

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ B23K 26/00	(45) 공고일자 1999년01월15일	(11) 등록번호 특0158278	(24) 등록일자 1998년08월04일
(21) 출원번호 특1995-004129	(65) 공개번호 특1995-024836	(43) 공개일자 1995년09월15일	
(22) 출원일자 1995년02월28일	(30) 우선권주장 94-30262 1994년02월28일 일본(JP)		
(73) 특허권자 미쓰비시덴키가부시키키가이샤	기타오카 다카시 일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메 2-3		
(72) 발명자 카나오카 마사루	일본국 아이치켄 나고야시 히가시구 야다미나미 5초메 1-14 미쓰비시덴키가부시키키가이샤 나고야세이사쿠쇼나이		
(74) 대리인 정우훈, 박태경			

심사관 : 이한욱

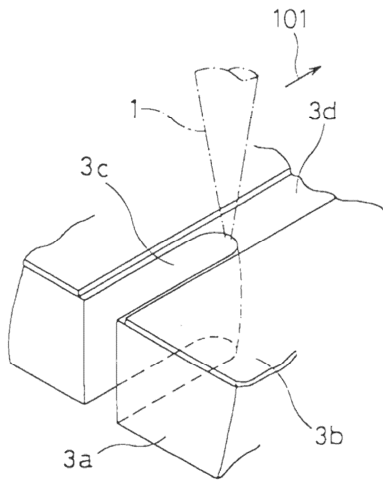
(54) 레이저 가공방법 및 그의 장치

요약

레이저가공은 에너지밀도를 얻어 가공물의 표면물질로서 아연도금층을 제거하도록 최종가공케속에 따라 레이저빔을 사전에 조사시켜 실시한다.

그다음 그 아연을 제거시킨 노출영역에 그 레이저빔을 조사시킴과 동시에, 그 절단조건에 따라 에너지밀도만을 변경시켜 그 가공물을 절단한다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

레이저 가공방법 및 그의 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 이 발명의 실시예 1에 의한 레이저 가공방법 및 장치로서, 아연도금강판의 표면의 아연도금층을 제거한 후의 레이저 절단상태를 나타내는 사시도.

제2도는 이 발명의 실시예 1에 의한 레이저 가공방법 및 장치에 있어서, 아연도금강판에 있는 아연도금량(M)과 그의 제거에 필요한 레이저빔의 발광부에 있는 에너지 밀도(E)와의 관계를 나타낸 설명도.

제3도는 이 발명의 실시예 1에 의한 레이저 가공방법 및 장치에 있어서, 도금량(M=20g/mm²)의 각종 코팅재와 그 제거에 필요한 레이저빔의 에너지밀도(E)와의 관계를 나타낸 도이다.

제4도는 이 발명의 실시예 1에 의한 레이저 가공방법 및 장치의 가공수순을 나타낸 플로차트.

제5도는 이 발명의 실시예 1에서 실시예 8 까지의 레이저 가공방법 및 장치의 전체구성을 나타내는 개략도.

제6도는 이 발명의 실시예 1의 치와 코팅이 제거되지 않은 기술의 치를 비교시, 도금량에 대한 절단면의 불량율을 나타낸 설명도.

제7도는 이 발명의 실시예 2에 의한 레이저 가공방법 및 장치로 아연도금을 제거한 후 용접하였을 때의 용접비드(welding bead)를 나타낸 단면도.

제8도는 이 발명의 실시예 2의 치와 코팅이 제거되지 않은 기술의 치를 비교시 파라미터로서 아연도금량에 대한 기포(blow hole) 점유율의 그래프를 나타내는 설명도.

제9도는 이 발명의 실시예 3에 의한 레이저 가공방법 및 장치로서, 재료표면에 불균일한 산화막이 존재하는 절단작업을 나타내는 단면도.

제10도는 이 발명의 실시예 3의 치를 코팅되지 않은 기술의 치와 비교시, 산화막두께와 가공한 절단면 거칠음(Rmax)과의 나타낸 설명도.

제11(a)도는 본 발명의 실시예 3에 의한 레이저 가공방법 및 장치에 있어서, 경사한 재료를 절단하는 경우의 원리를 나타내는 설명도.

제11(b)도는 이 발명의 실시예 4에 의한 레이저 가공방법 및 장치에 있어서, 경사한 재료를 절단하는 경우의 원리를 나타내는 설명도.

제12도는 이 발명의 실시예 4의 치와 홈(groove)이 없는 기술의 치와 비교시, 수평방향으로의 경사각도와 불량율과의 관계를 나타내는 설명도.

제13도는 이 발명의 실시예 5의 치를 사전처리를 하지 않은 기술의 치와 비교시 미리 산소 또는 산소를 포함한 혼합가스를 사용한 가공조건으로 재료표면을 산화시킨 후 용접할 때의 가공속도와 용해깊이와의 관계를 나타내는 설명도.

제14도는 관련된 기술에서, 피가공물의 표면에 대해서, 수직방향에서 레이저빔의 방사와 보조가스의 분사를 실시하였을 때의 홈의 상태를 나타내는 설명도.

제15도는 이 발명의 실시예 6에 있어서, 노즐을 경사시킨 홈의 파여진 상태를 나타내는 설명도.

제16도는 이 발명의 실시예 6에 있어서, 두꺼운 판을 절단시, 미리 절단하는 궤적에 따라 홈을 형성한 후 절단을 하는 가공상태를 나타내는 설명도.

제17도는 이 발명의 실시예 6에 의한, 두께(T)가 다른 연강재료를 절단시, 홈의 깊이(t)와 불량율과의 관계를 나타내는 설명도.

제18도는 이 발명의 실시예 7에 의거, 피가공물 표면이 기계가공 등으로 정밀도가 나쁘게 마감된 절단에 있어서, 미리 절단하는 궤적을 용해시켜 절단면 거칠음을 개선시킨 후, 절단을 하는 가공상태를 나타내는 설명도.

제19도는 이 발명의 실시예 7에 있어서, 두께(T)가 다른 연강재료를 절단시, 피가공물표면 거칠음(Rmax)과 불량율과의 관계를 나타내는 설명도.

제20(a)도 및 제20(b)도는 이 발명의 실시예 8에 의한 레이저빔 모드와 레이저빔상태의 관계를 나타내는 설명도.

제21도는 종전의 레이저 가공방법 및 장치를 나타내는 사시도.

제22도는 종전의 레이저 가공방법 및 장치에서의 절단가공을 나타내는 사시도.

제23도는 종전의 다른 레이저 가공방법 및 장치를 나타내는 개략도이다.

제24도는 종전의 레이저 가공방법 및 장치에 있어, 용접가공의 예비가공을 나타내는 사시도.

제25도는 종전의 레이저 가공방법 및 장치에 있어, 본 가공을 나타내는 사시도.

제26도는 종전의 레이저 가공방법 및 장치에 있어, 용접불량을 나타내는 단면도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1 : 레이저 빔 | 2 : 렌즈 |
| 3a : 피가공물 | 3b : 아연도금층 |
| 3c : 절단홈 | 3g : 산화막 |
| 3h : 절단홈 | 3k : 용해부 |
| 3i : 홈 | 3j : 용해표면 |
| 4a,4b : 붐베 | 6 : 혼합기 |
| 7 : 가공헤드 | 8 : 노즐 |
| 9 : 가공점 | 10 : 레이저발전기 |
| 11 : 아연증기 | 20 : 제어유닛 |
| 20a : 에너지밀도 연산수단 | 20b : 가공조건 설정수단 |
| 20c : 예비가공 지령수단 | 20d : 복귀지령수단 |

20e : 본 가공지령수단

20f : 가공지령 출력수단

[발명의 상세한 설명]

이 발명은 레이저빔을 이용하여 금속재료를 된 피가공물의 절단과 용접을 행하는 레이저가공방법 및 장치에 관한 것이며, 더 상세하게는 예비적 가공조건으로 가공을 하여 피가공물의 표면상태를 개선한 후에 실제의 가공조건으로 가공을 하는 레이저 가공방법 및 그 장치에 관한 것이다.

일반적으로 탄소강, 스텐레스강, 알루미늄 등의 금속재료를 된 피가공물을 레이저 가공하는 경우, 피가공물의 레이저빔의 조사와 보조가스의 분사를 하여 가공을 실시하고 있다.

여기서, 피가공물 표면이 저융점물질로 코팅되어 있는 레이저 가공에서는, 가공중에 저융점물질의 증발물질이 가공범위에 침입하여 열화된다.

제21도에서 제26도는 이 문제를 해결하기 위한 종전의 절단 및 용접기술에 관한 것이며, 제22도에서 제25도의 화살표(101)는 레이저빔(1)에 의한 가공 및 절단방향을 나타내고 있다.

상기의 분리한 점에 대처하기 위해, 일본국 특개평 4-333386호 공보에는 제21도와 같이, 저융점물질로 코팅된 재료의 레이저가공시 보조가스를 사용하여, 저융점 물질의 증발을 억제하고 피가공물의 질을 향상하였다.

제21도에서, 1은 레이저빔, 2는 렌즈, 3a는 아연도금강판인 피가공물, 3b는 피가공물(3a)의 표면의 아연도금층, 4a,4b는 산소(O₂) 및 아르곤(Ar)의 가스분배, 6은 혼합기, 7은 가공헤드, 8은 노즐, 9는 가공점이다.

다음 이의 동작을 설명한다.

레이저발전기(표시않됨)에서 출사된 레이저빔(1)은 굽은 거울(표시않됨)에 의해 가공헤드(7)까지 유도된다. 그리하여, 레이저빔(1)의 렌즈(2)에 의해 접속되고 노즐(8)에서 피가공물(3a)의 아연도금층(3b)의 가공점에 방사된다.

이 때 아연도금층(3b)에서의 레이저빔(1)의 에너지밀도는 피가공물(3a) 종류, 두께 및 가공속도에 따라 변화된다.

또, 산소가스(4a)와 아르곤가스(4b)는 혼합기(6)에서 혼합되어 가공헤드(7)에 설치된 집광렌즈(2)의 밑에 유도되어, 노즐(8)에서 레이저빔(1)과 동시에 피가공물(3a)의 표면의 아연도금층(3b)에 분사된다.

