 있거나 복합 사용할 경우 기체압을 낮추더라도 균일한 부착량을 확보할 수 있다. 그러므로 자기적 와이핑 장치를 사용하게 되면 정확한 깎음과 동시에 고속화가 가능하게 될 것이다.
- [0010] 미국특허 US-A-4,273,800호에는 이동하는 금속 스트립 위의 용융도금층 두께를 조절하는 전자기 와이퍼 장치(Electromagnetic Wiper Device)가 개시되어 있다. 펄스 또는 교번 자속(Pulsating or Alternating Magnetic Flux)을 용융도금층에 가하여 도금층을 통과하는 환상의 경로(Looped Path) 상에 자속을 형성시켜 과도한 도금층을 도금판으로부터 깎아낸다.
- [0011] 이러한 전자기 와이퍼 장치와 관련된 하나의 문제는 금속 스트립이 전후면의 전자기 와이퍼 장치로부터 발생된 자기장 내에서 정확히 중앙 위치로부터 벗어나면 금속 스트립에 작용하는 자기력이 자성체인 스트립을 가까운 쪽의 자기 와이핑 코일(Wiping Coil) 쪽으로 당기는 경향이 있다는 것이다. 결과적으로 전자기 와이퍼 장치를 사용함으로써, 도금욕으로부터 상부로부터 이동하는 도금 스트립에 진동을 유발시킬 수 있다.
- [0012] 또 다른 미국특허 US-A-4,655,166호에는 금속 스트립의 용융아연도금 설비가 개시되어 있는데, 이 설비에는 용융도금층을 깎는 기체 나이프가 제공된다. 또한, 이 설비에는 이동 금속 스트립의 진동을 방지하기 위한 전자기 장치가 포함되어 있다. 상기 전자기 장치는 이동 스트립의 대향하는 양단부위 근처에 영구자석 유닛이 포함되어 있다. 그리고, 스트립의 각 가장자리 부분과 각 영구자석 유닛 사이의 간격을 검출하는 검출기가 설치되어 있다. 이 간격의 크기를 미리 정해진 값으로 유지하기 위해서 조절 모터가 상기 검출된 간격에 대응하여 자석의 위치를 조정하는데 이용된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 실시예는 하나의 인버터를 이용하여 DC 전자석과 AC 전자석을 동시에 구현하여, 전자석에 금속 스트립의 연속도금 중에 금속 스트립의 진동을 감쇄시키는 동시에, 금속 스트립 위의 과도한 용융도금층을 깎아내기 위한 연속 도금용 도금부착량 제어 장치 및 방법을 제공하는 데 주된 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 진술한 목적을 달성하기 위해 본 실시예의 일 측면에 의하면, 용융 도금욕에서 배출되어 상 방향으로 상승하는 금속 스트립에 수직으로 자기장이 가해지도록 상기 금속 스트립의 전면과 후면에 설치되는 한 쌍의 전자기 유도부 및 상기 한 쌍의 전자기 유도부에 3상의 교류를 인가하되, DC 오프셋을 포함하는 전류를 인가하는 전원공급수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금용 도금부착량 제어장치를 제공한다.
- [0015] 상기 전원공급수단은 3상 교류전류를 직류로 정류하는 컨버터, 정류된 직류의 맥동분을 평활하는 평활회로, 평활된 직류를 입력으로 하여 소정의 주파수를 갖는 3상의 교류 전류를 출력하는 인버터 및 상기 인버터에 구동신호를 공급하는 제어부를 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 전원공급수단은 상기 평활회로 앞 단에 상기 인버터(230)의 입력단의 전압(DC 링크 전압)을 제어하는 벡(Buck) 컨버터, 부스트(Boost) 컨버터 또는 벡/부스트 컨버터 중 어느 하나로 구성된 DC/DC 컨버터를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 전원공급수단은 상기 인버터의 출력단에 흐르는 전류를 감지하여 상기 DC/DC 컨버터에 피드백하는 감지수단을 더 포함할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 컨버터는 3상 하프-브리지 방식으로 서로 접속된 6개의 다이오드를 포함하는 3상 전파정류회로로 구성되고, 상기 평활회로는 상기 3상 전파정류회로의 양 모선과 음 모선 간에 직렬로 연결된 2개의 커패시터

