



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년06월26일  
 (11) 등록번호 10-1160297  
 (24) 등록일자 2012년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C23C 4/00 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2006-0130254  
 (22) 출원일자 2006년12월19일  
 심사청구일자 2009년12월02일  
 (65) 공개번호 10-2008-0056984  
 (43) 공개일자 2008년06월24일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP06172958 A\*  
 KR1019930000336 B1\*  
 KR100493603 B1  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 재단법인 포항산업과학연구원  
 경북 포항시 남구 효자동 산-32번지  
 (72) 발명자  
 김진홍  
 경상북도 포항시 남구 지곡로 20, 1동 1001호 (지곡동, 승리아파트)  
 성병근  
 경상북도 포항시 남구 지곡로 155, 4동 1402호 (지곡동, 교수아파트)  
 김형준  
 경상북도 포항시 남구 지곡로 155 (지곡동, 교수아파트)  
 (74) 대리인  
 홍성철

전체 청구항 수 : 총 1 항

심사관 : 배근태

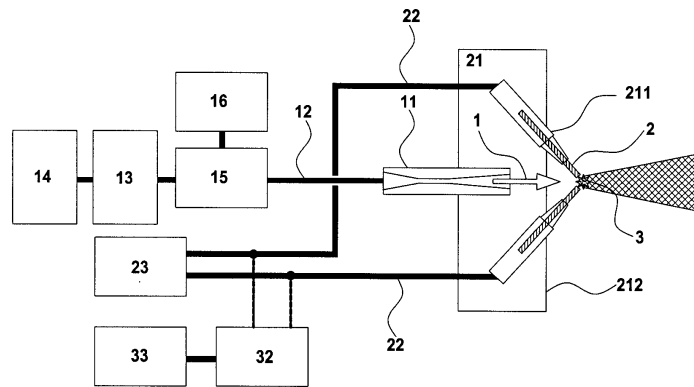
(54) 발명의 명칭 하이브리드 코팅 장치

**(57) 요약**

본 발명은 금속계 코팅 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 금속계 선재를 사용하여 아크를 발생시키는 선재 용융부와 직진성을 가지는 초음속 가스를 발생시키는 가스 분사부로 구성된 복합 분사 방식의 코팅 장치에 관한 것이다.

본 발명의 방법에 의하면, 고품위 금속계 코팅을 저비용으로 제조할 수 있는 코팅 장치를 제공할 수 있다. 즉, 본 발명의 하이브리드 코팅 장치를 사용함으로써 종래의 금속계 코팅 방법 중 고품위 코팅을 제조할 수 있는 저온 분사법과 동등한 수준의 코팅 특성을 얻을 수 있음과 동시에, 종래의 용사 코팅법 중 가장 경제적인 코팅 방법인 아크 용사법 수준의 공정 단가를 유지할 수 있는 효과를 가진다.

**대표도 - 도1**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

금속 선재에 아크를 발생시켜 동 선재를 용융하는 선재 용융부; 및 상기 용융된 선재의 분사를 위해 직진성을 가지는 초음속 가스를 발생시키는 가스 분사부를 포함하는 금속 코팅장치에 있어서;