혼합가스를 사용하므로, 그 속의 산소가스에 의해, 아연도금강판의 아연을 산화시켜 산화아연 또는 과산화아연으로 하므로써 아연이 증발되지 않고 스파터(splatter)가 감소하므로 기포가 적은 레이저 용접을 할 수 있다. 또, 일본국 특개평 4-138888호 공보에는, 제23도와 같이 레이저빔을 2분광하여 1개로 저융점물질을 벗기고 다른 1개로 실제의 용접가공을 행하고 있다.

제23도에서, 10은 레이저발전기, Mm은 부분반사경, Ms는 전반사경이다.

레이저발전기(10)에서 출사된 레이저빔은 부분반사경(Mm)에 의해 2분광되어 그의 1개는 부분반사경을 통과하여 피가공물(3a)에 이르고 코팅된 물질, 예컨대 아연도금층(3b)을 제거한다.

다른 1개는 부분반사경(Mm)에 의해 반사되어 전반사경(Ms)에 이르고, 피가공물(3a)에 조사되어 레이저빔에 의해 용접된다.

그리하여, 장치가 레이저빔을 한 방향(101)으로 이동시킴에 따라 피가공물표면의 코팅물질의 제거와 용접을 동시에 시행한다.

또, 일본국 특개소 63-112088호 공보에는, 아연도금강판의 용접방법에 있어서, 제24도와 같은 표면의 아연을 벗기는 공정, 제25도와 같이 용접을 행하는 공정이 공시되었다.

제24도에서와 같이, 먼저 가공헤드(7)를 정상적인 가공위치 보다 위에 위치시키므로써 초점위치를 피가공물표면에서 상방에 놓으며, 또 출력을 감소시켜 레이저빔을 아연도금층(3b)에 조사하여 아연도금층을 벗기고 다음 공정을 위해 피가공물(3a)의 노출된 표면(3d)를 준비한다.

다음, 제25도와 같이 초점위치를 피가공물(3a)의 표면부근에 설정하므로써, 출력을 증가시켜 용접을 행할 수 있다.

그러나, 제21도에 표시하는 보조가스로서 혼합가스를 사용하는 방법에는, 재료표면의 아연도금층의 두께가 커지면 양호한 용접을 행할 수 없다.

또, 절단에는 보조가스로서 고순도의 산소가스를 사용하는 것이 일반적이며, 혼합가스를 절단공정에 사용하면 가공능력이 현저히 저하된다. 그러므로, 두꺼운 아연도금층의 아연도금강판의 용접을 하는 방법이 필요하게 된다. 또, 제26도는 두께가 200 μ m의 아연도금강판을 보조가스로서 혼합가스를 사용하여 맞대기용접 했을 때의 용접비드(3e)를 나타내는 단면도이며, 용접비드(3e)내에는 기포(Blow hole)(3f)가 발생하고 있다.

제22도는 아연도금강판의 레이저절단에 있어서, 가공품질의 악화원인을 나타내는 도면이다.

도면에서, 3a는 피가공물, 피가공물은 절단홈(3c)으로 형성되고, 11은 절단홈(cut groove)(3c)내에 침입한 저융점물질인 아연증기이다. 아연도금강판의 레이저절단에는, 제22도와 같이 아연도금층(3b)이 증발하여 아연증기(11)가 절단홈(3c)내에 침입한다.

따라서, 절단홈(3c) 내의 산소가스 순도가 저하하여 절단면에 커다란 흠집이 생기며, 이면에 찌꺼기가 발생한다.

즉, 레이저절단에서는 절단홀(3c)내에 아연증기(11)가 침입하지 않도록 절단할 필요가 있다.

제23도의 레이저가공에 있어서, 아연도금층(3b)이 최종레이저빔에 의해 벗겨진 후 피가공물(3a)는 제2의 레이저빔에 의해 용접되므로, 코팅층(3b)을 벗길 때 발생하는 열이 식기전에 본 가공이 행하여 진다.

본 가공이 피가공부에 열이 있을 때 이루어지면 열입력이 과다한 현상이 되어 절단에서는 셀프-번닝(self-burning)상태, 용접에서는 접합부의 조적이 비대, 취약해진다.

또, 부분반사경(Mm)과 전반사경(Ms)과의 거리관계가 고정된 상태에서는 가공의 궤적이 복잡하게 되면, 전처리(pretreatment)로서의 박리작업과 (peeling work) 본 가공과의 궤적이 일치되지 않는 경우가 생긴다.

만일 그 궤적을 일치하도록 구성하면 장치자체가 복잡하게 되고 고가로 실용적이 아닌 것으로 된다. 또한, 부분반사경(Mm)과 전반사경(Ms)을 사용한 구성에서는 직선적인 가공밖에 적용할 수 없게 된다.

제24도 및 제25도에서는, 출력이 저하되고 가공조건으로서 궤적이 이동되어 최초의 공정에서 아연도금을 소각제거하므로, 제거속도가 감소된다.

또, 레이저빔의 흡수율이 크고 저용점의 아연도금에는 적용되나, 흡수율이 적고 고용점물질의 제거에는 적용되지 않는다.

또한, 각종 물성이 다른 소각제거에는 출력을 증가시키고 속도도 증가시키므로서, 고속가공의 상태에서 레이저빔의 에너지밀도를 코팅의 종류에 따라 제어할 필요가 있다.

또, 연강재료의 대부분은, 그 제조행정의 압연시에 재료표면에 산화막이 발생된다.

이 산화막을 밀스케일(mill scale)이라 칭하며, 두꺼운 밀스케일층 또는 두껍고 얇은 반점이 있는 층의 레이저가공에는 흠어짐이 유발되고 있다. 즉, 재료표면의 산화막의 두께가 불균일한 것을 절단하면, 재료표면에 레이저빔의 흡수율도 흠어짐이 발생한다. 흡수율이 크게 변화하면 절단의 가공품질에도 불량이 생긴다. 용접에 있어서도, 흡수율이 변화하면 침투의 길이에 흠어짐이 발생하여, 안정된 가공을 할 수 없다.

용접부(용접비드)가 재료표면의 산화막으로 오염되면, 용접강도가 떨어진다. 더 나아가, 산화막이 어느 두께이상이면, 레이저가공중에 열 충격에 의한 크랙이 불연속적으로 발생하여, 레이저빔의 조사위치의 한쪽에 산화막이 존재하고 다른쪽에 존재하지 않는 경우가 생긴다.

그 결과, 상기와 같이 재료표면의 산화막의 두께가 불균일한 것을 절단하면 레이저빔의 흡수율에도 흠어짐이 생긴다.

흠어짐이 있으면, 절단의 가공품질에도 불량이 생긴다.

용접에도 레이저빔의 흡수율에 흠어짐이 있으면 침투의 깊이에 흠어짐이 생겨, 안정된 가공을 할 수 없다.

또, 연강재료를 장기간 높은 습도 환경속대 (high humidity environment) 방치하면 녹이 발생한다.

재료표면이 녹으로 덮인 부분의 레이저절단에는 이상연소가 발생하여 절단품질에 문제가 발생한다. 또, 녹슨부분의 레이저빔 용접의 경우에는 용접비드내에 기포가 발생한다.

즉, 재료표면에 녹이 있으면, 녹이 있는 부분과 녹이 없는 부분간에 레이저빔 흡수율의 흠어짐이 생긴다. 흠어짐이 발생하면, 절단의 가공품질에도 불량이 생긴다.

또한, 용접에 있어서도 흡수율이 변화되면, 침투의 폭 또는 깊이가 변화하므로, 안정된 가공이 불가능하다. 재료표면의 거칠음이 크면 클수록, 레이저 절단품질에 불량이 발생한다.

재료표면의 거칠음이 크면 클수록, 레이저빔의 흡수율에 흠어짐이 커지며, 흡수율이 적은 부분에서는 가공속도가 느리나, 흡수율이 큰 부분에서는 가공속도가 크므로, 가공품질은 불균일하게 된다.

레이저빔의 조사방향에 대하여 재료표면이 수직이 아닐 경우는, 절단홀내에 보조가스의 흐름에 교란이 생겨, 절단불량이 발생한다.

또한, 고반사재료의 레이저용접에서는, 가공 중에 레이저빔의 반사가 일어나, 안전한 가공이 불가능하다.

이 발명은 상기 문제를 해결하기 위한 것으로, 레이저빔을 사용하여 예비적인 가공조건하에서 처리하여 피가공물의 표면을 개량한 후 실제의 가공조건으로 본 가공을 시행하므로서, 피가공물을 적절히 가공할 수 있는 레이저가공방법 및 장치를 제공하는 것이다.

이 발명의 목적은, 서로 다른 각종의 특성을 가지며 본 가공을 방해하는 피가공물의 표면물질의 제거속도를 높일 수 있는 레이저 가공방법 및 장치를 제공하는 것이다.

이 발명의 목적은 레이저빔 기기자체의 변경이나 복잡성없이 절단품질 또는 용접품을 용이하게 개선할 수 있는 레이저가공방법 및 장치를 제공하는 것이다.

이 발명의 목적은 레이저빔 기기자체의 변경의 필요없이 절단품질 또는 용접품을 용이하게 개선할 수 있는 레이저 가공방법 및 장치를 제공하는 것이다.

이 발명의 바람직한 방법에 의하면, 레이저 가공방법은 피가공물을 전처리하는 예비가공공정과, 최종가공 궤적에 따라 가공하는 본 가공공정으로 구성된다.

예비가공공정은 집광시스템을 이용하여 고에너지밀도로 집광한 레이저빔을 본 가공공정의 본 가공조건외 에너지밀도와는 다른 에너지밀도를 얻는 예비가공조건하에서 최종가공 궤적에 따라 레이저 빔을 조사하

여 사전에 피가공물의 표면의 재료를 제거하는 공정이며, 본 가공공정은 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도를 변경할 때 표면재료가 제거된 피가공물의 영역에 레이저빔을 조사하여 가공하는 공정이다.

이 발명에 의한 레이저 가공장치는 피가공물을 전처리하는 예비가공수단과 최종가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공수단으로 구성된다.

예비가공수단은 고에너지밀도로 레이저빔을 집광하는 수단과 본 가공공정의 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도와는 다른 에너지밀도를 얻는 예비가공조건하에서 최종 가공단계에 따라 레이저빔의 선두끝을 조사하여 사전에 피가공물의 표면재료를 제거하는 수단으로 구성되며, 본 가공수단은 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도를 변경시 표면재료가 제거된 피가공물의 영역에 레이저빔을 조사하여 피가공물을 가공하는 수단이다.

