



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0046061
(43) 공개일자 2014년04월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 19/00 (2006.01) C22C 19/05 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7006182
- (22) 출원일자(국제) 2012년08월03일
심사청구일자 2014년03월10일
- (85) 번역문제출일자 2014년03월07일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2012/065219
- (87) 국제공개번호 WO 2013/037565
국제공개일자 2013년03월21일
- (30) 우선권주장
11180885.3 2011년09월12일
유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인
지멘스 악티엔게젤샤프트
독일 뮌헨 80333 비텔스파허프라썸 2
- (72) 발명자
슈탐 베르너
독일 45481 뮐하임 안 데어 루르 칼렌베르크 18
- (74) 대리인
안국찬, 양영준

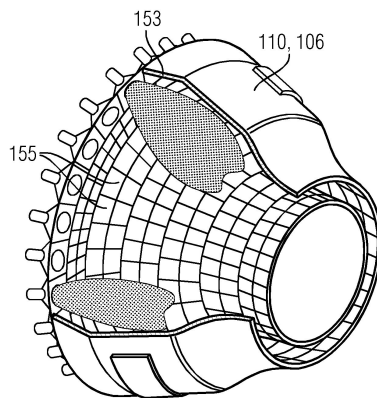
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 합금, 보호층 및 부품

(57) 요약

높은 Cr 함량과 추가로 규소를 포함한 공지된 보호층들은 이용 동안 탄소의 영향 하에 추가로 취화되는 취화상을 형성한다. 본 발명에 따른 보호층은, 22% 내지 26%의 코발트(Co), 10.5% 내지 12%의 알루미늄(Al), 0.2% 내지 0.4%의 이트륨(Y), 및/또는 스칸듐 및 희토류의 원소들을 포함하는 군에서 선택된 하나 이상의 등가 금속, 즉 15% 내지 16%의 크롬(Cr), 선택적으로 0.3% 내지 1.5%의 탄탈, 니켈(Ni) 잔량의 조성을 보유한다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

합금이며,

적어도 원소들(중량 %로), 즉

22% ~ 26%의 코발트(Co), 특히 22% 내지 23%의 코발트(Co), 매우 특히 22%의 코발트(Co)와,

15% ~ 16%의 크롬(Cr), 특히 15.0% ~ 15.5%의 크롬(Cr), 매우 특히 15.0%의 크롬(Cr)과,

10.5% ~ 12%의 알루미늄(Al)과,

0.2% ~ 0.6%, 특히 0.3% ~ 0.5%, 매우 특히 0.4% ~ 0.5%의 스칸듐(Sc) 및/또는 희토류의 원소들을 포함하는 군에서 선택된 하나 이상의 금속, 특히 이트륨(Y)과,

선택적으로 0.5% 내지 1.5%의 탄탈(Ta), 특히 0.8% 내지 1.5%의 탄탈(Ta), 매우 특히 0.5% ~ 1.0%의 탄탈(Ta)과,

니켈(Ni), 특히 니켈(Ni) 잔량을 함유하는, 합금.

청구항 2

제1항에 있어서, 0.5중량 %의 이트륨(Y), 특히 0.6중량 %의 이트륨(Y)을 함유하는, 합금.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 레늄(Re)을 함유하지 않는, 합금.

청구항 4

제1항, 제2항 또는 제3항에 있어서, 규소(Si)를 함유하지 않는, 합금.

청구항 5

제1항, 제2항, 제3항 또는 제4항에 있어서,

탄탈(Ta)을 함유하는,

특히 적어도 0.3중량 %의 탄탈(Ta)을 함유하는,

매우 특히 0.5중량 %의 탄탈(Ta)을 함유하는, 합금.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 하나 이상의 항에 있어서,

지르콘(Zr)을 함유하지 않고, 그리고/또는 티타늄(Ti)을 함유하지 않고, 그리고/또는 갈륨(Ga)을 함유하지 않고, 그리고/또는 게르마늄(Ge)을 함유하지 않고, 그리고/또는 백금(Pt)을 함유하지 않고, 그리고/또는 하프늄(Hf)을 함유하지 않고, 그리고/또는 세륨(Ce)을 함유하지 않고, 그리고/또는 철(Fe)을 함유하지 않고, 그리고/또는 팔라듐(Pd)을 함유하지 않고, 그리고/또는 붕소(B)를 함유하지 않고, 그리고/또는 탄소(C)를 함유하지 않는, 합금.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 하나 이상의 항에 있어서, 코발트와, 크롬과, 알루미늄과, 이트륨과, 니켈과, 선택적 성분인 탄탈로 구성되는, 합금.

