



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0053686  
(43) 공개일자 2009년05월27일

(51) Int. Cl.

*G01K 11/20* (2006.01) *G01K 11/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0107082

(22) 출원일자 2008년10월30일

심사청구일자 2008년10월30일

(30) 우선권주장

JP-P-2007-302587 2007년11월22일 일본(JP)

(71) 출원인

가부시키가이샤 야마다케

일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메 7-3

(72) 발명자

기누가사 세이이치로

일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2-7-3 가부시키  
가이샤 야마다케나이

가토 아츠시

일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2-7-3 가부시키  
가이샤 야마다케나이

(74) 대리인

김태홍, 신정건

전체 청구항 수 : 총 3 항

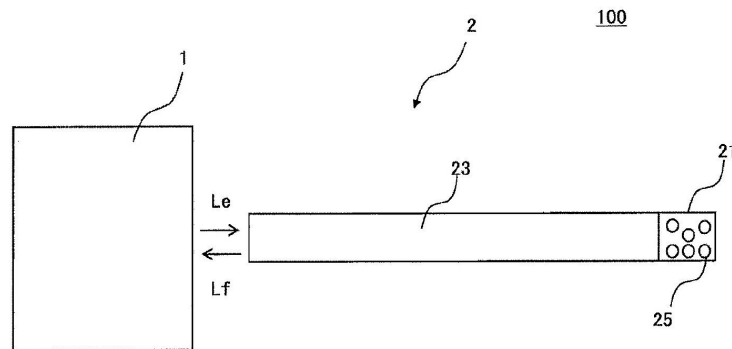
**(54) 온도 센서 프로브**

**(57) 요약**

본 발명은 안정되게 측정할 수 있는 온도 센서 프로브 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 과제로 한다.

본 발명에 따른 온도 센서 프로브는, 온도에 의해 형광 특성이 변화하는 형광체를 이용하여 온도를 측정하기 위한 온도 센서 프로브이다. 그리고, 분말형 형광체(25)와, 형광체(25)에 조사되는 여기광과 형광체(25)에서 발생한 형광을 전파하는 도파로 부재를 구비하고 있다. 또한, 분말형 형광체(25)의 입자 직경이 60 μm~100 μm의 범위에 포함되어 있다.

**대표도**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

온도에 의해 형광 특성이 변화하는 형광체를 이용하여 온도를 측정하기 위한 온도 센서 프로브로서,  
 분말형 형광체와,  
 상기 형광체에 조사되는 여기광과 상기 형광체에서 발생한 형광을 전파하는 도파로 부재  
 를 구비하며,  
 상기 분말형 형광체의 입자 직경은 60  $\mu\text{m}$ ~100  $\mu\text{m}$ 의 범위에 포함되어 있는 것인 온도 센서 프로브.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 형광체는 루비인 것을 특징으로 하는 온도 센서 프로브.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 형광체에 조사되는 여기광은 황색 LED에 의한 광인 것을 특징으로 하는 온도  
 센서 프로브.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

<1> 본 발명은 온도 센서 프로브에 관한 것으로, 특히 자세히는, 분말형 형광체를 갖는 온도 센서 프로브에 관한 것  
 이다.

**배경기술**

- <2> 온도 센서로서, 형광체를 이용한 형광식 온도 센서가 널리 이용되고 있다(특허문헌 1). 형광식 온도  
 센서에서는, 온도에 의해 형광 특성이 변화하는 형광체를 이용하여 온도를 측정한다. 구체적으로는, 광원으로부터  
 터의 여기광을 형광체에 조사하여, 형광체에서 발생한 형광을 검출한다. 그리고, 형광 수명 등의 형광 특성의  
 변화에 의해, 온도를 측정하고 있다.
- <3> 형광체를 포함하는 형광 재료는 광파이버의 선단에 설치된다. 그리고, 광원으로부터 출사된 여기광은 광파이버  
 를 통해 형광체에 입사된다. 또, 형광체에서 발생된 형광은 광파이버를 통해 광센서에서 검출된다. 이러한 온도  
 센서에 이용되는 온도 센서 프로브에서는, 분말형 형광체가 이용되는 경우가 있다. 또한, 형광체 분말의 입자  
 직경을 40  $\mu\text{m}$  이하로 한 것이 개시되어 있다(특허문헌 2).
- <4> [특허문헌 1] 일본 특허 공개 제2002-71473호 공보
- <5> [특허문헌 2] 일본 특허 공개 평성 제2-290518호 공보

