



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년04월24일
 (11) 등록번호 10-0825142
 (24) 등록일자 2008년04월18일

(51) Int. Cl.

F02C 9/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2003-0080532
 (22) 출원일자 2003년11월14일
 심사청구일자 2006년11월14일
 (65) 공개번호 10-2004-0042895
 (43) 공개일자 2004년05월20일

(30) 우선권주장
 10/294,727 2002년11월15일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌
 US 6200088 B1
 US 4272988 A
 US 4327120 A
 US 4327155 A

전체 청구항 수 : 총 9 항

(73) 특허권자

제너럴 일렉트릭 컴파니

미합중국 뉴욕, 쉐넥티디, 원 리버 로우드

(72) 발명자

콜로렌스비

미국뉴욕주12065클리프톤파크카디널코트2

루드제임스에이

미국뉴욕주12054델마브룩뷰애비뉴17

데빗존더블유

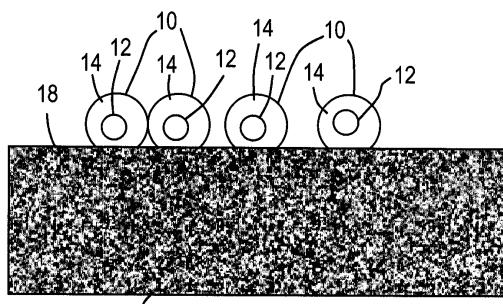
미국오하이오주45040마순아파트먼트#4
 브릿지레인4850(74) 대리인
 김창세, 장성구

심사관 : 차영란

(54) 가스 터빈 시스템 모니터링 방법 및 가스 터빈 엔진모니터링 시스템

(57) 요 약

기체(16)상에 모니터링 디포짓을 형성하는 방법은, 상기 기체(16)가 임계 기체(16) 열화 온도미만까지의 작동 고온을 제공받도록 온도 범위를 결정하는 단계와, 상기 결정된 온도 범위내에서 지시제를 방출함으로써 온도를 모니터링하도록 결합제(14)를 선택하는 단계와, 상기 지시제와 결합제를 조합시키는 단계와, 상기 조합된 지시제와 결합제를 상기 기체(16)에 도포하여 상기 모니터링 디포짓을 형성하는 단계를 포함한다. 제품은 기체(16)와, 상기 기체(16)내에 도포된 조합된 지시제와 결합제를 포함하며, 상기 결합제(14)는 임계 기체(16) 열화 온도미만까지의 고온 작동을 상기 기체(16)가 받게 하도록 결정된 온도 범위내에서 상기 지시제를 방출시킨다. 또한, 가스 터빈 시스템을 모니터링하는 방법은, 임계 터빈 기체(16) 열화 온도미만까지의 고온 작동을 상기 시스템내의 기체가 받게 하도록 결정된 온도 범위내에서 지시제를 방출함으로써 온도를 모니터링하도록 결합제(14)를 선택하는 단계와, 상기 지시제와 결합제를 조합시키는 단계와, 상기 조합된 지시제와 결합제를 도포하여 상기 모니터링 디포짓을 형성하는 단계를 포함한다. 가스 터빈 엔진을 모니터링하기 위한 시스템은 기체(16)와, 상기 기체(16)상에 도포된 조합된 지시제와 결합제를 포함하며, 상기 결합제(14)는 임계 기체 열화 온도미만까지의 고온 작동을 상기 기체(16)가 받게 하도록 결정된 온도 범위내에서 상기 지시제를 방출시킨다.

대표도 - 도1

특허청구의 범위

청구항 1

가스 터빈 시스템을 모니터링하는 방법에 있어서,

상기 가스 터빈 시스템내의 기체(基體; 16)가 고온 작동 상태에 있을 수 있다고 판정된 임계 터빈 기체 열화 온도보다 낮은 온도 범위내에서 지시제(an indicator)를 방출함으로써 온도를 모니터링하도록 결합제(14)를 선택하는 단계와,

상기 지시제와 상기 결합제(14)를 조합시키는 단계와,

상기 조합된 지시제 및 결합제(14)를 상기 기체(16)에 도포하여 상기 모니터링 디포짓을 형성하는 단계를 포함하고

상기 가스 터빈 시스템 작동 온도가 상기 결합제(14)의 녹는점에 도달할 때, 상기 결합제(14)는 상기 지시제를 배기 가스류내로 해방시키는

가스 터빈 시스템 모니터링 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 터빈 기체 부품상을 통과하는 배기 가스류로부터 상기 지시제를 수집하여 미립자-함유 부분을 제공하는 단계와, 상기 지시제용 상기 미립자-함유 부분을 분석하여 상기 가스 터빈 부품에 대한 마모 또는 손상을 결정하는 단계를 더 포함하는

가스 터빈 시스템 모니터링 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 터빈 기체 부품상을 통과하는 배기 가스류로부터 상기 지시제를 수집하여 미립자-함유 부분을 제공하는 단계와, 상기 미립자-함유 부분내의 미립자를 농축시키는 단계와, 상기 지시제용 상기 미립자-함유 부분을 분석하여 상기 가스 터빈 부품에 대한 마모 또는 손상을 결정하는 단계를 더 포함하는

가스 터빈 시스템 모니터링 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제 1 항에 있어서,

다수의 부품 기체에 도포하기 위한 다수의 결합제(14)를 선택하는 단계를 포함하며, 각각의 결합제(14)는, 상기 결합제(14)가 도포된 상기 각각의 부품 기체가 고온 작동 상태에 있을 수 있다고 판정된 상기 각각의 부품 기체에 대한 임계 기체 열화 온도보다 낮은 온도 범위에 따라서 선택되는

가스 터빈 시스템 모니터링 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

다수의 부품 기체에 도포하기 위한 다수의 지시제를 선택하는 단계를 더 포함하며, 각각의 지시제는 각각의 다른 지시제와 상이하도록 선택되는

가스 터빈 시스템 모니터링 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 기체(16)상의 제 1 선택 위치에 상기 조합된 지시제 및 결합제(14)를 도포하여 제 1 위치에 모니터링 디포짓을 형성하는 단계와, 제 2 선택 위치에 상이한 결합제 또는 상이한 지시제를 구비하는 상기 조합된 지시제 및 결합제(14)를 도포하여 상기 제 1 위치 및 제 2 위치 양자의 동시적인 모니터링을 허용하도록 상기 기체(16)상에 별개의 모니터링 디포짓을 형성하는 단계를 포함하는

가스 터빈 시스템 모니터링 방법.