청구항 8

제1항 내지 제6항 중 하나 이상의 항에 있어서, 코발트와, 크롬과, 알루미늄과, 이트륨과, 니켈과, 탄탈로 구성

되는, 합금.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 하나 이상의 항에 있어서, 니켈(Ni)이 매트릭스를 형성하는, 합금.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 하나 이상의 항에 있어서, 25중량 % ~ 26중량 %의 코발트(Co), 특히 25.5중량 %의 코발트(Co), 매우 특히 26.0중량 %의 코발트(Co)를 함유하는, 합금.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 하나 이상의 항에 있어서, 11.5중량 %의 알루미늄(Al), 특히 12중량 %의 알루미늄(Al)을 포함하는, 합금.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 하나 이상의 항에 있어서, 1.2% ~ 1.5%의 탄탈(Ta)을 포함하는, 합금.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 하나 이상의 항에 있어서, 15.5중량 %의 크롬(Cr), 특히 16.0중량 %의 크롬을 함유하는, 합금.

청구항 14

특히 고온에서,

부식 및/또는 산화에 대해 부품(1)을 보호하기 위한 보호층(7)이며,

제1항 내지 제13항 중 하나 이상의 항에 따르는 합금의 조성을 갖는, 보호층(7).

청구항 15

제14항에 있어서,

플라스마 용사, 특히 APS 또는

고속 용사(HVOF)에 의해 도포되는, 보호층(7).

청구항 16

부품,

특히 가스 터빈(100)의 부품(120, 130, 155)이며,

특히 부품(120, 130, 155)의 기질(4)은 니켈을 기반으로 하거나, 코발트를 기반으로 하고,

기질은 고온에서 부식 및 산화에 대한 보호를 위해 제14항 또는 제15항에 따르는 보호층(7)을 포함하고,

특히 보호층(7) 상에는 세라믹 단열층(10)이 도포되는, 부품.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 청구항 제1항에 따르는 합금과, 청구항 제13항에 따라서 특히 고온에서 부식 및/또는 산화에 대해 부품을 보호하기 위한 보호층과, 청구항 제15항에 따르는 부품에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 내부식성 및/또는 내산화성이 향상되어야 하는 금속 부품들을 위한 보호층들은 종래 기술에 많이 공지되어 있다. 상기 보호층들 대부분은 집합 명사 MCrAlY 하에 공지되어 있으며, 여기서 M은 철, 코발트 및 니켈을 포

합하는 군에서 선택되는 원소들 중 하나 이상의 원소를 나타내고 추가의 주요 구성 성분들은 크롬, 알루미늄 및 이트륨이다.

[0003] 상기 유형의 전형적인 코팅층들은 미국 특허 4,005,989 및 4,034,142로부터 공지되어 있다.

[0004] 고정식 가스 터빈의 경우뿐 아니라, 항공기 엔진의 경우에서도 유입 온도를 상승시키기 위한 노력은 가스 터빈의 전문 분야에서 큰 의미가 있는데, 그 이유는 유입 온도가 가스 터빈으로 달성 가능한 열역학적 효율을 위한 중요한 매개변수이기 때문이다. 가이드 베인 및 로터 블레이드와 같이 높은 열적 부하에 노출될 부품들을 위한 기본 재료로서 특별히 개발된 합금의 이용을 통해, 특히 단결정 초합금의 이용을 통해, 1000℃를 훨씬 상회하는 유입 온도가 가능하다. 그간, 종래 기술은 고정식 가스 터빈의 경우 950℃ 이상의 온도를 허용할 뿐 아니라, 항공기 엔진의 가스 터빈에서는 1100℃ 이상의 유입 온도를 허용한다. 그 자체로 복잡하게 구성될 수 있는 단결정 기질을 포함하는 터빈 블레이드의 구성에 대한 예시들은 WO 91/01433 A1에서 개시된다.

[0005] 높은 부하에 노출되는 부품들을 위해 그간 개발된 기본 재료들의 물리적 부하 수용 능력은 유입 온도의 가능한 추가 상승과 관련하여 실질적으로 문제가 없는 반면에, 산화 및 부식에 대해 충분한 내성을 달성하기 위해서는 보호층들을 이용해야만 한다. 1000℃ 정도의 온도 조건에서 연도 가스에 의해 기대되는 작용 하에 보호층의 충분한 화학적 내성 외에도, 보호층은, 특히 보호층과 기본 재료 사이의 기계적 상호 작용과 관련하여 충분히 우수한 기계적 특성도 보유해야 한다. 특히, 이러한 방식으로 산화 및 부식을 위한 작용 지점들이 제공될 수 있기 때문에 경우에 따라 기본 재료의 변형을 초래할 수 있어서 과열되지 않도록 하기 위해, 보호층은 충분한 연성을 보유해야 한다. 이 경우, 전형적으로, 산화 및 부식에 대해 보호층의 내성을 향상시킬 수 있는 알루미늄 및 크롬과 같은 원소들의 비율의 상승이 보호층의 연성을 악화시킴으로써, 가스 터빈에서 통상적으로 발생하는 기계적 부하 조건에서 기계적 고장, 특히 균열의 형성을 고려해야 한다는 문제가 발생한다.

발명의 내용

[0006] 그러므로 본 발명의 과제는, 부식 및 산화 시 우수한 내고온성을 보유하고 우수한 장시간 안정성을 보유하면서도 특히 가스 터빈 내에서 고온에서 기대되는 기계적 부하에 특히 적합하게 매칭되는 합금 및 보호층을 제공하는 것에 있다.

