



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G01N 15/06 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년12월19일 10-0659802 2006년12월13일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2001-0059396 2001년09월25일 2004년09월21일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2002-0024799 2002년04월01일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장 09/670,452 2000년09월26일 미국(US)

(73) 특허권자 제너럴 일렉트릭 캄파니  
미합중국 뉴욕, 셰넥테디, 원 리버 로우드

(72) 발명자 우드만시도날드어네스트  
미국뉴욕주12309셰넥터디딘스트리트1470

(74) 대리인 김창세  
장성구

(56) 선행기술조사문헌  
US5373748 A US5571976 A  
US5859375 A US5939647 A  
\* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 김관

전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치 및 오염 샘플을대상 표면으로부터 수집하기 위한 공구

(57) 요약

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치(10)는, 오염 샘플을 대상 표면으로부터 수집하기 위한 공구(12, 112), 대상 표면을 규정하기 위하여 그 안에 형성된 알려진 면적의 개구부(28)를 갖는 마스크(16), 공구(12, 112)를 마스크(16)에 연결하는 가요성 커넥터(18)를 구비한다. 공구(12, 112)는 표면(22, 122)을 규정하는 큰 직경부(20, 120)를 갖는 본체부(13, 113) 및 큰 직경부(20, 120)로부터 연장되어 있는 작은 직경부(24, 124)를 구비한다. 미립자 수집기(14)는 오염물질을 수집하기 위한 큰 직경부(20, 120)의 표면(22, 122)상에 제거가능하게 장착된다. 공구(12, 112)는 작은 직경부(24, 124)로부터 연장되어 있는 스핀들(30) 및 스핀들(30)상에 미끄럼 가능하게 장착된 스펴(32)을 더 구비한다. 스프링(34)은 작은 직경부(24, 124)와 스펴(32) 사이에 배치되어 작은 직경부(24, 124)로부터 떨어져서 스펴(32)을 편향시키게 한다. 스펴(32)이 스프링(34)을 압축하도록 하측으로 가압될 때, 인디케이터(36)는 스핀들(30)상에 제공된다.

대표도

도 1

## 특허청구의 범위

### 청구항 1.

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치(10)에 있어서,

본체부(13, 113) 및 상기 본체부(13, 113)에 제거가능하게 부착된 미립자 수집기(14)를 갖는 공구(12, 112)로서, 상기 본체부(13, 113)가 표면(22, 122)을 규정하는 큰 직경부(20, 120) 및 상기 큰 직경부(20, 120)로부터 연장되는 작은 직경부(24, 124)를 포함하며, 상기 미립자 수집기(14)가 상기 큰 직경부(20, 120)의 표면(22, 122)상에 제거가능하게 장착되는, 상기 공구(12, 122)와,

그 안에 형성된 알려진 면적의 개구부(28)를 갖는 마스크(16)와,

상기 공구(12, 112)를 상기 마스크(16)에 연결하기 위한 가요성 커넥터(18)와,

상기 작은 직경부(24, 124)로부터 연장되고, 그 위에 형성된 인디케이터(36)를 구비하는 스펀들(30)과,

상기 스펀들(30)상에 미끄럼 가능하게 장착되는 스펀(32)과,

상기 작은 직경부(24, 124)와 상기 스펀(32) 사이에 배치되어 상기 스펀(32)을 상기 작은 직경부(24, 124)로부터 멀어지도록 편향시키는 스프링(34)을 포함하며,

상기 스프링(34)이 압축되지 않은 상태에 있을 때, 상기 인디케이터(36)는 상기 스펀(32)에 의해서 덮이게 되고, 상기 스프링(34)이 스펀(32)에 의해서 압축 상태에 있을 때, 상기 인디케이터(36)는 상기 스펀(32)에 의해서 덮이게 않게 되는

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치.

### 청구항 2.

삭제

### 청구항 3.

삭제

### 청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 미립자 수집기(14)는 흰색 천 스미어(smear)(14)를 포함하는

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치.

### 청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 스미어(14)는 그 일측면상에 형성된 다중 사용 접촉 접착제 백킹(multi-use contact adhesive backing)(15)을 구비하는

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치.

## 청구항 6.

제 4 항에 있어서,

상기 큰 직경부(20, 120)의 표면(22, 122)과 상기 스미어(14) 사이에 개재된 탄성 재료(26)의 층을 더 포함하는  
표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치.

## 청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 탄성 재료(26)는 폼(foam)인

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치.

## 청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 큰 직경부(20, 120)의 표면(22, 122)은 구형으로 볼록한

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치.