청구항 18

가스 터빈 엔진을 모니터링하기 위한 시스템에 있어서,

기체(16)와,

상기 기체(16)상에 도포된 조합된 지시제 및 결합제(14)로서, 상기 결합제(14)는 상기 기체(16)가 고온 작동 상태에 있을 수 있다고 판정된 임계 기체 열화 온도보다 낮은 온도 범위내에서 상기 지시제를 방출시키는, 상기 지시제 및 결합제(14)를 포함하는

가스 터빈 엔진 모니터링 시스템.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 결합제(14)로부터 해방될 때 상기 지시체를 검출하는 센서를 포함하는
가스 터빈 엔진 모니터링 시스템.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

제 18 항에 있어서,

상기 터빈 기체(16)와 유체식으로 연통하고 상기 기체(16)상을 통과하는 배기 가스의 일부를 샘플링하는 배기 가스 수집기와, 상기 가스 배기 수집기에 연결되고 상기 배기 가스로부터 미립자를 분리시키는 배기 미립자 분리기(30)와, 상기 분리기(30)에 연결되고 상기 지시체를 검출할 수 있는 분석기를 더 포함하는
가스 터빈 엔진 모니터링 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<12> 본 발명은 정선된 결합제를 갖는 연소 시스템을 모니터링하기 위한 방법, 제품 및 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 정선된 결합제(binder)내의 지시체(indicator)에 관한 것이다.

<13> 가스 터빈 엔진은 직렬 유동 연통 관계로 하나 또는 그 이상의 압축기와, 그 다음에 연소기와, 환형 외측 케이싱내에 종축 중심선을 중심으로 배치된 고압 및 저압 터빈을 차례로 포함하고 있다. 작동시, 압축기는 터빈에 의해 구동되어 공기를 압축하며, 공기는 연료와 혼합되고 연소기내에서 점화되어 고온 연소 가스를 발생시킨다. 연소 가스는 압축기를 구동하기 위한 에너지를 추출하기 위해 고압 및 저압 터빈을 통하여 하류측으로 흘러 축동력(shaft power) 또는 추력(thrust)과 같은 출력을 발생시킨다.

<14> 가스 터빈 엔진내의 작동 환경은 특정 엔진 구성 요소에 열적 및 화학적으로 모두 적대적이며 유해하다. 이러한 구성 요소가 연소기, 고압 터빈 또는 보강 장치(augmentor)와 같은 엔진의 특정 부분에 위치하는 경우, 이들은 장기간 노출을 견딜 수 없다. 전형적으로, 이러한 구성 요소의 표면은 열 차단 코팅 시스템 등의 보호 시스템으로 회복되어 있다. 열 차단 코팅 시스템은 내환경성 본드 코팅파, 본드 코트(bond coat)상의 톱코트(topcoat)로서 도포된 세라믹 재료의 열 차단 코팅(TBC)을 포함한다. 전형적으로, 본드 코트는 MCrAlY 등의 내 산화성 합금으로 형성되는데, 여기서 M은 철, 코발트 및/또는 니켈, 혹은 확산 알루미나이드(difusion aluminide) 또는 백금 알루미나이드(platinum aluminide)이다. 고온에서, 이러한 본드 코트는 세라믹층을 기본 구성 요소에 화학적으로 접합시키는 산화층 또는 스케일(scale)을 형성한다.

<15> 가스 터빈의 최대 출력은 온도가 적절히 높을 때 연소부를 통해 흐르는 가스를 가열함으로써 성취된다. 그러나, 가열된 가스는 터빈을 통해 흐를 때 여러 가지의 터빈 구성 요소도 가열시킨다. 이러한 구성 요소는 터빈의 작동 및 효율에 직접적인 영향을 주는 중요한 구성 요소일 수 있다. 시간 경과에 따라, 과도하게 높은 온도의 공기가 계속적으로 흐르는 경우 구성 요소 보호 TBC층이 마모된다.

<16> 또한, 불필요하게 높은 터빈 엔진 연소 온도는 연료 효율을 떨어뜨리며 방출 오염물을 증가시킬 수 있다. 예를 들면, 9ppm의 질소 산화물(NO_x)을 방출하도록 설계된 가스 터빈에 있어서, 2730°F(1499°C)에서 2740°F(1504°C) 으로의 온도 증가는 약 2%만큼 터빈 효율을 감소시키고 약 2ppm만큼 NO_x 방출물을 증가시킨다. 1년을 기준으로

하면, 이것은 수백만 달러의 제정 손실과 같고, 수 톤의 NO_x 방출물의 증대와 같다.