[0007] 이러한 과제는 청구항 제1항에 따르는 합금과 청구항 제14항에 따르는 보호층에 의해 해결된다.

[0008] 본 발명의 추가 과제는, 부식 및 산화에 대해 향상된 보호부를 포함하는 부품을 제시하는 것에 있다. 이러한 과제는 마찬가지로 청구항 제16항에 따르는 부품에 의해, 특히 고온에서 부식 및 산화에 대한 보호를 위해 전술한 유형의 보호층을 포함하는, 가스 터빈 또는 증기 터빈의 부품에 의해 해결된다.

[0009] 종속 청구항들에는 임의로 바람직한 유형 및 방식으로 서로 조합될 수 있는 추가의 바람직한 조치들이 열거되어 있다.

[0010] 본 발명은 하기에서 더 상세하게 설명된다.

[0011] 도면들 및 명세서는 본 발명의 실시예들만을 나타낼 뿐이다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 보호층을 포함하는 층 시스템을 도시한 도면이다.

도 2는 초합금들의 조성을 기재한 도표이다.

도 3은 가스 터빈을 도시한 도면이다.

도 4는 터빈 블레이드를 도시한 도면이다.

도 5는 연소실을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명에 따라, 고온에서 부식 및 산화에 대해 부품을 보호하기 위한 보호층(7)(도 1)은 실질적으로 하기 원소들로 구성된다(비율 단위: 중량 %).

[0014] 니켈,

- [0015] Co: 22% ~ 26%,
- [0016] Cr: 15% ~ 16%,
- [0017] Al: 10.5% ~ 12%,
- [0018] 0.2% ~ 0.6%의 희토류 원소(이트륨, ...) 및/또는 스칸듐(Sc):
- [0019] 선택적으로
- [0020] Ta: 0.5% ~ 1.5%.
- [0021] 합금 원소들, Ni, Co, Cr, Al, Y, Ta의 열거 목록은 바람직하게는 확정적인 것은 아니다.
- [0022] 니켈은 바람직하게는 매트릭스를 형성한다.
- [0023] 바람직하게는, Ni, Co, Cr, Al, Y, Ta의 열거 목록은 확정적이다.
- [0024] 합금 원소들, Co, Cr, Al, Y의 함량은 하기의 장점들을 갖는다.
- [0025] 중간 이상의 Co 함량:
- [0026] 베타/감마 필드의 확대, 예컨대 알파상과 같은 취화상의 방지(이는 의도적으로 감소되며 통상적으로 연성에 긍정적인 것으로 여겨진다).
- [0027] 중간의 Cr 함량:
- [0028] Al_2O_3 형성을 위한 Al의 활성화도 증가를 위해 충분히 높음;
- [0029] 취화상(알파-크롬 또는 시그마 상)을 방지하기에 충분히 낮음.
- [0030] 중간 이상의 Al 함량:
- [0031] 안정된 Al_2O_3 층의 형성을 위한 Al 활성화도를 위해 충분히 높음;
- [0032] 취화 효과를 방지하기에 충분히 낮음.
- [0033] 낮은 Y 함량:
- [0034] 산소 오염이 낮은 조건에서 Y 함유 "pegs"의 형성을 위한 Y-알루미늄산염을 충분히 형성하기에 충분히 높음;
- [0035] Al_2O_3 층의 산화물층 성장을 부정적으로 촉진하기에 충분히 낮음.
- [0036] 탄탈은 γ' 상의 상 안정성에 긍정적인 영향을 미치거나, 더 높은 온도로의 전환을 지연시키고, 그에 따라 층 내 알루미늄의 소모를 통한 상 분해(phase degradation)를 늦춘다.
- [0037] 여기서, 개별 원소들의 비율은 특히 규소 원소와 관련하여 확인되는 그 작용과 관련하여 특히 조정된다는 점이 주지된다. 비율이, 규소 침전물이 형성되지 않도록 할당된다면, 바람직하게는 보호층의 이용 동안 취화상은 발생하지 않으며, 그럼으로써 작동 시간 거동은 향상되고 연장된다. 이는, 낮은 크롬 함량에 의해서뿐 아니라, 상 형성에 대한 알루미늄의 영향의 고려하에, 알루미늄 함량의 정확한 할당에 의해서도 이루어진다. 특히 더 높은 기계적 특성 하에서 부정적으로 작용하는 취화상의 감소와의 상호 작용에서, 선택된 니켈 함량에 의한 기계적 응력의 감소를 통해 기계적 특성은 향상된다.
- [0038] 보호층은 내부식성이 우수하면서도 산화에 대해 특히 우수한 내성을 보유하고 특히 우수한 연성 특성을 특징으로 하며, 그럼으로써 보호층은 유입 온도가 추가로 상승한 조건에서 가스 터빈(100)(도 3) 내 적용에 특히 적합하다. 작동 동안 취화는 거의 발생하지 않는데, 그 이유는 층이 이용 중에 취화되는 크롬-규소 침전물을 거의 포함하지 않기 때문이다.
- [0039] 분말은, 보호층을 형성하기 위해, 예컨대 플라즈마 용사(APS, LPPS, VPS, ...)에 의해 도포된다. 또 다른 방법들도 똑같은 정도로 생각해볼 수 있다(PVD, CVD, SPPS, ...).
- [0040] 설명되는 보호층(7)은 초합금에 대해 접착제 층으로서도 기능한다.
- [0041] 상기 보호층(7) 상에는 추가 층들, 특히 세라믹 단열층들(10)이 도포될 수 있다.