를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0019] 또한, 상기 인버터는 세 개의 하프-브리지 인버터를 포함하는 3상 인버터인 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 제어부는 상기 하프-브리지 인버터에 포함된 상하 반도체 스위칭 소자의 ON 시간을 다르게 제어하여, 상기 인버터부가 출력하는 3상 교류 전류에 DC 오프셋을 부가하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 기준면에 대하여 상기 금속 스트립의 위치에 의해 결정되는 매개변수값을 감지하는 위치감지 수단을 더 포함할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 제어부는 상기 감지된 매개변수값에 대응하여 상기 어느 한쪽의 전자기 유도부에 인가되는 3상 교류전류의 DC 오프셋을 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 제어부는 상기 하프-브리지 인버터를 구동하는 PWM 신호의 생성에 사용되는 삼각파와 변조전압의 변조비를 조절함으로써 상기 전자기 유도부에 인가되는 3상 교류전류의 전압을 제어하고, 상기 변조전압의 주파수를 조절함으로써 상기 전자기 유도부에 인가되는 3상 교류전류의 주파수를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또한, 상기 한 쌍의 전자기 유도부 후단에 상기 금속 스트립에 부착된 도금층의 두께를 측정하는 두께측정 수단을 더 포함할 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 제어부는 상기 측정된 도금층의 두께에 대응하여 상기 한 쌍의 전자기 유도부에 인가되는 3상 교류전류의 전압 또는 주파수 중 적어도 어느 하나를 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 본 실시예의 또다른 측면에 의하면, 금속 스트립을 용융 도금욕으로부터 수직으로 상승 이송하는 과정, 상기 금속 스트립에 수직으로 이동 자계를 가하여 상기 금속 스트립의 도금부착량을 제어하는 과정 및 상기 금속 스트립에 수직으로 직류 자기장을 가하여 상기 금속 스트립의 진동을 억제하는 과정을 포함하되, 상기 3상의 교번 자기장 및 직류 자기장은 전자석의 각 상의 권선에 DC 오프셋을 가진 3상의 교류 전류를 인가함으로써 가해지는 것을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금시 도금부착량 제어 방법을 제공한다.
- [0027] 또한, 상기 금속 스트립에 부착된 도금층의 제어된 두께를 측정하는 과정 및 상기 측정된 도금층의 두께에 대응하여 상기 금속 스트립에 수직으로 가해지는 이동 자계의 세기를 조절하는 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0028] 또한, 기준면에 대하여 상기 금속 스트립의 위치에 의해 결정되는 매개변수값을 감지하는 과정 및 상기 감지된 매개변수값에 대응하여 상기 금속 스트립에 수직으로 가해지는 직류 자기장의 세기를 조절하는 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0029] 본 실시예의 다른 측면에 의하면, 용융 도금욕에서 배출되어 수직으로 상승 이동하는 금속 스트립에 수직으로 3상의 교번 자기장 및 직류 자기장을 가함으로써, 상기 3상의 교번 자기장을 이용하여 상기 금속 스트립의 도금부착량을 제어하고, 상기 직류 자기장을 이용하여 상기 금속 스트립의 진동을 억제하되, 상기 3상의 교번 자기장 및 직류 자기장은 전자석의 각 상의 권선에 DC 오프셋을 가진 3상의 교류 전류를 인가함으로써 생성하는 것임을 특징으로 하는 금속 스트립의 연속 도금시 도금부착량 제어 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0030] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예에 의하면, 연속 도금용 도금부착량 제어장치에 있어서 전자기 유도부에 DC 오프셋을 포함하는 3상의 교류를 인가함으로써, 용융도금 방식의 도금 설비에 있어서 금속 스트립 위의 과다한 용융도금층의 두께를 제어하는 동시에 금속 스트립의 진동을 억제할 수 있다.
- [0031] 또한, 하나의 전자기 유도부에 의해 AC 전자석과 DC 전자석을 동시에 구현함으로써, 자기력을 이용하는 별도의 진동억제 장치를 구비할 필요가 없다.
- [0032] 또한, 금속 스트립의 위치를 감지하는 수단 및 도금층의 두께를 측정하는 수단을 포함함으로써, 감지된 금속 스트립의 위치 및 도금층의 두께에 대응하여 고정 자계 및 교번 자계의 세기를 조절할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 이동하는 금속 스트립에 연속 용융도금을 실시하기 위한 설비의 개략 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 단위 자기 나이프의 개략적인 블록구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 단위 자기 나이프의 회로도이다.

