



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0025451
(43) 공개일자 2017년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 26/03 (2014.01) B23K 31/12 (2006.01)
G01N 21/84 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 26/03 (2013.01)
B23K 26/032 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0121905
(22) 출원일자 2015년08월28일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성에스디아이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 공세로 150-20 (공세동)
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
정익재
경기도 용인시 기흥구 공세로 150-20 (공세동)
이시카와 테츠히로
경기도 용인시 기흥구 공세로 150-20 (공세동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
강신섭, 문용호, 이용우

전체 청구항 수 : 총 11 항

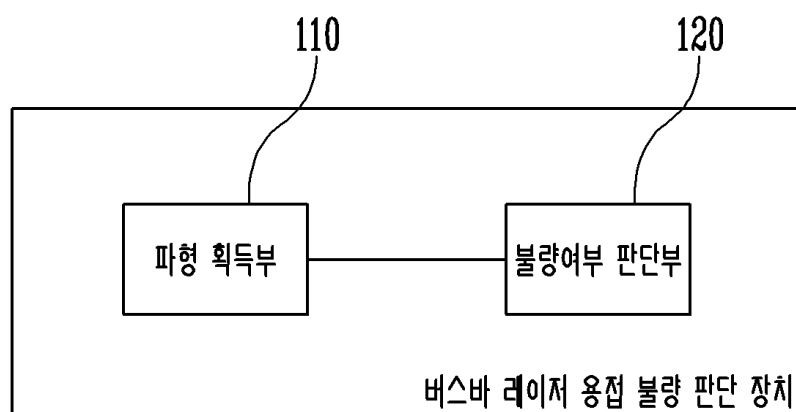
(54) 발명의 명칭 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법 및 장치

(57) 요약

버스바 레이저 용접 불량 판단 방법이 개시된다. 개시된 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법은, 경사면을 갖는 용접홈이 형성된 버스바에 대한 레이저 용접시 발생하는 플라즈마 광의 파형을 획득하는 단계-상기 파형은 상기 플라즈마 광의 시간에 따른 인텐시티(intensity) 정보를 포함함-; 및 상기 파형의 인텐시티 평균, 초기 기울기 및 표준편차 중 적어도 하나에 기초하여 레이저 용접 불량여부를 판단하는 단계;를 포함한다. 본 발명에 따르면, 경사면을 갖는 용접홈이 형성된 버스바와 배터리 셀의 전극 단자에 대한 알루미늄 레이저 용접시, 용접홈 경사면에 용접이 되는 불량과, 용접홈을 벗어나 버스바의 외부표면에 용접이 되는 불량을 보다 신속하고 정확하게 판단할 수 있는 장점이 있다.

대표도 - 도2

100



(52) CPC특허분류

B23K 31/125 (2013.01)

G01N 21/84 (2013.01)

(72) 발명자

배민철

경기도 용인시 기흥구 공세로 150-20 (공세동)

박덕조

경기도 용인시 기흥구 공세로 150-20 (공세동)

최홍근

경기도 용인시 기흥구 공세로 150-20 (공세동)

이지호

경기도 용인시 기흥구 공세로 150-20 (공세동)

조상명

부산광역시 남구 용소로 45 (대연동)

박영환

부산광역시 남구 용소로 45 (대연동)

변재규

부산광역시 남구 용소로 45 (대연동)

명세서

청구범위

청구항 1

경사면을 갖는 용접홈이 형성된 버스바에 대한 레이저 용접시 발생하는 플라즈마 광의 파형을 획득하는 단계-상기 파형은 상기 플라즈마 광의 시간에 따른 인텐시티(intensity) 정보를 포함함-; 및

상기 파형의 인텐시티 평균, 초기 기울기 및 표준편차 중 적어도 하나에 기초하여 레이저 용접 불량여부를 판단하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 판단하는 단계는, 상기 파형의 인텐시티 평균이 기준값 이하인지를 구별하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 판단하는 단계는, 상기 인텐시티 평균이 기준값 이하인 경우, 상기 파형의 초기 기울기가 제1 기울기값 이하인지를 구별하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 판단하는 단계는 상기 초기 기울기가 제1 기울기값 이하인 경우, 상기 버스바에 대한 레이저 용접이 상기 버스바의 용접홈 경사면에 이루어지는 용접 불량인 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 판단하는 단계는, 상기 인텐시티 평균이 기준값을 초과하는 경우, 상기 파형의 초기 기울기가 제2 기울기값을 초과하는지를 구별하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 판단하는 단계는, 상기 초기 기울기가 제2 기울기값을 초과하는 경우, 상기 파형의 표준편차가 기준값 이하인지를 구별하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 판단하는 단계는 상기 표준편차가 기준값 이하인 경우, 상기 버스바에 대한 레이저 용접이 상기 버스바의 용접홈을 벗어난 상기 버스바의 외부표면에 이루어지는 용접 불량인 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 레이저 용접은 알루미늄 레이저 용접이며,

상기 레이저 용접에 의해 알루미늄 재질의 상기 버스바는 알루미늄 재질의 배터리 셀의 전극 단자에 용접되는 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법.