## 청구항 9.

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치(10)에 있어서,

공구(12, 112)로서, 표면(22, 122)을 규정하는 큰 직경부(20, 120) 및 상기 큰 직경부(20, 120)로부터 연장되는 작은 직경부(24, 124)를 구비하는 본체부(13, 113)와,

상기 큰 직경부(20, 120)의 표면(22, 122)상에 제거가능하게 장착되는 상기 미립자 수집기(14)와,

상기 작은 직경부(24, 124)로부터 연장되고, 그 위에 형성된 인디케이터(36)를 구비하는 스피들(30)과,

상기 스피들(30)상에 미끄럼 가능하게 장착되는 스펀(32)과,

상기 작은 직경부(24, 124)와 상기 스펀(32) 사이에 배치되어 상기 스펀(32)을 상기 작은 직경부(24, 124)로부터 멀어지도록 편향시키는 스프링(34)으로서, 상기 스프링(34)이 압축되지 않은 상태에 있을 때, 상기 인디케이터(36)는 상기 스펀(32)에 의해서 덮이게 되고, 상기 스프링(34)이 스펀(32)에 의해서 압축 상태에 있을 때, 상기 인디케이터(36)는 상기 스펀(32)에 의해서 덮이지 않게 되는 상기 스프링(34)을 구비하는, 상기 공구(12, 112)와,

그 안에 형성된 알려진 면적의 개구부(28)를 갖는 마스크(16)와,

상기 공구(12, 112)를 상기 마스크(16)에 연결하기 위한 가요성 커넥터(18)를 포함하는

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치.

#### 청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 미립자 수집기(14)는 흰색 천 스미어(14)를 포함하는

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치.

#### 청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 스미어(14)는 그것의 일 측면상에 형성된 다중 사용 접촉 접촉제 백킹(15)를 구비하는

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치.

#### 청구항 12.

제 10 항에 있어서,

상기 큰 직경부(20, 120)의 표면(22, 122)과 상기 스미어(14) 사이에 개재된 탄성 재료(26)의 층을 더 포함하는

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치.

#### 청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 탄성 재료(26)는 폼인

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치.

#### 청구항 14.

제 9 항에 있어서,

상기 큰 직경부(20, 120)의 표면(22, 122)은 구형으로 볼록한

표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치.

#### 청구항 15.

오염 샘플을 대상 표면으로부터 수집하기 위한 공구(12, 112)에 있어서,

표면(22, 122)을 규정하는 큰 직경부(20, 120) 및 상기 큰 직경부(20, 120)로부터 연장되는 작은 직경부(24, 124)를 구비하는 본체부(13, 113)와,

상기 큰 직경부(20, 120)의 표면(22, 122)상에 제거가능하게 장착되는 상기 미립자 수집기(14)와,

상기 작은 직경부(24, 124)로부터 연장되고, 그 위에 형성된 인디케이터(36)를 구비하는 스핀들(30)과,

상기 스핀들(30)상에 미끄럼 가능하게 장착되는 스펴(32)과,

상기 작은 직경부(24, 124)와 상기 스펴(32) 사이에 배치되어 상기 스펴(32)을 상기 작은 직경부(24, 124)로부터 멀어지도록 편향시키는 스프링(34)으로서, 상기 스프링(34)이 압축되지 않은 상태에 있을 때, 상기 인디케이터(36)는 상기 스펴(32)에 의해서 덮이게 되고, 상기 스프링(34)이 스펴(32)에 의해서 압축 상태에 있을 때, 상기 인디케이터(36)는 상기 스펴(32)에 의해서 덮이게 않게 되는 상기 스프링(34)을 포함하는

오염 샘플을 대상 표면으로부터 수집하기 위한 공구.

## 청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 미립자 수집기(14)는 흰색 천 스미어(14)를 포함하는

오염 샘플을 대상 표면으로부터 수집하기 위한 공구.

## 청구항 17.

제 16 항에 있어서,

상기 스미어(14)는 그것의 일 측면상에 형성된 다중 사용 접촉 접착제 백킹(15)를 구비하는

오염 샘플을 대상 표면으로부터 수집하기 위한 공구.

## 청구항 18.

제 16 항에 있어서,

상기 큰 직경부(20, 120)의 표면(22, 122)과 상기 스미어(14) 사이에 개재된 탄성 재료(26)의 층을 더 포함하는

오염 샘플을 대상 표면으로부터 수집하기 위한 공구.

## 청구항 19.

제 18 항에 있어서,

상기 탄성 재료(26)는 폼인

오염 샘플을 대상 표면으로부터 수집하기 위한 공구.

## 청구항 20.

제 15 항에 있어서,

상기 큰 직경부(20, 120)의 표면(22, 122)은 구형으로 볼록한

오염 샘플을 대상 표면으로부터 수집하기 위한 공구.

명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로 청결도 측정에 관한 것으로, 특히 기계적인 시스템 구성요소의 표면 미립자 오염의 양을 측정하는 것에 관한 것이다.