상기 가스 분사부는, 초음속 가스를 분사하는 노즐(11), 상기 노즐(11)에 고압 가스를 공급하는 가스 공급관(12), 상기 가스 공급관(12)으로 공급되는 가스 압력 및 유량을 제어하는 가스 제어 장치(13), 상기 가스 제어 장치(13)와 연결된 가스 저장부(14), 상기 가스 공급관(12)에 연결되어 공급하는 가스를 가열하는 가스 예열 장치(15), 상기 가스 예열 장치(15)와 연결되어 가스의 가열 온도를 제어하는 가스 온도 제어 장치(16)로 구성된 것을 특징으로 하는 하이브리드 코팅 장치.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- [0006] 본 발명은 금속계 코팅 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 금속계 선재를 사용하여 아크를 발생시키는 선재 용융부와 직진성을 가지는 초음속 가스를 발생시키는 가스 분사부로 구성된 복합 분사 방식의 코팅 장치에 관한 것이다.
- [0007] 본 장치는 기존 아크 용사법(Electric Arc Spray; Arc溶射法)과 저온 분사법(Cold Spray)의 장점을 취합한 복합 분사 코팅 장치로 이하 하이브리드 코팅 장치(Hybrid Spray)라 칭한다.
- [0008] 우선 종래 아크 용사법과 저온 분사법에 대하여 각각의 특징 및 장단점을 기술한다.
- [0009] 아크 용사법은 금속계 선재를 소재로 사용하는 용사 코팅법이다. 즉, 도금하고자 하는 금속을 용액 상태로 녹인 후, 이것에 기류를 취입시켜 안개 모양으로 날려서(溶射噴霧) 목적하는 물건의 표면에 붙이는 방법이다. 일반적으로 (+) 및 (-) 전류가 흐르는 두 가닥의 금속 선재를 접촉시켜 아크를 발생시키고, 이를 통해 용융된 금속을 가스를 이용하여 분사함으로써 모재 표면에 용사 코팅층을 적층시키는 코팅 방법이다.
- [0010] 저온 분사법은 1~50 μm 크기의 금속계 분말을 고압 가스로 가속시켜 모재에 충돌시킴으로써 코팅층을 적층시키는 코팅 방법이다. 이러한 저온 분사법에서 코팅 소재는 용융되지 않으며 순수한 고상 상태 공정을 통해 코팅된다.
- [0011] 아크 용사법의 장점은 기존의 용사 코팅법 및 저온 분사법 중 코팅 제조 단가가 가장 저렴하며 생산성이 매우 높다는 것이다. 이는 아크 용사법에서 코팅 소재로 선재를 사용하는 것에 기인한다. 일례로 알루미늄의 경우 용사용 선재의 시장 가격은 분말의 1/5 수준이며, 스테인레스 강의 경우에도 1/3 수준이다. 또한 단위 시간당 코팅 적층량 또한 저온 분사법 및 타 용사 코팅법에 비해 5~10배 정도 많은 20~50 Kg/hr이다.
- [0012] 그러나 종래의 아크 용사법은 저온 분사법 및 타 용사 코팅법에 비해 제조된 코팅내에 기공, 산화물 등 결함이 많이 존재하며 낮은 접착 강도를 가지는 등 코팅 특성이 상대적으로 떨어지는 단점이 있다. 이는 아크 용사법에서 분사되는 액적의 속도가 평균 100 m/s 이하로 매우 낮은 것에 기인한다.

[0013] 통상 고품질 코팅이 가능한 초음속 화염 용사법, 플라즈마 용사법의 경우 액적의 평균 속도는 300~800 m/s 이며, 소재 용융없이 순수 입자 가속만으로 코팅층을 형성하는 저온 분사법의 경우 입자 속도는 최대 1200 m/s 에 이른다.

[0014] 또한, 종래의 저온 분사법으로 대표되는 고품위 코팅법은 모두 특정 입도를 갖도록 분급된 분말을 원소재로 사용함에 따라 선재를 사용하는 아크 용사법에 비해 코팅 제조 단가가 2~5 배 높은 문제점을 가진다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

[0015] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위하여 고안된 것으로서, 그 목적은 고품위 금속계 코팅을 저비용으로 제조할 수 있는 코팅 장치를 제공하는데 있다.

**발명의 구성 및 작용**

[0016] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 금속 코팅장치는, 금속 선재에 아크를 발생시켜 동 선재를 용융하는 선재 용융부; 및 상기 용융된 선재의 분사를 위해 직진성을 가지는 초음속 가스를 발생시키는 가스 분사부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 가스 분사부는, 초음속 가스를 분사하는 노즐(11)과; 상기 노즐(11)에 고압 가스를 공급하는 가스 공급관(12)과; 상기 가스 공급관(12)으로 공급되는 가스 압력 및 유량을 제어하는 가스 제어 장치(13); 및 상기 가스 제어 장치(13)와 연결된 가스 저장부(14)를 포함하는 것을 특징으로 하고,