이 발명의 보다 바람직한 방법에 의하면, 레이저 가공방법은 피가공물을 전처리하는 예비가공공정과 최종가공 단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공공정으로 구성된다.

예비가공공정은 고에너지 밀도로 레이저빔을 집광하여 본 가공공정의 본 가공조건에 따라 레이저빔의 선두끝을 조사하여 피가공물의 표면거칠음을 균일하게 하는 공정이며, 본 가공공정은 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도를 변경시 표면거칠음이 균일하게 된 피가공물의 영역에 레이저빔을 조사하여 피가공물을 가공하는 공정이다.

이 발명의 다른 보다 바람직한 방법에 의하면, 레이저 가공장치는 피가공물을 전처리하는 예비가공수단과 최종가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공수단으로 구성된다.

예비가공수단은 고에너지밀도로 레이저빔을 집광하는 수단과 본 가공공정의 본 가공조건에 따라 레이저빔의 선두끝을 조사하여 피가공물의 거친 표면을 균일하게 하는 수단이며, 본 가공수단은 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도를 변경시 거친표면이 균일하게 된 피가공물의 영역에 레이저빔을 조사하여 피가공물을 가공하는 수단이다.

이 발명의 또 다른 바람직한 방법에 의하면, 레이저 가공방법은 피가공물을 전처리하는 예비가공 공정과 최종 가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공공정으로 구성된다.

예비가공공정은 본 가공공정의 본 가공조건에 따라 레이저빔을 조사하여 피가공물에 흠을 파는 공정이며, 본 가공공정은 본 가공조건하에서 레이저빔의 에너지밀도를 변화시 피가공물의 흠이 파여진 영역에 레이저빔을 조사하여 피가공물을 가공하는 공정이다.

이 발명의 또 다른 바람직한 방법에 의하면, 레이저 가공장치는 피가공물을 전처리하는 예비가공수단과 최종가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공수단으로 구성된다.

예비가공수단은 본 가공공정의 본 가공조건에 따라 레이저빔을 조사하여 피가공물에 흠을 파는 수단이며, 본 가공수단은 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도를 변경시 흠이 파여진 피가공물의 영역에 레이저빔을 조사하여 피가공물을 가공하는 수단이다.

이 발명의 또 다른 보다 바람직한 방법에 의하면, 레이저가공방법은 피가공물을 전처리하는 예비가공공정과 최종가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공공정으로 구성된다.

예비가공 공정은 본 가공공정의 본 가공조건에 따라 레이저빔을 조사하여 피가공물에 흠을 파는 공정이며, 본 가공공정은 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도를 변경시 피가공물의 흠이 파여진 영역에 레이저빔을 조사하여 피가공물을 가공하는 공정이다.

또 예비가공공정은 레이저빔의 조사방향과 보조가스의 분사방향을 피가공물의 표면에 대해 경사시키는 공정을 가지며, 본 가공공정은 레이저빔의 조사방향과 보조가스의 분사방향을 피가공물의 표면에 대하여 수직으로 하는 공정을 갖고 있다.

이 발명의 또 다른 바람직한 방법에 의하면 레이저 가공장치는 피가공물을 전처리하는 예비가공수단과 최종가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공수단으로 구성된다.

예비가공수단은 본 가공공정의 본 가공조건에 따라 레이저빔을 조사하여 피가공물에 흠을 파는 수단이다.

본 가공수단은 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도를 변경시 흠이 파여진 피가공물의 영역에 레이저빔을 조사하여 피가공물을 가공하는 수단이다.

또한, 예비가공수단은 레이저빔의 조사방향과 보조가스의 분사방향을 피가공물의 표면에 경사시키는 수단을 가지며, 본 가공수단은 레이저빔의 조사방향과 보조가스의 분사방향을 피가공물의 표면에 수직이되게 하는 수단을 갖는다.

이 발명의 또 다른 바람직한 방법에 의하면, 레이저가공방법은 피가공물을 전처리하는 예비가공공정과 최종가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공공정으로 구성된다.

예비가공공정은 본 가공공정의 용접시의 본 가공조건과 다른 피가공물의 표면을 산화하는 산소가스를 포함하고 있는 보조가스의 예비가공조건하에서 최종가공단계에 따라 레이저빔을 조사하여 피가공물의 표면을 산화시키며, 본 가공공정은 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도를 변경시 피가공물의 산화표면에 레이저빔을 조사하여 피가공물을 가공하는 공정이다.

이 발명의 또 다른 바람직한 방법에 의하면, 레이저가공장치는 피가공물을 전처리하는 예비가공수단과

최종가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공수단으로 구성된다.

예비가공수단은 본 가공공정의 용접시 본 가공조건과 다른 피가공물의 표면을 산화하는 산소를 포함하고 있는 보조가스의 예비가공조건하에서 최종가공단계에 따라 레이저빔을 조사하여 피가공물의 표면을 산화하는 수단이며, 본 가공수단은 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도를 변경시 피가공물의 산화표면에 레이저빔을 조사하여 피가공물을 가공하는 수단이다.

이 발명 또 다른 바람직한 방법에 의하면, 레이저 가공방법은 피가공물을 전처리하는 예비가공공정과 최종가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공공정으로 구성된다.

예비가공공정은 본 가공공정의 절단, 용접 및 열처리를 하는 본 가공 조건 중의 적어도 1개 조건에서 에너지밀도 및 에너지 분포가 다른 에너지밀도 및 에너지분포를 고르게 얻는 예비가공조건하에서 최종가공 단계에 따라 레이저빔을 조사하여 사전에 피가공물의 표면물질을 제거하는 공정이며, 본 가공공정은 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도 및 에너지분포를 고르게 얻는 예비가공조건하에서 최종가공 단계에 따라 레이저빔을 조사하여 사전에 피가공물의 표면물질을 제거하는 공정이며, 본 가공공정은 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도 및 에너지분포를 변경시 표면물질이 제거된 피가공물의 영역에 레이저빔을 조사하여 피가공물을 가공하는 공정이다.

이 발명의 또 다른 바람직한 방법에 의하면, 레이저 가공장치는 피가공물을 전처리하는 예비가공수단과 최종가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공수단으로 구성된다.

예비가공수단은 본 가공공정의 절단, 용접 및 열처리시 본 가공조건 중 적어도 1개 조건에서 에너지밀도 및 에너지분포가 다른 에너지밀도 및 에너지분포를 고르게 얻는 예비가공조건하에 최종가공 단계에 따라 레이저빔을 조사하여 사전에 피가공물의 표면물질을 제거하는 수단이다.

본 가공수단은 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도 및 에너지 분포를 변경시 표면물질이 제거된 피가공물의 영역에 레이저빔을 조사하여 피가공물을 가공하는 수단이다.

이 발명의 목적 및 이점은 첨부도면에 의한 다음 설명에서 명백하게 될 것이며, 이 발명의 바람직한 실시예가 명확히 나타나 있다.

[실시예 1]

제1도는 이 발명의 실시예 1에 의한 레이저 가공방법 및 장치로 아연도금강판의 표면의 아연도금층을 제거한 후 레이저 절단상태를 나타낸 사시도이다.

도면에서, 1은 레이저빔이며, 레이저발전기, 렌즈가 있는 광학시스템 등(표시않됨)을 구비한 장치에 의해 발생하며 피가공물(3a)의 표면 즉 아연도금강판에 조사된다.

이 발명의 방법 및 장치는 제1도가 절단을 나타낸다 할지라도 절단, 용접 등을 포함한 다양한 가공에 적용된다.

제1도에서 피가공물(3a)는 레이저빔(1)에 의해 제거된 아연도금층(3b)을 갖고 있으며, 노출된 표면(3d)이 드러내어 있고 절단홈(3c)과 같이 절단되어 있다.

이 발명에 의한 레이저 가공방법 및 장치는 마이크로 프로세서(표시않됨)에 구성된 소프트웨어로 개선되어 있으며 그의 기계적 구조의 설명은 생략한다.

그의 소프트웨어는 다음 설명 및 제4도의 플로차트에 나타나 있다.

다음, 레이저 가공방법을 설명한다.

제1단계로서의 예비가공 공정에 있어서, 레이저빔(1)은 본 가공단계와 동일한 최종가공단계에 조사된 고 에너지밀도의 빔으로 집광되므로, 표면에 있는 아연도금층을 미리 제거하여 피가공물(3a)의 노출표면(3d)을 준비한다.

예비가공공정은 절단의 본 가공조건에 에너지밀도와는 다른 에너지밀도를 얻기 위해 예비가공 조건하에서 시행된다.

제2단계로서의 본 가공공정에 있어서, 레이저절단을 위한 본 가공조건에 따라 변화된 에너지밀도에서 레이저빔(1)은 피가공물의 노출표면(3d)에 조사되어 그것을 절단한다.

즉, 가공의 제1단계에서 예비가공조건은 피가공물(3a)의 표면에 있는 아연도금층(3b)을 제거하기 위해 미리 결정되므로, 가공프로그램을 사용하여 레이저빔(1)으로 최종적으로 가공된 제품의 요구된 외각선을 추적하는 조건하에 그것을 가공한다.

가공의 제2단계에서는 가공프로그램의 가공개시점에 레이저빔(1)의 위치를 복귀시키고, 절단가공으로 가공조건을 설정한 후, 노출표면(3d)의 길이에 따라 절단단계와 같은 단계로 피가공물(3a)을 절단한다. 이 절단의 과정에서는 아연증기의 발생은 없고, 보조가스로서의 산소가스의 순도가 높게 유지되어 가공 품질이 양호하게 된다.

제2도는 아연도금강판에서의 아연의 도금량 M(g/m²)과 그의 제거에 필요한 레이저빔(1)의 조사부에 있는 에너지밀도 E(J/cm²)와의 관계를 나타낸 설명도이다.

여기서, 에너지밀도(E)는 레이저출력 P(W), 가공속도 V(cm/s) 및 가공폭 L(cm)에서 다음식 (1)의 관계가 표시된다.

$$E = P/(V \cdot L) \quad (1)$$

제2도의 사선으로 표시한 범위가 아연을 완전히 제거할 수 있는 에너지밀도(E)이며, 도금량(M)에 따라, 높은 가공속도로 아연을 제거가능한 최저의 에너지밀도로 되는 예비가공조건을 설정하는 것이 가공 효율

면에서 바람직하다.