- [0042] 부품(1)의 경우, 보호층(7)은 바람직하게는 니켈 또는 코발트 기반의 초합금으로 이루어진 기질(4) 상에 도포된다(도 2).
- [0043] 상기 유형의 조성물들은 주물 합금으로서 GTD222, IN939, IN6203 및 Udimet 500이라는 명칭 하에 공지되었다. 부품(1, 120, 130, 155)의 기질(4)(도 2)에 대한 추가의 대안들은 도 2에 열거되어 있다.
- [0044] 부품(1) 상에서 보호층(7)의 두께는 바람직하게는 약 100 μ m와 300 μ m 사이의 값으로 치수 설계된다.
- [0045] 보호층(7)은 특히 부식 및 산화에 대해 부품(1, 120, 130, 155)을 보호하기 위해 적합하며, 그에 반해 부품은 약 950 $^{\circ}$ C 안팎의 재료 온도 조건에서, 항공기 터빈의 경우는 약 1100 $^{\circ}$ C 안팎의 재료 온도 조건에서 연도 가스에 노출된다.
- [0046] 그에 따라, 본 발명에 따른 보호층(7)은, 가스 터빈(100) 또는 증기 터빈의 터빈 전방 또는 그 내부에서 가열 가스에 노출되는 가스 터빈(100)의 부품, 특히 가이드 베인(120), 로터 블레이드(130) 또는 열차폐 부재(155)를 보호하기 위해 특히 적합하다.
- [0047] 보호층(7)은 오버레이(보호층이 외부 층임)로서, 또는 본드 코트(보호층이 중간층임)로서 이용될 수 있다.
- [0048] 도 1에는, 부품으로서 층 시스템(1)이 도시되어 있다. 층 시스템(1)은 기질(4)을 포함한다. 기질(4)은 금속 및/또는 세라믹일 수 있다. 특히, 예컨대 터빈 로터 블레이드(120)(도 4) 또는 터빈 가이드 베인(130)(도 3, 도 4), 열차폐 부재(155)(도 5)와 같은 터빈 부품들, 및 증기 또는 가스 터빈(100)의 또 다른 하우징 부재들(도 3)의 경우, 기질(4)은 니켈 또는 코발트 또는 철 기반의 초합금을 함유하며, 특히 그 초합금으로 구성된다. 바람직하게는, 니켈 기반의 초합금들(도 2)이 이용된다.
- [0049] 기질(4) 상에는, 본 발명에 따른 보호층(7)이 제공된다. 바람직하게는, 상기 보호층(7)은 플라즈마 용사(VPS, LPPS, APS, ...)에 의해 도포된다. 상기 보호층은 외부 층(미도시) 또는 중간층(도 1)으로서 이용될 수 있다.
- [0050] 바람직하게는, 보호층(7) 상에 세라믹 단열층(10)이 제공된다.
- [0051] 바람직하게는, 층 시스템은, 기질(4)과, 보호층(7)과, 세라믹 단열층(10)과, 선택적으로 단열층(10) 아래의 TGO로 구성된다.
- [0052] 보호층(7)은, 새로 제조된 부품들 상에, 그리고 개조로 재생된 부품들 상에 도포될 수 있다. 재생(개조)은, 부품들(1)이 그 사용 후에 경우에 따라 층들(단열층)로부터 분리되고, 예컨대 산 처리(산 박리)에 의해 부식 및 산화 생성물들이 제거되는 것을 의미한다. 경우에 따라, 균열도 수리해야만 한다. 그 후에, 상기 부품은 다시 코팅될 수 있는데, 그 이유는 기질(4)이 매우 비싸기 때문이다.
- [0053] 도 3에는, 예시로서 가스 터빈(100)이 부분 종단면도로 도시되어 있다. 가스 터빈(100)은 내부에 샤프트(101)를 구비하여 회전축(102)을 중심으로 회전 가능하게 장착된 로터(103)를 포함하며, 이 로터는 터빈 로터로서도 지칭된다. 로터(103)를 따라서, 연속해서 흡기 하우징(104)과, 압축기(105)와, 동축으로 배치된 복수의 버너(107)를 구비한 예컨대 환상형인 연소실(110), 특히 환형 연소실과, 터빈(108)과, 배기 하우징(109)이 배치된다. 환형 연소실(110)은 예컨대 환형인 가열 가스 채널(111)과 연결된다. 여기서 예컨대 연이어 연결된 4개의 터빈 단(112)이 터빈(108)을 형성한다. 각각의 터빈 단(112)은 예컨대 2개의 블레이드 링으로 형성된다. 작동 매체(113)의 유동 방향으로 볼 때, 가열 가스 채널(111) 내에서, 가이드 베인 열(115)에 후속하여, 로터 블레이드들(120)로 형성된 열(125)이 위치한다.
- [0054] 이 경우, 가이드 베인들(130)은 스테이터(143)의 내부 하우징(138) 상에 고정되며, 그에 반해 열(125)의 로터 블레이드들(120)은 예컨대 터빈 디스크(133)에 의해 로터(103) 상에 장착된다. 로터(103) 상에는 제너레이터 또는 작동 기계(미도시)가 연결된다.
- [0055] 가스 터빈(100)의 작동 동안, 압축기(105)에 의해, 흡기 하우징(104)을 통해 공기(135)가 흡입되어 압축된다. 압축기(105)의 터빈 측 단부에서 공급되는 압축 공기는 버너들(107)로 안내되고 버너들에서 연료와 혼합된다. 그 다음, 혼합기는 작동 매체(113)를 형성하면서 연소실(110) 내에서 연소된다. 연소실로부터 작동 매체(113)는 가열 가스 채널(111)을 따라 가이드 베인들(130) 및 로터 블레이드들(120)을 거쳐 흐른다. 작동 매체(113)는 로터 블레이드들(120)에서 모멘텀을 전달하면서 팽창되며, 그럼으로써 로터 블레이드들(120)은 로터(103)를 구동하고 로터는 로터 자체에 연결된 작동 기계를 구동한다.
- [0056] 고온의 작동 매체(113)에 노출된 부품들은 가스 터빈(100)의 작동 동안 열적 부하에 노출된다. 작동 매체(113)의 유동 방향으로 볼 때 첫 번째 터빈 단(112)의 가이드 베인들(130) 및 로터 블레이드들(120)은 환형 연소실