[0018] 또한, 상기 가스 분사부는, 상기 가스 공급관으로 공급하는 가스를 가열하는 가스 예열 장치(15)와; 상기 가스 예열 장치(15)와 연결되어 가스 가열 온도를 제어하는 가스 온도 제어 장치(16)와; 상기 가스 예열 장치(15)로 공급되는 가스 압력 및 유량을 제어하는 가스 제어 장치(13)를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 선재 용융부는, 금속 선재(2)를 접촉시켜 아크를 발생시키는 선재 고정 장치(21)와; 상기 선재 고정 장치와 연결된 선재 공급관(22)과; 상기 선재 공급관(22)과 연결되어 선재를 공급하기 위한 선재 공급 장치(23)와; 상기 선재 고정 장치(21)와 상기 선재 공급 장치(23) 중 어느 하나 또는 모두와 연결되어 금속 선재(2)에 아크 발생을 위한 전류를 공급하는 전력선(31)과; 상기 전력선(31)과 연결된 전력 공급 장치(32)와; 상기 전력 공급 장치(32)와 연결되어 선재에 공급되는 전력량을 제어하는 전력 제어 장치(33)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 도 1은 본 발명의 하이브리드 코팅 장치를 개략적으로 도시한 블록도이다.

[0021] 상기 가스 분사부는 초음속 가스(1)를 분사하는 노즐(11)과 상기 노즐에 고압 가스를 공급하는 가스 공급관(12)과 상기 가스 공급관으로 공급되는 가스 압력 및 유량을 제어하는 가스 제어 장치(13)와 상기 가스 제어 장치와 연결된 가스 저장부(14)를 포함한다.

[0022] 또한 상기 가스 분사부는 가스의 압력 및 분사 속도를 보다 향상시키기 위하여 상기 가스 제어 장치(13)로부터 공급되는 가스를 가열하여 상기 가스 공급관(12)으로 공급하는 가스 예열 장치(15)와 상기 가스 예열 장치와 연결되어 가스 가열 온도를 제어하는 가스 온도 제어 장치(16)를 포함할 수 있다.

[0023] 한편, 상기 선재 용융부는 두 가닥의 금속 선재(2)를 접촉시켜 아크(3)를 발생시키는 선재 고정 장치(21)와, 선재 보호 및 절연을 위해 상기 선재 고정 장치와 연결된 선재 공급관(22)과, 상기 선재 공급관과 연결되어 일정한 량으로 선재를 공급하기 위한 선재 공급 장치(23)를 포함한다.

[0024] 또한 상기 선재 용융부는 선재에 아크 발생을 위한 전류를 공급하는 전력선(31) 및 상기 전력선과 연결된 전력 공급 장치(32)와 상기 전력 공급 장치와 연결되어 선재에 공급되는 전력량을 제어하는 전력 제어 장치(33)를 포함한다. 이때 상기 전력선(31)은 상기 선재 고정 장치(21)와 상기 선재 공급 장치(23) 중 어느 하나 또는 모두와 연결되어 선재에 전류를 공급할 수 있다.

[0025] 도 2a, 2b 및 2c는 본 발명의 하이브리드 코팅 장치의 노즐부와 종래의 아크 용사 장치 및 저온 분사 장치의 노즐부를 개략적으로 비교 도시한 것이다.

[0026] 본 발명의 하이브리드 코팅 장치에 있어 가스 분사부의 노즐(11)은 가스 공급관(12)과 연결된 부분부터 내경이 점차 감소되다가 다시 증가되는 드 라발 노즐(De Laval Nozzle) 형태로 제조하는 것이 바람직하다. 이를 통해 얻을 수 있는 본 발명의 효과는 다음과 같다.

