



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년08월10일
 (11) 등록번호 10-0911507
 (24) 등록일자 2009년08월03일

(51) Int. Cl.
C23C 4/12 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2001-0085745
 (22) 출원일자 2001년12월27일
 심사청구일자 2006년12월27일
 (65) 공개번호 10-2002-0055400
 (43) 공개일자 2002년07월08일
 (30) 우선권주장
 09/751,347 2000년12월28일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP 11124687 A*
 US 4232056 A
 US 4588607 A
 US 4411936 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
제너럴 일렉트릭 캄파니
 미합중국 뉴욕, 웨벡테디, 원 리버 로우드
 (72) 발명자
그라함스티븐다니엘
 미국사우스캐롤라이나주29681심슨빌울프런드라이브105
드소이마크프란시스
 미국사우스캐롤라이나주29680
 심슨빌샤그마크썬클205
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
김창세, 장성구

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 이학왕

(54) 열 차폐 코팅 도포 방법과 코팅 및 표면 다듬질 방법

(57) 요약

기계 부품에 열 차폐 코팅(thermal barrier coating)을 도포하는 방법에 있어서,

- a. 부품으로부터 제 1 거리에서, 노즐(nozzle)을 사용하여, 부품상에 다수의 열 차폐 코팅 층을 도포하는 단계와,
- b. 부품으로부터 상기 제 1 거리보다 먼 제 2 거리에서, 노즐을 사용하여, 부품상에 상기 열 차폐 코팅의 외부 층을 부품에 도포하는 단계를 포함하는 열 차폐 코팅 도포 방법이 제공된다.

(72) 발명자

스미스마틴루이스

미국사우스캐롤라이나주29640이슬레이데본코트104

윌리스마이클웨인

미국텍사스주78374포틀랜드포틀랜드드라이브1827

링로버트레이튼

미국사우스캐롤라이나주29651그리어베리밀로드4079

특허청구의 범위

청구항 1

기계 부품에 열 차폐 코팅을 도포하는 방법에 있어서,

- a. 상기 부품으로부터 제 1 거리에서, 노즐을 사용하여, 상기 부품상에 복수의 열 차폐 코팅 층을 도포하는 단계와,
- b. 상기 부품으로부터 상기 제 1 거리보다 먼 제 2 거리에서, 노즐을 사용하여, 상기 부품상에 상기 열 차폐 코팅의 외부 층을 도포하는 단계를 포함하는

열 차폐 코팅 도포 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 거리는 상기 제 1 거리의 두 배보다 큰

열 차폐 코팅 도포 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 복수의 열 차폐 코팅 층과 외부 층은 각각 플라즈마-스프레이에 의해 도포되는

열 차폐 코팅 도포 방법.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 복수의 열 차폐 코팅 층 및 상기 외부 층 각각은 0.002"의 두께인

열 차폐 코팅 도포 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

예정된 두께와 표면 조도의 최종 코팅을 제공하기 위해 기계 부품을 코팅 및 표면 다듬질하는 방법에

있어서,

- a. 상기 부품으로부터 제 1 거리에서, 스프레이 노즐을 사용하여, 상기 부품상에 복수의 세라믹 열 차폐 코팅 층을 스프레이하는 단계와,
- b. 상기 부품으로부터 보다 먼 제 2 거리에서, 스프레이 노즐을 사용하여, 상기 부품상에 세라믹 열 차폐 코팅 외부 층을 스프레이하는 단계와,
- c. 예정된 최종 코팅 두께 및 표면 조도를 달성하도록 상기 외부 층을 연마하여 외부 층의 일부 또는 전부를 제거하는 단계를 포함하는

코팅 및 표면 다듬질 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 복수의 열 차폐 코팅 층 및 상기 외부 층 각각은 0.002"의 두께인

코팅 및 표면 다듬질 방법.

청구항 13

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 외부 층은, 단계(c)에 앞서, 0.002"의 두께인

코팅 및 표면 다듬질 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

터빈 부품상에 고밀도 경질 세라믹 열 차폐 코팅을 도포하는 방법에 있어서,

- a. 부품으로부터 제 1 거리에서, 플라즈마-스프레이 토치(torch)를 이용하여, 상기 터빈 부품상에 복수의 세라믹 열 차폐 코팅 층을 스프레이하는 단계와,
- b. 터빈 부품으로부터 보다 먼 제 2 거리에서, 플라즈마-스프레이 토치를 이용하여, 상기 터빈 부품상에 세라믹 열 차폐 코팅의 회생성 층을 플라즈마-스프레이함으로써, 상기 복수의 세라믹 열 차폐 코팅 층보다 밀도가 더 낮은 회생성 층을 생성하는 단계와,
- c. 원하는 최종 코팅 두께 및 표면 조도를 달성하도록 회생성 층을 연마하여 회생성 층의 일부 또는 전부를 제거하는 단계를 포함하는

열 차폐 코팅 도포 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 제 2 거리는 제 1 거리의 두 배보다 큰

열 차폐 코팅 도포 방법.