청구항 9

경사면을 갖는 용접홈이 형성된 버스바에 대한 레이저 용접시 발생하는 플라즈마 광의 파형을 획득하는 플라즈마 광 파형 획득부-상기 파형은 상기 플라즈마 광의 시간에 따른 인텐시티(intensity) 정보를 포함함-; 및

상기 파형의 인텐시티 평균, 초기 기울기 및 표준편차 중 적어도 하나에 기초하여 레이저 용접 불량여부를 판단하는 불량여부 판단부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 불량여부 판단부는, 상기 파형의 인텐시티 평균이 기준값 이하인지를 구별하고,

상기 인텐시티 평균이 기준값 이하인 경우, 상기 파형의 초기 기울기가 제1 기울기값 이하인지를 구별하고, 상기 초기 기울기가 제1 기울기값 이하인 경우, 상기 버스바에 대한 레이저 용접이 상기 버스바의 용접홈 경사면에 이루어지는 용접 불량이 발생한 것으로 판단하며,

상기 인텐시티 평균이 기준값을 초과하는 경우, 상기 파형의 초기 기울기가 제2 기울기값을 초과하는지를 구별하고, 상기 초기 기울기가 제2 기울기값을 초과하는 경우, 상기 파형의 표준편차가 기준값 이하인지를 구별하며, 상기 표준편차가 기준값 이하인 경우, 상기 버스바에 대한 레이저 용접이 상기 버스바의 용접홈을 벗어난 상기 버스바의 외부표면에 이루어지는 용접 불량이 발생한 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제2 기울기값은 상기 제1 기울기값보다 큰 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 용접 불량률의 유형을 신속하고 정확하게 판단할 수 있는 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 버스바는 다수의 배터리 셀들을 직렬 또는 병렬로 연결하는 전기적 통로로 사용되며, 배터리 셀의 단자와 버스바의 연결을 위한 연결부에는 일반적으로 볼팅 체결 방식이 적용된다.

[0003] 볼팅 체결 방식의 경우, 단자와 버스바의 접촉저항이 상대적으로 크고, 이에 따라, 높은 전류가 버스바에 흐를 때 버스바가 과열되어 본래의 성능을 발휘하지 못하는 문제가 발생할 수 있다.

[0004] 이러한 문제점을 해결하기 위해 볼팅 체결 방식 대신 레이저 용접 방식이 적용될 수 있다.

[0005] 레이저 용접 방식의 경우, 연결부가 단자와 금속적으로 하나가 되면서 저항이 상당히 낮아지므로, 높은 전류가 인가되더라도 볼팅 체결 방식 대비 온도 상승이 낮아질 수 있다.

[0006] 또한, 레이저 용접은 높은 에너지 밀도로 용접하는 방식으로, 볼팅 체결에 비해 신속하게 연결부를 형성하여 생산성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

[0007] 이러한 레이저 용접을 적용함에 있어서, 용접 중 품질을 모니터링하는 기술이 요구된다.

[0008] 용접 중 품질을 모니터링하는 기술로서, 레이저 용접시 발생하는 플라즈마의 광을 포토센서로 계측하여 파형 특성을 분석하는 기술이 널리 알려져 있다.

[0009] 한편, 철강재료를 대상으로 하는 레이저 용접 모니터링 기술은 개발 및 적용이 이루어지고 있으나, 알루미늄을 대상으로 하는 레이저 용접 모니터링은 알루미늄 스패터(spatter)가 일으키는 알루미늄 산화반응이 계측 데이터에 노이즈로 작용해 파형 해석에 많은 어려움을 주고 있는 실정이다.

[0010] 즉, 알루미늄을 대상으로 하는 레이저 용접 모니터링은 알루미늄의 비중이 낮아 레이저 용접 시 비교적 작은 힘으로도 스패터가 다량 발생하는 특성을 지니고 있는데, 이때 발생하는 고온의 스패터는 알루미늄 산화반응을 일으켜 알루미늄 자체가 플라즈마화되면서 생기는 광파장인 396nm와는 다른 510nm의 광파장을 갖는 광을 발생시킨다. 이러한 알루미늄 스패터가 일으키는 알루미늄 산화반응이 계측 데이터에 노이즈로 작용하는 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명에서는 경사면을 갖는 용접홈이 형성된 버스바와 배터리 셀의 전극 단자에 대한 레이저 용접시, 용접홈 경사면에 용접이 되는 불량과, 용접홈을 벗어나 버스바의 외부표면에 용접이 되는 불량을 보다 신속하고 정확하게 판단할 수 있는 버스바 레이저 용접 품질 판단 방법 및 장치를 제안하고자 한다.