- [0027] 첫째로, 드 라발 노즐은 동일 압력의 가스를 사용하였을 때 노즐을 통과한 가스의 속도를 크게 증가시켜 초음속의 가스를 얻을 수 있다. 이를 사용하여 아크 용융된 소재를 분사함으로써 용융 입자의 속도를 증가시킬 수 있으며, 입자 미세화 효과를 얻을 수 있다. 통상의 분사 코팅 방법에 있어 용융 입자의 속도를 증가시킴으로써 제조된 코팅층의 접착 강도 및 코팅층내 입자간 결합 강도의 향상과 코팅 기공도 감소, 비행 시간 단축으로 인한 산화 및 상변태 억제와 같은 긍정적인 효과를 얻을 수 있다. 또한 입자 미세화는 코팅 기공도 감소 및 적층 효율 향상과 같은 효과를 기대할 수 있다.
- [0028] 둘째로, 드 라발 노즐을 통과하면서 냉각된 가스를 사용하여 아크 용융된 소재를 분사함으로써 용융 입자의 온도를 낮출 수 있다. 이를 이용하여 용융 입자가 모재 표면과 충돌하여 적층되기까지의 비행 구간에서 발생하는 산화 및 상변태를 방지할 수 있으며, 코팅 공정중 모재의 과열 및 표면 산화를 억제하는 효과를 얻을 수 있다.
- [0029] 셋째로, 드 라발 노즐을 통과한 가스는 높은 직진성을 가지므로, 이를 이용하여 아크 용융된 소재를 분사하면 용융 입자가 보다 효율적으로 가속되고 집속되어 적층 효율 증가와 코팅 특성 및 미세구조의 균질성 향상 등과 같은 효과를 얻을 수 있다.
- [0030] 도 2a, 2b, 2c를 참조하면, 종래의 아크 용사 장치의 경우, 그 노즐부는 원통형 또는 특정 형상을 가지지 않는 가스 통로 형상을 가지며, 이로 인해 가스 압력의 증가를 통한 가스 속도 증가 및 온도 감소 효과는 본 발명의 하이브리드 코팅 장치와는 달리 크게 기대하기 어렵다. 또한 종래의 아크 용사 노즐은 아크 발생부에서 가스가 퍼지는 구조로 설계되어 있어 가스 압력의 증가가 주위 공기와의 와류를 크게 증가시켜 용융 입자 가속의 효율성과 직진성을 저하시킬 수 있다. 이러한 이유로 종래의 아크 용사법에서는 통상 분사 가스의 압력을 30~50 psi 정도로 제어하며, 현재 상용화된 아크 용사기의 경우 최대 허용 압력은 120 psi를 넘지 않는다.
- [0031] 한편, 종래의 저온 분사법에서는 가스 속도 증대를 위해 본 발명의 하이브리드 코팅 장치와 같이 드 라발 형태의 노즐을 사용하는 것이 일반적이다. 그러나 저온 분사법에서는 코팅 원소재로 특정 입도를 갖도록 분급된 분말을 사용하므로, 상기한 바와 같이 선재를 사용하는 본 발명의 하이브리드 코팅법에 비해 코팅 제조 단가가 매우 높은 문제점을 가짐은 물론, 드 라발 형태의 노즐 설계 및 이와 연결된 가스 공급 장치에 있어서도 다음과 같은 문제점을 가진다.
- [0032] 우선, 도 2c를 참조하면, 저온 분사법에서는 노즐부 후단에 가스 공급관은 물론 분말 선재 공급관이 연결되어 있어, 노즐부로 공급되는 고압 가스 흐름속으로 분말 입자들이 균일하게 혼합되도록 하기 위한 복잡한 장치 설계 및 고압 가스용 분말 공급 장치가 필요하다. 또한, 드 라발 노즐 내부로 분말과 고압 가스가 함께 통과하므로 장기간 사용 시 분말에 의한 노즐 내부 마모 및 이로 인한 노즐 내경 증가, 특히 노즐의 최소 내경(a) 부위 확장으로 인한 가스 가속 성능 감소와 같은 문제점이 발생하게 된다. 이러한 문제로 인해 드 라발 노즐 설계 시 최소 내경(a) 및 최소 내경(a)/최대 내경(b) 비 등과 같은 설계 요소에 제약이 있으므로, 가스 가속 성능 향상을 위한 노즐 설계 최적화가 어렵고 동일 가스 속도를 얻기 위해 보다 많은 가스 유량이 요구되어 공정 단가가 상승하는 문제점을 가진다.
- [0033] 또한, 저온 분사법에서는 코팅 소재를 용융시키지 않고 순수한 고상 상태의 공정을 통해서만 코팅층을 적층하며, 이 때 가스 속도를 증가시키고 코팅 적층 효율을 향상시키기 위하여 통상 가스 및 분말을 200~800℃ 범위로 예열하여 노즐에 공급한다. 따라서 드 라발 노즐 통과시 발생하는 가스 냉각 현상은 저온 분사법에 있어서는 이를 감안하여 추가적으로 가스 및 분말 온도를 증가시켜야하는 부정적인 효과가 있다.
- [0034] 상기한 바와 같이, 본 발명의 하이브리드 코팅법에서는 드 라발 노즐 내부로 고압의 가스만 통과하므로 장기간 사용 시에도 노즐 내경 변경 및 이로 인한 성능 저하의 문제점이 없으며, 노즐 형상 설계에도 제약이 없어 동일 가스 유량 하에서 최대 가스 속도를 얻기 위한 최소 내경의 최적화가 가능하다. 또한 노즐의 가스 출구 전단에서 아크 용융 방식으로 소재를 공급하므로 드 라발 노즐 사용시 발생하는 가스 냉각은 상기한 바와 같이 코팅재 산화 및 상변태를 방지하는 긍정적인 효과가 있다.
- [0035] 이와 같이 본 발명의 하이브리드 코팅법에서는 아크로 용융된 소재를 사용하므로 기존의 저온 분사법과 비교하여 제조 가능한 소재의 제약이 적으며, 용융점 이상의 고온 소재를 사용하여 분사하므로 저온 분사법에서는 코팅 제조를 위해 필수적이라고 할 수 있는 구성 장치인 가스 예열 장치(15) 없이도 우수한 성능의 코팅을 제조할 수 있는 장점을 가진다.
- [0036] 상기한 내용을 종합하면, 본 발명의 하이브리드 코팅 장치는 종래의 저온 분사법이 가지는 우수한 코팅 특성을 유지하면서, 공정 단가 감소와 소재 사용 제약과 같은 저온 분사법의 여러 문제점을 해결하기 위하여, 금