<17>

소위 "스마트 재료(smart material)"가 고온 작동으로 인한 마모 및 부식성 환경에서의 작동의 다른 영향을 온라인으로 모니터링하고 검출하도록 제안되어 있다. 스마트 재료는 환경의 변화를 감지한 다음, 피드백 시스템을 이용하여 유용한 응답을 생성한다. 한네만(Hanneman)의 미국 특허 제 4,327,155 호 및 시머스(Siemers) 등의 미국 특허 제 4,327,120 호에 스마트 재료의 예가 제공되어 있다. 한네만은 금속성 또는 세라믹 보호 코팅을 구비한 기체(基體)를 교시하고 있다. 이 기체는 보호 코팅을 결국 침식시키는 높은 표면 침식(erosion)을 받는다. 보호 코팅은 분말 금속 또는 분말 금속 산화물 블렌드를 플라즈마 또는 화염 분무시킴으로써 주기적으로 갱신 또는 교체될 수 있다. 한네만은 UV 감광성 인광체(phosphor)를 구비한 스마트 코팅을 제안하고 있다. UV 감광성 물질을 함유한 코팅이 마모할 때 UV 감광성 물질을 방출시킨다. UV 감광성 물질의 방출을 모니터링 함으로써, 분말 금속 또는 분말 금속 산화물 블렌드로의 금속 기체의 플라즈마 또는 화염 분무가 착수되어야 할 때를 지시할 수 있다. 시머스 등은 UV 감광성 지시 물질중의 인광체 성분의 미립자 크기가 용해 에너지(Energy of Melting) 공식에 따라서 크기 설정되어야 하는 것으로 교시하고 있다.

<18>

한네만 및 시머스 등의 물질은 부품 수명을 측정하는 시스템에 사용될 수 있다. 전형적으로, 수명 모니터링은 UV 감광성 물질을 검출하여, 경시(輕視)적으로 코팅 마모와 물질과의 관계를 포함하는 데이터 베이스에 시간에 따른 검출된 물질의 양을 결부시키는 형태를 취하고 있다. 그러나, 시간에 따른 검출된 물질 및 마모 관계 데이터는 신규의 시스템용으로 또는 그 문제에 관해서는 가장 오래된 시스템용으로 유용하지 않다. 추가적으로, 종종 공지된 지시제가 균일하지 않은 방식으로 구성 요소에 도포된다. 이 경우, 검출된 지시제는 마모 또는 다른 작동 영향을 정확하게 반영하지 않는다.

<19>

몇 가지 코팅 수명을 모니터링하는 방법은 모든 부품의 응력 및 온도 프로파일에 대한 평균적인 영향에 근거하고 있다. 이러한 방법은 부품의 특정 부분 또는 섹션의 노출 상황을 고려하지 않기 때문에 개별 부품에 초점을 맞출 수 없다. 부품이 특정 부분 또는 섹션이 외부 물체에 의해 야기된 마모 또는 손상을 특유하게 받아서, 사이트간의 작동 상태 및 때때로 터빈 과소(over-firing)를 변화시킨다. 이러한 상황은 코팅 및 부품 수명에 특유하게 영향을 미칠 수 있다.

<20>

따라서, 전체 시스템 온도에 의해 표시되지 않는 국부 가열을 받을 수 있는 특정 부분을 모니터링하는 것이 바람직하다. 코팅으로부터 UV 감광성 물질 방출을 검출 및 모니터링함으로써 정확한 정보 및 특정 위치 정보를 제공하여 마모 및 유지 계획을 결정하고 독성의 방출물을 감소시키는 방법, 제품 및 시스템의 필요성이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<21>

본 발명은 코팅으로부터 지시제 방출물을 검출 및 모니터링함으로써 정확하고 특정의 위치 정보를 제공하여 마모 및 유지 계획을 결정하고 독성 방출물을 감소시키는 방법, 제품 및 시스템을 제공하고 있다. 본 발명은 기체(基體)상에 모니터링 디포짓을 형성하는 방법으로서, 임계 기체 열화 온도보다 낮은 높은 작동 온도를 제공하도록 기체에 가해진 온도 범위를 결정하는 단계와, 결정된 온도 범위내에 지시제를 방출시킴으로써 온도를 모니터링하기 위해 결합제를 선택하는 단계와, 지시제와 결합제를 조합시키는 단계와, 모니터링 디포짓을 형성하기 위해 기체에 결합된 지시제와 결합제를 도포시키는 단계를 포함하는 방법을 제공하고 있다.

<22>

또한, 본 발명은 기체내에 도포된 기체를 포함하는 제품 그리고 이 기체내에 도포된 조합된 지시제 및 결합제에 관한 것으로, 이 결합제는 기체가 고온 작동 상태에 있다고 판정된 임계 기체 열화 온도보다 낮은 온도 범위내에서 지시제를 방출시킨다.

<23>

다른 실시예에 있어서, 본 발명은 가스 터빈 시스템을 모니터링하는 방법으로서, 이 시스템내의 기체가 고온 작동 상태에 있을 수 있다고 판정된 임계 터빈 기체 열화 온도보다 낮은 온도 범위내에서 지시제를 방출시킴으로써 온도를 모니터링하기 위한 결합제를 선택하는 단계와, 이 지시제와 결합제를 조합시키는 단계와, 모니터링 디포짓을 형성하기 위해 이 기체에 조합된 지시제와 결합제를 도포시키는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다.

<24>

또 다른 실시예에 있어서, 본 발명은 기체와, 이 기체상에 도포된 조합된 지시기와 결합제를 포함하는 가스 터빈 엔진을 모니터링하기 위한 시스템이며, 이 결합제는 기체가 고온 작동 상태에 있다고 판정된 임계 기체 열화 온도보다 낮은 온도 범위내에서 이 지시제를 방출시킨다.

