



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0047481
(43) 공개일자 2025년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 26/38 (2014.01) B23K 7/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 26/38 (2013.01)
B23K 7/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0130620
(22) 출원일자 2023년09월27일
심사청구일자 2023년09월27일

(71) 출원인
국립창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대로 20(퇴촌동)
한토커팅시스템주식회사
경상남도 김해시 진례면 테크노밸리로 17-17
(72) 발명자
박민원
경상남도 김해시 장유면 관동리 439-3
이재인
경상남도 창원시 성산구 외동반림로282번길 25 (용호동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인남촌

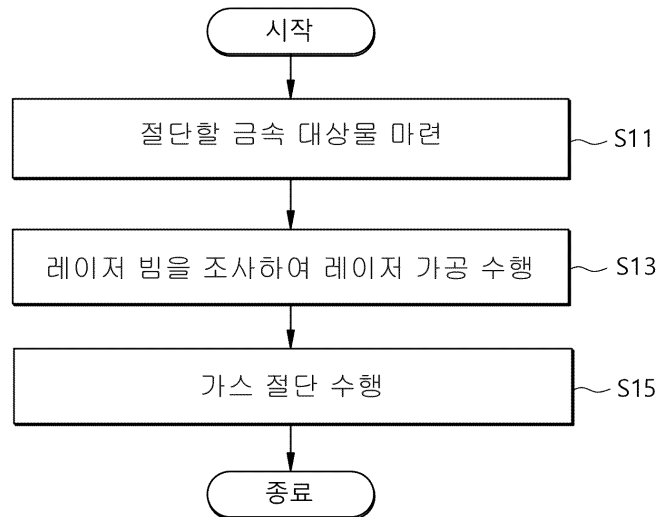
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법

(57) 요약

본 발명은 금속 대상물의 표면에 레이저빔을 먼저 조사한 후 가스 절단 과정을 수행하여 금속 대상물을 절단하도록 하는 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법에 관한 것이다. 본 발명의 실시예에 따른 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법은, 표면에 산화막이 형성된 금속 대상물에 레이저빔을 조사하는 단계; 상기 레이저빔의 조사에 의해 산화막이 제거되는 단계; 및 상기 산화막이 제거된 부분에 고압 화염을 방사하여 가스 절단을 통해 상기 금속 대상물을 절단하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

고병수

경상남도 창원시 의창구 소계로84번길 9-1

이준엽

경상남도 창원시 진해구 풍호로35번길 11 협성DS.
이아이존빌 106동 703호

문일우

경상남도 김해시 율하3로 76 신리마을 중앙하이츠
아파트 801동 602호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415180504

과제번호 20201510300320

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국에너지기술평가원

연구사업명 원자력핵심기술개발

연구과제명 방사화된 금속구조물 해체를 위한 겐트리형 레이저절단-수소연료산소절단을 적용한

하이브리드 고속 절단시스템 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 한토킨팅시스템 (주)

연구기간 2022.01.01 ~ 2023.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

표면에 산화막이 형성된 금속 대상물에 레이저빔을 조사하는 단계;

상기 레이저빔의 조사에 의해 산화막이 제거되는 단계; 및

상기 산화막이 제거된 부분에 고압 화염을 방사하여 가스 절단을 통해 상기 금속 대상물을 절단하는 단계를 포함하는 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 산화막이 제거된 이후에 상기 레이저빔의 조사에 의해 상기 금속 대상물의 표면으로부터 일정한 깊이로 절단할 길이방향으로 홈이 형성되는 단계를 더 포함하고, 상기 홈에 대해 상기 고압 화염을 방사하여 상기 금속 대상물을 절단하는 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 홈은 상기 금속 대상물의 표면으로부터 10~30mm의 깊이로 형성되는 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 산화막이 제거된 이후에 상기 레이저빔의 조사에 의해 상기 금속 대상물의 비산화층 표면이 용융되는 단계를 더 포함하고, 상기 용융된 표면에 상기 고압 화염을 방사하여 상기 금속 대상물을 절단하는 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법에 관한 것으로서, 특히 금속 대상물의 표면에 레이저빔을 먼저 조사한 후 가스 절단 과정을 수행하여 금속 대상물을 절단하도록 하는 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 절단장치는 절단 대상물의 일부를 가공하여 절단하는 장치이다.