[0012] 본 발명의 다른 목적들은 하기의 실시예를 통해 당업자에 의해 도출될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 경사면을 갖는 용접홈이 형성된 버스바에 대한 레이저 용접시 발생하는 플라즈마 광의 파형을 획득하는 단계-상기 파형은 상기 플라즈마 광의 시간에 따른 인텐시티(intensity) 정보를 포함함-; 및 상기 파형의 인텐시티 평균, 초기 기울기 및 표준편차 중 적어도 하나에 기초하여 레이저 용접 불량여부를 판단하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법이 제공된다.

[0014] 상기 판단하는 단계는, 상기 파형의 인텐시티 평균이 기준값 이하인지를 구별하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 판단하는 단계는, 상기 인텐시티 평균이 기준값 이하인 경우, 상기 파형의 초기 기울기가 제1 기울기값 이하인지를 구별하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 판단하는 단계는 상기 초기 기울기가 제1 기울기값 이하인 경우, 상기 버스바에 대한 레이저 용접이 상기 버스바의 용접홈 경사면에 이루어지는 용접 불량인 것으로 판단할 수 있다.

[0017] 상기 판단하는 단계는, 상기 인텐시티 평균이 기준값을 초과하는 경우, 상기 파형의 초기 기울기가 제2 기울기값을 초과하는지를 구별하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 판단하는 단계는, 상기 초기 기울기가 제2 기울기값을 초과하는 경우, 상기 파형의 표준편차가 기준값 이하인지를 구별하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0019] 상기 판단하는 단계는 상기 표준편차가 기준값 이하인 경우, 상기 버스바에 대한 레이저 용접이 상기 버스바의 용접홈을 벗어난 상기 버스바의 외부표면에 이루어지는 용접 불량인 것으로 판단할 수 있다.

[0020] 상기 레이저 용접은 알루미늄 레이저 용접이며, 상기 레이저 용접에 의해 알루미늄 재질의 상기 버스바는 알루미늄 재질의 배터리 셀의 전극 단자에 용접될 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 경사면을 갖는 용접홈이 형성된 버스바에 대한 레이저 용접시 발생하는 플라즈마 광의 파형을 획득하는 플라즈마 광 파형 획득부-상기 파형은 상기 플라즈마 광의 시간에 따른 인텐시티(intensity) 정보를 포함함-; 및 상기 파형의 인텐시티 평균, 초기 기울기 및 표준편차 중 적어도 하나에 기초하여 레이저 용접 불량여부를 판단하는 불량여부 판단부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 버스바 레이저 용접 불량 판단 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따르면, 경사면을 갖는 용접홈이 형성된 버스바와 배터리 셀의 전극 단자에 대한 레이저 용접시, 용접홈 경사면에 용접이 되는 불량과, 용접홈을 벗어나 버스바의 외부표면에 용접이 되는 불량을 보다 신속하고 정확하게 판단할 수 있는 장점이 있다.

