

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>B22F 9/08

(11) 공개번호 특2001-0024728

(43) 공개일자 2001년03월26일

(21) 출원번호	10-2000-7006602		
(22) 출원일자	2000년06월16일		
번역문제출일자	2000년06월16일		
(86) 국제출원번호	PCT/EP1998/08180	(87) 국제공개번호	WO 1999/30858
(86) 국제출원출원일자	1998년12월14일	(87) 국제공개일자	1999년06월24일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투 칼 스웨덴 핀란드 알바니아 사이프러스		
국내특허 : 캐나다 중국 일본 대한민국 미국			
(30) 우선권주장	19758111.0	1997년12월17일	독일(DE)
(71) 출원인	술츠, 군터		
(72) 발명자	독일 데-99885 오드르프 고테르 슈트라세 33 술츠, 군터		
(74) 대리인	독일 데-99885 오드르프 고테르 슈트라세 33 이상섭, 김승호, 나영환		

**심사청구 : 없음****(54) 용융물을 가스로 분무화하여 미립 분말을 생성하는 방법 및 장치****요약**

본 발명은 용융물을 가스로 분무화하여 외형이 구형인 것이 바람직한 미립 분말을 생성하는 방법에 관한 것이다. 불순물이 있는 용융물에 기인한 페색 및 열손실에 기인한 동결로 인해 작동 정지 시간이 생기는 것을 회피하면서 가스로 분무화되는 미립 분말을 경제적으로 제조하기 위해, 본 발명은 유출 횡단면(8)이 대략 사각형인 용융물 노즐(4)로부터 막(6)의 형태의 용융물(5)을 유출할 것을 제안한다. 이어서, 용융물을 횡단면이 대략 사각형이고 우선 수령했다가 다시 발산하는 종류가 흐르는 선형 라발 노즐(3)의 형태의 가스 노즐(3)을 통해 분무화 가스와 함께 유출하고, 그 경우에 가속 종류 가스 흐름은 라발 노즐(3)의 수령하는 부분에서 용융물 막(6)을 안정화시키는 동시에 용융물 막(6)이 라발 노즐의 가장 좁은 횡단면(9)을 통과한 후에 그 전 길이에 걸쳐 균일하게 분무화될 때까지 그 용융물 막(6)을 연장시킨다.

**대표도****도1****명세서****기술분야**

본 발명은 용융물을 가스로 분무화하여 외형이 구형인 것이 바람직한 미립 분말을 생성하는 방법 및 그 미립 분말을 생성하는 노즐에 관한 것이다.

**배경기술**

금속 분말을 생성하기 위한 가스 분무화 기술은 공업적으로 널리 보급되어 있다. 그러한 기술에 사용되는 노즐 구조는 하나 또는 다수의 가스 노즐로부터 압력 하에 있는 분무화 가스가 누출되고, 그 분무화 가스가 용융물 노즐로부터 유출되는 용융물에 각도를 이룬 채로 난류성 분출물로서 접근하여 그 용융물을 분무화한다는 점에서 모두 공통적이다. 각종의 노즐 구조에 관한 개요는 예컨대 에이 제이 윌과 제이 제이 던클레이(A. J. Yule and J. J. Dunkley)의, "용융물의 분무화(Atomization of Melts)"란 제목의, 옥스포드(Oxford, 1994)의 제165면 내지 제189면으로부터 인용될 수 있다. 가스는 용융물로 가는 도중에 그 에너지의 대부분을 상실한다. 그 결과, 분무화 가스 압력이 약 35 bar에 이르는 경우에도 분무화 상태의 평균 입자 직경( $d_{50}$ )이 약 50  $\mu\text{m}$  이상인 상대적으로 조대한 금속 분말이 얻어진다. 그와 같이 생성된 분말은 대부분 넓은 범위에 걸친 입자 크기 분포를 나타내는데, 그 이유는 분무화 임펄스가 난류로 인해 심하게 요동하기 때문이다. 제이 킹(J. King) 등의, "액체 금속 분무화를 위한 신규한 고압 가스 분무화 노즐(A novel high pressure gas atomizing nozzle for liquid metal atomization)"란 제목의, Adv. Powder Metallurgy and Particulate Materials, 1996의 제97면 내지 제108면으로부터 작업 압

력이 100 bar에 이르는 특수한 고압 노즐이 공지되어 있는데, 그 고압 노즐은 가스 소비량이 클 경우에 약 20  $\mu\text{m}$ 의 평균 입자 크기를 생성할 수 있다. 난류성 가스류에 의한 모든 공지의 방법은 평균 입자 직경( $d_{50}$ )이 약 10  $\mu\text{m}$ 인 미립 분말을 직접 생성하기에는 부적합하다.