표면 미립자 오염은 널리 알려진 기계적인 시스템 고장의 원인이다. 가스 터빈과 같은 동력 발생 시스템이 특히 이러한 경우에 해당하는데, 이 경우에는 미립자가 가동 부분의 경계면에 마모를 일으키고, 시스템을 통과하여 흐르는 유체를 오염시키며, 고속 유체 흐름 경로내에 있는 구조체를 침식시키고, 소망하는 흐름을 감소시키거나 또는 소망하는 열 전달을 차단시키는 퇴적을 만들 수 있을 것이다. 필터 설비는 작동시에 시스템 내로의 미립자 오염물질 흐름을 제어할 수 있다. 그러나, 시스템 구성요소는 제조 및 조립시에 미립자로 인하여 오염될 수 있다. 조립시에 필터에 포획되지 않는 오염물질이 구성요소상에 존재하면 상술한 바와 같이 기계적인 고장을 초래할 수 있다.

기계적인 시스템 구성요소의 표면 청결도를 측정하기 위한 다양한 접근이 제안되고 있다. 이러한 접근중 하나는 공지된 "화이트 글로브 테스트(white glove test)"로서, 검사자가 소정 거리만큼 구성요소의 표면을 가로질러서 장갑 낀 손가락으로 닦아냄으로써 손가락에 남아있는 얼룩을 관찰하는 것이다. 검사자는 얼룩의 어두운 정도에 근거해서, 제거된 오염물질의 양에 대해 독단적인 결정을 내려야 한다. 이러한 접근은 매우 주관적이고 시험마다 혹은 검사자마다 크게 변하게 된다. 보다 객관적인 접근은 구성요소를 씻어내는데 사용된 유체에서 측정 미립자 농도를 측정하는 것을 포함한다. 전형적으로 유체 농도는 광 감쇠 또는 굴절(종종 레이저 빔에 의함)을 이용하여 결정된다. 그러나, 이러한 접근은 기계 조립 작업장에서 실용적이고 경제적인 이용을 제공하지 못한다.

다른 접근은 "표면 복제(surface replicas)"를 이용하는 것이다. 여기서, 샘플로 될 구성요소 표면은 표면 지형(surface topography)을 복제하는 접착 테이프 또는 경화가능한 재료로 덮이게 되는 한편, 느슨하게 지지된 표면 미립자 오염을 포획하게 된다. 그 다음, 표면은 미립자의 숫자 및 크기를 계산하도록 수동으로 또는 정교한 광학 인식 소프트웨어로 스캐닝된다. 이러한 접근은 공장 조립장에 거의 즉각적 결과를 제공할 수 없고, 대부분의 경우에 불가피하게 고가가 될 것이다. 또한, 샘플 표면의 면적은 분리된 샘플의 크기와 계획적으로 정확히 같게 된다. 따라서, 샘플로된 면적의 증대가 얻어질 수 없다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 기계적인 시스템 구성요소의 공장 조립장 조립을 위해서 표면 청결도의 양을 신속하게 측정하기 위한 요구가 있다.

상술한 요구는 오염 샘플을 대상 표면으로부터 수집하기 위한 공구와, 대상 표면을 규정하기 위해서 그 안에 형성된 알려진 면적의 개구부를 갖는 마스크와, 공구를 마스크에 연결하기 위한 커넥터를 구비하는 표면 미립자 오염을 측정하기 위한 장치를 제공하는 본 발명에 의해 달성된다. 공구는 표면을 규정하는 큰 직경부 및 큰 직경부로부터 연장되어 있는 작은 직경부를 구비한다. 미립자 수집기는 오염물질을 수집하기 위한 큰 직경부의 표면상에 제거가능하게 장착된다. 공구는 작은 직경부로부터 연장되어 있는 스펀들 및 이 스펀들상에 미끄럼 가능하게 장착된 스푼(spools)을 더 구비한다. 스푼은 작은 직경부와 스푼 사이에 배치되어 스푼을 작은 직경부로부터 멀어지도록 편향시키게 한다. 인디케이터(indicator)는 스푼이 하측으로 압축되어 스푼을 가압할 때를 나타내도록 스펀들상에 제공된다.

본 발명, 및 종래 기술과 비교한 그 이점은 다음의 상세한 설명 및 첨부 도면을 참조한 첨부된 특허청구범위를 통하여 명백하게 될 것이다.

## 발명의 구성

특히 본 발명에 따른 이러한 내용은 상세한 설명의 마무리 부분에서 지적되고 명백하게 청구되었다. 그러나, 본 발명은 첨부된 도면과 관련하여 다음의 상세한 설명을 참조함으로써 가장 잘 이해될 수 있다.

