



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년07월02일
(11) 등록번호 10-2829017
(24) 등록일자 2025년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 1/00 (2006.01) B23K 1/008 (2006.01)
B23K 1/19 (2006.01) B23K 1/20 (2006.01)
B23K 35/24 (2006.01) B23P 6/00 (2024.01)
B23P 6/04 (2006.01) F01D 5/00 (2006.01)
B23K 101/00 (2006.01) B23K 103/10 (2006.01)
B23K 103/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 1/0018 (2013.01)
B23K 1/008 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7022788
(22) 출원일자(국제) 2020년01월23일
심사청구일자 2022년12월07일
(85) 번역문제출일자 2021년07월19일
(65) 공개번호 10-2021-0110618
(43) 공개일자 2021년09월08일
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/014697
(87) 국제공개번호 WO 2020/154453
국제공개일자 2020년07월30일
(30) 우선권주장
16/256,340 2019년01월24일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20130101828 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
제네럴 일렉트릭 테크놀로지 게엠베하
스위스 5400 바덴 브라운 보베리 슈트라세 8
(72) 발명자
쿠이, 얀
미국 29615 사우스 캘리포니아 그린빌 갈링톤 로드 300
아넷, 마이클
미국 29615 사우스 캘리포니아 그린빌 갈링톤 로드 300
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 7 항

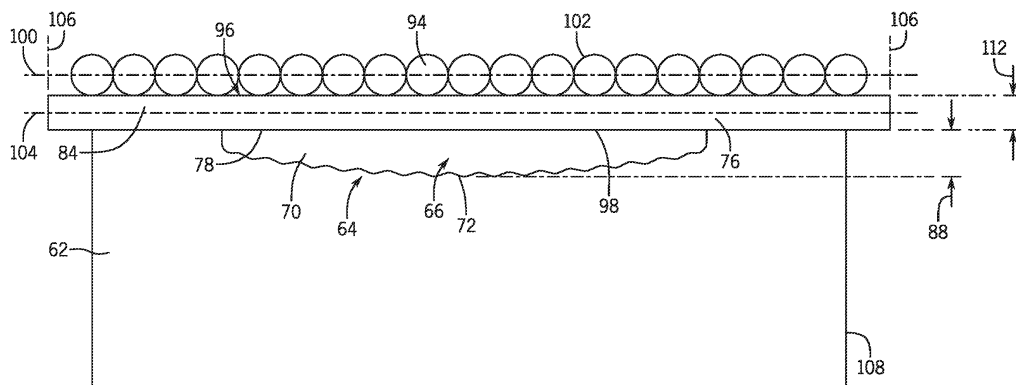
심사관 : 나만호

(54) 발명의 명칭 용접-브레이징 기술

(57) 요약

시스템은 용접하기 어려운(HTW) 재료로 된, 함몰된 표면을 구비한 함몰된 부분을 갖는 가스 터빈 컴포넌트를 포함한다. 시스템은 함몰된 부분 위에 배치된 플레이트를 포함한다. 플레이트는 용접하기 쉬운(ETW) 재료를 갖는다. 플레이트는 외측 표면 및 내측 표면을 갖고, 내측 표면은 함몰된 부분과 대면한다. 시스템은 함몰된 표면
(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



과 플레이트의 내측 표면 사이의 함몰된 부분 내에 배치된 브레이즈 재료를 포함한다. 브레이즈 재료는 브레이즈 재료가 브레이징 온도로 가열되면 함몰된 부분의 함몰된 표면을 플레이트의 내측 표면과 접합하도록 구성된다. 시스템은 함몰된 부분 위에 배치된 플레이트의 외측 표면 상에 배치된 충전 재료를 포함한다. 충전 재료를 플레이트의 외측 표면에 적용하는 것은 브레이즈 재료를 브레이징 온도로 가열하도록 구성된다.

(52) CPC특허분류

B23K 1/19 (2013.01)
B23K 1/20 (2013.01)
B23K 35/24 (2013.01)
B23P 6/007 (2013.01)
B23P 6/045 (2013.01)
F01D 5/005 (2013.01)
B23K 2101/001 (2018.08)
B23K 2103/10 (2018.08)
B23K 2103/18 (2018.08)

톨리슨, 브라이언 리

미국 29615 사우스 캘리포니아 그린빌 갈링톤 로드
 300

(72) 발명자

레이록, 매튜

미국 29615 사우스 캘리포니아 그린빌 갈링톤 로드
 300

명세서

청구범위

청구항 1

방법으로서,

가스 터빈 컴포넌트의 함몰된 표면 상에 브레이즈 재료(braze material)를 배열하는 단계;

상기 브레이즈 재료 상에 플레이트를 배치하는 단계로서, 상기 플레이트의 내측 표면은 상기 브레이즈 재료에 근접하고, 상기 플레이트는 상기 내측 표면의 반대편에 외측 표면을 포함하는, 상기 배치하는 단계;

상기 플레이트의 상기 외측 표면에 충전 재료를 적용하도록 상기 충전 재료를 가열하는 단계로서, 상기 플레이트는 상기 브레이즈 재료로부터 상기 충전 재료를 분리하며, 상기 충전 재료를 적용하는 것으로부터의 열은 상기 플레이트를 가열하도록 구성된, 상기 가열하는 단계; 및

상기 플레이트를 통해 전달되는 상기 열을 통해, 상기 브레이즈 재료로 상기 플레이트의 상기 내측 표면에 상기 가스 터빈 컴포넌트의 상기 함몰된 표면을 접합시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 충전 재료를 가열하는 단계는 저항 용접 공정, 융합 용접 공정, 또는 이들의 일부 조합을 이용하여 상기 플레이트의 상기 외측 표면에 상기 충전 재료를 용접하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 충전 재료를 적용하기 위하여 상기 충전 재료를 가열하기 이전에 상기 플레이트에 가용접(tack weld)을 적용하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 가스 터빈 컴포넌트의 상기 함몰된 표면 주위에 있는 상기 가스 터빈 컴포넌트의 외부 표면과 균등한 표면을 형성하도록 상기 플레이트로부터 소정 분율의 상기 충전 재료를 제거하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 플레이트로부터 제거된 상기 충전 재료의 상기 분율은 상기 플레이트의 상기 외측 표면에 적용된 상기 충전 재료의 50 퍼센트 이상을 포함하는, 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 충전 재료를 가열하고 상기 브레이즈 재료로 상기 가스 터빈 컴포넌트의 상기 함몰된 표면을 상기 플레이트의 상기 내측 표면에 접합시키는 동안, 상기 가스 터빈 컴포넌트의 상기 함몰된 표면의 온도를 가열 임계치 미만으로 유지하는, 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 방법은 상기 가스 터빈 컴포넌트 및 상기 브레이즈 재료를 퍼니스 내에서 가열하는 단계를 포함하지 않는, 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명에 개시된 주제는 용접-브레이징 기술(weld-brazing techniques)에 관한 것으로, 더 구체적으로는 가스 터빈 엔진의 결합 가스 터빈 컴포넌트들을 수리하기 위한 용접-브레이징 기술에 관한 것이다.

