# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

동일 재질의 스폿용접조건 설정 방법으로서,

A) 가압력, 용접시간 및 전류량의 허용 기준용접 조건을 데이터 베이스에 저장하는 단계;

B) 상기 데이터 베이스에서 정상용접이 시작되는 제1 지점에 대하여 2개 이상의 데이터 값을 이용하여 1차 방정식의 하향 값을 추출하는 단계

C) 상기 데이터 베이스에서 정상용접이 끝나는 제2 지점에 대하여 2개 이상의 데이터 값을 이용하여 1차 방정식의 상향 값을 추출하는 단계 및

D) 상기 하향 값과 상향 값을 이용하여 선형회귀 직선을 형성하는 단계를 포함하는 스폿용접조건 설정방법.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

C) 단계 이후에,

C1) 상기 제1 지점과 제2 지점 사이의 영역은 스폿용접이 가능한 영역으로 설정하는 단계를 포함하는 스폿용접 조건 설정방법.

### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

C1)단계에서,

C2) 상기 제1 지점에 대응하여 제3 지점에 따른 가압력이 다른 2개 이상의 데이터 값을 추출하여 1차 방정식의 하향 값을 추출하고, 상기 제1 지점과 제3 지점의 하향값을 하향 로브곡선으로 형성하며,

상기 제2 지점에 대응하여 제4 지점에 따른 가압력이 다른 2개 이상의 데이터값을 추출하여 1차 방정식의 상향 값을 추출하고, 상기 제2 지점과 제4 지점의 상향 값을 상향 로브곡선으로 형성하는 단계를 포함하는 스폿용접 조건 설정방법.

### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 D) 단계 이후에,

E) 상기 선형회귀 직선에 가압력을 대입하여 산출데이터의 전류량을 추출하는 단계를 포함하는 스폿용접 조건 설정방법.

### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

E) 단계 이후에,

상기 산출데이터 값이 상기 제1 지점과 제2 지점 사이에 위치되지 않을 시 불량으로 처리되도록 형성된 단계를 포함하는 스폿용접 조건 설정방법.

### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

B) 단계에서,

B1) 상기 1차 방정식은 최소자승법을 이용하여 형성된 단계를 포함하는 스폿용접 조건 설정방법

**청구항 7**

유효 용접의 기설정된 데이터 값을 이용하여 용접조건을 설정하기 위한 설정부;

상기 설정부에서 설정 데이터 값을 이용하여 용접하는 용접부; 및

상기 설정부의 데이터 값의 용접상태를 외부로 출력하는 출력부;를 포함하고,

상기 설정부는

가압력, 용접시간 및 전류량의 허용 기준용접 조건이 기 설정된 데이터 베이스;

상기 데이터 베이스에서 정상용접에 필요한 제1 지점에 대한 2개 이상의 하향지점 데이터 값을 1차 방정식으로 추출하는 제1 추출부;

상기 데이터 베이스에서 정상용접에 필요한 제2 지점에 대한 2개 이상의 상향지점 데이터 값을 1차 방정식으로 추출하는 제2 추출부;

상기 제1 추출부와 제2 추출부의 용접데이터 값을 이용하여 선형회귀 직선 데이터 값으로 형성하는 산출부; 및

상기 선형회귀 직선에 임위의 가압력을 입력하여 유효용접인지 판단하는 판단부;를 포함하는 스폿용접 시스템.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

청구항 7에 있어서,

상기 판단부는 상기 제1 지점과 제2 지점 사이에 위치된 값이 정상용접으로 판단하는 것을 특징을 하는 스폿용접 시스템.

**청구항 10**

청구항 7에 있어서,

상기 제1 추출부는 상기 제1 지점에 대응하여 제3 지점에 따른 가압력이 다른 2개 이상의 데이터 값을 추출하여 1차 방정식의 하향 값을 추출하고, 상기 제1 지점과 제3 지점의 하향값을 하향 로브곡선으로 형성하고,

상기 제2 추출부는 상기 제2 지점에 대응하여 제4 지점에 따른 가압력이 다른 2개 이상의 데이터값을 추출하여 1차 방정식의 상향 값을 추출하고, 상기 제2 지점과 제4 지점의 상향 값을 상향 로브곡선으로 형성하는 스폿용접 시스템.

**청구항 11**

청구항 7에 있어서,

상기 판단부는 상기 선형회귀 직선에 가압력을 대입하여 산출데이터의 전류량을 추출하여 판단하도록 형성된 것을 특징으로 하는 스폿용접 시스템.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 스폿용접 설정방법 및 시스템에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 용접(welding)은 같은 종류 또는 다른 종류의 금속 재료에 열과 압력을 가하여 접합시키는 방법으로서, 이러한

용접은 조선 산업, 자동차 산업, 플랜트 산업 등 대부분의 산업 분야에서 필수적으로 사용되고 있다.

[0003] 특히, 자동차 용접 공정의 90% 이상은 스폿용접(spot welding)으로 진행되고 있다. 스폿용접은 두 용접 전극의 사이에 접합될 두 패널을 겹쳐 위치시키고, 용접 전극을 마주하여 가압하면서 전류를 공급하고, 이때 발생되는 저항열에 의해 순간적인 용접을 실시하는 것이다.