(110)을 라이닝하는 열차폐 부재들의 옆에서 가장 큰 열적 부하에 노출된다. 열차폐 부재들의 옆에서 존재하는 온도를 견디기 위해, 온도는 냉각제에 의해 냉각될 수 있다. 똑같은 정도로, 부품들의 기질들도 방향성 구조를 보유할 수 있으며, 다시 말하면 기질들은 단결정(SX 구조)이거나, 길이방향으로 배향된 입자들만을 포함한다(DS 구조). 부품들을 위한, 특히 터빈 블레이드들(120, 130)을 위한, 그리고 연소실(110)의 부품들을 위한 재료로서 예컨대 철, 니켈 또는 코발트 기반의 초합금들이 이용된다. 상기 초합금들은 예컨대 EP 1 204 776 B1, EP 1 306 454, EP 1 319 729 A1, WO 99/67435 또는 WO 00/44949로부터 공지되었다.

[0057] 가이드 베인들(130)은 터빈(108)의 내부 하우징(138)으로 향해 있는 가이드 베인 루트(여기서는 미도시)와, 가이드 베인 루트에 대향하여 위치하는 가이드 베인 헤드를 포함한다. 가이드 베인 헤드는 로터(103)로 향해 있으면서 스테이터(143)의 고정 링(140) 상에 고정된다.

[0058] 도 4에는, 종축(121)을 따라서 연장되는 터보 기계의 로터 블레이드(120) 또는 가이드 베인(130)이 사시도로 도시되어 있다.

[0059] 터보 기계는 항공기의 가스 터빈, 또는 전기 발전을 위한 발전 설비의 가스 터빈이거나, 증기 터빈이거나, 또는 압축기일 수 있다.

[0060] 블레이드(120, 130)는 종축(121)을 따라서 연속해서 고정 영역(400)과, 이 고정 영역에 인접하는 블레이드 플랫폼(403)과, 블레이드 표면(406)과, 블레이드 팁부(415)를 포함한다.

[0061] 가이드 베인(130)으로서 베인(130)은 베인 팁부(415)에 추가의 플랫폼(미도시)을 포함할 수 있다.

[0062] 고정 영역(400)에는 샤프트 또는 디스크 상에 로터 블레이드들(120, 130)을 고정하기 위해 이용되는(미도시) 블레이드 루트(183)가 형성된다. 블레이드 루트(183)는 예컨대 해머 헤드로서 형성된다. 전나무 또는 제비꼬리형 루트로서의 또 다른 구성들도 가능하다. 블레이드(120, 130)는 블레이드 표면(406)을 거쳐 흐르는 매체를 위해 전연부(409)(leading edge)와 후연부(412)(trailing edge)를 포함한다.

[0063] 종래의 블레이드들(120, 130)의 경우, 블레이드(120, 130)의 모든 영역(400, 403, 406)에 예컨대 증실형 금속 재료, 특히 초합금들이 이용된다. 상기 초합금들은 예컨대 EP 1 204 776 B1, EP 1 306 454, EP 1 319 729 A1, WO 99/67435 또는 WO 00/44949로부터 공지되었다. 이 경우, 블레이드(120, 130)는, 주조 방법에 의해, 또한 방향성 응고에 의해, 단조 방법에 의해, 밀링 방법에 의해, 또는 이들의 조합 방법에 의해 제조될 수 있다.