본 발명은 표면 미립자 오염을 측정함으로써 구성요소 표면의 청결을 판정하는 것을 포함한다. 이것은 검사자에 의해 이용되는 공지된 "화이트 글로브" 테스트의 정량화된 절차에 의해서 달성된다. 이러한 절차에 있어서, 먼저 밝은 흰색 천 조각 [이하, "스미어(smear)"라고 칭함]은 테스트 표면에 걸쳐서 상술한 방식으로 닦아내게 되는데, 그것은 샘플화 될 구성요소상에 대상 표면에 대한 표면 거칠기와 유사한 공지된 청결 표면이다. 청결 테스트 표면을 닦아내는 목적은 단지 마모 효과(abrasion effect)에 기인하게 되는 반사율 손실에 대한 스미어를 미리 조정하도록 하는 것이다. 그 다음, 거칠고 청결한 스미어는 반사율 측정 기구를 이용하여 반사율을 측정하게 된다. 그 다음, 스미어는 대상 표면 위로 상술한 방식으로 닦아냄으로써 오염물질의 샘플을 대상 표면상에서 얻게 된다. 다음에, 스미어의 반사율은 다시 측정되어 제 1 반사율 측정과 비교됨으로써 대상 표면상에 오염으로 기인한 반사율의 손실을 판정하게 된다. 그 다음, 반사율의 손실은 실험적인 보정(calibration)을 통하여 대상 표면을 닦아낼 때 스미어에 전달된 오염물질의 양과 관련된다. 따라서, 이 절차는 조립에 대한 객관적인 "진행함/진행하지 않음" 지시로서 이용될 수 있는 구성요소의 표면 오염의 정량화된 측정을 제공한다. 한편, 오염물질의 측정 레벨이 최대 수용가능한 레벨 이하이면, 구성요소는 조립하도록 진행될 수 있다. 측정된 오염물질이 수용가능한 레벨 이상이면, 구성요소는 재세척되고 조립 전에 다시 체크될 것이다.

동일한 참조부호가 다양한 도면을 통해서 동일한 요소를 나타내는 도면을 참조하면, 도 1은 오염 샘플을 수집하기 위한 전형적인 장치(10)를 도시한 것이다. 장치(10)는 흰색 천 조각과 같은 미립자 수집기(14)가 장착될 수 있는 핸드 공구(12) 및 대상 표면의 면적을 샘플화하도록 윤곽을 그리기 위한 마스크(16)를 구비한다. 공구(12)와 마스크(16)는 스트링(string), 코드(cord) 등과 같은 가요성 커넥터(18)에 의해 연결됨으로써 측정이 완료된 후에 어느 편도 뒤에 부주의하게 남지 않도록 보장한다.

공구(12)는 구형 볼록면(22)을 규정하는 큰 직경부(20) 및 이러한 큰 직경부(20)로부터 연장되어 있는 작은 직경부(24)를 갖는 버섯 형상의 본체부(13)를 구비한다. 바람직한 일 실시예에 있어서, 본체부(13)는 일반적으로 찬장 도어용 당김 드로어 또는 핸들로 이용되고 또 전형적으로 나무, 플라스틱, 금속 등으로 제조되는 타입의 상업적으로 이용가능한 노브(knob)를 포함할 수 있다. 스미어(14)는 구형 볼록면(22)상에 장착됨으로써, 작은 직경부(24)를 움켜잡고 또 대상 표면에 걸쳐서 스미어(14)를 닦아내는 데 공구(12)가 이용될 수 있다. 스미어(14)의 볼록한 구성은 닦아낼 때 대상 표면에 대한 스미어(14)의 선단 경계면의 제어를 허용한다. 폼(foam)과 같은 탄성 재료의 얇은 층(26)이 볼록면(22)과 스미어(14) 사이에 개재되어 있다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, "탄성 재료"는 상술한 부하하에서 가압가능하고 또한 탄성적인 재료를 말한다. 두께가 약 1/8인치가 될 수 있는 폼 층(26)은 접착제와 같은 적절한 수단에 의해서 볼록면(22)에 확고히 고정된다. 탄성 폼(26)은 압력을 보다 일정하게 분배하며, 공구(12)는 대상 표면에 압력을 가함으로써 스미어(14)와 대상 표면 사이의 접촉 면적을 증가시키도록 큰 면적에 걸쳐서 부하를 확산하게 된다. 또한 폼(26)은 압축력이 해제된 후에 그 본래의 형상을 유지하도록 탄성적이다.