도 4는 인버터부에 의해 생성된 3상의 교류전력을 각 상 별로 표현한 회로도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 선형 자기장을 발생시키기 위한 전자기 유도부의 개략적인 구조를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0035] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 '포함', '구비'한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0036] 도 1은 이동하는 금속 스트립에 연속 용융도금을 실시하기 위한 설비의 개략 구성도이다.
- [0037] 도 1에 도시된 설비는 아연, 알루미늄 또는 아연-알루미늄 합금과 같은 용융금속 도금욕(100)을 포함하며, 도금욕(100)을 통과하는 금속 스트립(110)이 침적되도록 구성된다. 금속 스트립(110)은 도금욕(100) 내에 설치된 롤(120)에 의해 도금욕(100)을 통과하여 거의 연직상방으로 방향이 바뀌고 상부롤(130)로 이동하여 다시 이동방향을 바꾼다. 침적롤(120)과 상부롤(130) 사이의 이동경로에는 거의 연직인 기준면(160)이 있다. 금속 스트립은 상부롤(130)을 지난 후 권취롤(140)에 감기거나 스트립 부재(미도시)로 절단된다. 도금욕(100) 내에서 침적롤(120)의 상부에 안정화롤(미도시) 및 보정롤(미도시)을 설치하여 금속 스트립(110)의 이동을 안내할 수도 있다.
- [0038] 도금욕(100)의 표면으로부터 금속 스트립(110)은 상부롤(130)까지 거의 지지를 받지 않고 계속 이동한다. 금속 스트립(110)이 도금욕(100)을 통과하면서 아연과 같은 도금욕(100) 내의 용융금속으로 도금된다. 도금욕(100)의 표면으로부터 사전에 정해진 높이에 금속 스트립(110) 상의 도금층 두께를 조절하기 위한 장치(자기 나이프 장치; 150)가 제공된다. 자기 나이프 장치(150)와 상부롤(130) 사이에는 도금층을 냉각하기 위한 냉각 장치(170)가 설치된다. 이로 인해 금속 스트립(110)이 상부롤(130)에 의해 다시 방향 전환되기 전에 도금층이 응고될 것이다.
- [0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 나이프 장치(150)는 도금욕(100)에서 배출되어 수직으로 상승하는 금속 스트립(110)에 수직으로 자기장이 가해지도록 상기 금속 스트립(110)의 전면과 후면에 설치되는 한 쌍의 전자기 유도부(151, 152) 및 각 전자기 유도부(151, 152)에 DC 오프셋을 포함하는 3상의 교류전류를 공급하는 전원공급수단(미도시)을 포함한다.
- [0040] 하나의 전원공급수단이 한 쌍의 전자기 유도부(151, 152)에 전원을 공급하도록 구성할 수도 있지만, 한 쌍의 전자기 유도부(151, 152) 각각이 별개의 전원공급수단을 구비할 수도 있다. 즉, 하나의 전자기 유도부와 하나의 전원공급수단이 1조를 이루는 "단위 자기 나이프" 2 조로 구성될 수도 있다. 특히, 한 쌍의 전자기 유도부에서 발생하는 자기장의 세기를 독립적으로 제어하고자 하는 경우 단위 자기 나이프 장치 2조로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0041] 이하에서는 도 2 및 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 전원공급수단을 설명하기로 한다. 도 2 및 도 3에서는 단위 자기 나이프 1조의 구성을 기준으로 설명한다.
- [0042] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 단위 자기 나이프의 개략적인 블록구성도이다.
- [0043] 전원공급수단(200)은 3상 교류전류를 직류로 정류하는 컨버터(210) 및 정류된 직류의 맥동분을 평활하는 평활회로(220), 평활회로(220)로부터 변환된 직류를 전달받아 소정의 주파수를 갖는 3상 교류 전류를 출력하는 인버터(230) 및 인버터(230)에 포함된 반도체 소자의 스위칭을 제어하는 제어부(240)를 포함한다.
- [0044] 전자기 유도부(151)는 인버터(230)로부터 3상 교류 전류를 입력받아 금속 스트립에 수직으로 자기장을

가한다. 즉, 전자기 유도부(151)는 금속 스트립의 전/후면에 수직으로 자기장을 가한다.