[0064] 단결정 구조 또는 구조들을 포함하는 피가공재들은 작동 중에 높은 기계적, 열적 및/또는 화학적 부하에 노출되는 기계들을 위한 부품들로서 이용된다. 상기 유형의 단결정 피가공재들의 제조는 예컨대 용융물의 방향성 응고에 의해 수행된다. 이는, 액상 금속 합금이 단결정 구조로, 다시 말해 단결정 피가공재로, 또는 방향성으로 응고되는 주조 방법이다. 이 경우, 수직상 결정이 열 흐름을 따라서 배향되면서, 주상 결정 입상 구조(원주상, 다시 말해 피가공재의 전체 길이에 걸쳐서 연장되고 여기서는 일반적인 용어에 따라서 방향성 응고된 것으로서 지칭되는 입자들)을 형성하거나, 단결정 구조를 형성하며, 다시 말하면 전체 피가공재가 단일 결정으로 구성된다. 이런 방법들에서, 등축적(다결정) 응고로의 전환은 피해야만 하는데, 그 이유는 비방향성 성장에 의해 반드시 가로방향 및 세로방향 결정 입계들이 형성되고, 이들 결정 입계는 방향성 응고되거나 단결정인 부품의 우수한 특성을 무효화하기 때문이다. 따라서, 일반적으로 방향성 응고된 미세구조라고 말한다면, 이는 결정 입계들을 보유하지 않거나 기껏해야 소각립계를 보유하는 단결정들뿐 아니라, 세로방향으로 연장되는 결정 입계들을 보유하지는 않지만, 가로방향 결정 입계들은 보유하지 않는 주상 결정 구조들도 의미한다. 후자의 결정 구조들은 대개 방향성 응고된 미세 구조(directionally solidified structure)로도 기술한다. 상기 유형의 방법들은 US-PS 6,024,792 및 EP 0 892 090 A1로부터 공지되었다.

[0065] 똑같은 정도로, 블레이드들(120, 130)은 부식 또는 산화에 대한 본 발명에 따른 보호층들(7)을 포함할 수 있다. 밀도는 바람직하게는 이론 밀도의 95%이다. (중간층으로서 또는 최 외부 층으로서의) MCrAlX 층 상에는 보호하는 알루미늄 산화물층(TGO = 열성장 산화물층)이 형성된다.

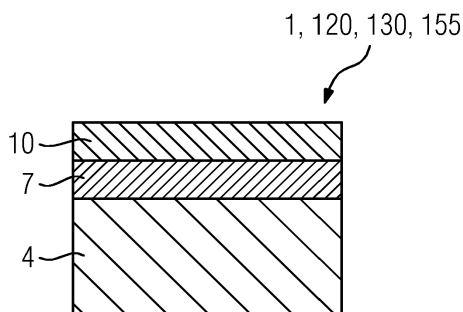
[0066] MCrAlX 상에는 여전히 바람직하게는 최 외부 층인 단열층이 제공될 수 있으며, 이 단열층은 예컨대 ZrO₂, Y₂O₃-ZrO₂로 구성되며, 다시 말하면 단열층은 이트륨 산화물 및/또는 칼슘 산화물 및/또는 마그네슘 산화물에 의해 안정화되지 않거나, 부분적으로 안정화되거나, 완전하게 안정화된다. 단열층은 전체 MCrAlX 층을 덮는다. 예컨대 전자빔 물리 증착(EB-PVD)과 같은 적합한 코팅 방법들을 통해, 단열층 내에 주상 결정립이 생성된다. 또 다른 코팅 방법들, 예컨대 대기 플라즈마 용사(APS), LPPS, VPS 또는 CVD도 생각해볼 수 있다. 단열층은, 더욱 향상된 내열충격성을 위해 다공성이거나, 마이크로 균열 또는 매크로 균열을 보유하는 입자들을 포함할 수

있다. 다시 말해, 단열층은 바람직하게는 MCrAlX 층보다 더 다공성이다.