여기서 제2도를 참조하여 각 아연도금량(M)과 최저에너지밀도(E)간에 형성된 다음식 (2)의 관계를 표시한다.

$$E = 74. \log M + 130 \quad (2)$$

제3도는 도금량(M=20g/cm²)의 코팅재료에 대해서 그의 제거에 필요한 레이저빔의 에너지밀도 E(J/cm²)의 관계를 나타내는 설명도이다.

예비가공조건은 각 코팅재의 레이저빔(1)의 흡수율과 용점에 따라 최대속도로 제3도에 사선으로 표시된 에너지밀도(E)를 얻도록 설정하는 것이 바람직하다.

실험결과 아연-알루미늄합금, 아연-니켈합금, 철-아연합금, 아연의 순으로 낮은 에너지밀도로 제거된다. 이 코팅재의 도금량과 그것을 제거하는데 필요한 에너지밀도(E)의 관계는 다음식(3~6)으로 표시된다.

여기서 Ea는 아연-알루미늄합금의 에너지밀도, En는 철-아연합금의 에너지밀도, Ef는 철-아연합금의 에너지밀도, E는 아연의 에너지밀도이다.

$$Ea = 80. \log M + 260 \quad (3)$$

$$En = 78. \log M + 241 \quad (4)$$

$$Ef = 76. \log M + 222 \quad (5)$$

$$E = 74. \log M + 130 \quad (6)$$

코팅재의 도금량과 물성에 따라 그를 제거할 수 있는 에너지밀도는 위의(3~6)식의 형으로 마이크로 프로세서의 메모리에 저장되고, 또 상식(1)의 관계에서 요구되는 가공폭과 가공속도에 따라 출력을 설정할 수 있다.

제4도는 이 실시예의 가공공정을 나타내는 플로차트이다.

스텝 1에서 파라미터는 운전자에 의해 입력되며, 스텝 3에서 적절한 출력이 스텝 2의 데이터베이스와 교환된 데이터에 따라 연산된다.

예비가공조건은 스텝 4에서 설정되고 코팅재는 스텝 5에서 제거된다.

제거 후 빔은 스텝 6의 개시점에 복귀하고, 본 가공조건은 스텝 8에서 개시되고 스텝 9에서 종료된다. 이 공정은 가공프로그램에서 각종 코드된 지령에 의해 자동으로 실행된다.

제5도는 이 발명의 실시예 1에서 실시예 8까지에 의한 방법을 사용한 레이저 가공방법 및 장치에 대한 전체구성을 나타내는 설명도이다. 도면에서 10은 레이저빔기기, 10은 레이저발전기, 11은 전원팬날, 12는 냉각장치, 7은 가공헤드, 20은 제어유닛이며, 코팅재제거수단 데이터베이스(21)를 갖으며, 기지의 CPU, ROM, RAM 등으로 형성되어 있다.

레이저빔(1)은 레이저발전기(10)로부터 조사되고 굽은거울(Mb)에 의해 가공헤드(7)에 유도된다. 가공헤드(7)에 유도된 레이저빔(1)은 헤드(7)에 구비된 렌즈(2)에 의해 초점이 맞추어 지고, 초점이 맞추어진 레이저빔(1)은 헤드(7)의 선두 끝에 있는 노즐(8)에서 가공테이블(5)에 고정된 피가공물(3a)의 표면으로 조사된다. 이 때, 레이저빔(1)의 에너지밀도는 코팅재제거부 데이터베이스(21)를 사용하여 제어유닛(20)의 에너지밀도연산수단(20a)에서 연산되고, 제4도에 표시된 가공공정에 따라 가공폭, 가공속도, 코팅재의 종류 또는 코팅의 도금량 등의 데이터에 기준하여 제5도에서와 같이 가공조건 설정수단(20b)에 출력된다.

가공조건설정수단(20b)에서의 출력데이터는 가공지령출력수단(20f)을 통해 출력된다.

예비가공지령수단(20c) 및 복귀지령수단(20d)에서의 출력데이터는 가공지령출력수단(20f)을 통해 출력된다.

코팅재의 제거 후 본 가공조건이 본 가공조건 설정수단(20e)에 설정되고 가공조건 지령출력수단(20f)을 통해 출력되며, 가공조건, 레이저발전기 (10)의 동작 또는 가공테이블(5)은 가공지령출력수단(20f)에서의 출력데이터에 기준하여 제어된다.

제6도는 현 실시예의 값(value)을 종전 기술의 값과 비교할 때의 도금량(g/m²)에 대한 절단표면의 불량율(%)을 나타내는 설명도이며, 여기서 아연도금층이 남아 있는 두께 16mm의 연강재를 절단하여 얻은 데이터를 종전 기술이라 칭하고, 아연도금층이 제거된 두께 16mm의 연강재를 절단하여 얻은 데이터를 이 발명의 바람직한 방법 또는 이 실시예라 칭한다.

실시예에 있는 코팅을 제거하는 작업에 대해 조건은 식(2)에서 선택되므로 5mm의 가공폭 및 200mm/분의 속도가 가능하였다. 이 실시예 및 종전기술의 모든 절단작업에 대해서 산소(O₂)가 보조가스로 사용되고 그의 가스압력이 0.6kg/cm²로 설정될 때, 조건은 2200W의 출력 및 800mm/분의 가공속도를 갖도록 설정할 수 있다.

종전기술에 있어서, 불량율은 실제로 아연도금된 량(도금층의 두께)에 비례하여 증가하며, 이 실시예에서의 불량율은 각 도금량에 대해 약 2%이다.

이 실시예의 방법 및 장치에서 절단피가공물(3a)의 품질은 매우 양호하며 만족스럽다.

아연도금에 대해 이 실시예를 설명하였으나, 이 발명은 어느 코팅재에도 적용되고, 그 재료가 기본금속

보다 저응점을 갖는다면 동일한 효과를 얻을 수 있다.

[실시예 2]

제7도는 이 발명의 실시예 2에 의한 레이저가공방법 및 장치로 아연도금층을 제거한 후 용접에서 얻은 용접비드를 나타내는 단면도이다. 이 실시예의 레이저가공의 전체구조는 제5도의 개략도에 표시된 실시예 1과 동일하므로 그의 설명을 생략한다.

실시예 1은 레이저절단에 관한 것이거나 실시예 2는 레이저용접에 관한 것이며 가공프로그램이 요구된 용접작업을 위해 적절하게 변경되었다고 해도 실시예 1의 것과 동일한 장치가 이 실시예의 방법을 실행하기 위해 사용된다.

실시예 2는 제1단계로서의 예비가공공정을 가지며, 예비가공공정은 실시예 1과 동일하여 그의 설명을 생략한다. 그리고, 제2단계로서의 본 가공공정에 있어서, 레이저빔(1)은 예비가공공정에서 아연도금층(3b)을 제거하여 얻은 피가공물(3a)의 노출표면에 또는 용접하기 위해 피가공물(3a)에 구비된 비드(3e)에 조사된다.

이 때, 에너지밀도는 본 가공조건에 따라 레이저용접을 위해 변경된다.

이 실시예에 있어서, 피가공물(3a)는 판두께가 2mm이고, 아연도금량이 50g/cm²이다.

코팅의 제거는 위의식(2)에서 가공폭 5mm, 속도 2000mm/분으로 가공되는 조건을 사용하고, 용접조건은 출력 1200W, 속도 2500mm/분, 보조가스는 아르곤(Ar)이며, 가스유량은 20ℓ/분이다.

이 실시예에서는 용접비드(3e)에는 기포가 발생하지 않았다.

제8도는 파라미터로서 아연도금량(g/m²)에 대한 기포점유비(%)를 나타내는 설명도이다.

제8도는 판두께 3mm의 아연도금강판에 출력 1800W, 속도 1500mm/분의 레이저빔(1)으로 비트상에서 용접을 하였을 때의 결과를 나타낸다. 기포 점유율은 비트(3e)의 단면적에 대한 기포의 단면적의 비율이다. 또한, 아연도금층의 위에서 용접한 경우의 데이터는 종전 기술을 참고로 하며 아연도금층의 제거 후에 용접한 경우의 데이터는 이 실시예로서 얻을 수 있다.

이 실시예에서 코팅의 제거는 위의식(2)에서 가공폭 5mm, 속도 2000mm/분으로 용접할 수 있는 조건이 선택되었다. 이 실시예에 의한 레이저 가공방법 및 장치에 있어서, 용접한 피가공물(3e)의 품질은 매우 양호하며 만족스럽다. 또한, 이 실시예에서 아연도금층(3b)을 제거한 후의 용접에 있어서, 기포의 발생은 현저히 감소하여 양호한 용접을 확실하게 하였다.

실시예 1에서와 같이 아연도금에 의한 코팅에 대하여 설명하였으나, 이 발명은 어느 코팅재에도 적용되며, 모재보다 저응점이면 같은 유리한 효과를 얻을 수 있다.

또, 이 실시예에 있어서, 코팅재를 제거하기 위한 에너지밀도는 코팅재의 도금량과 재질에 따라 위의식(3~6)에 표시하는 형태로 이 발명의 레이저 가공장치를 구성하고 있는 마이크로프로세서의 메모리에 기억된다.

또한, 출력은 요구된 가공폭과 가공속도에 따라 위의식(1)에서 요구되는 형태로 설정할 수 있다.

제4도는 이 실시예의 가공공정에 사용되는 플로차트이며, 공정은 가공프로그램에 있는 각종 코트 지령에 의해 자동으로 실행할 수 있다.

[실시예 3]

제9도는 이 발명의 실시예 3에 의한 레이저가공방법 및 장치로 재료표면에 불균일한 밀 스케일(mill scale)이라고 불리는 산화막이 존재하는 피가공물의 절단상태를 나타내는 단면도이다.

이 실시예에 있는 레이저빔장치의 전체구성은 제5도의 실시예 1과 동일하므로 설명을 생략한다.

실시예 3은 산화막(3g)이 있는 또는 피가공물표면에 롤링(rolling)으로 형성된 밀스케일이 있는 피가공물(3a)를 처리하는 실시예 1과 같은 레이저절단에 관한 것이다.

가공프로그램이 요구되는 밀스케일 제거작업을 위해 적절히 변경되었다하여도, 실시예 1과 동일한 장치가 이 실시예를 실행하기 위해 사용된다. 예비가공공정은 밀스케일(mill scale)을 취급하는 것 이외에는 실시예 1과 동일하나, 이 실시예 3은 밀스케일을 처리하는 제1 단계로서 예비가공공정을 사용한다.