[0003] 이러한 절단장치는 가스를 이용한 가스 절단 장치, 플라즈마 제트를 이용한 플라즈마 절단 장치, 레이저빔의 열 에너지를 이용한 레이저 절단 장치 등이 있다.

[0004] 가스 절단 장치는 산업현장에서 가장 널리 사용되고 있다. 가스 절단 장치는 절단 대상물의 두께가 두꺼울 경우에 적합하나 가공이 느린 단점이 있다.

[0005] 플라즈마 절단 장치와 레이저 절단 장치는 고속 절단이 가능하나 절단 대상물의 두께가 두꺼워질 경우에 적합하지 않은 단점이 있었다.

[0006] 최근에는 가스 절단 장치와 레이저 절단 장치를 결합한 하이브리드 절단 장치가 개발되고 있다. 예컨대, 등록특허 제10-2071136호, 등록특허 제10-2081460호 등에는 2 종류의 절단 방식을 적용하여 절단 대상물을 절단하는 하이브리드 절단 장치가 개시된다.

- [0007] 그러나, 이러한 종래의 하이브리드 절단장치는 가스 절단과 레이저 절단을 서로 독립적으로 진행한다. 가스 절단의 경우 절단과정에서 예열 화염과 산화 반응열 두 가지의 열에너지를 통해 금속 대상물을 가열한다.
- [0008] 그러나, 절단 대상물이 금속인 경우 금속 대상물의 표면이 대기중에 노출되면 자연 산화 반응이 발생하여 표면에 산화막이 형성된다. 이미 산화막이 형성된 경우 예열과정에서 산화 반응열에 의한 가열이 감소하고 예열 화염을 통한 예열 시간이 길어지며, 이는 예열용 연료소비의 증가로 이어지는 문제점이 있다.
- [0009] 따라서, 해당 기술분야에서는 표면에 산화막이 형성된 금속 대상물을 저비용으로 효율적으로 절단할 수 있도록 하는 절단방식이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 등록특허 제10-2071136호
(특허문헌 0002) 등록특허 제10-2081460호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 표면에 산화막이 형성된 금속 대상물을 저비용으로 효율적으로 절단할 수 있는 절단 방법을 제공하는 데 목적이 있다.
- [0012] 본 발명은 레이저 절단을 이용하여 금속 대상물의 표면에 형성된 산화막을 우선 제거한 후 후행으로 산화막이 제거된 부분을 가스 절단으로 금속 대상물을 절단하는 절단 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 실시예에 따른 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법은, 표면에 산화막이 형성된 금속 대상물에 레이저빔을 조사하는 단계; 상기 레이저빔의 조사에 의해 산화막이 제거되는 단계; 및 상기 산화막이 제거된 부분에 고압 화염을 방사하여 가스 절단을 통해 상기 금속 대상물을 절단하는 단계를 포함한다.
- [0014] 본 발명에서, 상기 산화막이 제거된 이후에 상기 레이저빔의 조사에 의해 상기 금속 대상물의 표면으로부터 일정한 깊이로 절단할 길이방향으로 홈이 형성되는 단계를 더 포함하고, 상기 홈에 대해 상기 고압 화염을 방사하여 상기 금속 대상물을 절단한다.
- [0015] 본 발명에서, 상기 홈은 상기 금속 대상물의 표면으로부터 10~30mm의 깊이로 형성된다.
- [0016] 본 발명에서, 상기 산화막이 제거된 이후에 상기 레이저빔의 조사에 의해 상기 금속 대상물의 비산화층 표면이 용융되는 단계를 더 포함하고, 상기 용융된 표면에 상기 고압 화염을 방사하여 상기 금속 대상물을 절단한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명의 실시예에 따른 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법은 다음과 같이 하나 이상의 효과를 갖는다.
- [0018] 본 발명에 의하면 가스 절단에 앞서 레이저 절단에서 열에너지에 의한 금속 대상물이 예열되므로 가스 절단시 예열과정에서 소모되는 예열용 연료 소비량이 감소할 수 있다.
- [0019] 본 발명에 의하면 레이저를 통한 표면 용융으로 인해 후행되는 가스 절단의 열 영향부(HAZ:heat affected zone)가 감소될 수 있다.
- [0020] 본 발명에 의하면 예열 화염이 아닌 레이저를 사용하여 국소부를 가열함으로써 예열 화염 방사에 비해 예열 효율이 향상된다.
- [0021] 본 발명에 의하면 레이저로 인해 용융된 범위로 인해 일부 용융된 골이 형성되어 가스 절단의 유로를 형성할 수 있고, 이로서 가스 절단시 절단 효율이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 금속 대상물의 하이브리드 절단 장치의 구성도.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법을 보인 흐름도.