DE 33 11 343 A1로부터 예열된 분무화 가스와 함께 동심상의 라발 노즐(Laval nozzle)에 층류 가스류를 사용할 것을 제안하는 금속 미립 분말 생성 방법 및 그 방법을 실시하는 장치가 공지되어 있다. 용융물 노즐은 라발 노즐의 수령 부분에 있도록 위치된다. 즉, 용융물 노즐은 라발 노즐 속으로 돌출되도록 위치된다. 라발 노즐의 상부에서의 흐름은 층류이다. 난류성 가스류에 의한 방법과는 대조적으로, 예컨대 지 슬츠(G. Schulz)의 간행물, "층류 음속 및 초음속 가스 흐름 분무화(Laminar sonic and supersonic gas flow atomization)"란 제목의, PM2TEC '96, World Congress on Powder Metallurgy and Particulate Materials, USA, 1996의 제1면 내지 제12면에 공개되고 도 2에 도시되어 있는 바와 같이 단위 가스 소비량이 비교적 작으면서도 입자 크기가 좁은 범위에 걸쳐 분포하는 미립 분말이 얻어진다. 평균 입자 크기가 10  $\mu\text{m}$ 인 강 분말을 생성하는데 소비되는 단위 가스 소비량은 약 12.5 kg 내지 14.2 kg Ar/kg의 강에 대응하는 7 내지 8 N $\cdot$ m Ar/kg이다.

DE 35 33 964 A1로부터 분무화 가스를 가열이 가능한 방사 대칭형 가스 호퍼를 경유하여 라발 노즐에 유입하고, 그러한 가스 호퍼의 내부에 배치된 용융물 노즐로부터 유출되는 금속을 가열된 가스 호퍼로부터 나오는 분출물을 통한 열전달에 의해 과열하거나 가열하는 구형 미립 분말 생성 방법 및 장치가 공지되어 있다.

또한, DE 37 37 130 A1로부터 라발 노즐 중에서 흐르는 가스에 의해 발생되는 부압(負壓)을 사용하여 별개의 용융 장치로부터 용융물을 흡인하는 미립 분말 생성 방법 및 장치가 공지되어 있다. 그 경우에도 역시 용융물 노즐이 라발 노즐의 내부에 배치되는 방사 대칭형 노즐 시스템이 사용된다.

또한, 지 슬츠의 간행물, "층류 음속 및 초음속 가스 흐름 분무화"란 제목의 The NANOVAL-Process", Adv. Powder Metallurgy and Particulate Materials, 1996의 제43면 내지 제54면으로부터 금속 미립 분말을 생성할 경우에는 방사 대칭형 노즐로부터 유출되는 질량 흐름을 작게 유지하는 것이 필요하다고 공지되어 있다. 그 간행물에는 용융물 노즐 직경이 1 mm 미만일 경우에 그러한 질량 흐름이 12 내지 30 kg/h로 주어져 있다.

공지의 모든 방법은 종대한 기술적 단점 및 경제적 단점을 수반한다는 점에서 공통된다. 즉, 용융물 노즐 직경이 1 mm 미만인 종래에 사용되던 동심상의 노즐 시스템 또는 방사 대칭형의 노즐 시스템은 그 구성 형태로 인해 훨씬 더 들어온 외래 입자 또는 가스 기포에 의한 기계적 폐색에 매우 취약하다. 또한, 용융물 체적에 대한 용융물 노즐 외표면의 비율이 열악하게 주어지기 때문에, 바람직하지 않게도 용융물 노즐이 동결되도록 할 수 있는 높은 열손실이 발생하고, 그럴 경우에는 기계적 폐색의 경우와 마찬가지로 분무화가 단절되고 작동 정지 시간이 길어지는 결과를 가져온다. 또한, 종래에는 낮은 생산 능력을 얻을 수 있었을 뿐이고, 단위 가스 소비량도 높았다. 미립 분말을 생성할 때에는 생산 능력 및 단위 가스 소비량이 전적으로 제조 비용을 결정하게 된다. 따라서, 가스 소비량이 낮고 생산 능력이 높은 것을 그 특징으로 하는 분무화 방법에 대한 필요성이 제기되고 있다.

### 발명의 상세한 설명

그러한 선행 기술을 고려하여 이루어진 본 발명의 목적은 전술된 단점을 회피하면서 저렴하게 가스 분무화 미립 분말을 제조할 수 있도록 서두에 전제된 방법을 개선하는 것이다. 또한, 불순물이 있는 용융물에 기인한 폐색 및 열손실에 기인한 동결로 인해 작동 정지 시간이 생기는 것을 회피해야 한다. 무엇보다도, 금속 용융물, 금속 합금 용융물, 염 용융물, 염 혼합물 용융물 또는 중합체 용융물이 대량 생산 기법으로 저렴하게, 특히 낮은 가스 소비량 및 높은 용융물 처리 용량으로 미세하고 균일하게 분무화되어야 한다. 또한, 용융물 노즐은 불순물이 있는 용융물에 기인한 기계적 폐색 및 동결에 대해 매우 안정적이어야 한다.

