



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0094197
(43) 공개일자 2014년07월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 4/12 (2006.01) H05H 1/42 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0006637
(22) 출원일자 2013년01월21일
심사청구일자 2013년01월21일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
성백섭
광주광역시 서구 화운로 278, 109동 1201호(광천동, e편한세상)
(74) 대리인
이재량

전체 청구항 수 : 총 4 항

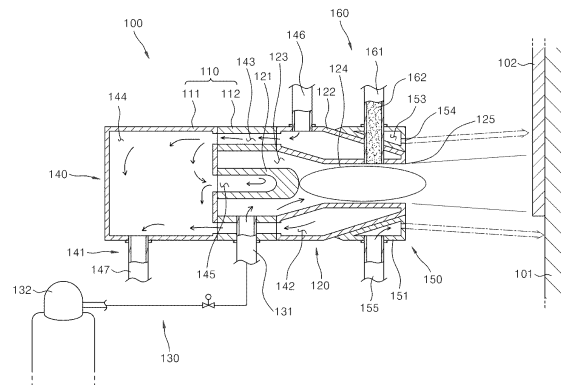
(54) 발명의 명칭 플라즈마 용사 장치

(57) 요약

본 발명은 플라즈마 용사장치에 관한 것으로서, 본체와, 본체에 설치되어 공급된 비활성 기체를 플라즈마화시켜 전방으로 분출하여 플라즈마 제트를 형성하는 플라즈마 발생부와, 플라즈마 발생부에 비활성 기체를 공급하는 기체공급부와, 플라즈마 제트에 의해 코팅용 분말이 용사될 수 있도록 상기 플라즈마 발생부에 연결되어 상기 코팅용 분말을 공급하는 분말공급부와, 플라즈마 발생부에 설치되어 플라즈마의 발생으로 인해 과열되는 것을 방지하기 위해 냉각수를 순환시켜 상기 플라즈마 발생부를 냉각시키는 냉각부와, 플라즈마 발생부에 설치되어 플라즈마 제트에 의해 용사된 코팅용 분말이 모재에 충돌하여 비산되는 것을 방지하기 위해 용사되는 코팅용 분말 둘레에 에어커튼이 형성되도록 고압의 에어를 분사하는 에어커튼부를 구비한다.

본 발명에 따른 플라즈마 용사장치는 에어커튼부에 의해 플라즈마 제트에 의해 용사되는 분말 둘레에 에어커튼이 형성되어 용사되는 분말이 모재에 충돌하여 비산되는 것을 억제하여 균일한 코팅층(102)을 형성할 수 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

본체와;

상기 본체에 설치되어 공급된 비활성 기체를 플라즈마화시켜 전방으로 분출하여 플라즈마 제트를 형성하는 플라즈마 발생부와;

상기 플라즈마 발생부에 상기 비활성 기체를 공급하는 기체공급부와;

상기 플라즈마 제트에 의해 코팅용 분말이 용사될 수 있도록 상기 플라즈마 발생부에 연결되어 상기 코팅용 분말을 공급하는 분말공급부와;

상기 플라즈마 발생부에 설치되어 상기 플라즈마의 발생으로 인해 과열되는 것을 방지하기 위해 냉각수를 순환시켜 상기 플라즈마 발생부를 냉각시키는 냉각부와;

상기 플라즈마 발생부에 설치되어 상기 플라즈마 제트에 의해 용사된 상기 코팅용 분말이 모재에 충돌하여 비산되는 것을 방지하기 위해 용사되는 상기 코팅용 분말 둘레에 에어커튼이 형성되도록 고압의 에어를 분사하는 에어커튼부;를 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 용사장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 코팅용 분말은 질화티타늄(TiN)분말, 질화보론(BN)분말, 산화크로뮴(Cr_2O_3)분말, 산화이트륨(Y_2O_3) 분말 및 이산화지르코늄(ZrO_2) 분말이 혼합된 것을 특징으로 하는 플라즈마 용사장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 질화티타늄 분말, 질화보론 분말, 산화크로뮴 분말, 산화이트륨 분말 및 이산화지르코늄 분말은 50nm 이하의 입자크기를 갖도록 형성된 것을 특징으로 하는 플라즈마 용사장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 발생부는

