



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0054155
(43) 공개일자 2012년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B22F 3/11 (2006.01) B22F 9/16 (2006.01)

B05B 5/025 (2006.01) B05D 1/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0115399

(22) 출원일자 2010년11월19일

심사청구일자 2012년01월17일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산 남구 무거2동 산29

(72) 발명자

김병기

서울특별시 강서구 양천로 489, 우성 아파트 10
2동 205호 (가양동)

공영민

울산광역시 울주군 범서읍 구영로 75-25, 동문굿
모닝힐아파트 102동 102호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

안승태

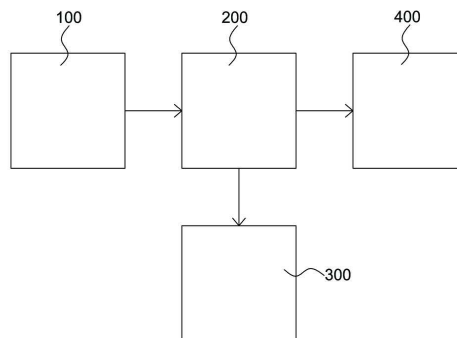
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 정전분무법을 이용한 금속 다공체 제조 시스템

(57) 요약

기공크기를 균일하게 하여 기공이 막히는 것을 방지하고, 평균 기공 크기가 $200\mu\text{m}$ 에 달하는 미세 다공체의 형성이 가능하며, 프라이머층이 필요하지 않는 정전분무법을 이용한 금속 다공체 제조 시스템을 제공한다. 이 금속 다공체 제조 시스템은 입도가 $0.05\sim 0.15\mu\text{m}$ 이고, 평균입도가 $0.1\mu\text{m}$ 인 극미세한 금속분말을 제조하는 분말제조장치와, 분말제조장치에 의해 제조된 금속분말이 균일하게 분산된 콜로이드를 프리폼에 도포하는 정전분무장치와, 정전분무장치에 의해 도포되는 프리폼을 제조하는 프리폼 제조장치 및 프리폼에 도포된 콜로이드의 액상과 프리폼을 제거하고 금속분말을 소결하여 금속 다공체를 제조하는 소결장치를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김진천

울산광역시 남구 문수로409번길 20, 201동 1003호
(신정동, 문수로아이파크)

류호진

울산광역시 중구 도화골길 28, 103동 403호 (복산
동, 남운럭키맨션)

이용희

울산광역시 동구 명덕로 30, 108동 1001호 (서부
동, 명덕패밀리아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 M-2009-01-0020

부처명 지식경제부

연구사업명 지식경제 기술혁신사업[소재원천기술개발사업]

연구과제명 극미세 합금 분말 다공성 소재 기술

주관기관 울산대학교 산학협력단

연구기간 2009.06.01 ~ 2019.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

입도가 0.05~0.15 μm 이고, 평균입도가 0.1 μm 인 극미세한 금속분말을 제조하는 분말제조장치;

상기 분말제조장치에 의해 제조된 상기 금속분말이 균일하게 분산된 콜로이드를 프리폼에 도포하는 정전분무장치;

상기 정전분무장치에 의해 도포되는 프리폼을 제조하는 프리폼 제조장치; 및

상기 프리폼에 도포된 상기 콜로이드의 액상과 상기 프리폼을 제거하고 상기 금속분말을 소결하여 금속 다공체를 제조하는 소결장치를 포함하는 정전분무법을 이용한 금속 다공체 제조 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 분말제조장치는 기중(氣中) 또는 액중(液中) 전기폭발법에 의해 분말을 제조하는 장치인 것을 특징으로 하는 정전분무법을 이용한 금속 다공체 제조 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 정전분무장치는,

상기 금속분말이 균일하게 분산된 상기 콜로이드가 저장된 저장부;

상기 저장부와 연결되며, 모세관으로 형성되는 니들부;