[0002] 가스 터빈 컴포넌트들은 동작 동안 고온 및 응력을 겪게 된다. 가스 터빈 컴포넌트들은 용접하기 어려운 재료들로 형성될 수 있다. 잘못 기계가공된 가스 터빈 컴포넌트들은 결함들(예컨대, 함몰부, 흠, 또는 재료 부족)을 가질 수 있다. 가스 터빈 컴포넌트들의 용접하기 어려운 재료들의 결함들의 수리는 고비용 및/또는 시간 소모적일 수 있다. 용접하기 어려운 재료의 결함에 대한 직접적인 용접 공정은 비용이 많이 들고/들거나 어려울 수 있다. 또한, 용접하기 어려운 재료의 결함에 대한 직접적인 용접 공정은 가스 터빈 컴포넌트의 인접 부분들에 부정적인 영향을 줄 수 있는데 이는 용접 공정 동안 불균일한 가열 및 냉각이 열응력 및 잔류응력을 생성할 것이기 때문이다. 이 응력들은 용접 동안, 용접 후, 또는 사후-용접 열 처리(PWHT) 동안 고온 균열 또는 스트레인 노화 균열을 야기할 수 있다. 브레이징은 수리에 사용되는 브레이즈 재료(braze material)를 가열하기 위한 진공 퍼니스와 함께 사용될 수 있다. 그러나, 진공 퍼니스는 가스 터빈 컴포넌트들에 이용가능한 공간을 제한할 수 있고, 브레이징 공정이 완료되기 위하여 긴 가열 시간을 가질 수 있다. 또한, 진공 퍼니스 이후의 수

리된 가스 터빈 컴포넌트의 열 처리는 가스 터빈 컴포넌트를 수리하기 위한 비용 및 시간을 추가로 증가시킬 수 있다.

발명의 내용

[0003] 일 실시예에서, 시스템은 용접하기 어려운(HTW) 재료로 된, 함몰된 표면을 구비한 함몰된 부분을 갖는 가스 터빈 컴포넌트를 포함한다. 시스템은 함몰된 부분 위에 배치된 플레이트를 포함한다. 플레이트는 용접하기 쉬운(ETW) 재료를 갖는다. 플레이트는 외측 표면 및 내측 표면을 갖고, 내측 표면은 함몰된 부분과 대면한다. 시스템은 함몰된 표면과 플레이트의 내측 표면 사이의 함몰된 부분 내에 배치된 브레이즈 재료를 포함한다. 브레이즈 재료는 브레이즈 재료가 브레이징 온도로 가열되면 함몰된 부분의 함몰된 표면을 플레이트의 내측 표면과 접합하도록 구성된다. 시스템은 함몰된 부분 위에 배치된 플레이트의 외측 표면 상에 배치된 충전 재료를 포함한다. 충전 재료를 플레이트의 외측 표면에 적용하는 것은 브레이즈 재료를 브레이징 온도로 가열하도록 구성된다.

[0004] 다른 실시예에서, 방법은 가스 터빈 컴포넌트의 함몰된 표면 상에 브레이즈 재료를 배열하는 단계를 포함한다. 또한, 방법은 브레이즈 재료 상에 플레이트를 배치하는 단계를 포함한다. 플레이트의 내측 표면은 브레이즈 재료에 근접하고, 플레이트는 내측 표면의 반대편에 외측 표면을 갖는다. 추가적으로, 방법은 충전 재료를 플레이트의 외측 표면에 적용하기 위하여 충전 재료를 가열하는 단계를 포함한다. 충전 재료를 적용하는 것으로부터의 열은 플레이트를 가열하도록 구성된다. 또한, 방법은, 충전 재료를 적용하는 것으로부터의 열을 통해, 브레이즈 재료로 플레이트의 내측 표면에 가스 터빈 컴포넌트의 함몰된 표면을 접합시키는 단계를 포함한다.

[0005] 추가 실시예에서, 시스템은 용접하기 어려운 재료를 포함하는 가스 터빈을 위한 가스 터빈 컴포넌트를 포함한다. 용접하기 어려운 재료는 니켈계 합금이다. 시스템은 또한 가스 터빈 컴포넌트의 표면과 접촉하도록 구성된 접합 표면 및 접합 표면의 반대편에서 브레이즈 재료의 일측 상에 배치된 브레이즈 재료 경계 표면을 포함하는 브레이즈 재료를 포함한다. 또한, 시스템은 브레이즈 재료 경계 표면과 접촉하도록 구성된 플레이트 경계 표면을 포함하는 플레이트를 포함한다. 플레이트 경계 표면은 브레이즈 재료 경계 표면보다 더 큰 표면 영역을 갖는다. 추가적으로, 시스템은 브레이즈 재료의 반대편에 플레이트의 표면 상에 배치된 충전 재료를 포함한다. 또한, 용접 디바이스는 브레이즈 재료의 반대편에 플레이트의 표면에 충전 재료를 적용하도록 구성된다. 브레이즈 재료는 플레이트를 통해 브레이즈 재료에 전도된 열에 응답하여 용융되고, 경화 후에 플레이트를 가스 터빈 컴포넌트에 접합시키도록 구성된다.

도면의 간단한 설명

[0006] 본 발명의 이들 및 다른 특징부, 태양 및 이점은 첨부 도면을 참조하여 하기의 상세한 설명을 읽을 때 더 잘 이해될 것이며, 첨부 도면에서 유사한 문자는 도면 전체에 걸쳐 유사한 부분을 나타낸다.

도 1은 터빈 시스템의 일 실시예의 단면도이다.

도 2는 표면 결함을 갖는 가스 터빈 컴포넌트의 실시예의 단면도이다.

도 3은 가스 터빈 컴포넌트 상에 배치된 플레이트의 일 실시예의 평면도이다.

도 4는 충전 재료가 플레이트에 적용되어 브레이즈 재료를 통해 가스 터빈 컴포넌트와 플레이트를 접합시키는 가스 터빈 컴포넌트의 일 실시예의 단면도이다.

도 5는 용접-브레이즈를 수행하기 위한 방법의 일 실시예의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 하나 이상의 특정 실시예들이 아래 기술될 것이다. 이 실시예들의 간결한 설명을 제공하기 위한 노력으로, 실제 구현예의 모든 특징부들이 명세서에 기술되는 것은 아니다. 임의의 이러한 실제 구현예의 개발에서, 임의의 엔지니어링 또는 설계 프로젝트에서와 같이, 수많은 구현예-특정 결정들은 시스템-관련 및 사업-관련 제약들을 따르는 것과 같은 개발자들의 특정 목표를 달성하도록 이루어져야 하며, 이는 구현예들마다 다를 수 있음을 이해하여야 한다. 또한, 이러한 개발 노력은 복잡하고 시간 소모적일 수 있지만, 그럼에도 불구하고 본 개시내용의 이익을 갖는 통상의 기술자들에게 설계, 제조, 및 생산의 일상적인 업무일 것임이 이해되어야 한다.

[0008] 본 발명의 다양한 실시예들의 구성요소들을 소개할 때, 정관사 "a", "an", "the", 및 "상기(said)"는 하나 이상의 구성요소들이 있음을 의미하도록 의도된다. 용어 "포함하는(comprising)", "포함하는(including)", 및 "갖

는(having)"은 포괄적이고, 열거된 구성요소들 이외의 추가 구성요소들이 있을 수 있음을 의미하도록 의도된다.