- [0045] 한편, 인버터(230)의 입력단의 전압 즉, DC 링크 전압을 제어하기 위해 평활회로 앞 단에 벡(Buck) 컨버터, 부스트(Boost) 컨버터 또는 벡/부스트 컨버터로 구성된 DC/DC 컨버터(미도시)를 더 포함할 수 있다. 또한, DC/DC 컨버터는 3상 인버터(330)의 출력단에 흐르는 전류를 측정하는 측정수단(미도시)으로부터, 측정된 전류를 입력받아 DC 링크 전압을 되먹임 제어할 수 있다. DC/DC 컨버터에 포함된 스위칭 소자를 PWM 제어하기 위해 별도의 제어부를 더 포함할 수도 있으며, 인버터(230)에 포함된 반도체 소자의 스위칭을 제어하는 제어부(240)가 DC/DC 컨버터의 제어를 병행하도록 구성될 수도 있다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 단위 자기 나이프의 회로도이다.
- [0047] 도 3에서는 컨버터(210)가 3상 전파정류회로(310)로 구현된 회로를 예시하고 있으며, 3상 하프-브리지 방식으로 서로 접속된 6개의 다이오드(311a, 311b, 311c, 311d, 311e, 311f)로 구현되어 있다. 또한 도 3에서는 평활회로(220)가 3상 전파정류회로(320)의 양(Positive) 모선과 음(Negative) 모선 간에 직렬로 연결된 2개의 커패시터(321, 322)로 구현된 회로(320)를 예시하고 있으며, 인버터(230)가 3개의 하프-브리지 인버터({331a, 331d}, {331b, 331e}, {331c, 331e})를 포함하는 3상 인버터(310)로 구현된 회로를 예시하고 있다. 도 3에서는 도시되어 있지 않지만, 제어부는 3상 인버터(230)를 구성하는 6개의 반도체 스위칭 소자(331a~331f)의 ON-OFF 스위칭을 제어하는 구동신호(U+, U-, V+, V-, W+, W-)를 공급한다.
- [0048] 먼저, 외부로부터 3상 교류전원(a,b,c)이 입력되면, 3상 전파정류회로(310)는 이를 정류하여 선간전압의 1.35배의 DC전압을 출력한다. 정류된 DC전압은 3상 전파정류회로(310)의 양 모선과 음 모선 간에 직렬로 연결된 2개의 커패시터(321, 322)에 충전되어 평활된 후 3상 인버터(330)에 인가된다.
- [0049] 3상 인버터(330)는 브릿지 접속된 반도체 스위칭 소자(331a~331f)와 각각의 반도체 스위칭 소자(331a~331f)에 병렬 접속된 환류 다이오드(미도시)를 포함하며, 직류 전원 전압으로서 평활회로(320)의 출력이 인가된다.
- [0050] 제어부는 구동 신호(U+, U-, V+, V-, W+, W-)를 공급하여 3상 인버터의 반도체 스위칭 소자(331a~331f)의 ON-OFF 스위칭 동작을 제어함으로써, 평활회로의 출력인 직류전압을 초핑(Chopping)하여 펄스폭을 변화시켜 출력 전압을 변화시키며, 동시에 주파수를 제어한다.
- [0051] 3상 인버터(330)에서는 3상의 교류전류가 출력되고, 출력된 3상의 교류전류는 전자기 유도부(350)의 각 상의 권선에 공급된다.
- [0052] 본 실시예에서 자기 나이프 장치는 전자기 유도부(350)에 DC 오프셋을 가진 3상의 교류전류를 인가함으로써 DC 자기력과 AC 자기력을 동시에 구현하는 방식으로 동작한다. 즉, 하나의 3상 인버터(330)를 이용하여 하나의 전자석을 포함하는 전자기 유도부(350)에 DC 오프셋을 가진 3상의 교류전류를 인가함으로써 DC 전자석과 AC 전자석을 동시에 구현하며, DC 전자석의 자기력을 이용하여 금속 스트립의 진동을 제어하고, AC 전자석에 의해 도금층에 발생하는 로렌츠 힘을 이용하여 도금층의 두께를 조절하는 자기 나이프 기능을 수행한다.
- [0053] 이를 위해 제어부는 120° 씩 분리되어 스위칭 되는 세 개의 하프-브리지 인버터를 포함하는 3상 인버터(330)에 구동신호를 공급함에 있어, 각 하프-브리지 인버터의 상하 반도체 스위칭 소자(331a~331f)의 ON 시간을 다르게 해 줌으로써 DC 오프셋을 가진 3상의 교류전력을 생성한다.
- [0054] 이와 같은 방식으로 3상 인버터(330)에 의해 생성된 3상의 교류전력을 각 상 별로 표현하면 도 4의 회로도 와 같다. 생성된 각 상은 120° 씩 위상차가 나는 상전압 Va, Vb, Vc 를 가지며, 공통적으로 DC 오프셋 성분인 Vdc 를 공통으로 가지게 된다.
- [0055] 평활회로(320)로부터의 입력을 Vs, 3상 인버터(330)에서 출력되는 각 상의 전압을 DVs라고 하고, 듀티비(Duty-ratio)를 AC와 DC로 나누어 표현하면, DVs는 다음의 수학적 1 및 수학적 2로 표현된다.