상기 본체에 설치되는 음극과,

상기 음극과 반응하여 상기 기체공급부로부터 공급된 상기 비활성 기체를 플라즈마화시킬 수 있도록 상기 본체에 설치되며, 전단부에 플라즈마화된 상기 비활성 기체를 분출하여 상기 플라즈마 제트를 형성할 수 있도록 분사공이 마련된 양극노즐을 구비하고,

상기 에어커튼부는

상기 양극노즐의 외주면에 설치되며, 고압의 에어가 분사될 수 있도록 전면에 상기 분사공의 둘레를 따라 상호 이격되게 다수의 분출구가 마련된 분사노즐과,

상기 분사노즐에 설치되어 상기 분사노즐로 고압의 에어를 공급하는 에어공급부를 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 용사장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 플라즈마 용사장치에 관한 것으로서, 비활성 기체를 플라즈마화하여 플라즈마 제트를 발생시키고, 상기 플라즈마 제트를 이용하여 코팅용 분말을 용사하는 플라즈마 용사장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 플라즈마 용사에 의한 코팅 기술은 고온의 플라즈마 제트 속에 분말들을 주입시킴으로서 플라즈마 제트 속에서 용융된 상기 분말들을 초고속으로 모재 위에 분사시킴으로서 수행된다.

[0003] 용융되어 분사된 분말들은 급냉 응고의 방식에 의해서 주로 기계적 결합력으로 모재 표면에 적층되게 된다. 플라즈마 용사 코팅 방법을 사용하는 경우 다른 화염 용사와 같은 방법으로는 도저히 얻을 수 없는 약 1500K에 가까운 초고온을 플라즈마 토치로부터 얻을 수 있기 때문에 고용융점의 텅스텐이나 몰리브덴과 같은 금속과 세라믹의 코팅에는 필수적이며 거의 유일한 용사 기법으로 현재 널리 사용되고 있다. 따라서 피막재의 재료 특성을 살려 내마모, 내부식, 내열 및 열장벽, 초경, 내산화, 절연, 마찰특성, 방열, 생체기능 내방사성의 특성을 나타내는 고기능성 소재를 생산해내는데 유리할 뿐만 아니라 CVD 나 PVD등 다른 코팅방법에 비해 넓은 면적의 대상물을 빠른 시간 내에 인시츄로 쉽게 코팅할 수 있다는 장점이 있다.

[0004] 그리고, 부품의 결합, 파열, 마모, 훼손 부위의 재생과 수리, 공차 조정 등에 사용됨으로써 경비 절감과 수명 연장 효과도 동시에 얻는데 매우 중요한 기여를 하고 있는 공정이다.

[0005] 그러나 용융된 분말을 포함하는 플라즈마 제트가 모재에 분사되는 경우, 모재에 일부 분말들이 반사되어 튕겨나 오면서 비산 입자를 형성하게 된다. 모재에 코팅되지 않고 반사된 비산 입자들이 모재에 재부착되고, 비산 입자들이 부착된 부분에 코팅이 이루어지는 경우, 그 부분에서 코팅층의 균일도가 저하되어 코팅층의 물성이 균일하지 못하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위해 창안된 것으로서, 플라즈마 제트에 의해 용사되는 분말 둘레에 에어커튼을 형성하는 에어커튼부가 마련된 플라즈마 용사장치를 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 플라즈마 용사장치는 본체와, 상기 본체에 설치되어 공급된 비활성 기체를 플라즈마화시켜 전방으로 분출하여 플라즈마 제트를 형성하는 플라즈마 발생부와, 상기 플라즈마 발생부에 상기 비활성 기체를 공급하는 기체공급부와, 상기 플라즈마 제트에 의해 코팅용 분말이 용사될 수 있도록 상기 플라즈마 발생부에 연결되어 상기 코팅용 분말을 공급하는 분말공급부와, 상기 플라즈마 발생부에 설치되어 상기 플라즈마의 발생으로 인해 과열되는 것을 방지하기 위해 냉각수를 순환시켜 상기 플라즈마 발생부를 냉각시키는 냉각부와, 상기 플라즈마 발생부에 설치되어 상기 플라즈마 제트에 의해 용사된 상기 코팅용 분말이 모재에 충돌하여 비산되는 것을 방지하기 위해 용사되는 상기 코팅용 분말 둘레에 에어커튼이 형성되도록 고압의 에어를 분사하는 에어커튼부를 구비한다.