상기 니들부의 하부에 점차 단면이 축소되는 형태를 갖는 콘젯; 및

상기 콘젯의 끝단에는 미세한 관형태의 분사핀을 구비하는 것을 특징으로 하는 정전분무법을 이용한 금속 다공체 제조 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 프리폼은 폴리우레탄인 것을 특징으로 하는 정전분무법을 이용한 금속 다공체 제조 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 금속 다공체를 제조하기 위한 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 정전분무법에 의해 도포된 극미세한 분말을 소결하여 이루어진 금속 다공체를 제조하는 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 금속 다공체는 태양전지 및 연료전지의 전극, 환경오염 정화용 필터, 촉매담체, 고효율 열교환 매체 등과 같이 환경, 에너지 산업의 핵심소재로 사용될 수 있다. 또한, 그린카(green car), 초청정 선박, 온실가스 대응 산업, 대형 수소발전, 분산전원발전, 고효율 석유대체 연료 생산 등의 환경, 에너지 기술의 핵심부품으로 급격하게 사용이 증가될 것으로 예상된다.

[0003] 종래에 많이 사용되고 있는 세라믹 다공체는 세라믹 재료가 가지는 고온안전성에도 불구하고 내열충격성이 낮고, 공정이 복잡하며, 고온 소결이 필요하며 가격이 고가인 점이 문제점으로 대두되고 있다. 이를 해결하기 위해 금속 다공체가 세라믹 다공체를 대체하고, 또한 금속 특성을 활용한 새로운 영역으로 그 응용분야가 확대될 것으로 기대된다. 특히 고기능 금속 다공체 폼(foam)은 스폰지 형태의 3차원 망목구조를 구현할 수 있어서 입자상물질의 내부포집이 가능하고 배압이 적다는 장점으로 그 활용성이 높아지고 있다.

[0004] 금속분말을 이용한 다공체 제조기술은 일반적으로 금속분말을 슬러리화하여 함침하여 제조하는 방법이 사용되

어 왔다. 슬러리 함침법의 경우, 균일한 함침이 어렵기 때문에 다공체 뼈대(strut)의 굵기가 불균일하게 되고 결국 기공크기의 분포가 불균일하게 된다. 또한, 높은 점도의 슬러리를 사용하기 때문에 미세한 기공을 가진 다공체를 제조할 수 없으며, 기공의 막힘 현상도 발생한다.

[0005] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 제시된 종래의 금속 다공체를 제조하는 방법은 피착재로서 고분자, 예컨대 폴리우레탄으로 이루어진 폼(foam; 이하 프리폼)을 제조한 후, 그 폼 위에 상기 금속분말의 부착성을 높이기 위하여 프라이머층(primer layer)을 형성한다. 프라이머층은 주로 니켈(Ni)기 합금이 사용되며, 물리기상 증착, 전착(electroplating), 열처리 과정을 통하여 형성된다. 그런 다음, 프라이머층 상에 결합재(binder)를 도포한 후에 상기 금속분말을 분사하여 결합재와 혼합한다. 이어서, 바인더와 프리폼을 제거하는 것과 함께 상기 금속분말을 소결(sintering)하는 공정을 거쳐, 금속 다공체를 제조한다.