[0004] 한 대의 자동차를 생산하는 데에 있어서, 대략 3000 내지 5000 타점의 스폿용접이 시행되고 있다. 따라서, 이러한 스폿용접에 있어서, 용접의 품질이 최종 제품의 품질에 미치는 영향이 매우 크다. 하지만, 현실적으로 실제 용접 품질은 작업자의 숙련도에 따라 편차가 큰 실정이다. 고품질의 용접을 위해서는, 통전 전류, 용접 시간, 및 가압력이 가장 중요하다. 하지만, 작업자들이 이러한 요소를 적절하게 제어하지 못하고 있다.

[0005] 대한민국 공개특허 제10-2012-0053698호는 용접 실험을 전부 수행하여 그 결과를 데이터베이스화하여 작업자가 이를 참고하여 용접한다. 따라서, 용접 실험을 수행하지 않아 데이터베이스화를 하지 못한 조건에 대해서는 용접을 수행할 수 없다는 문제점이 존재한다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2012-0053698호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 용접실험을 수행하지 않은 데이터에 대해서도 적절한 용접 조건을 예측할 수 있고, 용접실험 횟수를 감소시켜, 경제성을 높인 스폿용접 설정방법 및 시스템을 제공하기 위한 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 실시예에 따른 스폿용접설정 방법은, 동일 재질의 스폿용접설정 방법으로서, A) 가압력, 용접시간 및 전류량의 허용 기준용접 조건을 데이터 베이스에 저장하는 단계; B) 상기 데이터 베이스에서 정상용접이 시작되는 제1 지점에 대하여 2개 이상의 데이터 값을 이용하여 1차 방정식의 하향 값을 추출하는 단계; C) 상기 데이터 베이스에서 정상용접이 끝나는 제2 지점에 대하여 2개 이상의 데이터 값을 이용하여 1차 방정식의 상향 값을 추출하는 단계; 및 D) 상기 하향 값과 상향 값을 이용하여 선형회귀 직선을 형성하는 단계를 포함한다.

[0009] 또한, C) 단계 이후에, C1) 상기 제1 지점과 제2 지점 사이의 영역은 스폿용접이 가능한 영역으로 설정하는 단계를 포함한다.

[0010] 또한, C1)단계에서, C2) 상기 제1 지점에 대응하여 제3 지점에 따른 가압력이 다른 2개 이상의 데이터 값을 추출하여 1차 방정식의 하향 값을 추출하고, 상기 제1 지점과 제3 지점의 하향값을 하향 로브곡선으로 형성하며, 상기 제2 지점에 대응하여 제4 지점에 따른 가압력이 다른 2개 이상의 데이터값을 추출하여 1차 방정식의 상향 값을 추출하고, 상기 제2 지점과 제4 지점의 상향 값을 상향 로브곡선으로 형성하는 단계를 포함한다.

[0011] 또한, D) 단계 이후에, E) 상기 선형회귀 직선에 가압력을 대입하여 산출데이터의 전류량을 추출하는 단계를 포함한다.

[0012] 또한, E) 단계 이후에, 상기 산출데이터 값이 상기 제1 지점과 제2 지점 사이에 위치되지 않을 시 불량으로 처리되도록 형성된 단계를 포함한다.

[0013] 또한, B) 단계에서, B1) 상기 1차 방정식은 최소자승법을 이용하여 형성된 단계를 포함한다.

[0014] 본 발명의 다른 실시예에 따른 스폿용접 시스템은, 유효 용접의 기설정된 데이터 값을 이용하여 용접조건을 설정하기 위한 설정부; 상기 설정부에서 설정 데이터 값을 이용하여 용접하는 용접부; 및 상기 설정부의 데이터 값의 용접상태를 외부로 출력하는 출력부를 포함한다.

[0015] 또한, 설정부는 가압력, 용접시간 및 전류량의 허용 기준용접 조건이 기 설정된 데이터 베이스부와 상기 데이터

베이스에서 정상용접에 필요한 제1 지점에 대한 2개 이상의 하향지점 데이터 값을 1차 방정식으로 추출하는 제1 추출부; 상기 데이터 베이스에서 정상용접에 필요한 제2 지점에 대한 2개 이상의 상향지점 데이터 값을 1차 방정식으로 추출하는 제2 추출부; 상기 제1 추출부와 제2 추출부의 용접데이터 값을 이용하여 선형회귀 직선 데이터 값으로 형성하는 산출부; 상기 선형회귀 직선에 임위의 가압력을 입력하여 유효용접인지 판단하는 판단부를 포함한다.

[0016] 또한, 판단부는 상기 제1 지점과 제2 지점 사이에 위치된 값은 정상용접으로 판단하는 것이 적절하다.

[0017] 또한, 제1 추출부는 상기 제1 지점에 대응하여 제3 지점에 따른 가압력이 다른 2개 이상의 데이터 값을 추출하여 1차 방정식의 하향 값을 추출하고, 상기 제1 지점과 제3 지점의 하향값을 하향 로브곡선으로 형성하고, 상기 제2 추출부는 상기 제2 지점에 대응하여 제4 지점에 따른 가압력이 다른 2개 이상의 데이터값을 추출하여 1차 방정식의 상향 값을 추출하고, 상기 제2 지점과 제4 지점의 상향 값을 상향 로브곡선으로 형성된다.