속계 선재의 아크 용융 공정을 도입한 복합 분사 코팅 장치라 할 수 있다.

- [0037] 이하, 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 이하에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0038] 본 실시예에 의한 하이브리드 코팅 장치의 가스 분사부에 있어 초음속 가스(1)를 분사하는 노즐(11)은 상기한 바와 같이 드 라발 형태의 노즐로 제작하였다. 노즐 형상 설계 인자인 노즐 길이, 가스 공급부 노즐 내경, 가스 출구부 노즐 내경, 노즐 최소 내경, 가스 출구로부터 최소 내경까지의 길이 등은 드 라발 노즐을 통한 가스 가속 성능 최대화 방향으로 최적화되는 것이 바람직하다. 드 라발 노즐은 19세기 스웨덴 과학자인 Gustaf de Laval에 의해 발명되어 한 세기 이상 많은 연구가 진행되어 왔으므로 본 발명에서와 같이 가스 유동만을 고려하여 설계 인자에 제약이 없는 경우에는 공급 가스의 종류, 압력과 같은 기본적인 사용 환경만으로 매우 용이하게 설계될 수 있다.
- [0039] 본 발명에 있어 상기 노즐(11)로 공급되는 가스의 종류 및 압력에는 특별한 제한을 두지 않는다. 종래의 저온 분사법에서는 주로 질소, 헬륨 및 혼합가스 등을 사용하며, 특히 헬륨을 사용하는 것이 코팅 특성 향상에 가장 유리하나, 용융된 소재를 사용하는 본 발명의 하이브리드 코팅법에서는 소재 적층을 위한 임계 속도 제약이 거의 없으므로 고가의 헬륨 가스를 사용하는 것은 상업적인 측면에서 바람직하지 않으며, 종래의 아크 용사법과 동일하게 압축 공기 또는 질소를 사용하는 것이 바람직하다. 이때 노즐에 공급하는 가스의 압력은 상기한 본 발명의 효과를 충분히 구현하기 위해서는 최소 100 psi 이상으로 하는 것이 바람직하다. 공급 가스 압력의 최대치에는 특별한 제약이 없으나, 분사 가스 압력 증가에 따라 아크 발생이 불안정해 질 수 있고 이를 제어하기 위해서는 보다 높은 전력량을 공급하여야 하므로, 공정 단가 및 코팅 품질을 종합적으로 고려하여 코팅 적용 분야의 요구 수준에 적합하게 공급 가스 압력을 조정하여야 한다.
- [0040] 또한, 상기 노즐(11)에 연결되어 고압 가스를 공급하는 가스 공급관(12)과 상기 가스 공급관으로 공급되는 가스 압력 및 유량을 제어하는 가스 제어 장치(13)와 상기 가스 제어 장치와 연결된 가스 저장부(14) 등은 통상의 고압 가스 장치를 사용할 수 있다. 한편, 본 실시예에서는 본 발명의 사상에 포함되어 있는 가스 예열 장치(15) 및 이와 연결되어 가스 가열 온도를 제어하는 가스 온도 제어 장치(16)는 본 발명 구현의 용이성을 고려하여 적용하지 않았다.
- [0041] 한편, 도 1을 참고하면, 본 실시예에 의한 하이브리드 코팅 장치의 선재 용융부에 있어 선재 고정 장치(21)는 금속관 형상으로 제조된 선재 고정관(211)과 상기 선재 고정관과 노즐(11)을 연결하는 몸체(212)를 포함하여 구성된다.