- [0067] 블레이드(120, 130)는 중공형 또는 중실형으로 형성될 수 있다. 블레이드(120, 130)가 냉각되어야 한다면, 블레이드는 중공형이고, 경우에 따라 (파선으로 도시된) 필름 냉각 구멍들(418)도 포함한다.
- [0068] 도 5에는, 가스 터빈(100)의 연소실(110)이 도시되어 있다. 연소실(110)은 예컨대, 회전축(102)을 중심으로 원주 방향으로 배치되는 복수의 버너(107)가 공통의 연소실 공간(154) 내로 통해 있으면서 불꽃(156)을 생성하는, 이른바 환형 연소실로서 형성된다. 이를 위해, 연소실(110)은 전체적으로 회전축(102)을 중심으로 포지셔닝되는 환형 구조로서 형성된다.
- [0069] 상대적으로 높은 효율을 달성하기 위해, 연소실(110)은 약 1000℃ 내지 1600℃로 작동 매체(M)의 상대적으로 높은 온도를 위해 구성된다. 이처럼 재료들에 대해 바람직하지 못한 작동 매개변수들의 조건에서도 상대적으로 오랜 작동기간을 가능하게 하기 위해, 연소실 벽부(153)는 작동 매체(M)로 향해 있는 그 면 상에 열차폐 부재들(155)로 형성된 내부 라이닝을 구비한다.
- [0070] 또한, 연소실(110)의 내부의 높은 온도를 바탕으로, 열차폐 부재들(155)을 위해, 또는 열차폐 부재들의 홀딩 부재들을 위해 냉각 시스템이 제공될 수 있다. 이 경우, 열차폐 부재들(155)은 예컨대 중공형이고 경우에 따라 연소실 공간(154) 내로 통해 있는 냉각 구멍들(미도시)도 포함한다.
- [0071] 합금으로 이루어진 각각의 열차폐 부재(155)는 작동 매체 측에 특히 내열성인 보호층(MCrAlX 층 및/또는 세라믹 코팅층)을 구비하거나, 내고온성 재료(중실형 세라믹 돌)로 제조된다. 상기 보호층들(7)은 터빈 블레이드들의 경우와 유사할 수 있다. MCrAlX 상에는 여전히 예컨대 세라믹 단열층이 제공될 수 있고, 단열층은 예컨대 ZrO_2 , $Y_2O_3-ZrO_2$ 로 구성되며, 다시 말하면 단열층은 이트륨 산화물 및/또는 칼슘 산화물 및/또는 마그네슘 산화물에 의해 안정화되지 않거나, 부분적으로 안정화되거나, 완전하게 안정화된다. 예컨대 전자빔 물리 증착(EB-PVD)과 같은 적합한 코팅 방법들을 통해 단열층 내에 주상 결정립이 생성된다. 또 다른 코팅 방법들, 예컨대 대기 플라즈마 용사(APS), LPPS, VPS 또는 CVD도 생각해볼 수 있다. 단열층은, 더욱 향상된 내열충격성을 위해 다공성이거나, 마이크로 균열 또는 매크로 균열을 보유하는 입자들을 포함할 수 있다.
- [0072] 재생(개조)은, 터빈 블레이드들(120, 130) 또는 열차폐 부재들(155)의 사용 후에 이들 블레이드 또는 열차폐 부재에서 경우에 따라 보호층들을 (예컨대 모래 분사를 통해) 제거해야 하는 것을 의미한다. 그 후에, 부식 층 및/또는 산화 층 내지 그 생성물의 제거를 수행한다. 경우에 따라, 터빈 블레이드(120, 130), 또는 열차폐 부재(155) 내 균열도 수리한다. 그 후에, 터빈 블레이드들(120, 130), 또는 열차폐 부재들(155)을 재코팅하고 터빈 블레이드들(120, 130), 또는 열차폐 부재들(155)을 다시 사용할 수 있다.