**발명의 내용**

**해결하고자하는 과제**

<6> 그러나, 특허문헌 2의 프로브에서는, 입자 직경이 작기 때문에, 충분한 형광 강도를 얻을 수 없다고 하는 문제  
 점이 있다. 예컨대, 입자 하나하나, 투명이어도, 미세한 입자가 화합하여 포개어지면, 층을 형성한다. 형광체  
 의 입자 직경이 작으면, 여기광은, 도 7에 도시하는 바와 같이, 각 입자에 의해, 불특정 방향으로 난반사하여,  
 투과되지 않게 된다. 도 7에서, 실선 화살표가 입사광의 전파 경로를 나타내며, 파선 화살표가 형광의 전파 경  
 로를 나타내고 있다. 광파이버로부터 출사된 여기광은, 형광체의 깊숙한 곳까지 닿지 않고, 표면 근방에서 반사  
 하여 버린다. 이 때문에, 표면만의 형광체가 형광을 발하기 때문에, 충분한 형광 강도를 얻을 수 없게 되어 버  
 린다. 충분한 형광 강도를 얻을 수 없으면, 검출 회로에서의 잡음에 대하여 형광 강도가 작아, 산출되는 측정

결과가 측정마다 변동되어 버린다. 또, 입자 직경이 정돈되어 있지 않으면, 입자의 내부 응력에 의해 형광 수명이 변동되어 버려, 입자마다 측정이 달라져 버린다. 이와 같이, 종래의 온도 프로브 센서에서는, 충분한 형광 강도를 얻을 수 없어, 안정된 측정을 행하는 것이 곤란해져 버린다고 하는 문제점이 있다.

<7> 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것으로, 안정되게 측정할 수 있는 온도 센서 프로브 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제 해결수단**

<8> 본 발명의 제1 형태에 따른 온도 센서 프로브는, 온도에 의해 형광 특성이 변화하는 형광체를 이용하여 온도를 측정하기 위한 온도 센서 프로브로서, 분말형 형광체와, 상기 형광체에 조사되는 여기광과 상기 형광 재료에서 발생한 형광을 전파하는 도파로 부재를 구비하며, 상기 분말형 형광체의 입자 직경이 60  $\mu\text{m}$ ~100  $\mu\text{m}$ 의 범위에 포함되어 있는 것이다. 이에 따라, 형광 강도를 향상시킬 수 있기 때문에, 안정된 측정이 가능해진다.

<9> 상기 온도 센서 프로브에 있어서, 상기 형광체는 루비인 것이 바람직하다.

<10> 상기 온도 센서 프로브에 있어서, 상기 형광체에 조사되는 여기광이 황색 LED에 의한 광인 것이 바람직하다. 이에 따라, 측정의 잡음을 저감할 수 있다.

**효과**

<11> 본 발명에 따르면, 안정되게 측정할 수 있는 온도 센서 프로브를 제공할 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

<12> 이하에, 본 발명을 적용한 구체적인 실시형태에 대해서, 도면을 참조하면서 상세히 설명한다. 도 1은 온도 센서의 구성을 모식적으로 도시하는 측면도이다.

<13> 온도 센서(100)는 본체부(1)와, 센서 프로브(2)를 갖고 있다. 온도 센서(100)는 온도에 의해 형광 특성이 변화하는 형광체를 이용하여 온도를 측정하는 형광식 온도 센서이다. 따라서, 센서 프로브(2)에는 형광체(25)를 갖는 형광 재료(21)가 마련되어 있다. 그리고, 센서 프로브(2)가 커넥터(도시하지 않음) 등을 통해 본체부(1)에 부착되어 있다. 본체부(1)에는, 형광 재료(21)에 조사되는 여기광( $L_e$ )을 출사하는 광원, 형광 재료(21)에 포함되는 형광체에서 발생한 형광( $L_f$ )을 검출하는 광검출기, 여기광( $L_e$ )과 형광( $L_f$ )을 분리하기 위한 하프 미러 등이 마련되어 있다. 또한, 본체부(1)에 대해서는, 전술한 구성에 한정되는 것이 아니다. 본체부(1)는 펄스광을 조사하였을 때의 형광 수명의 변화에 의해, 온도를 측정하고 있다.