그러한 목적은 본 발명에 따라 유출 획단면이 대략 사각형인 용융물 노즐로부터 막의 형태의 용융물을 유출한 후에 이어서 획단면이 대략 사각형이고 우선 수령했다가 다시 발산하는 층류가 흐르는 선형 라발 노즐의 형태의 가스 노즐을 통해 분무화 가스와 함께 유출하고, 가속 층류 가스 흐름이 라발 노즐의 수령하는 부분에서 용융물 막을 안정화시키는 동시에 용융물 막이 라발 노즐의 가장 좁은 획단면을 통과한 후에 그 전 길이에 걸쳐 균일하게 분무화될 때까지 그 용융물 막을 연장시키도록 함으로써 달성된다.

놀랍게도, 대략 사각형의 용융물 노즐로부터 처음 유출되는 용융물은 자유로운 유출 상태에서 그 큰 표면으로 인해 불안정하게 되지만, 역시 대략 사각형으로 형성된 라발 노즐의 수령 부분에서 가속 가스 흐름 중에 도입되면 성공적으로 안정화될 수 있다. 그에 의해, 용융물 체적에 대한 용융물 노즐 외표면의 양호한 비율이 얻어져서 동결로 인한 폐색이 배제된다. 또한, 오염된 용융물에 있는 개개의 외래 입자는 가장 불리한 경우에도 용융물 노즐의 획단면의 적은 부분에만 영향을 미칠 수 있고, 그에 따라 분무화 과정이 중단되지 않는다. 라발 노즐의 가장 좁은 획단면의 아래에서는 단위 임펄스가 높은 용융물 막이 외형이 구형인 것이 바람직한 미립 분말로 균일하게 분무화된다.

본 발명의 다른 바람직한 구성에 따르면, 라발 노즐의 위의 압력과 라발 노즐의 아래의 압력간의 비율을 사용되는 분무화 가스의 임계 압력 비율 이상으로 하여 가스가 라발 노즐의 가장 좁은 획단면에서 한계 속도에 도달되도록 한다. 그러한 압력 비율은 > 2인 것이 바람직하고, > 10인 것이 더욱 바람직하다.

본 발명의 또 다른 바람직한 구성에 따르면, 분무화 가스를 예열한다. 본 발명의 또 다른 바람직한 구성에 따르면, 용융물 노즐로부터 유출되는 용융물을 복사에 의해 가열한다. 그러나, 분무화 가스의 예열 및 복사에 의한 용융물의 가열은 본 발명의 방법을 실시할 수 있기 위한 필수적인 전제 조건은 아니다. 분무화 가스의 예열 및 용융물 노즐로부터 유출되는 용융물의 복사에 의한 가열을 생략함으로써 한편으로 장치에 의한 비용을 대폭적으로 줄이고 다른 한편으로 에너지를 절감하는 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 바람직한 구성에 따르면, 오염된 용융물도 역시 용융물 노출을 통해 분무화할 수 있다. 분무화하려는 용융물로서는 금속, 금속 합금, 염, 염 혼합물 또는 중합체와 같은 가용성 플라스틱을 사용하는 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 바람직한 구성에 따르면, 분무화하려는 용융물은 분무화 가스와 반응하지 않는다. 즉, 가스에 대해 불활성이다. 분무화하려는 재료가 분무화 가스와 반응하지 않으면, 즉 가스에 대해 불활성이면, 표면 장력의 영향 하에 용융물 액적으로부터 구형 입자가 형성된다. 본 발명의 또 다른 구성에 따르면, 분무화하려는 용융물은 전체적으로 또는 부분적으로 분무화 가스와 반응한다. 분무화하려는 재료, 즉 용융물이 전체적으로 또는 부분적으로 분무화 가스와 반응하게 되면, 용융물 액적이 균일한 구로 되는 것을 방해할 수 있는 반응 생성물이 형성되어 분말 입자가 불균일하게 형성된다. 바람직하게는 입자가 적어도 부분적으로 여전히 액체 상태로 있는 시간 사이에 입자 분출물 중에 기판을 두게 되면, 반제품의 제조, 즉 스퍼터 커머팅이 가능하게 된다.

