(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0013471
(43) 공개일자 2017년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B02C 23/08 (2006.01) *B02C 19/00* (2006.01)
B02C 19/18 (2006.01) *B02C 23/02* (2006.01)
B05B 7/14 (2006.01) *B05B 7/16* (2006.01)
B07B 1/28 (2006.01) *B07C 5/04* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B02C 23/08 (2013.01)
B02C 19/0043 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0105968
(22) 출원일자 2015년07월27일
심사청구일자 2015년07월27일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
윤석구
서울특별시 강남구 삼성로69길 39-4 (대치동)
이종건
서울특별시 동대문구 무학로 200 604호 (제기동, 휴먼플러스오피스텔)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
홍동우

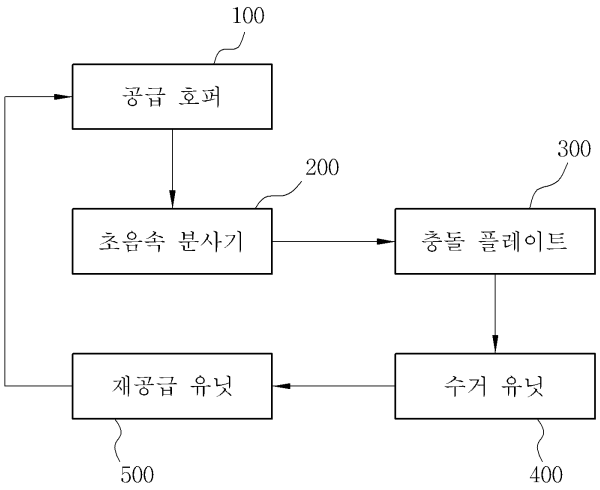
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **실리콘 입자 분쇄장치**

(57) 요 약

본 발명은 실리콘 입자가 저장되는 공급 호퍼와, 상기 공급 호퍼로부터 실리콘 입자를 공급받아 초음속으로 분사시키는 초음속 분사기와, 상기 초음속 분사기의 전방에 위치하여 초음속으로 분사된 실리콘 입자가 충돌하는 충돌 플레이트와, 상기 충돌 플레이트의 하부에 설치되며 충돌에 의해 분쇄된 일정 크기의 실리콘 입자를 선별하여 수거하는 수거 유닛 및 상기 수거 유닛과 연결되어 선별되지 못한 실리콘 입자를 회수하여 공급 호퍼로 공급하는 재공급 유닛을 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 입자 분쇄장치가 개시된다. 이에 따라 원하는 크기의 실리콘 입자를 얻을 수 있고 실리콘 입자의 수율을 향상시키게 된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B02C 19/186 (2013.01)
B02C 23/02 (2013.01)
B05B 7/14 (2013.01)
B05B 7/149 (2013.01)
B05B 7/1613 (2013.01)
B07B 1/28 (2013.01)
B07C 5/04 (2013.01)

(72) 발명자
박정재
서울특별시 강북구 인수봉로6길 8 401호 (미아동, 파크빌)
김도연
서울특별시 영등포구 당산로 214 424동 1302호 (당산동5가,삼성래미안4차아파트)

명 세 서

청구범위

청구항 1

실리콘 입자가 저장되는 공급 호퍼;

상기 공급 호퍼로부터 실리콘 입자를 공급받아 초음속으로 분사시키는 초음속 분사기;

상기 초음속 분사기의 전방에 위치하여 초음속으로 분사된 실리콘 입자가 충돌하는 충돌 플레이트;

상기 충돌 플레이트의 하부에 설치되며 충돌에 의해 분쇄된 일정 크기의 실리콘 입자를 선별하여 수거하는 수거 유닛; 및

상기 수거 유닛과 연결되어 선별되지 못한 실리콘 입자를 회수하여 공급 호퍼로 공급하는 재공급 유닛;을 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 입자 분쇄장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 공급 호퍼는 저장된 실리콘 입자를 예열하는 입자 가열수단이 설치되는 것을 특징으로 하는 실리콘 입자 분쇄장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 초음속 분사기는,

상기 공급 호퍼로부터 실리콘 입자를 공급받는 투입구가 형성되고 상기 충돌 플레이트를 향해 분사구가 형성된 분사노즐; 및

상기 분사노즐과 유로로 연결되며 초음속 기류를 발생시켜 분사노즐로 공급하는 기류 발생장치;를 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 입자 분쇄장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 기류 발생장치는 상기 분사노즐로 공급되는 기류를 가열하는 기류 가열수단이 설치되는 것을 특징으로 하는 실리콘 입자 분쇄장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 수거 유닛은,

상기 충돌 플레이트의 하단에서 상기 초음속 분사기의 하부를 향해 경사지게 설치되고 일정 크기의 그물코가 형성된 채반; 및

상기 채반의 하부에 설치되어 채반을 통과한 실리콘 입자를 수거하는 수거 용기;를 포함하는 것을 특징으로 하

는 실리콘 입자 분쇄장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 수거 용기의 상부에 가이드 플레이트가 설치되어 채반을 통과한 실리콘 입자를 수거 용기로 안내하는 것을 특징으로 하는 실리콘 입자 분쇄장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 충돌 플레이트와 수거 유닛 사이에는 채반을 진동시키는 진동기가 설치되는 것을 특징으로 하는 실리콘 입자 분쇄장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 충돌 플레이트와 채반은 댐퍼에 의해 연결되어 채반의 진동이 충돌 플레이트로 전달되지 않게 방지하는 것을 특징으로 하는 실리콘 입자 분쇄장치.