<14> 광원에는 파장이 대략 600 nm인 황색 LED(발광 다이오드)를 이용하는 것이 바람직하다. 여기서는, 예컨대, 입수용이한, 중심 파장 590 nm의 LED를 이용하고 있다. 황색 LED를 이용함으로써, 형광 재료(21)에 대하여 여기광을 안정되게 조사할 수 있게 된다. 또, 황색 LED는 광원의 수명이 길기 때문에, 장시간 동작시키는 것이 가능해진다. 또한, 황색광을 여기광으로서 이용함으로써, 측정의 잡음을 저감시킬 수 있다. 즉, 예컨대, 광검출기로서, 실리콘계 포토다이오드를 이용한 경우, 파장이 짧은 여기광(예컨대, 파장 405 nm)이 입사되면, 실리콘 칩 내에 준위를 형성하여 버린다. 따라서, 암전류가 증가하여, 장시간 사용에 의해 잡음이 증가하여 버린다. 한편, 여기광의 황색광을 이용함으로써, 이러한 암전류의 증가를 저감시킬 수 있다. 따라서, 잡음을 저감시킬 수 있어, 정밀도가 높은 측정을 행할 수 있다. 또한, 형광체(25)로서 루비를 이용한 경우, 황색광에 대한 흡수가 크다. 따라서, 형광 강도를 높게 할 수 있다.

<15> 다음에, 본 실시형태에 따른 센서 프로브(2)에 대해서 상세히 설명한다. 센서 프로브(2)는, 형광 재료(21)와, 도파로 로드(23)를 갖고 있다. 도파로 로드(23)의 선단에는, 형광 재료(21)가 마련되어 있다.

<16> 도파로 로드(23)는 가늘고 긴 로드 형상을 갖고 있다. 도파로 로드(23)는, 예컨대, 광을 전파하는 석영 로드나 광파이버 등의 도파로 부재이다. 또한, 복수의 광파이버를 묶은 번들 파이버를 이용하여도 좋다. 따라서, 도파로 로드(23)는 석영이나 유리 등의 굴절률이 높은 투명 재질에 의해 구성되어 있다. 본체부(1)로부터의 여기광( $L_e$ ) 및 형광 재료(21)에서 발생한 형광( $L_f$ )은, 도파로 로드(23) 내에서 전(全)반사를 반복하여 전파 해간다. 즉, 도파로 로드(23)는 여기광( $L_e$ )을 형광 재료(21)에 조사하기 위한 투광로가 된다.

<17> 형광 재료(21)는 분말형 형광체(25)를 갖고 있다. 즉, 형광 재료(21)는 형광체 분말의 집합체로 구성되어 있다. 또한, 도파로 로드(23) 및 형광 재료(21)를 보호하는 보호관을 마련하여도 좋다. 형광체(25)로서는, 예컨대, 루

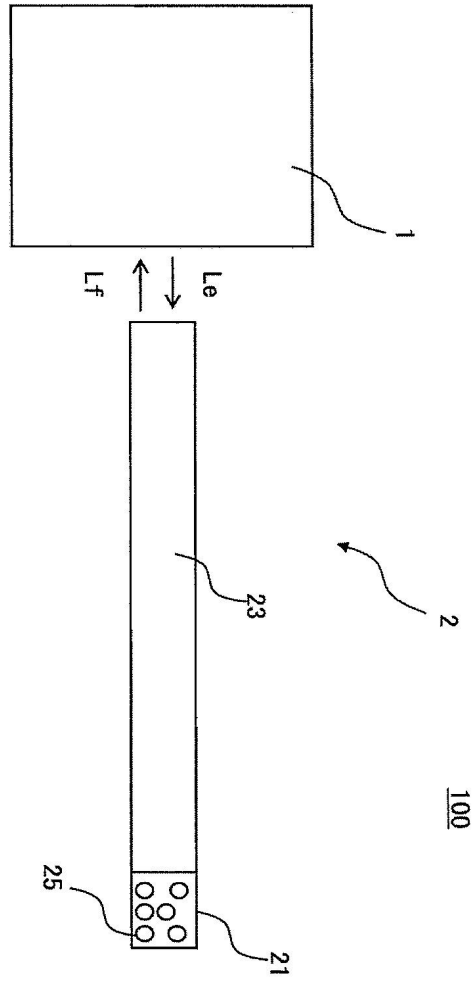
비나 알렉산드라이트 등의 분말을 이용할 수 있다. 여기서는, 파우더 루비를 형광체(25)로서 이용하고 있다. 또, 바인더 등을 이용하여 형광체(25)를 포함하는 형광 재료(21)를 도파로 로드(23)의 선단에 고착하여도 좋다.