[0018] 또한, 판단부는 상기 선형회귀 직선에 가압력을 대입하여 산출데이터의 전류량을 추출하여 판단하도록 형성된 것이 바람직하다.

[0019] 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다.

[0020] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

## *발명의 효과*

[0021] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 스폿용접 및 설정방법은, 기존 스폿용접의 검증된 데이터를 활용함으로써, 스폿용접을 수행하지 않은 데이터에 대한 용접 신뢰성을 확보하는 효과가 있다.

[0022] 또한, 스폿용접의 데이터를 얻기 위한 실험 횟수를 줄임으로써, 실험에 사용되는 실험 재료, 실험 시간 및 가격 경쟁력을 갖는 스폿용접을 제공하는 효과가 있다.

[0023] 또한, 기존 스폿용접의 데이터를 활용함으로써, 모든 용접실험을 수행하지 않아도, 스폿용접의 적정전류를 유추하는 효과가 있다.

## *도면의 간단한 설명*

[0024] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스폿용접 설정방법에 사용되는 스폿용접의 3요소인 용접 전류, 통전시간 및 가압력을 나타낸 곡선도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 스폿용접 설정방법에 사용되는 동저항 곡선도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 스폿용접 설정방법의 순서도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 스폿용접 시스템의 예시도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 매틀랩(MATLAB) 프로그램을 이용한 예시도이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0025] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다. 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스폿용접 설정방법에 사용되는 스폿용접의 3요소인 용접 전류, 통전시간 및 가압력을 나타낸 곡선

도, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 스폿용접 설정방법에 사용되는 동저항 곡선도, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 스폿용접 설정방법의 순서도 및 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 스폿용접 시스템의 예시도이다.

[0027] 도 4을 참조하여 설명하면, 본 발명의 일실시예에 따른 스폿용접 시스템(10)은, 유효 용접의 기설정된 데이터 값을 이용하여 용접조건을 설정하기 위한 설정부(100); 상기 설정부(100)에서 설정 데이터 값을 이용하여 용접하는 용접부(200); 상기 설정부(100)의 데이터 값의 용접상태를 외부로 출력하는 출력부(300)를 포함한다.

[0028] 설정부(100)는 가압력, 용접시간 및 전류량의 허용 기준용접 조건이 기 설정된 데이터 베이스와 상기 데이터 베이스에서 정상용접에 필요한 제1 지점에 대한 2개 이상의 하향지점 데이터 값을 1차 방정식으로 추출하는 제1 추출부; 상기 데이터 베이스에서 정상용접에 필요한 제2 지점에 대한 2개 이상의 상향지점 데이터 값을 1차 방정식으로 추출하는 제2 추출부; 상기 제1 추출부와 제2 추출부의 용접데이터 값을 이용하여 선형회귀 직선 데이터 값으로 형성하는 산출부; 상기 선형회귀 직선에 임위의 가압력을 입력하여 유효용접인지 판단하는 판단부를 포함한다.

[0029] 설정부(100)는 제1 추출부와 제2 추출부에서 정상용접구간이 설정된다. 설정부(100)는 데이터 베이스에서 데이터를 가져온다. 제1 추출부는 데이터 베이스에서 적정용접구간의 하한선 데이터 값을 추출하고, 제2 추출부는 데이터 베이스에서 적정용접구간의 상한선 데이터 값을 추출한다. 이때, 제1 추출부와 제2 추출부는 스폿용접구간의 정상 용접구간을 추출한다.

[0030] 제1 추출부는 상기 제1 지점에 대응하여 제3 지점에 따른 가압력이 다른 2개 이상의 데이터 값을 추출하여 1차 방정식의 하향 값을 추출하고, 제1 지점과 제3 지점의 하향값을 하향 로브곡선으로 형성한다. 이때, 최소자승법이 적용된 1차 방정식을 사용한다. 즉, 제1 추출부는 제1 지점과 제3 지점을 이용하여 하한선 로브곡선을 형성한다.

[0031] 또한, 제2 추출부는 상기 제2 지점에 대응하여 제4 지점에 따른 가압력이 다른 2개 이상의 데이터값을 추출하여 1차 방정식의 상향 값을 추출하고, 제2 지점과 제4 지점의 상향 값을 상향 로브곡선으로 형성한다.이때, 최소자승법이 적용된 1차 방정식을 사용한다. 즉, 제2 추출부는 제2 지점과 제4 지점을 이용하여 상한선 로브곡선을 형성한다.