수학적 1

$$DV_S = (D_{dc} + D_{ac})V_S$$

[0056]

수학식 2

$$V_{dc} = D_{dc} \times V_S, \quad V_{ac} = D_{ac} \times V_S$$

[0057]

[0058]

여기서, D_{dc} 는 DC 성분의 듀티비를 의미하며, 하프-브리지 인버터의 상하 반도체 스위칭 소자({331a, 331d}, {331b, 331e}, {331c, 331e})의 ON 시간의 차에 의해 결정된다. D_{ac} 는 AC 성분의 듀티비를 의미하며, 하프-브리지 인버터를 구동하는 PWM 신호의 생성에 사용된 삼각파와 사인파의 크기비에 의해 결정된다.

[0059]

제어부는 하프-브리지 인버터의 상하 반도체 스위칭 소자({331a, 331d}, {331b, 331e}, {331c, 331e})의 ON 시간을 조절함으로써 D_{dc} 인자를 제어하며, 하프-브리지 인버터를 구동하는 PWM 신호의 생성에 사용된 삼각파와 사인파(변조전압: Modulation Voltage)의 변조비(Modulation Ratio)를 조절함으로써 구동신호인 펄스 파형의 D_{ac} 인자를 제어한다. 예를 들어, 스위칭 주기동안 S1 스위치의 ON 시간을 0.6으로, S2 스위치의 ON 시간을 0.4로 조절하는 경우에, D_{dc} 는 S1과 S2 스위치의 ON 시간의 차이인 0.2가 되고, 결과적으로 각 상 전압에는 $0.2V_S$ 만큼의 DC 오프셋 전압이 포함된다.

[0060]

한편, 수학식 1 및 수학식 2에서 알 수 있듯이, 3상 인버터(330)의 출력에 영향을 미치는 인자는 듀티비 뿐만 아니라 3상 인버터(330)의 입력 전압 즉, 평활회로(320)의 출력전압(DC 링크 전압)도 포함된다. 따라서 DC 링크 전압을 가변함으로써 3상 인버터(330)의 출력을 제어할 수 있다. 이를 위해 앞서 기술한 바와 같이 평활회로 앞 단에 벡(Buck) 컨버터, 부스트(Boost) 컨버터 또는 벡/부스트 컨버터로 구성된 DC/DC 컨버터를 포함할 수 있다. 또한 3상 인버터(330)의 출력단에 흐르는 전류를 측정하는 측정수단을 더 포함하여, 측정된 전류를 DC/DC 컨버터에 피드백하여 DC 링크 전압을 제어할 수 있다.

[0061]

DC 오프셋을 가진 3상의 교류전압이 전자기 유도부(350)의 각 상의 권선에 인가되면, 각 상의 권선에는 다음의 수학식 3, 수학식 4와 같은 DC 전류와 AC 전류가 흐르게 된다.

수학식 3

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R} = \frac{D_{dc} V_S}{R} \Rightarrow \Phi_{dc} \Rightarrow F_{dc}$$

[0062]

수학식 4

$$I_{ac} = \frac{V_{ac}}{j\omega L} = \frac{D_{ac} V_S}{j\omega L} \Rightarrow \Phi_{ac} \Rightarrow F_{ac}$$

[0063]

[0064]

여기서, R 및 L은 전자기 유도부의 각 권선의 저항 및 리액턴스 성분이다.

[0065]

본 실시예의 자기 나이프 장치는 전자기 유도부의 권선에 흐르는 전류의 직류성분인 I_{dc} 에 의한 자기력 F_{dc} 를 이용하여 금속 스트립의 진동을 억제하고, 교류성분인 I_{ac} 에 의해 발생한 교번 자속을 통해 금속 스트립의 도금층에 유도 전류 및 로렌츠 힘을 발생시켜 도금층의 두께를 제어한다.

[0066]

한편, 본 실시예에서 예시한 자기 나이프 장치는 센서 형태의 위치감지 수단을 포함할 수 있으며, 기준면(x)에 대해 금속 스트립의 위치에 의해 결정되는 매개변수값을 감지하도록 구성된다.