- [0009] 소정 응용예들에서, 터보기계(예컨대, 터빈, 압축기, 및 펌프) 및 기타 기계는 고온 환경에서 동작하는 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 소정 터빈 시스템 컴포넌트들은 블레이드, 라이너, 로터 휠, 샤프트, 노즐 등을 포함한다. 일부 터빈 컴포넌트들은 제조 결함들(예컨대, 함몰부, 흠, 노치 등)을 가질 수 있다.
- [0010] 일반적으로, 브레이징은 컴포넌트들을 동작 조건으로 복원하는 데 사용될 수 있다. 그러나, 브레이징 공정은 비용이 많이 들고/들거나 시간 소모적일 수 있다. 예를 들어, 브레이징은 브레이징 공정 동안 퍼니스(예컨대, 진공 퍼니스)를 이용하는 단계를 포함할 수 있다. 퍼니스는 퍼니스의 크기 및 컴포넌트들의 크기로 인해 가스 터빈 컴포넌트들을 브레이징하기 위한 역량을 제한할 수 있다. 추가적으로, 가스 터빈 컴포넌트들을 브레이징하기 위한 퍼니스의 사용은 브레이징 공정을 위한 긴 가열 시간을 가질 수 있고/있거나 전문적인 조작자를 가질 수 있다. 추가적으로, 퍼니스는 브레이즈 재료들에 더하여 가스 터빈 컴포넌트들의 부분들을 가열하고; 따라서, 전체 수리된 가스 터빈 컴포넌트는 가스 터빈 컴포넌트에 대한 바람직한 재료 속성들을 복원하기 위하여 브레이징한 후에 열처리될 수 있다. 또한, 가스 터빈 컴포넌트의 결함의 직접 용접은 용접하기 어려운 재료(들)로 만들어진 가스 터빈 컴포넌트들의 결함들을 수리하는 데 효과적이지 않을 수 있다.
- [0011] 본 명세서에 기재된 용접-브레이징 기술은 브레이징 또는 용접 가스 터빈 컴포넌트들을 이용하여 현재 이슈를 극복한다. 예를 들어, 용접-브레이징 기술은 전문 장비(예컨대, 퍼니스) 없이 사용될 수 있고, 그럼으로써 가스 터빈 컴포넌트에 대한 비용, 복잡도, 및/또는 수리 시간을 감소시킬 수 있다. 또한, 본 명세서에 기재된 용접-브레이징 기술에 의해 가스 터빈 컴포넌트 자체에 가해진 열은 가스 터빈 컴포넌트의 후속 열 처리를 감소 또는 제거할 수 있고, 그럼으로써 가스 터빈 컴포넌트의 비용 및 수리 시간을 감소시킬 수 있다. 추가적으로, 용접-브레이징 기술은 용접하기 어려운 재료들을 갖는 가스 터빈 컴포넌트들을 효과적으로 수리할 수 있다. 따라서, 본 명세서에 기재된 용접-브레이징 기술은 가스 터빈 컴포넌트들의 브레이징 및 용접으로 현재 이슈들을 극복한다.
- [0012] 용접-브레이징 기술은 또한 종래 브레이징보다 추가적인 이점들을 제공할 수 있다. 브레이징은 하중-지지 컴포넌트들을 수리하는 데 적합하지 않을 수 있다. 브레이즈 재료는 하중-지지 응용을 위한 원하는 기계적 속성들(예컨대, 인장 강도 등)을 갖지 않을 수 있다. 용접은 하중-지지 컴포넌트들을 수리하는 데 적합할 수 있지만; 그러나, 위에 기재된 바와 같이, 용접 단독으로는 일부 가스 터빈 컴포넌트들에 사용되는 것들과 같은 용접하기 어려운 재료들에 효과적이지 않을 수 있다. 본 명세서에 기재된 용접-브레이징 기술은 브레이징 재료들에 더하여 원하는 하중-지지 기계적 속성들을 갖는 재료를 효과적으로 적용할 수 있다. 따라서, 본 명세서에 기재된 용접-브레이징 기술은 브레이징보다 더 효과적인 하중-지지 가스 터빈 컴포넌트들의 수리를 제공할 수 있다.
- [0013] 도 1은 터빈 시스템(10)의 일 실시예의 단면도이다. 터빈 시스템(10)의 동작 동안, 천연가스 또는 합성가스와 같은 연료는 하나 이상의 연료 노즐들(12)을 통해 연소기(16) 안으로 터빈 시스템(10)에 전달될 수 있다. 공기는 흡기 섹션(18)을 통해 터빈 시스템(10) 안으로 들어갈 수 있고, 압축기(14)에 의해 압축될 수 있다. 압축기(14)는 공기를 압축하는 일련의 스테이지들(20, 22, 24)을 포함할 수 있다. 각각의 스테이지는 압축 공기를 제공하기 위한 압력을 점진적으로 증가시키기 위하여 회전하는 고정식 베인들(26) 및 블레이드들(28)의 하나 이상의 세트들을 포함할 수 있다. 블레이드들(28)은 샤프트(32)에 연결된 회전 휠들(30)에 부착될 수 있다. 압축기(14)로부터의 압축된 배출 공기는 확산기 섹션(36)을 통해 압축기(14)를 빠져나갈 수 있고, 연소기(16) 안으로 인도되어 연료와 혼합될 수 있다. 예를 들어, 연료 노즐들(12)은 최적 연소, 방출, 연료 소모, 및 동력 출력에 적합한 비율로 연소기(16) 안으로 연료-공기 혼합물을 주입할 수 있다. 소정 실시예들에서, 터빈 시스템(10)은 환형 배열로 배치된 다수의 연소기들(16)을 포함할 수 있다. 각각의 연소기(16)는 고온 연소 가스를 터빈(34) 안으로 인도할 수 있다.
- [0014] 터빈(34)은 라이너(56)에 의해 둘러싸인 다수의 3개의 별개의 스테이지들(40, 42, 44)을 포함할 수 있다. 각각의 스테이지(40, 42, 44)는 샤프트(54)에 부착된 각각의 로터 휠(48, 50, 52)에 결합된 터빈 블레이드들 또는 버킷들(46)의 세트를 포함한다. 또한, 각각의 스테이지는 노즐들(38)의 세트를 포함할 수 있다. 연소기(16)로부터의 고온 가스는 터빈(34)을 통해 유동방향(48)으로 인도될 수 있다. 고온 연소 가스가 터빈(34)을 통해 흐르는 것이 터빈 블레이드들(46)의 회전을 야기하기 때문에, 샤프트(54)는 회전하여 압축기(14) 및 기타 적절한 하중, 예컨대 발전기를 구동시킨다. 결국, 터빈 시스템(10)은 배기 섹션(60)을 통해 유동방향(48)으로 연소 가스를 확산 및 배출한다. 터빈 컴포넌트들, 예컨대, 연료 노즐들(12), 흡기(18), 압축기(14), 고정식 노즐들(26), 블레이드들(28), 휠들(30), 샤프트(32), 확산기(36), 스테이지(40), 스테이지(42), 및 스테이지(44), 터빈 블레이드들(46), 노즐들(38), 샤프트(54), 라이너(56), 및 배기 섹션(60)은 개시된 실시예들을 이용하여 결

함, 균열, 또는 간극을 수리할 수 있고, 이는 아래 도 2에 더 상세하게 기재되는 바와 같다.