청구항 9

청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,

상기 재공급 유닛은,

상기 채반의 하단과 연결되는 회수 용기;

상기 회수 용기와 상기 공급 호퍼를 연결하는 관로; 및

상기 관로에 설치되어 회수 용기의 실리콘 입자가 공급 호퍼로 이동할 수 있게 관로에 부압을 형성하는 회수 펌프;를 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 입자 분쇄장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 초음속 분사기와 충돌 플레이트 및 수거 유닛을 감싸는 챔버를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 입자 분쇄장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 실리콘 입자 분쇄장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 실리콘 입자를 초음속으로 충돌 플레이트에 분사시켜 충돌에 의해 실리콘 입자가 분쇄되어 원하는 크기의 실리콘 입자를 얻을 수 있으며, 충돌에 의해 분쇄된 실리콘 입자가 원하는 크기보다 큰 경우 이를 회수하여 다시 충돌 플레이트에 분사시키는 과정이 연속되어 실리콘 입자의 수율이 향상될 뿐만 아니라 저가 대량생산에 적합한 구조를 갖는 실리콘 입자 분쇄장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 고순도 다결정 실리콘의 제조방법으로는 종형(種型), 반응기(bell-jar) 내에서 삼염화 실란(trichlor-osilane, SiHCl3)의 수소환원에 의해 생성되는 실리콘을 전기로 가열되는 고순도 실리콘 봉위에 석출시키는 시멘스(Siemens) 방법이 가장 널리 사용되고 있는데, 이 방법은 반응면적이 실리콘 봉에 한정되므로 생산성이 낮고 반응용기인 석영제 종형 반응기 표면에서의 실리콘 석출을 방지하기 위해 반응용기를 냉각시키므로 열효율이 낮아 필연적으로 생성된 실리콘의 가격이 높다는 단점이 있기 때문에 시멘스법에 비해 반응 표면적이 크고 수율이 높아 보다 낮은 가격의 다결정 실리콘 생산이 가능한 유동층법에 대한 연구개발이 진행되어 왔으며 미국 에틸(Ethyl)사는 현재 모노실란을 원료로 하는 유동층법으로 반도체급 입상 다결정 실리콘을 상업적으로 생산하고 있다.

[0003] 유동층법은 반응기 내의 가열된 실리콘 입자를 모노실란, 삼염화실란 등의 실리콘 함유 가스와 수소로 유동시키면서 이 실리콘 함유 가스의 열분해 또는 수소환원에 의해 생성한 실리콘을 실리콘 입자 표면에 석출시켜 다결정 실리콘을 제조하고 있다.

[0004] 이러한 유동층 방법의 예를들면, 미국특허공보 4,900,411에 제시된 바와 같이 유동층 반응기 내에 장입된 실리콘 입자를 반응가스인 실리콘 함유 실란가스와 수소로 유동시키면서 초단파(microwave)에 의해 이 입자들을 직접 가열하여 반응온도로 유지하면 이 실란가스가 열분해 또는 환원되어 생성된 실리콘은 입자 표면에 석출되고 이에 따라 실리콘 입자들이 점점 크게 성장된다.

[0005] 유동층 반응기를 연속으로 운전하려면 반응기 내부에 충전된 실리콘 입자의 량과 크기를 일정 범위 내에서 유지해야 한다. 이를 위해, 실리콘이 석출하여 성장된 실리콘 입자들은 유동층 반응기 하부에서 빼내고 실리콘을 증착하기 위하여 쓰이는 미세한 실리콘 종입자를 계속 공급해야 한다.

[0006] 이러한 실리콘 종입자를 생산하기 위한 종래의 기술로는 시멘스 방법의 괴상(塊狀) 실리콘이나 유동층 반응기의 입상 실리콘들을 볼밀(Ball Mill)과 같은 기계적 수단으로 분쇄한 후 금속체(sieve) 등으로 분급하는 방법이 있다.

[0007] 그러나, 상기와 같은 방법은 장치의 마모로 인한 오염 때문에 별도의 세정공정과 건조공정이 수반되어야 하고 원하는 고순도의 실리콘 종입자를 생산하기 어렵다.

[0008] 따라서 오염을 방지하기 위한 기술이 개발되었는데 이에 관한 종래의 기술로는 일본공개특허공보 소58-145,611과 미국특허공보 4,691,866의 방법들이 있다. 전자의 방법은 실리콘 입자를 두 개의 고순도 실리콘 봉으로 구성된 롤러(roller) 분쇄기로 미세입자로 만들고 별도의 분급기로 필요한 입경 범위의 미세입자를 분리, 회수하는 방법으로 고순도의 실리콘 종입자의 생산이 가능하나 실리콘 봉의 마모가 심하고 원하는 입경 범위 외의 미세분말의 손실이 크며 분급 시스템이 비교적 복잡하다는 단점이 있다.