발명의 구성 및 작용

- <25> 용어 "발광(luminescence)"은 단지 방출체의 온도에만 귀착되는 것이 아니라, 통상 온도에서의 화학 반응, 전자 충돌(electron bombardment), 전자기 복사(electromagnetic radiation) 또는 전계(electric field)와 같은 원인에서 비롯될 수 있는 빛 방출을 의미한다. "인광체(phosphor)"는 흡수된 주요 에너지의 일부를 방출된 발광 복사로 변환시키는 물질이다. 이러한 적용예에 있어서, 용어 "지시제(indicator)"은 결합제로부터 해방된 후에 가스류내에서 검출될 수 있는 발광 및 비발광 물질을 나타내는 인광체 화합물을 포함한다.
- <26> 본 발명은 엔진 부품을 열화시키는 과도하게 높은 온도를 회피하는 한편, 효율적인 터빈 엔진 작동을 보장하기에 충분히 높은 임계 온도 범위내에서 지시제 해방을 허용하는 부품에 특정 결합제 및 지시제 조합물 모니터링 디포짓을 제공한다. 결합제/지시제 디포짓은 임계 온도 범위내에서 용해되는 결합제를 포함하여 검출용 지시제를 해방시킨다.
- <27> 본 발명의 실시예는 "온라인" 분석 방법에 관한 것으로, 가스 터빈 부품은 특정 지시제를 함유하는 정선된 맞춤형 결합제를 포함하는 모니터링 디포짓을 지니고 있다. 이 결합제는 결합제/지시제 혼합물이 도포되는 부품의 임계 온도에 따라서 선택된다. 이 지시제는 하류 검출기에 대해 공급원 부분으로서 그의 적용된 부품을 명확하고 특유하게 식별하도록 선택된다. 임계 온도에서, 이 결합제는 특유한 지시제를 해방하도록 용해된다. 하류에서 검출된 경우, 이 지시제는 공급원 부분 및 그의 열화 정도를 식별시킨다. 이러한 정보는 코팅된 부품의 상태에 대한 개선된 "온라인" 정보를 제공하고, 교체 및 보수 계획을 결정하여 기계 가동 시간을 개선시킨다. "온라인"은 그 분석이 터빈의 작동을 방해함이 없이 측정됨을 의미한다. 본 발명의 바람직한 실시예는 가스 터빈 섹션 부품의 마모 및 손상의 정도에 대한 온라인 지시제의 역할을 하는 스마트 결합제/지시제 혼합물을 포함한다.
- <28> 본 발명의 특징은 도면 및 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이며, 예로서 한정됨이 없이 본 발명의 바람직한 실시예가 기술되어 있다.
- <29> 도면중 도 1 내지 도 4는 기체(基體)상에 도포된 지시제 및 결합제 조합물 모니터링 디포짓의 개략적인 도면이고, 도 5는 조합물 모니터링 디포짓의 결합제로부터 해방되는 지시제의 개략적인 도면이다. 이 도면에 있어서, 결합제/지시제 혼합물(10)은 결합제(14)내에 결합되어 기체(16)상에 도포된 지시제(12)를 구비하고 있다.
- <30> 본 발명의 결합제/지시제 혼합물은 다양한 방식으로 기체에 형성 및 도포될 수 있다. 도 1은 결합제(14)로 사전 코팅한 후 기체(16)의 상부 표면(18)에 도포되는 지시제(12) 미립자의 형태로 혼합물(10)을 도시하고 있다. 도 2는 우선 지시제(12)를 기체(16)의 상부 표면(18)에 도포한 후 결합제(14)를 도포하여 지시제(12) 미립자를 포위하도록 형성된 혼합물(10)을 도시하고 있다. 도 3에 있어서, 먼저 웰(well)(20)이 기체(16)내에 형성된다. 지시제(12) 미립자는 웰(20)내에 부착된 다음, 결합제(14)에 의해 씌워진다.
- <31> 지시제(12)는 화합물 또는 요소일 수 있다. 도시한 바와 같이, 지시제(12)는 결합제(14)내에 도핑되거나 기체(16)에 도포되어 결합제(14)에 의해 덮인다. 지시제는, 임계 작동 온도에 도달할 때 결합제가 녹기 시작한 경우 결합제(14)로부터 해방시 검출된다. 지시제는 특정 부품이 임계 온도에 도달했음을 나타내도록 식별된다. 상세하게 후술된 바람직한 실시예에 있어서, 상이한 결합제/지시제 혼합물은 상이한 세트의 가스 터빈 부품에 도포된다. 해방된 지시제는 배기류내에 있으며, 특정 터빈 부품에 대한 마모 또는 손상을 나타낸다.
- <32> 지시제(12)는 높은 터빈 작동 온도에서의 확산에 대하여 안정적이고 비교적 비활성적이며, 코팅 및 터빈 성능에 악영향을 주지 않는 것이 선택된다. 지시제는 연장된 기간동안 고온에 노출시 발광을 유지하는 것이 선택된다. 지시제는 결합제 물질과 반응하거나 또는 이내에 용해되지 않을 것이다. 이는 발광 미립자 샘플링 기술에 용이하게 검출된다. 바람직하게, 지시제는 적은 농도로 신뢰성 있게 검출가능하다. 적당한 발광 지시제가 상업적으로 유용하다. 예를 들면, 여러 가지의 무기 발광 지시제 카탈로그 #SFP-0010(백색), #SFP-0013(녹색) 및 SFP-0018(적색)이 미국 로드아일랜드주 02903 프로비던스 사우스 메인 스트리트 321 소재의 스펙트라 시스템 코포레이션(Spectra Systems Corporation)으로부터 입수가능하다.
- <33> 여러 가지의 결합제가 본 발명에 적합하다. 결합제는 기체 물질과 화학적으로 반응하거나 부식하지 않아야 한다. 결합제는 작동시 물리적으로 열화되지 않아야 한다. 결합제는 중요하며, 공정에 있어서 발광 미립자를 터빈 배기부내에서 해방시키는 특정 온도에서 용해되어야 한다. 결합제는 위험과 독성이 없어야 한다. 결합제는 엄청나게 비싸지 않아야 한다. 결합제는 발광 미립자와 반응하거나, 또는 이를 분해 또는 열화시키지 않아야 한다.

<34> 표 1은 결합제 및 이와 연관된 녹는점의 리스트를 제공하고 있다.