[0015] 도 2는 외부 결함(64)을 갖는 가스 터빈 컴포넌트(62)의 일 실시예의 단면도이다. 가스 터빈 컴포넌트(62)는 도 1의 가스 터빈의 노즐(38)일 수 있다. 그러나, 가스 터빈 컴포넌트(62)는 가스 터빈 시스템(10)의 다른 고온-가스 컴포넌트(예컨대, 블레이드(46), 확산기(36), 라이너(56) 등)일 수 있다. 일부 실시예들에서, 본 명세서에 개시된 기술은 가스 터빈 시스템(10)의 다른 컴포넌트들 또는 다른 컴포넌트들 일반적으로(예컨대, 증기 터빈 컴포넌트들, 자동차 컴포넌트들 등)에 적용될 수 있다. 가스 터빈 컴포넌트(62)의 외부 결함(64)은 함몰된 부분(66)(예컨대, 노치, 홈, 균열, 간극 등)일 수 있다. 외부 결함(64)은 터빈 노즐(38) 또는 터빈 블레이드(46)의 베이스의 홈 또는 노치와 같은, 심미적 결함(예컨대, 고온 가스 컴포넌트의 비-하중 지지 부분의 결함)일 수 있다. 다른 실시예에서, 외부 결함(64)은 가스 터빈 컴포넌트(62)가, 외부 결함(64)에서, 최소 허용가능한 기계적 속성들(예컨대, 인장 강도 등)을 가질 수 있도록 하는 구조적 결함일 수 있다. 외부 결함(64)은 가스 터빈 시스템(10)의 동작 동안 고온 가스와 닿을 수 있는 가스 터빈 컴포넌트(62)의 표면(68) 상에 배치될 수 있다.

[0016] 가스 터빈 컴포넌트(62)는 용접하기 어려운(HTW) 재료, 예컨대, 철계, 마르텐사이트 스테인레스강(martensitic stainless steel), 석출-경화 스테인레스강(precipitated-hardening stainless steel), 크로뮴 몰리브덴강, 고합금강, 공구강, 비철 합금(예컨대, 알루미늄, 구리, 황동, 아연, 및 지르코늄), 또는 이들의 일부 조합을 포함할 수 있다. 또한, HTW 재료들은 높은 분율의 "감마 프라임" 강화 위상을 갖는 초합금(예컨대, 니켈계 초합금)일 수 있다. 구체적으로, HTW 재료는 0.4 내지 1.0의 감마-프라임(γ')을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, HTW 재료는 0.6 내지 0.9의 감마-프라임(γ')을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, HTW 재료는 0.7 내지 0.8의 감마-프라임(γ')을 가질 수 있다. 더 높은 감마-프라임(γ') 분율은 HTW 재료의 산화 저항성 및 크립 저항성을 증가시켜, HTW 재료의 가스 터빈 컴포넌트(62)는 가스 터빈 시스템(10)의 높은 열 환경에서 동작할 수 있도록 할 수 있다. 일부 실시예들에서, HTW 재료는 하스텔로이(Hastelloy), 인코넬(Inconel), 와스팔로이(Waspaloy), GTD, 또는 르네(Rene) 합금과 같은 초합금일 수 있다. 특정 HTW 재료들의 예들은 르네 108, 르네 N5, GTD 444, 및 GTD 111을 포함한다. 일부 실시예들에서, HTW 재료는 초합금을 강화하기 위하여 코발트, 철, 니오븀, 탄탈륨, 몰리브덴, 텅스텐, 바나듐, 및 티타늄을 포함할 수 있다.

[0017] 다른 실시예에서, HTW 재료는 니켈계 초합금일 수 있다. 니켈계 초합금은 3가지 카테고리로 분류될 수 있다: 고용체 강화, 석출 강화, 및 특수 합금. 비록, 고용체 강화 니켈계 초합금, 예컨대 Ni-Cu, Ni-Mo, Ni-Fe, Ni-Cr-Fe, Ni-Cr-Mo-W, Ni-Fe-Cr-Mo, Ni-Cr-Co-Mo(즉, 인코넬 625, 인코넬 617, 헤인즈 230(Haynes 230) 등)는 일반적으로 HTW 재료들로 간주되지 않는다; 그러나, 석출-강화 및 특수 니켈계 초합금은 일반적으로 HTW 재료들로 간주된다. 석출-강화 니켈계 초합금은 적절한 열 처리 후에 니켈과의 강화 석출을 형성하는 티타늄, 알루미늄, 및/또는 니오븀을 포함한다. 석출-강화 니켈계 초합금의 감마 프라임 부피 분율은 10% 미만(예컨대, Nimonic 263)부터 85% 초과(예컨대, 르네 195)에 이를 수 있다. 석출-강화 니켈계 초합금의 경우, 감마 프라임이 30% 미만(예컨대, GTD222 및 르네 41)인 경우, 보통 우수한 용접성을 나타내며, 석출-강화 니켈계 초합금은 ETW 재료이도록 한다. 그러나, 석출-강화 니켈계 초합금의 감마 프라임이 부피 기준으로 30% 초과(예컨대, 르네 108, 인코넬 738, GTD111)인 경우, 보통 불량한 용접성을 나타내며, 석출-강화 니켈계 초합금은 HTW 초합금이도록 한다. 따라서, 고온 가스 경로 내의 가스 터빈 컴포넌트(62)는 HTW 재료들, 예컨대 르네 108, 인코넬 738, GTD111로 만들어질 수 있다. 특수 합금은 일반적으로 니켈-알루미늄 금속간 및 산화물 분산 강화 합금을 포함한다. 특수 합금의 예들은 산화물 분산 강화 합금(예컨대, MS6000, MA754), 및 니켈-알루미늄아이드(예컨대, NiAl 또는 Ni3Al 화합물)를 포함한다. 특수 합금은 일반적으로 높은 강도 및 내부식성을 갖고, HTW 재료로 간주되는데, 그 이유는 고온(예컨대, 고온 크립 강도)에서 그것들의 낮은 연성(ductility) 때문이다. 따라서, 가스 터빈 컴포넌트(62)는 특수 합금으로 만들어질 수 있다.

[0018] 위에서 논의된 바와 같이, 외부 결함(64)은 가스 터빈 시스템(10)의 동작 동안 고온 가스와 닿을 수 있는 가스 터빈 컴포넌트(62)의 표면(68) 상에 배치될 수 있다. 브레이즈 재료(70)는 가스 터빈 컴포넌트(62)의 외부 결함(64)에 적용될 수 있다. 도시된 실시예에서, 브레이즈 재료(70)는 함몰된 부분(66)(예컨대, 함몰된 부분(66)의 함몰된 표면(72) 상에) 내에 삽입될 수 있다. 그러나, 일부 실시예들에서, 브레이즈 재료는 가스 터빈 컴포넌트(62) 상에 배치되어 돌출부, 또는 기타 누락 특징부를 생성하여, 재료 부족에 의해 야기된 가스 터빈 컴포넌트의 결함을 수리할 수 있다. 브레이즈 재료(70)는 0.00254 내지 1.524mm(예컨대, 0.1 내지 60 mil)의 두께(74)를 갖는 테이프일 수 있다. 브레이즈 재료(70)의 테이프는 함몰된 표면(72)의 50 내지 100%, 60 내지 95%, 및/또는 75 내지 90% 상에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 브레이즈 재료(70)는 적어도 부분적으로 함몰된 부분(66) 내에 위치될 수 있는 분말, 포일, 또는 예비형태일 수 있다. 브레이즈 재료(70)는 가스 터빈

컴포넌트(62)의 표면(68)까지 또는 그 너머로 함몰된 부분(66)을 충전하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 브레이즈 재료(70)는 단지 부분적으로 함몰된 부분(66)을 충전하도록 구성될 수 있다.