[0032] 이때, 제1 추출부와 제2 추출부는 제1 지점, 제2 지점, 제3 지점 및 제4 지점에 대하여 각각 2개의 유효데이터(적정 용접구간)를 이용하여 1차 방정식을 형성한다. 제1 지점, 제2 지점, 제3 지점 및 제4 지점은 스폿용접시 적정 용접구간이 시작되고 끝나는 지점을 의미한다. 제1 지점, 제2 지점, 제3 지점 및 제4 지점에 대한 데이터 값을 이용하여 1차 방정식을 형성한다. 이때, 제1 지점, 제2 지점, 제3 지점 및 제4 지점의 데이터 값은 최소자승법을 이용하여 1차 방정식으로 형성된다. 1차 방정식을 이용하여 하한선 로브곡선과 하한선 로브곡선을 이용하여 선형회귀 직선을 형성한다.

[0033] 판단부는 제1 지점과 제2 지점 사이에 위치된 값을 정상용접으로 판단한다.  즉, 판단부는 하한선과 상한선 사이에 위치된 값을 정상용접으로 판단한다. 판단부는 선형회귀 직선에 임이의 가압력을 대입하여 전류량을 구하도록 형성된다.

[0034] 용접부(200)는 설정부(100)의 제어 신호에 의해 용접전류를 생성하고 생성된 용접 전류의 전류량 또는 용접시간을 제어한다. 용접부(100)는 전력변화와 피용접물에 전달되는 전률를 생성하는 용접 변화부가 형성되는 것이 적절하다.

[0035] 용접부(200)는 전력변환부, 피용접물에 전달되는 전류를 생성하기 위한 용접 변압부, 피용접물의 용접 부위에 필요한 전극 가압력을 전달하는 용접 건, 설정부(100)의 제어 신호에 의해 전극 가압력을 발생하는 공압 장치를 구비하는 것이 적절하다. 용접부(200)는 용접 로봇 또는 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0036] 출력부(300)는 설정부(200)에서 출력된 값을 사용자가 확인 가능하도록 한다. 출력부(300)는 컴퓨터 및 휴대용 단말기 등으로 형성될 수도 있다. 또한, 출력부(300)는 무선으로 설정부(200)에 연결될 수도 있다.

[0037] 도 1 및 2를 참조하여 실시예를 자세히 설명하면, 우선, 본 발명의 실시예에 따른 스폿용접 설정방법은 스폿용접의 동저항 곡선을 이용한다. 도 1은 스폿용접의 3요소인 용접 전류, 통전 시간, 가압력을 나타내는 곡선이다. 도 1의 가로축은 용접 전류, 세로축은 통전 시간을 나타낸다. 이때, 용접 영역을 경계로 왼쪽의 하한선은 용접이 되지않는 미접합 용접이나 허용 인장 강도가 미달된 경우를, 상한선은 스패터가 발생하는 경우를 말한다. 즉, 하한선과 상한선 사이의 영역이 적정용접 구간임을 알 수 있다.

[0038] 도 2는 스폿용접의 일반적인 동저항 곡선(Dynamic resistance curve)을 나타낸 것이다. 동저항이란 용접이 진행됨에 따라 용접부의 저항변화를 시간에 따라 나타낸 것으로 실제 용접부의 품질 지표가 된다. 도 2을 참조하면, Ⅰ단계에서는 초기전류의 통전과 동시에 금속 표면의 오염물질이 붕괴되면서 급격한 저항 감소를 보이게 된다. 이후 Ⅱ와 Ⅲ단계에서는 접촉면의 요철부가 사라지면서 전류가 흐르는 접촉 면적이 증가하여 저항이 감소함과 동시에 접촉부의 온도 상승으로 비저항이 증가한다. 따라서 두 저항변화가 평형을 이루어 최소극점인 알파피크(α peak)가 된 후에 동저항이 다시 증가한다. Ⅳ단계에서는 접촉부의 용융이 시작되고, 온도 증가에 의한 비저항의 증가가 용융부의 확장에 따른 통전영역 증가 및 소성변형에 따른 통전거리 단축으로 인한 저항감소와 평형을 이루어 최대극점인 베타피크(β peak)를 이룬다. 마지막으로 Ⅴ단계에서 상기 Ⅳ단계의 피크를 지나면서 용융 너겟의 성장(nugget growth)과 소성변형에 의한 두께 감소가 두드러져 동저항이 현저히 감소하게 된다. 이후 가압력을 받고 있는 너겟 주위의 고상 금속이 더 이상 용융 금속을 지탱하지 못하게 되면 중간날림(expulsion)이 발생하고 이로 인하여 순간적인 동저항의 불연속적인 감소를 유발하게 된다.

[0039] 본 발명에 따른 스폿용접 설정방법은, 스폿용접은 도 2의 ?단계에서 유효용접(적정 용접구간)이 형성된다. 즉, 도 2의 Ⅳ단계는 도 1에 표기되어 있는 적정용접 구간으로 해석할 수도 있다.

[0040] 따라서, 스폿용접을 진행시 용접 전류, 통전시간 및 가압력이 적정 유효용접(적정용접)구간에 데이터로 설정되면, 설정된 데이터를 활용하여 용접 데이터가 없는 Ⅳ단계의 정보를 추출하기 위함이다.