방법적 측면에 있어서, 라발 노즐의 가장 좁은 횡단면에 대한 용융물 노출 유출구의 횡단면 면적 비율은 선형 시스템의 경우가 방사 대칭형 노즐의 경우보다 항상 더 크다. 다른 조건이 동일할 때에는 가스 및 금속 등의 통과 흐름 양은 대응하는 노즐 횡단면 면적에 비례하기 때문에, 방법상으로 선형 시스템이 더 작은 단위 가스 소비량을 제공한다. 그 경우, 절감량은 노즐 시스템의 길이에 따라 증대된다. 용융물 노출 횡단면 면적과 용융물 통과 흐름 양이 서로 비례함으로 인해 노즐 길이의 조절에 의해 각각의 원하는 생산 능력을 설정할 수 있다. 그 경우, 입자 크기, 입자 크기 분포의 폭 및 입자 형태와 같은 금속 분말의 특징적 특성은 변하지 않은 채로 그대로 유지되지만, 방법상으로 단위 가스 소비량이 떨어지게 된다.

본 발명에 따르면, 본 발명에 따른 방법을 실시하기 위한 장치로서 용융물 노출 및 흐름 방향으로 그 유출구의 아래에 배치된 가스 노즐을 구비한 용융물 분무화 노즐이 제안되어 있는데, 그 용융물 분무화 노즐은 용융물 노즐이 대략 사각형의 유출 단면적을 구비하고, 가스 노즐도 역시 선형 라발 노즐의 형태의 대략 사각형의 횡단면을 구비하며, 가스 노즐이 우선 용융물 막을 안정화시키는 동시에 용융물 막이 가스 노즐의 발산하는 부분에 있는 라발 노즐의 가장 좁은 횡단면을 통과한 후에 그 전 길이에 걸쳐 균일하게 분무화될 때까지 그 용융물 막을 연장시키는 수렴하는 종류 가속 가스 흐름을 생성하는 것을 그 특징으로 한다. 횡단면이 대략 사각형인, 즉 횡단면이 사각형이거나 개괄적으로 사각형에 가까운 본 발명에 따른 노즐에 의하면, 사각형의 길이의 변경에 의해 횡단면 면적이 조절될 수 있으므로, 각각의 임의의 용융물 처리량이 얻어질 수 있고 그러한 형식으로 높은 생산 능력이 제공된다.

본 발명의 바람직한 구성에 따르면, 용융물 노출 및/또는 라발 노즐의 유출 횡단면은 노즐 횡단면의 사각형의 2개의 짧은 측변이 그 짧은 측변의 길이에 해당하는 직경의 반원호로 대체되어 개괄적으로 사각형에 가까운 횡단면이 제공되는 정도로 변경된다.

본 발명의 다른 매우 바람직한 구성에 따르면, 용융물 노출 및/또는 라발 노즐의 유출 횡단면의 긴 측변과 짧은 측변의 비율은 적어도  $> 1$ , 바람직하게는  $> 2$ , 더욱 바람직하게는  $> 100$ 이다. 본 발명의 또 다른 바람직한 구성에 따르면, 가장 좁은 횡단면에서는 선형 라발 노즐의 길이가 용융물 노즐의 길이보다 더 크다. 용융물 노즐의 폭에 대한 라발 노즐의 폭의 비율은  $> 10$ 자  $< 100$ , 특히  $< 10$ 인 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 매우 바람직한 구성에 따르면, 생성될 분말의 입자 크기를 변경시키거나 단위 가스 소비량을 증대시킴이 없이 용융물 노즐의 긴 측변 및 그에 대응하는 라발 노즐의 긴 측변을 동일한 크기 만큼 변경함으로써 용융물 처리량을 원하는 생산 능력으로 조절하게 된다.

본 발명의 또 다른 명세, 특징 및 장점은 본 발명의 바람직한 실시예가 개략적으로 도시된 첨부 도면을 참조로 한 이후의 설명으로부터 명확히 파악될 수 있을 것이다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 분무화 원리를 나타낸 개략적인 사시도이고,

도 2는 라발 노즐의 가장 좁은 횡단면에 용융물 노즐의 유출 횡단면을 투영한 투영도이다.