[0008] 상기 코팅용 분말은 질화티타늄(TiN)분말, 질화보론(BN)분말, 산화크로뮴(Cr_2O_3)분말, 산화이트륨(Y_2O_3) 분말 및 이산화지르코늄(ZrO_2) 분말이 혼합된 것이 바람직하다.

[0009] 상기 질화티타늄 분말, 질화보론 분말, 산화크로뮴 분말, 산화이트륨 분말 및 이산화지르코늄 분말은 50nm 이하의 입자크기를 갖도록 형성된다.

[0010] 상기 플라즈마 발생부는 상기 본체에 설치되는 음극과, 상기 음극과 반응하여 상기 기체공급부로부터 공급된 상기 비활성 기체를 플라즈마화시킬 수 있도록 상기 본체에 설치되며, 전단부에 플라즈마화된 상기 비활성 기체를 분출하여 상기 플라즈마 제트를 형성할 수 있도록 분사공이 마련된 양극노즐을 구비하고, 상기 에어커튼부는 상기 양극노즐의 외주면에 설치되며, 고압의 에어가 분사될 수 있도록 전면에 상기 분사공의 둘레를 따라 상호 이격되게 다수의 분출구가 마련된 분사노즐과, 상기 분사노즐에 설치되어 상기 분사노즐로 고압의 에어를 공급하

는 에어공급부를 구비하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따른 플라즈마 용사장치는 에어커튼부에 의해 플라즈마 제트에 의해 용사되는 분말 둘레에 에어커튼이 형성되어 용사되는 분말이 모재에 충돌하여 비산되는 것을 억제하여 균일한 코팅층을 형성할 수 있다. 또한, 플라즈마 용사장치는 미세한 입자를 갖는 분말을 사용하므로 밀도가 높은 코팅층을 형성할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명에 따른 플라즈마 용사장치에 대한 단면도이고,
 도 2는 도 1의 플라즈마 용사장치에 대한 사시도이고,
 도 3은 SEM 장비를 이용하여 촬영된 도 1의 플라즈마 용사장치에 사용된 코팅용 분말에 의해 형성된 코팅층에 대한 미세조직 사진이고,
 도 4는 SEM 장비를 이용하여 촬영된 도 1의 플라즈마 용사장치에 사용된 코팅용 분말에 의해 형성된 코팅층과 모재 사이의 경계층에 대한 미세조직 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 플라즈마 용사장치를 더욱 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0014] 도 1 내지 도 2에는 본 발명에 따른 플라즈마 용사장치(100)가 도시되어 있다.

[0015] 도면을 참조하면, 플라즈마 용사장치(100)는 본체(110)와, 상기 본체(110)에 설치되어 공급된 비활성 기체를 플라즈마화시켜 전방으로 분출하여 플라즈마 제트를 형성하는 플라즈마 발생부(120)와, 상기 플라즈마 발생부(120)에 상기 비활성 기체를 공급하는 기체공급부(130)와, 상기 플라즈마 제트에 의해 코팅용 분말(162)이 용사될 수 있도록 상기 플라즈마 발생부(120)에 연결되어 상기 코팅용 분말(162)을 공급하는 분말공급부(160)와, 상기 플라즈마 발생부(120)에 설치되어 상기 플라즈마의 발생으로 인해 과열되는 것을 방지하기 위해 냉각수를 순환시켜 상기 플라즈마 발생부(120)를 냉각시키는 냉각부(140)와, 상기 플라즈마 발생부(120)에 설치되어 상기 플라즈마 제트에 의해 용사된 상기 코팅용 분말(162)이 모재(101)에 충돌하여 비산되는 것을 방지하기 위해 용사되는 상기 코팅용 분말(162) 둘레에 에어커튼이 형성되도록 고압의 에어를 분사하는 에어커튼부(150)를 구비한다.

[0016] 본체(110)는 메인바디(111)와, 상기 메인바디(111)의 전방면에 설치된 절연부재(112)를 구비한다.

[0017] 메인바디(111)는 소정의 외경을 갖는 원통형으로 형성되며, 전방면 중앙에는 후술되는 플라즈마 발생부(120)의 음극(121)이 설치되어 있다. 절연부재(112)는 상기 음극(121)을 중심으로 환형의 단면을 갖고, 메인바디(111)에 대해 전방으로 돌출되게 형성된다. 절연부재(112)는 전면에 후술되는 플라즈마 발생부(120)의 양극노즐(122)이 설치되며, 양극노즐(122)과 음극(121) 사이를 절연시킬 수 있도록 절연소재로 형성되는 것이 바람직하다.