도 3a 내지 도 3f는 본 발명의 실시예에 따른 금속 대상물의 하이브리드 절단 방법을 설명하기 위한 공정도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 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 발명의 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 실시예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 절단 장치의 구성도이다.

[0025] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 절단 장치(100)는 갠트리 또는 암(미도시)에 결합되어 이송 가능하게 구비되며 레이저를 이용하여 금속 대상물을 절단할 수 있도록 구성된 레이저 절단기(110)와 가스를 이용하여 금속 대상물을 절단할 수 있도록 구성된 가스 절단기(120)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0026] 레이저 절단기(110)와 가스 절단기(120)는 서로 근접하여 설치될 수 있고, 갠트리 또는 암에 의해 금속 대상물의 같은 부분을 절단하도록 금속 대상물과의 거리 및 각도가 조정될 수 있다.

[0027] 갠트리는 레이저 절단기(110) 또는 가스 절단기(120)와 결합되어 레이저 절단기(110) 또는 가스 절단기(120)의 이송이 이루어질 수 있도록 하는 구성이다.

[0028] 이러한 갠트리 및 암은 레이저 절단기(110) 또는 가스 절단기(120)가 전후 좌우 또는 상하 이송이 이루어질 수 있도록 하는 것이다. 암은 다관절로 이루어질 수 있으며 레이저 절단기(110) 또는 가스 절단기(120)가 전후 좌우 또는 상하 이송이 이루어질 수 있도록 하는 것이다.

[0029] 레이저 절단기(110)는 레이저를 이용하여 금속 대상물의 절단이 이루어질 수 있도록 하는 것이다. 또한, 레이저 절단기(110)은 레이저 절단을 위한 어시스트 가스도 함께 이용될 수 있을 것이며, 여기서 어시스트 가스는 산소 또는 질소임을 예로 한다.

[0030] 가스 절단기(120)는 갠트리 또는 암 또는 레이저 절단기(110)와 결합되어 갠트리 또는 암 또는 레이저 절단기(110)로부터 좌측 또는 우측에 이격되게 구비되는 것이다.

[0031] 가스 절단기(120)는 레이저 절단기(110)와 함께 전후 좌우 또는 상하로 이송되면서 가스를 이용하여 금속 대상물을 절단할 수 있다.

[0032] 가스 절단기(120)는 레이저 절단기(110)으로부터 일측으로 이격되게 구비되는 몸체(121)와, 몸체(121)의 일측에 구비되며 절단부(123)가 곡률 반경으로 이송될 수 있도록 하는 가이드부(122)와, 가이드부(122)의 일측에서 다른 일측으로 이송 가능하게 구비되며 가스를 이용하여 금속 대상물의 절단이 이루어질 수 있도록 하는 절단부(123) 등을 포함하여 구성된다.

[0033] 제1몸체(121)는 갠트리 또는 암 또는 레이저 절단기(110)으로부터 연장되게 구비되는 것으로, 가스 절단기(110)에 근접하게 배치됨이 바람직하다.

[0034] 제1몸체(121)는 절단부(123)의 지지가 이루어질 수 있도록 하는 구성이다. 이러한 제1몸체(121)의 전방 또는 후방측에 가이드부(122)가 구비된다.