## 실시예

도 1은 방법 및 장치의 측면에 따른 분무화 원리를 개략적인 사시도로 나타내고 있다. 압력( $p_1$ )이 높은 가스실(1)은 우선 수렴하다가 이어서 발산하는 횡단면이 대략 사각형인 선형 라발 노즐의 형태의 가스 노즐(3)에 의해 압력( $p_2$ )이 낮은 가스실(12)과 분리된다. 그 경우, 라발 노즐의 위의 압력과 라발 노즐의 아래의 압력( $p_1/p_2$ )은 사용되는 분무화 가스의 임계 압력 비율 이상에 해당하여 라발 노즐(3)의 가장 좁은 횡단면에서 가스가 한계 속도에 도달된다. 분무화 가스 압력( $p_1$ )이 높을수록 생성되는 분말이 더욱 미세하게 된다. 유출 횡단면이 대략 사각형인 막 형성 용융물 노즐(4)로부터 용융물이 막의 형태로 유출된다. 그 경우, 용융물 노즐(4)은 주조 디스펜서 또는 용융물 도가니로서 형성된다. 분무화하려는 재료의 용융물(5)은 공자의 방법 기술에 의해 생성되어 마련된다. 용융물 노즐(4)의 유출구는 라발 노즐(3)의 위에 위치되어 그 라발 노즐(3)에 평행하게 정향된다. 압력 차로 인해 분무화 가스가 가스실(1)로부터 가스실(2)로 흐르게 된다. 라발 노즐(3)의 수렴하는 부분에서는 가스가 가장 좁은 횡단면에서 한계 속도에 이를 때까지 종류 흐름으로 가속된다. 가스는 항상 용융물(5)보다 더 높은 속도로 흘러 용융물 막(6)을 안정화시키고 연장시키며 가속시킨다. 최종적으로, 라발 노즐(3)의 가장 좁은 횡단면의 아래에서는 용융물 막(6)이 높은 단위 임펄스로 그 전 길이에 걸쳐 균일하게 용융물 액적으로부터 미립 입자 분출물(7)로 분무화되고, 이어서 그것은 그 열을 방출하여 미립 분말로 응고된다. 안정된 얇은 용융물 막(6)은 평균 입자 직경( $d_{50}$ )이 약 10  $\mu\text{m}$ 인 매우 미세한 분말을 생성하기 위한 전제 조건이

다.

도 2는 용융물 노즐(4)의 유출 면(8)을 라발 노즐(3)의 가장 좁은 횡단면에 투영한 투영도를 도시한 것이다. 용융물 노즐(4)의 유출 횡단면(8) 및 라발 노즐(3)의 가장 좁은 횡단면(9)은 2개의 짧은 측변( $b_{sd}$ ,  $b_{ld}$ )에 직경이 그 짧은 측변( $b_{sd}$ ,  $b_{ld}$ )의 길이에 해당하는 원호를 구비하고, 그에 따라 각각 개괄적으로 사각형에 가까운 횡단면이 제공된다. 그 경우, 도 2에 축척에 맞게 도시되어 있지는 않은 용융물 노즐(4)의 유출 횡단면(8) 및 라발 노즐(3)의 가장 좁은 횡단면의 긴 측변( $a_{sd}$ ,  $a_{ld}$ )과 용융물 노즐(4)의 유출 횡단면(8) 및 라발 노즐(3)의 가장 좁은 횡단면의 짧은 측변( $b_{sd}$ ,  $b_{ld}$ )간의 비율은  $> 10$ 이다. 라발 노즐(3)의 가장 좁은 횡단면(9)의 길이( $a_{ld}$ )는 용융물 노즐(4)의 유출 횡단면(8)에서의 길이( $a_{sd}$ )보다 더 길다. 본 경우에는 용융물 노즐(4)의 폭( $b_{sd}$ )에 대한 라발 노즐(3)의 폭( $b_{ld}$ )의 비율( $b_{ld}/b_{sd}$ )은  $> 10$ 자  $< 100$ 이다.

이하, 가스로 용융물을 분무화하여 미립 분말을 생성하는 방법에 따른 실시예를 설명하기로 한다.

#### 제1 실시예

온도가  $400^{\circ}\text{C}$ 인 땜납 용융물(Sn62Pb36Ag2)을 길이가 30 mm이고 직경이 약 0.5 mm인 15 mm<sup>2</sup>의 사각형 유출 횡단면을 구비한 특연 용융물 노즐로부터 유출한다. 사용된 라발 노즐은 그 가장 좁은 횡단면에서의 길이가 33 mm이고 두께가 3.0 mm이다. 분무화 가스로서는 주위 압력에 대해 20 bar의 과도 압력( $p_1$ )을 수반하는 질소를 사용한다. 가스실(2), 소위 스퍼터 타워에는 역시 0.1 bar의 과도 압력( $p_2$ )을 수반하는 질소가 존재한다. 용융물 처리량이  $8.6 \text{ kg/min} = 516 \text{ kg/h}$ 에 해당하는 143 g/s일 경우에 금속 kg당 질소( $\text{N}_2$ ) 2.8 kg의 단위 가스 소비량으로 분무화가 이루어진다. 생성된 분말에서 얻어진 평균 입자 직경은 9  $\mu\text{m}$ 이다.