[0009] 후자의 방법은 실리콘 입자들을 가스 흐름에 동반, 가속시킨 다음 실리콘 판에 충돌, 분쇄시켜 종입자를 생산하는 방법이다. 이 방법으로도 고순도의 실리콘 종 입자의 생산이 가능하나 실리콘 충돌판의 마모가 심하여 일정 주기로 실리콘 충돌판을 교체해야 하며, 1회의 충돌에 실리콘 입자를 분쇄하므로 종입자의 생산효율이 낮은 등의 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 소58-145,611

(특허문헌 0002) 미국특허공보 4,691,866

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 실리콘의 입자를 충돌판에 연속적으로 충돌시켜 원하는 크기를 갖는 실리콘 입자를 얻을 수 있으며, 간단한 구조를 갖고 분쇄효율이 높아 저가 대량생산에 적합한 구조를 갖는 실리콘 입자 분쇄장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상으로는, 실리콘 입자가 저장되는 공급 호퍼와, 상기 공급 호퍼로부터 실리콘 입자를 공급받아 초음속으로 분사시키는 초음속 분사기와, 상기 초음속 분사기의 전방에 위치하여 초음속으로 분사된 실리콘 입자가 충돌하는 충돌 플레이트와, 상기 충돌 플레이트의 하부에 설치되며 충돌에 의해 분쇄된 일정 크기의 실리콘 입자를 선별하여 수거하는 수거 유닛 및 상기 수거 유닛과 연결되어 선별되지 못한 실리콘 입자를 회수하여 공급 호퍼로 공급하는 재공급 유닛을 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 입자 분쇄장치에 의해 달성된다.

[0013] 여기서, 상기 공급 호퍼는 저장된 실리콘 입자를 예열하는 입자 가열수단이 설치되는 것이 바람직하다.

[0014] 또한, 상기 초음속 분사기는 상기 공급 호퍼로부터 실리콘 입자를 공급받는 투입구가 형성되고 상기 충돌 플레이트를 향해 분사구가 형성된 분사노즐 및 상기 분사노즐과 유로로 연결되며 초음속 기류를 발생시켜 분사노즐로 공급하는 기류 발생장치를 포함하는 것이 바람직하다.

[0015] 또한, 상기 기류 발생장치는 상기 분사노즐로 공급되는 기류를 가열하는 기류 가열수단이 설치되는 것이 바람직하다.

[0016] 또한, 상기 수거 유닛은 상기 충돌 플레이트의 하단에서 상기 초음속 분사기의 하부를 향해 경사지게 설치되고 일정 크기의 그물코가 형성된 채반 및 상기 채반의 하부에 설치되어 채반을 통과한 실리콘 입자를 수거하는 수거 용기를 포함하는 것이 바람직하다.

[0017] 그리고, 상기 수거 용기의 상부에 가이드 플레이트가 설치되어 채반을 통과한 실리콘 입자를 수거 용기로 안내하는 것이 바람직하다.

[0018] 또한, 상기 충돌 플레이트와 수거 유닛 사이에는 채반을 진동시키는 진동기가 설치되는 것이 바람직하다.

[0019] 또한, 상기 충돌 플레이트와 채반은 댐퍼에 의해 연결되어 채반의 진동이 충돌 플레이트로 전달되지 않게 방지하는 것이 바람직하다.

[0020] 그리고, 상기 재공급 유닛은 상기 채반의 하단과 연결되는 회수 용기와, 상기 회수 용기와 상기 공급 호퍼를 연결하는 관로 및 상기 관로에 설치되어 회수 용기의 실리콘 입자가 공급 호퍼로 이동할 수 있게 관로에 부압을 형성하는 회수 펌프를 포함하는 것이 바람직하다.

[0021] 또한, 상기 초음속 분사기와 충돌 플레이트 및 수거 유닛을 감싸는 챔버를 더 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 실리콘 입자 분쇄장치는 실리콘 입자가 원하는 크기를 갖을 때까지 초음속으로 충돌 플레이트에 충돌시켜 분쇄하게 되고, 이렇게 충돌에 의해 분쇄된 실리콘 입자 중 채반의 그물코보다 작은 크기의 실리콘 입자는 채반을 통과하여 수거 용기에 모이게 되고, 채반의 그물코보다 큰 크기를 갖는 실리콘 입자는 재공급 유닛을 통해 공급 호퍼로 공급된 후 충돌 플레이트를 향해 재 분사되는 순환 과정을 거치기 때문에 원하는 크기를 갖도록 실리콘 입자를 분쇄할 수 있다.

[0023] 특히, 본 발명의 실리콘 입자 분쇄장치는 그 구조가 간단하고 분쇄효율이 높을 뿐만 아니라 실리콘 입자의 수율이 향상되어 실리콘 입자의 저가 대량생산이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명에 따른 실리콘 입자 분쇄장치의 주요 구성을 나타낸 구성도이다.

도 2는 본 발명에 따른 실리콘 입자 분쇄장치를 나타낸 측면도이다.

도 3은 본 발명에 따른 실리콘 입자 분쇄장치 중 공급 호퍼를 나타낸 부분 확대도이다.

도 4는 본 발명에 따른 실리콘 입자 분쇄장치의 다른 실시예를 나타낸 측면도이다.

도 5는 본 발명에 다른 실리콘 입자 분쇄장치의 또 다른 실시예를 나타낸 측면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0026] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0027] 도 1은 본 발명에 따른 실리콘 입자 분쇄장치의 주요 구성을 나타낸 구성도이다. 도면을 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 실리콘 입자 분쇄장치는 실리콘 입자가 저장되는 공급 호퍼(100)와 공급 호퍼(100)로부터 실리콘 입자를 공급받아 초음속으로 분사시키는 초음속 분사기(200)와, 초음속 분사기(200)의 전방에 위치하여 초음속으로 분사되는 실리콘 입자가 충돌하는 충돌 플레이트(300)와, 충돌 플레이트(300)의 하부에 설치되며 충돌 플레이트(300)에 부딪혀 분쇄된 일정 크기 이하의 실리콘 입자를 선별하여 수거하는 수거 유닛(400) 및 수거 유닛(400)과 연결되어 선별되지 않은 실리콘 입자를 회수하여 공급 호퍼(100)로 공급하는 재공급 유닛(500)으로 구성된다.