[0019] 추가적으로, 플레이트(76)는, 브레이즈 재료(70)가 함몰된 표면(72)과 플레이트의 내측 표면(78) 사이에 배치되도록, 함몰된 부분(66) 및 브레이즈 재료(70) 위에 배치될 수 있다. 아래 논의되는 바와 같이, 열이 플레이트(76)의 외측 표면(96)에 가해져서 브레이즈 재료(70)를 가열하여 플레이트(76)를 외부 결합(64) 및 플레이트(76)를 갖는 가스 터빈 컴포넌트(62)와 접합할 수 있다. 일부 실시예들에서, 플레이트의 외측 표면(96)에 대한 충전 재료의 적용을 통해 플레이트(76)의 외측 표면(96)에 열이 가해질 수 있다.

[0020] 일부 실시예들에서, 플레이트(76)는 함몰된 부분(66)을 완전히 덮도록 구성된다. 이와 같이, 플레이트의 내측 표면(78)은 함몰된 부분(66)에 걸쳐 펼쳐진 영역보다 더 큰 표면 영역을 가질 수 있다. 그러나, 일부 실시예들에서, 외부 결합(64)은 불균일한 형상을 가질 수 있다. 따라서, 플레이트(76)의 치수들은 플레이트의 내측 표면(78)이 함몰된 부분(66)을 완전히 덮도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 플레이트(76)는 직사각 형상을 가질 수 있다. 플레이트(76)의 길이(80)는 함몰된 부분(82)에 걸친 전체 최장 거리보다 길 수 있고, 플레이트의 폭은 함몰된 부분에 걸친 전체 최장 거리에 직교하는 방향으로 함몰된 부분에 걸친 최장 거리보다 길 수 있다. 따라서, 플레이트(76)는 불균일한 형상을 갖는 함몰된 부분(66)을 완전히 덮을 수 있다. 플레이트(76)는 함몰된 부분(66)을 덮기에 적합한 임의의 형상을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 플레이트(76)는 함몰된 부분(66)의 형상에 기초한 형상을 갖도록 형성될 수 있다. 즉, 플레이트(76)는 함몰된 부분(66)에 상보적인 형상으로 형성될 수 있다. 또한, 플레이트(76)는 브레이즈 재료(70)를 완전히 덮을 수 있다.

[0021] 일부 실시예들에서, 플레이트(76)는 플레이트(76)가 잉여 부분(84)(예컨대, 함몰된 부분(66) 너머로 연장되는 플레이트의 부분들)을 갖도록 함몰된 부분(66)보다 사전결정된 양만큼 더 크게 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 플레이트(76)는 함몰된 부분(66)의 둘레를 따라 잉여 부분(84)의 적어도 최소량을 갖도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 플레이트(76)는 함몰된 부분(66) 너머로 적어도 1 내지 10 mm, 1 내지 5 mm, 또는 1 내지 3 mm 연장될 수 있다. 일부 실시예들에서, 잉여 부분(84)은 함몰된 부분(66) 및 브레이즈 재료(70) 둘 모두 너머로 연장된다. 플레이트(76)의 잉여 부분(84)은 각각 용접을 시작 또는 멈추기 위한 용접 런온(run-on) 또는 런오프(run-off) 탭들로서 사용될 수 있다.

[0022] 일부 실시예들에서, 플레이트의 내측 표면(78)의 부분들은 가스 터빈 컴포넌트(62)의 외부 표면(86)과 접촉할 수 있다. 다른 실시예에서, 브레이즈 재료(70)의 두께(84)(즉, 브레이즈 재료를 용융시키기 위하여 충전 재료를 적용하기 전 또는 후)는 플레이트(76)의 일부분들이 브레이즈 재료(70) 상에 안착되고, 함몰된 부분(66) 위에 플레이트(76)를 배치 시 가스 터빈 컴포넌트(62)의 외부 표면(86)과 접촉하지 않도록 함몰된 부분(66)의 깊이(88)보다 클 수 있다. 브레이즈 재료(70)의 표면(90)이 불균일한 경우, 플레이트(76)는 함몰된 부분(66) 및/또는 브레이즈 재료(70)에 대하여 이동할 수 있다. 따라서, 일부 실시예들에서, 이동을 방지하기 위하여, 충전 재료를 외측 표면(96)에 적용하기 전에 플레이트(76)는 가스 터빈 컴포넌트에 고정될 수 있다.

[0023] 플레이트(76)는 용접하기 쉬운(ETW) 재료를 포함할 수 있다. ETW 재료는 강철, 스테인레스강, 니켈계 초합금, 코발트계 초합금, 또는 기타 적합한 금속성 재료를 포함할 수 있지만, 이에 한정되지 않는다. 특정 ETW 재료들의 예들은 고용체 강화 합금, 예컨대 인코넬 625, 인코넬 617, 헤인즈 230, 및 석출 강화 합금, 예컨대, GTD222, GTD262, GTD292, 르네 41을 포함한다. 일부 실시예들에서, 석출 강화 합금 카테고리의 ETW 합금은 40% 미만의 감마 프라임(γ')을 갖는다. 다른 실시예에서, ETW는 20% 미만의 감마 프라임(γ')을 갖는다.

[0024] 도 3은 가스 터빈 컴포넌트(62) 및 플레이트(76)의 일 실시예의 평면도이다. 충전 재료가 용접 경로(110)를 따라 플레이트(76)의 외측 표면(96)에 적용되어 브레이즈 재료를 가열하여 플레이트(76)를 외부 결합 및 플레이트(76)를 갖는 가스 터빈 컴포넌트(62)와 접합할 수 있다. 용접 경로(110)는 평행 용접 비드들로서 적용될 충전 재료를 인도할 수 있다. 일부 실시예들에서, 용접 경로(110)는 적용될 충전 재료를 인도하여, 용접 비드들이 플레이트(76)의 외측 표면(96) 상에 중첩되거나 또는 분리되도록 할 수 있다. 용접 경로(110)는 다양한 패턴들로 적용될 충전 재료를 인도할 수 있다. 충전 재료는 함몰된 부분(66) 위에 배치된 플레이트(76)의 일부분에 적용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 충전 재료는 함몰된 부분(66) 위에 배치된 플레이트(76)의 일부분 및 플레이트(76)의 잉여 부분(84) 둘 모두에 적용된다. 다른 실시예에서, 충전 재료는 단지 브레이즈 재료 위에 배치된 플레이트(76)의 일부분에만 적용된다.

[0025] 일부 실시예들에서, 충전 재료를 외측 표면(96)에 적용하기 전에 플레이트(76) 및 가스 터빈 컴포넌트(62)는 서로 고정된다. 플레이트(76) 및 가스 터빈 컴포넌트(62)는 플레이트(76) 및 브레이징 재료를 가스 터빈 컴포넌트(62)에 고정하기 위한 적어도 하나의 용접, 접착제, 클램핑 디바이스, 또는 기타 적절한 메커니즘을 통해 위

치들(92)에서 서로 고정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 플레이트(76) 및 터빈 컴포넌트(62)는 용접 및/또는 저항 용접 공정을 이용하여 서로 고정될 수 있다. 용접 공정은 위치들(92)에서 컴포넌트들을 서로 용접할 수 있다. 그러나, 다른 실시예에서, 용접 공정은 플레이트(76)와 가스 터빈 컴포넌트(62) 사이에 배치된 브레이즈 재료를 용융하여, 위치들(92)에서 플레이트(76)를 가스 터빈 컴포넌트(62)에 고정시키도록 구성된다. 플레이트(76)는 가스 터빈 컴포넌트(62)의 외부 표면(86)에 고정되어, 용접(92)이 함몰된 부분(66) 위에 적용되지 않도록 할 수 있다. 플레이트(76)와 가스 터빈 컴포넌트(62)를 서로 고정시킴으로써 이동 및 회전을 감소시킬뿐만 아니라, 적어도 플레이트(76)와 브레이즈 재료(70) 사이의 열전도를 증가시킬 수 있다.