<35> 표 1

<36>

결합제	녹는점 °C	녹는점 °F	결합제	녹는점 °C	녹는점 °F	결합제	녹는점 °C	녹는점 °F
CeCl ₃	848	1558.4	K ₂ Ca(SO ₄) ₂	1004	1839.2	PbSO ₄	1114	2037.2
BaBr ₂	880	1616	YI ₃	1004	1839.2	CdTe	1121	2049.8
K ₂ CO ₃	891	1635.8	Cs ₂ SO ₄	1010	1850	KAISi ₃ O ₈	1140	2084
LuCl ₃	905	1661	Pb ₂ (PO ₄) ₂	1014	1857.2	HoF ₃	1143	2089.4
La	918	1684.4	ErI ₃	1020	1868	FeSiO ₃	1146	2094.8
GdI ₃	926	1698.8	Ac	1050	1922	CrCl ₃	1150	2102
Li ₂ S	950	1742	In ₂ S ₃	1050	1922	PbSO ₄	1170	2138
KBO ₂	950	1742	LuI ₃	1050	1922	FeS ₂	1171	2139.8
DyI ₃	955	1751	PbMoO ₄	1060	1940	LuF ₃	1182	2159.6
GaS	965	1769	Sm	1074	1965.2	Mg ₃ (PO ₄) ₂	1184	2163.2
Ce(MO ₄) ₃	973	1783.4	Cu	1083	1981.4	FeS	1193	2179.4
Ca(Po ₃) ₂	975	1787	CuSCN	1084	1983.2	Ca ₃ N ₂	1195	2183
K ₂ SiO ₃	976	1788.8	GeO ₂	1086	1986.8	BaS	1200	2192
HoI ₃	989	1812.2	Mn ₃ P ₂	1095	2003	Cu ₂ O	1235	2255
NaF	993	1819.4	Al ₂ S ₃	1100	2012	CaOFe ₂ O ₃	1250	2282
Am	994	1821.2	CrF ₂	1100	2012			
CdSO ₄	1000	1832	Fe ₃ P	1100	2012			
Na ₂ OAl ₂ O ₃ 4SiO ₃	1000	1832	Mg ₂ Si	1102	2015.6			

<37> 공정 결합제 혼합물은 본 발명의 다른 실시예에서 결합제로서 사용될 수 있다. 예를 들면, 40 mol% KCl와 공정 LiCl이 350°C에서 녹는다. LiCl/NaCl 혼합물은 2가지 성분의 비율에 따라서 552°C 내지 819°C에서 녹는다. 공정체는 조합물을 다수의 부품 섹션에 적용을 위한 맞춤식으로 허용되며, 각각은 상이한 온도 영향에 민감하다. 공정 결합제의 추가적인 이점은 화학 반응성, 물리적 침식, 부식 등에 관한 변수가 개략적으로 동등한 한편, 특징적인 녹는점이 여러 가지의 터빈 엔진 부품과 연결하여 사용되기 위해 변경될 수 있는 점이다.

<38> 도 1 내지 도 4에 도시한 바와 같이, 결합제/지시제 혼합물(10)은 다수의 상이한 방식으로 적용될 수 있다. 몇 가지 경우에 있어서, 결합제 및 지시제는 함께 혼합된 다음 녹아서 에어포일상의 여러 위치에서 스폰으로 적용될 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 소형의 웨이 에어포일의 표면내로 천공되며, 이 웨이는 발광 미립자와 같은 지시제로 채워지며, 용융된 결합제가 에어포일 표면에 웨일을 밀봉하도록 도포된다. 이러한 기술의 조합이 사용될 수 있다.

<39> 적당한 지시제 물질로는 +3가 유로퓸으로 도핑된 이트륨 산화물, 즉 Ce_{1-X}La_XTb_YMgAl₁₁O₁₉ (여기서, 0<X<0.2 및 0.2<Y<0.4), +3가의 테르븀으로 도핑된 세륨 마그네슘 알루미네이트, 또는 +3가의 유로퓸으로 도핑된 이트륨 산화물, 특히 Ce_{0.7}Tb_{0.3}MgAl₁₁O₁₉(CAT) 등이 있다. 지시제로서 사용될 수 있는 추가적인 인광체로는 Mn 또는 As로 도핑된 Zn₂SiO₄, Tb로 도핑된 La₂O₂S, Eu로 도핑된 Y₂O₂S, Tb로 도핑된 CaWO₄와 Gd₂O₃, Ce와 Tb로 도핑된 LaPO₄, Eu로 도핑된 LaPO₄가 있다. 발광 지시제에 추가하여, 지시제는 방사성 동위원소 혹은 Cr 또는 Co와 같은 특정

금속 지시체로부터 선택될 수 있다.

<40> 몇 가지 예로서의 결합제/지시제 조합물로는 표 1의 결합제 및 무기 발광 지시제가 있다. 바람직한 결합제로는 미국 로드아일랜드주 02903 프로비던스 사우스 메인 스트리트 321 소재의 스펙트라 시스템 코포레이션(Spectra Systems Corporation)으로부터 입수 가능한 SFP-0010(백색), SFP-0013(녹색) 및 SFP-0018(적색)과 같은 유기 금속 지시제와 조합한 $\text{Na}_2\text{OAl}_2\text{O}_3\text{SiO}_3$, K_2SiO_3 및 $\text{K}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$ 가 있다. SFP-0008(적색)과 같은 유로퓸 킬레이트 화합물 지시제는 바람직한 지시제이다. 지시제는, 결합제가 지시제를 해방하도록 녹는 임계 온도에 달할 때까지 혼합물의 본래의 형상이 유지되는 한 특정 비율로 결합제/지시제 조합물내에 있을 수 있다. 넓게는, 지시제가 1% 내지 99%, 소망하게는 25% 내지 95%, 바람직하게는 80% 내지 90%의 범위로 혼합물의 중량 퍼센트로 존재할 수 있다.