[0041] 실험 가압력이 280kgf일 때의 적류량을 구하는 과정이다. 실험데이터 표 1 내지 3을 이용하여 병행하여 자세히 설명한다. 동일 재질의 스폿용접 설정 방법으로서, A) 가압력, 용접시간 및 전류량의 허용 기준용접 조건을 데이터 베이스에 저장하는 단계; B) 상기 데이터 베이스에서 정상용접이 시작되는 제1 지점에 대하여 2개 이상의 데이터 값을 이용하여 1차 방정식의 하향 값을 추출하는 단계; C) 상기 데이터 베이스에서 정상용접이 끝나는 제2 지점에 대하여 2개 이상의 데이터 값을 이용하여 1차 방정식의 상향 값을 추출하는 단계; 및 D) 상기 하향 값과 상향 값을 이용하여 선형회귀 직선을 형성하는 단계를 포함한다.

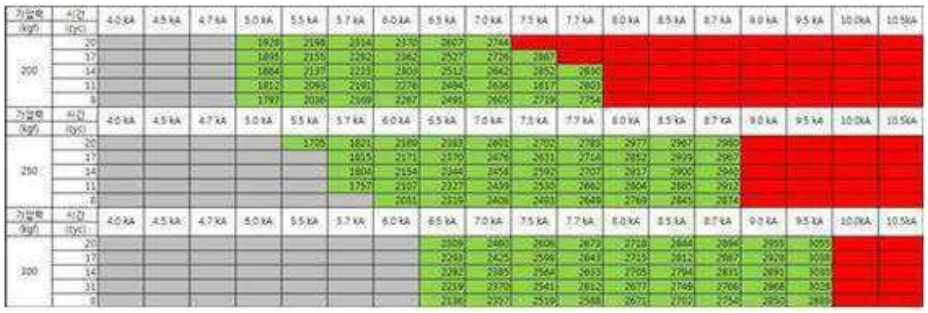
[0042] 본 발명의 일 실시예에 따른 스폿용접 설정방법은, 도 1에 표기된 적정한 용접구간의 하한선 로브곡선과 상한선 로브곡선의 데이터 값을 획득한다(A 단계). 즉, 기존 데이터 베이스에서 정상용접이 시작되는 제1 지점에 대하여 가압력이 서로 다른 2개 이상의 데이터 값을 각각 이용하여 1차 방정식의 하향 값을 추출한다(B 단계). 이때, 하향 값의 왼쪽 상부지점에 대하여 2개 이상의 데이터 값을 얻는다. 이는, 추출한 데이터 값의 오차를 줄이기 위함이다. 즉, 많은 수의 유효데이터 값인 하향 값을 추출하면 정확도는 상승함을 의미한다.

[0043] 또한, 기존 데이터 베이스에서 정상용접이 끝나는 제2 지점에 대하여 2개 이상의 데이터 값을 이용하여 1차 방정식의 상향 값을 추출한다(C 단계). 이때, 상향 값의 오른쪽 상부지점에 대하여 2개 이상의 데이터 값을 얻는다(표 1 내지 3을 참조). 이는, 추출한 데이터 값으로 오차를 줄이기 위함이다. 즉, 많은 수의 하향 값과 상향 값을 추출함으로써 정확도를 상승하기 위함이다. 또한, 제1 지점과 제2 지점 사이의 영역은 스폿용접이 가능한 영역으로 설정한다(C1 단계).

[0044] 또한, 제3 지점인 하향 값의 왼쪽 하부지점에 대한 2개 이상의 데이터 값을 얻는다. 제4 지점인 상향 값의 오른쪽 하부지점에 대한 2개 이상의 데이터 값을 얻는다. 이는, 하한선의 로브곡선과 상한선의 로브곡선을 형성함으로써, 하한선과 상한선의 구간에 대한 신뢰성을 확보하기 위함이다.

표 1

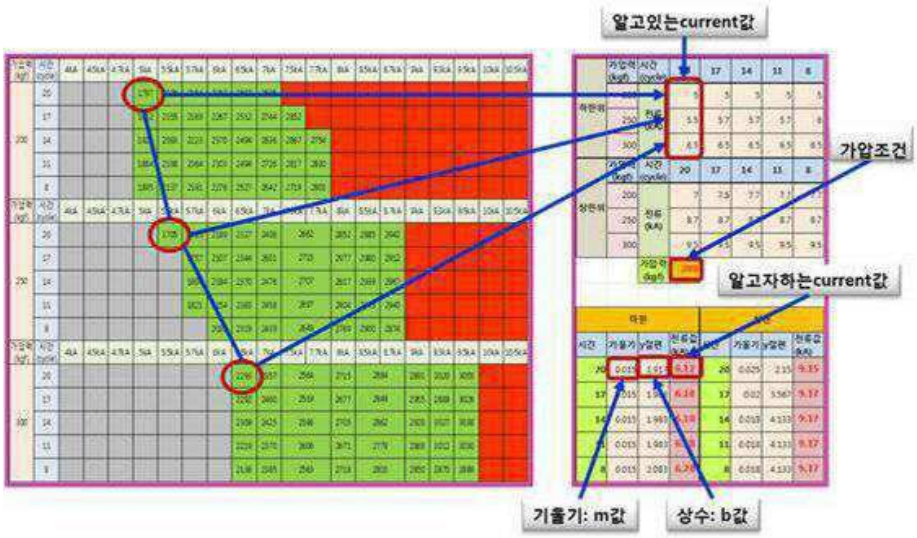
[0045]



[0046] 표 1은 자동차 제작시 일반적으로 사용되고 있는 연강(Mild stee) 판(t:0.7mm) 두께를 200kgf, 250kgf, 300kgf에 대하여 적정용접 구간을 초록색으로 표기하였다.