청구항 19

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,
 상기 복수의 열 차폐 코팅 층 및 상기 회생성 층 각각은 각각은 0.002"의 두께인
 열 차폐 코팅 도포 방법.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <1> 본 발명은 일반적으로 터빈 부품에 관한 것으로 특히, 터빈 버킷(turbine bucket), 노즐(nozzle) 및 이와 유사한 것들에 도포되는 코팅(coating)에 관한 것이다.
- <2> 이른바 고밀도의 수직 크랙형(dense vertically cracked : DVC) 열 차폐 코팅(thermal barrier coating : TBC)은 세라믹 코팅(ceramic coating)이며, 정의대로, 고밀하고, 경질이며, 잘 마모되지 않는다. 예는 미국 특허 제 6,047,539 호 및 제 5,830,586 호에서 찾을 수 있다. 또한, 미국 특허 제 5,281,487 호; 제 5,897,921 호; 제 5,989,343 호 및 제 6,022,594 호를 참조하라. 열 스프레이 공정[통상적으로 플라즈마 스프레이 공정(plasma spray process)]은 소망의 구조적 특성(즉, 코팅에 있어서 요구되는 기계적 및 열적 특성을 만들어내는 것들)을 달성하기 위해 이용되지만 또한, 공기역학적으로 허용할 수 없는 거친 표면을 만들어 내기도 한다. 이 공정의 두께 조절 능력 또한 설계에 의해 요구되는 한계보다 낮다. 따라서, 도포되는 코팅은 소망의 최종 생산물보다 두꺼워질 것이 분명하므로 요구되는 두께 및 표면 조도의 범위까지 기계적으로 연마(다듬질)될 수 있다. 이러한 공정은 다이아몬드 함침 디스크(disk)를 이용한 과잉 재료의 수동식 제거를 요하며, 이는 어렵고, 많은 시간이 소요되며, 비용이 많이 드는 것으로 증명되었으며, 종종 "과도한 다듬질" 즉, 요구되는 두께 이하로 연마하는 것에 의해 재가공해야 하는 결과를 낳기도 한다.
- <3> 우리가 인지하는 모든 기존의 노력은 다듬질 공정에 이용되는 보다 효과적인 매체(즉, 다이아몬드 이외의 세라믹)를 찾는데 집중되어 왔다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <4> 본 발명은 통상적인 다듬질 기술과 재료에 의해 용이하게 제거되는 열 차폐 코팅의 얇은 연질의(즉, 보다 덜 치밀한) 회생성 외부 층을 생성하는 것에 관한 것이다. 동일한 화학 조성의 얇은 연질의 회생성 층을 도포하는 기술은 표면 다듬질 공정이 보다 용이하게 수행되도록 한다. 이 연질의 회생성 층을 그 바로 아래의 완전 밀집 층보다 제거하는 것이 괄목할만하게 용이하기 때문에, 이는 고유의 '안전 장치(fail-safe)'의 지표를 제공한다. 달리 말하면, 다듬질 작업자는 최소 두께 한계에의 접근을 경고하는 제거상의 어려움의 갑작스러운 증가에 의해 대부분의 회생성 층이 제거되었음을 즉시 인지하게 될 것이다. 따라서, 이러한 방법은 "과잉연마(overblending)"(즉, 다듬질 중에 지나치게 많은 코팅을 제거하여, 최소 요구 두께 이하가 되는 것)의 가능성을

최소화할 것이다. 이러한 연질의 외부 층은 보다 쉽고, 빠르게 제거될 것이기 때문에, 부품의 다듬질에 필요한 시간과, 디스크에 함침 다이아몬드의 수가 대략 50% 까지 감소할 것이다. 이 기술은 또한 보다 연질의 외부 층이 보다 경질인 하부층의 표면 요철 또는 "포켓(pockets)"을 메움으로써 보다 매끄러운 표면을 제공한다는 점에서 표면 조도 요건의 달성을 용이하게 한다.