[0028] 이와 같은 구성을 갖는 실리콘 입자 분쇄장치는 공급 호퍼(100)의 실리콘 입자가 초음속 분사기(200)를 통해 충돌 플레이트를 향해 초음속으로 분사되어 실리콘 입자가 충돌 플레이트(300)에 부딪혀 분쇄되고, 이렇게 분쇄된 실리콘 입자의 입경이 채반(410)의 그물코보다 작은 경우 수거 유닛(400)에 수거되며 그물코보다 큰 경우 재공급 유닛(500)을 통해 공급 호퍼(100)로 재공급되는 순환이 이루어져 실리콘 입자를 원하는 입경으로 분쇄할 수 있게 된다.

[0029] 이를 도 2에 의거하여 좀더 자세히 설명한다. 도 2는 본 발명에 따른 실리콘 입자 분쇄장치를 나타낸 측면도이다.

[0030] 도면을 참조하여 설명하면, 공급 호퍼(100)는 분쇄될 실리콘 입자가 투입되어 일시적으로 저장되는 것으로, 상부가 개방된 용기의 형상을 갖고 하부가 초음속 분사기(200)의 분사노즐(210)과 유로로 연결되어 실리콘 입자를 공급하게 된다.

[0031] 또한, 공급 호퍼(100)의 상부는 개폐되는 커버(미도시)가 설치되어 실리콘 입자가 공급 호퍼(100)에 장입된 후 이물질이 공급 호퍼(100)의 내부에 유입되지 않게 차단하게 된다.

[0032] 또한, 공급 호퍼(100)에 저장된 실리콘 입자가 원활하게 초음속 분사기(200)의 분사노즐(210)로 이송될 수 있게 공급 호퍼(100)의 내부에는 이송 스크류(120) 및 공급 호퍼(100)에 저장된 실리콘 입자가 일정 온도 이상 승온된 상태로 분사노즐(210)로 공급될 수 있게 입자 가열수단(110)이 설치된다. 이를 도 3에 의거하여 설명한다.

[0033] 공급 호퍼(100)의 내부에는 실리콘 입자가 분사노즐(210)을 향해 공급되는 방향과 동일한 방향으로 이송 스크류(120)가 설치된다. 이러한 이송 스크류(120)는 구동모터에 의해 회전하는 회전축(122)과 회전축(122)의 외면 둘레를 나선형으로 감싸는 날개(124)로 이루어져 회전축(122)의 회전에 따라 공급 호퍼(100)의 내부에 저장된 실리콘 입자를 날개(124)가 교반함과 동시에 분사노즐(210)과 연결되는 토출구(130)를 향해 실리콘 입자를 이송시키게 된다.

[0034] 이때, 공급 호퍼(100)와 분사노즐(210)을 연결하는 토출구(130)에는 실리콘 입자의 토출을 단속할 수 있는 공급 밸브(미도시)가 설치된다. 이러한 공급 밸브는 작업자에 의해 제어되는 제어부(미도시)와 전기적으로 연결되어 분사노즐(210)을 통해 충돌 플레이트(300)로 분사되는 실리콘 입자의 공급량이 제어된다.

[0035] 또한, 공급 호퍼(100)에는 저장된 실리콘 입자를 예열하는 입자 가열수단(110)이 설치되어 분사노즐(210)을 통해 분사되는 실리콘 입자를 일정 온도로 승온시켜 분사노즐(210)을 통해 충돌 플레이트(300)로 분사된 실리콘 입자가 원활하게 분쇄될 수 있도록 한다.

[0036] 여기서, 일정 온도라 함은 공급 호퍼(100)에 저장된 실리콘 입자가 용융되지 않을 정도의 온도를 의미하는 것으로, 공급 호퍼(100)에 설치된 입자 가열수단(110)에 의해 실리콘 입자가 예열되면 실리콘 입자의 분자활동이 활발해져 공급 호퍼(100) 내의 실리콘 입자의 이송이 원활하게 되고, 예열된 실리콘 입자가 충돌 플레이트에 부딪혔을 때 쉽게 분쇄되어 원하는 입경을 얻을 수 있게 된다.

[0037] 이렇게, 공급 호퍼(100)에 저장된 실리콘 입자를 예열하게 되는 입자 가열수단(110)은 도 3에 도시된 바와 같이 공급 호퍼(100)의 내측면을 따라 권선된 열선으로 이루어져 열선과 실리콘 입자가 직접적으로 접촉하여 가열되거나 또는 실리콘 입자가 간접적으로 가열될 수 있게 열선이 공급 호퍼(100)의 외측면에 설치될 수도 있을 것이다.

[0038] 또한, 경우에 따라서는 상기 입자 가열수단(110)은 실리콘 입자를 일정 온도 이상 승온시키는 것과 반대로 실리콘 입자를 일정 온도 이하로 낮추어 실리콘 입자가 낮은 경도(깨어지는 정도)를 갖도록 하여 충돌 플레이트(300)에 부딪혔을 때 쉽게 분쇄되도록 할 수도 있을 것이다. 이렇게 실리콘 입자를 승온 또는 감온시키는 입자 가열수단(110)은 분쇄할 실리콘 입자의 물성에 따라 선택될 수 있다.