표 2

[0047]




[0048] 표 2는 연강(Mild stee) 판(t:0.7mm) 두께를 200kgf, 250kgf, 300kgf에 대하여 제1 지점의 하한선 왼쪽 상부 지점을 각각 추출하고 있다. 이를 이용하여, 제2 지점, 제3 지점 및 제4 지점에 대하여 각각 추출한다.

[0049] 제1 지점에 대응하여 제3 지점에 따른 가압력이 다른 2개 이상의 데이터 값을 추출하여 1차 방정식의 하향 값을 추출하고, 상기 제1 지점과 제3 지점의 하향값을 하향 로브곡선으로 형성하며, 상기 제2 지점에 대응하여 제4 지점에 따른 가압력이 다른 2개 이상의 데이터값을 추출하여 1차 방정식의 상향 값을 추출하고, 상기 제2 지점과 제4 지점의 상향 값을 상향 로브곡선으로 형성한다(C2 단계).

표 3

제1 지점

| | 가압력 | 시간 | 20 cyc |
|---|---|---|---|
| 하한위(왼쪽위) | 200 | 5 | |
| | 250 | 5.5 | |
| | 300 | 6.5 | |

제2 지점

| | 가압력 | 시간 | 20 cyc |
|---|---|---|---|
| 상한위(오른쪽위) | 200 | 7 | |
| | 250 | 8.7 | |
| | 300 | 9.5 | |

| | 가압력 | 시간 | 8 cyc |
|---|---|---|---|
| 하한아래(왼쪽아래) | 200 | 5 | |
| | 250 | 6 | |
| | 300 | 6.5 | |

| | 가압력 | 시간 | 8 cyc |
|---|---|---|---|
| 하한아래(오른쪽아래) | 200 | 7.7 | |
| | 250 | 8.7 | |
| | 300 | 9.5 | |

제3 지점

| 하한(왼쪽) | | | |
|---|---|---|---|
| 시간 | 기울기 | y절편 | 전류값 |
| 20 cyc | 0.015 | 1.9167 | 6.1167 |
| 8 cyc | 0.015 | 2.0833 | 6.2833 |

제4 지점

| 상한(오른쪽) | | | |
|---|---|---|---|
| 시간 | 기울기 | y절편 | 전류값 |
| 20 cyc | 0.025 | 2.15 | 9.15 |
| 8 cyc | 0.018 | 4.1333 | 9.173 |

| 가압력(kgf) | 280 |
|---|---|

[0050]

[0051] 표 3은 하한선과 상한선의 제1 지점, 제2 지점, 제3 지점 및 제4 지점에 대하여 200kgf, 250kgf, 300kgf을 각각 정리한 도표이다.

[0052] 추출한 제1 지점과 제3 지점을 연결하는 하한선 로브곡선을 형성한다. 추출한 제2 지점과 제4 지점을 연결하는 상한선 로브곡선을 형성한다. 1차 방정식은 최소자승법을 이용하여 형성된다(B1 단계). 이때, 제1 지점의 200kgf, 250kgf 및 300kgf에 대하여 최소자승법을 이용하여 1차 방정식을 구한다. 이는, 최소자승법이 갖고 있는 변수의 영향을 종합하여 고려하기 위함이다. 이때, 도 5에 도시된 바와 같이 1차 방정식을 구하기 위하여 매틀랩(MATLAB) 프로그램을 이용한다.

[0053] 표1 에는 가압력 200, 250, 300 kgf에 대한 로브곡선이 설명되어 있다. 먼저 하한위(왼쪽위)를 살펴보면, 가압력이 200일 때 전류는 5.0, 가압력이 250일때는 5.5, 300일때는 6.5값이 나오며, 이때, $A=\begin{bmatrix}200 & 1\\250 & 1\\300 & 1\end{bmatrix}$, $b=\begin{bmatrix}5.0\\5.5\\6.0\end{bmatrix}$ 와 같이 행렬을 만들고, A, b를 하기 식에 대입하면 최소자승법을 이용한 1차 방정식(1차 회귀방정식)의 매틀랩(MATLAB) 프로그램 식은 C=(A'*A)₩(A'*b)으로 표기되며, 1차 방정식을 계산하면 $c=\begin{bmatrix}0.0150\\1.9670\end{bmatrix}$ 이 도출된다. 제1 지점(하부선 상부지점)은 최소자승법이 적용된 1차 방정식인 y= 0.015x+1.9167이 적용된다.