[0026] 도 4는 충전 재료(94)가 플레이트(76)의 외측 표면(96)에 적용되어 브레이즈 재료(70)를 가열하여 플레이트(76)를 외부 결함 및 플레이트(76)를 갖는 가스 터빈 컴포넌트(62)와 접합하는 일 실시예의 단면도이다. 플레이트(76)는, 브레이즈 재료(70)가 함몰된 표면(72)과 플레이트(76)의 내측 표면(78) 사이에 배치되도록, 함몰된 부분(66) 및 브레이즈 재료(70) 위에 배치된다. 플레이트(76)의 내측 표면(78)의 적어도 제1 부분은 브레이즈 재료(70)와 접촉하고, 브레이즈 재료(70)는 함몰된 부분(66)의 함몰된 표면(72)과 접촉한다.

[0027] 충전 재료(94)는 플레이트(76)의 외측 표면(96)에 적용될 수 있다. 플레이트(76)에 대한 충전 재료(94)의 적용은 플레이트(76)를 가열하고, 이는 브레이즈 재료(70)를 가열한다. 충전 재료(94)의 배치는 외부 결함(64)의 크기(예컨대, 함몰된 부분(66)의 깊이(88) 및 폭)에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 함몰된 부분(66)은 얇은 단부 및 깊은 단부를 갖는 길고 좁은 홈일 수 있다. 이와 같이, 더 많은 브레이즈 재료(70)가 깊은 단부에 적용될 수 있다. 따라서, 얇은 단부 위의 플레이트(76)보다 깊은 단부 위의 플레이트(76)에 더 많은 충전 재료(94)가 적용되어 깊은 단부 및 얇은 단부 둘 모두에서 브레이즈 재료(70)를 용융시킬 수 있다.

[0028] 충전 재료(94)는 용접 공정을 통해 플레이트(76)의 외측 표면(96)에 적용될 수 있다. 용접 공정은 텅스텐 불활성 가스(TIG), 금속 불활성 가스(MIG), 스틱, 레이저, 전자빔(EB), 플라즈마, 플럭스-코어 아크 용접(FCAW), 레이저 빔(LB) 용접 용접, 기타 유형의 적합한 용접 공정, 또는 이들의 일부 조합일 수 있다. 차폐 가스는 충전 재료(94)의 적용 동안 사용되어 산화를 방지할 수 있다. 플레이트(76)의 외측 표면(96)에 대한 충전 재료(94)의 적용은 플레이트(76)를 가열한다. 충전 재료(94)의 적용 및 플레이트(76)의 두께(112)는 브레이즈 재료(70)를 브레이징 온도로 가열하도록 구성된다. 플레이트(76)가 브레이즈 재료(70)와 충전 재료(94) 사이에 배치되어 있지만, 충전 재료(94)는 플레이트(76)에 적용하기 전에 또는 적용하는 동안에 가열될 수 있다. 충전 재료(94)로부터의 열은 충전 재료(94)로부터, 플레이트(76)를 통해, 브레이즈 재료(70)에 전달될 수 있다. 플레이트(76)의 두께(112)는 브레이즈 재료의 가열에 영향을 줄 수 있다(예컨대, 플레이트(76)의 두께(112)가 너무 두꺼우면 브레이즈 재료(70)는 용융되지 않을 수 있음). 플레이트(76)의 두께(112)는 0.1mm 내지 10mm일 수 있다. 추가적으로, 충전 재료(94)로부터의 열은 브레이즈 재료(70)로 방사될 수 있다.

[0029] 충전 재료(94)로부터, 전도 및/또는 방사를 통해, 브레이즈 재료(70)에 전달된 열은 브레이즈 재료(70)를 액화(예컨대, 용융)시키기에 충분할 수 있다. 플레이트의 외측 표면에 적용되는 충전 재료의 온도는 섭씨 1648도(화씨 3000도)일 수 있다. 플레이트(76)는, 플레이트(76)와 브레이즈 재료(70) 사이의 계면(98)에서의 온도가 브레이즈 재료의 액상선 온도(liquidus temperature)를 초과하는 온도를 갖도록, 가열될 수 있다. 일부 실시예들에서, 브레이즈 재료(70)는 섭씨 982 내지 1287도(화씨 1800 내지 2350도)의 액상선 온도를 갖는다. 따라서, 충전 재료(94)로부터 플레이트(76)를 통해 브레이즈 재료(70)에 전달된 열은 플레이트(76)를 계면(98)에서 섭씨 1287도 초과 온도 이상으로 가열하여, 브레이즈 재료(70)가 용융되도록 할 수 있다. 충전 재료(94)가 냉각되고 브레이즈 재료(70)의 온도가 브레이즈 재료(70)의 액상선 온도 아래로 떨어진 후, 브레이즈 재료(70)는 굳을 것이다. 브레이즈 재료(70)를 액상선 온도보다 높게 가열하고, 이어서 브레이즈 재료(70)를 액상선 온도 아래로 냉각시키는 것은 브레이즈 재료(70)에 대한 접합 공정을 촉발하도록 구성된다. 접합 공정은 브레이즈 재료(70)의 액화 및 재고체화 동안 브레이즈 재료(70)가 가스 터빈 컴포넌트(62) 및 플레이트(76)와 접합하는 단계를 포함한다.

[0030] 브레이즈 재료(70)는 플레이트(76)에 대한 충전 재료(94)의 적용을 통해 간접적으로 가열되고, 그럼으로써 가스 터빈 컴포넌트(62)를 퍼니스(예컨대, 진공 퍼니스) 내에 집어넣지 않고 플레이트(76)가 가스 터빈 컴포넌트(62)와 브레이징되도록 한다. 브레이징은 통상적으로 진공 퍼니스를 이용하여 산화의 형성 없이 브레이징 공정을 수행하지만, 본 명세서에 개시된 접합 공정은 진공 퍼니스를 이용하지 않는다. 플레이트(76)는 함몰된 부분(66) 및 브레이즈 재료(70)를 덮도록 구성되고, 접합 공정 동안, 브레이즈 재료(70)는 플레이트(76)와 함몰된 부분(66) 사이에서 액화되도록 구성되어 산화가 발생하지 않도록 한다. 따라서, 접합 공정은 전문 브레이징 장비, 예컨대, 퍼니스 또는 가스 화염 토치 없이 달성될 수 있다.