[0039] 또한, 경우에 따라서는 입자 가열수단이 이송 스크류(120)의 날개(124)에 설치되어 공급 호퍼(100)에 저장된 실리콘 입자를 토출구(130)로 이송시킴과 동시에 열교환이 이루어지도록 마련될 수도 있다.

[0040] 한편, 공급 호퍼(100)는 초음속 분사기(200)와 연결되어 실리콘 입자를 충돌 플레이트(300)로 분사시키게 된다. 초음속 분사기(200)는 분사노즐(210)과 기류 발생장치(220)로 구성되는데, 분사노즐(210)은 공급 호퍼(100)로부터 실리콘 입자를 공급받을 수 있게 투입구(212)가 형성된다. 또한, 분사노즐(210)의 분사구는 충돌 플레이트(300)를 향하도록 형성되어 투입구(212)를 통해 공급된 실리콘 입자는 분사구에서 충돌 플레이트(300)를 향해 분사된다.

[0041] 이때, 실리콘 입자가 충돌 플레이트(300)로 분사될 수 있게 분사노즐(210)은 기류 발생장치(220)와 유로로 연결된다. 상기 기류 발생장치(220)는 작동 가스를 고압의 상태로 분사노즐로 공급하는 것으로, 이때, 작동 가스는 아르곤(Ar), 질소(N2), 헬륨(He) 등과 같은 불활성 가스가 될 수 있으며, 이러한 작동 가스는 고압의 상태로 분사노즐(210)로 공급되어 작동 가스가 충돌 플레이트(300)를 향해 초음속으로 분사된다.

[0042] 이렇게, 작동 가스가 분사노즐(210)로 분사될 때 분사노즐(210)의 투입구(212)에는 부압이 발생하게 되어 투입구(212)에 존재하는 실리콘 입자가 자연스럽게 분사노즐(210)로 빨려들어 작동 가스와 함께 충돌 플레이트(300)를 향해 분사되어 실리콘 입자가 충돌 플레이트(300)의 표면과 충돌하면서 실리콘 입자가 쪼개지는 분쇄가 일어나게 된다.

[0043] 이때, 작동 가스를 분사노즐(210)로 공급하게 되는 기류 발생장치(220)에는 작동 가스를 가열하는 기류 가열수단(230)이 설치된다. 이러한 기류 가열수단(230)은 기류 발생장치(220)와 분사노즐(210)을 연결하는 유로를 따라 설치되는 열선이 되거나 또는 기류 발생장치(220)로 공급되는 작동 가스를 고온으로 가열시킨 후 고압의 상태로 분사노즐(210)로 공급할 수 있게 기류 발생장치(220)의 내부에 설치되는 열선이 될 수도 있다. 이때, 작동 가스는 기류 가열수단(230)에 의해 대략 300~500℃로 가열된다.

[0044] 이와 같이 고온 고압으로 공급되는 작동 가스는 분사노즐(210)을 지나면서 초음속으로 분사되는데, 분사노즐(210)은 그 내부가 수축부분과 확대부분으로 이루어져 작동 가스가 수축부분에서 확대부분으로 지나가는 과정에서 압력이 극대화되어 작동 가스를 초음속으로 분사할 수 있게 된다.

[0045] 이러한 분사노즐(210)의 형상은 아래의 수학식 1에 의해 결정될 수 있다.

수학식 1

[0046]
$$\frac{Ae}{A^*} = \frac{1}{Me}\left\{\left(\frac{2}{r+1}\right)\left[1+\left(\frac{r-1}{2}\right)M_e^2\right]\right\}^{\frac{r+1}{2(r-1)}}$$

[0047] 여기서, Ae는 분사노즐의 분사구 면적, A*는 분사노즐의 목 면적, Me는 분사노즐의 분사구를 지나는 기류의 마하수, r은 작동 가스의 비열비이다.

[0048] 이와 같이, 수학식 1에 의해 그 형상이 결정되는 분사노즐(210)은 그 재질이 바람직하게 텅스텐 카바이드(Tungsten Carbide)로 이루어져 우수한 내마모성과 내열성을 갖게 되어 가열된 작동 가스가 대기 혹은 외부와의 열전달이 최소화되어 분사노즐(210)을 통해 충돌 플레이트(300)로 분사되는 작동 가스의 분사 속도를 극대화시키게 된다.

[0049] 한편, 상기와 같이 분사노즐(210)을 통해 작동 가스가 충돌 플레이트(300)를 향해 분사될 때 투입구(212)의 실리콘 입자는 작동 가스에 편승하여 초음속으로 가속화되어 충돌 플레이트(300)로 분사된다.

[0050] 이렇게 충돌 플레이트(300)를 향해 분사되는 실리콘 입자는 충돌 플레이트(300)의 표면과 부딪혀 쪼개지는 분쇄가 일어나게 되는데, 충돌 플레이트(300)는 바람직하게 지르코늄(zirconium)과 같은 내열성과 내부식성이 우수

한 재질로 이루어진다.

[0051] 이러한 충돌 플레이트(300)는 정면(실리콘 입자가 충돌하는 면)에 평탄면이 형성되고, 그 면적은 분사노즐(210)에서 분사되는 작동 가스에 편승하는 실리콘 입자의 확산 범위보다 크게 형성되어 분사노즐(210)에서 분사되는 실리콘 입자가 빠짐없이 충돌 플레이트(300)의 정면에 부딪혀 분쇄된다.