마스크(16)는 다소 가요성을 갖도록 충분히 얇은(약 1/16인치) 비교적 경직된 재료의 얇은 시트를 포함한다. 적절한 재료로는 상표명 TEFLON으로 상업적으로 이용가능한 것과 같은 폴리테트라플로로에틸렌 중합체(polytetrafluoroethylene polymer)이다. 샘플화될 대상 표면의 면적을 제한하기 위한 마스크(16)내에 알려진 면적의 개구부(28)가 형성된다. 개구부(28)는 반드시 그런 것은 아니지만 원형인 것이 바람직하다. 개구부(28)의 에지는 그 안에 오염물질이 잡히는 것을 방지하기 위하여 상부 측면상에 모따기가 되어 있다. 마스크(16)는 큰 도판의 내부와 같이 양쪽 편평한 표면 및 편평하지 않은 표면상에 이용될 수 있다.

바람직한 일 실시예에 있어서, 스미어(14)는 볼록한 표면(22)상에 끼워질 수 있는 크기의 원형 흰색 천 조각이다. 하나의 적절한 스미어로는 미국 코네티컷주 원저 소재의 D.A. Services사로부터 상업적으로 이용할 수 있다. 이러한 스미어는 1 1/4인치의 밝은 흰색 천 디스크이고, 보관하기 위해 라벨이 붙여질 수 있는 왁스 페이퍼 폴더(waxed paper folder)내에 저장된다. 또한 스미어는 그것들을 폼 층(26)상에 제거가능하게 장착될 수 있도록 하는 다중 사용 접촉 접착제 백킹(multi-use contact adhesive backing)(도 1에 도시하지 않음)을 갖는다. D.A. Services사로부터 1 1/4인치 스미어를 이용할 때, 핸드 공구(12)의 큰 직경부는 직경이 2인치인 것이 바람직하고, 마스크 개구부(28)의 원형 직경은 6인치인 것이 바람직하다.

구성요소 표면의 청결을 결정하기 위한 하나의 바람직한 절차가 이하에 보다 상세하게 설명될 것이다. 제 1 단계는 측정을 위한 새로운 스미어를 선택하고, 스미어가 새 것이고 사용하지 않은 것이라는 사실을 간단히 입증하도록 측정하게 된다. 이것은 스미어 폴더를 개방하고 또 반사율 측정 기구를 통해서 한번 또는 2번 스미어 반사율을 측정함으로써 수행된다. 실제 반사 값이 기록된다. 어떤 적절한 기구는 이러한 목적을 위하여 이용될 수 있다. 하나의 적절한 상업적으로 이용가능한 장치로는 미국 인디애나주 인디애나폴리스 소재의 UMM Electronics사의 Photovolt Model 577이 있다. 이 장치는 스미어가 센서 헤드의 페이스에 대해서 가압되는 블루 필터와 함께 작동하도록 셋업되는 반사율 미터 및 센서를 구비한다. 센서 헤드는 그의 말단부에 3/4인치 구멍을 갖고, 광원 및 광전 배증관(photomultiplier) 모두를 포함하고, 그것은 구멍에 대해 배치된 대상물로부터 비춰서 반사율을 측정한다.

그 다음 단계는 그 페이퍼 폴더로부터 스미어(14)를 제거하고, 그것을 공구(12)의 볼록면(22)상의 제위치에 배치한다. 이것은 측정하기 전에 스미어(14)를 오염시키는 것을 방지하기 위하여 핀셋을 이용하여 수행되는 것이 바람직하다. 공구(12)상에 적절히 배치된다면, 스미어(14)는 상술한 방식으로 테스트 표면 위로 닦아내어 단지 마모 효과로 기인하는 반사율 손실에 대한 스미어(14)를 미리 조정한다. 상술한 바와 같이, 테스트 표면은 샘플화 될 대상 표면에 대한 표면 거칠기와 유사한 알려진 청결 표면이다. 하나의 바람직한 테스트 표면은 충분히 세정됨으로써 모든 오염물질이 제거되어 측정되는 구성요소 표면의 작은 부분이다. 특히, 구성요소 표면이 기름 제거 공정을 받게 된다면, 테스트 표면은 알콜계 클리너 및 실험실용 종이 타월을 이용하여 닦아내어 세정이 이루어진 표면의 비샘플링 부분이어야 한다. 구성요소 표면이 세정되었으나 기름 제거 공정을 받지 않게 된다면, 테스트 표면은 세정 및 건조 슝 조각으로 거칠게(약 21bf) 2번 닦아내어 세정이 이루어진 구성요소 표면의 비샘플링 부분이어야 한다.

사전 조정 와이프(wipe)가 종료된 후에, 스미어(14)가 후방으로 그 폴더에 전달되고, 다시 핀셋을 이용한다. 스미어(14)가 그 폴더에 장착되어 있는 동안에, 거칠지만 아직 청결한 스미어의 반사율이 반사율 측정 기구를 이용하여 측정된다. 전형적으로, 반사율의 5 포인트 측정이 얻어지며, 스미어 중앙으로부터 떨어진 각각의 방향으로 1/4인치 측정이 얻어지고, 각각의 측정은 스미어(14)의 실질적으로 상이한 면적을 나타낸다. 그 다음, 5가지 측정의 결과는 스미어(14)에 대한 단일 반사값을 얻도록 평균화된다. 모든 측정은 폴더상에 기록된다. 그 다음, 스미어(14)는 다시 폴더로부터 제거되고, 대상 표면 샘플링 와이프를 위하여 공구(12)상에 다시 장착된다.