[0018] 플라즈마 발생부(120)는 메인바디(111)의 전방면 중앙에 설치된 음극(121)과, 상기 음극(121)과 반응하여 상기 기체공급부(130)로부터 공급된 상기 비활성 기체를 플라즈마화시킬 수 있도록 상기 절연부재(112)에 설치되는 양극노즐(122)과, 상기 음극(121) 및 양극노즐(122)에 전원을 공급하는 전원공급부(미도시)를 구비한다.

[0019] 상기 음극(121)은 소정의 외경을 갖는 환봉형으로 형성되며, 메인바디(111)로부터 전방으로 돌출되게 소정길이 연장형성된다. 음극(121)의 단부는 플라즈마에 의해 침식과 같은 손상이 발생하는 것을 방지하기 위해 소정의 강도 및 경도를 갖는 텅스텐 또는 텅스텐 강화 금속으로 형성된다.

[0020] 양극노즐(122)은 절연부재(112)로부터 전방으로 멀어지는 방향으로 연장형성되며, 전방부로 갈수록 외경이 작아지는 원뿔형으로 형성된다. 양극노즐(122)은 후방면에 상기 음극(121)이 인입될 수 있도록 인입공간(123)이 마련되며, 내부에는 인입공간(123)에 연통되며, 전방으로 연장된 분출경로(124)가 형성된다. 양극노즐(122)의 전방면에는 분출경로(124)에 연통되며, 플라즈마 제트가 외부로 분출될 수 있도록 분사공(125)이 형성되어 있다. 양극노즐(122)은 열 및 전기 전도도가 우수한 소재한 구리 또는 구리 합금 소재로 형성되는 것이 바람직하다.