[0052] 한편, 상기와 같은 충돌 플레이트(300)의 하부에는 충돌에 의해 일정 크기로 분쇄된 입경을 갖는 실리콘 입자를 선별하여 수거하는 수거 유닛(400)이 설치된다.

[0053] 수거 유닛(400)은 일정 크기의 그물코가 형성된 채반(410)과 채반(410)의 하부에 설치되어 채반(410)을 통과한 실리콘 입자를 수거하는 수거 용기(420)로 구성된다.

[0054] 이때, 채반(410)은 충돌 플레이트(300)의 하단에서 초음속 분사기(200)의 하부를 향해 경사지도록 형성되어 충돌 플레이트(300)에 충돌된 실리콘 입자가 채반(410)의 기울기에 의해 미끄러지면서 채반(410)의 그물코보다 작은 크기를 갖는 실리콘 입자는 채반(410)을 통과하여 수거 용기(420)로 모이게 된다.

[0055] 이렇게 분쇄된 실리콘 입자의 크기를 결정하게 되는 채반(410)은 분쇄된 실리콘 입자를 필요한 크기로 선별할 수 있게 충돌 플레이트(300)의 하부에 교체 가능하게 설치되는 것이 바람직하다.

[0056] 한편, 충돌 플레이트(300)와 수거 유닛(400) 사이에는 채반(410)을 강제 진동시키는 진동기(440)가 설치되어 분쇄된 실리콘 입자가 채반(410)을 따라 원활하게 이동하여 채반(410)의 그물코보다 작은 크기를 갖는 실리콘 입자는 수거 용기(420)로 모이게 되고, 채반(410)의 그물코를 통과할 수 없는 크기를 갖는 실리콘 입자는 채반(410)의 상면을 따라 미끄러져 재공급 유닛(500)의 회수 용기(510)로 모이게 한다.

[0057] 이러한 진동기(440)는 예를 들어, 초음파 진동 모터와 같은 미세한 파동을 연속적으로 발생시켜 채반(410)을 진동시키는 장치가 될 수 있다. 또한, 진동기(440)는 채반(410)을 상하로 진동시키거나 또는 채반을 좌우로 진동시키도록 이루어질 수도 있다.

[0058] 이렇게, 진동기(440)에 의해 채반(410)이 진동하게 될 때 채반(410)의 진동이 충돌 플레이트(300)로 전달되는 것을 방지하도록 채반(410)과 충돌 플레이트(300)는 댐퍼(450)에 의해 연결된다. 상기 댐퍼(450)는 코일 스프링과 같은 탄성 부재 또는 탄성력이 발휘되는 고무와 같은 완충 소재로 이루어져 채반(410)이 진동할 때 발생하는 떨림이 충돌 플레이트(300)로 전달되지 않도록 방지하게 된다.

[0059] 한편, 충돌 플레이트(300)의 표면에 부딪혀 분쇄된 실리콘 입자가 외부로 비산되는 것을 방지하도록 채반(410)과 수거 용기(420)는 가이드 플레이트(430)에 의해 연결된다. 이러한 가이드 플레이트(430)는 도 4에 도시된 바와 같이 수거 용기(420)의 개방된 상면에서 채반(410)을 향해 연장되는 구조를 갖는다.

[0060] 즉, 가이드 플레이트(430)는 바람직하게 수거 용기(420)의 개방된 상면에서 채반(410)의 하부 테두리를 향해 경사지도록 형성되어 채반(410)을 통과한 실리콘 입자가 경사진 가이드 플레이트(430)의 표면을 타고 미끄러져 수거 용기(420)에 모이도록 형성된다.

[0061] 그리고, 채반(410)의 그물코보다 큰 크기를 갖는 실리콘 입자는 채반(410)의 하단과 연결된 재공급 유닛(500)으로 모이게 된 후 공급 호퍼(100)로 재공급된다. 즉, 재공급 유닛(500)은 채반(410)의 하단과 연결되는 회수 용기(510)와 회수 용기(510)와 공급 호퍼(100)를 연결하는 관로(520) 및 관로(520)에 설치되어 회수 용기의 실리콘 입자가 공급 호퍼로 이동할 수 있게 관로(520)에 부압을 형성하는 회수 펌프(530)로 구성된다.

[0062] 이에 따라서, 채반(410)의 그물코를 통과하지 못한 실리콘 입자가 회수 용기(510)에 모이게 되고, 이렇게 모인 실리콘 입자는 회수 펌프(530)에 의해 관로(520)를 타고 공급 호퍼(100)로 공급된다.

[0063] 이렇게, 회수 용기(510)에서 공급 호퍼(100)로 공급된 실리콘 입자는 초음속 분사기(200)의 분사노즐(210)을 통해 충돌 플레이트(300)로 분사되어 필요로 하는 크기가 될 때까지 실리콘 입자가 반복적으로 충돌 플레이트(300)와 충돌하여 분쇄된다.

[0064] 한편, 도 5에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 실리콘 입자 분쇄장치는 초음속 분사기(200)와 충돌 플레이트(300) 및 수거 유닛(400)을 감싸는 챔버(140)를 더 포함할 수 있다.

[0065] 이러한 챔버(140)는 분사노즐(210)에서 충돌 플레이트(300)를 향해 분사된 실리콘 입자가 외부로 비산되는 것을 방지하여 분쇄된 실리콘 입자의 수율을 향상시킬 뿐만 아니라 외부로부터 이물질이 유입되지 않도록 방지하여 고순도의 실리콘 입자를 얻을 수 있도록 한다.