- [0031] 일부 실시예들에서, 플레이트(76)의 외측 표면(96)에 대한 충전 재료(94)의 적용은 가스 터빈 컴포넌트(62)를 가열 임계치를 초과하여 가열하지 않고 브레이즈 재료(70)를 브레이징 온도로 가열하도록 구성된다. 가열 임계치는 가스 터빈 컴포넌트(62)의 재료 속성들에 따라 달라질 수 있다. 가열 임계치는 재료의 미세구조를 가스 터빈 컴포넌트(62)가 열 처리 없이 그것의 의도된 사용에 적합하지 않은 정도로 변경하기 전에 가스 터빈 컴포넌트(62)의 재료가 가열될 수 있는 최대 온도일 수 있다. 가스 터빈 컴포넌트(62)의 온도가 가열 임계치를 초과하는 경우, 가스 터빈 컴포넌트(62)를 열처리하는 것은 가스 터빈 컴포넌트(62)의 재료를 그것의 의도된 사용에 바람직한 미세구조로 복원할 수 있지만, 열 처리는 시간 소모적이고 비용이 많이 들 수 있다.
- [0032] 일부 실시예들에서, 접합 공정이 완료된 후에 충전 재료(94)의 일부분이 제거된다. 예를 들어, 충전 재료(94)는 선(100) 위로 제거될 수 있다. 제거되는 충전 재료(94)의 일부분은 플레이트(76)의 외측 표면(96)에 적용된 충전 재료(94)의 50 퍼센트 이상일 수 있다. 충전 재료(94)의 표면(102)은 거칠거나 또는 불균일할 수 있다. 충전 재료를 선(100)까지 기계가공하는 것은 충전 재료(94)의 표면을 매끄럽게 할 수 있다. 충전 재료를 선(100)까지 기계가공하는 것은 또한 균열 또는 기타 결함을 제거할 수 있고, 이는 균열 전파를 방지할 수 있다. 일부 실시예들에서, 선(104)까지 플레이트의 기계가공을 통해 충전 재료(94)가 제거되고 플레이트(76)의 일부분이 제거된다. 일부 실시예들에서, 충전 재료(94), 플레이트(76), 및/또는 브레이즈 재료(70)는 가스 터빈 컴포넌트(62)의 외부 표면(86)과 일정하도록 기계가공되고 가스 터빈 컴포넌트(62)를 생산된 치수들로 복원할 수 있다. 즉, 선(100) 또는 선(104)은 외부 표면(86)과 일정(예컨대, 동일평면)할 수 있다. 일부 실시예들에서, 충전 재료(94) 및/또는 플레이트(76)의 일부분이 가스 터빈 컴포넌트의 에지(108) 너머로 연장될 수 있다. 가스 터빈 컴포넌트(62)의 에지(108) 너머로 연장되는 충전 재료(94) 및/또는 플레이트(76)의 일부분은 선(106)까지의 기계가공을 통해 제거될 수 있다.
- [0033] 충전 재료(94)는 ETW 재료, HTW 재료, 또는 이들의 일부 조합을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 충전 재료(94)가 적용 후에 기계가공 공정을 통해 제거되도록 구성되는 경우 충전 재료(94)는 ETW 재료이다. HTW 재료가 선호하는 기계적 속성들을 가질 수 있지만, ETW 충전 재료는 플레이트(76)에 적용하기에 HTW 충전 재료보다 더 용이 및/또는 저렴할 수 있다. 또한, ETW 충전 재료는 HTW 충전 재료보다 결함이 없는 용접을 획득하기에 더 용이할 수 있다. 따라서, ETW 재료는, HTW 재료의 선호하는 기계적 속성들은 단지 충전 재료(94)를 제거하는 어려움을 증가시킬 수 있기 때문에 충전 재료(94)가 완전히 제거되도록 구성될 때, 사용될 수 있다. 그러나, 일부 실시예들에서, 기계가공 후에 충전 재료(94)의 일부분이 가스 터빈 컴포넌트(62) 상에 남아 있도록 구성되는 경우 충전 재료(94)는 ETW 재료를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 충전 재료(94)의 산화 저항, 온도 부식, 크립 저항, 및 또는 기계적 강도를 증가시키기 위하여 기계가공 후에 충전 재료(94)의 적어도 일부분이 가스 터빈 컴포넌트(62) 상에 남아 있도록 구성되는 경우, 충전 재료(94)는 HTW 재료를 포함할 수 있다.
- [0034] 도 5는 도 2 내지 도 4에 관하여 위에 기재된 바와 같이, 용접-브레이즈를 수행하기에 적합한 방법(110)의 일 실시예를 도시한다. 방법은 가스 터빈 컴포넌트의 함몰된 부분의 함몰된 표면 상에 브레이즈 재료를 배열하는 단계(블록(112))를 포함한다. 브레이즈 재료는 분말, 포일, 테이프, 또는 예비형태일 수 있다. 예를 들어, 작업자는 함몰된 부분을 분말 브레이즈 재료로 채울 수 있다. 작업자는 함몰된 부분을 부분적으로 채울 수 있다. 그러나, 작업자는 함몰된 부분을 브레이즈 재료로 완전히 채우거나 넘치도록 채울 수 있다. 일부 실시예들에서, 작업자는 함몰된 표면에 더하여 가스 터빈 컴포넌트의 외부 표면 상에 브레이즈 재료를 배열할 수 있다.
- [0035] 방법은 또한 플레이트의 내측 표면이 브레이즈 재료에 근접하도록, 브레이즈 재료 상에 플레이트를 배치하는 단계(블록(114))를 포함한다. 플레이트는 함몰된 부분 위에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 브레이즈 재료가 함몰된 표면과 플레이트 사이에 위치되도록, 플레이트는 부분적으로 함몰된 부분 내에 그리고 브레이즈 재료 위에 배치된다. 다른 실시예에서, 플레이트는 완전히 함몰부 내에 배치된다. 플레이트는 함몰된 부분의 개구와 실질적으로 동일한 크기여서, 플레이트가 함몰된 부분에 걸쳐 펼쳐지도록 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 방법은 충전 재료를 적용하기 위하여 충전 재료를 가열하기 전에 플레이트에 가용접(tack weld)을 적용하는 단계(블록(116))를 포함한다. 가용접은 아래 기재되는 바와 같이 충전 재료를 적용하는 동안에 플레이트를 제 위치에 유지하도록 구성될 수 있다.
- [0036] 위에 기재된 바와 같이, 플레이트는 내측 표면의 반대편에 외측 표면을 갖는다. 방법은 추가로 플레이트의 외측 표면에 충전 재료를 적용하기 위하여 충전 재료를 가열하는 단계(블록(118))를 포함한다. 적용된 충전 재료로부터의 열은 플레이트 및 브레이즈 재료를 가열하도록 구성된다. 또한, 방법은, 충전 재료를 적용하는 것으로부터의 열을 통해, 브레이즈 재료로 플레이트의 내측 표면에 가스 터빈 컴포넌트의 함몰된 표면을 접합시키는

단계(블록(120))를 포함한다. 충전 재료로부터의 열은 플레이트를 통해 전달되어 브레이즈 재료를 브레이즈 재료의 액상선 온도를 초과하는 온도로 가열하여 브레이즈 재료가 용융되도록 한다. 충전 재료로부터 가해진 열이 소산된 후에, 브레이즈 재료는 냉각되고 굳는다. 브레이즈 재료가 함몰된 표면 및 플레이트 둘 모두와 접촉하는 동안, 브레이즈 재료를 용융하고 고체화하는 것은 함몰된 표면 및 플레이트 둘 모두에 브레이즈 재료를 접합하게 할 수 있다(블록(120)).