- [0021] 기체공급부(130)는 기체공급관(131) 및 기체탱크(132)를 구비한다.
- [0022] 기체공급관(131)은 비활성 기체를 음극(121)과 양극노즐(122) 사이에 공급할 수 있도록 일단이 절연부재(112)에 관통되게 설치되며, 타단은 기체탱크(132)에 연통되게 연결된다. 기체공급관(131)에는 내부 유로를 개폐할 수 있는 개폐밸브가 설치되는 것이 바람직하다.
- [0023] 기체탱크(132)는 기체공급관(131)을 통해 플라즈마 발생부(120)로 공급되는 비활성 기체가 수용되어 있다. 상기 비활성 기체로는 플라즈마화 되어 열용사 코팅 방법에 사용될 수 있는 것이라면 제한이 없으나, 헬륨(He), 네온(Ne), 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 크세논(Xe), 라돈(Rn) 및 질소(N₂) 기체 중 적어도 어느 하나가 사용되는 것이 바람직하다.
- [0024] 비활성 기체의 플라즈마화는 비활성 기체에 강한 전장을 발생시켜 가속된 전자들의 연속된 충돌에 의하여 전하 입자를 생성시킴으로써 전기전도성을 갖는 절연과피에 이르도록 하고, 고전류가 흐르는 음극(121)과 양극노즐(122)에 의한 아크 방전으로 플라즈마 상태를 유지시킴으로써 가능하게 된다. 상기와 같이 플라즈마화된 비활성 기체는 양극노즐(122)을 통해 고온, 고속으로 배출되므로 플라즈마 제트가 형성된다.
- [0025] 냉각부(140)는 공급된 냉각수가 본체(110) 및 플라즈마 발생부(120) 내부에 순환되는 순환부와, 상기 순환부로 냉각수를 순환시키는 냉각수 공급유닛(141)을 구비한다.
- [0026] 순환부는 양극노즐(122) 내부에 형성된 제1챔버(142), 절연부재(112) 내부에 형성되며, 상기 제1챔버(142)에 연통되는 유동통로(143) 및 본체(110)의 메인바디(111) 내부에 형성되며, 유동통로(143)와 연통되는 제2챔버(144)와, 음극(121) 내부로 형성되며, 상기 제2챔버(144)로 연통되는 유입통로(145)로 구성된다.
- [0027] 냉각수 공급유닛(141)은 단부가 제1챔버(142)에 연통되게 양극노즐(122)에 설치된 냉각수 공급관(146)과, 단부가 제2챔버(144)에 연통되게 메인바디(111)에 설치된 냉각수 배출관(147)과, 상기 냉각수 공급관(146)에 설치되어 제1챔버(142)로 저온의 냉각수를 공급하는 냉각수 공급부(미도시)를 구비한다.
- [0028] 냉각수 공급관(146)을 통해 냉각수 공급부로부터 공급된 저온의 냉각수가 제1챔버(142)로 유입된다. 제1챔버(142)로 유입된 냉각수는 절연부재(112)에 마련된 유동통로(143)를 통해 제2챔버(144)로 유입되고, 제2챔버(144)로 유입된 냉각수는 음극(121)에 마련된 유입통로(145)를 순환한 다음 냉각수 배출관(147)을 통해 외부로 배출된다. 도면에 도시되진 않았지만, 냉각수 배출관(147)을 통해 배출되는 냉각수는 냉각수 공급유닛(141)으로 회수되어 재냉각된 다음 냉각수 공급관(146)을 통해 제1챔버(142)에 재공급될 수도 있다. 상기 언급된 바와 같이 구성된 냉각부(140)는 순환부를 따라 저온의 냉각부(140)가 순환하며 플라즈마 발생부(120)를 냉각하므로 플라즈마 발생에 따른 고온에 의해 플라즈마 발생부(120) 및 본체(110)가 손상되는 것을 방지한다.
- [0029] 에어커튼부(150)는 양극노즐(122)의 외주면에 설치되며, 전방면에 다수의 분출공(154)이 마련된 분사노즐(151)과, 상기 분사노즐(151)로 고압의 에어를 공급하는 에어공급부를 구비한다.
- [0030] 분사노즐(151)은 양극노즐(122)의 외주면을 따라 원주방향으로 연장된 환형으로 형성되며, 내부에는 에어공급부를 통해 공급된 고압의 에어가 수용될 수 있도록 수용공간(153)이 마련되며, 상기 수용공간(153)은 분출공(154)들에 연통되게 형성되는 것이 바람직하다.
- [0031] 분사노즐(151)의 분출공(154)들은 분사공(125)의 둘레를 따라 상호 이격되게 형성되며, 분사공(125)을 중심으로 환형의 가상곡선을 따라 상호 이격되게 형성되는 것이 바람직하다. 이때, 도면에 도시되진 않았지만, 분출공(154)은 에어의 분사범위가 확장되도록 전단부가 후단부보다 분출공(154)으로부터 멀어지도록 경사지게 형성되어 있다.
- [0032] 에어공급부는 일단이 상기 수용공간(153)에 연통되게 양극노즐(122)에 설치되는 에어공급관(155)과, 에어공급관(155)의 타단에 설치되며, 에어공급관(155)을 통해 분사노즐(151)로 고압의 에어를 공급하는 공급부재(미도시)를 구비한다.
- [0033] 에어공급관(155)은 내부에 고압의 에어가 유동하는 유로가 형성된 파이프형으로 형성되며, 상기 유로를 개폐할 수 있도록 개폐밸브(미도시)가 설치되어 있다. 공급부재는 도면에 도시되진 않았지만, 고압의 에어를 분사노즐(151)에 공급할 수 있도록 콤프레샤로 형성될 수 있다. 또한, 공급부재는 분사노즐(151)을 통해 질소가스와 같은 불활성 가스가 분사되어 에어커튼을 형성할 수 있도록 불활성 가스가 수용된 가스탱크로 구성될 수도 있다.
- [0034] 상기 언급된 바와 같이 구성된 에어커튼부(150)는 용사되는 코팅용 분말(162)의 둘레에 에어커튼을 형성하므로 용사된 코팅용 분말(162)이 모재(101)에 충돌하여 비산되는 것을 방지하여 비산되는 코팅용 분말(162)이 모재

(101)에 재부착되는 것을 차단한다. 따라서, 용사된 코팅용 분말(162)에 의해 형성된 코팅층(102)의 코팅 밀도가 균일하게 형성되는 장점이 있다.

[0035] 분말공급부(160)는 일단이 분출경로(124)에 연통되게 양극노즐(122)에 설치되며, 내부에 코팅용 분말(162)이 유동하는 경로가 마련된 분말공급관(161)과, 분말공급관(161)의 타단에 설치되어 상기 분말공급관(161)으로 코팅용 분말(162)을 공급하는 파우더부(미도시)를 구비한다.