- [0042] 본 실시예에서는 상기 선재 고정 장치(21)에 전력선(31)을 연결하여 선재에 아크 발생을 위한 전류를 공급하였다. 따라서 상기 선재 고정관(211)을 도전성 금속인 구리합금을 사용하여 원통형 형상으로 제조하여 상기 전력선으로부터 공급되는 전류가 선재 고정관 내부를 관통하여 지나가는 선재로 원활하게 공급되도록 하였다.
- [0043] 이때 선재 고정관의 내경이 사용 선재 지름에 비해 너무 작으면 선재 고정관 내부를 관통하여 지나가는 선재 이송이 원활하게 이루어지지 않는다. 반대로 선재 고정관의 내경이 너무 큰 경우에는 선재와 선재 고정관간의 접촉이 연속적으로 유지되지 않아 전력선으로부터 선재로의 전류 공급이 불규칙해지고 이로 인해 아크 발생이 불안정해진다. 선재 고정관의 내경이 너무 큰 경우에는 또한 선재 공급관을 통과한 선재의 위치에 많은 유격이 발생하여 두 가닥의 선재가 만나는 아크 발생부 위치가 고정되지 않는 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 선재 고정관의 내경은 사용 선재 지름보다 0.1~0.5 mm 크게 제조하는 것이 바람직하다.
- [0044] 본 실시예에서는 상기 선재 고정 장치(21)에 전력선(31)을 연결하여 선재에 아크 발생을 위한 전류를 공급하였으므로, 선재 고정관(211)을 도전성 금속으로 제조하였으나, 상기 전력선을 선재 공급 장치(23)와 연결되어 선재에 전류를 공급하는 경우에는 선재 고정관을 절연성 소재로 제조할 수 있다.
- [0045] 한편 상기 선재 고정 장치(11)에서 선재 고정관(211)과 노즐(11)을 연결하는 몸체(212)의 주요 기능은, 두 개의 선재 고정관을 고정함으로써 이를 통해 공급되는 두 가닥 선재가 접촉하여 발생하는 아크 위치를 일정하게 유지하는 것과, 노즐과 연결되어 노즐의 위치를 고정함으로써 노즐과 아크 발생부와의 간격을 일정하게 유지하고 노즐로부터 나오는 초음속 가스의 분사 방향과 일직선상에 아크가 위치하도록 하는 것이다.
- [0046] 상기한 노즐과 아크 발생부와의 간격은 사용하는 노즐(11)의 성능 및 사용하는 가스의 종류와 압력을 고려하여 결정하는 것이 바람직하다. 드 라발 노즐을 통해 초음속으로 가속된 고압가스는 주위 대기와 충돌하여 충격파를 발생시키며 이로 인해 분사 가스의 속도는 노즐 출구로부터 전진하는 방향으로 사인파 형태로 증가와 감소를 반복하게 된다. 따라서 상기한 노즐과 아크 발생부와의 간격은 노즐 출구로부터 분사된 가스의 속도가

최대값을 가지는 거리로 조정하는 것이 바람직하다. 다만 1차 최대값을 갖는 거리가 노즐 형상 및 가스 압력, 종류 등의 공정 조건으로 인해 너무 짧은 경우에는 공정 안정성 및 신뢰성을 고려하여 2차 최대값을 갖는 길이로 정할 수 있다. 통상 400~500 psi 압력의 질소 가스를 사용하는 경우 드 라발 노즐 출구로부터 약 20~30 mm 떨어진 거리에서 가스 속도는 최대값을 가지며, 2차 최대값은 40~60 mm 떨어진 거리에서 나타난다.