[0054] 전술한 방법과 동일한 방식으로 최소자승법이 적용된 1차 방정식을 제2 지점, 제3 지점 및 제4 지점을 각각 구한다. 즉, 제3 지점 (하한선 하부지점)은 최소자승법인 적용된 1차 방정식인 y= 0.015x+2.0833이 적용되고, 제2 지점 (상한선 상부지점)은 최소자승법인 적용된 1차 방정식인 y= 0.025x+2.15이 적용되며, 제4 지점 (상한선 상부지점)은 최소자승법인 적용된 1차 방정식인 y= 0.018x+4.133이 적용됨을 알수 있다.

[0055] 선형회귀 직선에 X변수의 가압력(280kgf)을 대입하여 산출데이터의 전류량을 추출한다(E 단계). 가압력 280을 4개의 방정식에 대입하면, 제1 지점(하한선 상부지점)의 y=0.015x+1.9167에 x값의 가압력 280을 대입하면 y=0.015(280)+1.9167 대입하면 6.1167의 값을 얻을 수 있다. 즉, 전류 값은 6.1167이라는 값을 직선의 방정식으로 확인할 수 있다.

[0056] 제3 지점(하한선 하부지점)을 상기 방식으로 구하면 y= 0.015x+2.0833에 x값의 가압력 280을 대입하면 y=0.015(280)+2.0833 대입하면 6.2833의 값을 얻을 수 있다.

[0057] 제2 지점(상한선 상부지점)을 상기 방식으로 구하면 y= 0.025x+2.15에 x값의 가압력 280을 대입하면 y=0.025(280)+2.15 대입하면 9.150의 값을 얻을 수 있다.

[0058] 제4 지점(상한선 하부지점)을 상기 방식으로 구하면 y= 0.018x+4.133에 x값의 가압력 280을 대입하면 y=0.018(280)+4.133 대입하면 9.173의 값을 얻을 수 있다.

[0059] 산출된 데이터 값이 표1 을 기준으로 적정구간에 해당하는지 확인한다. 즉 산출데이터 값이 제1 지점과 제2 지점 사이에 위치되지 않을 시 불량으로 처리되도록 형성된다(E 단계). 즉, 산출데이터 값이 하향선 로브곡선과 상향선 로브곡선 사이에 위치되는지 확인한다.

[0060] 한편, 본 발명은 스폿용접 설정방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 기록매체를 제공할 수 있다. 본발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터로 구현되는 동작을 수행하기 위한 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함할 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등을단독 또는 조합하여 사용할 수 있다. 매체는 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, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크와 같은 자기-광 매체, 및 롬, 램, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함될 수도 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다

[0061] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.