[0066] 즉, 챔버(140)는 도 5에 도시된 바와 같이 내부가 중공된 박스의 형태를 갖고 일측으로 초음속 분사기(200)의 분사노즐(210)이 관통하도록 형성되고, 챔버(140)의 내부에 충돌 플레이트(300) 및 수거 유닛(400)이 설치되도록 형성된다.

[0067] 이때, 재공급 유닛(500)은 도 5에서 챔버(140)의 외부에 설치된 것으로 도시되었으나 경우에 따라서는 재공급 유닛(500)도 챔버(140)의 내부에 설치될 수 있고, 이러한 재공급 유닛(500)의 설치 위치는 실리콘 입자 분쇄장치의 설치 장소에 따라 유연하게 변동될 수 있다.

[0068] 상기와 같은 본 발명에 따른 실리콘 입자 분쇄장치는 실리콘 입자가 원하는 크기를 갖을 때까지 초음속으로 충돌 플레이트(300)에 충돌시켜 분쇄하게 되고, 이렇게 충돌에 의해 분쇄된 실리콘 입자 중 채반의 그물코보다 작은 크기의 실리콘 입자는 채반(410)을 통과하여 수거 용기에 모이게 되고, 채반(410)의 그물코보다 큰 크기를 갖는 실리콘 입자는 재공급 유닛(500)을 통해 공급 호퍼(100)로 공급된 후 충돌 플레이트(300)를 향해 분사되는 순환 과정을 거치기 때문에 원하는 크기를 갖도록 실리콘 입자를 분쇄할 수 있으며, 실리콘 입자의 수율을 향상시키게 된다.

[0069] 한편, 본 발명은 앞서 설명한 실시예로 한정되는 것이 아니라 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서 수정 및 변형하여 실시할 수 있고, 그러한 수정 및 변형이 가해진 것도 본 발명의 기술적 사상에 속하는 것으로 보아야 한다.