[0047] 표 1 은 본 실시예에서 측정된 용융 입자 속도 계측 결과로 상기한 효과를 보여주는 것이다.

[0048] 표 1. 하이브리드 코팅 장치의 용융 입자 속도 (m/s)

[0049]

노즐-아크 발생부 간격 (mm)	측정 위치 (아크 발생부로부터의 거리, mm)		
	100	150	200
20	196	185	172
35	157	152	143
50	173	162	143

[0050] 본 실시예에서는 상기 선재 고정 장치의 몸체(212)를 절연성 소재로 제조하였다. 이는 통상 제조 용이성 및 내구성을 고려하여 상기 노즐을 금속계 도전성 소재로 제조하므로, 상기 노즐과 선재 고정관의 접촉으로 인해 상기 전력선(31)으로부터 공급된 전류가 노즐로 누설되는 것을 방지하기 위함이다.

[0051] 다음으로, 본 실시예에 의한 하이브리드 코팅 장치의 선재 용융부에 있어 선재 공급관(22) 및 선재 공급 장치(23), 전력선(31), 전력 공급 장치(32), 전력 제어 장치(33) 등은 상용화된 아크 용사 장비의 구성 장치를 사용하였으며, 이에 따라 사용 선재 또한 기존의 상용화된 아크 용사용 선재를 사용하였다. 이는 본 발명의 구현을 보다 용이하게 하고 산업 현장 적용시 발생할 수 있는 제약을 최소화하기 위함이다.

[0052] 그러나 본 발명의 기술적 사상을 보다 효과적으로 구현하기 위해서는 본 발명의 방법에 적합하게 전력 공급 장치 및 전력 제어 장치를 제조하는 것이 바람직하다. 본 발명의 방법에서는 초음속 가스를 사용하여 아크 용융된 소재를 분사시키며 이로 인해 기존의 상용화된 전력 공급 장치 및 전력 제어 장치를 사용하는 경우 아크 발생이 불안정해 질 수 있다. 즉, 본 발명의 방법에서는 아크 발생부를 통과하는 분사 가스의 속도가 매우 높아 안정된 아크를 유지하기 위해 요구되는 전력량이 증가한다. 본 실시예의 경우 전력 공급 장치로 15KW 용량의 직류 전력 발생 장치를 사용하였으며, 이때 본 발명의 하이브리드 코팅 장치에서 안정된 아크를 얻기 위해 공급된 전압은 기존 아크 용사기를 사용하여 동일한 소재를 코팅한 경우에 비해 7~15 Vdc 정도 높았다. 이는 종래의 아크 용사 장비에서 사용 한계치에 다다른 작동 조건에 해당하며, 이로 인해 전력 공급의 불안정, 가스 압력 증가의 제약 및 코팅 소재 공급량(이는 전력 공급량과 비례함)의 한계와 같은 문제점이 발생되었다.

[0053] 본 발명의 구현을 위하여 종래의 아크 용사 장비의 전력 공급 장치를 사용하는 경우 발생할 수 있는 상기한 문제점들은 전력 공급 장치의 용량을 늘리고, 이에 맞게 전력 제어 장치를 제조함으로써 매우 용이하게 해결할 수 있다.

[0054] 도 3는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 하이브리드 코팅 장치로 제조된 코팅재의 단면 미세 조직을 보여주는 사진이다.