[0023] 또한, 본 발명에 따르면, 알루미늄을 대상으로 하는 레이저 용접시 발생하는 고온의 스패터에 의한 알루미늄 산

화반응 노이즈를 최소화하여 보다 정확하게 용접 불량을 판단할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 배터리 셀의 전극 단자에 버스바가 레이저 용접되는 상태에 대한 단면도를 유형별로 도시하는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 버스바 레이저 용접 불량 판단 장치의 구성을 개략적으로 도시하는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법을 시간의 흐름에 따라 도시하는 순서도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 과형 획득부의 상세한 구성을 도시하는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 과형 획득부에 의해 획득된 과형을 도시하는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 불량여부를 판단하는 단계를 시간의 흐름에 따라 도시하는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0026] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0028] 버스바는 다수의 배터리 셀들을 직렬 또는 병렬로 전기적으로 연결하기 위하여, 다수의 배터리 셀들에 포함된 두 개의 전극 단자를 가로 질러 놓일 수 있다.
- [0029] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 버스바 및 전극 단자들은 알루미늄 재질로 이루어질 수 있고, 하나의 버스바는 두 개의 전극 단자에 알루미늄 레이저 용접으로 결합될 수 있는데, 용접이 이루어지는 위치에 따라 용접 불량 발생할 수 있다.
- [0030] 도 1은 배터리 셀의 전극 단자(10)에 버스바(20)가 레이저 용접되는 상태에 대한 단면도를 유형별로 도시하는 도면이다. 보다 상세하게, 도 1a는 용접홈(22) 바닥면에 용접이 이루어진 상태를, 도 1b는 용접홈(22)의 경사면(24)에 용접이 이루어진 상태를, 그리고, 도 1c는 용접홈(24)을 벗어나 버스바의 외부표면에 용접이 이루어진 상태를 각각 도시한다.
- [0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 버스바(20)에는 용접홈(22)이 형성되어 있고, 용접홈(22)은 경사면(24)을 갖는다. 이를 위해, 용접홈은 면치가공될 수 있다.
- [0032] 도 1a에 도시된 바와 같이, 용접홈 중앙에 용접이 이루어지면 정상 용접이라 볼 수 있으나, 도 1b나 도 1c에 도시된 바와 같이, 용접홈 경사면이나 외부표면에 용접이 이루어지는 경우에는 용접 위치가 어긋나면서 발생하는 불량 용접이라 볼 수 있다.
- [0033] 본 발명에서는 버스바(20)에 경사면(24)을 갖는 용접홈(22)이 존재할 때, 용접홈 경사면에 용접(이하, 설명의 편의를 위해, '경사면 용접'이라 함)이 되는 불량과, 용접홈을 벗어나 버스바의 외부표면에 용접(이하, 설명의 편의를 위해, '외부표면 용접'이라 함)이 되는 불량을 보다 신속하고 정확하게 판단하는 방법과 장치를 제안한다.
- [0034] 본 발명에 따르면, 알루미늄을 대상으로 하는 레이저 용접시 발생하는 고온의 스패터에 의한 알루미늄 산화반응 노이즈를 최소화하여 보다 정확하게 용접 불량을 판단할 수 있는 장점이 있다.
- [0036] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 버스바 레이저 용접 불량 판단 장치(100)의 구성을 개략적으로 도시하는 도면이다.
- [0037] 그리고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법을 시간의 흐름에 따라 도시하

는 순서도이다.