[0035] 도면에는 도시되지 않았으나 본 발명의 하이브리드 절단 장치(100)는 컨트롤러(미도시)를 더 포함할 수 있다. 컨트롤러는 갠트리 또는 암의 구동을 제어할 수 있고, 나아가, 레이저 절단기(110) 및 가스 절단기(120)의 구동도 제어할 수 있다. 컨트롤러에 의한 갠트리, 암, 레이저 절단기(110) 및 가스 절단기(120)의 정밀 구동 제어에 대해서는 설명을 생략한다.

[0036] 컨트롤러는 절단부(123)가 금속 대상물과 적절한 각도 조절과 이격 거리를 유지하고 조절되도록 할 수 있으며, 절단부(123)를 이용하여 금속 대상물을 절단할 수 있도록 한다.

- [0037] 컨트롤러는 레이저 절단기(110)와 가스 절단기(120)를 이용하여 서로 다른 절단 방법(레이저 또는 가스)을 통해 금속 대상물의 절단이 이루어질 수 있다.
- [0038] 본 발명에서는 레이저 절단기(110)와 가스 절단기(120)가 상호 보완하여 금속 대상물의 절단이 수행되게 된다.
- [0039] 바람직하게는 레이저 절단기(110)에 의해 절단하고자 하는 부분에 먼저 레이저 가공을 1차적으로 수행하고, 후행하여 레이저 가공 지점에 가스 절단기(120)에 의한 해당 부분에 대해 절단을 수행하는 것이다.
- [0040] 이는 가스 절단기(120)에 의한 가스 절단의 절단 부분이 레이저 절단기(110)에 의한 레이저 가공 지점이 되는 것이다.
- [0041] 본 발명에 따른 하이브리드 절단 장치(100)는 레이저 가공을 먼저 수행하고 후행하여 가스 절단을 수행하도록 한다. 구체적으로, 레이저 절단기(110)를 이용하여 금속 대상물의 표면에 레이저 가공을 먼저 수행하고, 이후에 가스 절단기(120)를 이용하여 가스 절단을 수행하여 레이저 가공된 부분을 절단하도록 한다. 여기서 가스 절단은 공지된 바와 같이 고압 산소 화염을 방사하여 금속 대상물을 절단하는 것이다.
- [0042] 이와 같이, 본 발명에서 1차로 레이저 가공을 수행하고, 후행하여 2차로 가스 절단을 수행함으로써 금속 대상물의 절단 효율이 향상되도록 한다.
- [0043] 가스 절단은 절단하고자 하는 금속 대상물의 표면에 대하여 예열 화염을 방사하여 약 700℃까지 금속 대상물을 예열하고 고압 화염을 방사하여 절단한다. 이 과정에서 금속 대상물은 예열화염(연료와 산소를 방사함) 및 산화반응(금속과 산소의 반응으로 인한 열에너지)으로 인한 열로 인해 예열 온도까지 도달하게 된다.
- [0044] 그러나, 금속은 대기중에 노출된 상태에서는 자연적으로 표면에 산화막이 형성된다. 이러한 산화막은 예열과정에서 산화반응을 억제하여 반응열로 인한 가열 효과를 저감시킨다. 금속 대상물의 표면에 발생된 산화막의 경우 물리적인 방법을 통해 제거할 수도 있지만, 이 경우 제거장치가 추가로 필요하게 된다.
- [0045] 본 발명은 이러한 종래의 문제를 해결하기 위해서 가스 절단 이전에 레이저 절단기를 선행하여 표면에 산화막을 용융시키고 내부의 비산화 금속을 노출시켜 후행되는 가스 절단의 효율을 증가시키는 절단 방법을 제공한다.
- [0046] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 절단 방법을 보인 흐름도이다.
- [0047] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 하이브리드 절단 방법에서는 하이브리드 절단 장치(100)의 컨트롤러가 레이저 절단기(110)와 가스 절단기(120)를 제어하여 절단하고자 하는 금속 대상물을 절단하도록 한다. 여기서, 절단할 금속 대상물은 대기 중에 노출되어 표면에 자연스럽게 산화막이 형성된 상태이다.
- [0048] 이를 위해, 본 발명에서는 절단할 금속 대상물을 마련하고(S11), 컨트롤러에서 레이저 절단기(110)를 구동시켜 절단할 부위에 레이저빔을 조사함으로써 금속 대상물의 산화막을 제거하기 위한 레이저 가공을 수행한다(S13).
- [0049] 이때, 일례로 레이저 가공에 따라 레이저빔에 의해 금속 대상물의 표면에 형성된 산화막이 제거되고, 더 나아가 산화막이 제거된 부위에 따라 일정 깊이로 홈이 형성될 수도 있다. 이러한 레이저 가공 시 금속 대상물의 표면에 형성된 산화막을 제거하는 과정에서 표면의 국소부가 가열되므로 후행하는 가스 절단 과정에서 국소부에 필요한 예열이 자연스럽게 되는 것이다.
- [0050] 특히, 레이저 가공에서 레이저빔에 의해 국소부를 예열한다. 예컨대, 본 실시예에서는 바람직하게는 산화막이 먼저 제거된 이후에 레이저빔의 조사에 의해 금속 대상물의 비산화층 표면이 용융될 때까지 레이저빔을 조사하여 국소부를 예열한다. 이로써, 후행하는 가스 절단 시 예열과정이 생략될 수 있으며, 용융된 표면에 고압 화염을 방사하여 금속 대상물을 절단할 수 있다. 이때, 본 발명의 실시예에서는 650~700℃의 범위로 예열할 수 있다. 금속 대상물에 따라서는 위 온도 범위는 변경될 수 있다.
- [0051] 이러한 온도의 예열로 인해 금속 대상물의 해당 표면은 용융되어 일정한 깊이로 홈이 형성된다. 이러한 홈은 후행하는 가스 절단 공정에서 절단의 유로가 될 수 있다. 본 실시예에서는 바람직하게는 10~30mm의 깊이로 홈이 형성되도록 한다.
- [0052] 이어, 레이저 가공 단계(S13) 이후에, 컨트롤러는 가스 절단기(120)를 구동시켜 가스 절단 공정을 통해 금속 대상물의 절단할 부위를 절단한다(S15). 이 경우 바람직하게는 레이저 가공에 의해 레이저빔에 의해 국소부가 예열되므로 가스 절단에 필요한 예열 과정이 최소화될 수 있다.
- [0053] 도 3a 내지 도 3f는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 절단 방법을 설명하기 위한 절단 공정도이다.