[0055] 도 3를 참조하면, 동일한 가스 압력(40 psi)에서도 본 발명의 하이브리드 코팅 장치로 제조된 코팅재의 내부에 산화물 및 기공과 같은 결함이 현저히 감소한 것을 알 수 있다 (도 3의 (1),(4) 비교). 이는 상기한 바와 같이 본 발명의 하이브리드 코팅 장치에서 드 라발 형태의 노즐을 사용한 것에 기인한 것이다. 또한, 상기한 바와 같이 가스 압력을 증가시킴에 따라, 입자 속도 증가 및 미세화 효과가 증대되어 각 입자의 크기는 점차 감소하고, 입자간 간격이 줄어들며 (이는 입자 속도 증대로 모재 충돌시 입자가 보다 납작하게 접촉됨을 의미함), 코팅 조직이 매우 치밀해지는 것을 확인할 수 있다 (도 3의 (1),(2), (3) 비교). 도 3에서 도시한 코팅재는 모두 동일한 탄소강 선재와 질소 가스를 사용하여 제조되었다.

[0056] 상기한 실시예로부터 본 발명의 기술적 사상 및 효과가 현실적으로 구현 가능함을 입증하였다.

**발명의 효과**

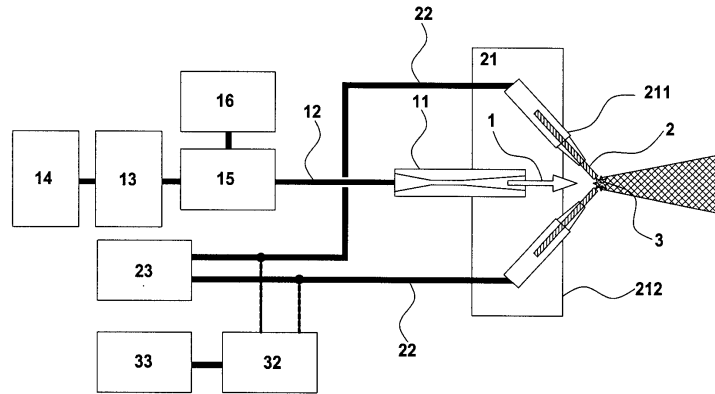
[0057] 본 발명의 방법에 의하면, 고품위 금속계 코팅을 저비용으로 제조할 수 있는 코팅 장치를 제공할 수 있다. 즉, 본 발명의 하이브리드 코팅 장치를 사용함으로써 종래의 금속계 코팅 방법 중 고품위 코팅을 제조할 수 있는 저온 분사법과 동등한 수준의 코팅 특성을 얻을 수 있음과 동시에, 종래의 용사 코팅법 중 가장 경제적인 코팅 방법인 아크 용사법 수준의 공정 단가를 유지할 수 있는 효과를 가진다.

**도면의 간단한 설명**

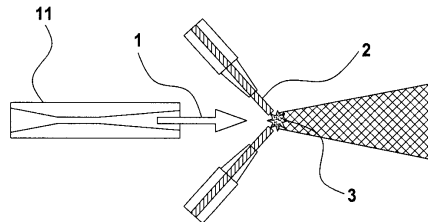
- [0001] 도 1은 본 발명의 하이브리드 코팅 장치를 개략적으로 도시한 블록도이다.
- [0002] 도 2a는 본 발명의 노즐부의 개략도이다.
- [0003] 도 2b는 종래기술의 아크용사장치 노즐부의 개략도이다.
- [0004] 도 2c는 종래기술의 저온 분사장치의 노즐부의 개략도이다.
- [0005] 도 3은 본 발명의 장치로 제조된 코팅재의 단면 미세조직의 사진이다.

**도면**

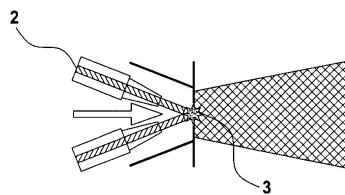
**도면1**



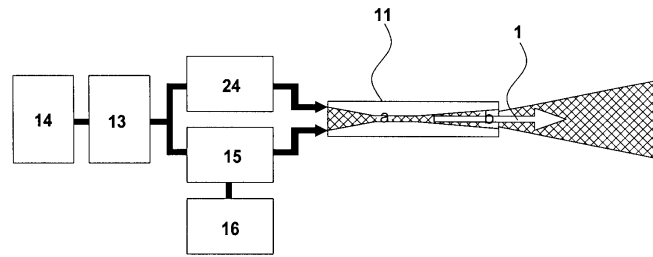
**도면2a**



**도면2b**



도면2c



도면3