- <5> 따라서, 넓은 관점에 있어서, 본 발명은 기계 부품에 열 차폐 코팅을 도포하는 방법에 관한 것으로,
- <6> a. 부품으로부터 제 1 거리에서, 노즐을 사용하여, 부품상에 다수의 열 차폐 코팅 층을 도포하는 단계와,
- <7> b. 부품으로부터 상기 제 1 거리보다 먼 제 2 거리에서, 노즐을 사용하여, 부품상에 상기 열 차폐 코팅의 외부 층을 도포하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다.
- <8> 다른 관점에 있어서, 본 발명은 예정된 두께 및 표면 조도를 갖는 최종 코팅을 제공하도록 기계 부품을 코팅하고 다듬질하는 방법에 관한 것으로,
- <9> a. 부품으로부터 제 1 거리에서, 스프레이 노즐을 사용하여, 부품상에 다수의 세라믹 열 차폐 코팅 층을 스프레이하는 단계와,
- <10> b. 부품으로부터 보다 먼 제 2 거리에서, 스프레이 노즐을 사용하여, 부품상에 세라믹 열 차폐 코팅 외부 층을 스프레이하는 단계와,
- <11> c. 예정된 최종 코팅 두께 및 표면 조도를 달성하도록 상기 외부 층을 연마하여 외부 층의 일부 또는 전부를 제거하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다.
- <12> 또 다른 관점에 있어서, 본 발명은 고밀도의 경질 세라믹 열 차폐 코팅을 터빈 부품에 도포하는 방법에 관한 것으로,
- <13> a. 부품으로부터 제 1 거리에서, 플라즈마-스프레이 토치(torch)를 이용하여, 터빈 부품상에 다수의 세라믹 열 차폐 코팅 층을 스프레이하는 단계와,
- <14> b. 터빈 부품으로부터 보다 먼 제 2 거리에서, 플라즈마-스프레이 토치를 이용하여, 터빈 부품상에 세라믹 열 차폐 코팅의 희생성 층을 플라즈마-스프레이함으로써, 다수의 세라믹 열 차폐 코팅 층보다 밀도가 더 낮은 희생성 층을 생성하는 단계와,
- <15> c. 원하는 최종 코팅 두께 및 표면 조도를 달성하도록 희생성 층을 연마하여, 희생성 층의 일부 또는 전부를 제거하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <16> 본 발명은 세라믹 열 차폐 코팅(TBC)에 관한 것이다. 이 코팅은 코팅이 되어야할 특정한 부품을 위해 구체적으로 설계된 프로그램을 이용하여, 일회에 일층씩 도포된 일련의 층으로 도포된다.
- <17> 일 실시예에 있어서, 세라믹 재료는 다수의 층을 플라즈마-스프레이함으로써 형성된, 6 중량% 내지 8 중량%의 이트리아(yttria)와 나머지 지르코니아(zirconia)의 조성을 갖는 이트리아 안정화 지르코니아와 같은 금속 산화물일 수 있다. 그러나, 본 발명은 금속성의 탄화물, 질화물 및 여타의 세라믹 재료를 포함하는 다른 열 차폐 코팅 재료에 적용할 수 있다. 일회의 플라즈마-스프레이 패스(pass) 동안 소정 평면 또는 단위 면적 내에 침착된 세라믹 재료의 두께로서 층이 규정된다. 기관의 표면 전체를 커버하고 필요한 열 차폐 코팅의 두께를 획득하기 위하여, 일반적으로 열 차폐 코팅을 침착시킬 때, 플라즈마-스프레이 토치와 기관이 서로 연계되어 움직이는 것이 바람직하다. 이는 토치나 기관 또는 둘 모두를 움직이는 형태를 취할 수 있으며, 스프레이 도장(spray painting)에 이용되는 공정과 동일하다. 이 움직임은, 소정의 플라즈마-스프레이 토치가 한정된 면적을 커버하는 패턴[예컨대, 토치 자국(torch footprint)을 가짐]을 분무하는 것과 병행하여, 열 차폐 코팅 층이 도포되도록 한다.
- <18> 예시적인 일 실시예에 있어서, 공정은 재생성을 위한 로봇틱 모션(robotic motion)을 갖는 컴퓨터 제어 프로그램을 이용하여, 코팅되어야할 부품으로부터 약 4.5 인치의 거리에 위치한 토치 또는 노즐에 의한 8회의 스프레이 패스로 이루어진다.
- <19> 이 공정은 일회 패스당 약 0.002"를 더하여, 대략 0.016"의 총 두께를 형성하는, 균일한 경질의 고밀도 세라믹 코팅을 생산한다. 이는 소망의 표면 조도와 두께 사양을 달성하기 위해 요구되는 표면 다듬질 작업 중에 약

0.002"가 연마될 수 있도록 한다.