즉, 실시예 1에서 아연도금층을 제거하는 동일한 방법으로 다음 본 공정을 위해 예비공정에서 미리 산화막(3g)을 제거한다. 그리고 제2단계의 본 가공공정에서, 예비가공공정에서 밀스케일을 제거하여 얻은 피가공물(3a)의 깨끗한 표면에 레이저빔(1)을 조사하여 피가공물을 절단한다.

본 가공공정은 실시예 1과 동일하므로, 그의 설명을 생략한다.

제9도에 있어서, 피가공물(3a)표면의 산화막(3g)의 두께는 레이저빔(1)의 흡수율에 영향을 받고 있다. 일반적으로, 산화막(3g)의 두께가 불균일할 지라도, 그의 두께의 흡수율을 인식하여 가공조건을 제어하여 가공하는 것은 불가능하다.

즉, 산화막(3g)의 두께가 불균일 할지라도 동일가공조건으로 절단 또는 용접을 행하므로, 레이저빔(1)의 흡수율에 따라 가공품질에도 불균일한 상태가 발생한다.

두꺼운 산화막이 균일하게 생긴 재료가공일지라도, 가공중에 산화막의 박리가 자주발생하며, 가공품질의 저하를 가져온다.

또, 재료표면에 녹이 형성된 피가공물의 가공에 있어서도, 동일한 불균일한 가공현상이 생긴다.

제10도는 두께 12mm의 연강재료(SS400)에서 산화막두께(μm)와 가공할 절단면 거치름(Rmax)(μm)와의 관계

를 나타낸 설명도이다. 여기서, 종전기술로서 산화막을 제거하지 않고 피가공물을 가공하여 얻은 가공 데이터대신에 산화막을 제거한 후 피가공물을 가공하여 얻은 데이터로 이 실시예에 나타낸다.

절단조건은 출력 1500W, 속도 1000mm/분이고, 산화막을 제거않은 경우나, 제거한 경우에 동일조건으로 절단하였다. 일반적으로, 산화막이 두꺼울수록 레이저빔의 흡수력이 커져서 절단면이 거칠게 된다.

그러나, 이 실시예에 의한 가공결과는, 레이저빔의 흡수율이 균일하고, 절단면품질이 항상 양호하다.

[실시예 4]

제11(b)도는 이 발명의 실시예 4에 의한 레이저가공방법 및 장치로 경사진 재료를 절단할 때의 원리를 나타내는 설명도이다.

제11(a)도는 종전예로서의 원리를 나타내는 설명도이다.

제11(a)도는 종전예로서의 경사진 재료를 절단할 때의 원리를 나타내는 설명도이다.

제11(b)에는 피가공물(3a)에 형성된 절단홈(3h)에 노즐(8)로부터 보조가스를 분사하였을 때 가스의 흐름을 나타내며, 제11(a)에는 피가공물에 절단홈이 형성되지 않은 상태에 노즐(8)로부터 보조가스를 분사하였을 때, 가스의 흐름을 나타낸다. 이 실시예에 의한 레이저가공기기의 전체구성은 제5도의 실시예 1과 동일하므로 그의 설명을 생략한다.

실시예 4에서는 피가공물(3a)에 절단홈을 형성하도록 전처리하는 실시예 1과 같은 레이저절단에 관한 것이다. 가공프로그램이 요구되는 절단홈 형성작업 및 절단후작업을 위해 변경되어도 실시예 1과 동일한 장치를 사용하여 이 실시예의 방법을 실행한다.

실시예 4에서는, 실시예 1에서의 소정궤적에 따라 아연도금층을 제거하는 대신에 피가공물(3a)을 전처리하는 제1단계의 예비가공공정을 사용하여 절단홈(3h)을 형성한다.

즉, 절단홈(3h)을 다음 본 가공공정을 위해 예비가공공정에서 사전에 형성한다. 그리고, 제2의 단계의 본 가공공정에서 보조가스가 절단홈에 분사될 때 레이저빔(1)은 피가공물(3a)의 절단홈에 조사되어 절단된다.

상기와 같이, 실시예 4에서는 절단을 개선하기 위해 경사진 피가공물(3a)을 처리한다.

즉, 제 11(a)의 종전의 기술에서는, 가스흐름의 방향이 고정되고 경사진 피가공물의 면에 따라 경사되었으므로, 레이저빔(1)의 조사로 용융된 용융부분(3k)을 밀어내리는 운동력을 기대할 수 없다.

여기에 대해서, 제11(b)도에서는, 미리 절단홈(3h)을 가공한 후 절단홈(3h)은 보조가스의 흐름방향을 정하는 일종의 노즐의 역할을 하고, 용융부분(3k)을 밀어내리는 역할을 하므로, 절단능력을 대폭 향상시킬 수 있다.

제12도는 판두께 12mm의 연강재료(SS400)의 절단에서, 수평방향과의 경사각도 θ (도)와 불량율(%)과의 관계를 나타내는 설명도이다.

여기서, 종전기술인 절단홈없이 피가공물을 절단하여 얻은 데이터대신에 절단홈(3h)을 형성한 후 피가공물을 절단하여 얻은 데이터를 이 실시예에 나타낸다.

가공조건은 출력 1500W, 속도 1000mm/분으로 절단홈(3h)을 미리 형성하지 않은 경우나, 형성한 경우에서 동일조건으로 절단하였다.

경사각도가 커질수록, 미리 절단홈을 형성하였는가 하지 않았는가에 의한 차는 커진다.

이 실시예에 의해, 경사가공에서의 가공의 불량율은 대폭 개선되고 있다. 이 실시예의 레이저가공방법 및 장치에서는 절단피가공물(3a)의 품질은 매우 좋으며 만족스럽다.

이 실시예는 피가공물(3a)을 경사시의 가공작업을 나타내고 있으나, 피가공물 표면에 대해 레이저빔방향을 경사시켰을 경우에도 동일하게 유리한 효과를 얻을 수 있다.

[실시예 5]

실시예 5에 의한 제1단계인 예비가공공정에 있어서, 레이저빔(1)은 고에너지밀도로 집광되고 본 가공궤적과 동일한 최종가공궤적에 조사되므로, 미리 피가공물(3a)의 표면을 산화한다.

예비가공공정은 절단작업에 대한 본 가공조건과는 다른 피가공물(3a)의 표면을 산화하는 산소가스가 함유된 보조가스의 예비가공조건하에 실행되며, 제2단계인 본 가공공정에서는, 레이저절단을 위한 본 가공조건에 따라 변화되는 에너지밀도에서 레이저빔(1)을 피가공물(3a)의 전처리된 표면에 조사하여 절단한다.

제13도는 알루미늄합금(A 5052)을 용접시 가공속도(m/분)와 침투깊이(mm)와의 관계를 이 발명의 실시예 5에 의한 레이저가공방법 및 장치와 종전의 기술을 비교하여 나타낸 설명도이다.

전체의 구성은 제5도의 실시예 1과 동일하므로 그의 설명을 생략한다.

실시예 5에 있어서는, 종전의 기술에서는 전처리가 없으나, 산소 또는 산소가 함유된 혼합가스를 사용하여 표면을 미리 산화한 후 용접을 실행한다.

표면을 산화시키는 가공조건은 출력이 2000W, 가공속도가 3000m/분, 보조가스는 산소(O_2)로 가스압력 $2kg/cm^2$ 이다.

용접가공조건은 출력이 4000W, 보조가스는 아르곤(Ar)으로 가스유량 20 l /분이다.

알루미늄합금의 표면이 산화되지 않은 상태에서는 레이저빔의 흡수율은 5%인데 대해, 산화된 상태에서는

2~3배로 흡수율이 증가하므로, 이 실시예의 표면의 산화에 의해 용접능력이 대폭 향상되었다.

이 실시예에 의한 레이저가공방법 및 장치에 있어서, 용접한 피가공물(3a)의 품질은 양호하며 만족스럽다.

이 실시예에서는 알루미늄합금을 처리하나 알루미늄, 동, 동합금 등의 고반사의 기타재료에도 적용되며 품질을 향상시킬 수 있다.

[실시예 6]

제15도는 이 발명의 실시예 6에 의한 레이저가공방법 및 장치에 있어서 노즐을 경사시켜 흡이 파진 상태를 표시하는 설명도이다.

제14도는 종전의 2중 절단에 있어 피가공물(3a)의 표면에 대해, 수직방향에서 레이저빔의 조사와 보조가스의 분사를 실시했을 때 흡이 파여진 상태를 나타낸 설명도이다.

이 실시예에서 레이저빔장치의 전체구성은 제5도의 실시예 1과 동일하므로 그의 설명을 생략한다.

레이저절단에서는, 레이저빔 조사, 보조가스의 분사에 의해 용융된 용융부분(3a)은 직상으로 불어올리므로 노즐(8)에 용융금속이 부착하여 그 결과, 보조가스의 흐름이 흩어져 가공불량을 일으킨다. 이 때문에, 종전의 가공에서는 용융금속을 피가공물의 하부에서 배출하기 때문에 안정된 가공을 계속하여 왔다.

여기에 대하여, 이 실시예에서는 흡을 파는 공정에서 용융하여, 불어 올리는 금속을 노즐(8)에 부착않는 방향으로 배출하기 위해 제15도와 같이, 노즐(8)을 피가공물(3a)에 대해서 경사시키는 것이다.

또한, 이 실시예에서는 흡을 팔 때 용융된 용융부분(3k)의 배출로, 그의 용융부분(3k)이 노즐(8)에 부착되지 않도록 노즐(8)과 레이저빔(1)과를 경사각도(θ)로 경사시키고 있으나, 노즐(8)측면에 가스를 분출하는 제2노즐을 설치하여 용융부분(3k)을 날려서 배출하는 구조라도 된다.

제16도는 이 실시예에 의한 레이저가공방법 및 장치로 두꺼운 판의 절단에 있어서, 미리 절단하는 궤적에 흡을 형성한 후, 절단을 행하는 가공상태를 나타내는 설명도이다.

이 경우, 피가공물(3a)의 판두께가 T이고, 흡의 깊이가 t이면, 실제의 절단두께는 T-t로 되어 안정한 가공을 할 수 있다.

제16도에서, 3i는 절단전의 흡이다.