[0006] 그러나 상기 제조방법에 의하면, 니켈기 합금과 같은 재질로 이루어진 프라이머층이 필수적으로 요구된다. 그런데, 니켈기 합금은 고온에서의 산화저항성이 높지 않기 때문에 사용온도의 한계가 있으며, 다공체의 수명이 짧아지는 단점이 있다. 또한, 미세분무법(atomizing)을 통하여 제조된 금속분말의 평균입경은 수십 μm 크기를 가진다. 이러한 수십 μm 크기의 분말을 이용하여 다공체를 제조하면, 기공크기가 불균일하고 기공이 막히는 현상이 발생할 수 있다. 나아가, 종래의 분말에 의해 제조된 다공체는 기공의 크기가 약 200 μm 에 달하는 미세한 기공을 형성하기 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서 본 발명이 해결하려는 과제는 기공크기를 균일하게 하여 기공이 막히는 것을 방지하고, 평균 기공 크기가 200 μm 에 달하는 미세 다공체의 형성이 가능하며, 특히 프라이머층이 필요하지 않는 정전분무법을 이용한 금속 다공체 제조 시스템을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 정전분무법을 이용한 금속 다공체 제조 시스템은 입도가 0.05~0.15 μm 이고, 평균입도가 0.1 μm 인 극미세한 금속분말을 제조하는 분말제조장치와, 상기 분말제조장치에 의해 제조된 상기 금속분말이 균일하게 분산된 콜로이드를 프리폼에 도포하는 정전분무장치와, 상기 정전분무장치에 의해 도포되는 프리폼을 제조하는 프리폼 제조장치 및 상기 프리폼에 도포된 상기 콜로이드의 액상과 상기 프리폼을 제거하고 상기 금속분말을 소결하여 금속다공체를 제조하는 소결장치를 포함한다. 여기서, 상기 분말제조장치는 기중(氣中) 또는 액중(液中) 전기폭발법에 의해 분말을 제조하는 장치일 수 있다.

[0009] 본 발명에 있어서, 상기 정전분무장치는 상기 금속분말이 균일하게 분산된 상기 콜로이드가 저장된 저장부와, 상기 저장부와 연결되며, 모세관으로 형성되는 니들부와, 상기 니들부의 하부에 점차 단면이 축소되는 형태를 갖는 콘젯 및 상기 콘젯의 끝단에는 미세한 관형태의 분사핀을 구비할 수 있다. 또한, 상기 프리폼은 폴리우레탄인 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 정전분무법을 이용한 금속 다공체 제조 시스템에 의하면, 극미세한 금속분말을 사용함으로써, 기공 크기를 균일하게 제어하여 기공이 막히는 것을 방지하고, 평균 기공 크기가 200 μm 에 달하는 미세 다공체의 형성이 가능하며, 별도의 프라이머층이 요구되지 않는 금속 다공체를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명에 의한 금속 다공체를 제조하는 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.

도 2는 본 발명에 의한 정전분무장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명에 의한 금속 다공체를 제조하는 방법을 설명하기 위한 부분단면도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예들은 상세히 설명한다. 다음에서 설명되는 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술되는 실시예들에 한정되는 것

은 아니다. 본 발명의 실시예들은 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이다.

[0013] 본 발명의 실시예는 극미세한 금속분말을 사용하여, 기공크기를 균일하게 제어하여 기공이 막히는 것을 방지하고, 평균 기공 크기가 $200\mu\text{m}$ 에 달하는 다공체의 형성이 가능하며, 별도의 프라이머층이 요구되지 않는 금속 다공체의 제조장치를 제시한다. 여기서, 극미세한 금속분말은 입도가 약 $0.05\sim 0.15\mu\text{m}$ 로 평균입도가 약 $0.1\mu\text{m}$ 의 크기를 가지는 분말을 말한다. 이를 위해, 극미세한 금속분말을 제조하는 장치, 상기 금속분말을 프리폼에 도포하는 장치 그리고 소결 등을 통하여 원하는 금속 다공체를 완성하는 장치를 중심으로 상세하게 설명될 것이다.

[0014] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 금속 다공체를 제조하는 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.

[0015] 도 1을 참조하면, 금속 다공체를 제조하는 시스템은 극미세한 금속분말을 제조하는 분말제조장치(100), 분말제조장치(100)에 의해 제조된 금속분말이 균일하게 분산된 콜로이드를 프리폼에 도포하는 정전분무장치(200), 정전분무장치(200)에 의해 도포되는 프리폼을 제조하는 프리폼 제조장치(300) 및 프리폼에 도포된 콜로이드의 액상과 프리폼을 제거하고 상기 금속분말을 소결하여 원하는 금속 다공체를 제조하는 소결장치(400)를 포함하여 이루어진다.