- [0054] 도 3a와 같이 본 발명의 하이브리드 절단 방법에 적용되는 대상물은 금속 대상물(20)이다. 금속 대상물(20)은 대기에 노출된 상태이므로 표면에 산화막(21)이 형성되어 있다.
- [0055] 도 3b에는 레이저 절단기(110)를 이용하여 금속 대상물(20)의 절단할 부위에 레이저빔(111)을 조사한다. 이 경우, 레이저 절단기(110)는 금속 대상물(20)로부터 일정한 각도 및 이격 거리를 유지할 수 있다.
- [0056] 도 3c에는 절단할 부위에 레이저빔(111)을 조사함으로써 금속 대상물(20)의 산화막(21)이 제거된다(도면부호 22 참조). 이때, 레이저빔의 조사에 의해 금속 대상물의 비산화층 표면이 용융되는 단계를 더 포함할 수도 있다. 즉, 레이저빔의 조사에 의해 금속 대상물(20)의 비산화층 표면이 용융될 때까지 예열함으로써 후행하는 가스 절단시 예열과정이 생략되도록 하는 것이다.
- [0057] 도 3d와 같이 선택적으로 산화막(21)이 제거된 국소부위에 레이저빔(111)을 계속 조사하여 금속 대상물(20)의 비산화층에 일정한 깊이로 홈(23)이 형성될 수도 있다. 홈은 예컨대 10~30mm의 깊이로 형성될 수 있다
- [0058] 여기서, 도 3d는 선택적으로 수행할 수 있다. 즉, 도 3c와 같이 레이저 가공을 통해 산화막(21)만 제거할 수도 있고, 도 3d와 같이 레이저 가공을 통해 금속 대상물(20)의 비산화층 표면을 더 가공하여 홈(23)을 더 형성할 수 있는 것이다.
- [0059] 이러한 홈(23)은 절단할 부위에 길이방향으로 길게 형성될 수 있다. 이 경우, 길이방향으로 길게 형성된 홈(23)은 후행하는 가스 절단 공정에서의 유로를 형성할 수 있다.
- [0060] 이와 같이 레이저빔을 조사하여 레이저 가공을 수행하는 경우 레이저빔이 조사되는 국소부에는 열에너지에 의해 가열되므로 그 국소부 표면이 용융된다. 이러한 용융은 이후 가스 절단 공정에 필요한 예열 과정에 도움이 될 수 있다. 즉, 가스 절단의 경우 절단과정에서 예열 화염과 산화 반응열 두 가지의 열에너지를 통해 금속 대상물의 표면을 가열해야 하는데, 레이저 가공에 의해 이미 가열이 되므로 예열에 필요한 시간이나 연료비의 소모를 줄일 수 있다.
- [0061] 이어, 도 3e와 도 3f와 같이 가스 절단기(120)를 이용하여 해당 국소부에 고압 화염(124)을 방사하여 해당 부분을 절단한다.
- [0062] 이와 같이, 본 발명에서는 레이저 가공을 통해 금속 대상물의 표면에 형성된 산화막을 먼저 제거하고, 이후에 가스 절단을 통해 해당 부분에 절단한다. 이때, 산화막이 제거된 부분, 즉 금속 대상물의 비산화층에는 절단할 방향으로 홈을 형성할 수도 있다.
- [0063] 레이저 가공의 경우 두꺼운 금속 대상물을 절단하는데 적합하지 않지만 에너지 밀도가 높고 짧은 시간에 절단을 수행할 수 있다는 특성이 있다. 산화막이 형성된 금속 대상물의 표면에 레이저빔을 조사한다. 또한, 산화막이 제거된 금속 대상물의 표면에서 대략 10~30mm의 깊이까지 용융시켜 홈을 형성할 수도 있다. 이 경우, 선행된 레이저빔으로 인해 절단 방향으로 발생한 홈은 가스 절단 시 가열 범위를 줄이고 열 영향부를 감소시키는 효과가 있으므로 절단효율이 향상된다.
- [0064] 이러한 과정에서 산화막이 용융되며 비산화 금속층이 노출되고 표면에 일정 영역이 액상선 전후에 위치하며 유동화 상태가 되게 된다. 이때, 가스 절단 공정을 후행하게 되면 산화반응이 발생하며 고압 산소를 통해 절단이 진행되게 된다.
- [0065] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