흡(3i)의 가공은 흡내에 용융한 물질이 노즐에 부착하므로, 단거리의 흡파기를 반복하여 전체흡(3f)을 만들거나, 절단조건 보다 높은 가공가스압력을 설정하여 고속으로 용융물질을 불어내거나, 레이저빔(1)을 조사하여 피가공물의 표면으로부터 용융물질의 직접 노즐에 부착되지 않는 방향으로 보조가스를 분사하여, 흡파기작업시 용융물질이 노즐에 부착하는 것을 방지한다.

제17도는 판두께 T=12mm, T=19mm, T=25mm의 절단할 때의 흡깊이 t(mm)와 불량율(%)과의 관계를 나타낸 설명도이다.

판두께가 얇을수록 불량율이 낮으며, 어느 판두께에서도 흡깊이(t)가 클수록 불량율은 저하되고 있다.

모든 흡파기 단계에서의 노즐의 경사각도 $\theta=30^\circ$ 로 실시하였다.

흡파기의 가공조건은 흡깊이 t=1mm에서는, 출력 1000W, 속도 1.5m/분, 가스압력 3kg/cm², 흡깊이 t=2mm에서는, 출력 1500W, 속도 1.2mm/분, 가스압력 3kg/cm², 흡깊이 t=3mm에서는, 출력 2000W, 속도 1.0m/분, 가스압력 3kg/cm², 흡깊이 t=5mm에서는, 출력 2400W, 속도 0.8m/분, 가스압력 3kg/cm²의 펄스조건에서 실시하였다.

상기와 같이, 실시예 6은 실시예 1과 같이 동일한 제1 및 제2공정이 있으며, 레이저빔의 조사방향을 경사시켜 예비가공공정에서 피가공물(3a)의 가공표면에 대해 보조가스를 분사한다.

본 가공공정에 있어서는, 레이저방의 조사 및 보조가스의 분사방향을 피가공물(3a)의 가공표면의 수직으로 설정되고 있다.

이 실시예에 의한 레이저가공방법 및 장치에서, 절단피가공물(3a)의 품질이 매우 양호하며 만족스럽다.

[실시예 7]

제18도는 이 발명의 실시예 7에 의한 레이저방법 및 장치로 피가공물의 표면이 기계가공 등으로 정도가 나쁘게 마감된 것의 절단에 있어서, 미리 절단하는 궤적을 용융시켜 절단면거치름을 개선시킨 후, 절단을 행하는 가공상태를 나타내는 설명도이다.

이 실시예의 전체구성은 제5도의 실시예 1과 동일하므로 그의 설명은 생략한다.

제18도에서, 3j는 절단전의 용융표면이다.

이 용융표면(3j)의 가공에 있어서는, 저출력조건을 사용하든가, 초점위치를 디포커스로 설정하든가, 보조가스로서 산화반응을 억제하는 종류의 가스를 사용할 필요하다.

제19도는 판두께 T=12mm와 T=19mm의 연강재료를 절단할 때의 피가공물의 표면거치름(Rmax)과 불량율(%)과의 관계를 나타내는 설명도이다.

판두께가 작을수록 불량율이 낮으나, 어느 판두께에서도 피가공물표면 거치름(Rmax)이 클수록 불량율은 증가한다.

미리 절단하는 궤적을 용융시켜 절단면 거치름을 개선시켰을 경우의 표면거치름은 제19도에 W에 표시한 약 9 μ m(Rmax)이며, 불량율은 판두께 T=12mm에서 약 5%, 판두께 T=19mm에서 약 9%이다.

피가공물표면거치름(Rmax)을 균일하게 하기위한 조건은, 표면거치름의 크기에 따라 다르나, 하기 조건으로 양호한 결과가 얻어진다.

Rmax < 50 μ m에서는, 출력 300W, 속도 2000mm/분, 가스압력 0.1kg/cm²이고, 50 μ m ≤ Rmax ≤ 150 μ m에서는 출력 450W, 속도 2000mm/분, 가스압력 0.1kg/cm²이며, 150 μ m ≤ Rmax ≤ 300 μ m에서는 출력 600W, 속도 2000mm/분, 가스압력 0.1kg/cm²이었다.

상기와 같이, 이 실시예는 실시예 1과 같이 동일한 제1 및 제2공정이 있으며 불균일한 표면거치름을 미리 절단단계에 따라 레이저빔을 조사하여 균일하게 만드는 제1 공정을 사용한다.

이 실시예에 의한 레이저가공방법 및 장치에 있어, 피가공물(3a)의 품질이 매우 양호하며 만족스럽다.

이 실시예에서는 피가공물표면 거치름과 평행방향으로 가공하는 경우에 대하여 언급했으나, 거치름의 들쭉날쭉을 가로지르는 방향으로 가공하는 경우에도 유효하다.

[실시예 8]

제20(a)도 및 제20(b)도는 이 발명의 실시예 8에 의한 레이저절단방법 및 장치로 레이저빔 모드에 대한 레이저빔상태를 나타내는 설명도이다. 또, 제19(a)도는 레이저절단에 있어서, 집광특성이 우수하고 가장 바람직한 것이라는 싱글모드, 제19(b)도는 레이저빔조사부의 에너지밀도가 균일하게 되는 레이저빔모드를 나타낸다.

제20(a)도의 에너지밀도의 상태에서 레이저빔(1)을 디포커스되고, 코팅재의 제거를 하면, 중심부의 밀도가 높은 부분이 피가공물의 표면용융을 일으킬 경우가 있다.

이 실시예에서는 제 20(b)도에 표시된 것 같은 레이저빔 조사부의 에너지밀도가 균일하게 되는 레이저빔 모드로 피가공물의 표면물질(코팅재, 산화막, 녹)을 미리 제거하는 처리를 하여, 실제의 절단가공에선, 제20(a)도에 나타난 것 같은 싱글모드로 스위칭해서 가공을 하는 것이다.

일반적으로, 레이저빔모드는 레이저발전기 내부의 구멍직경에 따라 스위칭되나, 가공조건을 예비가공과 본가공으로 스위칭함과 동시에 제어유닛(도시생략)에서의 정보로 자동적으로 모드절체할 수 있다.

상기와 같이, 이 실시예는 실시예 1과 같이 동일한 제1 및 제2공정을 갖고 있으며, 절단, 용접, 열처리 가공 중의 1개 이상의 가공조건과 다른 에너지밀도 및 에너지분포를 얻을 수 있는 가공조건에서 제1단계에서 레이저빔을 조사한다.

제2단계에서 에너지밀도 및 에너지분포는 절단, 용접, 열처리가공 중 1개 이상의 가공조건에 따라 변화된다.

이 실시예의 레이저가공방법 및 장치에 있어, 피가공물(3a)의 품질이 매우 양호하며 만족스럽다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

피가공물을 사전처리하는 예비가공공정 및 최종가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공공정으로 구성된 레이저가공방법에 있어서, 예비가공공정은, 고에너지밀도(E=P/VL)로 레이저빔을 초점을 맞추어 집광시켜 제1에너지 밀도를 얻도록 하는 예비가공조건하에서 최종가공단계에 따라 집광한 레이저빔의 선단을 조사시켜 피가공물의 표면물질을 사전에 제거하는 공정으로 구성되고, 본 가공공정은 제1에너지밀도(E=P/VL)와 다른 제2 에너지밀도(E=P/VL)를 얻도록 하는 본 가공조건하에서 표면물질을 제거시킨 피가공물의 한 영역에 레이저빔을 조사하여 피가공물을 가공하는 공정으로 구성함을 특징으로 하는 레이저가공방법.

청구항 2

피가공물을 사전에 처리하는 예비가공공정 및 최종가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공공정으로 구성된 레이저가공방법에 있어서, 예비가공공정은 제1에너지밀도를 얻도록 하는 예비가공조건하에서 최종가공단계에 따라 집광한 레이저빔을 조사시켜 피가공물의 표면조도(surface roughness)를 균일하게 하도록 작용하는 공정으로 구성되고, 본 가공공정은 제1에너지밀도와 다른 레이저빔의 제2에너지밀도를 얻도록 하는 본 가공조건하에서 표면조도를 균일하게 한 피가공물의 한 영역에 레이저빔을 조사시켜 피가공물을 가공하도록 하는 공정으로 구성함을 특징으로 하는 레이저가공방법.

청구항 3

피가공물을 사전처리하는 예비가공공정 및 최종가공단계에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공공정으로 구성된 레이저가공방법에 있어서, 예비가공공정은 제1에너지 밀도를 얻도록 하는 예비가공조건하에서 최종가공단계에 따라 레이저빔을 조사시켜 피가공물에 흡을 파도록 하는 공정으로 구성되고, 본 가공공정은 제1에너지밀도와 다른 레이저빔의 제2에너지밀도를 얻도록 하는 본 가공조건하에서 피가공물의 흡이 파여진 영역에 레이저빔을 조사시켜 피가공물을 가공하도록 하는 공정으로 구성함을 특징으로 하는 레이저가공방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 예비가공공정은 보조가스를 분사시켜 피가공물의 표면에 대한 레이저빔의 조사방향과 보조가스의 분사방향을 경사지게 하는 공정을 더 구비하며, 본 가공공정은 피가공물의 표면에 대한 레이저빔의 조사방향과 보조가스의 분사방향을 제어하는 공정을 더 구비함을 특징으로 하는 레이저가공방법.

청구항 5

피가공물을 사전처리하는 예비가공공정 및 최종가공공정에 따라 피가공물을 가공하는 본 가공공정으로 구성된 레이저가공방법에 있어서, 예비가공공정은 산소가스함유 보조가스를 제1계적으로 안내하도록 하는 예비가공조건하에서, 최종가공공정에 따라 레이저빔을 조사시켜 피가공물의 표면을 산화시키도록 하는 공정으로 구성되고, 본가공공정은 상기 예비가공조건과 다른 본 가공조건하에서 피가공물의 산화영역에 레이저빔을 조사시켜 피가공물을 가공하도록 하는 공정으로 구성함을 특징으로 하는 레이저 가공방법.