- <18> 형광체(25) 분말의 입자 직경을 60  $\mu\text{m}$ ~100  $\mu\text{m}$ 로 하고 있다. 즉, 형광 재료(21)에 포함되는 형광체(25)의 입자 직경은, 60  $\mu\text{m}$ ~100  $\mu\text{m}$ 의 범위에 포함되어 있다. 이에 따라, 형광 강도를 높게 할 수 있어, 안정된 측정이 가능해진다. 즉, 종래 기술에 비해서 입자 직경을 크게 하면, 도 2에 도시하는 바와 같이, 형광체(25)의 입자(26)와 입자(26) 사이에 간극이 형성된다. 도 2는 형광 재료 내의 형광체(25) 분말을 확대하여 도시하는 도면이다. 도 2에서, 실선 화살표가 입사광의 전파 경로를 나타내며, 파선 화살표가 형광의 전파 경로를 나타내고 있다. 또한, 도 2에서는, 각각의 입자(26)가 구형으로서 나타내어지고 있지만, 실제 분말은 미소한 요철을 갖는 이형 형상으로 되어 있다. 형광체의 입자(26)와, 코팅되는 물질의 계면에서의 프레넬 반사에 의해, 여기광이 확산 반사된다. 따라서, 여기광이 형광 재료 내에 깊이 진입할 수 있다. 여기광의 형광 재료 내의 전파 거리가 연장되어, 형광 강도를 높게 할 수 있다.
- <19> 이와 같이, 형광 강도가 높아짐으로써, 안정된 측정이 가능해진다. 즉, 본체부(1)에 마련되어 있는 검출 회로에서, 잡음에 대한 형광 강도를 높게 할 수 있다. 따라서, 신호대 잡음비를 개선할 수 있어, 산출되는 형광 수명이 노이즈의 영향을 받기 어렵게 된다. 또한, 입자 직경을 일정 범위로 같게 함으로써, 분말의 내부 응력이 갖추어진다. 분말의 내부 응력이 갖추어지기 때문에, 형광 수명의 변동을 저감할 수 있다. 이에 따라, 안정된 측정이 가능해진다. 또, 센서 프로브 간의 호환성을 높게 할 수 있어, 센서 프로브마다 교정할 필요가 없어진다. 따라서, 온도 센서의 조정 비용을 내릴 수 있다. 또한, 입자 직경 60  $\mu\text{m}$ ~100  $\mu\text{m}$ 의 넓은 범위의 분말을 이용할 수 있기 때문에, 분말의 이용 효율이 높아진다.
- <20> 형광체(25)의 제조 방법에 대해서 설명한다. 우선, 베르누이법 등의 결정 성장 방법을 이용하여, 잉곳을 제조한다. 이에 따라, 단결정, 또는 다결정의 루비 결정 잉곳이 형성된다. 그리고, 루비 결정을 산산조각 낸 후, 교반하여, 농도 분포를 균일하게 한다. 이에 따라, 결정 방위의 의존성이 없어진다. 다음에, 루비 분말의 입자 직경을 일정 범위로 같게 한다. 여기서는, 루비 분말을 사이즈별로 체쳐 나눈다. 입자 직경은, 중량법, 메쉬법, 레이저 입도 분포 측정법으로 나누어진다. 여기서는, 간이하하게 분립하기 위해 메쉬법을 이용한다. 예컨대, 메쉬의 개구 사이즈에 의해, 다른 입자 직경마다 체쳐 나눌 수 있다.