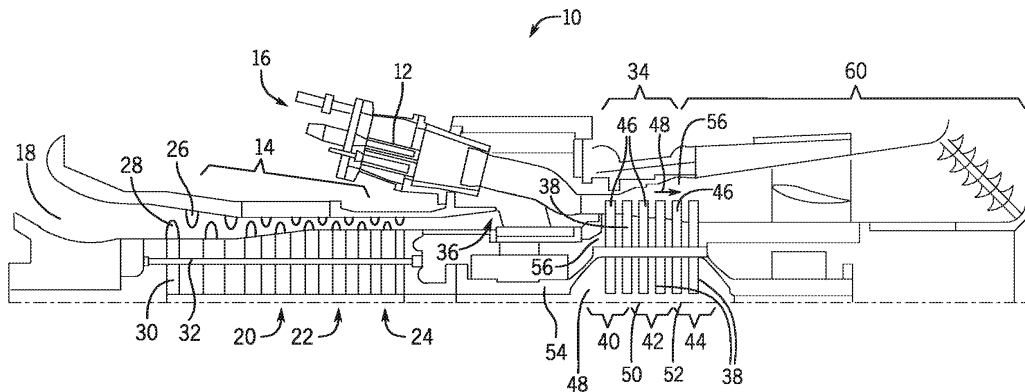
[0037] 일부 실시예들에서, 방법은 추가로 충전 재료, 플레이트, 브레이즈 재료, 또는 이들의 일부 조합의 부분들을 제거하기 위하여 가스 터빈 컴포넌트를 기계가공하는 단계(블록(122))를 포함한다. 그러나, 방법은 가스 터빈 컴포넌트 및/또는 브레이즈 재료를 퍼니스, 진공 퍼니스 등 내에서 열처리하는 단계를 포함하지 않는다.

[0038] 본 명세서에 기재된 용접-브레이징 기술의 기술적 효과는, 종래 브레이징 공정의 단계들을 제거하는 것에 의해 감소된 비용으로 더 신속한 수리를 가능하게 하는 것뿐만 아니라, 용접하기 어려운 재료들을 갖는 하중-지지 컴포넌트들에 대한 개선된 수리를 제공하는 것을 포함한다.

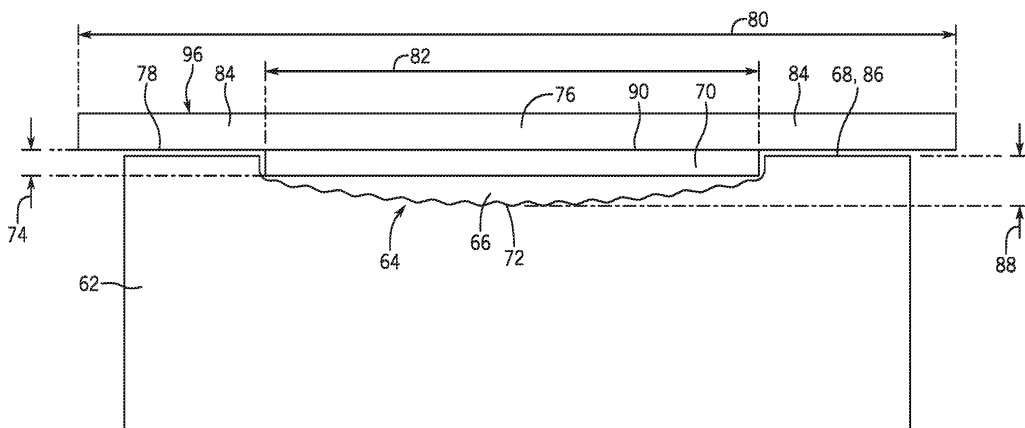
[0039] 이러한 설명은, 최상의 모드를 포함한 본 발명의 실시예를 개시하기 위하여, 그리고 또한 임의의 디바이스 또는 시스템을 제조 및 이용하는 것 및 임의의 포함된 방법을 수행하는 것을 포함한 본 개시내용의 실시예들을 어떠한 당업자도 실시하는 것을 가능하게 하기 위하여 예들을 사용한다. 본 발명의 특허가능 범주는 청구범위에 의해서 한정되고, 당업자에게 떠오르는 다른 예들을 포함할 수 있을 것이다. 그러한 다른 예들이 청구범위의 문헌적 표현과 상이하지 않은 구조적 요소를 갖는다면, 또는 그들이 청구범위의 문헌적 표현과 사소한 차이를 갖는 등가의 구조적 요소를 포함한다면, 그러한 다른 예들은 청구범위의 범주 내에 있는 것으로 의도된다.

도면

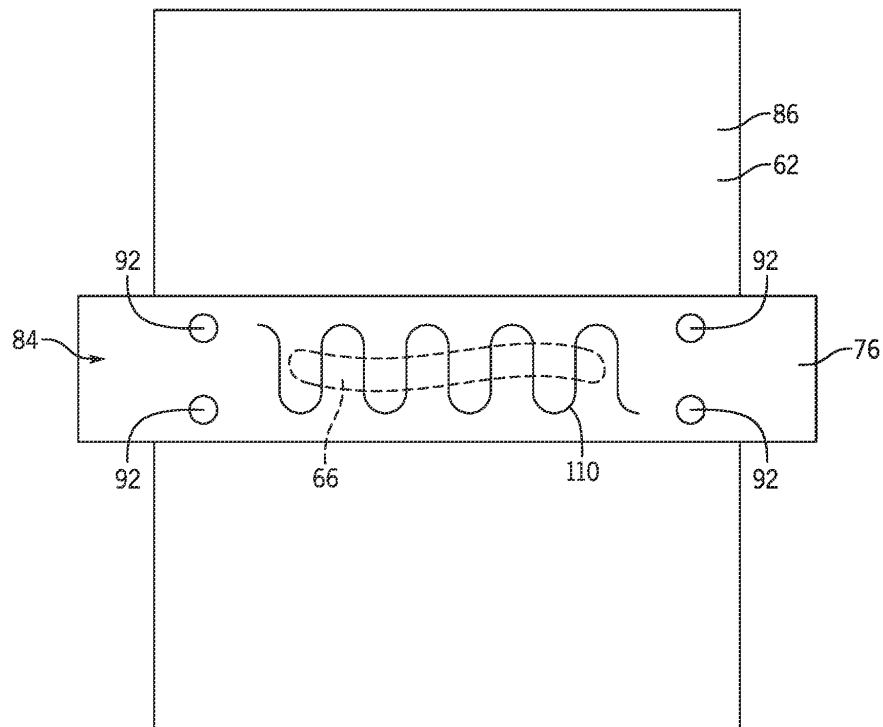
도면1



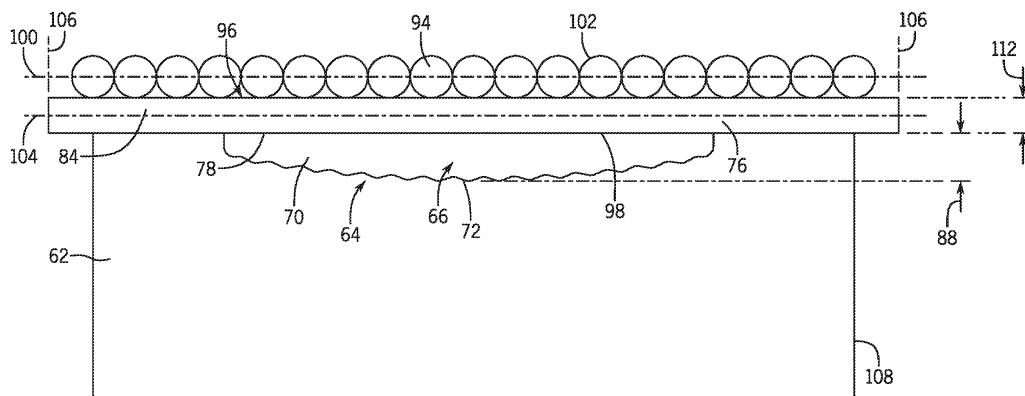
도면2



도면3



도면4



도면5