<41> 지시제 및 결합제 혼합물은 열악한 작동 환경에서 온도 모니터링을 필요로 하는 모든 기체에 도포될 수 있다. 바람직하게는, 기체는 마모 및 손상되는 경향이 있는 가스 터빈의 부품이다. 터빈 부품으로는 연소기, 전이 피스(transition piece) 및 고압 터빈 에어포일이 있다. 더욱이, 기체는 다른 터빈 엔진 부품, 예컨대 제 1 단의 고압 터빈 블레이드일 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시예의 코팅은 이러한 부품의 전체 표면, 또는 이와는 달리 이러한 부품의 일부에 도포될 수 있다. 바람직하게는, 지시제는 마모 및 손상, 침식, 산화 그리고 부식을 받는 터빈 부품내에 있는 코팅의 층 또는 계면내에 도핑된다. 바람직한 기체는 가스 터빈 부품을 절연하기 위한 코팅이다. 이러한 코팅은 열 차단 코팅(TBC)으로 불리는 세라믹 절연층이다. 열 확산성 지시제는 유해한 열 환경에 노출되며 한 특정 기체에 도포될 수 있다. 차등 침식 또는 부식에 대해 본 발명에 따라 모니터링될 수 있는 기체중에는 강과 같은 금속성 기체, 예컨대 밸브 시트, 터빈 베켓, 터빈 블레이드, 베인, 연소기 라이너, 전이 피스, 노즐, 반응 용기, 압력 용기, 보일러 및 여러 가지 다른 표면이 있다. 적당한 세라믹 기체으로는 차등 마모 혹은 차등 침식 또는 부식을 받는 알루미나 샤프트(alumina shaft)가 있다.

<42> 본 발명의 실시예는 가스 터빈 엔진을 모니터링하는 시스템에 관한 것이다. 본 발명은 가스 터빈 코팅부 및 기체의 상태를 온라인으로 분석하도록 한다. 도 6은 터빈 엔진의 배기류로부터 지시제를 수집하기 위한 터빈 엔진 수집 장치(20)의 사시도이고, 도 7은 도 6의 장치(20)의 개략적인 단면도이다. 이러한 도면은 참조 부호(26)로 전체적으로 지시된 배기 가스류에 직접적으로 면하는 다수의 개방 단부(24)를 갖는 단일 튜브(22)를 도시한 것이다. 이 튜브(22)는 배기류(26)의 소량의 샘플을 수집하고, 사이클론 분리기와 같은 분리기(30)로 덱트(28)를 거쳐 그의 배기 샘플을 전달시킨다. 분리기(30)는 미립자를 농축시키는 한편, 샘플링된 배기류(26)는 냉각된다. 농축된 분리기(30)의 출력부는 원추 형상의 표면(34)(도 7에 도시함)을 포함하는 물-가스 분리기(32)로 지향된다. 세정수 유입구(38)로부터 통과된 수류(36)는 표면(34)상으로 흘러 농축된 미립자를 포착한다. 그 다음, 수류(36)는 도 7의 바닥부에 도시한 물 유출구(40) 아래로 흐른다. 열전쌍(42)은 배기 가스류(26)의 온도를 측정한다. 매니폴드(44)는 원추 형상의 표면(34)의 원주 둘레에 완전히 수류(36)를 분배하기 위해 제공될 수 있다. 배기류(26)는 제 1 배기 리턴부(46) 또는 제 2 배기 리턴부(48)를 거쳐 분리기(30)로부터 나온다. 수류는 미립자 필터(50)에 의해 필터링되어 미립자의 지시제 함유한 부분을 회복시키고, 수류(36)는 유입구(38)에서 순환된다.

<43> 도 7을 다시 참조하면, 분리기(32)에 의해 배기류로부터 분리된 미립자는 배기 가스에 의해 격실 필터(64)와 나란히 위치되고 주기적 회복 및 분석용 분리기(32)에 연결된 격실(62)로 이송된다. 예를 들면, 폐쇄 밸브(66) 및 개방 밸브(68)는 지시제 함유한 미립자가 격실 필터(64)상의 부착에 의하여 격실(62)에 부착되게 한다.

<44> 수집 장치(20)는 도 8에서 아이콘(20)으로 도시되어 있다. 도 6 및 도 7을 참조하여 대체로 설명된 바와 같이, 보다 상세하게 도 8을 참조하면, 튜브(22)는 터빈(50)의 배기 가스류(26)내에 직접 면하고 있다. 세정수 함유한 배기 미립자는 유출구(40)에서 분리기(32)로부터 나오고 미립자 필터(50)로 가게 된다. 펌프(54)는 분리기 유입구(38)로 다시 돌아가 세정수를 연속적으로 가압한다. 필터(50)가 제거되고, 필터링된 미립자는 분석기(56)에 의해 요소 분석을 받게 되어 지시제 어레이(58)의 존재에 대해 분석한다. 별개의 지시제 어레이(58)가 결정된다. 특정 터빈 부품과 연관된 지시제의 존재에 대한 결정적인 지시는 그 부품에 대한 마모 지시제 신호(60)를 발생시킨다. 미립자 지시제를 함유한 부분에 대한 분석은 플라즈마 화염 분광 분석법(plasma flame spectrometry) 및 질량 분광 분석법(mass spectrometry)을 포함하는 다수의 방법에 의해 성취될 수 있다.

<45> 이하에 기술된 예는 제한 사항이 특별히 인용되지 않는다면 특허청구범위의 범위상의 제한 사항으로 해석되지 않아야 한다.