#### 제2 실시예

재료 번호 1.7225의 합금(42CrMo4)의 강 용융물을  $1750^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 길이가 50 mm이고 직경이 약 0.7 mm인 35 mm<sup>2</sup>의 사각형에 가까운 유출 횡단면을 구비한 이산화 지르콘 용융물 노즐로부터 유출한다. 라발 노즐은 그 가장 좁은 횡단면에서의 길이가 55 mm이고 두께가 3.5 mm이다. 분무화 가스로서는 주위 압력에 대해 30 bar의 과도 압력( $p_1$ )을 수반하는 아르곤을 사용한다. 스퍼터 타워(2)에는 역시 0.1 bar의 과도 압력( $p_2$ )을 수반하는 질소가 존재한다. 용융물 처리량이  $20 \text{ kg/min}$  및  $1200 \text{ kg/h}$ 에 해당하는 333 g/s일 경우에 금속 kg당 아르곤(Ar) 4.5 kg의 단위 가스 소비량으로 분무화가 이루어진다. 생성된 분말에서 얻어진 평균 입자 직경은 9.5  $\mu\text{m}$ 이다.

#### 제3 실시예

온도가  $1060^{\circ}\text{C}$ 인 은 용융물을 길이가 20 mm이고 직경이 약 1.0 mm인 20 mm<sup>2</sup>의 사각형에 가까운 유출 횡단면을 구비한 특연 용융물 노즐로부터 유출한다. 라발 노즐은 그 가장 좁은 횡단면에서의 길이가 24 mm이고 두께가 4.0 mm이다. 분무화 가스로서는 주위 압력에 대해 18 bar의 과도 압력( $p_1$ )을 수반하는 질소( $\text{N}_2$ )를 사용한다. 스퍼터 타워(2)에는 역시 0.1 bar의 과도 압력( $p_2$ )을 수반하는 질소( $\text{N}_2$ )가 존재한다. 용융물 처리량이  $14 \text{ kg/min}$  및  $840 \text{ kg/h}$ 에 해당하는 233 g/s일 경우에 금속 kg당 질소( $\text{N}_2$ ) 1.67 kg의 단위 가스 소비량으로 분무화가 이루어진다. 생성된 분말에서 얻어진 평균 입자 직경은 9.0  $\mu\text{m}$ 이다.

#### 제4 실시예

온도가  $800^{\circ}\text{C}$ 인 알루미늄 용융물을 길이가 200 mm이고 직경이 약 0.6 mm인 120 mm<sup>2</sup>의 사각형에 가까운 유출 횡단면을 구비한 산화 알루미늄 용융물 노즐로부터 유출한다. 라발 노즐은 그 가장 좁은 횡단면에서의 길이가 205 mm이고 두께가 3.0 mm이다. 분무화 가스로서는 주위 압력에 대해 30 bar의 과도 압력( $p_1$ )을 수반하고 산소 함량이 1%인 질소와 산소의 혼합물을 사용한다. 스퍼터 타워(2)에는 역시 0.2 bar의 과도 압력( $p_2$ )을 수반하는 질소와 산소의 혼합물이 존재하는데, 작은 함량의 산소는 알루미늄 입자와 반응하여 안정된 산화물 층을 형성한다. 용융물 처리량이  $74.1 \text{ kg/min}$  및  $2826 \text{ kg/h}$ 에 해당하는 785 g/s일 경우에 금속 kg당 질소( $\text{N}_2$ ) 5.9 kg의 단위 가스 소비량으로 분무화가 이루어진다. 생성된 분말에서 얻어진 평균 입자 직경은 10.1  $\mu\text{m}$ 이다.

#### 제5 실시예

온도가  $820^{\circ}\text{C}$ 인 염화칼륨 용융물을 길이가 30 mm이고 직경이 약 1.0 mm인 30 mm<sup>2</sup>의 사각형에 가까운 유출 횡단면을 구비한 특연 용융물 노즐로부터 유출한다. 라발 노즐은 그 가장 좁은 횡단면에서의 길이가 33 mm이고 두께가 3.5 mm이다. 분무화 가스로서는 주위 압력에 대해 20 bar의 과도 압력( $p_1$ )을 수반하는 공기를 사용한다. 스퍼터 타워(2)에는 역시 0.1 bar의 과도 압력( $p_2$ )을 수반하는 공기가 존재한다. 용융물 처리량이  $13.2 \text{ kg/min}$  및  $792 \text{ kg/h}$ 에 해당하는 220 g/s일 경우에 염 kg당 공기 22.1 kg의 단위 가스 소비량으로 분무화가 이루어진다. 생성된 분말에서 얻어진 평균 입자 직경은 8.5  $\mu\text{m}$ 이다.