- <21> 여기서는, 정사각형의 메쉬를 이용하여, 분말을 사이즈별로 체쳐 나눈다. 예컨대, 약 100  $\mu\text{m}$ ×100  $\mu\text{m}$  사이즈의 메쉬와, 약 60  $\mu\text{m}$ ×60  $\mu\text{m}$  사이즈의 메쉬를 준비한다. 그리고, 분쇄한 분말을 2개의 메쉬에 통과시킴으로써, 입자 직경 사이즈의 범위를 규정할 수 있다. 예컨대, 100  $\mu\text{m}$ 의 메쉬를 통과한 후, 60  $\mu\text{m}$ 의 메쉬를 통과시키면, 60  $\mu\text{m}$ ~100  $\mu\text{m}$ 의 입자 직경의 분말을 분립할 수 있다. 이와 같이, 사이즈별 메쉬를 이용함으로써, 간편히 분립할 수 있기 때문에, 생산성을 향상시킬 수 있다. 2개 이상의 메쉬를 통과함으로써, 분말의 크기를 같게 할 수 있어, 입자 직경이 일정한 범위에 포함되게 된다. 이에 따라, 형광 특성을 안정화시킬 수 있다. 또한, 약 80  $\mu\text{m}$ ×80  $\mu\text{m}$  사이즈의 메쉬와, 약 40  $\mu\text{m}$ ×40  $\mu\text{m}$ 의 메쉬를 이용하여 동일하게 체쳐 나눔으로써, 하기의 측정 시험을 행할 수 있다.
- <22> 다음에, 형광체(25)의 입자 직경 범위를 바꾸었을 때의 측정 결과의 일례에 대해서 도 3~도 6을 이용하여 설명한다. 여기서는, Cr 농도가 0.2 mass%(wt%)일 때의 파우더 루비를 이용하여 형광 수명을 측정하였다. 즉, 알루미나에 대하여 0.2 mass%의 크롬을 함유시켰다. 입자 직경이 어느 일정한 범위에 있는 파우더 루비의 집합체를 4샘플씩 준비하였다. 그리고, 측정 대상을 실온으로 하여 전(全)샘플의 측정을 행하여, 형광 수명의 변동을 조사하였다. 구체적으로는, 4샘플의 측정 결과의 표준 편차를 형광 수명의 변동으로 하였다.
- <23> 도 3 및 도 4에서는, 입자 직경 범위를 바꾸었을 때의 형광 수명의 변동이 도시되어 있다. 도 3 및 도 4에서는, 각각 4종류의 입자 직경 범위의 샘플에 대한 형광 수명의 변동이 도시되어 있다. 도 3에서는, 입자 직경의 어느 상한값 이하의 범위에 있는 파우더 루비가 집합하고 있는 샘플의 측정 결과이며, 도 4는 입자 직경의 어느 하한값 이상 또한 상한값 이하의 범위에 있는 파우더 루비가 집합하고 있는 샘플의 측정 결과이다. 즉, 도 3에 도시하는 결과에서는, 입자 직경의 상한값만이 설정되며, 도 4에 도시하는 결과에서는 입자 직경의 상한값 및 하한값이 설정되어 있다.
- <24> 도 3의 측정 결과에서 이용된 입자 직경의 범위를 범위 A~범위 D로 하며, 도 4의 측정 결과에서 이용된 입자 직경의 범위를 범위 E~범위 H로 한다. 범위 A의 측정은 입자 직경이 100  $\mu\text{m}$  이하에서의 측정이며, 범위 B의 측정은 입자 직경이 80  $\mu\text{m}$  이하에서의 측정이고, 범위 C의 측정은 입자 직경이 60  $\mu\text{m}$  이하에서의 측정이며, 범위 D의 측정은 입자 직경이 40  $\mu\text{m}$  이하에서의 측정이다. 범위 E의 측정은 100  $\mu\text{m}$ ~80  $\mu\text{m}$ 의 범위에 포함되는 입자 직경에서의 측정이며, 범위 F의 측정은 80  $\mu\text{m}$ ~60  $\mu\text{m}$ 의 범위에 포함되는 입자 직경에서의 측정이고, 범위 G의