[0067]

이 경우 제어부는 위치감지 수단에 의해 감지된 매개변수값에 대응하여 어느 한쪽의 전자기 유도부에 인가되는 3상 교류전류의 DC 오프셋을 조절한다. 즉, 제어부는 금속 스트립이 전자기 유도부 중 하나로부터 수직방

향으로 멀어질 때 그 전자기 유도부에 인가되는 3상 교류전류의 DC 오프셋을 증가시키게끔 구성된다. 이렇게 조절된 DC 오프셋에 따른 DC전류 성분의 세기에 대응하여 전자기 유도부는 금속 스트립에 자기력을 가하게 된다. 금속 스트립에 가해지는 자기력은 적어도 이동방향과 기준면에 대하여 수직인 힘의 성분을 포함한다.

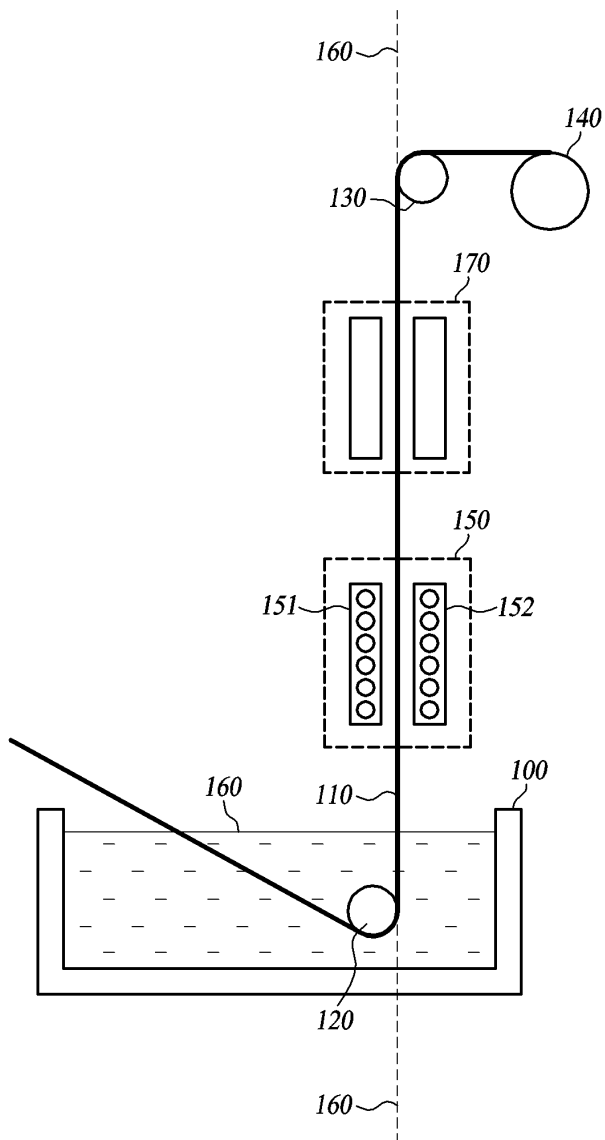
- [0068] 또한, 자기 나이프 장치는 한 쌍의 전자기 유도부 후단에 금속 스트립에 부착된 도금층의 두께를 측정하는 두께측정 수단을 더 포함할 수 있다.
- [0069] 이 경우 제어부는 두께측정 수단에 의해 측정된 도금층의 두께에 대응하여 한 쌍의 전자기 유도부에서 발생되는 자기장의 세기를 조절하도록 구성된다. 즉, 제어부는 측정된 도금층의 두께를 기준값과 비교하여, 하프-브리지 인버터를 구동하는 PWM 신호의 생성에 사용된 삼각파와 사인파(변조전압)의 변조비를 조절함으로써 전자기 유도부에 인가되는 3상 교류전류의 전압을 제어하고 변조전압의 주파수를 조절함으로써 3상 교류전류의 주파수를 제어하여, 결과적으로 도금층에 발생하는 로렌츠 힘의 크기를 조절한다. 이를 통해 금속 스트립에 부착된 도금층의 두께를 일정한 값으로 유지할 수 있다.
- [0070] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 선형 자기장을 발생시키기 위한 전자기 유도부의 개략적인 구조를 나타내는 도면이다.
- [0071] 도 5에 도시된 바와 같이, 전자기 유도부는 금속 스트립의 가로 방향으로 배치된 전자석으로 구성될 수 있다. 이는 선형 유도 전동기(Linear Induction Motor)의 1차 코어(primary core)의 형태와 동일하다.
- [0072] 전자기 유도부는 전원공급수단의 인버터부로부터 DC 오프셋을 가진 3상의 교류전류를 전달받아 이동 자계 및 고정 자계를 발생시키고, 이동 자계에 의한 전자기력으로 도금층을 와이핑하여 도금층의 두께를 제어하고, 고정 자계에 의한 전자기력으로 금속 스트립의 진동을 억제한다. 각 전자기 유도부는 여러 개의 와이핑 극(wiping pole)이 각각 포함될 수 있다. 와이핑 극의 개수가 많아질수록 금속 스트립 상의 도금층에 작용하는 로렌츠 힘은 증가하게 된다.
- [0073] 이상의 설명은 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