청구항 6

피가공물을 사전처리하는 예비가공공정 및 최종가공공정에 따라 가공물을 가공하는 본 가공공정으로 구성된 레이저가공방법에 있어서, 예비가공공정은 본 가공공정에서 절단, 용접 및 열처리하는 본 가공조건 중 적어도 하나의 에너지밀도 및 에너지분포와 다른 에너지밀도 및 에너지분포를 균일하게 얻도록 하는 예비가공조건하에서, 최종가공공정에 따라 레이저빔을 조사하여 피가공물의 표면물질을 사전에 제거하도록 하는 공정을 포함하고, 본 가공공정은, 표면물질을 제거시킨 피가공물의 영역에 레이저빔을 조사시킴과 동시에, 본 가공조건에 따라 레이저빔의 에너지밀도와 에너지분포를 피가공물을 가공하도록 하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 가공방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 제1에너지밀도는 제2에너지밀도 보다 더 낮음을 특징으로 하는 레이저 가공방법.

청구항 8

제4항에 있어서, 보조가스를 사용하여 노즐의 오염을 방지하도록 하는 공정을 더 구성함을 특징으로 하는 레이저 가공방법.

청구항 9

제5항에 있어서, 예비가공조건과 본 가공조건은 각각 서로 다른 에너지밀도인 것을 특징으로 하는 레이저 가공방법.

청구항 10

레이저빔을 출력하여 피가공물의 표면을 안내하는 레이저 발진기와, 레이저 발진기의 제어지령과 가공테이블의 이동지령을 출력하는 가공지령수단을 구비한 레이저 빔 가공장치에 있어서, 예비가공지령수단과, 본 가공지령수단과, 예비가공 및 본 가공에서의 레이저 발진기의 레이저빔의 에너지밀도를 가공내용에 따라서 가변적으로 결정하는 에너지밀도 연산수단을 더 구비하고, 이들에 의해 상기 레이저 발진기의 제어지령을 출력하는 제어유닛을 구비하는 것을 특징으로 하는 레이저 가공장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 에너지밀도 연산수단은 데이터 베이스수단으로부터 가공입력 데이터를 판독하는 것을 특징으로 하는 레이저 가공장치.

청구항 12

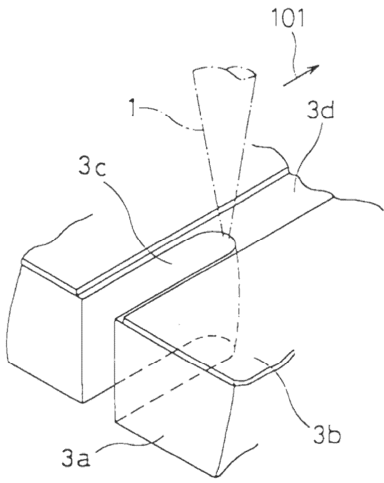
제10항에 있어서, 보조가스를 분사하는 수단과, 피가공물의 표면에 대한 레이저 빔의 조사방향과 보조가스의 분사방향을 경사시키는 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 레이저 가공장치.

청구항 13

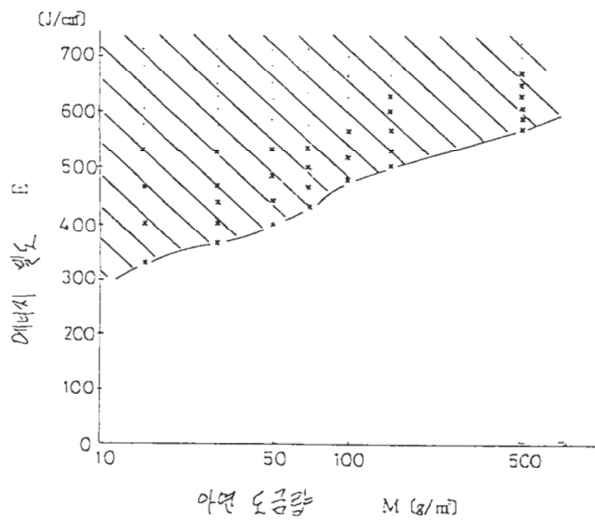
제12항에 있어서, 상기 보조가스를 분사하는 수단은, 제1의 노즐과, 상기 제1의 노즐에서 이간하여 제1의 노즐에 가스를 분사하는 제2의 노즐을 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 가공장치.