#### 제6 실시예

온도가  $175^{\circ}\text{C}$ 인 폴리에틸렌 용융물(LDPE)을 길이가 30 mm이고 직경이 약 0.5 mm인 15 mm<sup>2</sup>의 사각형 유출 횡단면을 구비한 특수강 용융물 노즐로부터 유출한다. 라발 노즐은 그 가장 좁은 횡단면에서의 길이가 33 mm이고 두께가 3.0 mm이다. 분무화 가스로서는 주위 압력에 대해 10 bar의 과도 압력( $p_1$ )을 수반하는 질소( $\text{N}_2$ )를 사용한다. 스퍼터 타워(2)에는 역시 0.1 bar의 과도 압력( $p_2$ )을 수반하는 질소( $\text{N}_2$ )가 존재한다. 용융물 처리량이  $1.2 \text{ kg/min}$  및  $72 \text{ kg/h}$ 에 해당하는 20 g/s일 경우에 종합체 kg당 질소( $\text{N}_2$ ) 9.1 kg

의 단위 가스 소비량으로 분무화가 이루어진다. 생성된 분말에서 얻어진 평균 입자 직경은 20  $\mu\text{m}$ 이다.

#### <도면 부호의 설명>

1 : 압력이  $p_1$ 인 가스실

2 : 압력이  $p_2$ 인 가스실

3 : 라발 노즐

4 : 용융물 노즐

5 : 용융물

6 : 용융물 막

7 : 입자 분출물

$p_1$  : 라발 노즐의 위의 압력

$p_2$  : 라발 노즐의 아래의 압력

$a_{sd}$  : 용융물 노즐의 길이

$b_{sd}$  : 용융물 노즐의 폭

$a_{ld}$  : 라발 노즐의 길이

$b_{ld}$  : 라발 노즐의 폭

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

용융물을 가스로 분무화하여 외형이 구형인 것이 바람직한 미립 분말을 생성하는 방법에 있어서,

유출 횡단면(8)이 대략 사각형인 용융물 노즐(4)로부터 막(6)의 형태의 용융물(5)을 유출한 후에 이어서 횡단면이 대략 사각형이고 우선 수렴했다가 다시 발산하는 종류가 흐르는 선형 라발 노즐(3)의 형태의 가스 노즐(3)을 통해 분무화 가스와 함께 유출하고, 가속 종류 가스 흐름이 라발 노즐(3)의 수렴하는 부분에서 용융물 막(6)을 안정화시키는 동시에 용융물 막(6)이 라발 노즐의 가장 좁은 횡단면(9)을 통과한 후에 그 전 길이에 걸쳐 균일하게 분무화될 때까지 그 용융물 막(6)을 연장시키는 것을 특징으로 하는 미립 분말 생성 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 라발 노즐(3)의 위의 압력( $p_1$ )과 라발 노즐(3)의 아래의 압력( $p_2$ )간의 비율( $p_1/p_2$ )을 사용되는 분무화 가스의 임계 압력 비율 이상으로 조절하여 라발 노즐(3)의 가장 좁은 횡단면(9)에서 가스가 한계 속도에 도달되도록 하는 것을 특징으로 하는 미립 분말 생성 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 압력 비율( $p_1/p_2$ )을  $> 2$ , 바람직하게는  $> 10$ 의 값으로 조절하는 것을 특징으로 하는 미립 분말 생성 방법.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 분무화 가스를 예열하는 것을 특징으로 하는 미립 분말 생성 방법.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 용융물 노즐(4)로부터 유출되는 용융물(5)을 복사에 의해 가열하는 것을 특징으로 하는 미립 분말 생성 방법.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 용융물 노즐(4)을 통해 오염된 용융물(5)도 분무화하는 것을 특징으로 하는 미립 분말 생성 방법.

#### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 분무화하려는 용융물(5)로서 금속, 금속 합금, 염, 염 혼합물 또는 가용성 플라스틱을 사용하는 것을 특징으로 하는 미립 분말 생성 방법.

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 분무화하려는 용융물(5)과 반응하지 않는 분무화 가스를 사용하는, 즉 용융물(5)이 분무화 가스에 대해 불활성인 것을 특징으로 하는 미립 분말 생성 방법.

**청구항 9**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 분무화하려는 용융물과 전체적으로 또는 부분적으로 반응하는 분무화 가스를 사용하는 것을 특징으로 하는 미립 분말 생성 방법.