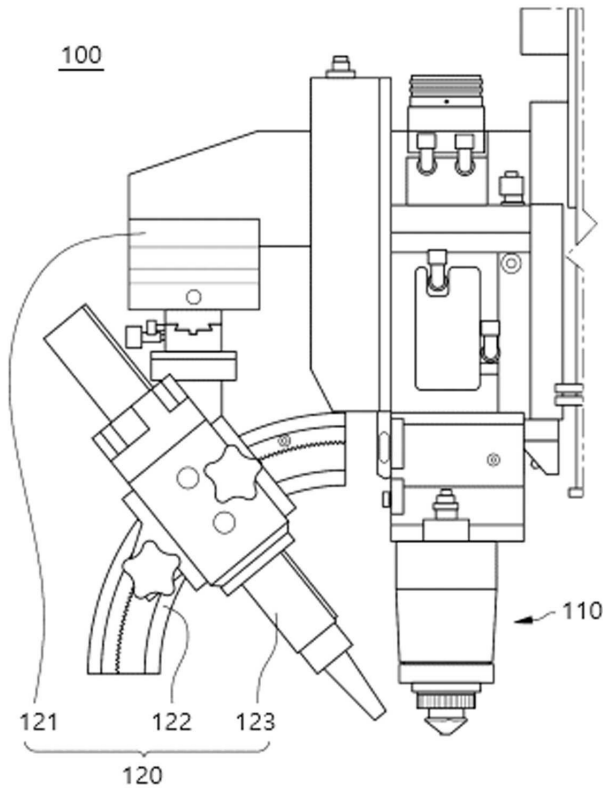
부호의 설명

- [0066]
- | | |
|--------------|-----------|
| 20: 금속 대상물 | 21: 산화막 |
| 22: 제거된 산화막 | 23: 홈 |
| 110: 레이저 절단기 | 111: 레이저빔 |
| 120: 가스 절단기 | 121: 몸체 |