- <20> 본 발명은 이러한 기존의 다른 방식의 공정을 수정한 것이다. 특히, 본 발명은 최종 패스가 약 11.0"(처음 8회의 패스를 위한 거리의 2배 이상)의 거리에서 행해지는 것을 제외하면, 모든 기존 패스와 동일한 파라미터와 동작을 이용하여, 부가적인 일회의 플라즈마-스프레이 토치의 패스를 추가한다. 이 추가된 거리는 보다 저밀한 즉, 보다 다공성의 외부 "회생성" 층을 생성한다. 부가적인 다공성은 외부 층을 보다 연질이며 가공이 용이하게 한다. 상대적으로 연질인 이 외부 층을 제거하는 것은 통상적인 표면 다듬질 재료를 사용하여, 동일한 두께의 보다 고밀도 하부층을 제거하는데 소요되는 시간의 절반의 시간 안에 달성될 수 있다. 사실상, 이 외부 층을 제거하는 것은 고밀도 하부층을 연마하는데 요구되는 노력과 비교해 매우 적은 노력을 필요로 하므로 작업자에게 "차체-경고"가 된다. 특히, 보다 경질의 코팅에 대한 연질의 코팅을 제거하는데 필요한 노력의 레벨에 반영되는 바와 같은 경도의 변화는, 연질 층이 고갈되었고 인접한 경질 층이 현재 연마되고 있음을 작업자에게 확실하게 알린다. 이 효과는 낭비적이고 무가치한 표면 다듬질 및/또는 생산물을 벗겨서 재코팅할 필요성을 초래하는 최소 두께 이하로의 과잉연마를 발생시키는 코팅의 과잉연마를 감소시킬 것이다.
- <21> 일반적으로, 두께 및 표면 조도 사양에 부합하기 위해서, 대부분의 외부 회생성 층이 제거될 것이다(종종, 모든 외부 층이 제거될 수 있다). 그러나 잔여 외부 층 재료는 보다 경질인 인접 하부층의 요철 및 "포켓"을 메워서 보다 매끄러운 표면을 제공한다. 이러한 방식으로 소망의 두께 및 표면 다듬질 특성 모두가 이전에 요구되었던 것보다 훨씬 적은 노력으로 달성될 수 있다. 본 공정을 이용한 코팅의 질은 생산규격에 대해 금속조직학적으로 평가되었으며, 현재의 제품들에 필적하는 것으로 나타났다.
- <22> 또한, 생산 기록을 보면 통상적인 고밀도 수직 크랙형 열 차폐 코팅(DVC-TBC)을 이용하여 코팅된 하나의 터빈 버킷의 표면을 요구되는 표면 다듬질까지 연마하기 위해 평균 1.7개의 다이아몬드 함침 디스크를 사용한다. 요구되는 표면 다듬질을 달성하는 데는 대략 0.245 시간의 노동 시간이 요구된다. 가공된 버킷의 1.44%가 "과잉연마(작업자가 코팅을 최소 두께 한계 이하로 연마한 경우)"의 결과로서 벗김 및 재코팅을 요구하였다. 이 새로운 코팅 방법에 대한 평가는 요구되는 표면 다듬질을 달성하기 위해, 하나의 터빈 버킷이 평균 1.1개의 다이아몬드 함침 디스크를 필요로 하고, 연질의 층을 사용한 터빈 버킷에 요구되는 평균 다듬질 시간이 0.153의 노동 시간이라는 것으로 입증된다.
- <23> 현재 가장 실용적이고 바람직한 실시예라고 간주되는 것과 관련하여 본 발명이 설명되었지만, 본 발명은 개시된 실시예에 한정되는 것이 아니며 오히려 첨부된 청구범위의 정신과 범위 내에 포함되는 다양한 변형과 균등한 구성을 커버하는 것으로 의도된다고 이해하여야 한다.

발명의 효과

- <24> 본 발명에 따르면, 과잉연마의 가능성이 최소화된다. 또한, 연질의 외부 층은 보다 쉽고, 빠르게 제거될 수 있으므로 부품의 다듬질에 필요한 시간과, 디스크에 함침 다이아몬드의 수가 대략 50% 까지 감소하며, 또한, 보다 연질의 외부 층이 보다 경질인 하부층의 표면 요철 또는 "포켓"을 메움으로써 보다 매끄러운 표면을 제공하여 표면 조도 요건의 달성을 용이하게 한다.