[0036] 분말공급부(160)로부터 양극노즐(122)로 공급되는 코팅용 분말(162)은 양극노즐(122)에 의해 형성되는 플라즈마 제트에 용융되고, 용융된 입자는 양극노즐(122)을 통해 모재(101)로 분사된다. 분사된 코팅용 분말(162)은 모재(101) 표면에 점착되어 코팅층(102)을 형성한다.

[0037] 이때, 높은 내마모성이 요구되는 차량용 싱크로나이저 링과 같은 모재(101)의 표면에 코팅층(102)을 형성할 경우, 내마모성이 향상된 코팅층(102)이 형성되도록 코팅용 분말(162)로 질화티타늄(TiN) 분말, 질화보론(BN)분말, 산화크로뮴(Cr₂O₃)분말, 산화이트륨(Y₂O₃) 분말 및 이산화지르코늄(ZrO₂) 분말이 혼합된 것이 사용될 수 있다.

[0038] 코팅용 분말(162)은 상기 산화이트륨 분말이 1 내지 7중량%, 상기 산화크로뮴 분말이 5 내지 15중량%, 상기 질화보론 분말이 3 내지 11중량%, 상기 질화티타늄 분말이 1 내지 5중량% 및 나머지는 상기 이산화지르코늄 분말로 이루어진 것이 바람직하다.

[0039] 이때, 산화크로뮴 분말은 경질 소재로써, 용사코팅 시 분산강화 효과를 내고, 다량일 때는 저온영역에서 내마모성이 저하되기 때문에 코팅용 분말(162)에 5 내지 15 중량%이 포함되되, 10 중량%가 포함되는 것이 바람직하다.

[0040] 질화보론은 결정구조상으로 Cubic-BN(CBN)과 Hexagonal-BN(HBN)의 두종류가 있다. CBN은 경도가 높으며, HBN은 결정구조가 그래파이트(Graphite)와 유사하여 윤활제 기능을 한다. 코팅층 분말에는 HBN 또는 CBN 중 적어도 어느 하나가 사용되는 것이 바람직하다. 모재(101)의 내마모성을 향상시키기 위해 질화보론은 코팅용 분말(162)에 3 내지 11중량%이 포함되되, 7 중량%가 포함되는 것이 바람직하다.

[0041] 한편, 코팅용 분말(162)에 포함되는 상기 질화티타늄 분말, 질화보론 분말, 산화크로뮴 분말, 산화이트륨 분말 및 이산화지르코늄 분말은 50nm 이하의 입자크기를 갖도록 형성되어 있다.

[0042] 이하에서는, 30 내지 150 μ m의 입자크기를 갖는 코팅용 분말(비교예)과, 50nm 이하의 입자크기를 갖는 코팅용 분말을 비교하여 비교예에 비해 실시예로 형성된 코팅층(102)이 내마모성이 우수함을 설명한다.

[0043] 알루미늄 합금(Cu 0.1중량%, Si 0.24중량%, Mg 2.5중량%, Zn 0.08중량%, Mn 0.06중량%, Cr 0.16중량%, Fe 0.32중량% 및 잔량 Al으로 이루어짐)소재의 금속모재에 20 내지 50 μ m의 입자크기를 갖는 산화 알루미늄 분말을 분사하여 블라스팅한 다음, 동일 조건 하에서 비교예 및 실시예를 용사코팅하였다. 용사코팅을 위한 변수는 하기의 표1과 같다.

표 1

[0044]

Oxygen (scfh)	Kerosene (gph)	Ratio (Oxy./Ker.)	Distance (mm)	Barrel (mm)	Feed Rate (g/min)	Ratio {Par./(Oxy.+ Ker.)}
2000	5.1	1.43	323	10.16	75	4.68

[0045] 상기 표1에 표시된 조건에 의해 용사코팅된 비교예 및 실시예에 따른 코팅층(102)의 기공도, 경도, 접착강도 및 표면거칠기에 대한 시험 값은 하기의 표와 같다.

[0046] 이때, 입자크기 및 기공도는 광학현미경을 이용하여 코팅층 기공의 경향을 조사한 다음 화상처리 분석을 통해 측정하였다. 경도는 단면에 대해서 Vickers 경도실험을 실시하였고, 입자의 크기 효과(size effects)를 배제하기 위해 하중조건을 300gf로 설정하였다. 경도 측정을 위한 시편은 표면과 단면에 대해 경면 연마를 실시하였고, 지속시간은 10초로 하여 각 시편당 15회 측정하였으며, 측정치의 가장 큰 값과 작은 값을 소거하였다.