마스크(16)는 마스크 개구부(28)내에 대상 표면을 규정하도록 구성요소 표면상에 배치된다. 이것은 샘플링 와이프가 알려진 면적의 조정 영역상으로 안내되도록 힘을 가하게 된다. 스미어(14)는 상술한 방식으로 대상 표면 위로 닦여져서 오염물질의 샘플을 구성요소 표면상에서 얻게 된다. 사전 조정 와이프와 샘플링 와이프가 동일한 방식으로 수행되는 것이 바람직하다. 바람직한 일 와이핑 절차에 있어서, 스미어(14)는 나선형 운동으로 대상 표면 위로 와이핑되고, 마스크 개구부(28)의 중앙에서 시작하여 점진적으로 증가하는 원으로 개구부(28)의 에지 외측으로 이동하게 된다. 공구(12)는 경사진 축으로 유지됨으로써, 스미어(14)가 대상 표면 위로 통과할 때 스미어(14)의 전방 에지를 들어올린다. 또한, 스미어(14)가 이동될 때, 그것은 스미어(14)의 새로운 표면을 연속해서 제공하여 오염물질을 제공하도록 이동 방향으로 회전하게 된다. 와이핑 경로가 마스크 개구부(28)의 모따기된 에지에 접근할 때, 공구(12)가 더 경사져서 스미어(14)가 마스크(16) 위로 약간 치켜올라가는 한편, 와이핑 운동은 에지에 대해 접선방향으로 된다. 이러한 중점은 마스크상에 부주의하게 스치게 되는 어떤 오염물질로 하여금 포획되도록 한다. 또한, 접선방향 운동은 대상 영역으로부터 마스크(16) 아래 외부로 오염물질을 스치게 하는 경향을 줄이게 된다. 일반적으로, 각각의 경로는 비교적 일정한 힘으로 또 5초와 같이 상술한 시간 주기로 수행되어야 한다.

일반적으로 대상 표면의 이러한 2개의 나선형 경로는 스미어(14)상에 모든 표면 오염물질을 포획하기에 충분하다. 따라서, 단일 와이핑 절차는 2개의 경로를 포함할 것이다. 제 2 경로는 제 1 경로내에서 놓친 나머지 오염물질을 수집할 뿐만 아니라, 스미어(14) 주위의 오염물질을 더 묻혀서 보다 일정하게 거뭇해지도록 제공한다. 단일 와이프내에 2개의 경로 이상을 이용하는 것은 단지 반사율 측정에서 역효과를 가져올 것이다. 예를 들면, 추가 경로는 오염물질을 스미어(14) 표면으로부터 그 내부로 밀게 되고 스미어 표면이 과도하게 마모되는 것을 감소하게 될 것이다. 반사율 측정에 따른 이러한 바람직하지 못한 영향은 각각 다음의 상술한 절차에 의해서 방지될 수 있다. 측정의 정밀도, 반복성 및 재현성은, 측정이 수행되는 모든 시간에 일관되게 샘플링 절차를 수행하는 것에 따른다.

그 다음, 스미어(14)는 공구(12)로부터 제거되고, 핀셋에 의해 그 폴더로 복귀된다. 샘플링 후의 스미어 반사율은, 상술한 바와 같은 반사율 측정 기구를 이용하여 측정된다. 스미어 반사값이 노화(aging)에 민감한 영향을 받지 않기 때문에 반사율 측정은 소정의 시간에 이루어질 수 있지만, 반사율 측정은 샘플링 후 짧은 시간에 이루어지는 것이 바람직하다. [마스크 개구부(28)에 의해 규정된 바와 같이] 반사율 측정, 샘플링의 날짜 및 시간, 기술, 구성요소 및 대상 표면의 면적이 폴더상에 기록된다. 대상 표면으로부터 수집된 오염물질의 양은, 유사한 오염물질을 이용하는 이전 보정에 대한 것을 샘플링 및



비교하기 전과 후에 측정된 스미어의 반사율에 대한 차이를 계산함으로써 결정된다. 상술한 바와 같이, 오염물질의 측정된 레벨이 최대 수용가능한 레벨 이하이면, 구성요소는 조립으로 진행할 수 있다. 그러나, 측정된 오염물질이 수용가능한 레벨 이상이면, 구성요소는 다시 세정되고 조립 전에 다시 체크될 것이다.