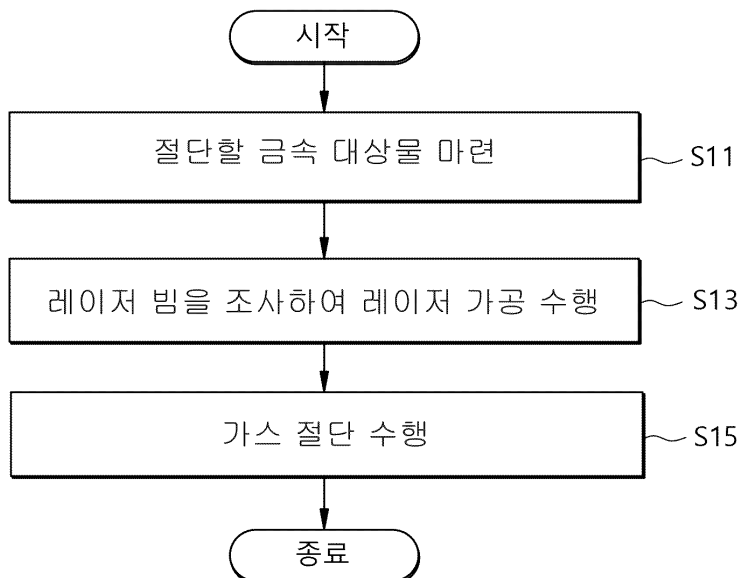
122: 가이드부 123: 절단부
124: 고압화염

도면

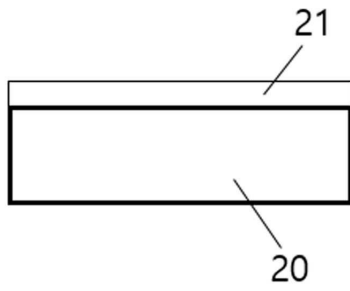
도면1



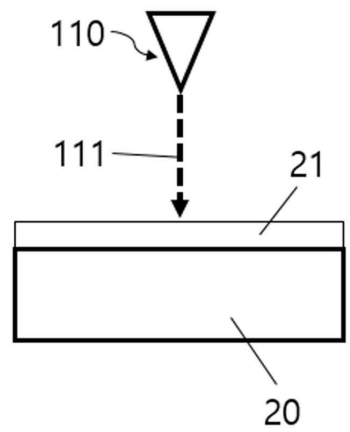
도면2



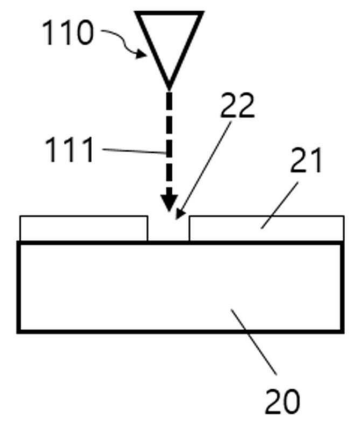
도면3a



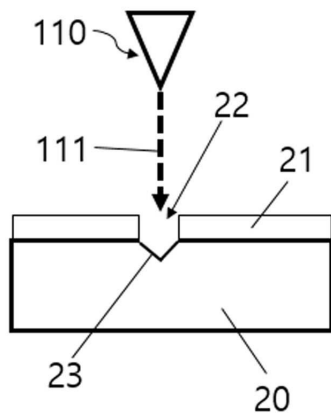
도면3b



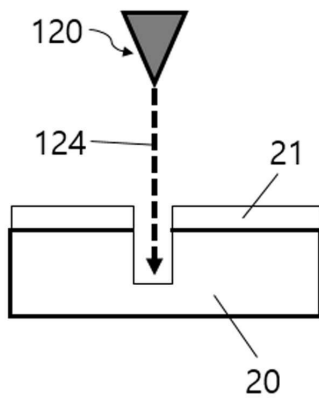
도면3c



도면3d



도면3e



도면3f