도면

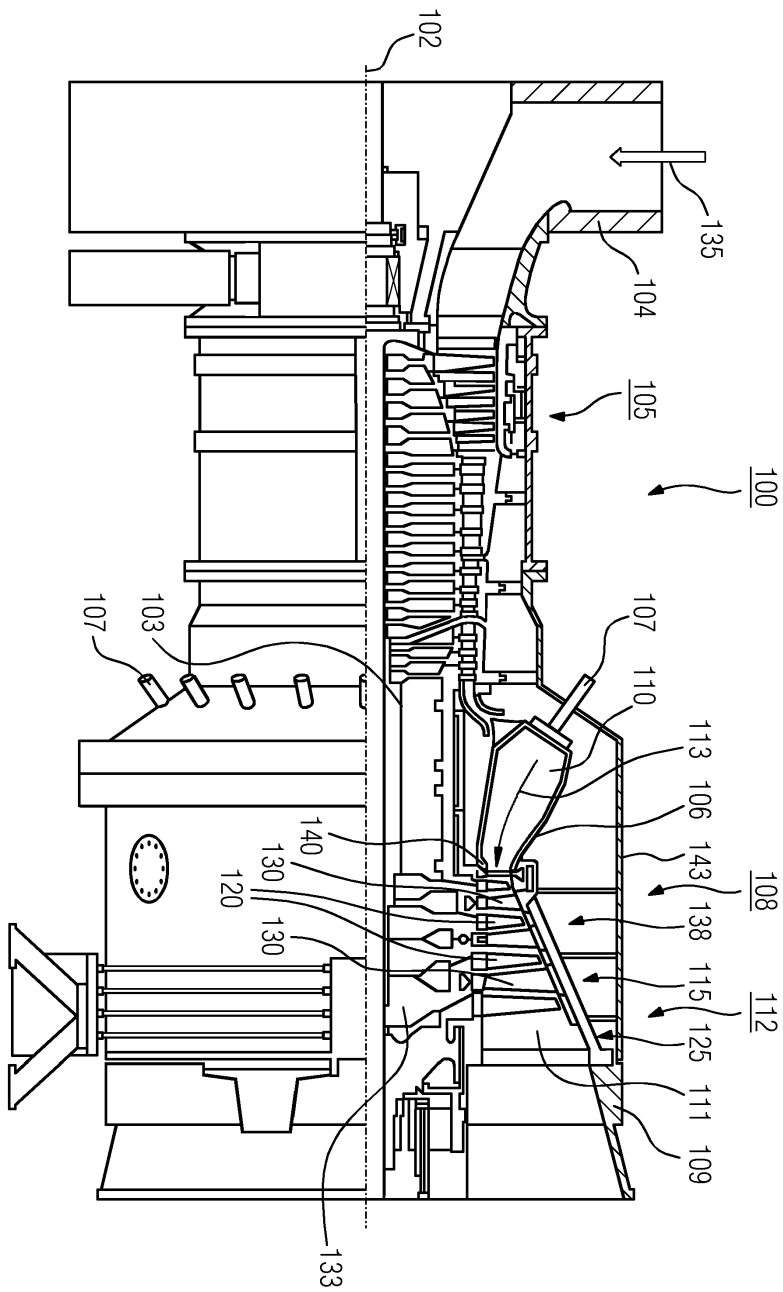
도면1



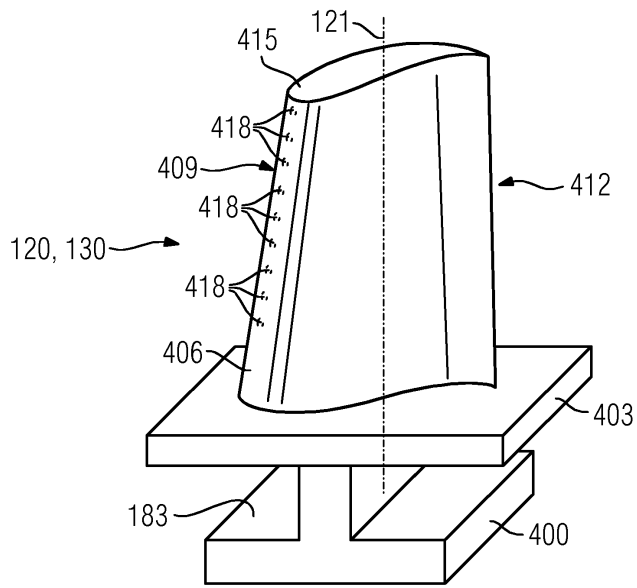
도면2

재료	합금 조성(%)												
	C	Cr	Ni	Co	Mo	W	Ta	Nb	Al	Ti	B	Zr	Hf
Ni 기반 정밀 주조 합금													
GTD 222	0.10	22.5	잔류물	19.0		2.0	1.0		1.2	2.3	0.008		
IN 939	0.15	22.4	잔류물	19.0		2.0	1.4	1.0	1.9	3.7	0.009		
IN 6203 DS	0.15	22.0	잔류물	19.0		2.0	1.1	0.8	2.3	3.5	0.010	0.10	0.75
Udmet 500	0.10	18.0	잔류물	18.5	4.0				2.9	2.9	0.006	0.05	
IN 738 LC	0.10	16.0	잔류물	8.5	1.7	2.6	1.7	0.9	3.4	3.4	0.010	0.10	
SC 16	<0.01	16.0	잔류물		3.0		3.5		3.5	3.5	<0.005	<0.008	
Rene 80	0.17	14.0	잔류물	9.5	4.0	4.0			3.0	5.0	0.015	0.03	
GTD 111	0.10	14.0	잔류물	9.5	1.5	3.8	2.8		3.0	4.9	0.012	0.03	
GTD 111 DS													
IN 792 CC	0.08	12.5	잔류물	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	
IN 792 DS	0.08	12.5	잔류물	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	1.00
MAR M 002	0.15	9.0	잔류물	10.0		10.0	2.5		5.5	1.5	0.015	0.05	1.50
MAR M 247 LC DS	0.07	8.1	잔류물	9.2	0.5	9.5	3.2		5.6	0.7	0.015	0.02	1.40
CMSX 2	<0.06	8.0	잔류물	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<0.003	<0.0075	
CMSX 3	<0.06	8.0	잔류물	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<0.003	<0.0075	0.10
CMSX 4		6.0	잔류물	10.0	0.6	6.0	6.0		5.6	1.0		Re=3.0	0.10
CMSX 6	<0.15	10.0	잔류물	5.0	3.0	<.10	2.0	<.10	4.9	4.8	<.003	<.0075	0.10
PMA 1480 SX	<.006	10.0	잔류물	5.0		4.0	12.0		5.0	1.5	<.0075	<.0075	
PMA 1483 SX	0.07	12.2	잔류물	9.0	1.9	3.8	5.0		3.6	4.2	0.0001	0.002	
Co 기반 정밀 주조 합금													
FSX 414	0.25	29.0	10	잔류물		7.5					0.010		
X 45	0.25	25.0	10	잔류물		8.0					0.010		
ECY 768	0.65	24.0	10	51.7		7.5	4.0		0.25	0.3	0.010	0.05	
MAR M 509	0.65	24.5	11	잔류물		7.5	4		0.3	0.3	0.010	0.60	
CM 247	0.07	8.3	잔류물	10.0	0.5	9.5	3.2		5.5	0.7			1.5

도면3



도면4



도면5