스미어(14)는 나중 검사 및 비교를 위하여 폴더내에 저장될 수 있다. 필요하다면, 스미어(14)는 스캐닝 전자 마이크로프로브(scanning electron microprobe)에 의한 금속 분석을 위해서 제출될 수 있다. 또한, 습식 화학 분석(wet chemical analyses)은 원한다면 정확한 화학 조성물 및 오염물질 로딩을 결정하도록 나중에 수행될 수 있다. 사용되지 않는 스미어는 일정한 원칙에 따라서(예를 들어, 주당 1회 또는 500 스미어 박스당 한개씩) 저장된 스미어와 함께 보관되어야 한다. 이러한 사용되지 않는 스미어는, 스미어 반사율 또는 오염물질 농도의 추후 재측정을 위한 조정 역할을 한다.

스미어(14)상에 수집된 오염물질의 양을 결정하기 위한 보정은 다음과 같이 수행될 수 있다. 전형적인 오염 물질의 샘플은 오염물질이 제공된 조립 면적내에 위치한 구성요소 표면 또는 특정 표본으로부터 수집된다. 이러한 샘플 오염 물질은 웨이페이퍼(weigh paper)상에 조심스럽게 배치되어, 총중량을 얻도록 실험실용 저울로 중량을 측정한다. 마스크(16)가 보정 표면상에 배치되고, 샘플이 마스크 개구부(28)내에서 보정 대상 표면상에 분배된다. 구성요소 표면은 샘플화되기 위하여 보정 표면이 동일한 표면 거칠기를 갖는 재료의 편평한 플레이트인 것이 바람직하다. 그 다음, 샘플 재료의 습식 중량이 결정될 수 있도록 포장재료 중량을 구하기 위하여 빈 웨이 페이퍼의 중량을 다시 측정하게 된다. 그 다음, 청결 스미어(14)를 이용하는 상술한 방식으로 동일한 와이핑 절차가 실행되고, 스미어(14)의 반사율 측정은 반사율의 손실을 결정하도록 샘플링의 전과 후에 수행된다. 보정 대상 면적 내부에 배치된 샘플 재료의 질량에 대한 함수로서 스미어의 반사율에 대한 손실의 결과가 그래프로 나타나게 된다. 따라서, 보정은 반사율에 대한 측정된 손실을 오염의 정해진 질량과 서로 관련시킬 수 있다.

또한 상술한 절차에 대한 다양한 개선이 가능하다. 예를 들면, 스미어(14)를 청결하고 어느 정도 점착성인 피복(tacky coating)으로 미리 피복하는 것이 이로울 수도 있으며, 이는 느슨한 미립자의 많은 양을 수집하고 보유하는 것을 가능하게 한다. 샘플링 와이프의 제 1 경로전에, 샘플링 와이프의 제 2 경로전에, 또는 양쪽 경로전에 이러한 피복이 도포될 수 있다. 대상 표면에 청결 액체 클리너를 분사하여 오염물질이 대상 표면으로부터 방출되도록 돕고 또 스미어(14)로 옮기는 것을 촉진하는 데 유용할 수도 있다. 또한, (미립자가 없어도) 오일이 스미어 반사율을 감소시킬 수 있기 때문에, 대상 표면에 임의의 잔류 기름막이 있다면, 보정 표면에 동일한 레벨의 기름막이 제공되어야 할 수도 있다. 변형예로서, 기름막이 있는 것은, 유기물을 증발시키도록 오랜 시간 동안 물에 적셔, 미립자 오염물질만이 스미어 반사율에 영향을 미치도록 함으로써 처리될 것이다.

이하 도 2 및 도 3을 참조하면, 핸드 공구(112)의 변형예가 도시되어 있다. 일 실시예와 같이, 공구(12)는 구형 볼록면(122)을 규정하는 큰 직경부(120) 및 큰 직경부(120)로부터 연장되는 작은 직경부(124)를 구비한 버섯 형상 본체부(113)를 구비한다. 볼록면(122)과 스미어(14) 사이에 개재된 폼과 같은 탄성 재료의 얇은 층(126)을 갖는 구형 볼록면(122)상에 스미어(14)가 장착된다. 스미어(14)는 폼 층(26)을 반복해서 제거가능하게 장착하기 위한 다중 사용 접착 접착제 백킹(15)을 구비한다.