[0016] 분말제조장치(100)는 본 발명의 실시예에 적용되는 극미세한 금속분말을 제조하는 장치이면, 무엇이든지 가능하다. 그중에서, 기중(氣中) 또는 액중(液中) 전기폭발법에 의해 분말을 제조하는 장치가 바람직하며, 더욱 바람직하게는 액중 전기폭발법에 의한 것이다. 잘 알려진 바와 같이, 액중 전기폭발장치는 금속분말을 대량으로 생산하는 것으로, 액체(알콜류와 같은 유기용매)안에 원재료인 금속을 피딩(feeding)한 상태에서 고전압을 이용하여 상기 금속을 폭발시켜 극미세한 금속분말을 얻는 장치이다.

[0017] 정전분무장치(200)는 순수하게 전기력에 의해서만 작은 액적을 형성시켜, 상기 액적을 분무하여 피도포체에 균일한 특성을 가진 도포막을 형성시키는 것을 말한다. 본 발명의 실시예에 의한 극미세한 금속분말은 서로 응집하려는 경향이 매우 강하기 때문에 낮은 분산성을 가진다. 정전분무장치(200)에 의하면, 상기 액적이 전하를 띄고 있어 액적간의 응집을 방지할 수 있다. 정전분무장치(200)에 대해서는 추후에 도 2를 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0018] 프리폼 제조장치(300)는 금속분말이 포함된 콜로이드 상태인 액적이 도포되는 프리폼을 제조하기 위함이다. 상기 프리폼은 본 발명의 금속 다공체의 용도에 따라 사전에 그 형상 및 재질이 결정된다. 프리폼은 소결장치(400)에 의해 금속분말을 소결할 때 일정한 비율로 수축하는 재질이 바람직하며, 본 발명의 실시예에서는 폴리우레탄을 제시한다.

[0019] 소결장치(400)는 정전분무장치(200)에 의해 프리폼에 도포된 도포층에 포함된 액상 및 프리폼을 제거하고 극미세한 금속분말을 소결시켜 원하는 금속 다공체를 형성하는 부분이다. 구체적으로, 분위기 가스가 포함된 소결챔버에 도포된 프리폼을 투입하고 일정한 온도와 압력으로 소결하면, 도포층에 포함된 액상 및 프리폼은 열에 의해 제거되고 극미세한 금속분말은 서로 결합하여 소결층을 형성한다. 이때, 다공체의 기공크기는 정해진 소결조건에서 프리폼이 수축되는 정도와 소결층의 두께에 의해 결정된다.

[0020] 본 발명의 제조장치에 의하면, $200\mu\text{m}$ 에 달하는 기공크기를 가진 금속 다공체를 제조할 수 있다. 이와 같은 기공의 크기는 평균입경이 수십 μm 크기를 가진 종래의 금속분말로 구현할 수 없는 것이다. 이에 따라, 극미세한 금속분말을 사용함으로써, 다공체의 기공크기를 보다 정밀하고 균일하게 형성할 수 있다. 기공크기를 균일하게 하면, 기공이 막히는 현상을 방지할 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예에 의한 금속 다공체는 극미세한 금속분말을 이용함으로써, 종래의 atomization법에 의해 제조된 금속 다공체보다 훨씬 작은 기공 크기 및 기공률의 제어가 가능하다. 나아가, 종래와는 달리 니켈기 합금에 의한 프라이머층을 별도로 형성할 필요가 없으므로, 니켈기 합금으로 인한 고온에서의 산화저항성이 떨어지는 것을 방지할 수 있다.

[0021] 도 2는 본 발명의 실시예에 의한 정전분무장치(200)를 설명하기 위한 도면이다. 여기서는 설명의 편의를 위하여 간단한 형태의 정전분무장치(200)를 사례로 제시하였다. 이에 따라, 본 발명의 범주 내에서 다양한 형태의 정전분무장치가 적용될 수 있을 것이다. 예를 들어, 도면에서는 단분산 분포를 갖는 콘젯 형태를 표현하였으나, 경우에 따라 복수개의 콘젯을 가진 멀티젯 형태를 사용할 수 있다.