[0047] 접착강도는 SebastianIV 방법을 통해 측정하였다. 접착 강도 측정에 사용된 스티드는 직경 3mm의 알루미늄 소재이며, 스티드와 코팅의 계면은 에폭시(최대강도 80MPa)를 사용하였다. 연마된 표면에 스티드를 부착하고, 150℃

온도에서 90분간 열처리를 실시하였다.

[0048] 표면거칠기는 Roughness 시험기를 사용하여 중심선 평균거칠기(Ra)를 측정하였다. 중심선 평균거칠기는 단면곡선에서 측정길이L(mm) 부분을 채취하고, 이 채취한 부분의 중심선을 X축, 종배율의 방향을 Y축으로 하여 거칠기곡선을 Y=F(X)로 나타내었을 때 하기의 수학적식1로 주어지는 평균거칠기(Ra)의 값을 마이크로 단위로 표시하였다.

수학적식 1

$$Ra = 1/L \int_0^L |f(x)| dx$$

[0049]

표 2

[0050]

	입자크기	기공도	경도(Hv)	접착강도(kg/cm ²)	표면 거칠기(Ra)
비교예	30~150 μ m	0.2mm 이하	470~510	220	20~25 μ m
실시예	50nm 이하	0.05mm 이하	720~750	450	5~8 μ m

[0051] 상기 표1에 언급된 바와 같이 실시예에 따른 코팅층(102)은 비교예에 따른 코팅층(102)에 비해 기공도 및 표면거칠기는 낮고, 경도 및 접착강도가 높음을 알 수 있다.

[0052] 한편, 도 3은 실시예에 따른 코팅층(102)을 전자현미경인 SEM 장비를 이용하여 촬영한 사진이고, 도 4는 실시예에 따른 코팅층(102)과 모재(101)와의 경계를 촬영한 사진이다. 도 3 및 도 4를 참조하면, 50nm의 입자크기를 갖는 코팅용 분말로 형성된 코팅층(102)은 미세조직의 균질성이 우수하며, 밀도가 높음을 알 수 있다.

[0053] 이상, 본 발명은 일 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0054] 따라서 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0055]