도면

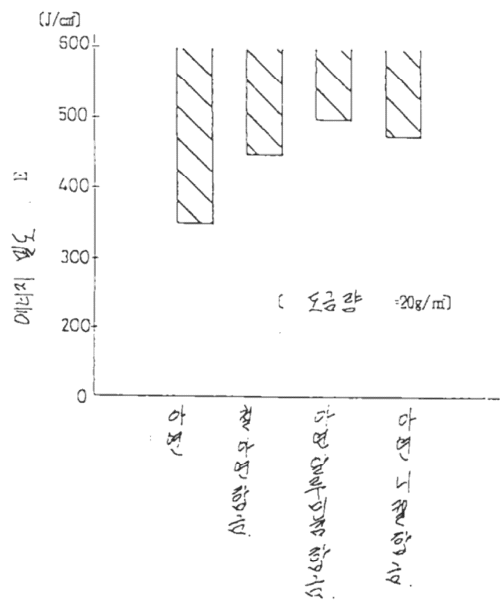
도면1



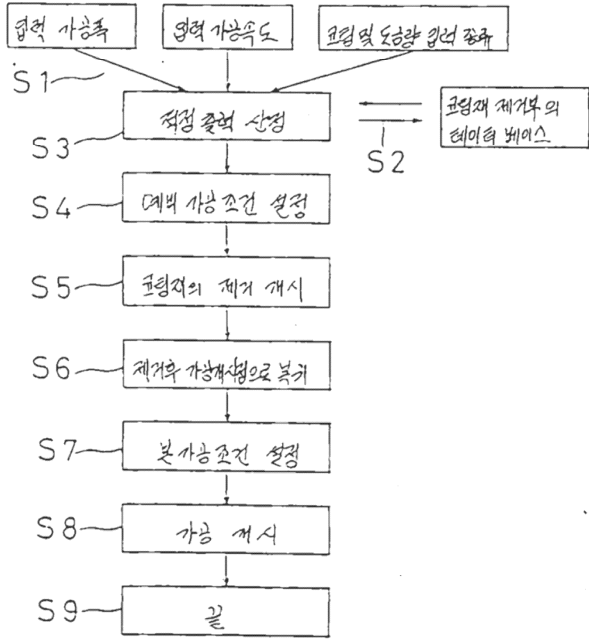
도면2



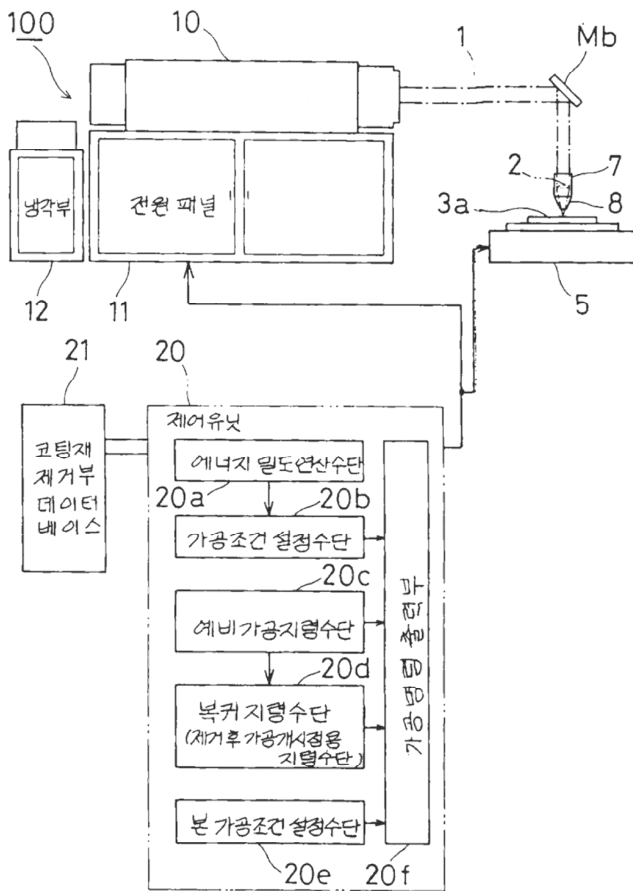
도면3



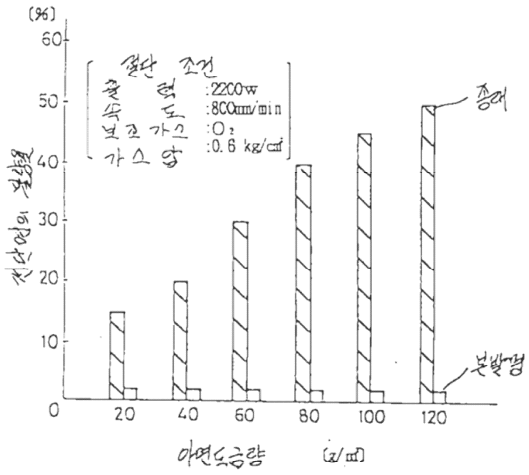
도면4



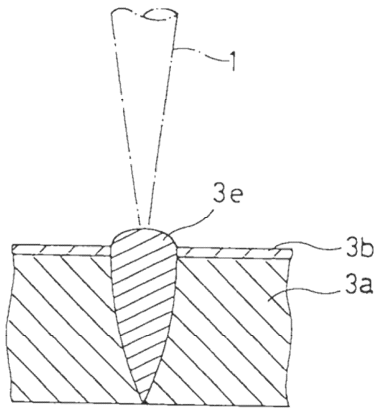
도면5



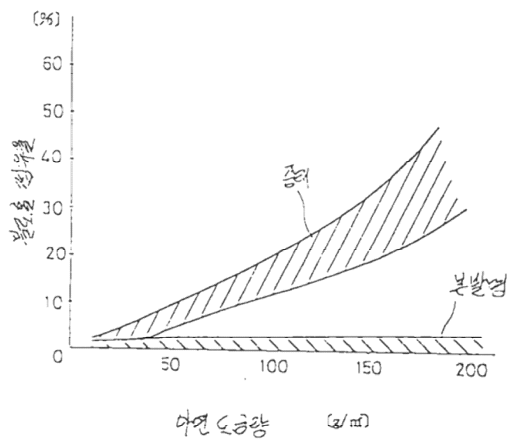
도면6



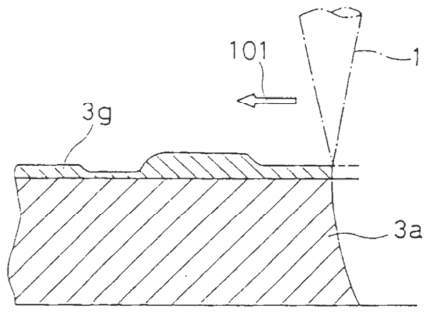
도면7



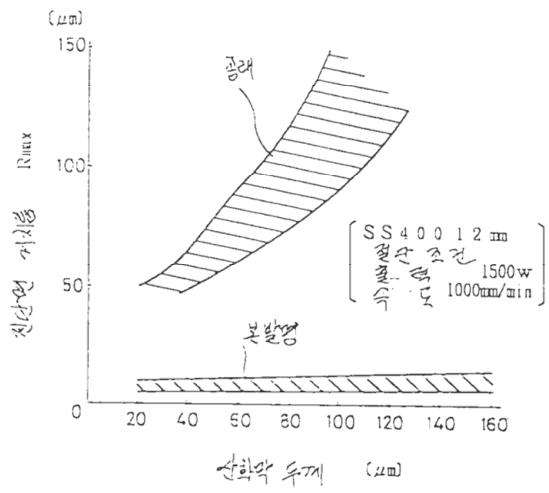
도면8



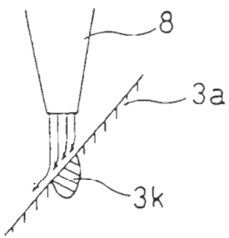
도면9



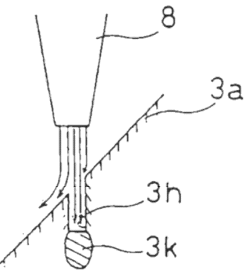
도면10



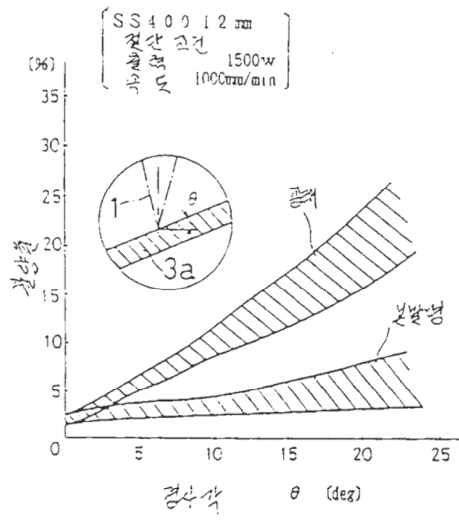
도면11a



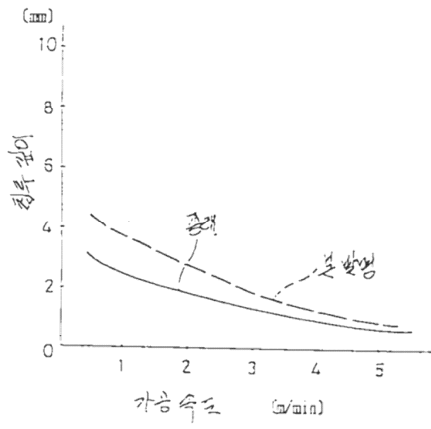
도면11b



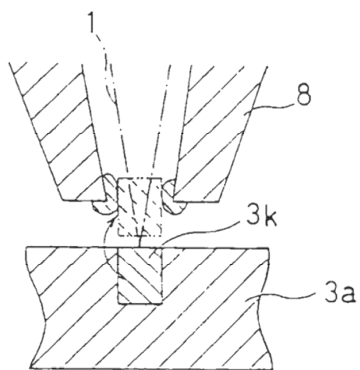
도면12



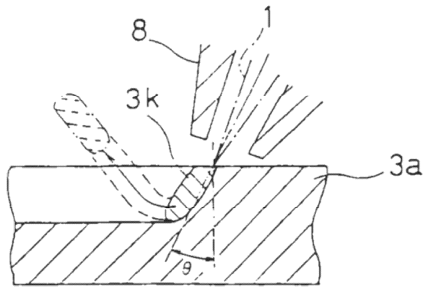
도면13



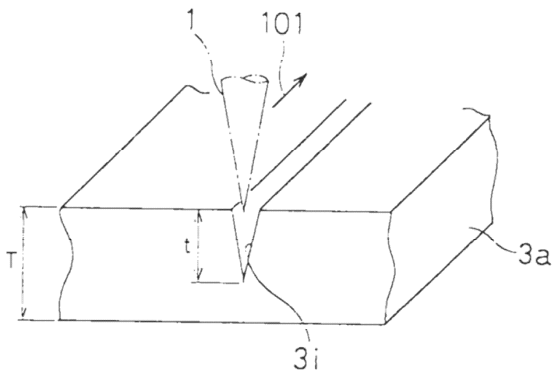
도면14



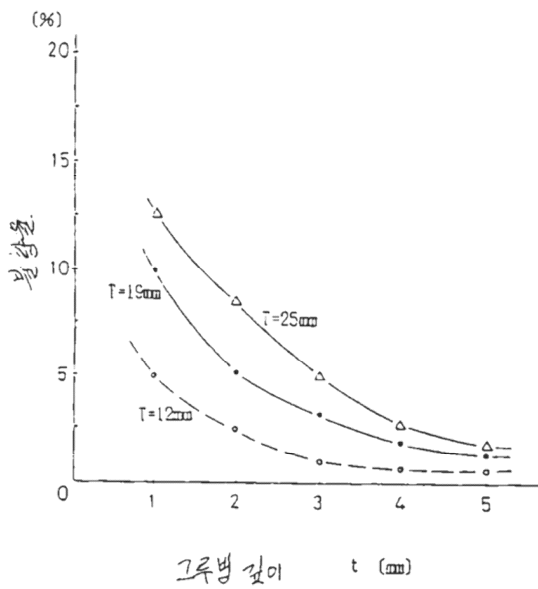
도면15



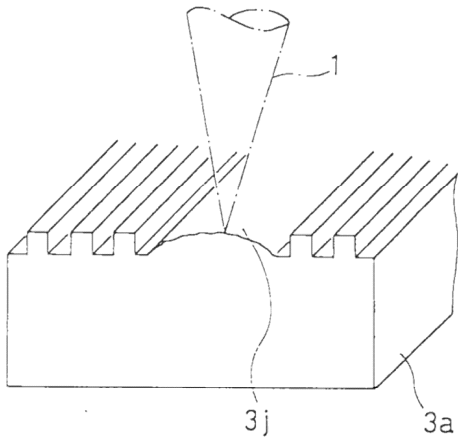
도면16



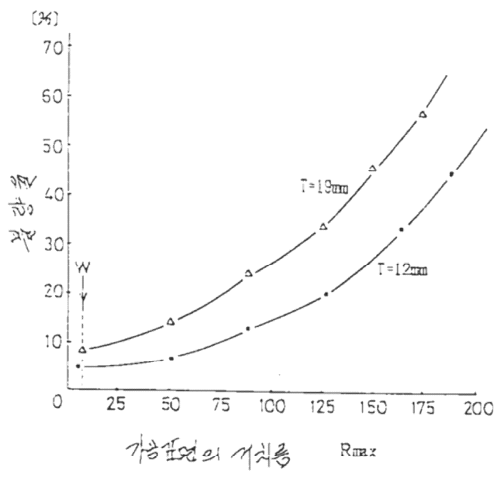
도면17



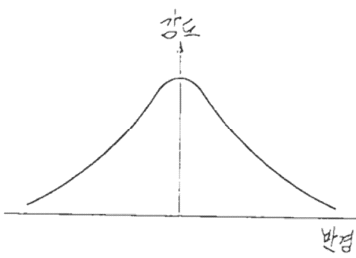
도면18



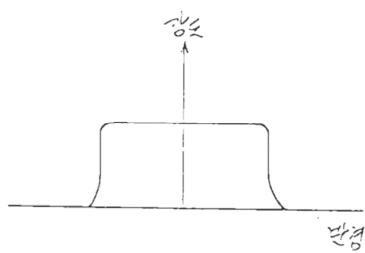
도면19



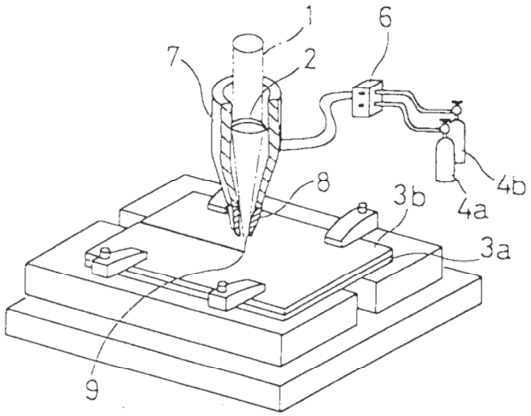
도면20a



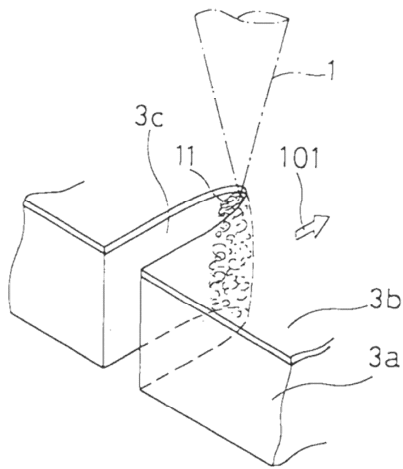
도면20b



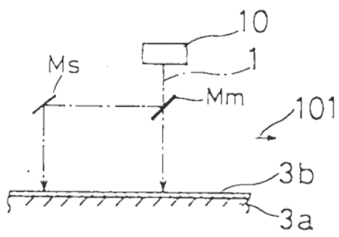
도면21



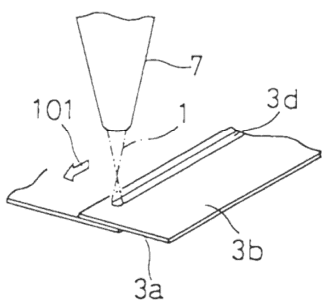
도면22



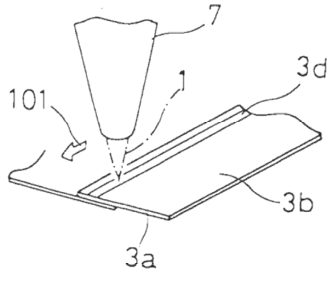
도면23



도면24



도면25



도면26