- [0038] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 버스바 레이저 용접 불량 판단 장치(100, 이하, 설명의 편의를 위해, '용접 불량 판단 장치'라 함)는 파형 획득부(110) 및 불량여부 판단부(120)를 포함하고, 버스바 레이저 용접 불량 판단 방법(이하, 설명의 편의를 위해, '용접 불량 판단 방법'이라 함)은 플라즈마 광의 파형을 획득하는 단계(S210) 및 불량여부를 판단하는 단계(S220)를 포함한다.
- [0039] 먼저, 플라즈마 광의 파형을 획득하는 단계(S210)에서 파형 획득부(110)는 버스바(20)에 대한 알루미늄 레이저 용접시 발생하는 플라즈마 광의 파형을 획득한다.
- [0040] 이를 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 파형 획득부(110)는 도 4에 도시된 바와 같이, 포토센서(112), 신호증폭기(114) 및 A/D 변환기(116)를 포함할 수 있다.
- [0041] 즉, 포토센서(112)가 용접 중 발생하는 플라즈마의 광을 센싱하고, 센싱된 신호는 신호증폭기(114)를 통하여 증폭된 후, A/D 변환기(Analog to Digital Converter, 116)에 의해 디지털 신호로 변환되어 도 5에 도시된 바와 같은 파형으로 출력될 수 있다.
- [0042] 도 5에서 가로축은 시간(sec)이고, 세로축은 센싱된 플라즈마 광의 상대적인 세기(인텐시티, intensity)로서 본 발명에서는 설명의 편의를 위해 0~10 범위의 값을 갖는 무차원의 상대적인 세기값을 사용하는 것으로 가정한다.
- [0043] 포토센서는 레이저 용접 시스템과 동축으로 설치되어 용접 중 발생하는 플라즈마의 광을 센싱할 수 있고, 본 발명의 일 실시예에 따른 포토센서의 수광 파장범위로는 190~680nm를 사용할 수 있다.
- [0044] 그리고, 모니터링 파형의 초당 샘플링 속도는 10,000sample/sec 이상일 수 있다.
- [0045] 다음으로, 불량여부를 판단하는 단계(S220)에서 불량여부 판단부(120)는 상기 획득한 파형의 인텐시티 평균, 초기 기울기 및 표준편차 중 적어도 하나에 기초하여 알루미늄 레이저 용접 불량여부를 판단한다.
- [0046] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 파형의 초기 기울기 정보는 9점 이동 평균법에 의해 얻어질 수 있다.
- [0047] 이하, 도 6을 참조하여 불량여부를 판단하는 단계(S220)를 보다 상세히 설명한다.
- [0049] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 불량여부를 판단하는 단계(S220)를 시간의 흐름에 따라 도시하는 순서도이다.
- [0050] 도 6에 도시된 바와 같이, 불량여부를 판단하는 단계(S220)는 파형의 인텐시티 평균을 평가하는 단계(S221), 파형의 초기 기울기를 분석하는 단계(S222, S223), 파형의 표준편차를 분석하는 단계(S224), 및 용접 불량 여부를 결정하는 단계(S225 내지 S227)를 포함할 수 있다. 용접속도, 레이저 출력, 차폐가스 유량, 레이저 초점의 변경은 인텐시티 평균의 경향으로 판별이 가능하다. 면치가공된 용접홈의 경우 용접선 추적 정밀도를 이동평균과 초기 기울기 및 표준편차를 이용하여 양부를 판단할 수 있다. 용접속도의 경우 용접속도가 빨라질수록 파형 인텐시티의 평균은 감소하게 된다. 레이저 출력의 경우 출력이 커질수록 파형 인텐시티의 평균은 증가하게 된다. 차폐가스 유량의 경우 감소함에 따라 파형 인텐시티의 평균은 증가하게 된다. 레이저 초점의 경우 초점위치가 (-)로 이동하면 파형 인텐시티의 평균은 증가하게 되고, (+)로 이동하면 파형 인텐시티의 평균은 감소하게 된다. 면치가공된 용접홈에서 바닥면과 경사면, 면치가공되지 않은 버스바 윗면에 용접될 때 차이를 파형분석을 통해 알 수 있다.
- [0051] 보다 상세하게, 본 발명의 일 실시예에 따른 불량여부를 판단하는 단계(S220)에서는 먼저, 상기 파형의 인텐시티 평균이 기준값 이하인지를 구별한다(S221).
- [0052] 경사면(24) 용접시에는, 경사면에서 레이저가 반사를 일으켜 레이저출력에 의해 모재가 용융되면서 발생하는 플라즈마의 양이 감소하게 된다. 그리고, 외부표면 용접시에는, 포토센서로부터 실제 용접이 이루어지는 위치까지의 거리가 포토센서로부터 용접을 하고자 하는 위치까지의 거리보다 더 가깝게 되어 레이저출력에 의해 모재가 용융되면서 발생하는 플라즈마의 양이 증가하게 된다. 따라서, 파형의 인텐시티 평균이 낮은 수준인지를 평가하여 경사면 용접인지 여부를 판단할 수 있다.
- [0053] 앞서 설명한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 인텐시티는 0~10 범위의 값을 가질 수 있고, 이때, 실험적으로 경사면 용접시에 3.4~3.8의 값, 외부표면 용접시에 4.2~5.0의 값, 그리고, 실제 용접하고자 하는 위치(즉, 용접홈 바닥면) 용접시에 3.6~4.6의 값을 갖는 경우, 인텐시티 평균의 기준값은 4일 수 있다.