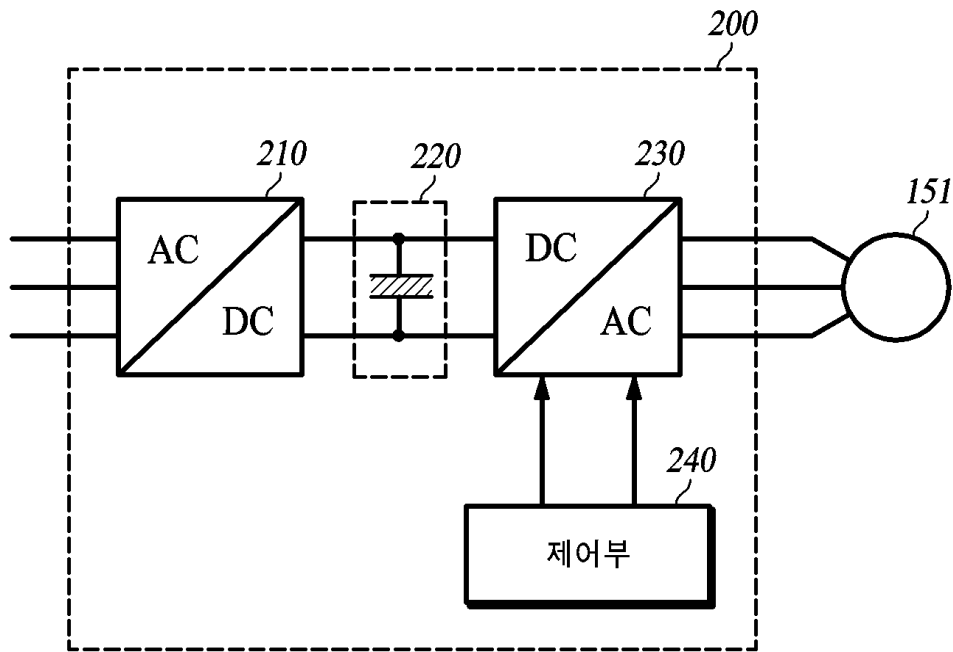
- [0074] 100: 도금욕 110: 금속 스트립
- 120: 침적롤 130: 상부롤
- 140: 권취롤 150: 자기 나이프 장치
- 160: 기준면 170: 냉각 장치
- 200: 전원공급수단 210: 컨버터
- 220: 평활회로 230: 인버터
- 240: 제어부 310: 3상 전과정류회로
- 320: 평활회로 330: 3상 인버터
- 350: 전자기 유도부