[0022] 도시된 바와 같이, 정전분무장치(200)는 모세관으로 형성되는 니들(18)을 포함하여 구성된다. 니들(18)의 하부에는 점차 단면이 축소되는 형태의 콘젯(22)이 형성되어 있고, 콘젯(22)의 끝단에는 미세한 관형태의 분사핀(24)을 구비한다. 니들(18)은 금속분말이 균일하게 분산된 콜로이드가 저장된 저장부(10)와 연결된 공급관

(12)으로부터 공급받은 콜로이드가 콘젯(22)을 통과하여 분사핀(24)에서 미세한 액적 형태로 분사되도록 하는 부분이다.

[0023] 콜로이드는 전원(14)과 연결된 전압공급선(16)으로부터 인가된 수kV 내지 수십kV의 전압에 의해 대전된다. 콘젯(22)은 콜로이드의 유량을 줄여 미세한 액적으로 분산하기 위한 것이고, 분사핀(24)은 유량이 줄어든 콜로이드가 미세한 액적으로 분산되어 피도포체(30)에 분무되도록 하는 부분이다. 이때, 니들(18)에는 고전압이 인가되므로, 도시된 바와 같이, 외부로 전류가 누출되지 않도록 하는 절연체(20)에 의해 절연된다.

[0024] 도 3은 본 발명의 실시예에 의한 금속 다공체를 제조하는 방법을 설명하기 위한 부분단면도들이다. 이때, 상기 방법에 적용되는 장치에 대한 설명은 도 1 및 도 2를 참조하기로 한다. 여기서, (a)단계는 프리폼(50), (b)단계는 프리폼(50)에 도포된 도포층(52), 그리고 (c)단계는 최종적인 금속 다공체(60)의 형상을 개략적으로 나타낸 것이다.

[0025] 도 3에 의하면, 먼저 원하는 금속 다공체(60)의 형상, 특히 기공(P3)의 크기에 맞추어 사전에 설정된 기공(P1)을 가진 프리폼(50)을 제조한다. 프리폼(50)은 프리폼 제조장치(300)에서 제조되며, 소결장치(400)의 소결조건에서 일정한 수축률로 줄어드는 재질이 바람직하며, 폴리우레탄이 보다 바람직하다. 그 후, 분말제조장치(100)에서 제조된 극미세 금속분말이 포함된 콜로이드를 정전분무장치(200)에 의해 프리폼(50) 위에 일정한 두께로 도포층(52)을 형성한다. 이에 따라, 도포층(52)은 알콜류와 같은 유기용매, 계면활성제를 포함한 분산제 및 극미세 금속분말을 포함한다. 도포층(52)이 형성된 프리폼(50)은 도시된 바와 같이 도포되지 않은 상태의 기공(P1)보다 작은 기공(P2)을 이룬다.

[0026] 이어서, 소결장치(400)에 도포층(52)이 형성된 프리폼(50)을 투입한 후, 사전에 설정된 소결조건인 온도, 압력 및 분위기 가스에서 소결하여 금속 다공체(60)을 제조한다. 이때, 소결조건은 특별하게 제한하는 것은 아니나, 예를 들어 콜로이드에 포함된 금속분말의 양, 금속분말의 크기, 금속분말의 용점, 프리폼의 수축률, 콜로이드를 이루는 용매의 점도 등을 고려하여 정해질 수 있다. 위와 같은 소결조건에서는 프리폼(50)은 수축하면서 금속 다공체의 기공(P3)을 이루고 금속분말의 소결이 일어나면서 열분해에 의해 제거된다.

[0027] 본 발명의 금속 다공체의 제조방법에 의하면, 기공(P3)이 약 $200\mu\text{m}$ 크기를 가진 금속 다공체(60)를 제조할 수 있다. 이와 같이 미세한 기공(P3)의 크기를 구현할 수 있는 이유는 본 발명에 사용되는 금속분말의 입도가 약 $0.05\sim 0.15\mu\text{m}$ 로 평균입도가 약 $0.1\mu\text{m}$ 이므로, 정밀하게 기공의 크기를 제어할 수 있기 때문이다. 나아가, $200\mu\text{m}$ 보다 큰 기공(P3) 크기를 가진 금속 다공체의 기공크기도 균일하게 조절할 수 있다.