- [0054] 즉, 인텐시티 평균을 평가하는 단계(S221)에서는 상기 획득한 파형의 인텐시티 평균이 상대적인 세기값의 범위 0~10에서 기준값인 4이하의 값을 갖는지를 구별한다.
- [0055] 다음으로, 상기 인텐시티 평균이 기준값 이하인 것으로 구별된 경우, 상기 파형의 초기 기울기가 제1 기울기값 이하인지를 구별한다(S223). 정상 용접시에도 인텐시티의 산포는 크게 나타날 수 있으므로, 본 발명에서는 파형의 인텐시티 평균을 평가한 후 추가로 파형의 초기 기울기를 분석한다.
- [0056] 파형의 초기 기울기가 큰 것은, 용접 초기에 레이저출력에 의해 모재가 용융되면서 발생하는 플라즈마의 양이 급격하게 증가하였음을 의미한다. 또한, 포토센서로부터 실제 용접이 이루어지는 위치까지의 거리가 가깝게 되면 초기 기울기 값이 커질 수 있고, 포토센서로부터 실제 용접이 이루어지는 위치까지의 거리가 멀거나, 경사면에서 레이저가 반사를 일으키면 초기 기울기 값이 작아질 수 있다. 따라서, 파형의 초기 기울기가 낮은 수준인지를 분석하여 경사면 용접인지 여부를 판단할 수 있다.
- [0057] 앞서 설명한 바와 같이, 파형의 초기 기울기는 9점 이동 평균법에 의해 도출될 수 있다.
- [0058] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 단계(S221)에서 파형의 인텐시티 평균의 기준값이 4인 경우, 단계(S223)에서 파형의 초기 기울기를 분석하는 제1 기울기값은 450일 수 있다. 기울기값 450은 일레로 0.01초 동안 상대적인 세기값이 평균적으로 4.5 증가하였음을 의미한다.
- [0059] 즉, 초기 기울기를 분석하는 단계(S223)에서는 상기 획득한 파형의 인텐시티 평균이 기준값인 4이하인 경우, 초기 기울기가 제1 기울기값인 450이하인지를 구별한다.
- [0060] 다음으로, 상기 초기 기울기가 제1 기울기값 이하인 것으로 구별된 경우, 상기 버스바(20)에 대한 레이저 용접이 상기 버스바(20)의 용접홈(22) 경사면(24)에 이루어지는 용접 불량인 것으로 판단한다(S225).
- [0061] 즉, 파형의 인텐시티 평균이 기준값 이하로서 낮고, 초기 기울기도 제1 기울기값 이하로서 낮은 경우는(S221, S223, S225), 레이저출력에 의해 모재가 용융되는 양이 작고 이에 따라 발생하는 플라즈마의 양도 작은 경우로 볼 수 있으므로, 버스바 용접홈 경사면에서 레이저가 반사를 일으키는 용접 상태에 해당하는 것으로 판단한다.
- [0062] 일레로, 파형의 인텐시티 평균이 4이하이고, 파형의 초기 기울기가 450이하인 경우에는, 포토센서로부터 비교적 먼 위치에서 용접이 이루어지고 있고 모재의 용융에 의한 플라즈마의 양도 적게 발생하는 것을 의미하므로, 버스바의 용접홈 경사면에 이루어지는 용접 불량으로 판단할 수 있다.
- [0063] 상기와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 불량 판단 방법은 면치가공된 용접홈 경사면에 용접이 되는 불량을 단지 두 단계(S221, S223)의 판단 과정을 통하여 신속하고 정확하게 판단할 수 있다.
- [0064] 한편, 파형의 인텐시티 평균이 기준값 이하로서 낮은 수준이나, 파형의 초기 기울기가 제1 기울기값 초과로서 높은 수준인 경우에는 정상 용접인 것으로 판단한다(S223, S227).
- [0066] 계속하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 불량 판단 방법은 용접홈을 벗어난 버스바 외부표면 용접을 판단하기 위하여, 인텐시티 평균을 평가하는 단계(S221)에서의 평가 결과, 상기 인텐시티 평균이 기준값을 초과하는 경우, 상기 파형의 초기 기울기가 제2 기울기값을 초과하는지를 구별한다(S222).
- [0067] 이때, 외부표면 용접을 판단하기 위한 제2 기울기값은 경사면 용접을 판단하는 제1 기울기값보다 큰 값을 갖는다. 앞서 설명한 바와 같이, 경사면 용접시에는 포토센서와 용접 위치 사이의 거리가 비교적 멀고 경사면에서의 레이저 반사에 의해 모재의 용융된 양이 작으므로 낮은 수준의 기울기값(제1 기울기값)을 이용하나, 외부표면 용접시에는 포토센서와 용접 위치 사이의 거리가 가깝고 용접 초기에 모재가 용융되어 발생하는 플라즈마의 양이 급격하게 증가하므로 높은 수준의 기울기값(제2 기울기값)을 이용하는 것이다.
- [0068] 다시 말해, 파형의 인텐시티 평균이 낮은 수준인지를 평가 및 파형의 초기 기울기가 낮은 수준인지를 분석하는 경사면 용접 판단과는 달리, 외부표면 용접 판단은 파형의 인텐시티 평균이 높은 수준인지를 평가 및 파형의 초기 기울기가 높은 수준인지를 분석한다.
- [0069] 본 발명의 일 실시예에 따라, 인텐시티 평균의 기준값이 4이고, 제1 기울기값이 450인 경우, 제2 기울기값은 550일 수 있다. 기울기값 550은 일레로 0.01초 동안 상대적인 세기값이 평균적으로 5.5 증가하였음을 의미한다.
- [0070] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 불량 판단 방법은 외부표면 용접을 판단하기 위하여, 추가로, 파형의 표준편차를 분석한다. 즉, 파형의 초기 기울기가 제2 기울기값을 초과하는 경우, 파형의 표준편차가 기준값 이

하인지를 구별한다(S224).