<46> 예

- <47> 1cm 간격으로 규칙적으로 이격되어 그리드를 형성한 $0.3\text{mm} \times 0.3\text{mm}$ 실린더형 구멍 패턴은 에어포일 표면상의 MCrAlY 코팅부내로 레이저로 천공된다. SFP-0010의 슬러리, 즉 백색 발광 미립자 물질은 증류수내에 마련되어 있다. 슬러리는 주사기에 의하여 구멍내로 도입된다. 물은 완만한 가열에 의해 증발된다. $\text{Na}_2\text{OAl}_2\text{O}_3\text{SiO}_3$ (100g, 녹는점 1000°C) 결합제는 주사기내에 있으며 고온 접착 총에 의해 용융된다. 용융된 결합제는 구멍내로 작은 액적 미립자로 도입된다. 초과된 결합제 물질은 거친 에모리 종이(emory paper)로 마찰하여 제거되어 웰은 에어포일 표면과 결합한다.
- <48> 그 다음, 에어포일이 사용되도록 재도입된다. 에어포일의 표면 온도가 결합제의 녹는점(1832°F)에 도달할 경우, 결합제는 녹아서 배기류에서 발광 미립자 물질을 해방시킨다. 이 물질은 도 6 및 도 7에 도시한 장치에 의해 포착된다. 이 물질은 플라즈마 화염 분광 분석법에 의해 검출 및 식별되어 패턴의 위치가 적어도 1000°C의 국부 온도를 받는다는 것을 지시한다.
- <49> 본 발명의 바람직한 실시예가 설명되었지만, 본 발명은 변경 및 수정이 가능하므로 예의 정밀한 세부 사항에 한정되지 않아야 한다. 본 발명은 이하의 특허청구범위의 범위내에 있는 변형 및 변경을 포함한다.

발명의 효과

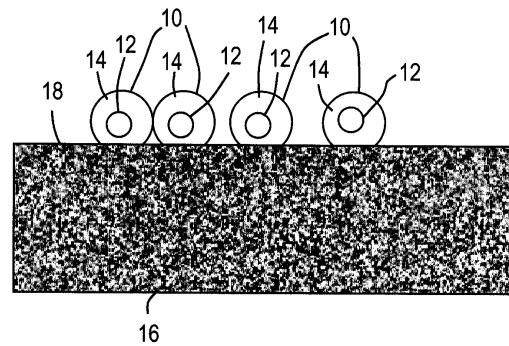
<50> 본 발명에 따르면, 코팅으로부터 지시체 방출물을 검출 및 모니터링함으로써 정확하고 특정의 위치 정보를 제공하여 마모 및 유지 계획을 결정하고 독성 방출물을 효율적으로 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

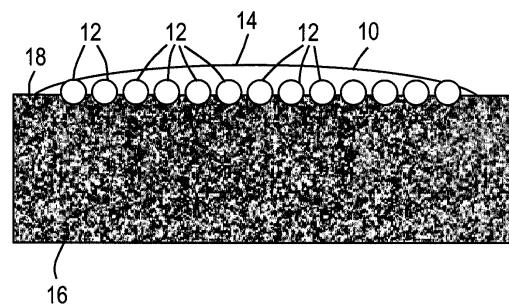
- <1> 도 1 내지 도 4는 기체상에 도포된 지시체(indicator) 및 결합제 조합물 모니터링 디포짓(deposit)의 개략도,
- <2> 도 5는 조합물 모니터링 디포짓의 결합제로부터 방출되는 지시체의 개략도,
- <3> 도 6은 배기 시스템으로부터 미립자를 수집하기 위한 본 발명의 실시예의 개략적인 사시도,
- <4> 도 7은 배기 시스템으로부터 미립자를 수집하기 위한 본 발명의 실시예의 개략적인 단면도,
- <5> 도 8은 지시체를 수집 및 검출하기 위한 시스템의 개략적인 블록 다이아그램.
- <6> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- | | |
|----------------------|-------------|
| <7> 10 : 결합제/지시체 혼합물 | 14 : 결합제 |
| <8> 16 : 기체(基體) | 20 : 수집 장치 |
| <9> 32 : 물 가스 분리기 | 42 : 열전쌍 |
| <10> 44 : 매니폴드 | 52 : 터빈 |
| <11> 56 : 분석기 | 66, 88 : 벨브 |