부호의 설명

[0070] 100 : 공급 호퍼 110 : 입자 가열수단

120 : 이송 스크류 130 : 토출구

140 : 챔버 200 : 초음속 분사기

210 : 분사노즐 212 : 투입구

214 : 분사구 220 : 기류 발생장치

230 : 기류 가열수단 300 : 충돌 플레이트

400 : 수거 유닛 410 : 채반

420 : 수거 용기 430 : 가이드 플레이트

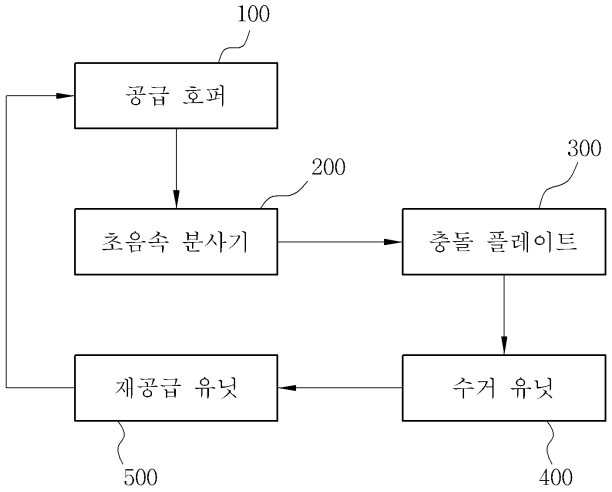
440 : 진동기 450 : 댐퍼

500 : 재공급 유닛 510 : 회수 용기

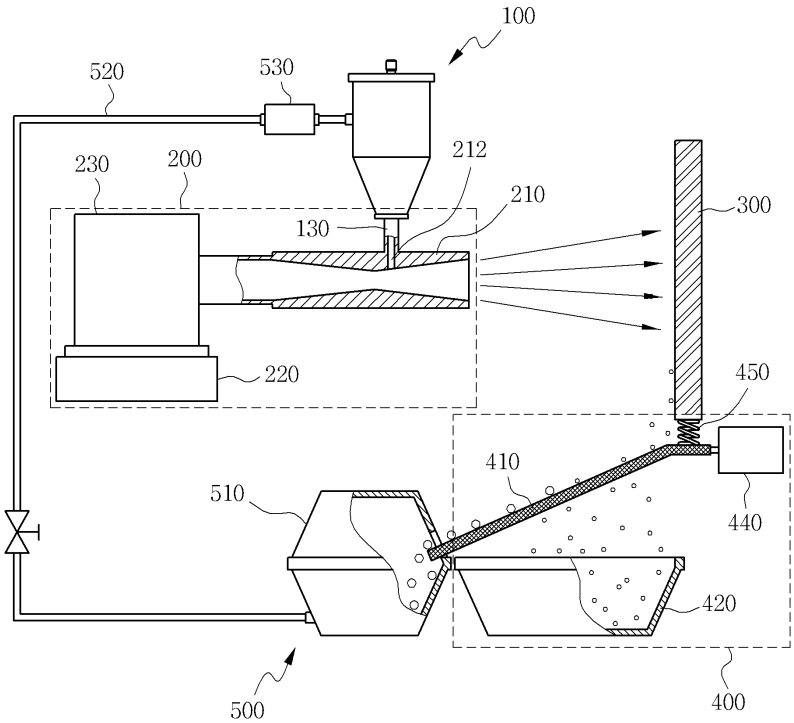
520 : 관로 530 : 회수 펌프

도면

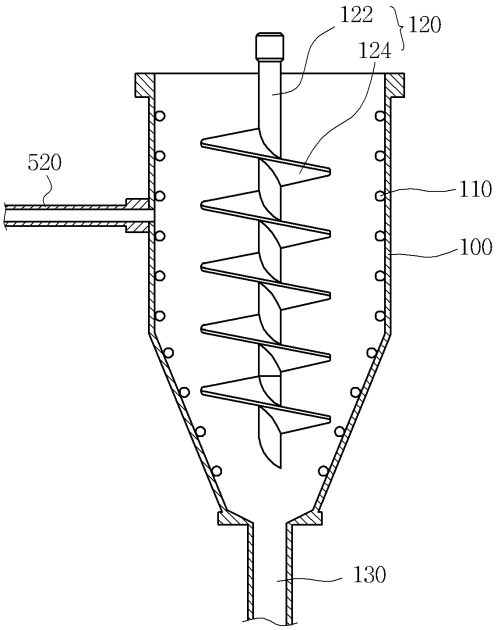
도면1


100
공급 호퍼
200
초음속 분사기
300
충돌 플레이트
재공급 유닛
수거 유닛
500
400

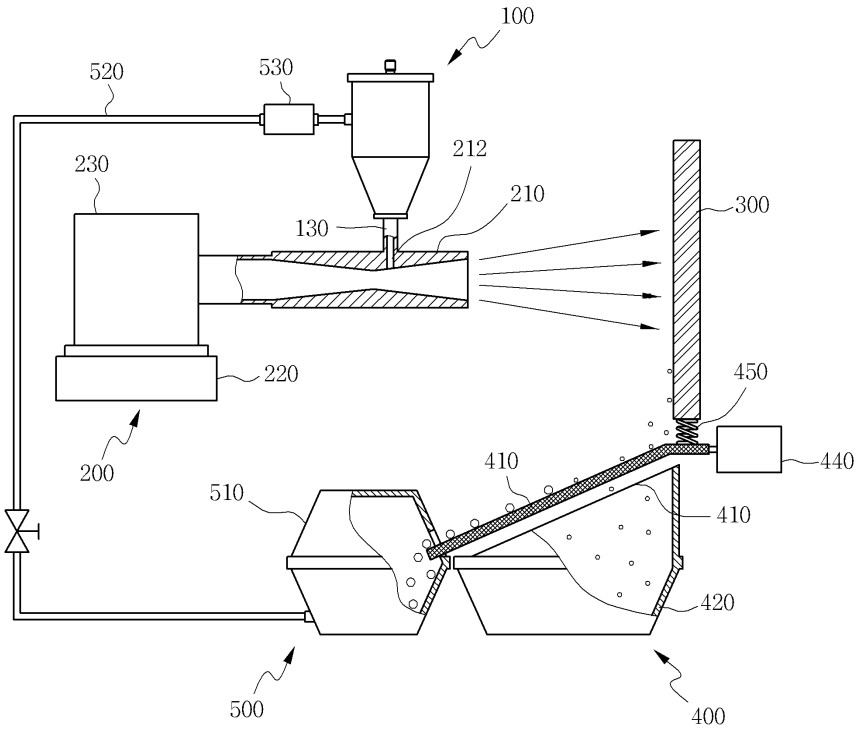
도면2


100
520
530
230
200
212
210
130
300
220
450
410
510
440
420
500
400

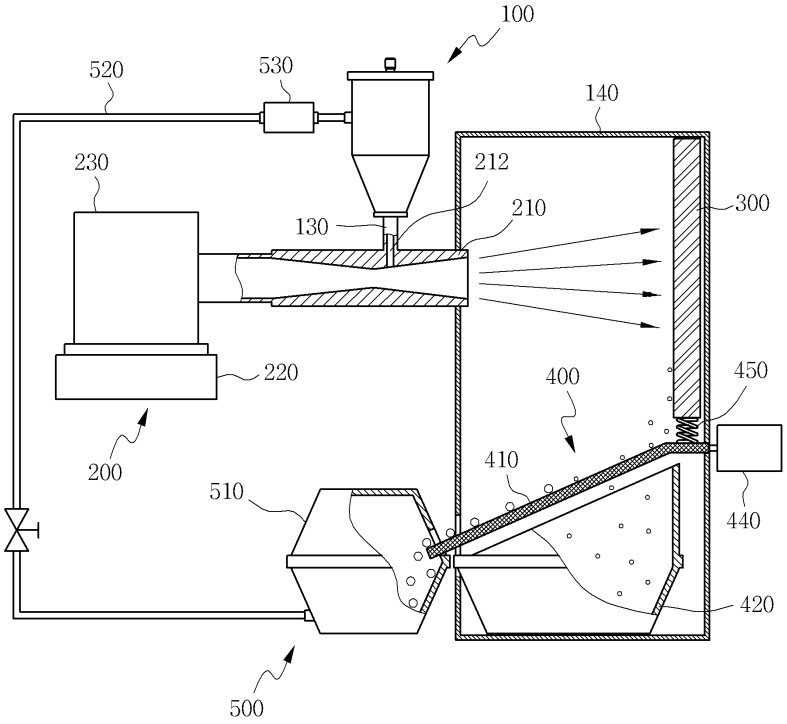
도면3


122
120
124
520
110
100
130

도면4


100
520
530
212
230
210
130
300
220
450
200
410
440
510
410
420
500
400

도면5


100
520
530
140
230
212
300
130
210
220
400
450
200
410
510
440
420
500