- [0071] 도 1a에 도시된 바와 같이, 용접하고자 하는 위치인 용접홈(22)에서 용접이 이루어지면, 버스바(20)와 배터리 셀의 전극 단자(10) 모두를 관통하여 용접이 되기 때문에, 모재의 용융에 따라 발생하는 플라즈마는 버스바의 위쪽뿐만 아니라 버스바와 전극 단자 사이의 경계면으로도 일부 빠져나가게 되어 파형의 표준편차가 크다. 반면, 도 1c에 도시된 바와 같이, 용접홈(22)을 벗어나 버스바의 외부표면에서 용접이 이루어지면, 버스바(20)에서만 용접이 되기 때문에, 파형의 표준편차가 작게 나타난다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 불량 판단 방법은 외부표면 용접 불량을 판단하기 위하여, 파형의 인텐시티 평균 및 초기 기울기뿐만 아니라 파형의 표준편차를 추가로 이용한다.
- [0072] 본 발명의 일 실시예에 따라, 파형의 인텐시티 평균의 기준값이 4이고, 제2 기울기값이 550인 경우, 파형의 표준편차의 기준값은 0.85일 수 있다.
- [0073] 즉, 표준편차를 분석하는 단계(S224)에서는 상기 획득한 파형의 초기 기울기가 제2 기울기값인 550을 초과하는 경우, 파형의 표준편차가 기준값인 0.85이하인지를 구별한다.
- [0074] 다음으로, 표준편차를 분석하는 단계(S224)에서 상기 표준편차가 기준값 이하인 것으로 구별된 경우, 상기 버스바(20)에 대한 레이저 용접이 상기 버스바(20)의 용접홈(22)을 벗어난 상기 버스바(20)의 외부표면에 이루어지는 용접 불량인 것으로 판단한다(S226).
- [0075] 즉, 파형의 인텐시티 평균이 기준값 초과로서 높고 초기 기울기도 제2 기울기값 초과로서 높으며 파형의 표준편차가 기준값 이하로서 낮은 경우는(S221, S222, S224, 226), 레이저출력에 의해 모재가 용융되는 양이 많고 이에 따라 발생하는 플라즈마의 양도 많으며 버스바와 전극 단자 사이의 경계면으로의 유출 없이 버스바의 위쪽으로부터 플라즈마가 발생하는 경우로 볼 수 있으므로, 포토센서로부터 비교적 가까운 위치에서 버스바에서만 용접이 이루어지는 용접 상태에 해당하는 것으로 판단한다.
- [0076] 일례로, 파형의 인텐시티 평균이 4초과이고, 파형의 초기 기울기가 550초과이며, 파형의 표준편차가 0.85이하인 경우, 포토센서로부터 비교적 가까운 위치에서 버스바 및 전극 단자를 모두 관통하는 것이 아닌 버스바에서만 용접이 이루어지는 외부표면 용접 불량인 것으로 판단할 수 있다.
- [0077] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 불량 판단 방법은 면치가공된 용접홈을 벗어나 버스바의 외부표면에 용접이 되는 불량을 단지 세 단계(S221, S222, S224)의 판단 과정을 통하여 신속하고 정확하게 판단할 수 있다.
- [0078] 한편, 파형의 인텐시티 평균이 기준값 초과로서 높은 수준이나, 파형의 초기 기울기가 제2 기울기값 이하로서 낮은 수준인 경우에는 정상 용접인 것으로 판단하고(S222, S227), 파형의 초기 기울기가 제2 기울기값 초과로서 높은 수준이라 하더라도 파형의 표준편차가 기준값 초과로서 높은 수준인 경우에는 정상 용접인 것으로 판단한다(S222, S224, S227). 다시 말해, 상기 용접 불량량의 두 유형을 판단하는 과정에 있어서, 단계(S222), 단계(S223), 및 단계(S224)를 만족하지 않는 경우에는 버스바(20)에 대한 레이저 용접이 버스바(20)의 용접홈 바닥면에 이루어지는 정상 용접인 것으로 판단한다(S227).
- [0079] 상기한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 경사면(24)을 갖는 용접홈(22)이 형성된 버스바(20)와 배터리 셀의 전극 단자(10)에 대한 레이저 용접시, 용접홈 경사면에 용접이 되는 불량을 단지 두 단계(S221, S223), 즉, 파형의 인텐시티 평균을 평가하는 단계(S221) 및 파형의 초기 기울기를 분석하는 단계(S223)의 판단 과정을 통하여 결정할 수 있고, 그리고, 용접홈을 벗어나 버스바의 외부표면에 용접이 되는 불량을 단지 세 단계(S221, S222, S224), 즉, 파형의 인텐시티 평균을 평가하는 단계(S221), 파형의 초기 기울기를 분석하는 단계(S223) 및 파형의 표준편차를 분석하는 단계(S224)의 판단 과정을 통하여 결정할 수 있으므로, 보다 신속하고 정확하게 용접 불량을 판단할 수 있다.
- [0080] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급

언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 일 실시예들의 동작을 수행하기 위해 적어도 하나의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