도면

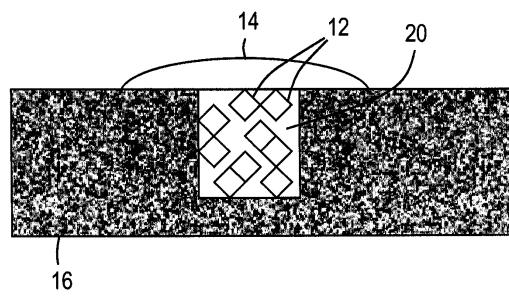
도면1



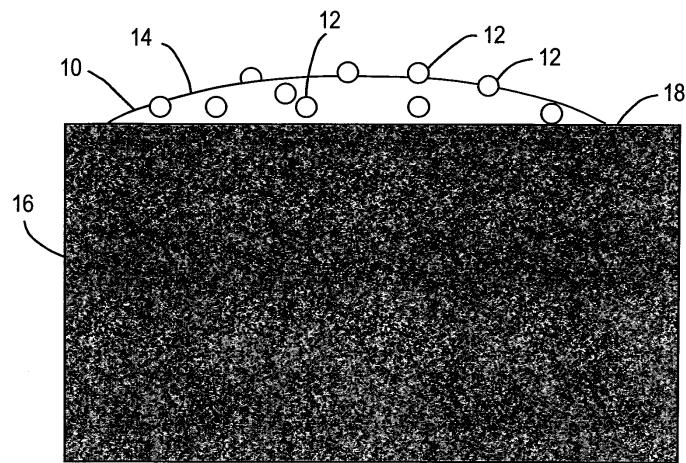
도면2



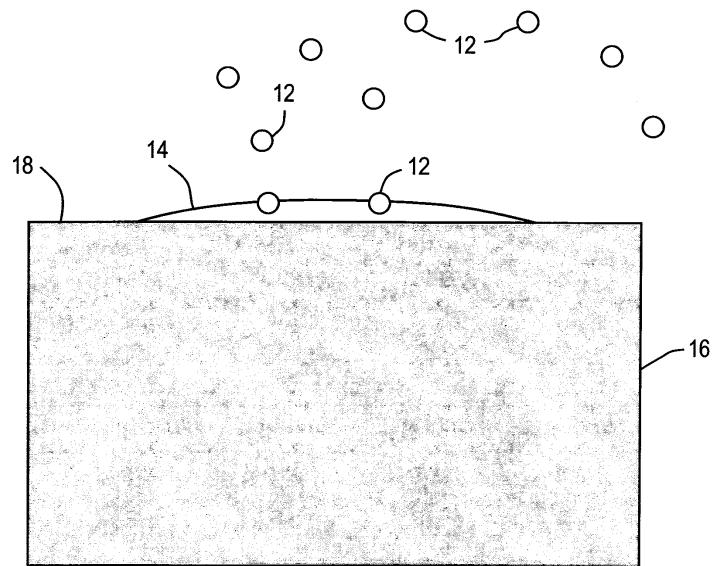
도면3



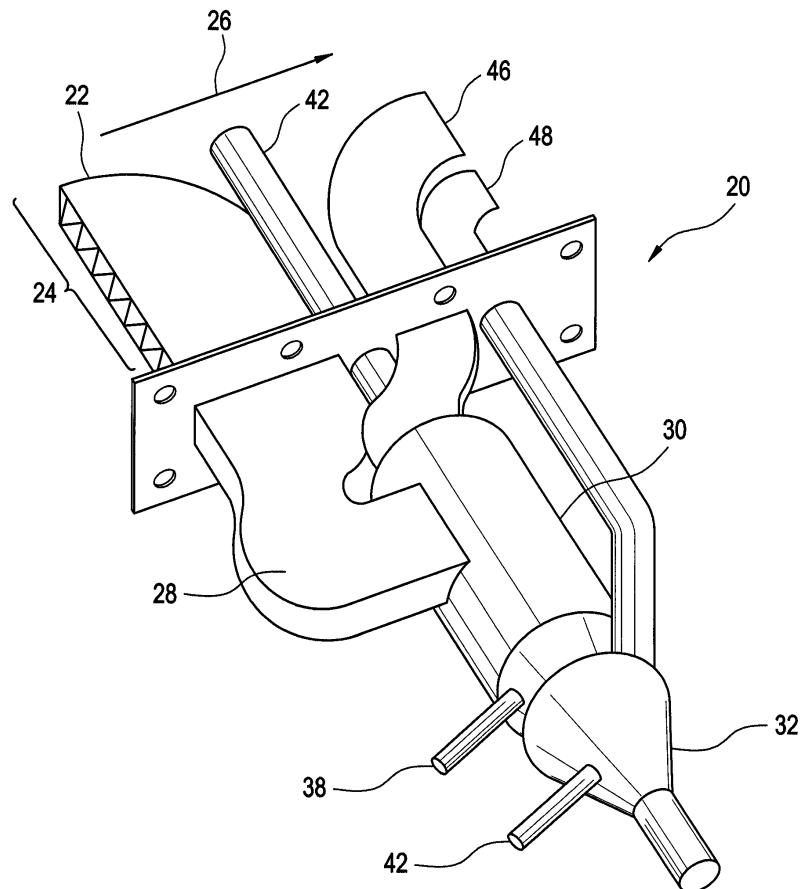
도면4



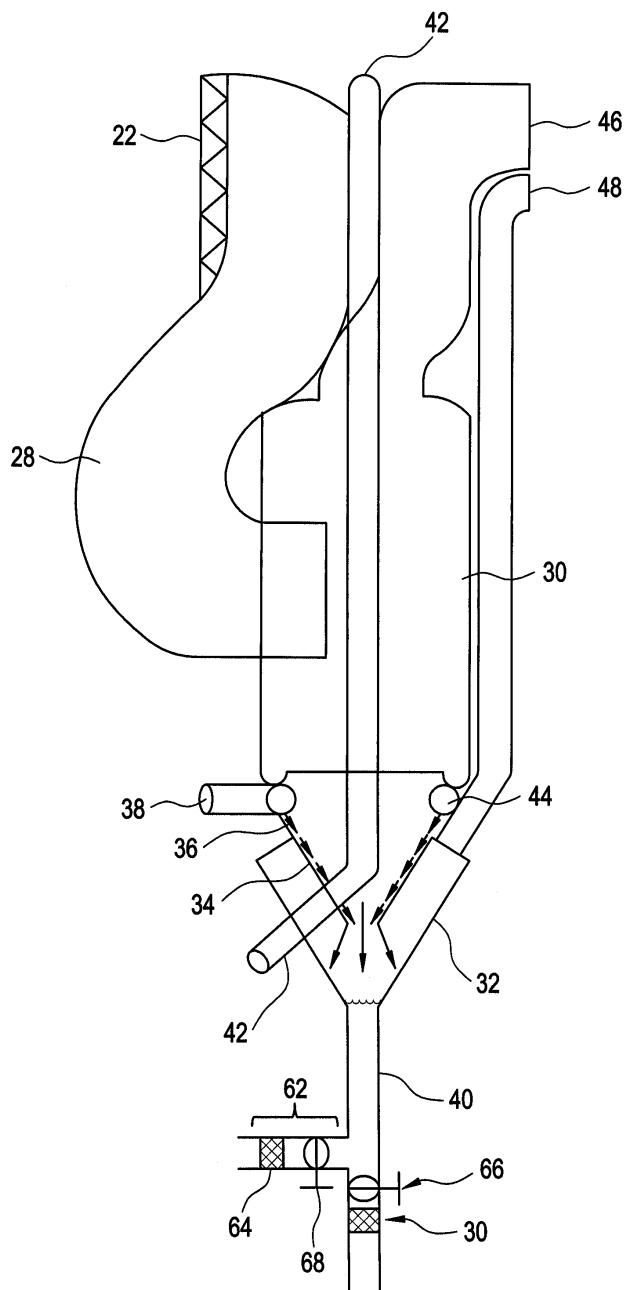
도면5



도면6



도면7



도면8