**청구항 10**

용융물 노즐(4) 및 흐름 방향으로 용융물 노즐(4)의 아래에 배치된 가스 노즐(3)을 구비하는 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 방법을 실시하기 위한 가스에 의한 용융물 분무화 노즐에 있어서,

용융물 노즐(4)의 유출 횡단면(8)은 대략 사각형이고, 가스 노즐(3)의 횡단면도 역시 선형 라발 노즐의 형태의 대략 사각형이며, 가스 노즐(3)은 우선 수렴하는 종류 가속 가스 흐름을 생성하고, 그 가속 가스 흐름은 가스 노즐(3)의 수렴하는 부분에서 용융물 막을 안정화시키는 동시에 용융물 막이 라발 노즐의 가장 좁은 횡단면을 통과한 후에 그 전 길이에 걸쳐 균일하게 분무화될 때까지 그 용융물 막을 연장시키는 것을 특징으로 하는 용융물 분무화 노즐.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 용융물 노즐(4)과 라발 노즐(3)의 유출 횡단면(8, 9) 중 하나 이상은 노즐 횡단면의 사각형의 2개의 짧은 측변이 그 짧은 측변의 길이( $b_{sd}$ ,  $b_{ld}$ )에 해당하는 직경의 반원호로 대체되어 개괄적으로 사각형에 가까운 횡단면이 제공될 정도로 변경되는 것을 특징으로 하는 용융물 분무화 노즐.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 용융물 노즐(4)과 라발 노즐(3)의 유출 횡단면(8, 9) 중 하나 이상의 긴 측변( $a_{sd}$ ,  $a_{ld}$ )과 짧은 측변( $b_{sd}$ ,  $b_{ld}$ )간의 비율( $a_{sd}/b_{sd}$ ,  $a_{ld}/b_{ld}$ )은 적어도  $> 1$ , 바람직하게는  $> 2$ , 더욱 바람직하게는  $> 10$ 인 것을 특징으로 하는 용융물 분무화 노즐.

**청구항 13**

제11항 또는 제12항에 있어서, 가장 좁은 횡단면(9)에서의 선형 라발 노즐(3)의 길이( $a_{ld}$ )는 용융물 노즐(4)의 길이( $a_{sd}$ )보다 더 긴 것을 특징으로 하는 용융물 분무화 노즐.

**청구항 14**

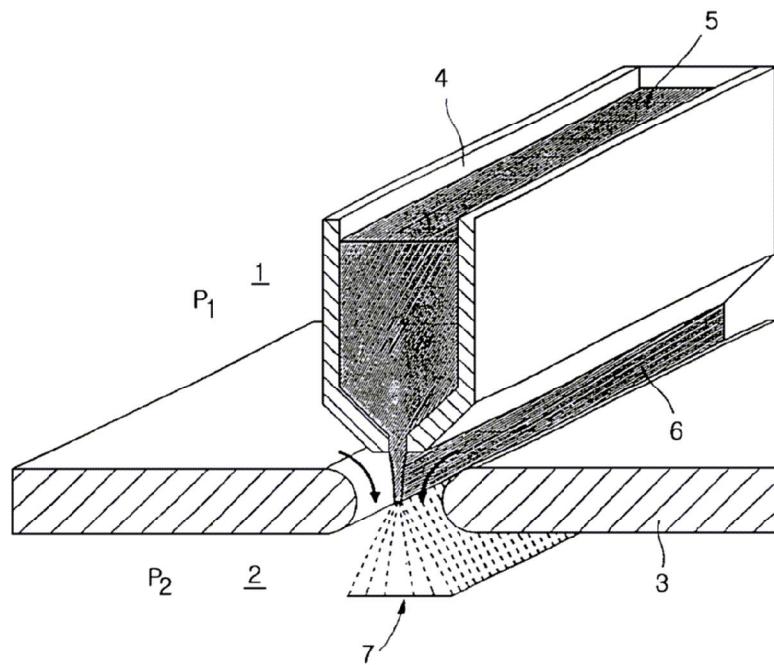
제11항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 용융물 노즐(4)의 폭( $b_{sd}$ )에 대한 라발 노즐(3)의 폭( $b_{ld}$ )의 비율( $b_{ld}/b_{sd}$ )은  $> 10$ 자  $< 10$ , 특히  $< 10$ ( $1 < b_{ld}/b_{sd} < 100$ , 특히  $< 10$ )인 것을 특징으로 하는 용융물 분무화 노즐.

**청구항 15**

제11항 내지 제14항 중의 어느 한 항에 있어서, 용융물 처리량은 용융물 노즐(4)의 긴 측변( $a_{sd}$ ) 및 그에 대응하는 라발 노즐(3)의 긴 측변( $a_{ld}$ )을 동일한 크기만큼 연장시킴으로써 분말의 입자 크기의 변경 또는 단위 가스 소비량의 증대를 일으킴이 없이 원하는 생산 능력으로 조절되는 것을 특징으로 하는 용융물 분무화 노즐.

**도면**

도면1



도면2