100: 플라즈마 용사장치

110: 본체

120: 플라즈마 발생부

121: 음극

122: 양극노즐

125: 분사공

130: 기체공급부

140: 냉각부

150: 에어커튼부

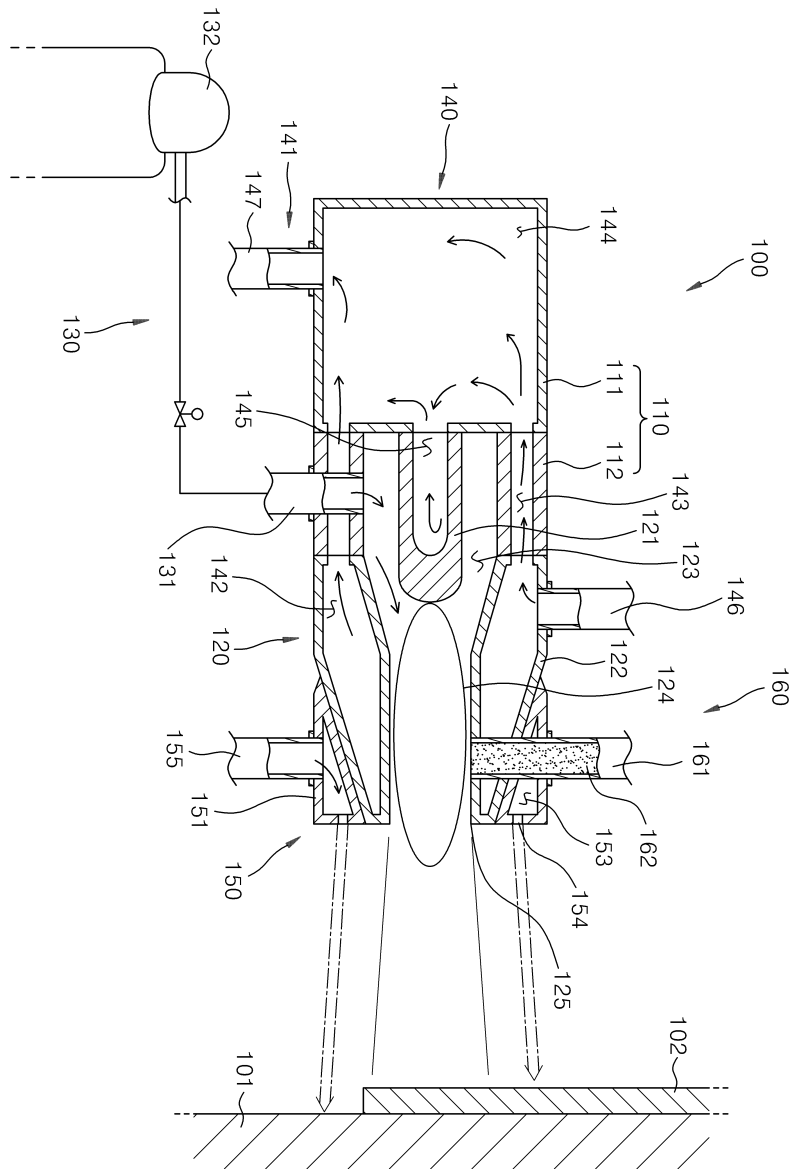
151: 분사노즐

154: 분출공

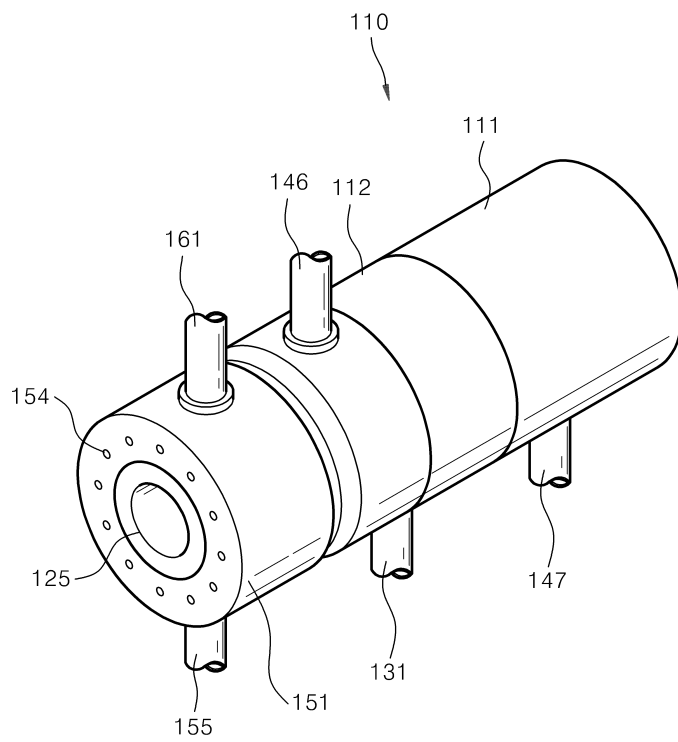
160: 분말공급부

도면

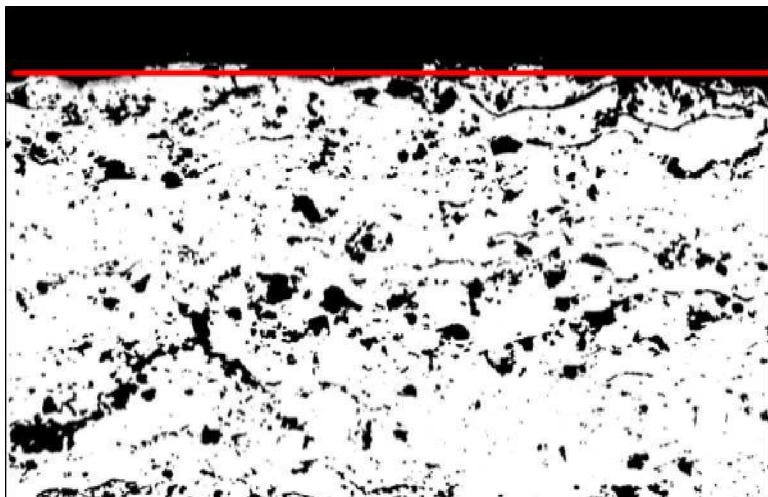
도면1



도면2



도면3



도면4