이러한 실시예에 있어서, 스핀들(30)은 작은 직경부(124)의 단부로부터 축방향으로 연장되어 있다. 스핀들(30)상에 종방향 축선을 따라서 그 안에 형성된 보어를 갖는 스폴이 미끄럼 가능하게 장착되고, 작은 직경부(124)의 단부와 스폴(32) 사이에 스프링(34)이 배치되어 스폴(32)을 작은 직경부(124)로부터 멀어지도록 편향시키게 된다. 스프링(34)이 압축되지 않는 상태(도 2)에 있는 정상 위치에 스폴(32)이 있을 때, 그것이 스폴(32)에 의해서 덮이게 되는 위치에서 칼라 밴드(36) 또는 유사한 인디케이터가 스핀들(30)상에 형성된다. 칼라 밴드(36)(도 3)가 노출되도록 스핀들(30)을 따라서 하측으로 스폴(32)을 가압하는 것은, 스프링(34)이 압축되도록 할 것이다. 따라서, 와이핑 절차를 실행할 때, 그것은 사전 조정 와이프, 샘플링 와이프 또는 보정 와이프이고, 오퍼레이터는 미끄럼 스폴(32)을 유지하고 칼라 밴드(36)를 노출시키도록 그것을 하측으로 가압할 것이다. 이것은 오퍼레이터가 알려진 힘의 양(약 170 내지 210g)으로 표면에 대해서 공구 및 스미어(14)를 가압하여, 각각의 절차중에 공구(112)의 일정한 도포를 보증하도록 할 것이다.

이상은 표면 미립자 오염을 측정하기 위한 방법 및 장치를 설명한 것이다. 본 발명은 공장 조립장에서 이용하는데 몇가지 이점을 가진다. 예를 들면, 스미어상의 얼룩이 오퍼레이터에게 매우 명백하기 때문에, 본 발명은 기술의 훈련 없이도 기술자에 의해 직관적이고 용이하게 이해된다. 반사율 측정은 대상 표면에 와이핑되는 정밀한 스미어로 공장 조립장상에 수행될 수 있다. 이것은 주요 제조 및 조립 작업의 시간 압박이 가해지는 기술의 넓은 수납을 갖는데에 큰 도움을 준다. 샘플링 및 반사율 측정 모두를 수행하기 위한 기술자의 능력은, 공정이 일정하게 이용됨으로써 청결 작업에 대한 필요를 연속적으로 강화할 수 있는 가능성을 개선한다. 대상 표면의 면적이 스미어보다 클 때(상술한 전형적인 실시예보다 거의 12배

가 큼), 스미어 수집이 단지 실제 90%일지라도, 샘플 개선은 복제를 이용하는 크기 개선의 지시가 실현될 것이다. 다른 이 점은 스미어가 나중에 반사율의 재측정을 위해서 또는 오염 물질의 물리적 및/또는 화학적 분석을 위해서 그 폴더내에서 용이하게 얻을 수 있다는 것이다.

본 발명의 특정 실시예가 설명되어 있지만, 본 발명은 첨부된 청구범위내에 규정된 바와 같이 당업자에 의해서 본 발명의 정신 및 범위로부터 벗어나지 않고 다양한 변경이 가능하다는 것이 명백해질 것이다.

### 발명의 효과

본 발명은 기계적인 시스템 구성요소의 공장 조립장 조립을 위해서 표면 청결도의 양을 신속하게 측정할 수 있고, 기술자의 훈련 없이도 직관적이고 용이하게 실행될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 청결도 측정을 위해 구성요소 표면으로부터 오염 샘플을 수집하기 위한 장치를 나타내는 도면,

도 2 및 도 3은 도 1의 장치에 이용될 수 있는 핸드 공구의 변형예를 나타내는 도면.

#### 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

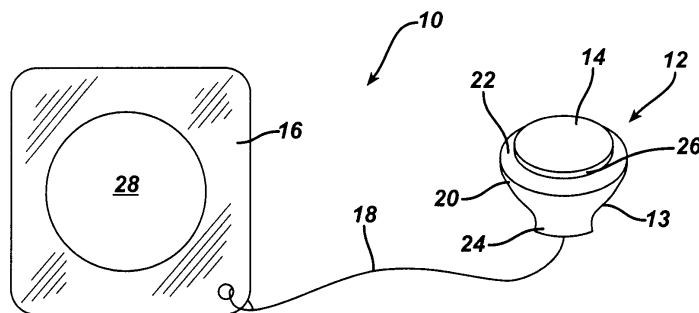
12, 112 : 공구 22, 122 : 표면

16 : 마스크 20, 120 : 큰 직경부

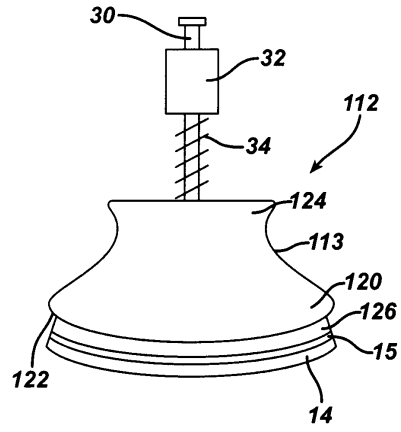
24, 124 : 작은 직경부 32 : 스펀

### 도면

도면1



도면2



도면3