도면

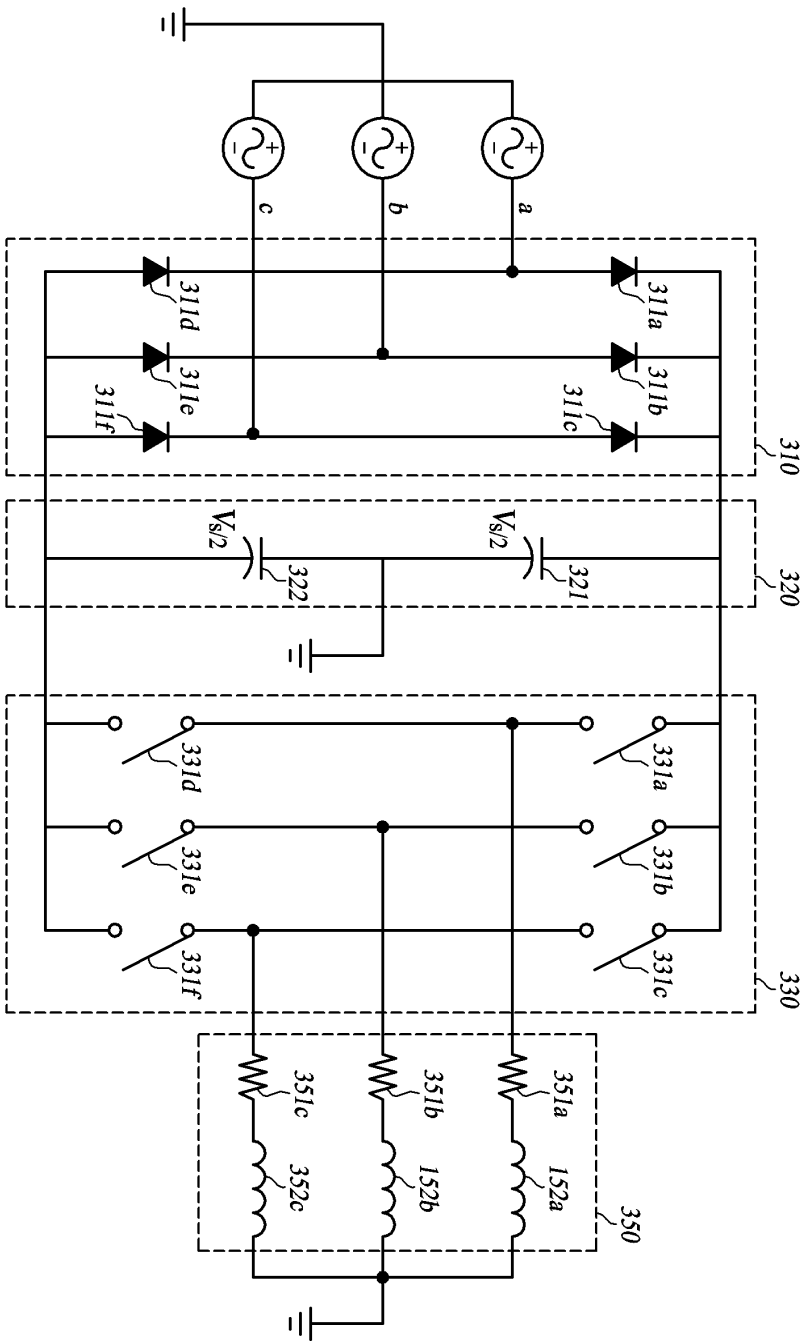
도면1



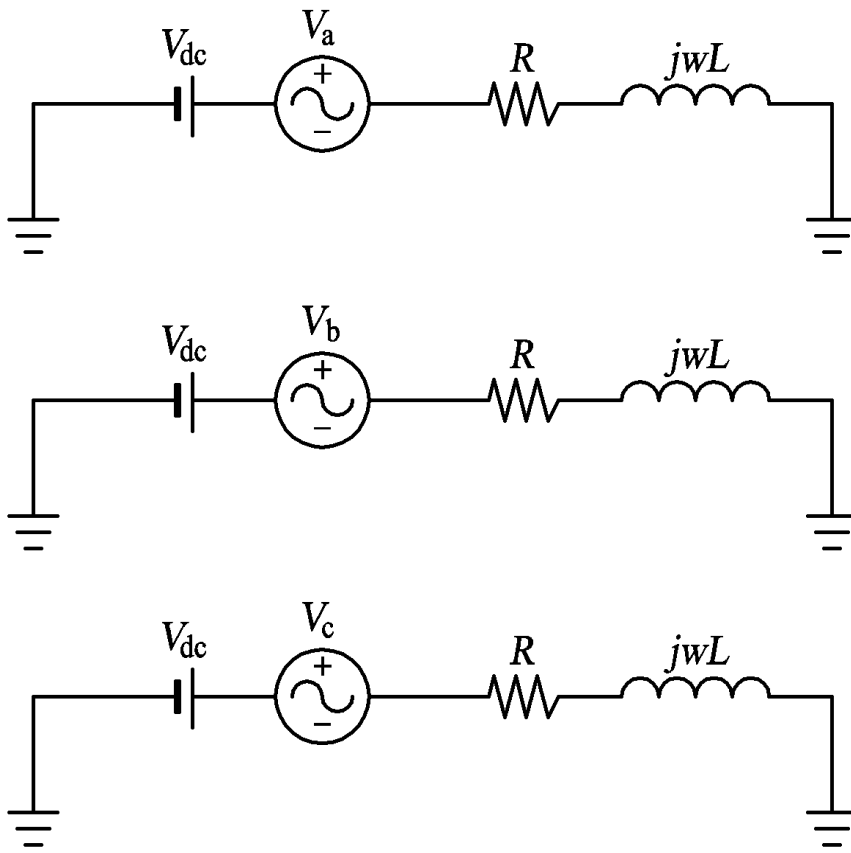
도면2



도면3



도면4



도면5