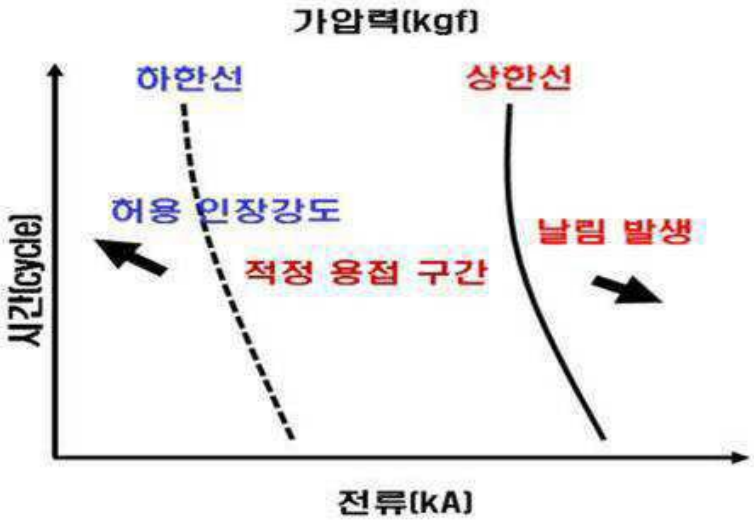
## *부호의 설명*

[0062] 10: 스폿용접 시스템 100: 설정부

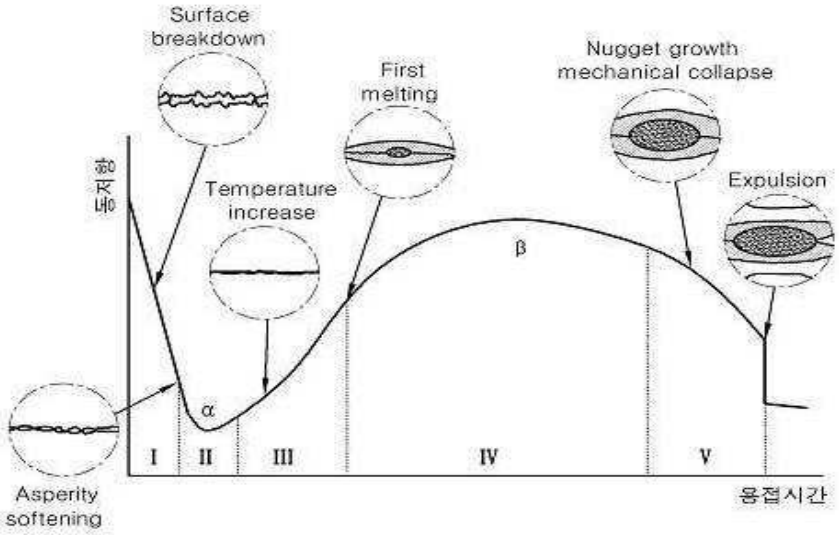
200: 용접부 300: 출력부

도면

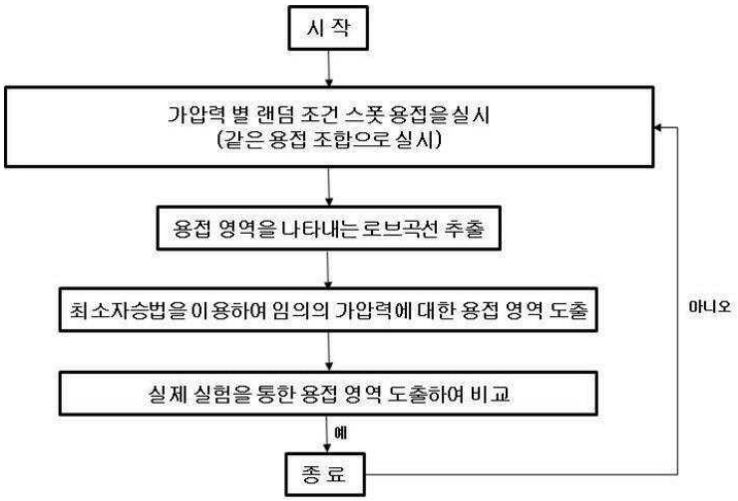
도면1


가압력(kgf)
하한선
상한선
허용 인장강도
적정 용접 구간
날림 발생
시간(cycle)
전류(kA)

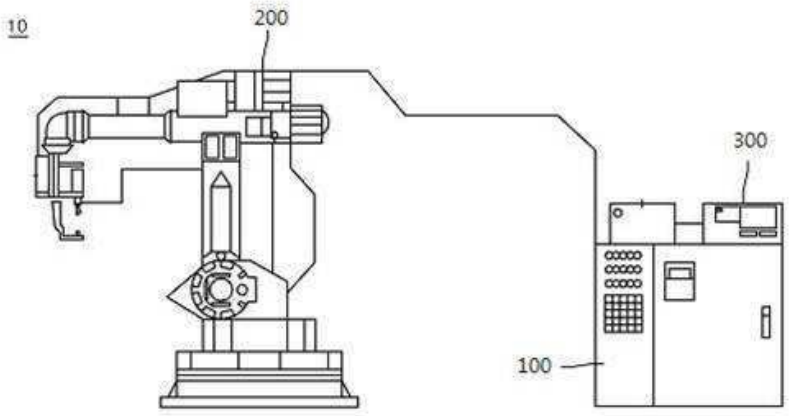
도면2


Surface breakdown
First melting
Nugget growth mechanical collapse
Temperature increase
Expulsion
동저항
α
β
I
II
III
IV
V
Asperity softening
용접시간

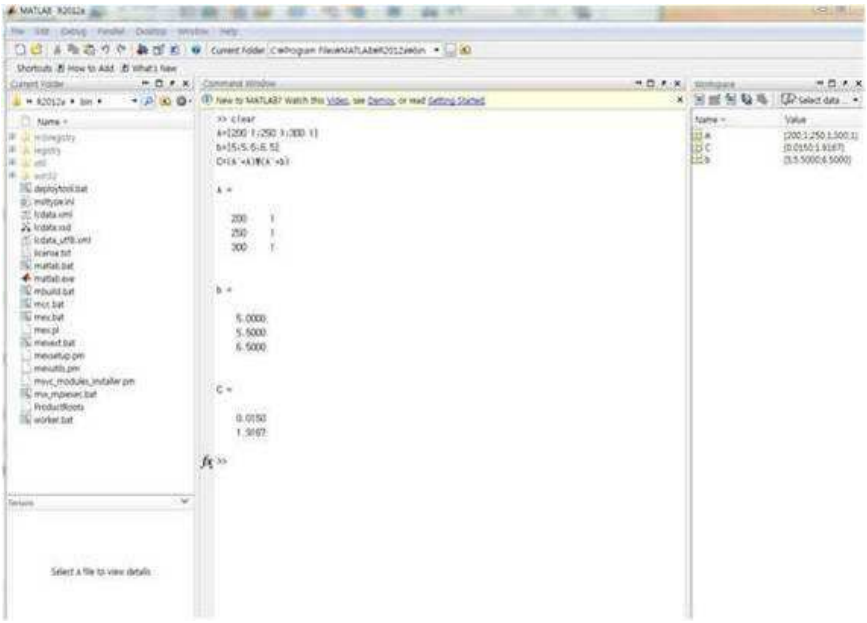
도면3


시 작
가압력 별 랜덤 조건 스폿 용접을 실시
(같은 용접 조합으로 실시)
용접 영역을 나타내는 로브곡선 추출
최소자승법을 이용하여 임의의 가압력에 대한 용접 영역 도출
실제 실험을 통한 용접 영역 도출하여 비교
예
종 료
아니오

도면4


10
200
300
100

도면5


>> clear
a =
200 1
250 1
300 1
b =
5.0000
5.5000
6.5000
C =
0.0150
1.9167
Select a file to view details