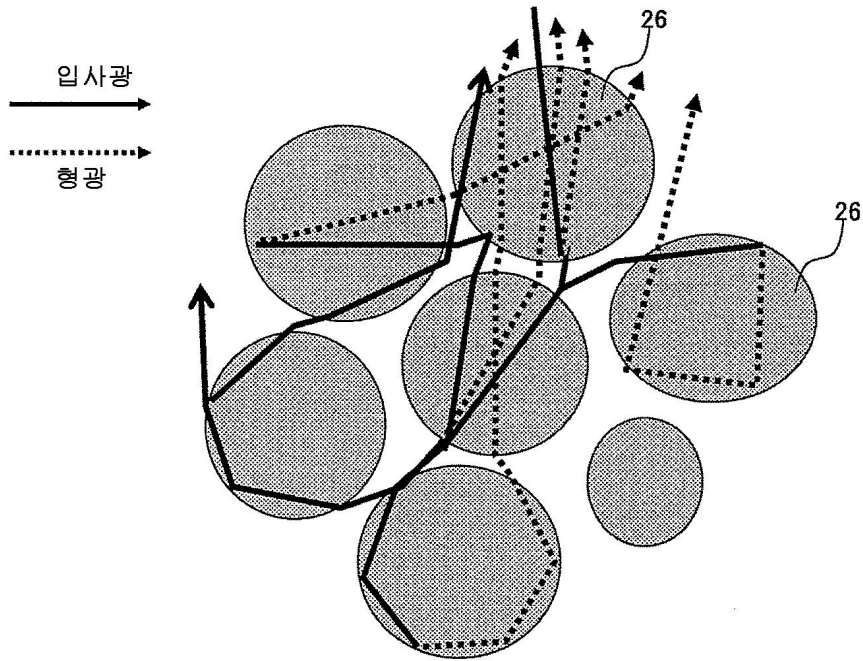


도면

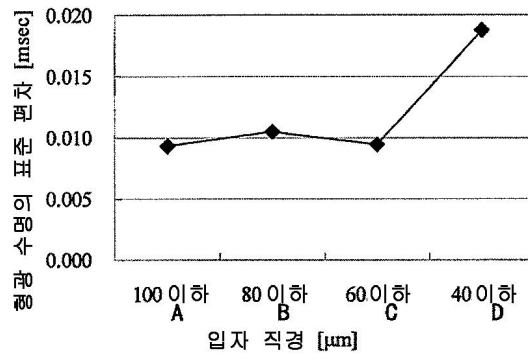
도면1



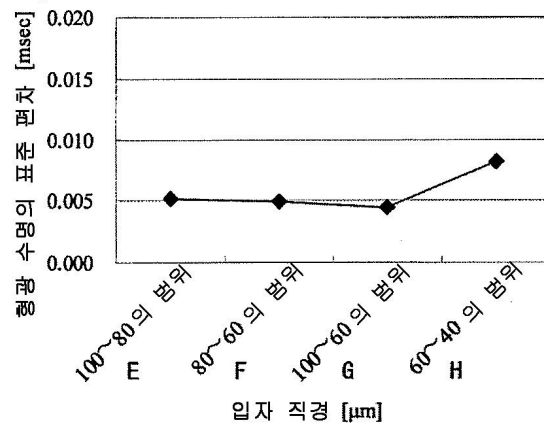
도면2



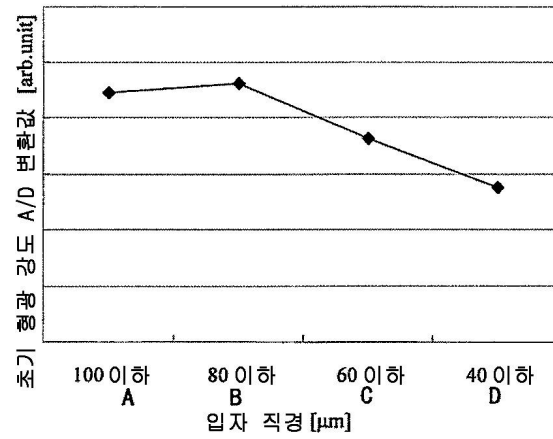
도면3



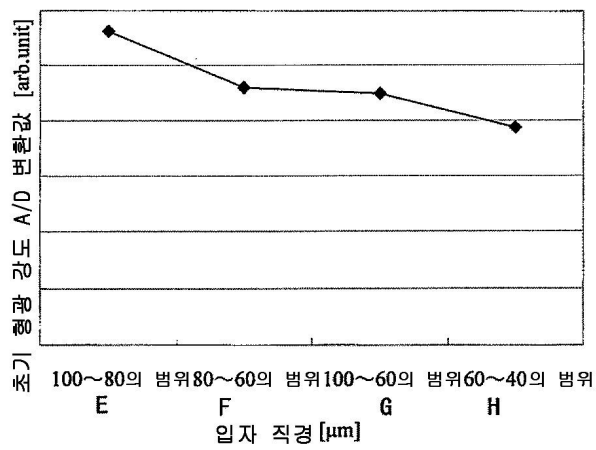
도면4



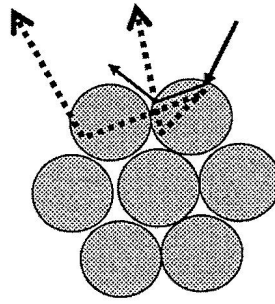
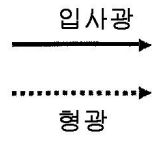
도면5



도면6



도면7



작은 입자의 모임