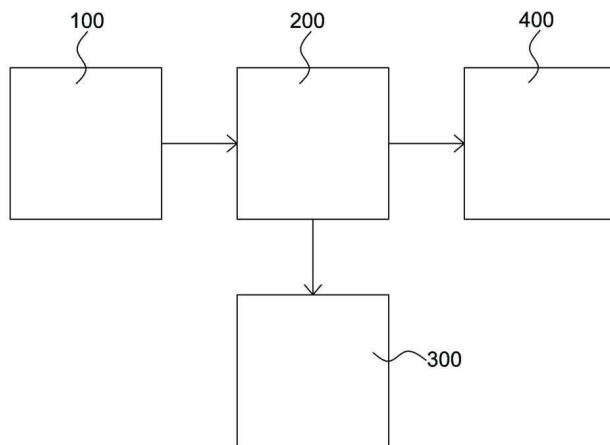
[0028] 이상, 본 발명은 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 변형이 가능하다.

부호의 설명

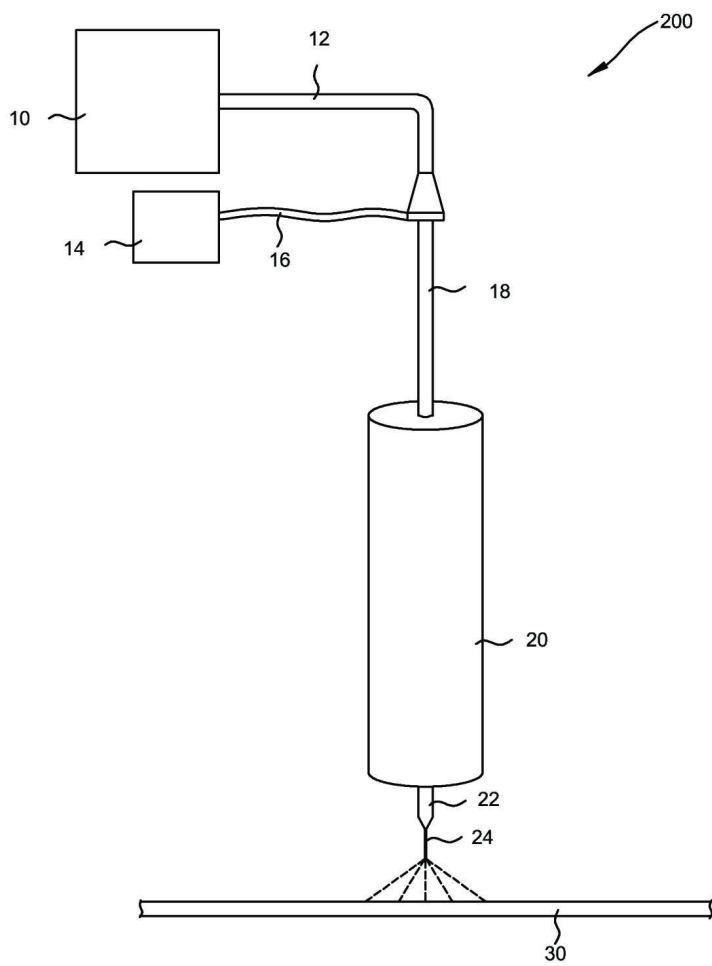
[0029]	10; 저장부	12; 공급관
	14; 전원	16; 전압공급선
	18; 니들	20; 절연체
	22; 콘젯	24; 분사핀
	30; 피도포체	50; 프리폼
	52; 도포층	60; 금속 다공체
	100; 분말제조장치	200; 정전분무장치
	300; 프리폼 제조장치	400; 소결장치

도면

도면1



도면2



도면3