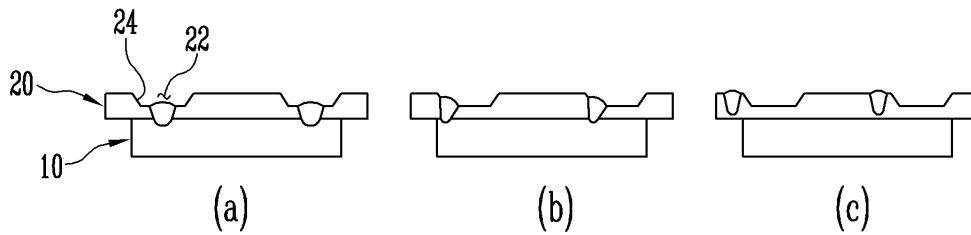
[0081] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0082] 10 : 배터리 셀의 전극 단자 20 : 버스바
22 : 용접홈 24 : 경사면
100 : 버스바 레이저 용접 불량 판단 장치
110 : 파형 획득부 120 : 불량여부 판단부
112 : 포토센서 114 : 신호증폭기
116 : A/D 변환기

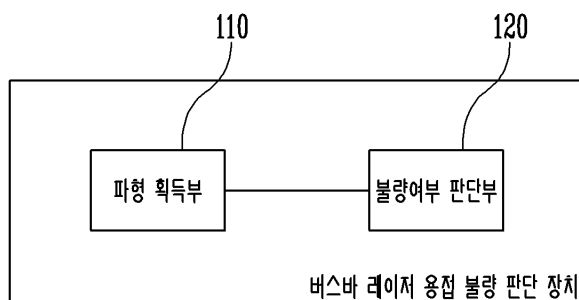
도면

도면1

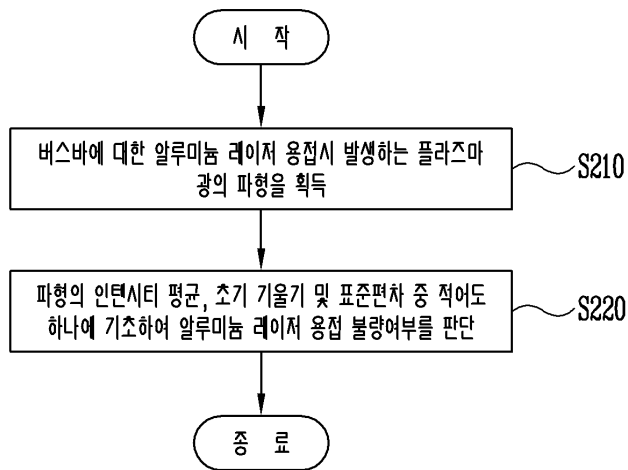


도면2

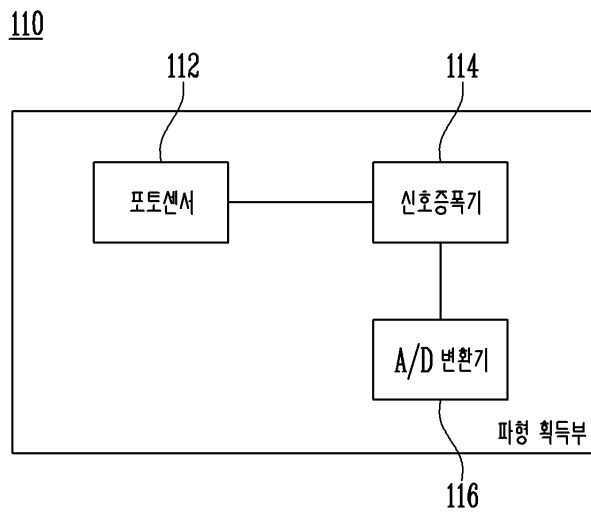
100



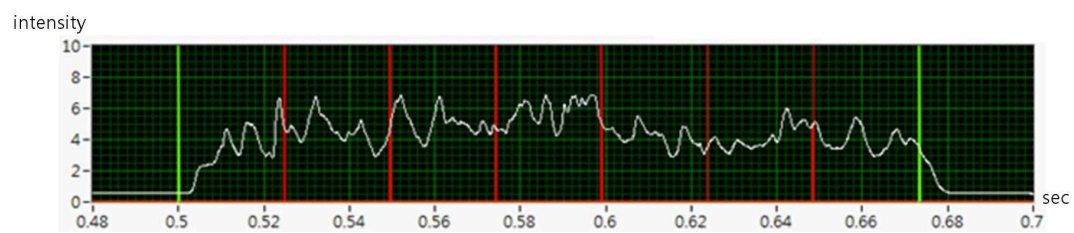
도면3



도면4



도면5



도면6

